





**DEPENDENCIA:** Div. de Estudios de Posgrado e Investigación.  
**OFICIO NUM.** : DEPI/0275/2015.  
**ASUNTO** : Autorización de Impresión  
Villahermosa, Tab., 14 de Marzo 2016.

**C. MARIA TERESA CISNEROS PALMA.**  
**ESTUDIANTE DE LA MAESTRIA EN PLANIFICACION DE**  
**EMPRESAS Y DESARROLLO REGIONAL.**  
**PRESENTE.**

De acuerdo al fallo emitido por la Comisión Revisora, integrada por los CC. M.C. BETY LEON CRUZ, M.C. JUANA MARIA MOREJON SANCHEZ, M.C. ELSI DEL CARMEN MONTEJO CASTRO y DR. JOSE LUIS MENESES HERNANDEZ y considerando que cubre con todos los requisitos del Reglamento de Titulación en vigor, damos a usted nuestra **Autorización** para que proceda a imprimir su Trabajo Profesional Titulado:

**“ANALISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE POTABILIZACION DE LA PLANTA POTABILIZADORA VILLAHERMOSA, TABASCO, PARA EL DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA ” .**

Hago de su conocimiento lo anterior para los efectos y fines correspondientes.

Atentamente

**M.A. CARLOS MARIO MARTINEZ IZQUIERDO.**  
**JEFE DE LA DIV. DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION.**



SEP DGEST  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE VILLAHERMOSA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACION

c.c.p.- Archivo.  
MA/CMMI  
/L/ACG..



# INDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	I
<b>RESUMEN</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Antecedentes de la investigación.....	2
Planteamiento del problema.....	5
Preguntas de investigación.....	5
Justificación.....	6
Objetivo general de la investigación.....	6
Objetivos específicos.....	7
Delimitación de la investigación.....	7
Metas de la investigación.....	7
Formulación de la hipótesis.....	7
Identificación de las variables.....	7
Limitación de la investigación.....	8
Tipo de investigación.....	8
<b>CAPITULO I MARCO DE REFERENCIA</b> .....	9
1.1 Marco contextual.....	9
1.1.1 La productividad del proceso de potabilización en el ámbito internacional.....	9
1.1.2 La productividad del proceso de potabilización en el ámbito nacional.....	21
1.1.3 La productividad del proceso de potabilización en el ámbito local.....	23
1.1.4 Planta potabilizadora Villahermosa.....	25
1.1.4.1 Antecedentes de la Empresa.....	25
1.1.4.2 Estructura Orgánica.....	28
1.1.4.3 Actividades de la empresa.....	33

<b>1.2 Marco legal</b> .....	36
1.2.1 Leyes y Normas.....	36
1.2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos mexicanos.....	37
1.2.1.2 Ley de Aguas Nacionales.....	37
1.2.1.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	38
1.2.1.4. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tabasco.....	39
1.2.1.5 Ley Orgánica de los Municipios del Estado de Tabasco.....	39
1.2.1.6. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe Someterse el Agua para su Potabilización.....	40
1.2.1.7 Norma Oficial Mexicana. NOM 012-SSA1-1993. "Requisitos Sanitarios que deben cumplir los Sistemas de Abastecimiento de Agua para Uso y Consumo Humano Públicos y Privados".....	41
<b>1.3 Marco teórico</b> .....	42
1.3.1 Productividad.....	42
1.3.1.1 Concepto de productividad.....	42
1.3.1.2 Los factores que influyen en la productividad.....	43
1.3.2 Mejora Continua.....	46
1.3.3 Medición de la productividad.....	46
1.3.4 Concepto de potabilización.....	56
1.3.4.1 Tipo de Planta Potabilizadora.....	57
1.3.4.2 Importancia.....	57
1.3.5 Técnicas para la investigación.....	58
1.3.5.1 Encuestas.....	59
1.3.5.2 Observación.....	60
1.3.5.3 Entrevista.....	61
1.3.5.4 Cuestionario.....	61
1.3.5.5 Escala de Likert.....	61
1.3.5.6 Métodos de Estadística descriptiva.....	63

1.3.5.7 Lluvia de ideas.....	63
1.3.5.8 Prospectiva.....	65
1.3.5.9 El método Delphi.....	65
1.3.5.10 Análisis Estructural.....	67
1.3.5.11 Plano de motricidad – dependencia.....	70
<b>CAPITULO II METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>73</b>
2.1 Diseño de la investigación.....	73
2.2 Levantamiento de la investigación.....	75
<b>CAPITULO III DIAGNÓSTICO O SITUACION ACTUAL.....</b>	<b>82</b>
3.1 Introducción.....	82
3.2 Situación actual.....	83
<b>CAPITULO IV DISEÑO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>125</b>
4.1 Introducción.....	125
4.2 Modelo de Propuesta para el mejoramiento de los factores que inciden en la Productividad del Proceso de Potabilización de la Planta Potabilizadora Villahermosa.....	125
4.3 Acciones propuestas de los factores que inciden en la productividad del proceso de la planta potabilizadora Villahermosa.....	128
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>130</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>131</b>
<b>BIBLIOGRAFÍAS.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>135</b>
<b>RELACIÓN DE FIGURAS, GRÁFICAS Y TABLAS.....</b>	<b>144</b>

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a **Dios** por haberme dado la oportunidad de la vida, acompañándome y guiando siempre para realizar este proyecto y concluirlo con satisfacción.

A mi esposo **Javier**, por su vigor y confianza puesta en mí, le agradezco por estar siempre apoyándome en los momentos que lo he necesitado.

A mis entrañables hijos **Javier Eduardo y Héctor del Ángel** por su comprensión y darme la oportunidad de amarlos.

Agradezco a mi director de tesis **M.C. Bety León Cruz**, quien acepto dirigir mi trabajo orientándome con sus enseñanzas.

También agradezco con mucho cariño a la **M.C. Juana María Morejón Sánchez**, **M.C. Elsi del Carmen Montejo Castro** y al **DR. José Luis Meneses Hernández**, por su paciencia y enseñanzas para la obtención del grado académico.

A mis **maestros** no me queda más que agradecerles por brindarme su amistad y aportarme los conocimientos necesarios.

## RESUMEN

La presente investigación tiene como base el análisis de la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa; el cual se inicia con un esquema de importancia para el diseño de una propuesta de mejora.

Posteriormente se muestra un contexto global del tema, es decir referencia del mismo a nivel internacional, nacional y local.

Resulta relevante mostrar y utilizar alguna herramienta de estudio para llegar a la información del contexto de manera directa, no se puede suponer nada si no se cuenta con expertos para estructurar un escenario verdadero el cual será la base para proponer estrategias que se puedan materializar.

En el estudio de la productividad se establece de entrada poseer un enfoque sistémico, tener la capacidad para que el sistema cuente con una mejor productividad que engloba la interrelación de todos los elementos que lo conforman, dentro de un objetivo común.

Por lo que se estudió a fondo cada una de las respuestas de los expertos que intervinieron en el análisis Para detectar la problemática, utilizando herramientas de investigación, ordenando la información obtenida, pudiendo detectar así los factores que inciden en el sistema.

Una vez realizado el trabajo de diagnóstico se logra diseñar en la presente investigación una propuesta de mejora un modelo de mejoramiento, de acuerdo a los factores detectados.

## **ABSTRACT**

This research is based on the analysis of productivity of the water purification process water treatment plant Villahermosa; which begins with an outline of importance for the design of a proposed improvement.

Subsequently a global context of the topic shows, that is a reference to the same international, national and local levels.

It is relevant to display and use a tool to get to study contextual information directly, you can not assume anything if you do not have experts to structure a real scenario which will be the basis for proposing strategies materialize.

In the study of productivity input sets have a systemic approach, have the ability for the system to have better productivity that encompasses the interaction of all the elements that comprise it, in a common goal.

As studied in depth each of the responses of the experts involved in the analysis to detect the problem, using research tools, ordering the information obtained can thus identify factors that affect the system.

Once the diagnostic work carried out is achieved in this research design a proposal to improve a model of improvement, according the identified factors.

## INTRODUCCION

La presente investigación consiste en el análisis de la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa, en el cual se identificaron situaciones que evitan que el proceso no se realice en forma y se lleve adecuadamente.

Analizando la productividad del sistema de entrega de agua potable de la planta potabilizadora en la cual se procesa en agua del río Grijalva de donde se obtiene el agua mediante tuberías, para llevar este vital líquido a la población. El agua ha jugado desde siempre un papel fundamental para el hombre; es desarrollo de las grandes civilizaciones.

Es un recurso natural finito: esencial para la vida, de su cuidado y perseverancia depende de las generaciones actuales y futuras que puedan disponer de este recurso en cantidad y calidad adecuada en un entorno que concilien los valores sociales y económicos con los medios del ambiente.

El agua le reconocemos una serie de atributos invaluable dentro de los que destaca los siguientes:

Es un factor determinante para el bienestar social, lo cual se logra al proporcionar servicios eficaces de agua potable y saneamiento a la población.

Es indispensable para la vida de los ecosistemas.

## **Antecedentes de la investigación.**

En el sistema de agua y Saneamiento se cuenta con diferentes plantas de potabilización de agua, destacando la planta Villahermosa, que cuenta con el abastecimiento de agua, en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, se dio inicio en los años 50's, antes de esto el agua para consumo era suministrado por una red de pozos profundos, ubicados en la Col. López Mateos en la Calle Sindicato de Economía y Sindicato de Agricultura, en la Av. Universidad entre la Col. Magisterial y Zona de la Cultura, en Paseo Tabasco con Plutarco Elías Calles, Pozo en Av. Usumacinta Frente al Batallón, Av. Coronel Gregorio Méndez (actual Hospital de la Mujer), Av. Revolución de la Col. Las Delicias Calle Prolongación de J. Claro García y Noé de la Flor Casanova, Pozo Periférico a la Altura de la actual Plaza San Luis, respectivamente.

Para 1958 y 1960 se realiza la construcción de la Primera Planta Potabilizadora con un gasto de operación de 250 LPS en el domicilio donde actualmente opera la Planta Villahermosa I, con el transcurso de los años esta planta ha ido ampliando su infraestructura hasta llegar a lo que es actualmente con una capacidad de 2200 litros por segundo.

Con la necesidad de brindar un servicio eficiente y debido al crecimiento poblacional que demandaba mayor consumo del vital líquido, se procedió a la realización de un proyecto coordinado por la Secretaria de Recursos Hidráulico a finales de 1981, el proyecto consistía en la construcción de líneas directas de abastecimiento a tanques elevados, ubicados en sitios estratégicos de Villahermosa, que por su elevación, permitieran suministrar a la ciudadanía agua a la red por carga. Al realizar la construcción de las líneas y no existir agua suficiente para el abastecimiento, se optó por ir interconectando al paso los circuitos para poder dotar de agua a la ciudad, quedando en operación el sistema con bombeo a la red y excedencia al tanque. Actualmente el sistema opera a partir de bombeo directo a la red, desde la cisterna de almacenamiento de la

Planta Potabilizadora hacia las líneas principales, de las cuales se encuentra interconectada las líneas secundarias y redes de la ciudad de Villahermosa.

Actualmente se encuentra ubicada en Paseo de la Sierra # 402 entre la calle Benito Juárez, Colonia Reforma, Municipio de Centro, Tabasco, (Figura 1), con una capacidad de diseño es de tipo convencional y está dividida en 2 módulos., de la línea Degremont Petellier Se inauguró en- una primera etapa con la capacidad de- 2000 lps, el 2 de mayo del 1981 por necesidad del crecimiento se consideró la ampliación. La infraestructura fue inaugurada por el entonces Gobernador de Tabasco el Ing. Leandro Rovirosa Wade. Cuenta con captación cloración  $Cl_2$  y dosificación de reactivo sulfato y polímero, medidor Parshall, floculadores hidráulicos verticales, sedimentadores, 10 filtros rápidos de arena-antracita y 2 cisternas de 2400m<sup>3</sup> con equipo de bombeo y subestación eléctrica. La fuente de abastecimiento de esta planta es del río Grijalva.

*Figura 1.- Rio Grijalva, fuente de abastecimiento del Sistema Actual de Agua Potable en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco.*



*Fuente de Imagen.-INEGI (MAPA VIRTUAL) 2012.*

En principio fue sistema federal de agua potable a partir de 1983 paso al gobierno del Estado se convierte en Servicios de Agua potable y alcantarillado SAPAET y posteriormente pasa a ser del Municipio del Centro.

El sector de Agua y Saneamiento del Municipio del Centro, Tabasco, históricamente ha estado administrado por pocas estructuras del mismo gobierno municipal, con una estabilidad reconocida, que ha permitido el desarrollo de las labores operativas y administrativas.

En la ciudad de Villahermosa se benefician 566,450 habitantes de agua potable de las Plantas Potabilizadora Villahermosa, las cuales trabajan las 24 horas del día los 365 días del año con un volumen mensual en metros cúbicos de 11, 357,280 para poder llevar este volumen de agua a las viviendas es muy costoso el proceso de potabilización y el mantenimiento continuo a las misma así como de las redes de distribución.

En la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en el año 2014, se llevó a cabo una investigación de tesis de maestría referente a la Calidad del agua en la captación de la planta potabilizadora de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México. El propósito de este estudio fue evaluar las concentraciones de cuatro parámetros indicadores de la calidad del agua de acuerdo a la escala de clasificación de calidad del agua en la estación 4 (Río Grijalva) de la Red Estatal de Monitoreo de la Calidad del Agua, localizado a la altura de la toma de la Planta Potabilizadora que abastece a la ciudad de Villahermosa en un periodo de 35 años, con el objetivo de conocer su calidad y si el agua superficial captada para su potabilización, cumple con límites máximos permisibles para el uso como fuente de abastecimiento para uso público urbano. Los resultados demostraron una notable contaminación de coliformes fecales en el área de estudio clasificando su calidad como fuertemente contaminada y rebasando los límites máximos permisibles de la normatividad vigente en materia de calidad del agua para uso como fuente de abastecimiento para uso público urbano.

## **Planteamiento del problema.**

La planta Potabilizadora “Villahermosa”, se enfrenta con un bajo nivel de productividad del Proceso de Potabilización, debido a la poca eficiencia y eficacia que se posee, esto al poco resultado que se ofrece en el proceso dentro del sistema, ya sea porque son obsoletos, carecen de un enfoque sistemático son mal planificados, ya que no son considerados como algo necesario para el buen funcionamiento.

Sin tomar en cuenta que la planta Potabilizadora Villahermosa, que abastece de agua potable a gran parte de la ciudad de Villahermosa, viéndose afectada por diversos factores externos e internos. Como son de producto, de proceso, de capacidad e inventarios, de fuerza de trabajo y de calidad.

La planta tiene como objetivo realizar sus servicios de potabilización y abastecimiento a una gran parte de la población del municipio de Centro. Pero al hacer un análisis se nota que con frecuencia no se logra la productividad necesaria, lo que trae como consecuencia que no se cumpla al cien por ciento los objetivos esperados y haya un desequilibrio en la productividad del servicio.

## **Preguntas de investigación.**

### **Pregunta General.**

¿Cuáles son las variables (cultural, social, económica, política, tecnológica y ambiental) que influyen en la productividad del proceso de Potabilización de la Planta Potabilizadora Villahermosa?.

### **Preguntas Específicas.**

- ❖ ¿Es la variable cultural un factor que influye en la productividad del Proceso de Potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa?
- ❖ ¿Es la variable social un factor que influye en la productividad del Proceso

de Potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa?

- ❖ ¿Es la variable económica un factor que influye en la productividad del Proceso de Potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa?
- ❖ ¿Es la variable política un factor que influye en la productividad del Proceso de Potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa?
- ❖ ¿Es la variable tecnológica un factor que influye en la productividad del Proceso de Potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa?
- ❖ ¿Es la variable ambiental un factor que influye en la productividad del Proceso de Potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa?

### **Justificación.**

La presente investigación es de gran relevancia, puesto que al realizar el análisis de la productividad del Proceso de Potabilización, la cual es afectada por las variables del contexto, se logra formular una propuesta de mejora para que mejorar su competitividad, para lograr la satisfacción total del Proceso de Potabilización de la Planta, así como la de los trabajadores mediante instrumentos que ayuden a establecer un mejor servicio a la comunidad.

Logrando así la satisfacción total del Proceso de Potabilización de la Planta, como la de los trabajadores mediante instrumentos que ayuden a establecer un mejor servicio a la comunidad.

Al desarrollar la investigación se pretende optimizar la productividad del Proceso de Potabilización, ya que es afectada por las variables del contexto.

### **Objetivo general de la investigación.**

Analizar la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa, Tabasco; para el diseño de una propuesta de mejora.

### **Objetivos específicos:**

- Conocer el proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa.
- Identificar los factores que afectan la productividad del proceso de potabilización del agua.
- Identificar las condiciones de funcionamiento de los equipos de bombeo.
- Diseñar una propuesta de mejora.

### **Delimitación de la investigación.**

El proyecto de investigación sobre la productividad del proceso de potabilización se realizará en la planta Villahermosa, ubicado en Paseo de la Sierra Colonia Reforma del Municipio de Centro del Estado de Tabasco.

### **Metas de la investigación.**

- Un análisis de la productividad del proceso de la planta potabilizadora Villahermosa.
- Una propuesta de mejora.

### **Formulación de hipótesis.**

Las variables ambiental, económica, cultural, política, social y tecnológica afectan la productividad del proceso de potabilización.

### **Identificación de las variables.**

- Variables dependientes: Proceso de la productividad de la planta potabilizadora.

- Variables independientes: cultural, social, económica, política, tecnológica y ambiental.

### **Limitación de la investigación.**

- Gestión de permiso para acceder a las informaciones.
- Dificultad de acceso a las plantas por operatividad.
- Escases de información.

### **Tipo de investigación.**

La investigación será no experimental, se requiere investigación documental y de campo porque hay que investigar en diferentes fuentes de información y acudir a la planta potabilizadora para poder obtener la información requerida.

Será descriptiva ya que involucrará los pasos que hay que ejecutar en cada uno de los procesos, para poder medir teóricamente cada una de las variables.

Se realizará un análisis para demostrar cómo afectan cada una de las variables independientes de investigación a la productividad del proceso de potabilización, aplicando asimismo el tipo de investigación correlacional.

# CAPÍTULO I

## MARCO DE REFERENCIA

### 1.1 Marco Contextual

#### 1.1.1 Productividad del Proceso de potabilización en el ámbito Internacional.

El consumo de agua mundial se ha triplicado desde 1950 hasta el año 2006 sobrepasando, cifra equivalente al 30% de la dotación mundial de agua renovable.

En el siglo XX, el consumo global de agua aumentó seis veces entre 1900 y 1995, más del doble de la tasa de crecimiento de la población. Las captaciones de agua para el regadío se han incrementado un 75% desde 1960.

\*1 km equivale a 1.000 hm , es decir a mil millones de metros cúbicos.

160 litros por habitante y día.

En el año 2006, según la encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua, los hogares, servicios municipales, industria y servicios consumieron 3.913 hm de agua.

El consumo de agua de los hogares españoles ascendió a 2.616 hm, lo que representa el 66,8% del consumo total. El consumo medio se situó en 160 litros por habitante y día, un 3,6% menos que los 166 del año anterior.

Por comunidades, los consumos medios más elevados correspondieron a Cantabria (201) y Comunidad Valenciana (185) y los más bajos a Comunidad Foral de Navarra (128) y País Vasco

Las pérdidas de agua en las redes de abastecimiento son un indicador de su ineficiencia. Pueden dividirse en pérdidas reales (roturas, fugas, averías) y en pérdidas aparentes como pueden ser el agua no registrada, errores de medida, fraudes, etc.

En el año 2006, estas pérdidas ascendieron al del volumen de agua introducido en las redes de abastecimiento.

Se aprecia un descenso de este indicador debido a la mejora paulatina del estado de las redes.

En general, el servicio de agua potable es continuo y el agua es de calidad potable en el Gran Buenos Aires Argentina. La dotación promedio de agua en 2007 era 619 L/habitante/día, una dotación mucho más alta que en otros países de América Latina o en Europa. En 2007 99,3% de las muestras en la red de AySA cumplieron con los parámetros bacteriológicos y el límite de cloro residual. Según AySA eso asegura la calidad bacteriológica del agua entregada. En el área de servicio de AySA solamente 32% de los usuarios recibieron agua con una presión de más de 10 metros de columna de agua en 2004. Desde el inicio de los servicios de AySA los reclamos por baja presión aumentaron de 2.000 por mes a 3.000 por mes en marzo de 2008.

Desde 1880 hasta 1993, la empresa nacional Obras Sanitarias de la Nación (OSN) tuvo la responsabilidad por la prestación de los servicios de agua y alcantarillado en el Gran Buenos Aires. Bajo el gobierno de Carlos Menem, y como parte de uno de los programas de privatización de servicios públicos de mayor envergadura en el mundo, se inició un proceso de transformación del sector incluyendo la participación del sector privado.

La concesión con mayor visibilidad fue suscrita en 1993 para el área que hoy constituye el área de servicio de AySA con un consorcio liderado por la firma francesa SUEZ <http://www.suez.com/>, que luego dio origen a la empresa Aguas Argentinas SA. Al mismo tiempo se creó un ente regulador autónomo tripartito (Gobierno Nacional, Gobierno Provincial, Municipios) a cargo del control del cumplimiento de la normativa vigente y la regulación de la prestación de los servicios por parte de Aguas Argentinas, llamado Ente Tripartito de Obras de Servicios de Saneamiento (ETOSS). Esta concesión se rescindió en 2006.

Varios trabajos que se han publicado en los últimos años coinciden en resaltar el logro de notables mejoras en la calidad de los servicios, en la recaudación, en las inversiones y en la atención a los usuarios y en la infraestructura, comparados con los años en los que el Estado era el principal prestador. Sin embargo el denominador común de las concesiones fue el incumplimiento de las condiciones pactadas y las sucesivas renegociaciones contractuales, ya sea para aumentar las tarifas o bien para disminuir las obligaciones de inversión. Muchos de estos incumplimientos fueron una consecuencia de la crisis económica de 2001.

Respecto a la calidad de los servicios se priorizaron las acciones de preparación y puesta en marcha de programas de inspección, rehabilitación y mantenimiento, regulación de presiones, reducción de pérdidas físicas e implantación de procesos de control. Las áreas comerciales reflejan mejoras en los sistemas de facturación y recaudación, actualización de catastros de clientes, reclasificación e incorporación de nuevos clientes, sistematización y descentralización de la información y una mejor atención a las demandas y reclamos de los clientes. Gran parte de estas mejoras se alcanzaron por medio de prácticas administrativas simples que no demandaron grandes inversiones o la incorporación de tecnologías de alta sofisticación.

Todavía las consecuencias de la concesión resultan polémicas y a comienzos de 2008 un caso se presentó ante el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI). Críticos de la concesión resaltan que el concesionario no cumplió con las obligaciones previstas en su contrato. Cuando el gobierno rescindió el contrato en 2006, argumentó que Aguas Argentinas falló en ejecutar sus funciones en cuanto a expansión de cobertura y calidad del servicio. Según el gobierno, el agua distribuida contenía altos niveles de nitrato y el concesionario no cumplió ni con las normas de presión ni con la construcción de centrales de abastecimiento de agua. Por otra parte, defensores de la participación privada opinan que la congelación de tarifas durante la devaluación

el peso redujo de manera evidente el valor real de ventas y por eso dificultó alcanzar las metas originales.

Un factor que puede haber contribuido al término anticipado de la concesión fue su preparación precipitada. Alcázar y otros enumeran características que señalan un proceso urgente:

1. La agencia de regulación ETOSS (Ente Tripartito de Obras de Servicios de Saneamiento) fue fundada en poco tiempo como parte del proceso de participación privada y entonces careció de experiencia.
2. La información disponible en el contrato de concesión fue tan incompleta que el gobierno argentino se negó a asumir la responsabilidad de aquella información. Esto puede haber llevado al concesionario a aceptar en espera de una futura renegociación.
3. introducir un nuevo y más transparente sistema tarifario, se adoptó el sistema antiguo de OSN.

Además, en la toma de decisiones la agencia de regulación fue circunvalada reiteradamente, por ejemplo cuando el contrato fue renegociado en 1997. De esa manera, ETOSS fue debilitado más. El contrato de concesión garantizó a Aguas Argentinas recibir dólares a la tasa de cambio 1:1, también después de la devaluación del peso. Solanes señala que esta práctica impide que el concesionario busque financiamiento, en mercados locales para evitar los riesgos de fluctuación de tipos de cambio. Según Solanes, además las necesidades de la población pobre no estaban representadas en el contrato. No se contempló subsidios para los pobres ni la expansión de cobertura fue fomentada, ya que conexiones nuevas no fueron asequible a muchas personas y usuarios nuevos deberían pagar para la expansión de la infraestructura.

Durante los trece años que duró su concesión para Buenos Aires, se extendió la cobertura de los servicios de agua a 2 millones de personas, y la del saneamiento

a 1 millón de personas. Luego de la crisis económica del 2002, ya no fue posible mantener ese nivel de inversión, por lo que se recurrió a un “modelo de gestión participativo”, implementado entre el Estado, los Municipios y Aguas Argentinas, que benefició con conexiones domiciliarias de agua potable a unos 100.000 habitantes de vecindarios pobres y barrios marginales del gran Buenos Aires, entre los años 2003 y 2005.

Cuando se abandonó la convertibilidad del peso argentino con el dólar estadounidense, las tarifas fueron convertidas de dólares a pesos devaluados e inmediatamente congeladas. Los operadores que estaban endeudados en dólares se vieron en serias dificultades al percibir sus ingresos por tarifas a un tercio de lo esperado, debido a la devaluación. La situación además se fue deteriorando con el tiempo, pues las tarifas fueron congeladas mientras los costos operativos fueron aumentando por efectos de la inflación.

La concesión de la Provincia de Buenos Aires cayó antes de la crisis de 2001. En el caso del área metropolitana de Buenos Aires se creó por ley una empresa bajo la forma de sociedad anónima, de propiedad mayoritaria del Estado Nacional, llamada Agua y Saneamientos Argentinos, la que se hizo cargo de la prestación de los servicios en 2006.

Con la vuelta de la prestación de algunos servicios a manos del Estado se logró conservar las agencias reguladoras. En el caso del área metropolitana de Buenos Aires se crearon por ley dos agencias, una a cargo de la planificación y otra a cargo del control de los servicios. Si bien su creación por ley representó una jerarquización respecto a la situación anterior, dicha norma no alcanza a delinear adecuadamente los roles entre el Estado y las agencias, las que a su vez han perdido autonomía. Por otra parte buena parte del personal capacitado fue absorbido por la empresa, dejándolas con escaso personal calificado, lo que dificulta el accionar regulatorio.

El Plan Director de Saneamiento de AySA prevé alcanzar el 100% de cobertura de agua potable (80% en 2007) el 80% de cobertura del sistema de alcantarillado (60% en 2007) en 2011, así como la mejora ambiental. El Plan prevé inversiones de 17.645 millones de pesos (aproximadamente US\$ 5.500 millones, o más de US\$ 400 millones por año). La mayoría de los habitantes a incorporar en la prestación de servicios pertenecen a sectores pobres del conurbano bonaerense. El Plan incluye la construcción de grandes conductos en las márgenes de los ríos (Río de la Plata y Riachuelo), destinados a recoger los efluentes que llegan a través de los conductos de alcantarillado sanitario y pluvial. Estos efluentes serán concentrados en dos puntos desde los cuales se inyectarán al Río de la Plata mediante emisarios de 5 km de longitud más 2 km de difusores. Así se espera mejorar la calidad de las aguas costeras, inyectando los efluentes a mayor distancia de la costa respecto a la situación actual. Esta estrategia se basa en la dilución como método de tratamiento, aprovechando el gran caudal del Río de la Plata (del orden de los 22.000 m<sup>3</sup>/s promedio) y su alto contenido de oxígeno disuelto (8 mg/l), dejando para una etapa posterior la resolución de la contaminación con metales pesados, hidrocarburos y otras sustancias no diluibles.

Recientemente se inició el proceso de licitación para la construcción de las obras principales del plan. Una de las obras más importantes del Plan es la planta depuradora Berazategui que dará tratamiento a las aguas residuales de 3 millones de habitantes. Una parte importante del Plan Director se financiará a través de préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo (aprobado en noviembre de 2008) y del Banco Mundial.

La definición de políticas en el sector de agua y saneamiento en el Gran Buenos Aires está a cargo del Gobierno de la Nación, en el caso de la Capital Federal, y del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires para el Conurbano Bonaerense.

En el ámbito nacional, a pesar de los avances recientes en cuanto a una definición más clara de las responsabilidades, el marco institucional continúa careciendo de

coherencia y la coordinación entre los actores federales es deficiente. La Subsecretaría de Recursos Hídricos, a través de la Secretaría de Obras Públicas, propone las políticas del sector ante el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, encargado de aprobarlas. Dentro de este marco político, el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), una entidad descentralizada dependiente de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, proporciona financiamiento y asistencia técnica a los proveedores de servicio. Por otra parte asesora a la Secretaría de Obras Públicas, influyendo de hecho en la política sectorial. Recientemente se le ha otorgado al ENOHSA la facultad de ejecutar directamente obras de infraestructura. Esto ha suscitado cierta confusión entre sus funciones del político, del distribuidor de recursos y del ejecutor de obras.

No existe aún una ley nacional de agua y saneamiento. Esto dificulta la definición de una política nacional coherente en lo que se refiere a financiamiento, subsidios, tarifas y normas de servicio.

La Capital Federal y la Provincia de Buenos Aires cuentan con sus respectivos agentes reguladores, aunque éstos suelen tener una capacidad limitada y responsabilidades institucionales no bien definidas. En el caso del área metropolitana de Buenos Aires existen dos agencias, una a cargo de la planificación y otra a cargo del control de los servicios.

La prestación de los servicios de agua potable y saneamiento se realiza a través de las instituciones y mecanismos siguientes:

- Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA) que presta servicios en el GBA: ciudad de Buenos Aires y 17 partidos del primer cordón del conurbano con una superficie de 1.752 km<sup>2</sup> y una población de 9,4 millones, o más de 80% de la población del Gran Buenos Aires. AySA fue creada en marzo de 2006. El 90 por ciento del paquete accionario de AySA

corresponde al Estado federal; mientras que el 10 por ciento restante pertenece a los trabajadores.

- Municipios en 6 partidos, incluso 5 del oeste de Buenos Aires (Partido de Malvinas Argentinas, Partido de José C. Paz, Partido de San Miguel, Partido de Moreno y Partido de Merlo) con 1,8 millones de habitantes en 2001, y uno del Sur (Partido de Berazategui) con 0,3 millones de habitantes.
- Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA) presta servicios a más de tres millones de personas en 80 localidades pertenecientes a 62 partidos de la provincia de Buenos Aires, en un territorio de 150.000 km<sup>2</sup>. Solamente una pequeña parte del área de servicio de ABSA se encuentra dentro del Gran Buenos Aires tradicional: el Partido de Florencio Varela en el Sur del Conurbano con una población total de 0,35 millones. ABSA fue creado en marzo de
- 2002. Desde julio de 2006 sumó el área de concesión de la anterior Aguas del Gran Buenos Aires (AGBA). ABSA emplea 1670 trabajadores entre profesionales, técnicos y operarios. El 90 por ciento del paquete accionario de ABSA corresponde al Estado provincial; mientras que el 10 por ciento restante pertenece a los trabajadores, nucleados a través del Sindicato de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires.
- Alrededor de 200 pequeños operadores al nivel de barrios (p.ej. administraciones consorciales y cooperativas) en el conurbano. Las cooperativas típicamente prestan servicios múltiples, incluso la venta de electricidad, manejo de desechos sólidos, negocios de venta de productos de consumo y otros.
- Autoabastecimiento en forma de pozos.

En sus experiencias innovadoras Agua + Trabajo El gobierno ha adoptado con posterioridad a la crisis un programa para ampliar los servicios e agua potable en La Matanza, provincia de Buenos Aires, mediante el proyecto “Agua más trabajo”, basado en la participación de pequeñas cooperativas de trabajadores locales para la ejecución de las obras. Hasta el junio de 2007 se invirtieron \$101m para el beneficio de 741.000 habitantes. Este programa, ejecutado por el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), está usando aspectos del "modelo participativo de gestión" introducido en la época de la empresa privada Aguas Argentinas.

Aspectos financieros y económicos:

Tarifas

Métodos de tarifación: existen dos métodos de tarifación en el área de servicio de Aysa:

- El primero se basa en el sistema anterior de OSN. Estima el consumo del usuario en base a las características de su propiedad, como por ejemplo el tamaño del predio, el tipo de vivienda y la zona donde está emplazada. Este método está aplicado a la gran mayoría de los usuarios domiciliarios en la Argentina.
- El segundo modelo contiene una parte fija y otra variable que se basa en el consumo real, que se mide a través de medidores. Este último método fue facilitado por la introducción de medidores en algunas áreas como parte de los contratos de concesiones de los años 90. Se aplica principalmente a los usuarios no-domiciliarios.

**Niveles tarifarios:** para los usuarios de AySA la tarifa en 2008 era de 0,33 \$ / m<sup>3</sup> para el agua y 0,33 \$ / m<sup>3</sup> para el alcantarillado, por un total de 0,66 \$ / m<sup>3</sup> (US\$ 0,2/m<sup>3</sup>), basado en un consumo estimado de aproximadamente 40 m<sup>3</sup> por mes para consumidores no medidos (cuota fija). Consumidores medidos pagan una

tarifa en dos partes, un *cargo* fijo que corresponde a 50% de la *cuota* fija con un consumo de 10 m<sup>3</sup> por mes incluido (base libre) más una parte que corresponde al volumen del agua consumido. Las tarifas no han sido aumentados entre 2002 y 2011. Para reducir los subsidios pagados a AySA las tarifas fueron doblados en 2011 a 1,22 \$ / m<sup>3</sup>.

**Accesibilidad de tarifas** AySA tiene un Programa de Tarifa Social para aquellos usuarios residenciales de bajos recursos que no se encuentran en condiciones de afrontar el pago de la factura, consistiendo en el otorgamiento de un subsidio anual renovable. Los interesados deben presentar una solicitud en su municipio. Estos se encargan de seleccionar a los beneficiarios y enviar los listados al Ente Regulador y su Comisión de Usuarios para su aprobación. En 2007 119.000 usuarios (4% del total) benefician de esta tarifa social. Se destinan para este fin 4 millones de pesos anuales (US\$ 1,3 millón).

### **Recuperación de costos**

Los proveedores de servicio escasamente recuperan sus costos de operación y mantenimiento, careciendo de la capacidad de financiar la infraestructura. ABSA y AySA dependen casi totalmente del estado para financiar la infraestructura.

Por ejemplo, los gastos operativos de AySA estuvieron 124% del total facturado en marzo de 2008. Eso significa que AySA no solamente tiene ninguna capacidad de autofinanciamiento de sus inversiones, pero depende en un alto grado sobre subsidios para cubrir sus gastos operativos.

### **Recaudación**

La recaudación de los servicios de agua potable y saneamiento aún es uno de los problemas más serios que tienen que enfrentar los Operadores de servicios en la Argentina. Según el informe de indicadores de gestión de ADERASA del año 2005 (datos del año 2005), la empresa municipal de Mar del Plata registraba un atraso

de dos meses en el cobro y la por entonces empresa privada de la región metropolitana de Buenos Aires tenía un atraso de cinco meses.

### **Inversiones**

En Buenos Aires la empresa estatal (OSN) había invertido US\$ 25 millones por año en sus 10 últimos años, Aguas Argentinas SA aumentó la inversión anual promedio a US\$ 200 millones por año entre 1993 y 2000. La empresa pública AySA invirtió 215 millones Pesos (US\$ 65 millones) en 2007, lo que corresponde solamente a un tercer del nivel de inversiones en la fase inicial de la concesión privada, sin tomar en cuenta la inflación.

### **Financiación**

El Gobierno Federal está financiando todas las inversiones de AySA, entre otros a través de programas del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) como el Plan Agua + Trabajo. El Gobierno Provincial y el Gobierno Nacional están financiando obras en los Partidos del Gran Buenos Aires fuera del área de responsabilidad de AySA.

### **Eficiencia**

Las pérdidas reales y aparentes (agua no contabilizada) en la red de AySA estuvieron de 37% en marzo de 2008, ligeramente mejor del promedio de empresas de agua en América Latina (40%), pero peor que los niveles alcanzados en Europa.

### **Productividad laboral**

AySA tenía 1,5 empleados por 1.000 conexiones en 2008. Este nivel indica una productividad laboral más alta que en muchas empresas de agua en otros países de América Latina, similar al nivel alcanzado en Chile. Este nivel de productividad es una herencia de la época de la privatización, durante la cual el número de empleados ha sido reducido significativamente.

## **Cooperación externa**

Los dos entes de cooperación y de financiamiento externo más importantes para agua y saneamiento en el Gran Buenos Aires actualmente son el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial.

### **Banco Interamericano de Desarrollo**

- AR-L1080 : Programa de Agua y Saneamiento del Área Metropolitana de Buenos Aires

Este préstamo por 200 millones de dólares, aprobado el 5 de noviembre de 2008, busca contribuir a: i) el mejoramiento y expansión de la infraestructura de agua potable y saneamiento en el área metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires y en el conurbano bonaerense, y ii) el fortalecimiento operacional e institucional de la empresa Agua y Saneamientos Argentinos, S.A.

### **Banco Mundial**

- Provincia de Buenos Aires (APL1 y 2)

Este programa incluye una serie de dos préstamos, llamados APL1 y APL2 según acrónimo en inglés. El primero préstamo por 267 millones de dólares, aprobado el 15 de febrero de 2006, financiará los servicios de infraestructura de alcantarillado (30%) y de protección contra inundaciones (5%) en comunidades altamente vulnerables y de bajos ingresos de la Provincia de Buenos Aires. El segundo préstamo por 270 millones de dólares, aprobado el 28 de junio de 2007, financiará sistemas de alcantarillado (40%) y iniciativas de protección contra inundaciones (16%). El programa está ejecutado por el gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

Prevención de Inundaciones Urbanas y Drenaje (APL1 y 2), este programa incluye una serie de dos préstamos, llamados APL1 y APL2 según sus siglas en inglés. El primero préstamo por 130 millones de dólares aprobado el 5 de abril de 2005,

financia la protección contra inundaciones (94%), así como proyectos generales en el sector agua y saneamiento (2%) en la ciudad de Buenos Aires, mediante la protección de la infraestructura vital para la ciudad y la introducción de la gestión de riesgos en el programa de inversiones del gobierno. El segunda préstamo de 60 millones de dólares ha sido aprobado el 6 de junio de 2006. El Programa está ejecutado por la Secretaría de Finanzas de la Nación.

### **1.1.2. Productividad del Proceso de potabilización en el ámbito Nacional.**

En México la zona sur concentra el 69% de la disponibilidad natural de agua, pero en la zona centro y norte se asienta el 77% de la población total. El problema se agranda aún más si integramos a la ecuación una incipiente tecnología, una cultura del agua pobre, así como recursos económicos insuficientes para afrontar dicha crisis.

Las acciones ejecutadas por los gobiernos federal, estatal y municipal, permitieron que el 31 de diciembre de 2008 se lograra una cobertura nacional de agua potable de 90.3%, disminuyendo a 10 millones el número de mexicanos que no cuentan con agua entubada en su vivienda, 7.4 millones menos que en 1990.

Lo que hace algunos años era considerado un tema técnico propio de versados en la materia, en los últimos años ha gestado una revolución en la conciencia colectiva debido a que, la tarea de combatir la crisis del agua promoviendo su uso sustentable ha ocupado un lugar muy importante en la agenda nacional.

La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. La problemática del agua debe solucionarse si los mexicanos queremos que nuestro país tenga mayores y mejores oportunidades de desarrollo.

Las restricciones naturales que limitan la disponibilidad del recurso y el crecimiento y mala distribución de la población nacional, no han sido obstáculo para elevar el nivel de vida de la población nacional al lograrse avances importantes en la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Los avances son resultado del trabajo coordinado de los tres órdenes de gobierno, el federal, el estatal y el municipal, cuyo objetivo común es abastecer a la población mexicana del volumen de agua necesario para su desarrollo.

El Gobierno Federal promueve y apoya la construcción, rehabilitación y ampliación de plantas potabilizadoras; la ejecución de acciones de desinfección del agua que abastecen los sistemas de agua potable y el establecimiento de normas de calidad que regulen los estándares mínimos de los servicios que proporcionan dichos sistemas.

Los tres órdenes de gobierno han apoyado la construcción de plantas potabilizadoras en todo el país para abastecer a la población de agua de buena calidad, que garantice la ausencia de contaminantes que puedan incidir en la proliferación de enfermedades relacionadas con el recurso.

La política de inversión de las Plantas Potabilizadoras, en uno de sus objetivos, el Programa Nacional Hídrico plantea que los retos del Sector Hidráulico son complejos y diversos. Para hacer realidad el futuro que nos hemos planteado, es necesario disponer de recursos económicos suficientes y de personal especializado con una preparación sólida.

Asimismo, plantea la necesidad de desarrollar e implantar los esquemas que permitan generar las inversiones requeridas tanto para la operación como para el mantenimiento de la infraestructura creada, aspecto en el que la unión de recursos federales, estatales, municipales y del sector privado es indispensable.

Las inversiones federales se realizan bajo dos modalidades:

Las que son ejecutadas por los gobiernos estatales y municipales, mezclando recursos transferidos por el Gobierno Federal y de ellos mismos, en donde se establecen acuerdos de coordinación y sus anexos de ejecución y técnicos;

Productividad de las Plantas Potabilizadoras en México.

La Productividad, en economía, es la relación entre producción final y factores productivos (tierra, capital y trabajo) utilizados en la producción de bienes y servicios. De un modo general, la productividad se refiere a la que genera el trabajo: la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada, o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo. .

Por tanto, "Productividad es el cociente que se obtiene de dividir la producción por uno de los factores de la producción". Es decir, la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

De esta forma es posible hablar de la productividad de capital, de mano de obra, de materia prima, etc., en términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron.

La productividad implica la mejora del proceso productivo, y aumenta cuando:  
Existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes.  
Existe un incremento de las salidas, mientras los insumos permanecen constantes.

### **1.1.3. Productividad del Proceso de Potabilización en el ámbito Local.**

Con el propósito de suministrar agua suficiente y de buena calidad a la población para evitar la presencia de enfermedades de origen hídrico, el Gobierno Federal, a

través de la CONAGUA, y específicamente con el Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU), ha reforzado e incrementado su apoyo a los organismos operadores para que mejoren el servicio de agua potable que suministren a la población y construyan y/o rehabiliten plantas potabilizadoras para que se abastezca agua que cumpla con la normatividad vigente, como es en el caso de la rehabilitación de las plantas potabilizadoras La Isla y Parrilla del Municipio de Centro, Tabasco, conjuntamente con el Municipio de Centro, Tabasco y el Sistema de Agua y Saneamiento del Municipio de Centro, Tabasco (SAS).

En el municipio de Centro existen 18 plantas potabilizadoras que abastecen aproximadamente 470,000 habitantes. El abastecimiento de agua potable en las zonas urbanas es del 80% y para las zonas rurales del 20%. El tratamiento del agua es del tipo de clarificación convencional.

La planta potabilizadora “La Isla” se encuentra ubicada en la R/A Corregidora 3° Sección, municipio de Centro, Tabasco, con una capacidad de diseño de 250 L/s, es de tipo clarificación convencional y está dividida en dos módulos. Se inauguró en mayo de 2000 para beneficiar una población de 113,000 habitantes. Cuenta con un edificio de operación, equipos de bombeo, cloración y dosificación, taller de herramientas, medidor Parshall, floculadores hidráulicos verticales, sedimentadores de alta tasa, una batería de seis filtros rápidos de arena- antracita, y una cisterna de 600 m<sup>3</sup>, captación, equipo de bombeo y subestación eléctrica. El agua proviene del río carrizal.

La planta potabilizadora “Parrilla” se encuentra ubicada en calle Juan XIII s/n, Col Santa Fe, Parrilla, municipio de Centro, Tabasco, con una capacidad de diseño de 500 L/s, es de tipo clarificación convencional y está dividida en dos módulos. Se inauguró en mayo de 1997 para beneficiar una población de 120,000 habitantes distribuidos en 45 localidades. Cuenta con un edificio de operación, equipos de

bombeo, cloración y dosificación, taller de herramientas, un medidor Parshall, floculadores hidráulicos verticales, sedimentadores de alta tasa, una batería de 10 filtros rápidos de arena- antracita, cisterna de 600 m<sup>3</sup>, captación, equipo de bombeo y subestación eléctrica. El agua proviene del río La Sierra, llamado este tramo al río Grijalva.

#### **1.1.4. Planta potabilizadora Villahermosa.**

##### **1.1.4.1. Antecedentes de la empresa.**

A principios del siglo pasado, el abastecimiento de agua potable como un servicio, estaba limitado casi de manera exclusiva a las ciudades que, como producto de su actividad económica, contaban ya con un grado de urbanización relativamente alto. En la mayoría de los casos, era responsabilidad de las autoridades municipales la prestación del servicio, y en otros, eran compañías privadas, quienes lo hacían como una necesidad para el desarrollo de sus empresas.

Con la promulgación de la Constitución Política de 1917, quedó establecida como función de los Municipios la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado. Sin embargo, dada la limitación de los recursos municipales y el proceso de reorganización nacional en que se encontraba el país, tuvo que ser el Ejecutivo Federal quien se ocupara de tal función. Es entonces, a partir de 1924 y con la creación de la Dirección de Ingeniería Sanitaria, cuando se empieza a dotar a la población con el servicio de agua potable a nivel nacional. Posteriormente en 1943, se crea la Secretaría de Salubridad y Asistencia (S. S. A.) a la cual se adhiere la Dirección de Ingeniería Sanitaria, convirtiéndose en la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria de la S. S. A. ( CCISSSA ) que tendría a su cargo la construcción de los sistemas de agua potable y alcantarillado en el país.

Cuando en 1947 se crea la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), se

concentra por vez primera de manera institucional todo lo relacionado con el recurso “agua”. Sin embargo, la prestación del servicio de agua potable, quedo por acuerdo con la S. S. A., dividido en dos campos de atención en donde las poblaciones rurales serian abastecidas a través de la CCISSEA y las poblaciones urbanas por la SRH, a través de la Jefatura de Ingeniería Sanitaria, mismas que en 1950, se transformó en la Jefatura de Agua Potable y Alcantarillado. En el mes de mayo de 1966, la SRH crea una nueva Subsecretaria a la que denomina Subsecretaria “B” y se le asigna, entre otras, la función de manejar y operar los sistemas de agua potable y alcantarillado, por lo cual se constituye la Coordinación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado. Después, en el año de 1971, se crea, también en la SRH, una tercera Subsecretaria que es la de Plantación y las antiguas Subsecretarias “A” y “B” pasan a ser de Construcción y Operación respectivamente.

Con estos cambios se produjo, la desaparición de la Jefatura de Agua Potable y Alcantarillado y de la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, mismas que fueron sustituidas respectivamente por la Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado ubicada en la Subsecretaria de Construcción y por la Dirección General de Operación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado dependiente de la Subsecretaria de Operación. Ambas Direcciones Generales contaban a nivel estatal con Residencias, tanto de Construcción como de Operación de Sistemas y eran a través de ellas, que el Gobierno Federal tenía una presencia, no solo normativa sino ejecutiva. A partir de 1976, la atención de los servicios quedo bajo responsabilidad de la recién creada “Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Publicas” (SAHOP), en las Direcciones 6 Generales de Construcción y Operación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, que posteriormente en el año de 1981, desaparecieron para dar lugar a dos nuevas direcciones: la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en Centros Urbanos y la Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en Centros Rurales.

Las funciones de CCISSSA también fueron absorbidas por la SAHOP en el momento de su creación, avanzándose en la unificación del Subsector en cuanto a Organismos dedicados a su atención. Esta última transformación de las Direcciones Generales encargadas del Subsector a nivel nacional, obedeció a las políticas del Ejecutivo de impulsar y apoyar al Federalismo mediante la desconcentración y descentralización de funciones y recursos hacia los Estados y sus Gobiernos, lo que implicó en materia de agua potable y alcantarillado, la entrega a los Gobiernos Estatales de los sistemas , que hasta el año de 1980 había venido operando y administrando la SAHOP, quedando en esta, únicamente las funciones de asesorar y apoyar a los Organismos Estatales que se ocupan desde entonces de la administración de los servicios. En este contexto el 13 de septiembre de 1980, se crea por acuerdo del Ejecutivo Estatal, el Organismo Público Descentralizado denominado “Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Tabasco” (SAPAET) con personalidad jurídica y patrimonio propio, siendo sus objetivos principales la plantación y administración de los servicios, operando, conservando y mejorando la infraestructura necesaria para el abastecimiento de agua a los centros de población e industrias, así como la construcción y mantenimiento de todos y cada uno de los sistemas de agua potable y alcantarillado en el Estado, funciones que se venían desarrollando desde entonces en los 17 municipios que integran su jurisprudencia, hasta el mes de abril del 2003.

Con fecha 11 de septiembre del 2001, el H. Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Centro, Tabasco solicitó al Titular del Poder Ejecutivo Estatal, la transferencia de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; servicio que fue transferido al H. Ayuntamiento de Centro mediante acuerdo suscrito el 23 de abril del año 2003. Razón por la cual, con fecha 23 de abril del año 2003, se crea el Órgano Desconcentrado de la Administración Pública Municipal denominado “Sistema de

Agua y Saneamiento” del Municipio de Centro, Tabasco, (“SAS”) el cual tendrá autonomía técnica y funcional para la prestación de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, saneamiento y disposición de aguas residuales del Municipio de Centro, Tabasco.

#### **1.1.4.2. Estructura orgánica.**

##### **Misión:**

Ser un Órgano Operador de la Administración Pública Municipal que proporcione servicios públicos de suministro de agua potable, alcantarillado, saneamiento y disposición de aguas residuales para contribuir a mejorar la calidad de vida de sus habitantes mediante la administración eficiente y transparente de los recursos.

##### **Visión:**

Ser un Órgano Operador Innovador incluyente y equitativo que propicie la organización y la participación de la sociedad para construir todos un Municipio con Mejores Servicios y más calidad en el aprovisionamiento de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, saneamiento y disposición de aguas residuales del Municipio de Centro.

##### **Objetivo General:**

Contribuir a mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los habitantes del municipio de Centro a través de un gobierno municipal participativo que cumpla sus funciones constitucionales de otorgar servicios públicos mediante una administración transparente, eficiente y eficaz de los recursos públicos.

## **Objetivos Específicos:**

Garantizar el acceso de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, a los habitantes del municipio de Centro, durante todo el año

Se detallan a continuación los departamentos y áreas que conforman el Sistema de Agua y Saneamiento.

### 1. Dirección de Obras, Asentamiento y Servicios Municipales

#### 1.1 Coordinación del Sistema de Agua y Saneamiento

##### 1.1.1 Subcoordinación Técnica

###### 1.1.1.1 Departamento de Informática

###### 1.1.1.2 Departamento de Atención Ciudadana

###### 1.1.1.2.1 Área de Atención al Usuario

###### 1.1.1.2.2 Área de Monitoreo Medios Masivos

###### 1.1.1.3 Departamento de Asuntos Jurídicos

###### 1.1.1.3.1 Área de lo Contencioso Administrativo

##### 1.1.2 Secretaria Técnica

##### 1.1.3 Subcoordinación Comercial y Servicios

###### 1.1.3.1 Departamento de Apoyo Administrativo

###### 1.1.3.2 Departamento de Ingresos

###### 1.1.3.2.1 Área de Contratos

###### 1.1.3.2.2 Área de Cajas

###### 1.1.3.2.3 Área de Aclaraciones

###### 1.1.3.2.4 Área de Cifras y Control

###### 1.1.3.3 Departamento de Facturación e Informática

###### 1.1.3.4 Departamento de Seguimiento y Control

###### 1.1.3.4.1 Área de Lecturas

###### 1.1.3.4.2 Área de Inspecciones

###### 1.1.3.4.3 Área de Padrón de Usuarios

- 1.3.4.4 Área de Archivo de Contratos
- 1.1.3.5 Departamento de Tomas Especiales
- 1.1.3.6 Depto. Comercial y de Promotoria Social - Zona Rural
  - 1.1.3.6.1 Área Comercial Ocuilzapotlan
  - 1.1.3.6.2 Área Comercial Parrilla
  - 1.1.3.6.3 Área Comercial Playas del Rosario
  - 1.1.3.6.4 Área Promotoria Social I
  - 1.1.3.6.5 Área Promotoria Social II
- 1.1.4 Subcoordinación Administrativa
  - 1.1.4.1 Departamento de Servicios Generales
  - 1.1.4.2 Departamento de Taller Mecánico
  - 1.1.4.3 Departamento de Almacén
  - 1.1.4.4 Departamento de Recursos Humanos
    - 1.4.4.1 Área de Nominas
    - 1.4.4.2 Área de Seguridad e Higiene
  - 1.1.4.5 Departamento de Recursos Financieros
    - 1.1.4.5.1 Área de Control Financiero Contable
    - 1.1.4.5.2 Área de Control Presupuestal
    - 1.1.4.5.3 Área de Caja y Pagaduría
  - 1.1.4.6 Departamento de Recursos Materiales
    - 1.1.4.6.1 Área de Apoyo Técnico
    - 1.1.4.6.2 Área de Control de Bienes
    - 1.1.4.6.3 Área de Compras
  - 1.1.4.7 Departamento de Reparación de Equipos de Bombeo
- 1.1.5 Subcoordinación de Operación, Mtto. y Control de Calidad
  - 1.1.5.1 Departamento de Apoyo Técnico
  - 1.1.5.2 Departamento de Control de Calidad
    - 1.1.5.2.1 Unidad de Atención al Programa de Agua Limpia
    - 1.1.5.2.2 Área de Apoyo Administrativo
    - 1.1.5.2.3 Área de Mantenimiento Electromecánico a Plantas

- 1.1.5.2.4 Área de laboratorio Central
- 1.1.5.2.5 Área de Plantas de Tratamiento
- 1.1.5.2.6 Área de Plantas Potabilizadoras
- 1.1.5.3 Departamento de Redes de Agua Potable y Alcantarillado
  - 1.1.5.3.1 Departamento de Apoyo Técnico
  - 1.1.5.3.2 Departamento de Redes de Alcantarillado
    - 1.1.5.3.2.1 Área de Equipos Especiales
    - 1.1.5.3.2.2 Área de Suministro de Agua
    - 1.1.5.3.2.3 Área de Construcción y Rehabilitación
    - 1.1.5.3.2.4 Área de Albañilería y Resanes
    - 1.1.5.3.2.5 Área de Desazolve Manual
    - 1.1.5.3.2.6 Área de Soldadura
  - 1.1.5.3.3 Departamento de Redes de Agua Potable
    - 1.1.5.3.3.1 Área de Reparación de Fugas I
    - 1.1.5.3.3.2 Área de Reparación de Fugas II
  - 1.1.5.3.4 Departamento de Inst. de Tomas y Descargas Dom.
    - 1.1.5.3.4.1 Área de Instalación de Tomas Domiciliarias
    - 1.1.5.3.4.2 Área de Instalación de Descargas Dom.
- 1.1.5.4 Departamento de Estaciones de Bombeo
  - 1.1.5.4.1 Departamento de Apoyo Técnico
  - 1.1.5.4.2 Departamento de Mtto. Eléctrico a Estaciones de Bombeo
  - 1.1.5.4.3 Departamento de Mtto. de Obra Civil
  - 1.1.5.4.4 Departamento de Mtto. Mecánico a Est. de Bombeo
  - 1.1.5.4.5 Departamento de Op. de las Estaciones de Bombeo
- 1.1.5.5 Departamento de Sist. de A. P. y Alcant. - Zona Rural
  - 1.1.5.5.1 Departamento de Apoyo Técnico
  - 1.1.5.5.2 Área Zona Rural Norte
  - 1.1.5.5.3 Área Zona Rural Sur 17
  - 1.1.5.5.4 Área Zona Rural Este
  - 1.1.5.5.5 Área Zona Rural Oeste

1.1.6 Subcoordinación de Construcción

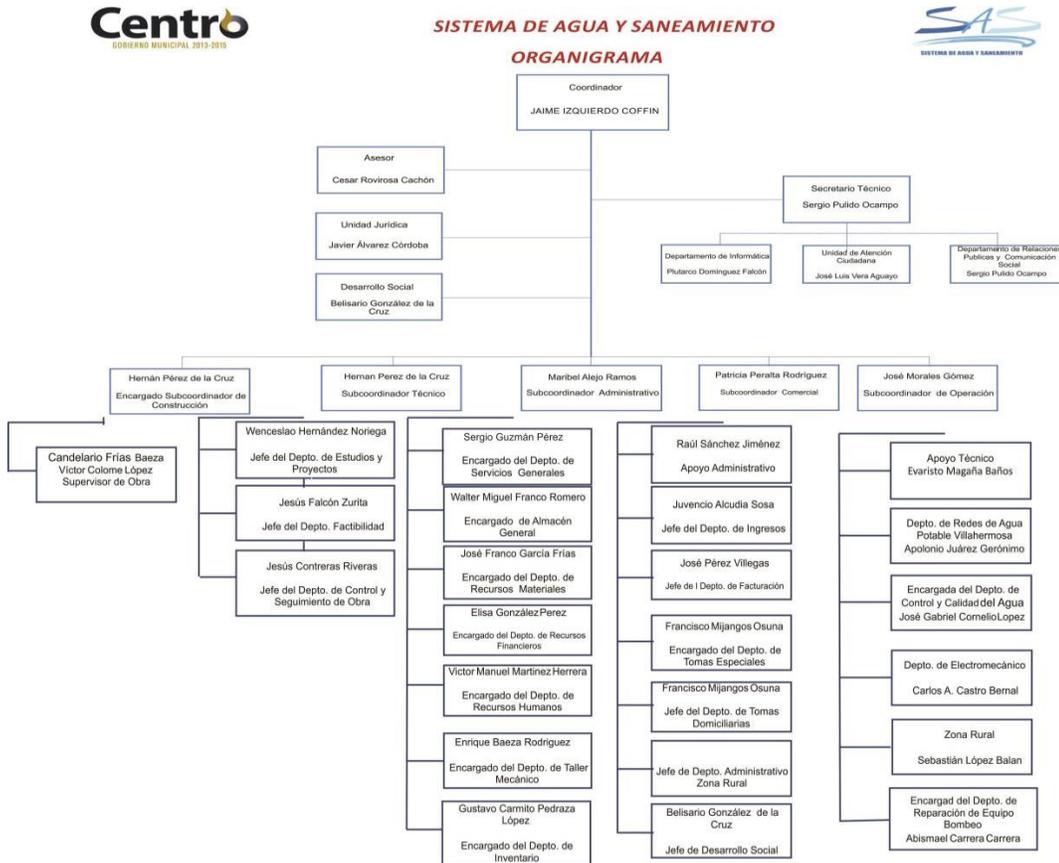
1.1.6.1 Departamento de Estudios y Proyectos

1.1.6.1.1 Área Técnica de Proyectos

1.1.6.1.2 Área de Supervisión de Proyectos.

En la figura 2, se presenta la estructura organizacional del sistema de agua y saneamiento de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, la cual está integrada por 1 coordinación general, 1 asesor, 2 unidades, 1 secretario técnico, 4 jefaturas de área, 5 subcoordinaciones y 23 jefaturas de departamentos.

Figura 2.- Organigrama del Sistema de Agua y Saneamiento.



Fuente- Sistema de Agua y Saneamiento 2014.

### **1.1.4.3. Actividad de la empresa.**

Atribuciones en base al reglamento para el control y la supervisión de las personas que ejercen...

1) Establecer los lineamientos, normas y criterios técnicos aplicables, conforme a los cuales deberán prestarse los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, saneamiento y disposición de aguas residuales del Municipio de Centro, y realizar las obras que para ese efecto se requieran.

2) Realizar los estudios e investigaciones que sean necesarias para el mejor uso y distribución de agua a los centros de población e industria, construcción de drenaje y alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas residuales y demás infraestructura que resulte necesaria.

3) En coordinación con la Dirección de Obras, Asentamientos y Servicios Municipales, planear, proyectar, construir, autorizar, ejecutar y supervisar las obras que se requieran en materia de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales del Municipio de Centro; así como de aquellas dirigidas a mejorar las tecnologías vinculadas con el tratamiento de agua a fin de garantizar la más alta calidad. Tratándose de la construcción y ejecución de obras, estas se realizarán por conducto de la Dirección de Obras, Asentamientos y Servicios Municipales.

4) Operar, conservar, mantener, controlar y vigilar el funcionamiento de los sistemas de aprovisionamiento y distribución de agua potable, de agua residual tratada, de alcantarillado y drenaje, así como la distribución y uso de las aguas pluviales y de manantiales.

5) Formular y mantener actualizado el inventario de los bienes y recursos que integran el sistema de agua potable, drenaje, alcantarillado, saneamiento, tratamiento y disposición de aguas residuales en el Municipio de Centro.

6) Vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.

- 7) Realizar los estudios socioeconómicos formulados para la determinación y establecimiento de las tarifas conforme a las cuales deberá cobrarse la prestación de los servicios.
- 8) Proyectar, ejecutar y supervisar las obras necesarias para controlar los encharcamientos e inundaciones, así como prever los hundimientos y movimientos de suelos, cuando estos sean de origen hidráulico.
- 9) Suministrar agua en bloque a los municipios u organismos o particulares que así lo requieran.
- 10) Fijar las especificaciones a que deberán sujetarse las obras y servicios hidráulicos a cargo del órgano y de los usuarios.
- 11) Recibir las obras de agua potable, alcantarillado, saneamiento y tratamiento de aguas residuales que actualmente se encuentran en servicio y las que en un futuro se construyan.
- 12) Dictaminar sobre los proyectos de donación de los servicios a su cargo, contruidos por fraccionadores o desarrolladores de vivienda.
- 13) Realizar, supervisar y aprobar estudios, proyectos y obras que construyan o amplíen las redes de distribución de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- 14) Aplicar las normas oficiales, técnicas y ecológicas que expidan las autoridades correspondientes para regular la calidad del agua potable.
- 15) Opinar, en su caso, sobre la factibilidad del suministro de agua potable, construcción del alcantarillado y acciones de saneamiento en forma previa a la autorización de fraccionamientos y unidades habitacionales.
- 16) Proteger el equilibrio ecológico, la calidad del agua, sanidad de los depósitos naturales, manantiales, causes de agua, presas y represas bajo el dominio del Municipio y en su caso del Estado.
- 17) Aplicar las normas técnicas y ecológicas que expidan las autoridades correspondientes, para regular las descargas del sistema de alcantarillado y drenaje del Municipio.
- 18) Implementar y operar sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- 19) Promover y ejecutar programas específicos que apoyen el uso responsable y eficiente del agua en el Municipio.

- 20) Promover la celebración de acuerdos, contratos o convenios con las autoridades estatales o de otros Municipios, tendientes a lograr una coordinación integral en materia de agua.
- 21) Gestionar y promover a nombre del Ayuntamiento, cooperaciones o aportaciones necesarias para el logro de sus objetivos.
- 22) Recaudar y administrar, con la intervención de la Tesorería Municipal, los ingresos y contribuciones que en la materia correspondan al Municipio.
- 23) Proponer las cuotas para el cobro de los derechos por los servicios de suministro de agua potable, alcantarillado y saneamiento; y en su caso, proponer en coordinación con las autoridades competentes en los términos de la legislación aplicable las cuotas de compensación, tarifas o precios públicos de los servicios que preste.
- 24) Practicar visitas de verificación de consumo y / o de funcionamiento del sistema.
- 25) Participar con las autoridades Federales, Estatales y Municipales competentes, a efecto de realizar acciones tendientes a evitar la contaminación del agua.
- 26) Convenir con las autoridades Federales, Estatales o Municipales; con otros organismos de uno o varios Municipios con organizaciones comunitarias y particulares; para la realización conjunta de acciones u obras para la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como la asunción y operación de los sistemas.
- 27) Asumir mediante convenio las tareas de recaudación y administración de contribuciones estatales.
- 28) Aplicar las sanciones que establece la ley sobre la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en el Municipio de Centro.
- 29) Concertar con los medios masivos de comunicación y con los sectores social y privado, la realización de campañas para el ahorro del agua.
- 30) Determinar e imponer las sanciones a que se hagan acreedores los usuarios por el desperdicio, mal uso del agua, de la infraestructura del agua potable, del

agua residual tratada y su sistema de alcantarillado y el drenaje, en los términos del presente Reglamento.

31) En general todas aquellas atribuciones que en materia de prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento le otorgue el H. Ayuntamiento y otras disposiciones en la materia.

## **1.2 MARCO LEGAL**

### **1.2.1 Leyes y Normas.**

Fundamento Legal Las principales leyes y preceptos que norman la actividad del “Sistema de Agua y Saneamiento” del Municipio de Centro, Tabasco.

Son:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. D. O. 05-II-1917 y sus Reformas.

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tabasco. P. O. 5-IV-1919 y sus reformas. Acuerdos:

Acuerdo de creación del Órgano Desconcentrado de la Administración Pública Municipal denominado “Sistema de Agua y Saneamiento” del Municipio de Centro, Tabasco, “SAS”. Aprobado en Sesión de Cabildo del H. Ayuntamiento de Centro, fechado y firmado el 2 de mayo del año 2003.

Ley Orgánica de los Municipios del Estado de Tabasco.

Ley de Responsabilidad de los Servidores Públicos.

Ley de Salud del Estado de Tabasco.

Ley de Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Tabasco. Publicada el 24 – IV – 1982 en el Periódico Oficial No. 4134. Leyes Federales:

Ley de Aguas Nacionales.

Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Ley Federal de Derechos en Materia de Saneamiento.

Decretos: Tarifas de Agua Potable y Alcantarillado Aplicables en el Estado.

### **1.2.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.**

**Artículo 27.** La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

...**VI.** Los estados y el Distrito Federal, lo mismo que los municipios de toda la República, tendrán plena capacidad para adquirir y poseer todos los bienes raíces necesarios para los servicios públicos.

**Artículo 115.** Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

... **III.** Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

- a)** Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

### **1.2.1.2 Ley de Aguas Nacionales**

**ARTÍCULO 9.** "La Comisión" es un órgano administrativo desconcentrado de "la Secretaría", que se regula conforme a las disposiciones de esta Ley y sus

reglamentos, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y de su Reglamento Interior.

**XIII.** Fomentar y apoyar los servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reúso en el territorio nacional, para lo cual se coordinará en lo conducente con los Gobiernos de los estados, y a través de éstos, con los municipios. Esto no afectará las disposiciones, facultades y responsabilidades municipales y estatales, en la coordinación y prestación de los servicios referidos;

**ARTÍCULO 36.-** Para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la Secretaría emitirá normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tengan por objeto:

Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en la producción, uso y destino de bienes, en insumos y en procesos;

**II.-** Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;

### **1.2.1.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

**ARTÍCULO 88.-** Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

... **IV.-** La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

**ARTÍCULO 89.-** Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:

.... **VI.-** La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;

#### **1.2.1.4. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tabasco.**

Artículo 65.- El Municipio Libre tiene personalidad jurídica para todos los efectos legales y los Ayuntamientos tendrán las siguientes facultades:

... **II.** Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

a).- Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; b).- Alumbrado Público; c).- Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; d).- Mercados y Central de Abastos; e).- Panteones; f).- Rastros; g).- Calles, parques, jardines y su equipamiento; h).- Seguridad Pública, en los términos del artículo 21 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, policía preventiva municipal y tránsito; i).- Los demás que las Legislaturas del Estado determinen, según las condiciones territoriales y socioeconómicas de los Municipios, así como su capacidad administrativa y financiera.

#### **1.2.1.5 Ley Orgánica de los Municipios del Estado de Tabasco.**

Artículo 126. Los municipios tendrán a su cargo las siguientes funciones y

servicios públicos:

a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

**1.2.1.6. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".**

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas.

Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, se debe someter a tratamientos de potabilización.

**1. Objetivo y campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

**.... 5. Tratamientos para la potabilización del agua**

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad, cuando los contaminantes biológicos, las características

físicas y los constituyentes químicos del agua enlistados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado 4.

#### **1.2.1.7 Norma Oficial Mexicana. NOM 012-SSA1-1993. "requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados".**

El control de la calidad del agua es la clave para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales a la población por su consumo; este control se ejerce evaluando los parámetros de calidad del agua y por otra parte vigilando que las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras de captación, conducción, plantas de potabilización, redes de distribución, tanques de almacenamiento o regulación y tomas domiciliarias protejan el agua de contaminación.

### **1 Objetivo y Campo de Aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados para preservar su calidad.

### **... 4 Disposiciones Específicas**

4.1 Las obras de captación, tanques de almacenamiento o regulación, plantas potabilizadoras y estaciones de bombeo, deben protegerse mediante cercas de mallas de alambre o muros con la altura y distancia suficiente que impida la disposición de desechos sólidos, líquidos o excretos y el paso de animales. Permitted el acceso sólo a personal autorizado.

## **1.3 MARCO TEÓRICO**

### **1.3.1. Productividad.**

A principios del siglo XX el término productividad adquirió un significado de acuerdo preciso, se definió: como una relación entre lo producido y los medios empleados para hacerlo. No fue hasta en 1950, la organización para la cooperación económica europea ofreció una definición más formal de la productividad, como se menciona en el siguiente concepto.

#### **1.3.1.1. Concepto de productividad.**

La productividad es uno de los aspectos más importantes dentro de la industria de un país para ser competitivo frente a la influencia de la globalización comercial y para mejorar su nivel tecnológico. Elevar la productividad es el reto al que actualmente se enfrenta la industria manufacturera mundial, para permanecer en el mercado (Mercado, 1997), siendo indispensable hacerlo con calidad y precios; esto puede lograrse con un incremento de la productividad.

Entonces es necesario actualizar e innovar las condiciones técnicas de la producción y mejorar continuamente las cadenas de valor de las industrias (Porter, 1997).

Prokopenko dice que" en la actualidad, no sería erróneo indicar que la productividad es la única fuente mundial importante de un crecimiento económico, un progreso social y un mejor nivel de vida reales" (Prokopenko, 1991).

Para Sumanth, la *producción* se refiere a la actividad de producir bienes y/o servicios. En términos cuantitativos, es la cantidad de productos que se fabricaron,

mientras que la productividad se relaciona con la utilización eficiente de los recursos para producir bienes y/o servicios. También en los mismos términos, es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados, se puede considerar que la productividad no es solamente la eficiencia del trabajo y que el rendimiento no solo se mide por el producto existe una confusión entre la productividad y la eficiencia, debido a la creencia de que la reducción en los costos siempre mejoran la productividad y el mito de que la productividad sólo se puede aplicar a la producción.

### **1.3.1.2. Los factores que influyen en la productividad**

De la misma forma que no existe un concepto de productividad universalmente aceptado, también existen diferentes enfoques, puntos de vista económicos y criterios para determinar las causas de la productividad. En la siguiente revisión bibliográfica aparecen los factores que afectan a la productividad, algunos de ellos reiteradamente, y en otros casos se aprecia la dificultad para definir que determina la productividad.

Al respecto, a mediados del presente siglo F. W. Taylor se preocupó por incrementar la eficiencia en la producción, y para él, la productividad "implicaba una completa revolución mental por parte de los obreros y administrativos que trabajen en una empresa, en cuanto a sus deberes con su trabajo, para con sus compañeros y para con sus patrones", esto a su vez requería de un mayor estímulo económico para el personal cuando la productividad fuera mayor (Taylor, 1947: 29-30). Taylor encontró que para realizar una tarea de la "mejor manera" se requería eliminar movimientos y operaciones innecesarias, especializar y subdividir funciones y combinar el uso óptimo del personal con la cantidad óptima de equipo de capital.

Posteriormente, los seguidores de la escuela de las relaciones humanas determinaron que " las influencias en la productividad radican en variables sutiles dentro del mismo trabajador, más que en el medio ambiente" (Everett, 1994: 14). En este campo, Elton Mayo en sus estudios, estableció que la motivación es un elemento importante que influye en el desempeño de los trabajadores (Hernández, 1997).

Por otra parte, P. Mali encontró que la falta de medición de la productividad de los empleados fuera de la actividad productiva, es la primer causa de disminución de la productividad en las empresas. Así que, identificó las siguientes doce causas que afectan negativamente a la productividad:

Falta de habilidad para medir, evaluar y administrar la productividad de los empleados de oficina.

Premios y beneficios otorgados sin merecimiento. Autoridad poco clara e ineficiente en organizaciones complejas. Que originan tiempos perdidos y retrasos.

Crecimiento organizacional que disminuye el crecimiento de la productividad.

Escasa motivación entre un número creciente de empleados nuevos con nuevas actitudes.

Distribución retardada de materiales debido a programas que no se cumplen.

Ineficiencia personal causada por conflictos con otros trabajadores.

Leyes anticuadas e intromisiones legales crecientes que dan como resultado restricciones de opciones y prerrogativas administrativas.

Rápido avance en el desarrollo de la tecnología y altos costos de inversiones que originan una disminución en las oportunidades de innovación.

Aumento en la demanda del tiempo de descanso que influye en el retraso de los tiempos programados.

Obsolescencia de los profesionistas que no se actualizan con los últimos conocimientos y novedades.

Figura 3.- Modelo integrado de factores de la productividad de un sistema.



Fuente: PROKOPENKO, J. La Gestión de la productividad, 1991.

Para Kast la administración tiene un papel vital en el mejoramiento de la productividad, dado que adquiere recursos y toma decisiones de inversión que afectan el nivel de tecnología de una organización y son las personas las que llevan a cabo las tareas encomendadas a cada nivel, desde la jerarquía más alta, hasta la más baja. El mejoramiento de la productividad requiere de una administración directamente comprometida en el nivel operativo. Kast también dijo que " la productividad está influida sustancialmente por la motivación y el esfuerzo de la gente".

### **1.3.2 Mejora Continua.**

El proceso de Mejora Continua busca alcanzar la excelencia en todos los campos: las capacidades del personal, la eficiencia en el uso de los recursos, las relaciones con los clientes y entre los miembros de la organización, y todo otro aspecto que pueda mejorarse en una organización y que pueda traducirse como una mejora de la calidad del producto o servicio ofrecido.

Cuando se ubican los factores, los resultados y los parámetros de referencia, lo que procede en términos de lograr, justamente, la mejora en los procesos, es medir y cuantificar los indicadores de cada uno de los procesos.

Tal proceso de Mejora Continua requiere que se cumplan determinadas condiciones que favorezcan su desarrollo:

- Apoyo en la gestión.
- Retroalimentación y revisión de los pasos en cada proceso.
- Claridad en la responsabilidad de cada acto realizado.
- Poder para el trabajador
- Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso.

La innovación tiene como objetivo explotar oportunidades que ofrecen los cambios, que sea fundamental en la generación de una cultura innovadora que permita al sistema ser capaz de adaptarse a las nuevas situaciones y exigencias de la población.

### **1.3.3 Medición de la productividad**

Para Porras (2003) La medición es el proceso de selección de las variables de entrada y/o salida más significativa y pertinentes, para el proceso evaluado y

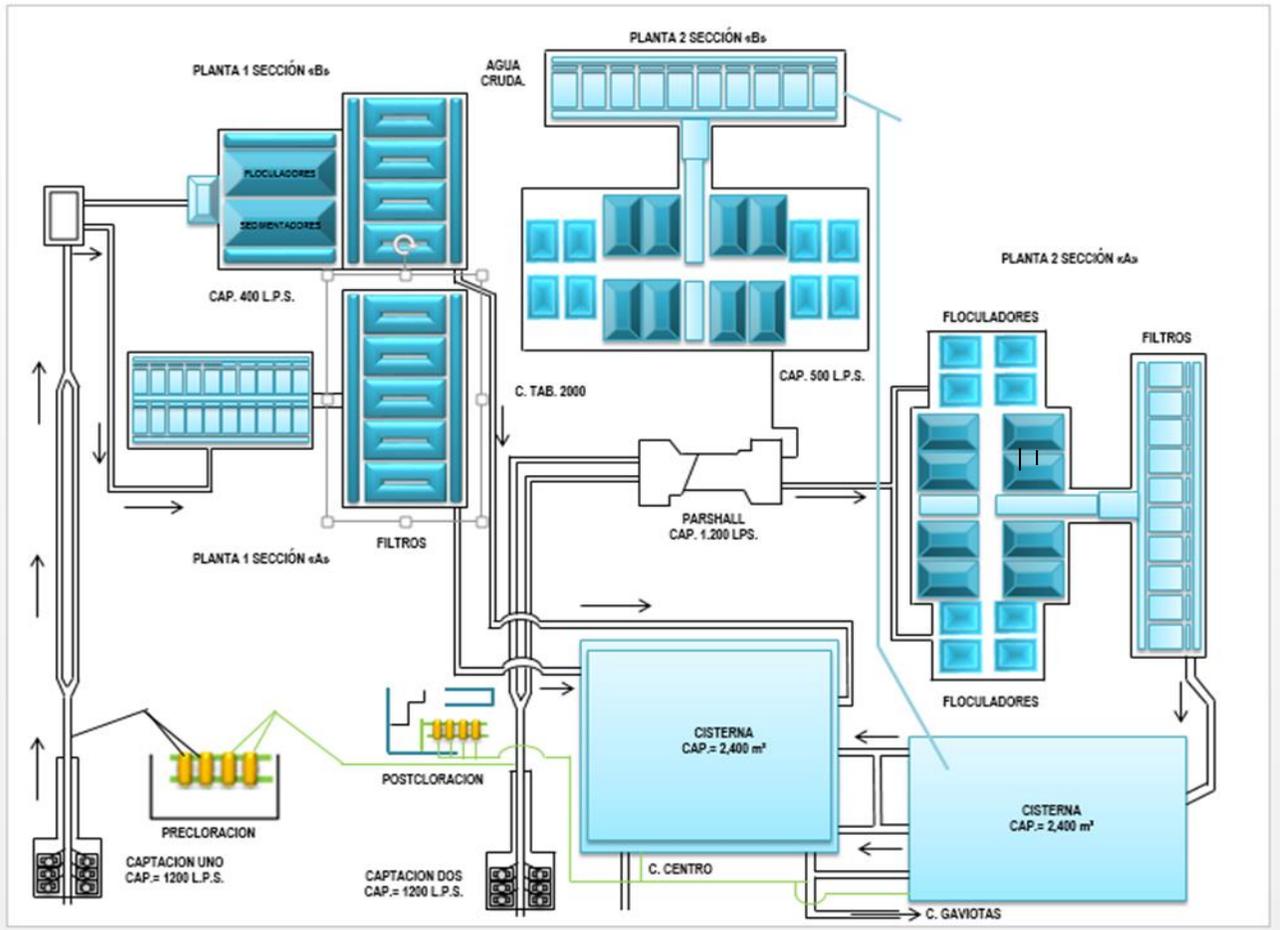
relacionarlas entre sí. Las variables deben expresarse en atributos, para generar indicadores e índices de productividad que midan los comportamientos de las transformaciones en evaluación .en la implementación de procesos de medición de la productividad le permite señalar algunos criterios, entre otros, que faciliten el desarrollo de relaciones de productividad que sean válidas y pertinentes a la hora de iniciar un proceso de medición y mejoramiento de eficiencia y efectividad de cualquier actividad, operación, función o unidad de una organización manufacturera o de servicio. Estas consideraciones son:

- a) Conocer los pasos y operaciones involucradas en la producción de un bien tangible, servicio, función o actividades involucradas. Para satisfacer este criterio podrían ser utilizados los flujogramas que bien pueden servir para representar gráficamente la secuencia de un proceso manufacturero, servicios, ventas o administrativo.
- b) La validez de una variable (insumo o recurso) puede ser determinada en función de su impacto porcentual sobre el costo (directo o indirecto) del producto o servicio prestado. Es indispensable medir el comportamiento físico en el tiempo, de aquellos insumos que hacen los mayores aportes al costo final del producto o servicio.
- c) La unidad de medida o atributo con el cual va a ser evaluada una variable física o económica como componente de una relación de productividad, debe ser apropiada o pertinente. Este atributo a seleccionar debe reflejar exactamente, el resultado del proceso de transformación evaluado. Al tratar de seleccionar las unidades de medida para las variables (salidas) a evaluar dentro de un proceso de medición y mejoramiento de la productividad, deben ser escogidas muy cuidadosamente de forma tal que reflejen exactamente lo que se desea medir.

En la figura No. 4 se puede apreciar las 2 obras de captación, ubicadas en la margen derecha del Río Grijalva, cercano a la unión de las Calles Agapito Domínguez Canabal con la Av. Esperanza Iris y Periférico Carlos Pellicer Cámara, en donde se lleva a cabo todo el proceso de potabilización para potabilizar el agua y se mande a las redes de distribución.

Teniendo como base equipos de bombeo que determinan los gastos extremos (mínimo y máximo), lo que denota una operación uniforme y en estado estable.

Figura. 4.- Diagrama de Planta Potabilizadora Villahermosa.



Fuente. Sistema de Agua y Saneamiento 2015.

A continuación se explica el proceso de potabilización en la planta potabilizadora Villahermosa.

### **Captación.**

En las captaciones a la toma que le da agua a las dos secciones iniciales que constituían la planta, funciona con 4 bombas de 300 L.P.S. cada una, por lo que el flujo captado es de 1200 L.P.S. aproximadamente.

Ubicada a unos 100 metros río debajo de la captación I sobre el río Grijalva y esta mete agua a las secciones III y IV de la Planta que aquí se le conoce como Planta II, para la cual se tienen 4 bombas de 250 L.P.S., cada una, por lo que el flujo captado es 1000 L.P.S. aproximadamente.

Así que en total se tienen un flujo de 2200 L.P.S., cuando la Planta fue diseñada para trabajar con un flujo total de 2000 L.P.S.

### **Pre-cloración.**

Se realiza con gas cloro por inyección de este en la línea de flujo a la salida de la captación, se tienen 4 cloradores independientes 2 para cada captación y se controla mediante dispositivos a presión. Es transportada por tuberías de conducción de 24", donde envían el agua a partir de líneas de conducción de aguas cruda a un área de tratamiento (Planta Potabilizadora), estas líneas de conducción poseen diámetros que van de 24" a 30" en material PVC.

### **Parshall.**

Se realiza en un tanque elevado que contiene un Venturi en la tubería de descenso del líquido y no se tienen idea del cual pudiera ser el gradiente de velocidad que se genera en esta unidad además de que tiene el inconveniente de que la inyección de los coagulantes primario y secundario se tiene que hacer por

inyección de este directa en la línea de llegada del agua, y se requiere de un dispositivo mecánico con características especiales.

El segundo parshall se realiza en una canaleta diseñada para manejar un flujo de 1000 L.P.S. y actualmente se tiene un flujo teórico de 1200 L.P.S. y solo requiere valorar teóricamente los efectos del exceso de flujo. La aplicación de los coagulantes primarios y secundarios se realiza por inyección de estos sobre la superficie del agua en el punto de máxima turbulencia.

En este proceso se le adicionan los reactivos químicos, sulfato de aluminio, polímeros, los cuales se depositan en contenedores.

#### **Floculación.**

En esta operación unitaria de las 4 secciones se lleva a cabo la mezcla de reactivos químicos para obtener los floculos de materia orgánica que se encuentran en el agua.

#### **Sedimentación.**

Se tienen sedimentadores de alta velocidad mediante la disposición de placas laminares inclinadas a 60°. En esta unidad se realiza también la clarificación a unos 60 cms, de la superficie en canaletas que tienen vertedores circulares. manteniendo siempre partículas suspendidas y aquí el Floculo viejo inhibe la acción del coagulante debido a que ya no tiene cargas.

#### **Filtros.**

El proceso de filtrado se realiza mediante filtros rápidos por el sistema a taza declinante sin controladores de caudal teniendo gasto por unidad normal de filtración.

**Post-cloración.**

Se realiza en cisterna con cloro gas con la finalidad de mantener un residual a la salida de la Planta.

**Cisterna.**

En este caso existe aproximadamente una producción mensual de 4, 637,978.20 m<sup>3</sup>, aproximadamente al mes anualmente entregando a la ciudadanía 55, 389,292.10. m<sup>3</sup>,

El agua potable es almacenada en cisternas de 2400 donde es bombeada a la red de distribución circuitos Centro, Tabasco 2000 y Periférico.

**Red de distribución.**

El sistema de distribución es conducido a través de tuberías para llegar a las redes domiciliarias que finalmente llevan el agua potable a los usuarios.

En la productividad se refleja que tan bien son utilizados los recursos para crear salidas a otros procesos o generar productos terminados. La productividad en la planta potabilizadora Villahermosa se lograra cuando se ha podido optimizar el uso de los recursos necesarios, utilizando sistemas aplicables para obtener soluciones para ser cada día más competitivo.

Tabla 1.- Volumen de agua captada, producida y perdida por lavado de filtros (M³) y CFE. 2014.

2014							
M³	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
<b>Captado</b>	5,892,480.00	5,596,051.50	6,181,429.50	5,967,903.00	6,109,987.50	6,013,359.00	6,008,646.60
<b>Pérdidas</b>	1,254,501.80	1,298,468.60	1,326,865.40	1,310,635.20	1,318,277.90	1,322,703.80	1,322,550.00
<b>Producido</b>	4,637,978.20	4,297,582.90	4,854,564.10	4,657,267.90	4,791,709.60	4,690,655.20	4,686,096.60
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Agosto	Total	Porcentaje de eficiencia
<b>Captado</b>	5,406,555.60	5,699,380.00	5,139,936.00	5,183,190.00	5,752,727.70	68,951,646.40	
<b>Pérdidas</b>	1,282,516.70	1,294,681.20	264,247.90	267,557.60	1,299,348.30	13,562,354.30	
<b>Producido</b>	4,124,038.90	4,404,698.80	4,875,688.10	4,915,632.40	4,453,379.40	55,389,292.10	80.3306302

Fuente: Percepción del Autor.

En la tabla anterior se logra observar cómo se comportó lo captado en todos los meses del año 2014, (68951646.4) obteniendo perdidas por lavado de filtros para por CFE y administración. De (13,562,354.3) con una producción de (55, 389,292.10 m³/anual). Teniendo un porcentaje del 80.33% que se especifica en la siguiente formula:

$$\% \text{ Productividad} = \text{Producido} / \text{Captado} * 100$$

En esta tabla se aprecia como la productividad subió al 83% producido al año, debido a que se dio el mantenimiento correctivo a los diferentes filtros cambio de equipos que ayudan a mejorar el proceso.

Tabla 2.- Volumen de agua captada, producidas y perdida por lavado de filtro (M³) Y CFE. 2015

2015							
M³	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Captado	5,943,882.00	5,996,100.50	6,212,425.00	4,167,223.00	4,949,192.00	6,923,359.00	6,928,646.60
Pérdidas	1,005,903.80	998,517.60	1,357,860.90	9,955.10	257,482.40	1,832,703.80	1,842,550.00
Producido	4,937,978.20	4,997,582.90	4,854,564.10	4,157,267.90	4,691,709.60	5,090,655.20	5,086,096.60
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Porcentaje de eficiencia
Captado	6,352,727.70	6,422,655.60	5,899,230.00	5,453,936.00	5,343,190.00	<b>70,592,567.40</b>	83.7046933
Pérdidas	1,199,348.30	1,298,616.70	894,531.20	378,247.90	427,557.60	<b>11,503,275.30</b>	
Producido	5,153,379.40	5,124,038.90	5,004,698.80	5,075,688.10	4,915,632.40	<b>59,089,292.10</b>	

Fuente: Percepción del Autor.

Es importante la medición de la productividad para generar indicadores e índices de productividad que midan los comportamientos de las transformaciones en evaluación. Se mide la productividad en las empresas comparando la cantidad de bienes y servicios producidos con los insumos que se utilizaron en la producción para ser más eficiente, en un factor total de productividad, esta medición incluye las contribuciones del trabajo, capital, materiales y energía.

La medición de la productividad permite comparar bajo una misma medición el desarrollo de las empresas, es que directamente influye en muchos otros factores

esenciales. La alta productividad significa alto ingreso real para el trabajador, para la empresa unas altas utilidades, alta inversión en investigación y desarrollo y más atención a los problemas del medio ambiente.

En la siguiente tabla No. 3 se puede apreciar la distribución de los equipos que se encuentran instalados en las captaciones I y II.

Tabla 3.- Equipos en captaciones I y II.

No.	Nombre	Ubicación	Tipo de Planta	GASTO Ips		Horario de Operación	Fuente de abastecimiento	M <sup>3</sup> Mensuales	Pob. Beneficiada
				Diseño	Operación				
1	Villahermosa	Colonia Reforma Vhsa	Convencional	2000	2200	24	Grijalva	5,832,000	557,846

EQUIPO INSTALADO EN CAPTACION I Y II						
	INSTALADO	FUNCIONANDO	F. SERV.	RESERVA	CAP DE BOMBA LPS	CAP. DEL MOTOR HP
CAPT. I	6	4		2	300	300
CAPT. II	6	4		2	250	300

EQUIPO INSTALADO EN CISTERNA						
	INSTALADO	FUNCIONANDO	F. SERV.	RESERVA	CAP DE BOMBA LPS	CAP. DEL MOTOR HP
CENT	5	3	2	0	125	100
TAB. 2000	2	2		0	250	250
PERIF	4	4		0	250	250

Fuente: Percepción del Autor.

Determinación del gasto de salida en Planta Villahermosa, se informa que el agua se distribuye mediante un sistema de tuberías a 3 circuitos de distribución del vital líquido, los cuales se denominan: Centro, Tabasco 2000 y Periférico.

Para el caso del circuito Centro, se tienen instaladas 5 equipos de bombeo con capacidad nominal de 125 litros por segundo, de los cuales solamente funcionan 3. En cuanto al circuito Tabasco 2000, el número de equipos de bombeo instalados es de 3, pero funcionan 2 equipos, los cuales tienen una capacidad de 250 litros por segundo. Finalmente en el caso del circuito Periférico existen 4 equipos instalados de 250 litros por segundo de los cuales funcionan todos.

El gasto total que se procesa en la planta potabilizadora Villahermosa es la suma de lo procesado en cada uno de los circuitos, para lo cual tenemos la siguiente expresión:

$$Q_T = Q_{t1} + Q_{t2} + Q_{t3}$$

Donde

$Q_T$  = Gasto total en planta potabilizadora Villahermosa (l/s)

$Q_{t1}$  = Gasto en circuito 1, potabilizadora Villahermosa (l/s)

$Q_{t2}$  = Gasto en circuito 2, potabilizadora Villahermosa (l/s)

$Q_{t3}$  = Gasto en circuito 3, potabilizadora Villahermosa (l/s)

En las plantas potabilizadoras la productividad se mide por horas laboradas, es la medición más comúnmente utilizada. Ya que actualmente la planta trabaja las 24 horas del día los 365 días del año.

El indicador debe ser una expresión de cómo los empleados hacen cierta actividad. De esta manera podrán enlazarse las diferentes áreas y sus actividades.

La productividad laboral es una medición por hora de la producción generada por cada trabajador. En otras palabras, esta se mide por la cantidad de trabajo que un

trabajador completa en una hora promedio. Mientras más trabajo se produzca en una hora, más aumentará el nivel de productividad.

La compensación es una medida del costo para el empleador de asegurar los servicios de mano de obra. Incluye los sueldos y salarios, suplementos (como diferenciales por turno, todo tipo de pagos por licencia, bonos e incentivos pagados, y descuentos para empleados).

#### **1.3.4 Concepto de Potabilización.**

Se conoce como potabilización, por lo tanto, al proceso que permite que el agua pueda ser bebida por el ser humano sin que se presente un riesgo para su salud.

Existe una gran cantidad de técnicas para el desarrollo de la potabilización: el uso de rayos ultravioletas, la incorporación de cloro, etc.

La potabilización consiste en eliminar del agua sustancias como el zinc, el cromo y el plomo, que resultan tóxicas para las personas.

Para confirmar que la potabilización ha sido exitosa (y que el agua, por lo tanto, ya es potable), existen diversos análisis científicos que pueden realizarse. A rasgos generales, puede decirse que el agua potable no debe tener sabor, color ni olor. El agua potable, por lo tanto, es insípida, incolora e inodora.

Cabe destacar que la potabilización es indispensable para la salud pública. Muchas enfermedades surgen por el consumo de agua contaminada, que provoca diversos trastornos en la salud.

Estos factores incluyen flujo del proceso, automatización, equipo y selección de tipos de proceso. Si el tipo de proceso no se selecciona adecuadamente de acuerdo al producto, pueden resultar deficiencias. Dentro de un proceso dado existen muchas formas de organizar el flujo de información, el material y los clientes. Estos flujos se pueden mejorar con nuevos equipos de análisis de flujos de procesos, con incrementos en la productividad.

#### **1.3.4.1 Tipo de Planta Potabilizadora.**

Esta planta se conoce como convencional teniendo una capacidad de 2200 lps. la más grande del municipio.

Compuesta por cuatro líneas de 24" de Ø, de alta presión suministran de la captación provenientes del río Grijalva, Ya en la planta entra en proceso de potabilización; abasteciendo al 75% de la ciudad, y por tanto unas 120 mil casas gozan de este vital líquido. De las diferentes colonias del municipio del centro., las cuales son: Centro, Guayabal, Municipal, Tulipanes, Reforma, Mayito, Reforma, Primero de Mayo, Atasta, Tamulte, Punta Brava, Las Delicias, 18 de Marzo, Miguel Hidalgo 1ª y 2ª, La Manga I y II y parte de Gaviotas Norte e Indeco, etc.

#### **1.3.4.2 Importancia.**

El avance de la actividad humana precisa de manipular el agua para numerosos fines, entre los que sobresalen por su importancia para el ser humano, los usos potables de la misma. Así, el hombre se sirve del agua presente en la naturaleza para consumirla y utilizarla, pero es indudable que debido a ciertas características químicas, físicas y biológicas de este líquido, no puede ser utilizado de forma directa, y es por eso que requiere una serie de tratamientos que supriman aquellas partículas o sustancias perjudiciales.

A partir de lo anterior es notable destacar la gran trascendencia que tiene la potabilidad del agua, puesto que agua en mal estado o sencillamente con sustancias nocivas para el hombre, puede ocasionar, como es común en los países subdesarrollados, enfermedades tales como la difteria.

Las fuentes de agua superficial, como el río Grijalva están afectadas por el clima de la región, que favorecen el arrastre de concentraciones altas de material particulado, incorporando a la corriente un incremento en la turbiedad, materia orgánica natural, color aparente, coliformes fecales, y demás. Para llevar a cabo el proceso de potabilización del agua, necesario para que sea apta para el consumo humano, las fuentes hídricas deben pasar por varios procesos de purificación que implican las etapas de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, las cuales en nuestro caso no son controlados debido a las condiciones del río.

Para conseguir la eliminación eficaz de los factores físicos, químicos y microbiológicos nocivos, se debe comenzar con el uso de sales metálicas basadas en compuestos de hierro y aluminio, con el propósito de desestabilizar los contaminantes existentes en la fuente de abastecimiento, en este caso el agua extraída del río Pasto. Entre las sales metálicas más requeridas están el sulfato de aluminio y el cloruro férrico. Posteriormente se evidencia el proceso de floculación, donde las partículas forman grumos que más tarde sedimentan. Seguidamente se filtra y desinfecta el agua para lograr un aclaramiento mayor y conseguir que finalmente sea apta para consumo.

### **1.3.5 Técnicas para la investigación.**

Los analistas utilizan una variedad de métodos a fin de recopilar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, cuestionarios, inspección de registros (revisión en el sitio) y observación. Cada uno tiene ventajas y desventajas. Generalmente, se utilizan dos o tres para complementar el trabajo de cada una y ayudar a asegurar una investigación completa.

Para llevar a cabo un trabajo de investigación el investigador cuenta con gran variedad de métodos para diseñar un plan de recolección de datos. Tales métodos varían de acuerdo con cuatro dimensiones importantes: estructura, confiabilidad, injerencia del investigador y objetividad. La presencia de estas dimensiones se reduce al mínimo en los estudios cualitativos, mientras que adquieren suma importancia en los trabajos cuantitativos, no obstante el investigador a menudo tiene la posibilidad de adaptar la estrategia a sus necesidades. Cuando la investigación está altamente estructurada, a menudo se utilizan instrumentos o herramientas para la recolección formal de datos.

Las tres principales técnicas de recolección de datos son:

1. La encuesta
2. La observación
3. Entrevistas
4. Cuestionario.

#### **1.3.5.1. Encuestas**

Una encuesta es un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa de la población o instituciones, con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos.

Las encuestas tienen por objetivo obtener información estadística indefinida, mientras que los censos y registros vitales de población son de mayor alcance y extensión. Este tipo de estadísticas pocas veces otorga, en forma clara y precisa, la verdadera información que se requiere, de ahí que sea necesario realizar encuestas a esa población en estudio, para obtener los datos que se necesitan para un buen análisis. Este tipo de encuesta abarca generalmente el universo de los individuos en cuestión.

Otro tipo de Encuestas es Encuestas por Muestreo en donde se elige una parte de la población que se estima representativa de la población total. Debe tener un diseño muestral, necesariamente debe tener un marco de donde extraerla y ese marco lo constituye el censo de población. La encuesta (muestra o total), es una investigación estadística en que la información se obtiene de una parte representativa de las unidades de información o de todas las unidades seleccionadas que componen el universo a investigar. La información se obtiene tal como se necesita para fines estadístico-demográficos.

#### **1.3.5.2 Observación**

Otra técnica útil para el analista en su progreso de investigación, consiste en observar a las personas cuando efectúan su trabajo. La tarea de observar no puede reducirse a una mera percepción pasiva de hechos, situaciones o cosas. Hablábamos anteriormente de una percepción "activa", lo cual significa concretamente un ejercicio constante encaminado a seleccionar, organizar y relacionar los datos referentes a nuestro problema. No todo lo que aparece ante el campo del observador tiene importancia y, si la tiene, no siempre en el mismo grado; no todos los datos se refieren a las mismas variables o indicadores, y es preciso estar alerta para discriminar adecuadamente frente a todo este conjunto posible de informaciones.

Como técnica de investigación, la observación tiene amplia aceptación científica. Los sociólogos, psicólogos e ingenieros industriales utilizan extensamente ésta técnica con el fin de estudiar a las personas en sus actividades de grupo y como miembros de la organización. El propósito de la organización es múltiple: permite al analista determinar que se está haciendo, como se está haciendo, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo toma, dónde se hace y por qué se hace.

### **1.3.5.3 Entrevista**

La entrevista, desde un punto de vista general, es una forma específica de interacción social. El investigador se sitúa frente al investigado y le formula preguntas, a partir de cuyas respuestas habrán de surgir los datos de interés. Se establece así un diálogo, pero un diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra se nos presenta como fuente de estas informaciones.

Una entrevista es un dialogo en el que la persona (entrevistador), generalmente un periodista hace una serie de preguntas a otra persona (entrevistado), con el fin de conocer mejor sus ideas, sus sentimientos su forma de actuar.

### **1.3.5.4 Cuestionario**

Para Hernández Sampieri (2004) A grandes rasgos, el cuestionario es un género escrito que pretende acumular información por medio de una serie de preguntas sobre un tema determinado para finalmente, dar puntuaciones globales sobre éste. De tal manera que, podemos afirmar que es un instrumento de investigación que se utiliza para recabar, cuantificar, universalizar y finalmente, comparar la información recolectada. Como herramienta, el cuestionario es muy común en todas las áreas de estudio porque resulta ser una forma no costosa de investigación, que permite llegar a un mayor número de participantes y facilita el análisis de la información. Por ello, este género textual es uno de los más utilizados por los investigadores a la hora de recolectar información.

### **1.3.5.5 Escala de Likert**

Para Sánchez, (1998) La escala de Likert (también denominada método de evaluaciones sumarias) se denomina así por Rensis Likert, quien publicó en 1932 un informe donde describía su uso. Es una escala psicométrica comúnmente

utilizada en cuestionarios y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación, principalmente en ciencias sociales. Al responder a una pregunta de un cuestionario elaborado con la técnica de Likert, se especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración (elemento, ítem o reactivo o pregunta). Sánchez, F. y otros (1998). Psicología social. Madrid: McGraw-Hill.

Preparación de los ítems iniciales; se elaboran una serie de enunciados afirmativos y negativos sobre el tema o actitud que se pretende medir, el número de enunciados elaborados debe ser mayor al número final de enunciados incluidos en la versión final.

Administración de los ítems a una muestra representativa de la población cuya actitud deseamos medir. Se les solicita a los sujetos que expresen su acuerdo o desacuerdo frente a cada ítem mediante una escala.

Asignación de puntajes a los ítems; se le asigna un puntaje a cada ítem, a fin de clasificarlos según reflejen actitudes positivas o negativas.

Asignación de puntuaciones a los sujetos; la puntuación de cada sujeto se obtiene mediante la suma de las puntuaciones de los distintos ítems.

Análisis y selección de los ítems; mediante la aplicación de pruebas estadísticas se seleccionan los datos ajustados al momento de efectuar la discriminación de la actitud en cuestión, y se rechazan los que no cumplan con este requisito.

El formato de un típico elemento de Likert con 5 niveles de respuesta sería:

Totalmente en desacuerdo

En desacuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

#### **.1.3.5.6 Métodos de Estadística descriptiva.**

Para Fernández Santiago 2002 la estadística descriptiva es el desarrollo de un conjunto de técnicas cuya finalidad es presentar y reducir los diferentes datos observados. La presentación de los datos se realiza mediante su ordenación en tablas, proceso denominado tabulación y su posterior representación gráfica. La reducción estadística consiste en utilizar solo un número reducido de los datos posibles para facilitar las operaciones estadísticas.

La estadística descriptiva también desarrolla técnicas que estudian la dependencia que puede existir entre dos o más características observadas en una serie de individuos, estas son denominadas técnicas de regresión y correlación.

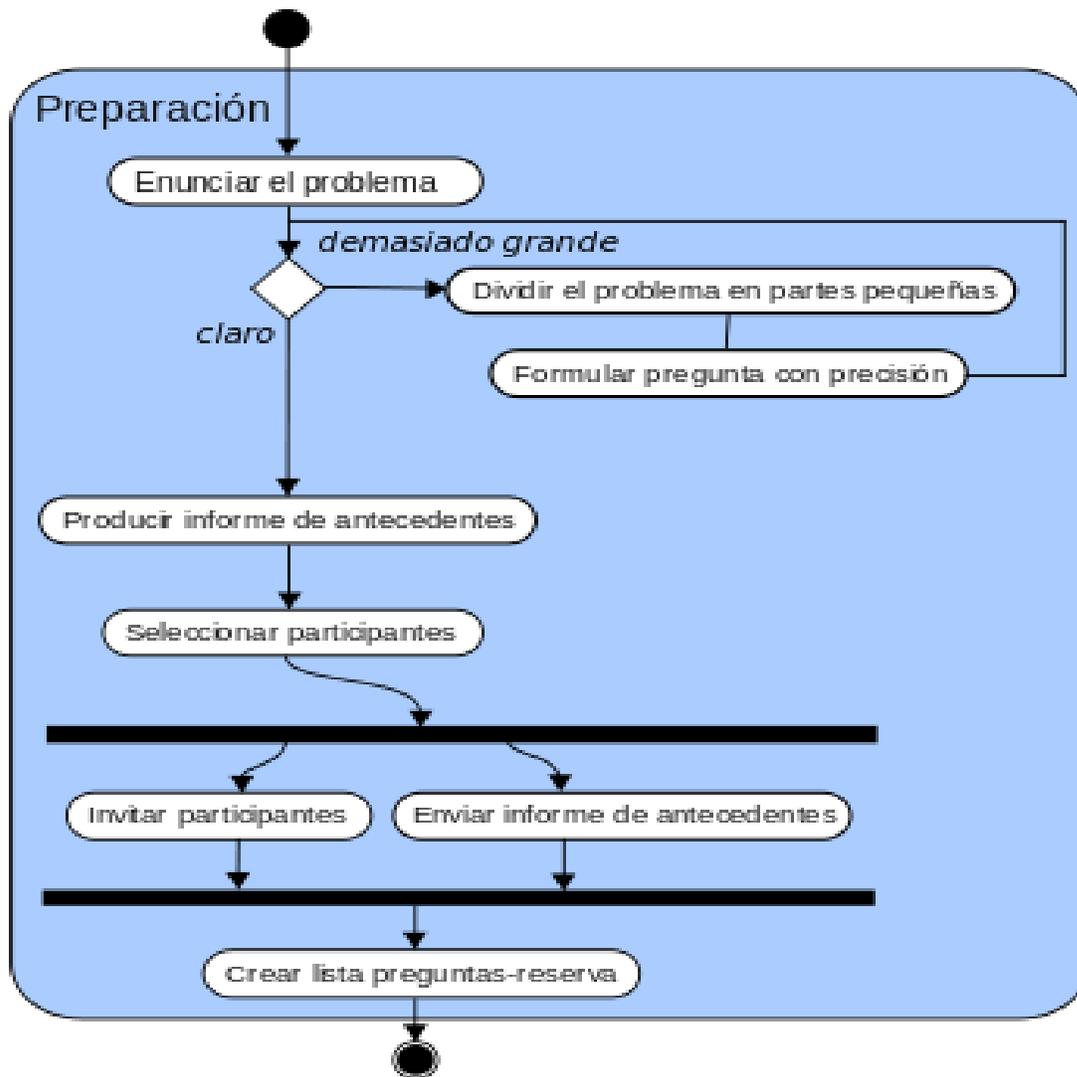
#### **1.3.5.7 Lluvia de Ideas**

Para Alex Faickney Osborn 1938. La lluvia de ideas, también denominada tormenta de ideas, es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado.

(fue denominada *brainstorming*), cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente; dando oportunidad de hacer sugerencias sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

El uso de técnicas como la de la lluvia de ideas en la empresa es cada vez mayor. Muchas empresas se apoyan en los resultados de las tormentas de ideas, además a la hora de tomar decisiones estratégicas. Es por esto que cada vez están surgiendo más programas software y herramientas vía Internet que permiten a las empresas realizar sesiones de lluvia de ideas con sus empleados, clientes o con el público en general.

Figura 5. Diagrama de los preliminares a una sesión de lluvia de ideas.



Fuente. REVISTA ELECTRÓNICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y CULTURA. ISSN 2174-6850. Divulgando conocimiento desde 1988..

En esta etapa permite detectar los factores básicos que son significativos en el desarrollo de la productividad del proceso de potabilización.

Esta es una herramienta empleada en los trabajos de grupo por lo cual es importante utilizar ya que nos permite obtener la información de fuente directa que son los actores o integrantes del grupo.

#### **1.3.5.8 Prospectiva**

La prospectiva, sea cual sea, constituye una anticipación (preactiva y proactiva) para iluminar las acciones presentes con la luz de los futuros posibles y deseables. Prepararse ante los cambios previstos no impide reaccionar para provocar los cambios deseados.

#### **1.3.5.9 El método Delphi**

Para Linstone y Turoff (1975). Engloba dentro de los métodos de prospectiva, que estudian el futuro, en lo que se refiere a la evolución de los factores del entorno tecno-socio-económico-y sus interacciones.

En 1950 fue realizado el primer estudio de Delphi por la Rand Corporation para la fuerza aérea de Estados Unidos. Su objetivo era la aplicación de la opinión de expertos a la selección de un sistema industrial norteamericano óptimo y la estimación del número de bombas requeridas para reducir la producción de municiones hasta un cierto monto.

Es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo.

Michel Godet (1997), menciona que la finalidad del método Delphi es poner de manifiesto convergencias de opinión y hacer emerger ciertos consensos en torno a temas precisos, mediante preguntas a expertos por medio de cuestionarios sucesivos. La descripción del método se define en las siguientes fases:

Fase 1.- Formulación del problema: Se trata de una etapa fundamental en la relación de un Delphi. En un método de expertos, la importancia de definir con precisión el campo de investigación es muy grande por cuanto que es preciso estar muy seguros de que los expertos reclutados poseen todos la misma noción de este campo. La elaboración del cuestionario debe ser llevada según ciertas reglas: las preguntas deben ser precisas, cuantificables e independientes.

Fase 2.- Elección de expertos: La etapa es tanto más importante cuando el término de “experto” es ambiguo, con independencia de sus títulos; su función o su nivel jerárquico, el experto será elegido por su capacidad de encarar el futuro.

Fase 3.- Desarrollo práctico y explotación de resultados: El cuestionario es enviado a los expertos: Naturalmente el cuestionario va acompañado por una nota de presentación que precisa las finalidades, el espíritu del Delphi, así como las condiciones prácticas del desarrollo de la encuesta. Además, en cada cuestión puede plantearse que el experto deba evaluar su propio nivel de competencia.

El objetivo de los cuestionarios sucesivos es disminuir la dispersión de las opiniones y precisar la opinión media consensuada. En el curso de la 2da consulta, los expertos son informados de los resultados de la primera consulta de preguntas y deben dar una nueva respuesta y sobre todo deben justificarla en el caso de que sea fuertemente divergente con respecto al grupo. Si resulta necesaria, en el curso de la 3ra. Consulta se pide a cada experto comentar los argumentos de los que desierten de la mayoría. Un 4to. Turno de preguntas, permite la respuesta definitiva: opinión consensuada y dispersión de opiniones.

Una de las ventajas del método Delphi es la certeza de obtener un consenso en el desarrollo de los cuestionarios sucesivos: Por lo demás, la información recogida en el curso de la consulta acerca de acontecimientos, tendencias, rupturas determinantes en la evolución futura del problema estudiado, es generalmente rica

y abundante. Finalmente, este método puede utilizarse indistintamente tanto en el campo de la gestión y de la economía como el de las ciencias sociales.

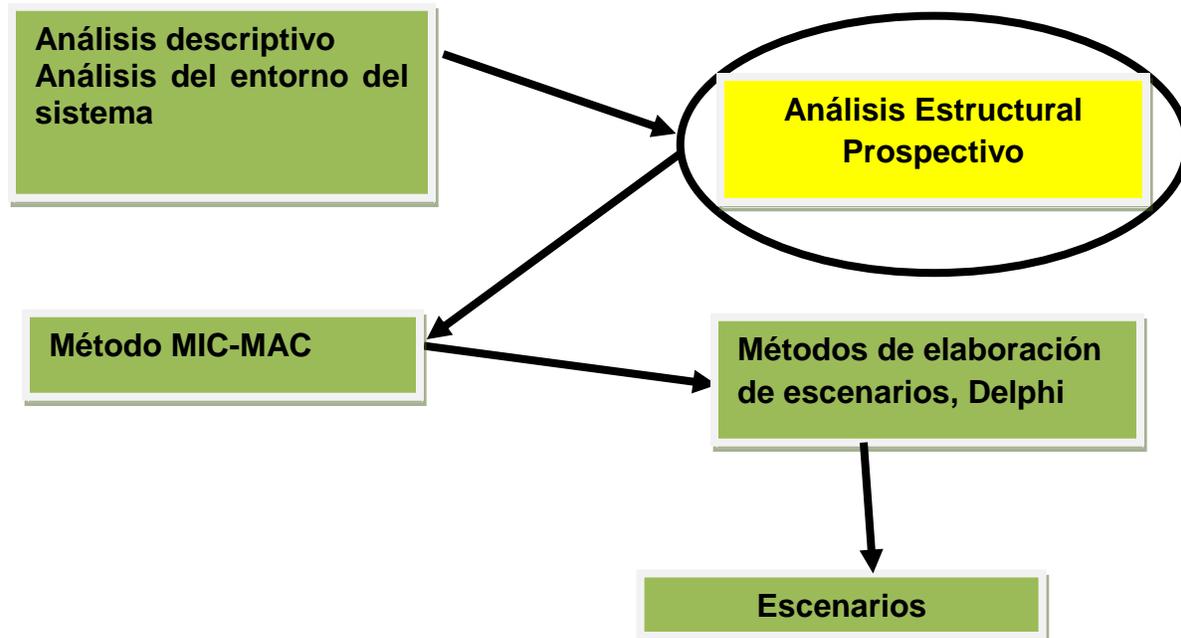
### 1.3.5.10 Análisis estructural.

Para Michael Godet (1997). El análisis estructural es una herramienta de estructuración de una reflexión colectiva. Ofrece la posibilidad de describir un sistema con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos.

Partiendo de esta descripción, este método tiene por objetivo, hacer aparecer las principales variables influyente y dependientes y por ello las variables esenciales a la evolución del sistema.

El análisis estructural se realiza por un grupo de trabajo compuesto por actores y expertos con experiencia demostrada, pero ello no excluye la intervención de "consejeros" externos.

Figura 6. Análisis Estructural Prospectivo.



Fuente: Godet, Michel. Manual de prospectiva y estrategia. 1993.

Las diferentes fases del método son los siguientes:

.

### **Fase 1. Listado de las variables:**

La primera etapa consiste en enumerar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno (tanto las variables internas como las externas) en el curso de esta fase conviene ser lo más exhaustivo posible y no excluir a priori ninguna pista de investigación.

Finalmente, se obtiene una lista homogénea de variables internas y externas al sistema considerado. La experiencia demuestra que esta lista no debe exceder el número de 70-80 variables, habiendo tomado suficiente tiempo para circunscribir el sistema estudiado.

La explicación detallada de las variables es indispensable: facilita el seguimiento del análisis y la localización de relaciones entre estas variables y ello permite constituir la "base" de temas necesarios para toda reflexión prospectiva.

Se recomienda también establecer una definición precisa para cada una de las variables, de trazar sus evoluciones pasadas, de identificar las variables que han dado origen a esta evolución, de caracterizar su situación actual y de descubrir las tendencias o rupturas futuras.

### **Fase 2. Descripción de relaciones entre las variables:**

Análisis de relaciones entre las variables que componen el sistema.

- Matriz de impactos cruzados.
- Zona en que se divide el plano.
- Poder.

- Conflictos.
- Problemas.
- Autónomos.
- Zona de salida.

Bajo un prisma de sistema, una variable existe únicamente por su tejido relacional con las otras variables. También el análisis estructural se ocupa de relacionar las variables en un tablero de doble entrada o matriz de relaciones directas.

Se efectúa el listado de variables y en su definición, realiza el relleno de la matriz del análisis estructural.

El relleno es cualitativo. Por cada pareja de variables, se plantean las cuestiones siguientes: ¿existe una relación de influencia directa entre la variable  $i$  y la variable  $j$  si es que no, anotamos 0, en el caso contrario, nos preguntamos si esta relación de influencia directa es, débil (1), mediana (2), fuerte (3) o potencial (4).

Esta fase de relleno de la matriz sirve para plantearse a propósito de  $n$  variables, algunas de las cuales hubiera caído en el olvido a falta de una reflexión tan sistemática y exhaustiva. Este procedimiento de interrogación hace posible no sólo evitar errores, sino también ordenar y clasificar ideas dando lugar a la creación de un lenguaje común en el seno del grupo; de la misma manera ello permite redefinir las variables y en consecuencia afinar el análisis del sistema. Señalemos, que a todos los efectos la experiencia muestra que una tasa de relleno normal de la matriz se sitúa alrededor del 20%.

### **Fase 3. Identificación de las variables clave con el Micmac:**

Esta fase consiste en la identificación de variables clave, es decir, esenciales a la

evolución del sistema, en primer lugar mediante una clasificación directa (de realización fácil), y posteriormente por una clasificación indirecta (llamada MICMAC\* para matrices de impactos cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación). Esta clasificación indirecta se obtiene después de la elevación en potencia de la matriz.

La comparación de la jerarquización de las variables en las diferentes clasificaciones.

(Directa, indirecta y potencial) es un proceso rico en enseñanzas. Ello permite confirmar la importancia de ciertas variables, pero de igual manera permite desvelar ciertas variables que en razón de sus acciones indirectas juegan un papel principal (y que la clasificación directa no ponía de manifiesto).

#### **1.3.5.11. Plano de motricidad – dependencia.**

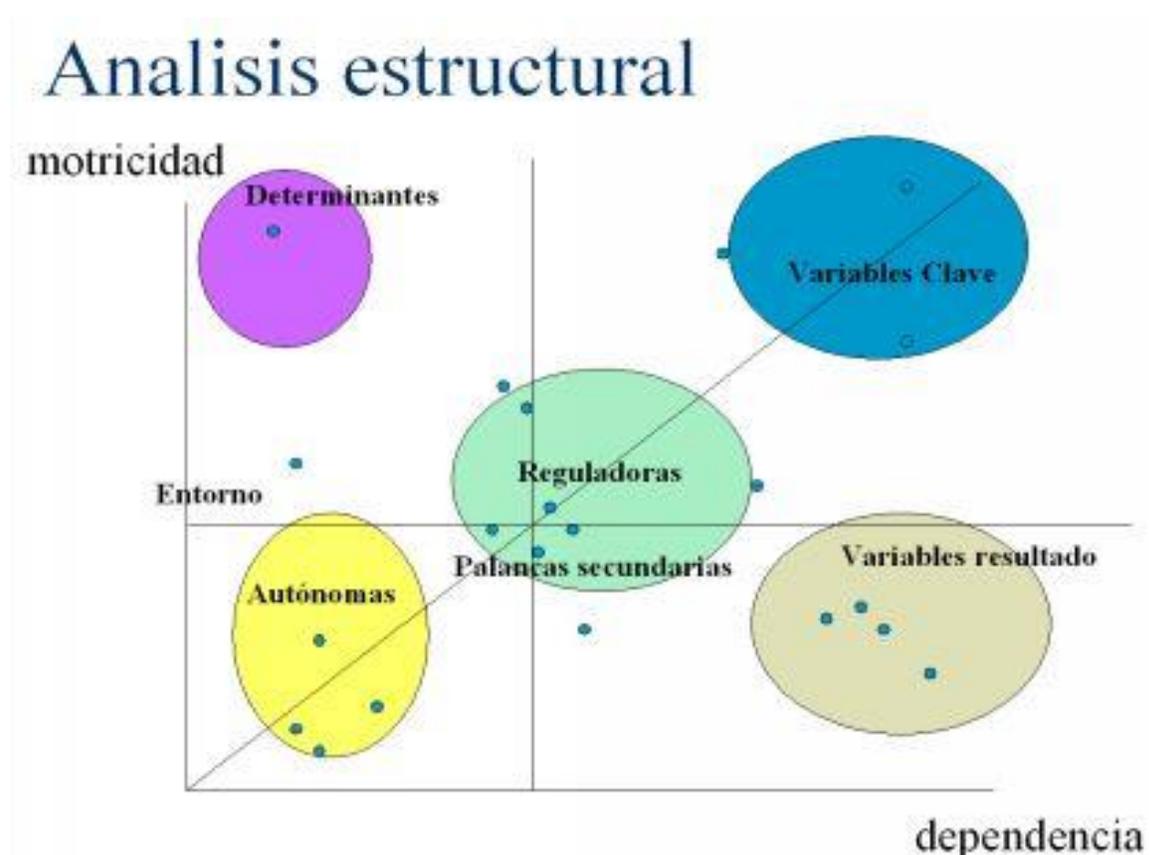
Para detectar los factores claves que conforman la variable de análisis, la metodología recomienda apoyarse en la opinión, de expertos involucrados en la problemática que se analiza, a los cuales se les llama actores. Este esquema puede consistir en una matriz de doble entrada en la cual los factores aparecerán tanto en las columnas como en las filas, para que cada celda de cruce se establezca la influencia de cada una de ellas con los demás, una vez teniendo el esquema se solicita a los actores que indique cada uno de los factores que influyen en los demás en forma directa, ya sea real o potencial, o bien si la influencia es nula.

Para ayudar a los expertos es conveniente recordar de manera verbal y por escrito que los factores de las variables a tratar giran en torno a un sector cultural, social, político, económico tecnológico y ambiental.

Al presentarlo gráficamente, el sistema de coordenadas cartesianas se divide en cuatro zonas que representan el 100% de los factores trabajados entre el número de factores totales. Cada una de las áreas recibe el nombre de: poder, conflicto, salida y problemas autónomos.

Los índices de dependencia se representan en el eje de las "X" y el índice de motricidad en el eje de la "Y". La zona de poder se ubica en el margen superior izquierdo, en ella se localizan los factores que cuentan con el más alto índice de motricidad y el más bajo índice de dependencia. Representado en la siguiente figura.

Figura 7. Zonas de división del plano de Dependencia y Motricidad.



Fuente: Mojica, Sastoque Francisco. La prospectiva. 1999.

Recabado el tipo de influencia entre los factores, se procede a trabajar los resultados (puesta de relación de los factores), estos se convierten en un sistema binario en el cual se puede asignar:

*Tabla 4. Criterios de valoración.*

Variables X(i,j)	Criterios de valoración.
Nulo (0)	La variable i no tiene ningún tipo de influencia sobre la variable j.
Débil (1)	La variable i tiene una influencia débil sobre la variable j.
Moderado (2)	La variable i influye en forma importante sobre la variable j.
Fuerte (3)	La variable i es determinante, e influye de forma directa y decisiva sobre la variable j.
P	Influencia potencial.

*Fuente: Mojica, Sastoque Francisco. La Prospectiva 1999.*

Después de analizar la interdependencia entre las variables, se procede a obtener la sumatoria tanto de columnas como de renglones.

La sumatoria de renglones indica el número de factores sobre los cuales influye el factor analizado y se le denomina grado de motricidad, éste también puede ser representado como un porcentaje de acuerdo a la proporción que representa su motricidad en función de la sumatoria de todos los factores, el grado de motricidad expresada como un porcentaje se le denomina índice de motricidad.

La sumatoria de las filas se procede a analizar la sumatoria de las columnas, éstas indicarán el grado de dependencia que tiene un factor, es decir indica cuantos factores influyen sobre él, el grado de dependencia expresado como un porcentaje representa el índice de dependencia.

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGIA PARA LA INVESTIGACION**

#### **2.1 Diseño de la Investigación.**

Para obtener la información necesaria para analizar y alcanzar los objetivos planteados se utilizarán diferentes tipos de investigaciones. En un principio la investigación será de tipo descriptiva porque se describirán las variables independientes, así como las variables de investigación, en la planta potabilizadora Villahermosa para lograr la productividad del proceso de potabilización.

Para el estudio del análisis de la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa. Se seguirá una metodología de la prospectiva.

La propuesta de investigación se apoyará en la prospectiva que ayude a prever situaciones que se pudieran proyectar hacia el futuro. Y la investigación proyectista será el objetivo final que ayudará a poder diseñar un modelo que servirá para poder evitar los factores que incidan en la productividad del proceso de la planta potabilizadora.

Para la metodología se elaboró un instrumento a través de un cuestionario donde se plantea preguntas en relación a las variables del contexto que intervienen en la investigación. Y así determinar de qué manera influye sobre la variable de investigación elaborado este cuestionario se aplicará a los expertos de la planta potabilizadora Villahermosa, que realizan el trabajo operativo, los cuales contestarán el cuestionario y darán sus puntos de vista con la finalidad de delimitar la problemática existente. El cuestionario se aplicará a 10 personas permitiendo analizar cada una de las preguntas para determinar los actores implicados.

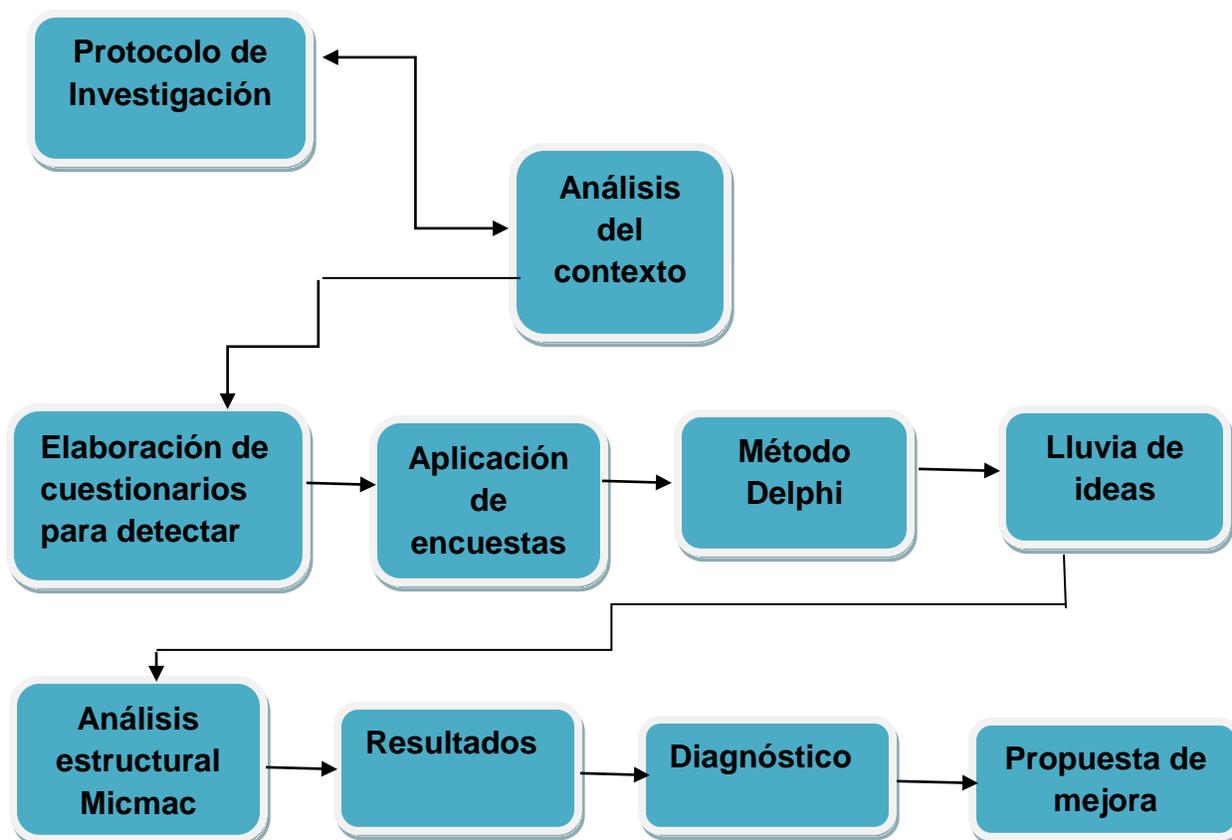
Mediante el método Delphi se realizará un consenso con expertos que posteriormente finaliza con la realización de una lluvia de ideas que permitirá

obtener los factores que intervienen en la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa.

A estos factores que intervienen en la productividad del proceso de potabilización se les realizará el análisis estructural mediante la aplicación del método MICMAC (Matriz de impactos cruzados).

Con esta metodología se obtendrá como resultado los factores y actores que tienen intervención de mayor fuerza en la productividad del proceso de potabilización, y permitirán analizar un diagnóstico de la problemática para diseñar una propuesta de mejora para la planta Villahermosa.

Figura 8. Flujo de la metodología empleada.



Fuente: Aportación del investigador 2015.

## **2.2. Levantamiento de la Investigación.**

Se obtendrá información de la situación existente a través del instrumento (cuestionario) se pretende obtener información de la situación existente del proceso de producción de la planta potabilizadora Villahermosa.

La población elegida como objeto de estudio de la investigación se constituye por:

- Personal operativo de la planta potabilizadora que realiza trabajos de electromecánicos en captación, proceso y cisternas, consistente en 15 personas.
- Personal operativo que intervienen en el proceso, cámaras destacando personal de lista de raya 5 y de base 5.
- Personal profesional y técnico tanto interno como externo que aportan conocimientos sobre sus experiencias laborales destacando personal de confianza 3 internos y 6 externos entre los que destacan algunos directivos.

Para aplicar el instrumento de recolección se tomará en cuenta al personal operativo y administrativo considerando un grupo de 10 personas en diferentes áreas a fines al proceso, de un total de 34 (cabe mencionar que algunos son de lista de raya, base y confianza).

Para la elaboración del instrumento de recolección de información se tuvieron en cuenta una serie de observaciones o aspectos a considerar a partir de las investigaciones considerando las variables del contexto social, económica, cultura política, ambiental y tecnológica.

Para las respuestas del cuestionario se medirá con rangos de 5 puntos en una escala de Likert 1 al 5 (1= totalmente en desacuerdo, 2= en desacuerdo, 3= ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4= de acuerdo, 5= totalmente de acuerdo).

A través del instrumento (cuestionario) se pretende obtener información de la situación existente del proceso de producción de la planta potabilizadora Villahermosa.

El instrumento (cuestionario) se entregará a los expertos de forma personal el cual contiene 41 preguntas cerradas las cuales contarán con cinco alternativas de respuestas a través de la Escala de Likert, que consiste en un conjunto de afirmaciones y juicios.

Se procederá a la recolección de todos los cuestionarios con la finalidad de realizar el análisis de todos los datos obtenidos a través del método de estadística descriptiva en el cual se interpretarán todos los datos en gráficos con la finalidad de obtener la media de cada una de las preguntas planteadas anteriormente a los expertos.

La aplicación del método Delphi consistirá en las opiniones de expertos.

Tabla 5.- Test Likert

<b>CUESTIONARIO</b>						
<b>Instrucciones:</b> Anote una "X" en la respuesta que considere más adecuada, seleccione Usted, una opción. Califique en una escala de 1 al 5 (1= totalmente en desacuerdo, 2= en desacuerdo, 3= ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4= de acuerdo, 5= totalmente de acuerdo)						
<b>No.</b>	<b>CULTURAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.	El personal de la Planta Villahermosa, mantiene actualizado el listado de los equipos de acuerdo a las necesidades del sistema.					
2.	El personal que realiza la revisión de los equipos de captación utiliza algún formato para llevar a cabo el					

levantamiento en caso de falla.					
3. Se revisan cotidianamente y se dan seguimiento a las recomendaciones de mantenimiento preventivo a los equipos en la planta.					
4. Se tienen identificados los resultados más relevantes del mantenimiento preventivo.					
5. El personal que realiza los mantenimientos preventivos y correctivos a los diferentes equipos instalados en captación y planta cuenta con la capacitación necesaria para su correcta instalación de los equipos.					
6. La información del proceso de potabilización (calidad del agua) se lleva a cabo en archivo electrónico e impreso.					
7. Actualmente existen evidencias de reportes, registros e historiales de los diferentes mantenimientos a la planta en general.					
8. Los operadores de la planta se ven afectados por la alta cantidad de turbiedad y color en el proceso de potabilización.					
9. Las órdenes de trabajo llevan un seguimiento, para obtener un registro de los equipos que afectan la productividad.					
10. El personal administrativo y operativo lleva alguna base de los registros para evitar confusiones a la hora de ser censados.					
<b>ECONÓMICA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se consideran los recursos de los trabajos operativos en relación a una lista de actividades operativas.					
2. Control de Calidad supervisa las necesidades de la planta Villahermosa.					
3. Se elaboran los Programas Operativos Anuales					

4.La planta potabilizadora Villahermosa, tiene considerado en el programa operativo anual todos sus insumos para la operatividad de todo el año, para llevar a cabo el proceso de potabilización de manera adecuada.					
5. Se programan los requerimientos de reactivos a través de licitaciones.					
6. La falta de materiales, equipos en tiempo y forma así como la adquisición de nuevas tecnologías impiden el buen funcionamiento de la planta.					
7. El área de control de calidad del agua se encarga de seleccionar el tipo compra de materiales para la productividad.					
8. Se da seguimiento a los recursos presupuestados para la planta.					
9. Le otorgan los recursos económicos necesarios en caso de una contingencia.					
10.Se tiene establecido la forma de asignación de los recursos que se van a efectuar por administración y por terceros					
11. Se elabora y se revisa los reportes y/o programas semanal/diario para la entrega y disposición final de los diferentes materiales utilizados para el proceso.					
<b>POLÍTICA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.El personal del H. Ayuntamiento del Centro “Contraloría” es el responsable de realizar el levantamiento de listado de equipos en operación y reservas.					
2.El personal aplica alguna norma para realizar el proceso de potabilización					
3.La selección de los tipos de contrato para mantenimiento preventivo y/o correctivo, reactivos, materiales se realizan en base a las necesidades					

requeridas por la planta.					
4.La subcoordinación administrativa es el área responsable de gestionar los insumos necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Y que esta trabaje los 365 días del año.					
5. Para la rehabilitación de diversas áreas de la planta potabilizadora que se encuentra en malas condiciones Se realiza una licitación pública en la cual participan varias empresas las cuales se apegan a las bases especificadas en la convocatoria para ser contratadas y realizar el trabajo correspondiente.					
<b>SOCIAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se realiza diariamente supervisión de todo el proceso por el jefe de planta y personal con conocimientos afines.					
2. Se coordinan juntas semanalmente entre las áreas de operación y administración para llevar a cabo las diferentes actividades de la planta.					
3. Los trabajadores de las diferentes áreas cuentan con los instrumentos necesarios para realizar su trabajo.					
4. Se capacita al personal con la finalidad de obtener los conocimientos necesarios para un mayor rendimiento en sus actividades diarias.					
5. Se comunica el programa de actividades a los coordinadores, jefe de departamento encargados de las instalaciones, jefes de áreas de planta. Para una mejor comunicación laboral.					
<b>TECNOLÓGICA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se cuenta con los equipos sofisticados para lograr un mejor proceso.					
2. Se cuenta con los equipos de bombeo, de cloración, manómetros, necesarios para llevar a cabo todo el proceso.					

3. En la planta se realizan mantenimientos preventivos e inspección visual, con la finalidad de tener definidos la problemática.					
4. Se logra determinar los alcances del mantenimiento preventivo /correctivo en las diversas áreas de la planta.					
5. Para realizar los mantenimientos los talleres utilizan los manuales técnicos de los equipos para una mejor reparación.					
6. Control de Calidad del Agua, cuenta con un plan operativo anual basado en requerimientos identificados, mejoras y modificaciones, para la planta.					
7. Por seguridad en los tanques de reactivos se realizan pruebas para el aseguramiento de la calidad de los diversos trabajos en planta.					
<b>AMBIENTAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se verifica que los materiales, equipos de captación no generen riesgos, contaminantes hacia el rio Grijalva. Por especificación de Norma Ambiental.					
2. El encargado de los equipo vigila que al terminar los mantenimiento en el área se encuentre libre de residuos que pueda afectar a los equipos y al medio ambiente.					
3. El operador encargado del proceso determina de acuerdo a su experiencia cuando tiene que realizar el desfogue correspondiente de lodos y lavado de filtros para mejorar el proceso.					

*Fuente: Aportación del Investigador 2015.*

En esta primera parte del cuestionario, se presentarán los datos obtenidos del mismo una vez aplicado, utilizando la escala de Likert en el que los expertos tendrán que aprobar o rechazar la media resultante de la recopilación de las diferentes opiniones de cada uno de los actores.

En la segunda parte se retomarán las preguntas analizadas y se realizará una lluvia de ideas en la que se involucrarán a los actores que aportan la información.

Definidos los factores se procede a desarrollar el método de análisis estructural con la finalidad de encontrar las variables que nos aporten apuesta al futuro, por lo que se construye un sistema donde se aprecie la interrelación de cada factor con las restantes, mediante un grado de influencia, esta puede ser directa, indirecta ó potencial.

Mediante la herramienta MICMAC, se podrá determinar el grado de influencia de las variables, el cual es un software que permitirá identificar los factores fundamentales que presenten apuesta para el futuro.

Mediante el análisis estructural, se realizará el análisis de juego de actores, que permitirá identificar los actores con poder sobre los factores de la productividad del proceso lo cual disponen de múltiples grados de libertad y posicionamientos diferentes.

Como primer paso se realizará el listado de actores, identificando los actores que influyen sobre las variables lo que permitirá conocer el posicionamiento de los actores con la finalidad de conocer el grado de convergencia y de divergencia entre ellos. Analizando las posibilidades de conflicto o alianza de cada actor para diseñar la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa.

En cuanto al análisis estructural, se realizará un diagnóstico general en relación a las variables claves y a los actores que intervienen para lograr los objetivos de cada factor clave. Posteriormente se procederá a determinar una propuesta de mejora para la productividad del proceso de potabilización de la planta Villahermosa.

## **CAPITULO III. DIAGNOSTICO O SITUACION ACTUAL.**

### **3.1 Introducción.**

El escenario se identifica con la aceleración del cambio tecnológico y el acortamiento del ciclo de vida de las plantas potabilizadoras, de ahí la importancia estratégica para realizar una eficaz gestión de la tecnología del sistema.

Según (Hidalgo 2000) .En la década de los ochenta, el factor tecnológico, es un elemento estratégico que permite que los sistemas tengan un mejor posicionamiento competitivo, de lo contrario su ausencia produce una grave insuficiencia para generar innovaciones en el servicio y mejores procesos. Es necesario gestionar estos recursos tecnológicos con la misma eficiencia que los demás para que los sistemas adquieran una mayor capacidad de adaptación y la posibilidad de renovar sus ventajas competitivas en el momento oportuno.

La tecnología se define como, el medio para transformar ideas en procesos o servicios que permita además mejorar o desarrollar la productividad.

En el contexto actual, los sistemas están obligados a desarrollar recursos humanos, sistema de información y capacidades tecnológicas acordes con los nuevos desafíos. De ahí la importancia que tiene el proceso de innovación, esto implica la renovación y ampliación de procesos y servicios, cambios en la organización, gestión, y cambios en la calificación del capital humano.

En el Sistema existen actores centrales que le dan sustento a la dinámica en el servicio público los directivos y los trabajadores o empleados dados que técnicamente todo organismo público requiere de tomar decisiones referidas directamente a su conducción estratégica.

En cada uno de los actores a partir de sus intereses particulares, adquieren diferentes responsabilidades ante la necesidad de mejorar los procesos de trabajo para poder lograr una mejora de la productividad.

Todo directivo como empleado asalariado busca mejorar sus condiciones laborales a demás encontrar satisfacción en el propio trabajo que realiza. Pero por otro lado, dada su posición dentro del organismo público, es decir, debido a la naturaleza misma de las labores que realiza su interés primordial es que el organismo preste el mejor servicio de agua potable, para que los procesos mejoren.

Cada trabajador tiene sus propios intereses laborales como lo es el obtener a cambio de su trabajo es decir por la venta de sus capacidades físicas intelectuales y emocionales las mejores condiciones laborales incluyen salarios, prestaciones, estímulos económicos, condiciones de seguridad e higiene, ambiente laboral, superación profesional; buscando así satisfacción personal en su campo de trabajo, obteniendo responsabilidad y buena productividad para lograr continuamente una mejora en el proceso del trabajo.

### **3.2 Situación actual.**

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología del capítulo anterior y análisis de los mismos, en base al desarrollo de la investigación realizada, en relación a la productividad del proceso de Potabilización de la Planta Potabilizadora Villahermosa, fueron suministrados por las respuestas de las personas que formaron parte de la muestra, de los cuales se presentan mediante gráficas en cuanto al problema de estudio.

Con esto se pretende que todos colaboren de la mejor manera para poder dar solución a las problemáticas planteadas en esta investigación. También se aplicará la técnica de lluvias de ideas donde los expertos plasmen los factores que

más inciden y serán razón de análisis que llevará a efecto sobre la problemática de los factores más relevantes en el proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa, donde mostrará cómo impactan cada una de las variables de estudio, en esta investigación.

En la selección de los diferentes actores expertos que participaron para obtener información en este proyecto de investigación fueron proporcionados por estancias municipales, proveedores, jefe de departamento y jefe de planta que se involucran en la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa.

Mediante el test Likert se identificaron 18 factores relacionados con la variable de estudio de 10 expertos mencionados anteriormente (tabla 2).

*Tabla 6.- Actores expertos para la investigación.*

<b>No. Participantes</b>	<b>Actores expertos</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Áreas</b>
1	Personal a nivel directivo	H. Ayuntamiento de Centro, Tabasco. Dirección de Servicios Municipales.	Dirección
1	Personal a nivel coordinación	Sistema de Agua y Saneamiento	Coordinación
1	Personal a nivel administrativo	Subordinación Administrativa SAS	Administrativa
1	Personal Operativo	Subordinación de Operación	Operativa
1	Jefe de Departamento	Depto. control de Calidad del Agua	Calidad
1	Jefe de Área Operativa	Jefatura de Plantas	Operativa

		Potabilizadoras	
1	Jefe del Área de Reparación de Equipos de Bombeo	Jefatura de Reparación de Equipos	Mantenimiento
1	Jefe de planta Potabilizadora	Encargado de la planta Villahermosa	Operativa
1	Personal de Mantenimiento	Captación y Planta	Mantenimiento
1	Personal Operativo	Operadores	Operativa

*Fuente: Aportación del Investigador 2015.*

En esta etapa se pretende que todas las personas se involucren de la mejor manera para poder dar solución a las problemáticas planteadas en este tipo de investigación, también se aplicará la técnica de lluvia de ideas donde los expertos plasmen los factores trascendentales que influyen sobre la problemática del proceso de productividad de la planta potabilizadora Villahermosa, en el cual se demostrará como impactan o influyen las variables del contexto sobre esta investigación, las cuales se detallan a continuación:

Variable Cultural.

Facilita la implantación de la estrategia ya que el conjunto de normas, valores y formas de pensar que caracterizan al personal en todos los niveles del sistema y a la vez influye sobre los resultados de la productividad del proceso.

Variable Económica.

Es muy importante en la productividad de la planta en virtud de que se requiere de este recurso para poder llevar a cabo las labores que se requieren tanto en

recursos humanos como materiales, equipos diversos, que se utilizan en el proceso de potabilización.

Ya que sin esto no es posible la mejora continua que se requiere cumplir con los fines establecidos en dicho sistema para el beneficio de la población.

Variable Política.

Juegan un papel muy importante en el desarrollo de las regiones, se ha inclinado a la eficiencia sobre la equidad, ha exigido sobre la concentración de los recursos públicos con mayores ventajas económicas.

Variable Social.

Se inclina a la eficiencia, toda vez que en un plazo no muy lejano perdería su sustento en todos los rubros de la sociedad.

Variable Tecnológica.

Factor importante que influye hoy en día para llevar a cabo el proceso de potabilización, ya que los equipos con los que se trabajan actualmente no se encuentran en condiciones adecuadas y requieren de equipos que den el gasto necesario para poder llevar a cabo un buen proceso con calidad

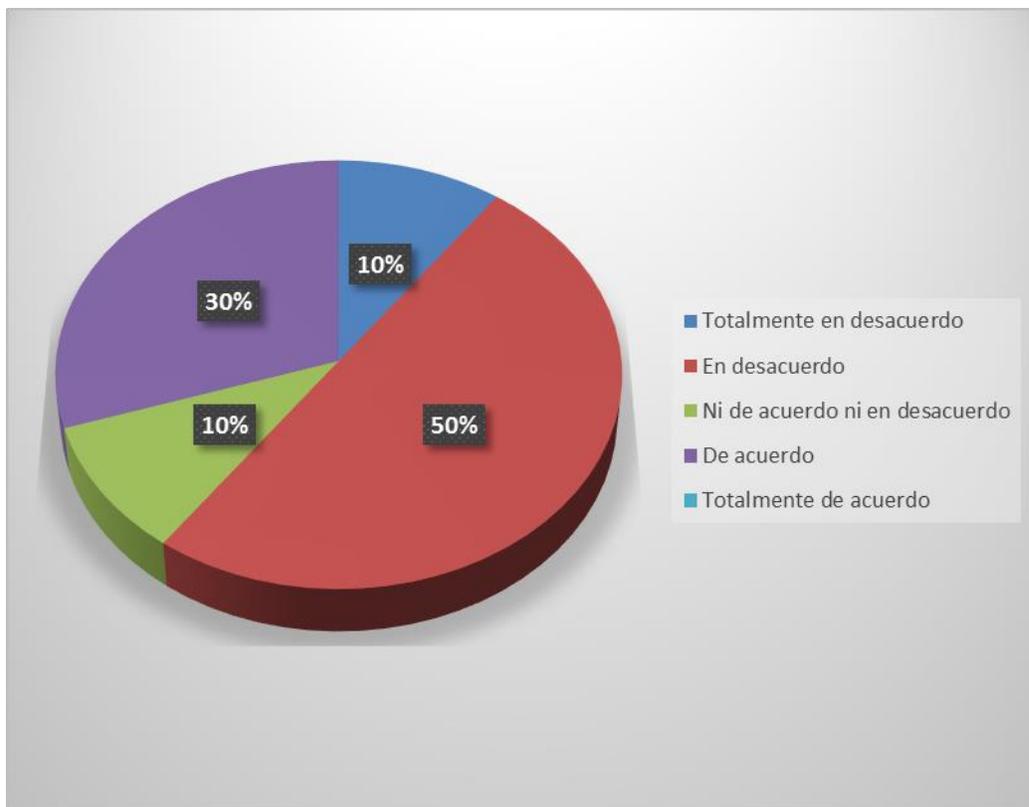
Variable Ambiental.

Esta etapa es muy importante ya que las condiciones ambientales repercute tanto en el proceso como las condiciones que esta trae ya que acarrea con sólidos, materia orgánica e inorgánica que provoca modificación esto ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, ocasionando reacciones reversibles o irreversibles dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.

## Variable Cultural

2. El personal que realiza la revisión de los equipos de captación utiliza algún formato para llevar a cabo el levantamiento en caso de falla.

Gráfica 1. Pregunta No. 02



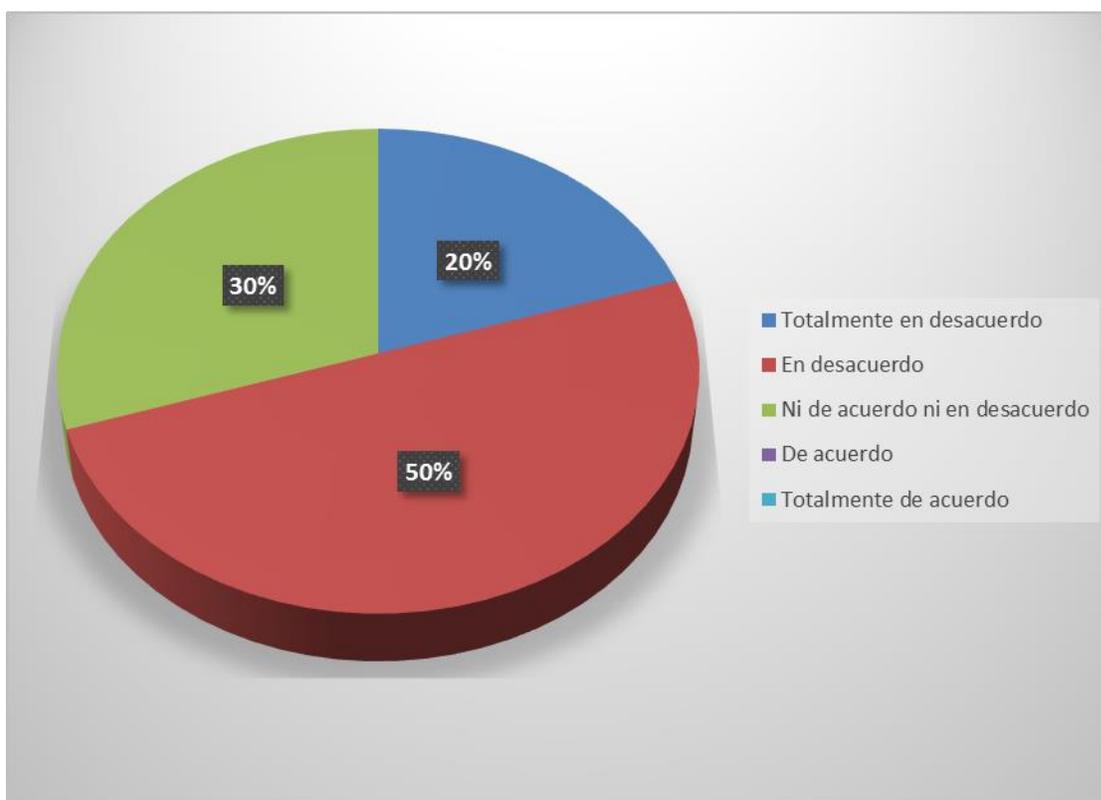
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal de los equipos de captación no utiliza algún formato para llevar a cabo el levantamiento en caso de falla.

## Variable Cultural

El personal que realiza los mantenimientos preventivos y correctivos a los diferentes equipos instalados en captación y planta cuenta con la capacitación necesaria para su correcta instalación de los equipos.

Gráfica 2. Pregunta No. 05.



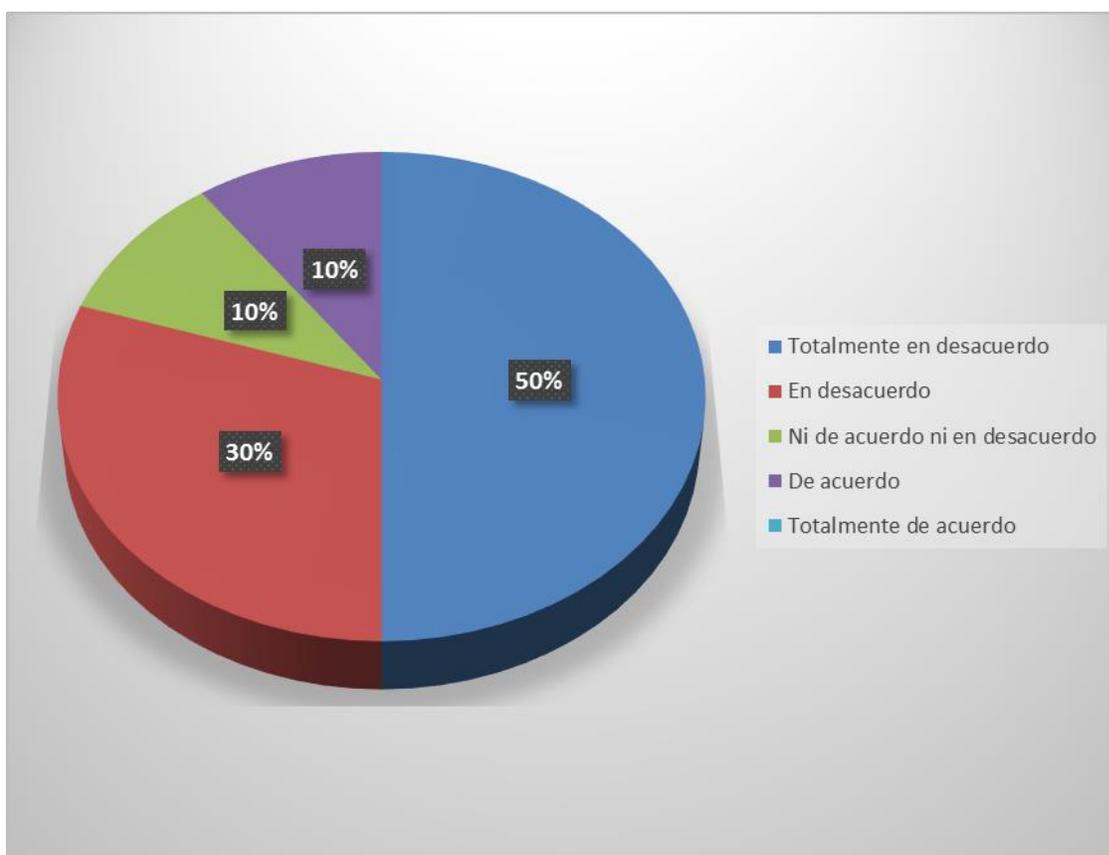
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal no cuenta con la capacitación sobre mantenimiento preventivo para la correcta instalación de los equipos.

## Variable Cultural

6. La información del proceso de potabilización (calidad del agua) se lleva a cabo en archivo electrónico e impreso.

Gráfica 3. Pregunta No. 06.



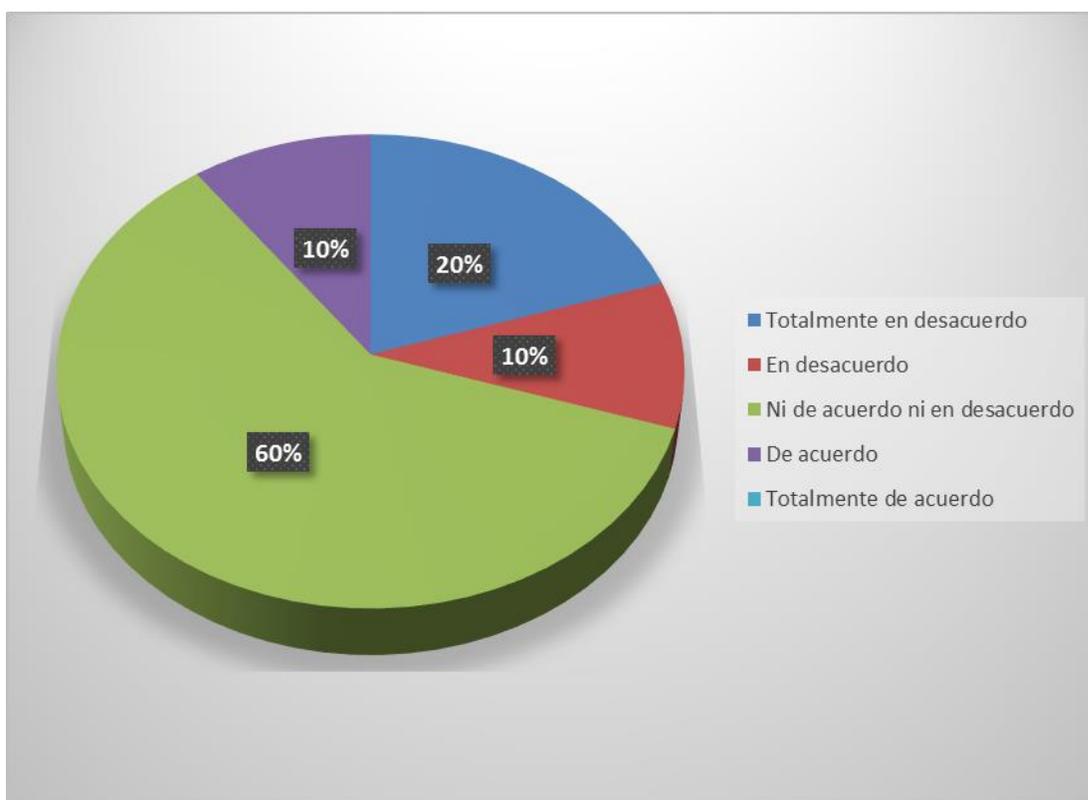
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal comenta que no se lleva a cabo en archivo electrónico la información sobre el proceso de potabilización para la calidad del agua.

## Variable Cultural

7. Actualmente existen evidencias de reportes, registros e historiales de los diferentes mantenimientos a la planta en general.

Gráfica 4. Pregunta No. 07.



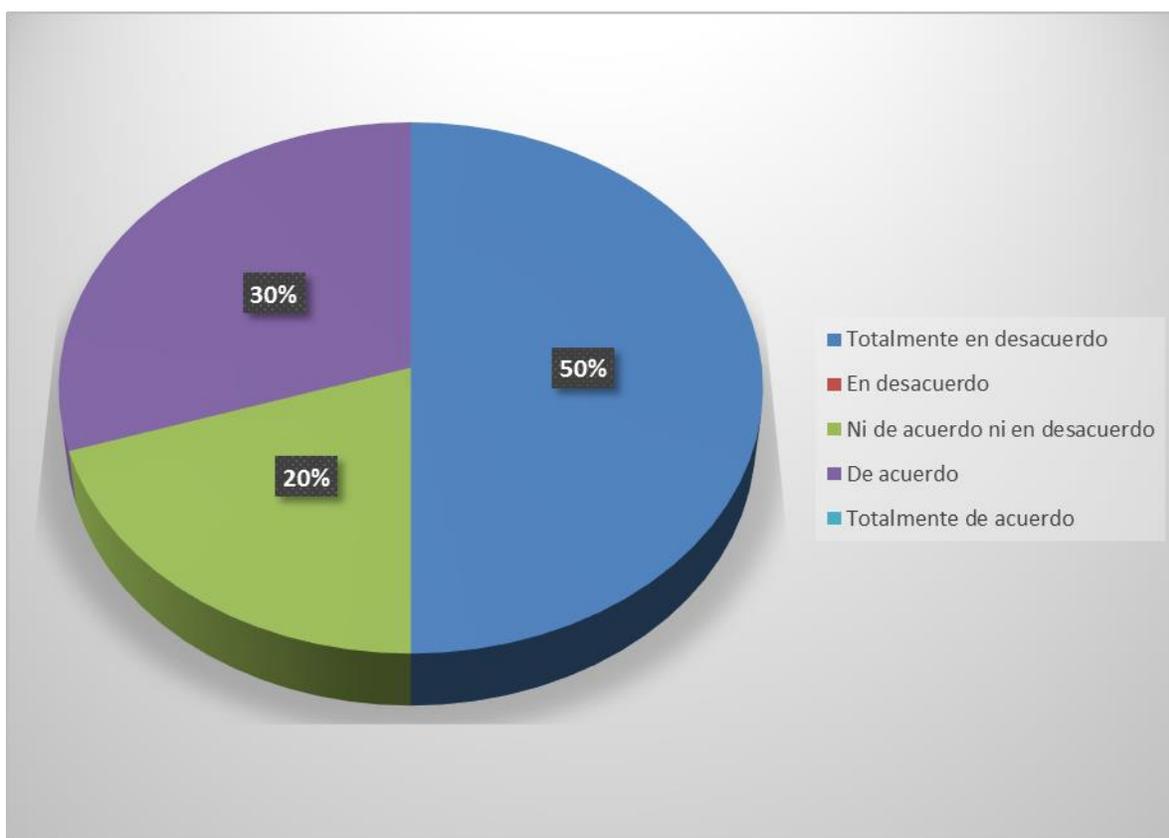
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (60%) del personal se mantiene neutral, ya que ni está de acuerdo ni en desacuerdo que existan evidencias, registros e historiales de los diferentes mantenimientos de la planta.

## Variable Cultural

8. Los operadores de la planta se ven afectados por la alta cantidad de turbiedad y color en el proceso de potabilización

Gráfica 5. Pregunta No. 08.



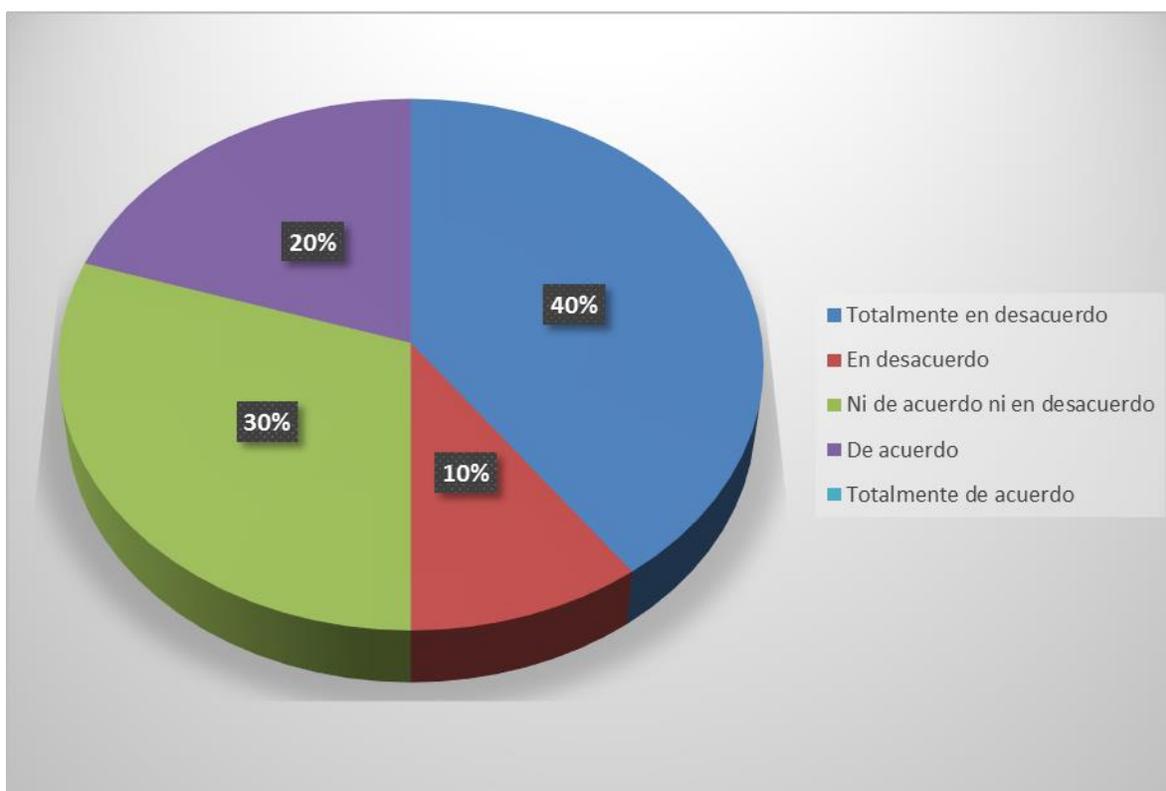
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal está totalmente en desacuerdo en que los operadores de la planta se vean afectados por la alta cantidad de turbiedad y color en el proceso de potabilización.

## Variable Económica

4. La planta potabilizadora Villahermosa, tiene considerado en el programa operativo anual todos sus insumos para la operatividad de todo el año, para llevar a cabo el proceso de potabilización de manera adecuada.

Gráfica 6. Pregunta No. 04.



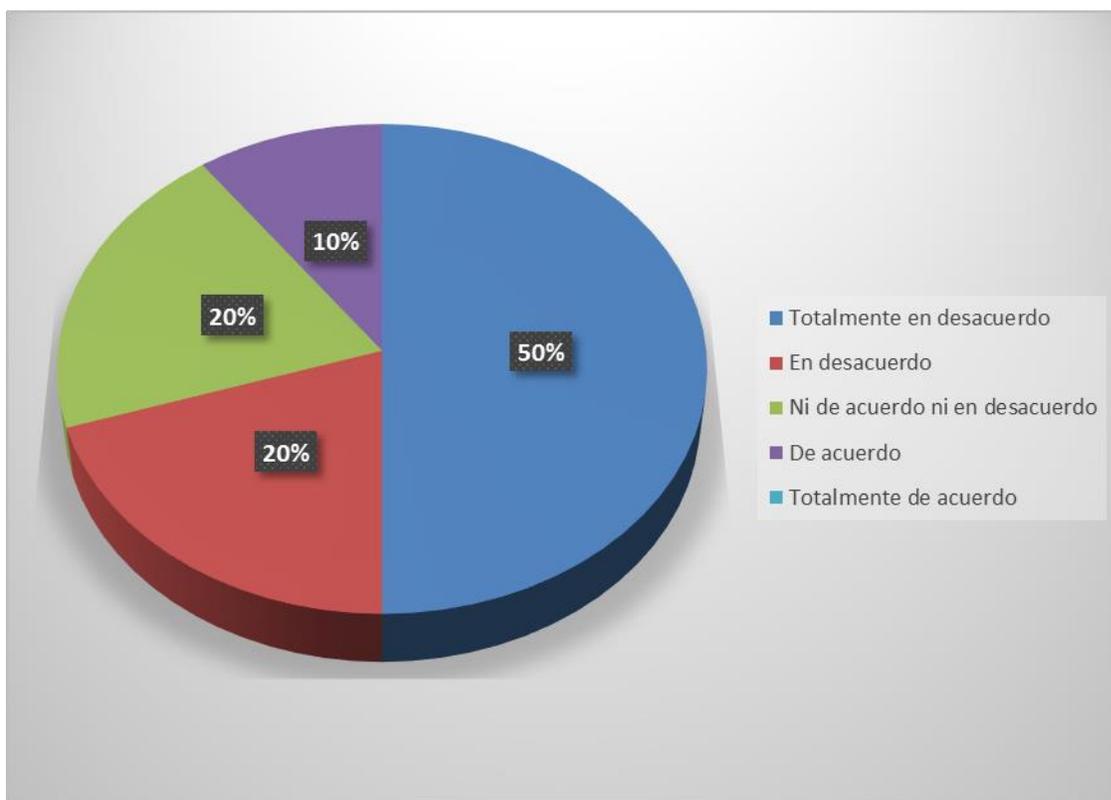
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (40%) del personal está totalmente en desacuerdo, que la planta tenga considerado en el programa operativo anual todos sus insumos para todo el año para llevar a cabo el proceso de potabilización.

## Variable Económica

6. La falta de materiales, equipos en tiempo y forma así como la adquisición de nuevas tecnologías impiden el buen funcionamiento de la planta.

Gráfica 7. Pregunta No. 06.



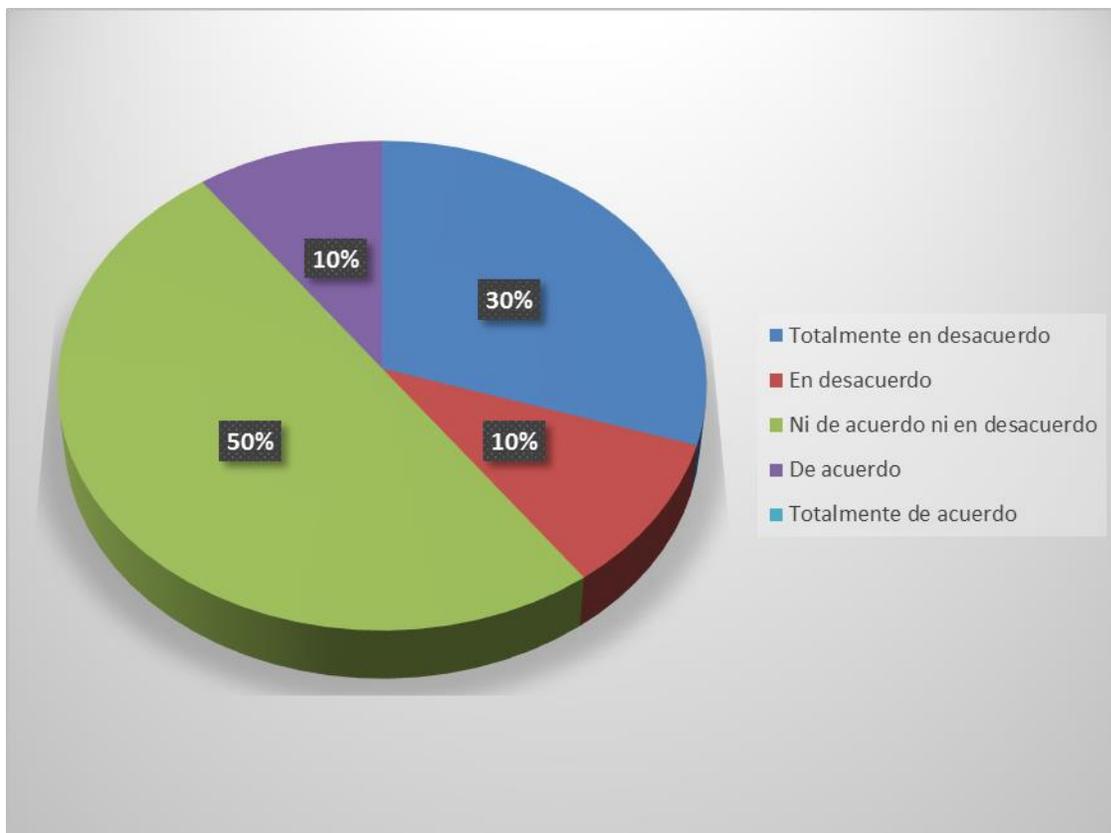
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal está totalmente en desacuerdo, que la falta de material y la adquisición de nuevas tecnologías impidan el buen funcionamiento de la planta.

## Variable Económica

9. Le otorgan los recursos económicos necesarios en caso de una contingencia.

Gráfica 8 Pregunta No. 09.



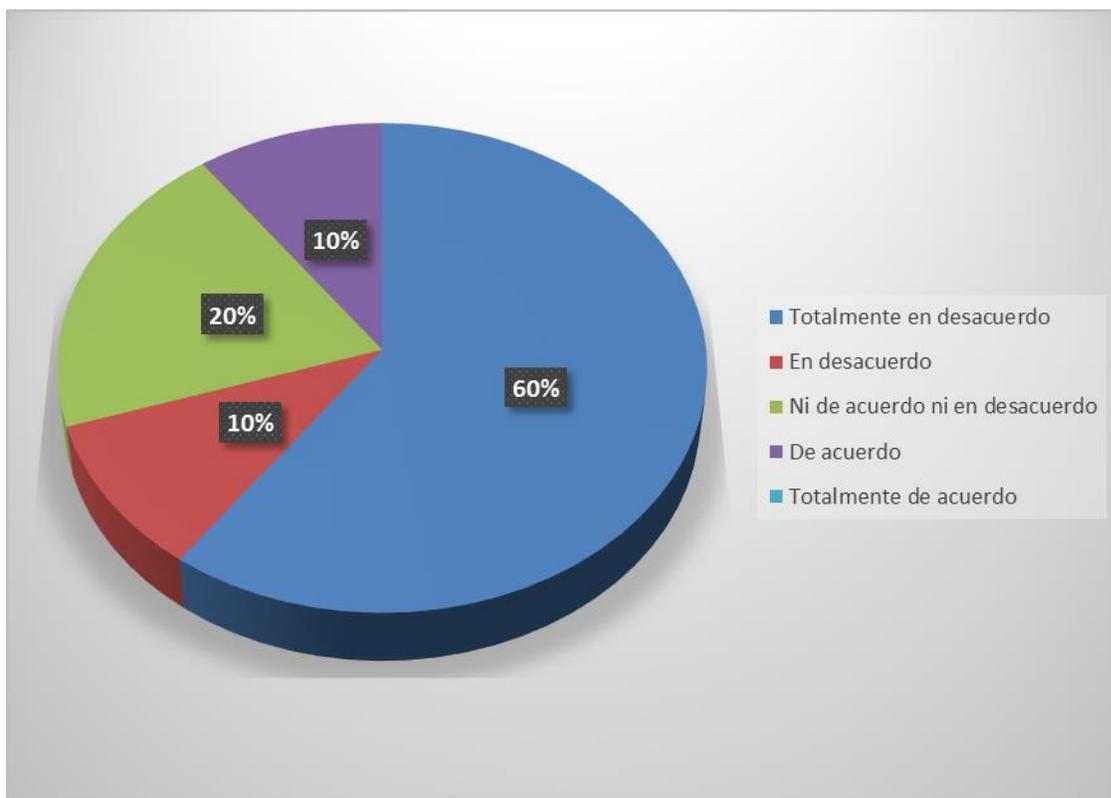
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal se mantiene neutral, ya que ni está de acuerdo ni en desacuerdo que le otorguen los recursos económicos necesarios en caso de una contingencia.

## Variable Política.

4. La subcoordinación administrativa es el área responsable de gestionar los insumos necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Y que esta trabaje los 365 días del año.

Gráfica 9. Pregunta No. 04.



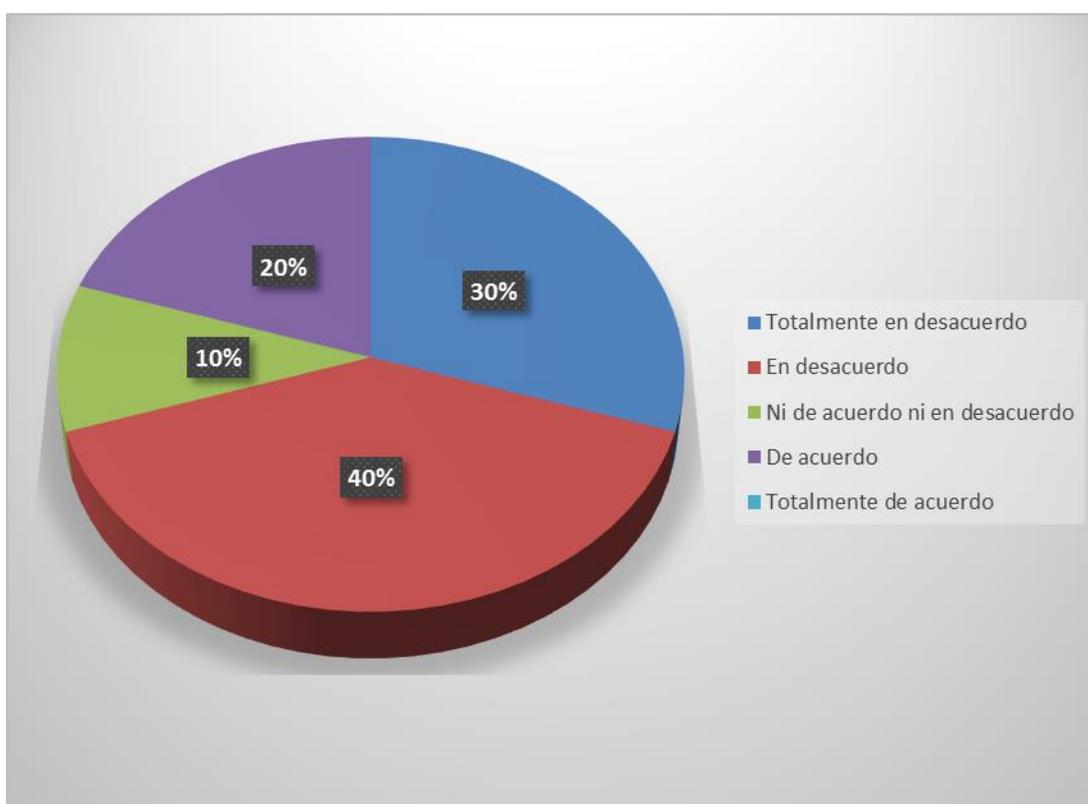
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (60%) del personal está totalmente en desacuerdo, que la subcoordinación administrativa sea la responsable de gestionar los insumos para el funcionamiento de la planta.

## Variable Política.

5. Para la rehabilitación de diversas áreas de la planta potabilizadora que se encuentra en malas condiciones Se realiza una licitación pública en la cual participan varias empresas las cuales se apegan a las bases especificadas en la convocatoria para ser contratadas y realizar el trabajo correspondiente.

Gráfica 10 Pregunta No. 05.



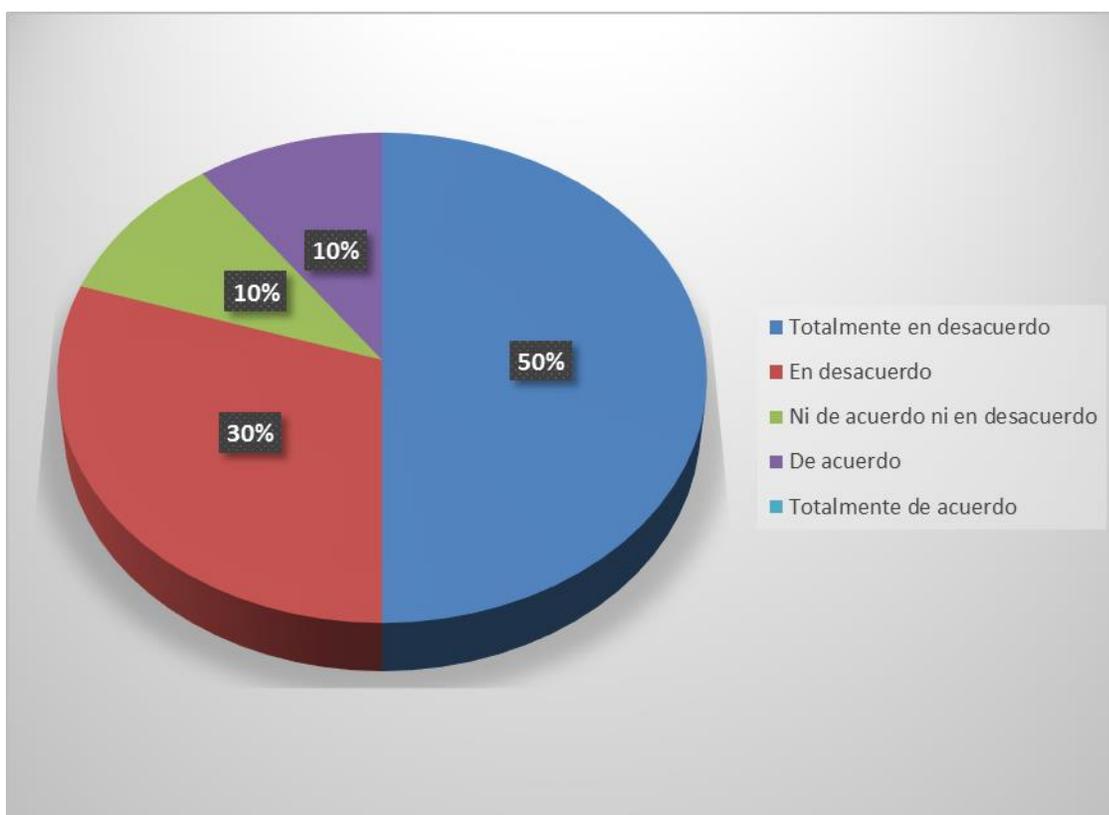
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (40%) del personal comenta que no se realiza una licitación pública en la que participen varias empresas que se apeguen a las bases específicas de las convocatorias para ser contratadas para la rehabilitación de las diversas áreas de la planta que se encuentran en malas condiciones.

## Variable Social.

1. Se realiza diariamente supervisión de todo el proceso por el jefe de planta y personal con conocimientos afines.

Gráfica 11 Pregunta No. 01.



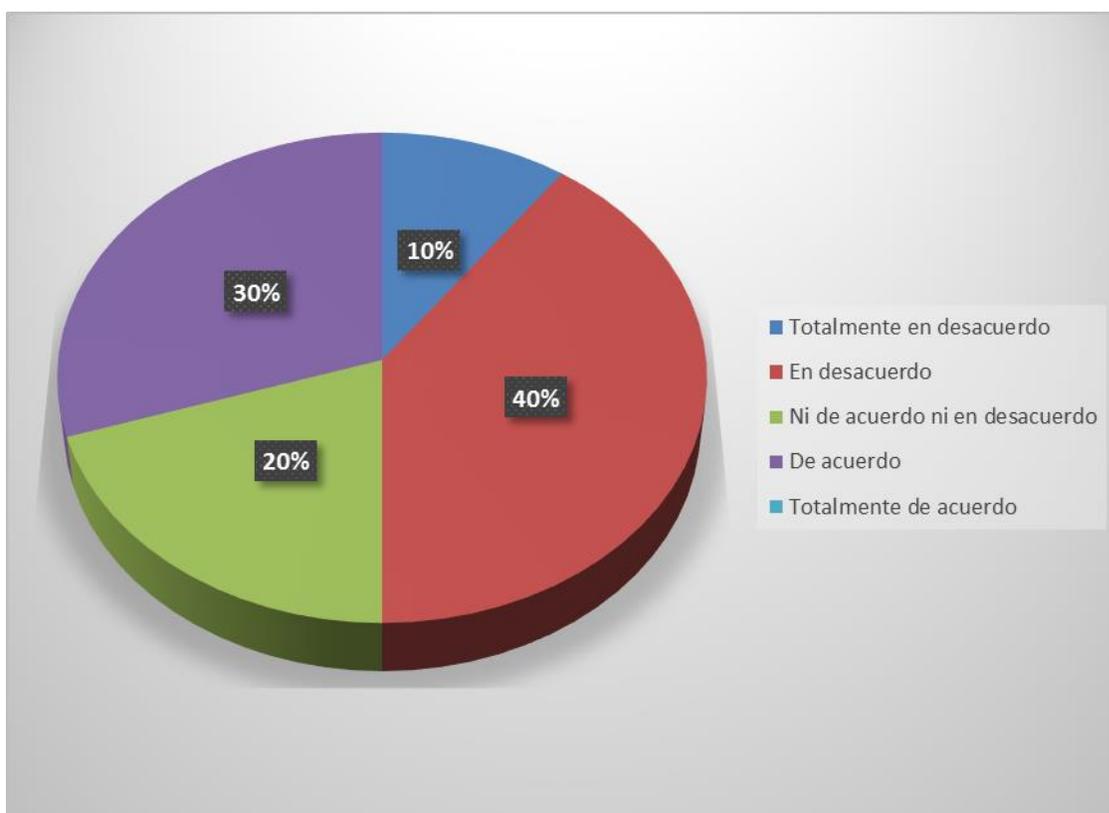
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal comenta que no se realiza diariamente supervisión de todo el proceso por el jefe de la planta y personal con los conocimientos afines.

## Variable Social.

3. Los trabajadores de las diferentes áreas cuentan con los instrumentos necesarios para realizar su trabajo.

Gráfica 12 Pregunta No. 03.



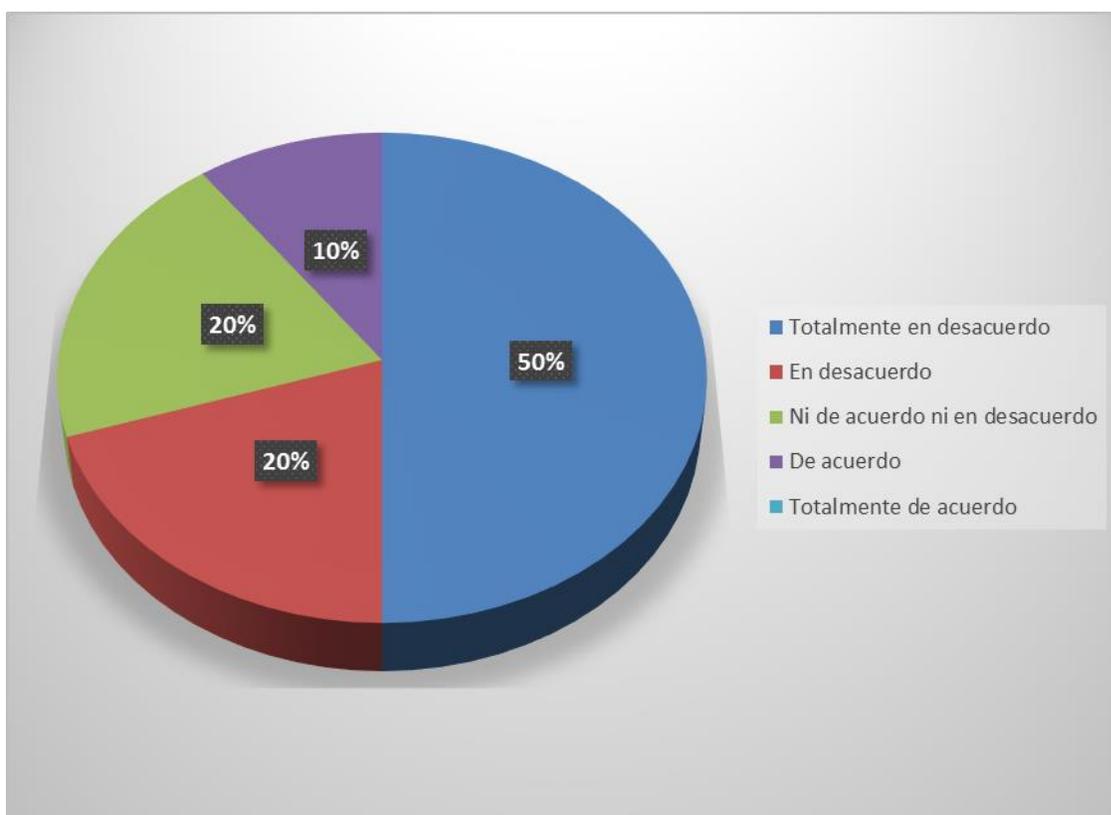
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (40%) del personal afirma que los trabajadores de las diferentes áreas de la planta no cuentan con los instrumentos necesarios para realizar su trabajo.

## Variable Social.

4. Se capacita al personal con la finalidad de obtener los conocimientos necesarios para un mayor rendimiento en sus actividades diarias.

Gráfica 13 Pregunta No. 04.



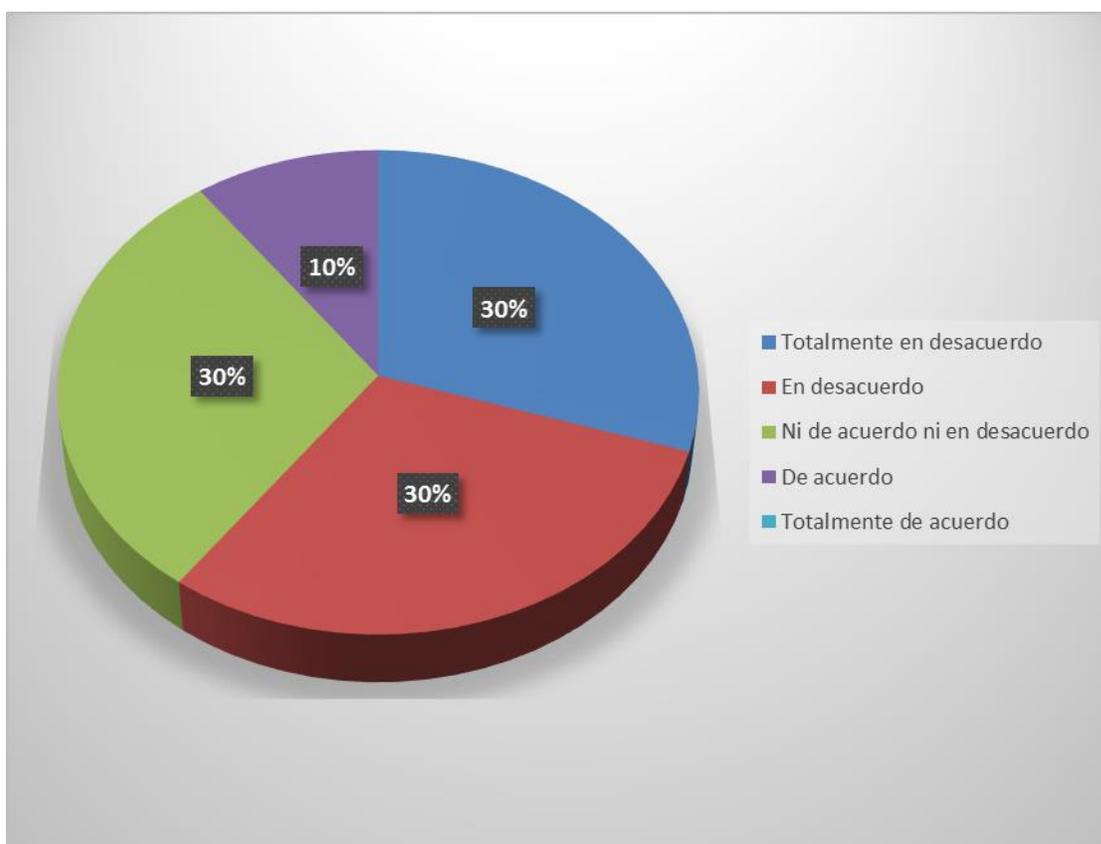
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (50%) del personal comenta que no se capacita para obtener los conocimientos necesarios para un mejor rendimiento en sus actividades diarias.

### Variable Tecnológica.

En la planta se realizan mantenimientos preventivos e inspección visual, con la finalidad de tener definidos la problemática.

Gráfica 14 Pregunta No. 03.



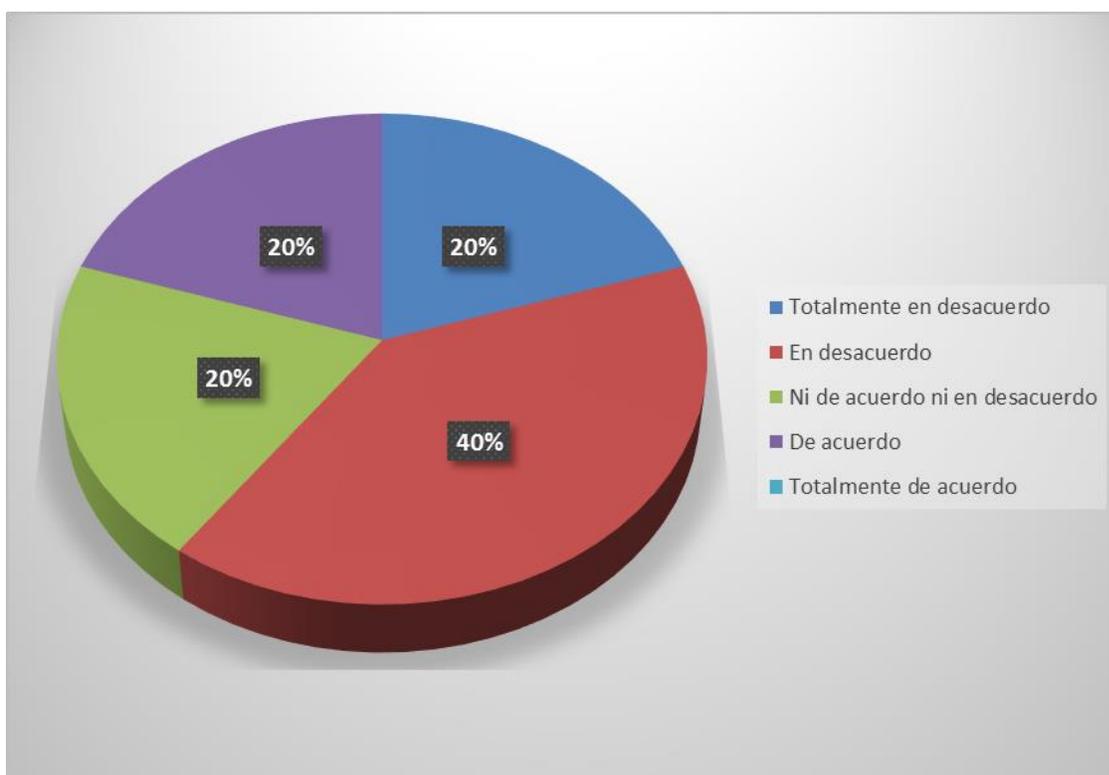
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (60%) del personal comenta que no se realizan en la planta mantenimientos preventivos e inspección visual, con la finalidad de tener definidos la problemática.

### Variable Tecnológica.

5. Para realizar los mantenimientos los talleres utilizan los manuales técnicos de los equipos para una mejor reparación.

Gráfica 15 Pregunta No. 05.



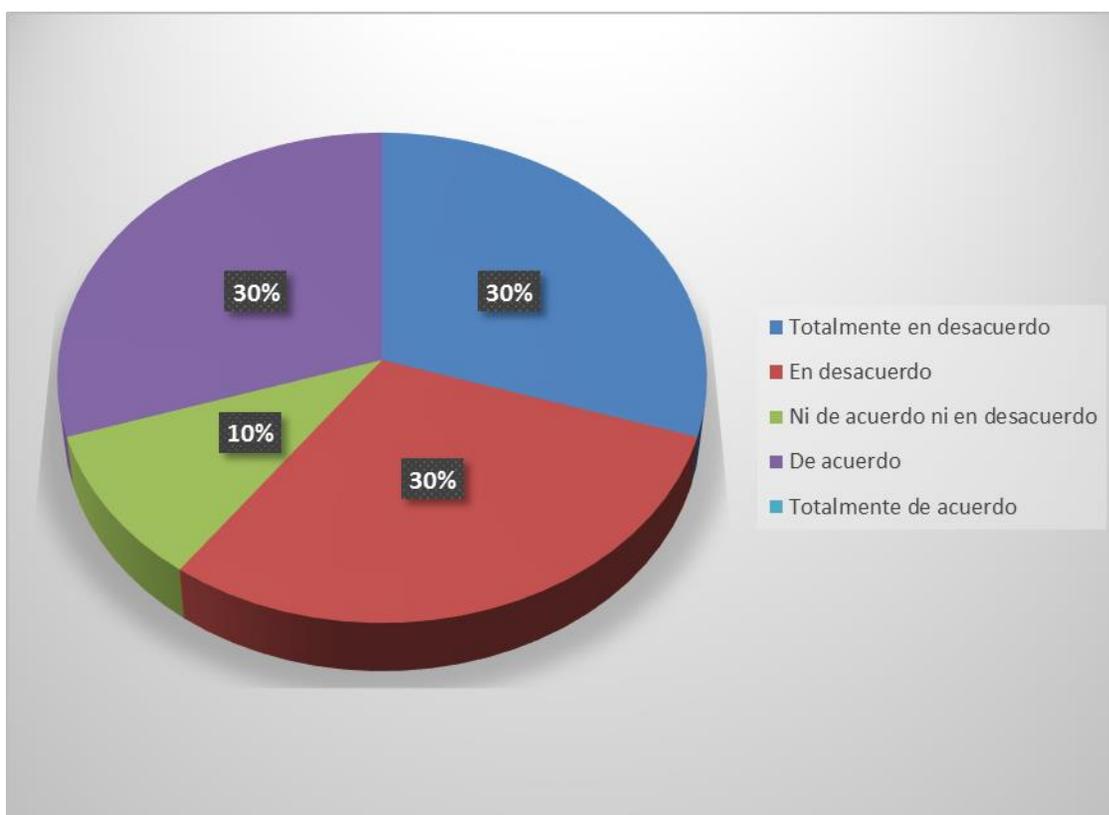
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (40%) del personal afirma que al realizar los mantenimientos los talleres no utilizan los manuales técnicos de los equipos para una mejor reparación.

## Variable Ambiental.

1. Se verifica que los materiales, equipos de captación no generen riesgos, contaminantes hacia el río Grijalva. Por especificación de Norma Ambiental.

Gráfica 16 Pregunta No. 01.



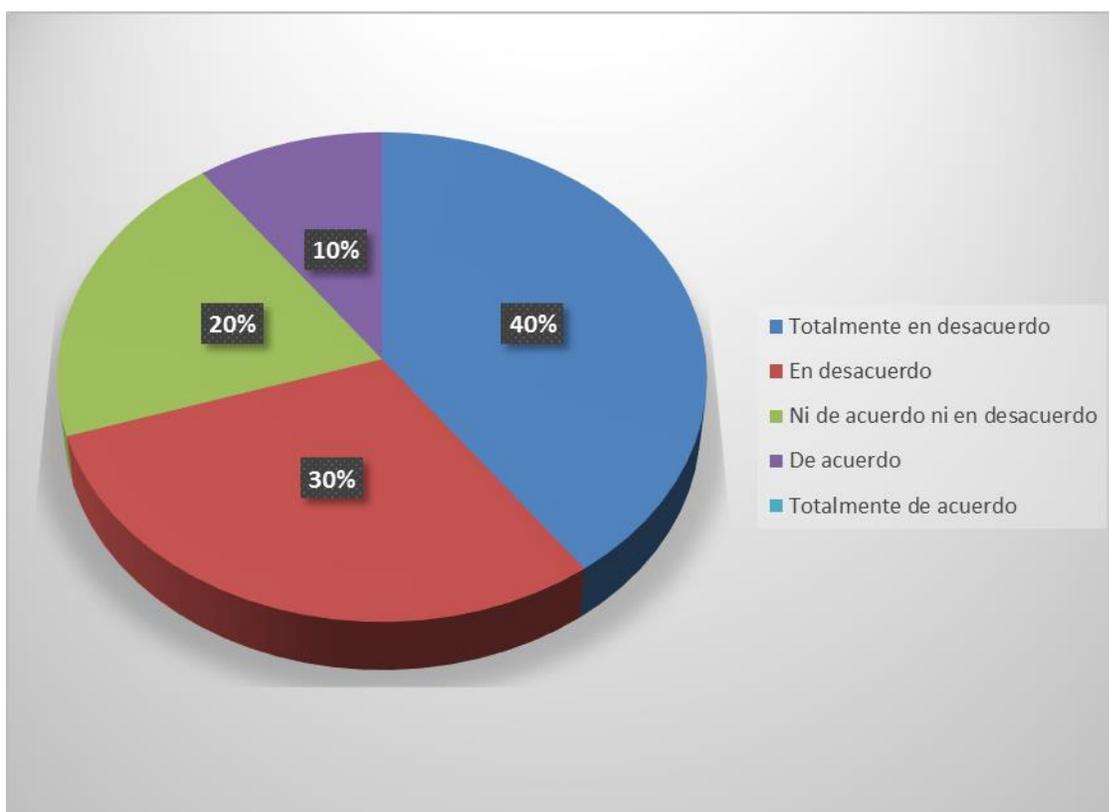
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (60%) del personal comenta que no se verifican que los materiales, equipos de captación no generen riesgos, contaminantes hacia el río Grijalva, por especificación de norma ambiental.

## Variable Ambiental.

2. El encargado de los equipo vigila que al terminar los mantenimiento en el área se encuentre libre de residuos que pueda afectar a los equipos y al medio ambiente.

Gráfica 17 Pregunta No. 02.



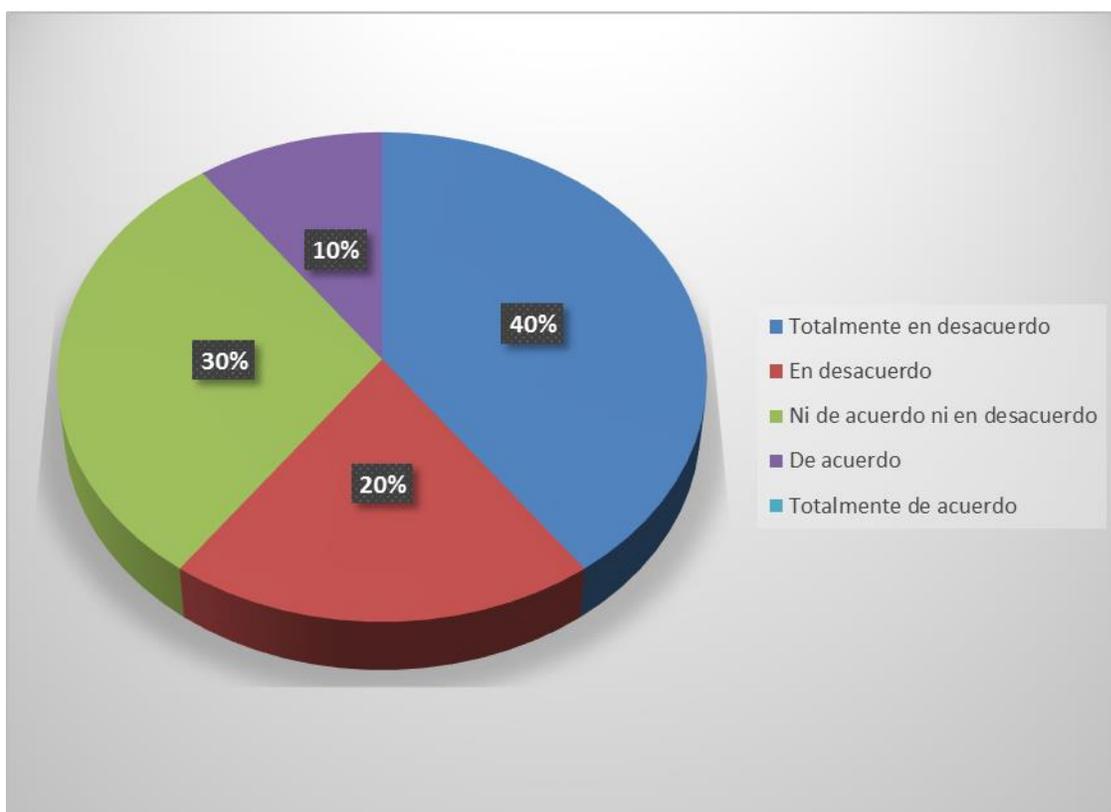
Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (40%) del personal comenta que el encargado de los equipos no vigila que al terminar el mantenimiento el área se encuentre libre de residuos que pueda afectar a los equipos y el medio ambiente.

### Variable Ambiental.

3. El operador encargado del proceso determina de acuerdo a su experiencia cuando tiene que realizar el desfogue correspondiente de lodos y lavado de filtros para mejorar el proceso.

Gráfica 18 Pregunta No. 03.



Fuente. Aportación de 10 expertos.

El (40%) del personal comenta que el operador del proceso no determina cuando tienen que realizar el desfogue de lodos y lavado de filtros para mejorar el proceso.

Con el método Delphi, se determinó que los actores que se reunieron para llegar a un acuerdo sobre los factores que influyen de cada una de las variables en la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa.

Los expertos se reunieron en las instalaciones de la planta, teniendo a bien revisar las preguntas y respuestas desfavorables en relación a la productividad del proceso, compararon y dieron su explicación de los resultados de sus respuestas ya que fueron contradictorios, en la siguiente tabla 4. Se aprecia la descripción de los resultados obtenidos, en cada una de las variables.

*Tabla 7. Descripción de factores.*

<b>No.</b>	<b>Factores</b> <b>Variable cultural</b>	<b>Descripción de Factores</b>
<b>2</b>	El personal que realiza la revisión de los equipos de captación utiliza algún formato para llevar a cabo el levantamiento en caso de falla.	Actualmente la mecánica que utiliza dicho personal es anotar en bitácoras dichas fallas que se presentan continuamente. Y reportarlas al jefe inmediato.
<b>5</b>	El personal que realiza los mantenimientos preventivos y correctivos a los diferentes equipos instalados en captación y planta cuenta con la .capacitación necesaria para su correcta instalación de los equipos.	Falta de capacitación al personal.
<b>6</b>	La información del proceso de potabilización (calidad del agua) se	La falta de equipo de cómputo impide llevar el control adecuado ya que

	lleva a cabo en archivo electrónico e impreso.	actualmente se lleva en forma manual.
7	Actualmente existen evidencias de reportes, registros e historiales de los diferentes mantenimiento a la planta en general.	Historial de mantenimiento generales (mecánicos, eléctricos y procesos)
8	Los operadores de la planta se ven afectados por la alta cantidad de turbiedad y color en el proceso de potabilización.	Las condiciones del rio Grijalva de donde se capta el agua traen consigo alteraciones.
	<b>Económica</b>	
4	La planta potabilizadora Villahermosa, tiene considerado en el programa operativo anual todos sus insumos para la operatividad de todo el año, para llevar a cabo el proceso de potabilización de manera adecuada.	Este programa se tiene estimado ya que el recurso financiero no lo maneja la planta si no otra área. Por lo cual se presentan deficiencias en diferentes áreas de la planta.
6	La falta de materiales, equipos en tiempo y forma así como la adquisición de nuevas tecnologías impiden el buen funcionamiento de la planta.	Falta de visión por parte del personal involucrado en el abastecimiento de los diferentes insumos repercute en la adquisición oportuna de dichas compras.
9	Le otorgan los recursos económicos necesarios en caso de una contingencia.	En la captación y planta. No se dispone con ningún recurso económico debido a que no está presupuestado.
	<b>Política</b>	
	La subcoordinación administrativa es	Si el recurso financiero afecta en

4	el área responsable de gestionar los insumos necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Y que esta trabaje los 365 días del año.	tiempo y forma debido a que se ve afectado la población ya que no llega la presión necesaria hasta las diferentes colonias que esta planta abastece. Rec. Financieros
5	Para la rehabilitación de diversas áreas de la planta potabilizadora que se encuentra en malas condiciones Se realiza una licitación pública en la cual participan varias empresas las cuales se apegan a las bases especificadas en las convocatorias para ser contratadas y realizar el trabajo correspondiente.	La empresa ganadora del trabajo a realizar se apeg a lo establecido en la licitación, pero si el recurso financiero no llega a tiempo la obra no se llega a concluir los trabajos esperados.
	<b>Social</b>	
1	Se realiza diariamente supervisión de todo el proceso por el jefe de planta y personal con conocimientos afines.	La falta de capacitación al personal diverso de la planta impide el buen funcionamiento dela misma.
3	Los trabajadores de las diferentes áreas cuentan con los instrumentos necesarios para realizar su trabajo.	Actualmente es poco el apoyo lo que dificulta muchas veces que el personal no realice sus actividades correctamente.
4	Se capacita al personal con la finalidad de obtener los conocimientos necesarios para un mayor rendimiento en sus actividades diarias.	Desde hace tiempo no se capacita al personal debido al poco interés por parte de los jefes inmediatos.
	<b>Tecnológica</b>	

3	En la planta se realizan mantenimientos preventivos e inspección visual, con la finalidad de tener definidos la problemática.	. La falta de personal impide que se realicen los mantenimientos preventivos en tiempo y forma.
5	Para realizar los mantenimientos los talleres utilizan los manuales técnicos de los equipos para una mejor reparación.	Falta de manuales y/o catálogos por parte del área de reparación de equipos dificulta el buen funcionamiento de los diferentes equipos reparados por los talleres, lo que trae consigo un menor tiempo de vida útil.
<b>Ambiental</b>		
1	Se verifica que los materiales, equipos de captación no generen riesgos, contaminantes hacia el río Grijalva. Por especificación de Norma Ambiental.	La falta de información por normas ambientales provoca afectación al río debido a que los operadores no tienen ese conocimiento.
2	El encargado de los equipo vigila que al terminar los mantenimiento en el área se encuentre libre de residuos que pueda afectar a los equipos y al medio ambiente.	La falta de conocimiento trae como consecuencia que no se lleve a cabo una buena limpieza al término de los trabajos operativos.
3	El operador encargado del proceso determina de acuerdo a su experiencia cuando tiene que realizar el desfogue correspondiente de lodos y lavado de filtros para mejorar el proceso.	Actualmente se hace pero sin tener un análisis de afectación al receptor (río Grijalva) Afectación al río.

Fuente: Aportación de expertos 2015.

En relación a los resultados obtenidos se observa que los expertos no se encuentran todos inmersos en la productividad del proceso de potabilización de la planta Villahermosa.

Posteriormente al analizar los resultados pretendidos se realizó una lluvia de ideas en la que se terminó el nombre de los factores que representara a las preguntas con las respuestas desfavorables que se presentaron de manera interna en el que se obtuvo como resultado los factores siguientes:

*Tabla 8.- Factores.*

<b>No.</b>	<b>Factores Cultural</b>	<b>Factor específico</b>
<b>2</b>	El personal que realiza la revisión de los equipos de captación utiliza algún formato para llevar a cabo el levantamiento en caso de falla.	Revisión de los equipos
<b>5</b>	El personal que realiza los mantenimientos preventivos y correctivos a los diferentes equipos instalados en captación y planta cuenta con la .capacitación necesaria para su correcta instalación de los equipos.	Falta de capacitación al personal.
<b>6</b>	La información del proceso de potabilización (calidad del agua) se lleva a cabo en archivo electrónico e impreso.	Falta de equipo de computo
<b>7</b>	Actualmente existen evidencias de reportes, registros e historiales de los diferentes mantenimiento a la planta en general.	Historial de mantenimiento generales (mecánicos, eléctricos y procesos)
<b>8</b>	Los operadores de la planta se ven afectados por la alta cantidad de turbiedad y	Las condiciones del rio

	color en el proceso de potabilización.	Grijalva origen de captación del agua.
	<b>Económica</b>	
4	La planta potabilizadora Villahermosa, tiene considerado en el programa operativo anual todos sus insumos para la operatividad de todo el año, para llevar a cabo el proceso de potabilización de manera adecuada.	Recursos financieros no planeados.
6	La falta de materiales, equipos en tiempo y forma así como la adquisición de nuevas tecnologías impiden el buen funcionamiento de la planta.	Adquisición escasa de Insumos.
9	Le otorgan los recursos económicos necesarios en caso de una contingencia.	Contingencia.
	<b>Política</b>	
4	La subordinación administrativa es el área responsable de gestionar los insumos necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Y que esta trabaje los 365 días del año	Falta de seguimiento en el proceso de gestión.
5	Para la rehabilitación de diversas áreas de la planta potabilizadora que se encuentra en malas condiciones Se realiza una licitación pública en la cual participan varias empresas las cuales se apegan a las bases especificadas en la convocatoria para ser contratadas y realizar el trabajo correspondiente.	Licitación Pública

	<b>Social</b>	
<b>1</b>	Se realiza diariamente supervisión de todo el proceso por el jefe de planta y personal con conocimientos afines.	Supervisión del proceso
<b>3</b>	Los trabajadores de las diferentes áreas cuentan con los instrumentos necesarios para realizar su trabajo.	Falta de material de trabajo.
<b>4</b>	Se capacita al personal con la finalidad de obtener los conocimientos necesarios para un mayor rendimiento en sus actividades diarias.	Falta de área de capacitación
	<b>Tecnológica</b>	
<b>3</b>	En la planta se realizan mantenimientos preventivos e inspección visual, con la finalidad de tener definidos la problemática.	Supervisión
<b>5</b>	Para realizar los mantenimientos los talleres utilizan los manuales técnicos de los equipos para una mejor reparación.	Reparación de equipo
	<b>Ambiental</b>	
<b>1</b>	Se verifica que los materiales, equipos de captación no generen riesgos, contaminantes hacia el rio Grijalva. Por especificación de Norma Ambiental.	Falta de información de la Nom.
<b>2</b>	El encargado de los equipo vigila que al terminar los mantenimiento en el área se encuentre libre de residuos que pueda afectar a los equipos y al medio ambiente.	Falta de precaución

3	El operador encargado del proceso determina de acuerdo a su experiencia cuando tiene que realizar el desfogue correspondiente de lodos y lavado de filtros para mejorar el proceso.	Condiciones ambientales.
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------

*Fuente: Aportación de expertos 2015.*

De esta información se obtendrá una lista de factores para realizar la matriz de influencia y se colocara un número a cada factor para realizar la matriz de influencias directas (MDI) que servirá para poder realizar el análisis estructural para procesarlo en el software MICMAC.

*Tabla 9.- Factores específicos.*

No.	Factor específico Cultural	Nombre corto del factor
2	Revisión de los equipos	Rev. Eq.
5	Falta de capacitación al personal.	Cap. Pers.
6	Falta de equipo de computo	Falt. Eq. Comp.
7	Historial de mantenimiento generales (mecánicos, eléctricos y procesos)	Hist. mantto.
8	Las condiciones del rio Grijalva de donde se capta el agua.	Condic. rRio.
	<b>Económica</b>	
4	Recursos financieros no planeados.	Rec. Financ.
6	Adquisición escasa de Insumos	Adq. Ins.
9	Contingencia.	Conting.

	<b>Política</b>	
<b>4</b>	Falta de seguimiento en el proceso de gestión.	Falt. Seg. Gest.
<b>5</b>	Licitación Pública	Lic. Pub.
	<b>Social</b>	
<b>1</b>	Supervisión del proceso	Superv. Proc.
<b>3</b>	Falta de material.	Falt. Mat.
<b>4</b>	Falta de área de capacitación	Falt. Ar. Cap.
	<b>Tecnológica</b>	
<b>3</b>	Supervisión	Superv.
<b>5</b>	Reparación de equipo	Rep.Eq.
	<b>Ambiental</b>	
<b>1</b>	Falta de información de la Nom.	Falt. Norm. Amb.
<b>2</b>	Falta de Precaución	Falt. Prec.
<b>3</b>	Condiciones ambientales.	Cond. Amb.

*Fuente: Aportación de expertos 2015.*

Una vez de definir cada uno de los factores se realizó la matriz de influencia directa donde se introduce los datos al programa MICMAC, como se muestra en la siguiente tabla No. 7.

De modo que la matriz se va completando línea por línea evaluando sistemáticamente cada variable, si actúa sobre cada una de las otras variables esto significa que la matriz que se presenta de 20 factores generara un total de 380 preguntas.

Seguidamente se considerará las columnas de la matriz, se observará la dependencia directa ejercida sobre una determinada variable, todas las influencias directas que ejercen sobre las demás variables.

Tabla 10.- Matriz de influencias directas.

	1 : REV. EQ.	2 : CAP. PERS.	3 : FALT. EQ.	4 : HIST. MANT	5 : CONDIC. RI	6 : REC. FINAN	7 : ADQ. INS.	8 : CONTING.	9 : FALT SEG.	10 : LIC. PUB.	11 : SUPERV. PROC.	12 : FALT MAT.	13 : FALT. AR.	14 : SUPERV.	15 : REP. EQ.	16 : FALT NORM	17 : FALT PREC	18 : COND. AMB.
1 : REV. EQ.	0	3	0	2	1	3	3	0	3	0	2	3	2	3	3	1	0	3
2 : CAP. PERS.	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	2	3	0	3	0	3	3
3 : FALT. EQ.	0	0	0	3	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
4 : HIST. MANT	3	1	3	0	0	1	1	0	3	0	1	0	0	0	3	0	0	0
5 : CONDIC. RI	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	3	2	3	3	2
6 : REC. FINAN	2	3	3	2	0	0	3	1	1	3	3	3	3	1	2	0	0	0
7 : ADQ. INS.	3	0	3	0	0	3	0	2	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0
8 : CONTING.	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	3	3	0	1	0	3	1	0
9 : FALT SEG.	3	0	3	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0
10 : LIC. PUB.	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
11 : SUPERV. PROC.	3	3	1	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0
12 : FALT MAT.	3	0	3	3	0	3	3	1	2	3	0	0	0	3	3	0	0	0
13 : FALT. AR.	3	3	3	2	1	0	1	0	1	3	0	3	0	3	1	0	0	0
14 : SUPERV.	3	2	0	0	0	0	0	3	1	0	3	2	2	0	2	3	0	3
15 : REP. EQ.	3	3	0	3	1	3	1	3	3	0	3	3	0	2	0	1	0	2
16 : FALT NORM	1	0	0	0	3	3	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	3	0
17 : FALT PREC	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	2	0	3
18 : COND. AMB.	3	3	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0

Fuente: Aportación de expertos 2015.

Software MICMAC donde se analizó la Matriz de Influencias Directas, e identificando la Matriz, mostrando el porcentaje de las características en la siguiente tabla 8.

Tabla 11.- Características de la Matriz

<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
Tamaño de la Matriz	18
Numero de iteraciones	3
Numero de ceros	167
Número de unos	37
Numero de dos	25
Numero de tres	95
Numero de P	0
Total	157
Porcentaje	48.45679%

*Fuente: Aportación de 10 expertos.*

De igual manera se aprecia la suma desglosada de la matriz de influencias directas.

Resultado de los valores de motricidad y dependencia:

Toda variable que presenta una motricidad mayor, de igual modo con la dependencia puede ser clasificada de acuerdo a sus valores de motricidad y dependencia, el método sugiere el cálculo de las relaciones, es posible saber cuánto influye una variable en otra a través de una tercera, a continuación se aprecian los siguientes valores en la tabla 9.

Tabla 12.- Valores de motricidad y dependencia.

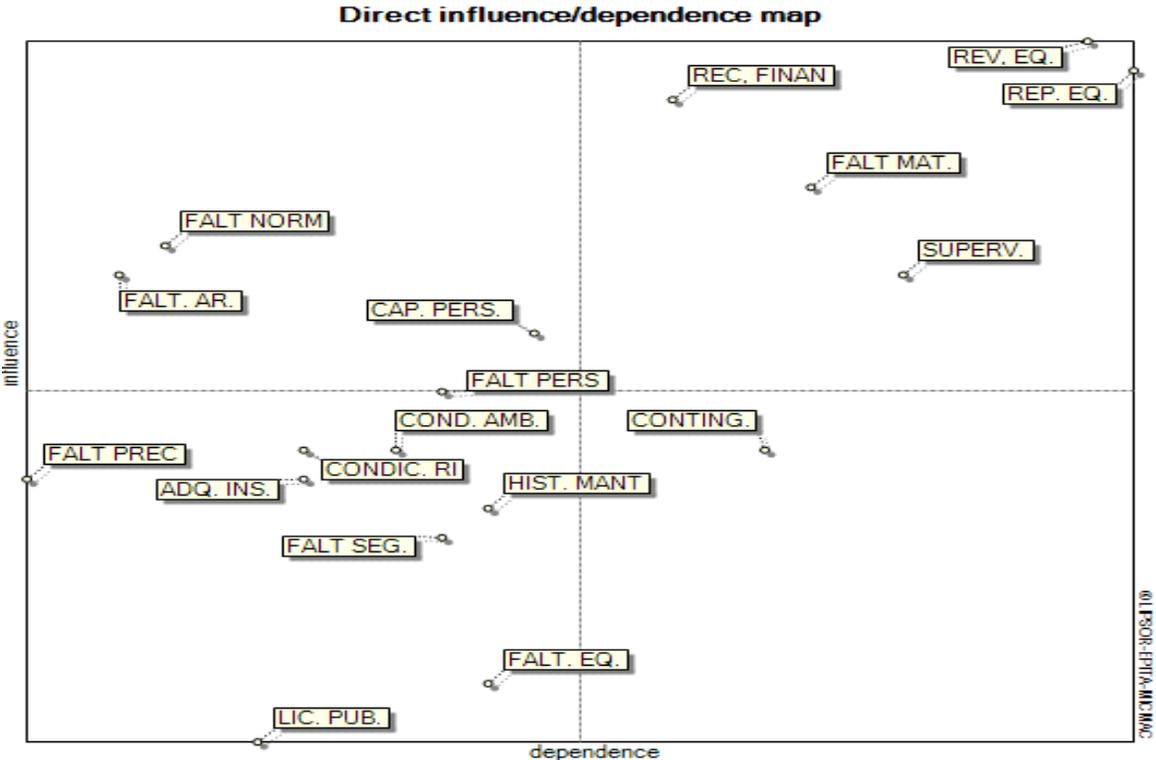
No. Factores	Factor descripción	Valores de motricidad	Valores de dependencia
1	Revisión de los equipos	32	33
2	Falta de capacitación al personal	22	21
3	Falta de equipo de computo	10	20
4	Historial de mantenimiento generales mecánicos, eléctricos y procesos	16	20
5	Las condiciones del rio Grijalva de donde se capta el agua	18	16
6	Recursos financieros	30	24
7	Adquisición de insumos	17	16
8	Contingencia	18	26
9	Falta de seguimiento en el proceso de gestión	15	19
10	Licitación publica	8	15
11	Supervisión de proceso	20	19
12	Falta de material	27	27
13	Falta de área de capacitación	24	12
14	Supervisión	24	29
15	Reparación de equipo	31	34
16	Falta de información de la NOM	25	13
17	Falta de precaución	17	10
18	Condiciones ambientales	18	18
	Totales	372	372

Fuente: Aportación del investigador 2015.

Con los valores de motricidad y dependencia para cada variable resultante de la matriz, se establecieron las variables claves mediante una clasificación directa, para ello se representaron gráficamente los valores de motricidad y dependencia de las variables en un plano cartesiano dividido en cuatro zonas o cuadrantes identificadas (ver grafica 19).

Colocando en el eje de las ordenadas la motricidad y en el eje de las abscisas los valores de dependencia, para determinar el límite de las zonas o cuadrantes. Con estos valores de motricidad y dependencia se obtienen una interacción que surge a partir de la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora.

Grafica 19. Plano de Motricidad –Dependencia.



Fuente: Software MICMAC.

Las matrices en el análisis estructural son las influencias directas que alimentan los datos del MICMAC.

Análisis del proceso de productividad de la planta potabilizadora Villahermosa. Las matrices y potenciales surgen de los procesos de interacción, mediante cálculos matriciales hizo 2 corridas que permitieron obtener estabilidad.

Las variables que intervienen en el proceso de productividad de la planta potabilizadora Villahermosa, cada una de ella se relaciona a un indicador de motricidad y dependencia en el sistema. se puede mostrar un plano de motricidad-dependencia (directa, Indirecta ó Potencial), se aprecia con el software utilizado MICMAC.

**VARIABLES INFLUYENTES Ó MOTRICES:** El factor capacitación del personal forma parte de las variables influyentes este factor influye en relación a los análisis de la productividad del proceso de potabilización de la planta Villahermosa.

**VARIABLES CLAVES:** Los factores falta de mantenimiento, recursos financieros, supervisión son representaciones claves de la investigación por lo cual se ubican en la parte superior derecha de la productividad del proceso de potabilización en la planta Villahermosa.

**VARIABLES AUTÓNOMAS:** Los siguientes factores Falta de seguimiento, adquisición de insumos, condiciones ambientales son variables autónomas ya que no contribuyen a la parte determinante para la planta, productividad del proceso de potabilización

**VARIABLES DEPENDIENTES:** El factor contingencia, es una variable dependiente ya que se encuentra en el cuarto cuadrante del gráfico y es una variable influyente.

**VARIABLES RESULTADOS:** Esta variable no se puede describir en el sistema.

**Variables objetivo o blanco:** El factor supervisión representa objetivos para el sistema en su totalidad.

**Variables reguladoras o palanca:** El factor historial de mantenimiento es representativa en las variables reguladoras, actúa como una variable de importancia en la productividad del proceso de potabilización de la planta para lograr los objetivos del sistema.

**Variables de riesgo:** Los factores de reparación de equipos y revisión de equipos representan a las variables de riesgo por lo cual se sitúan en forma diagonal, destacando ruptura para la productividad del proceso en el sistema.

**Variables de nivel secundario:** Este factor es el de falta de precaución, importante se encuentra en el tercer cuadrante en la parte superior, nos dicen que actuar sobre ellas significa hacer evolucionar a esas variables reguladoras que a su vez afectan a la evolución de las variables claves.

**Variables de entorno o de contexto:** No se encuentran representando algún factor que pueda estar dentro de entorno o del contexto.

De lo anterior se define cada una de las variables que tienen una sobre otra según el cuadrante que ocupen en el plano cartesiano, en la zona de poder se ubican las variables de alta motricidad y de baja a media dependencia.

Con los resultados obtenidos las variables encontradas en la zona de poder presentan una motricidad mayor y una dependencia menor son variables condicionantes debido a la gran influencia que ejercen sobre las demás, lo que significa su elevado nivel de motricidad y poca dependencia se requiere tomar acciones directas e inmediatas sobre cada una de ellas.

Tabla 13.- Relación de factores.

<b>Factores</b>	<b>Variable de conflictos</b>
<b>2</b>	Falta de capacitación al personal
<b>13</b>	Falta de área de capacitación
<b>16</b>	Falta de información de la NOM.
<b>Claves relevantes</b>	
<b>6</b>	Recursos financieros
<b>12</b>	Falta de material
<b>Autónomas</b>	
<b>3</b>	Falta de equipo de computo
<b>4</b>	Historial de mantenimiento generales mecánicos, eléctricos y procesos
<b>5</b>	Las condiciones del rio Grijalva de donde se capta el agua
<b>7</b>	Adquisición de insumos
<b>9</b>	Falta de seguimiento en el proceso de gestión

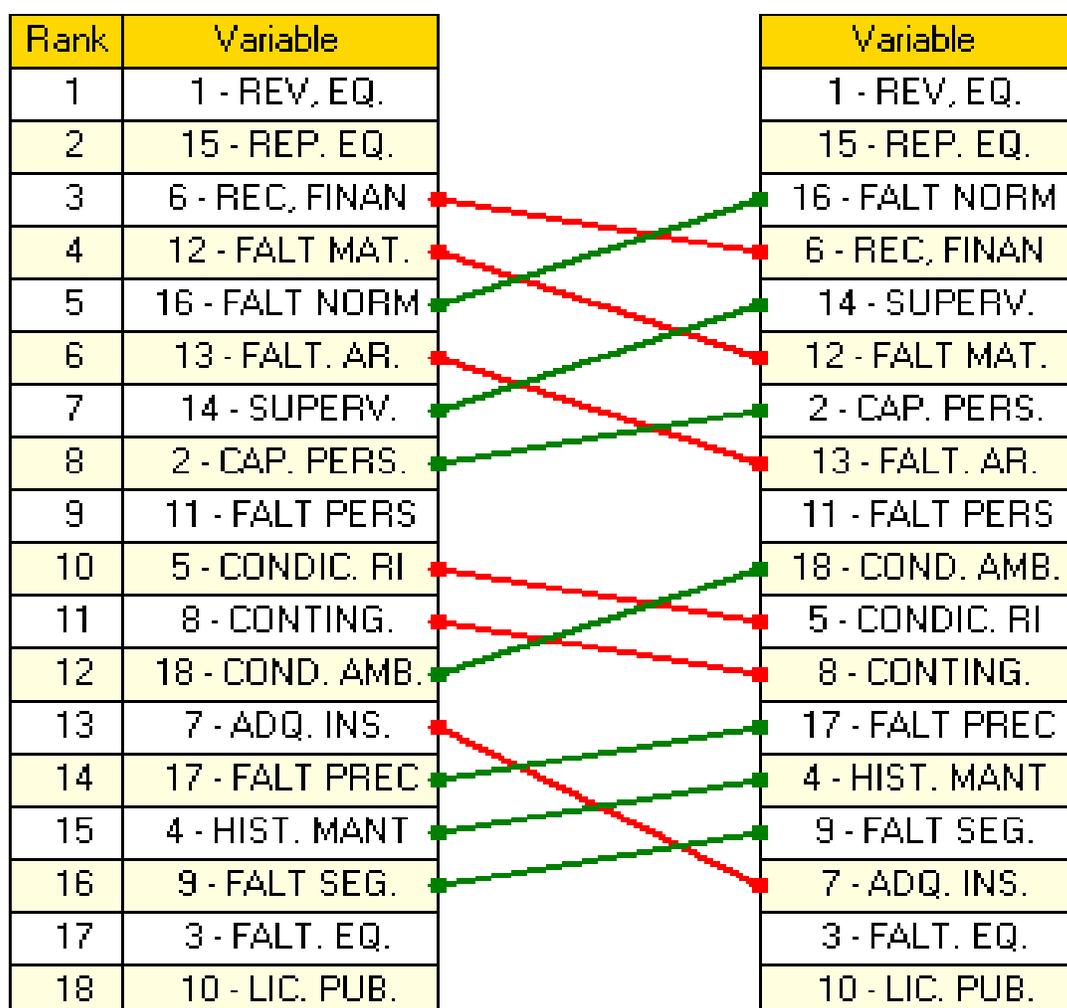
<b>10</b>	Licitación publica
<b>Riesgos</b>	
<b>1</b>	Revisión de los equipos
<b>15</b>	Reparación de equipo
<b>Objetivos</b>	
<b>14</b>	Supervisión
<b>Secundario</b>	
<b>17</b>	Falta de precaución
<b>Reguladoras</b>	
<b>8</b>	Contingencia
<b>11</b>	Supervisión de proceso
<b>18</b>	Condiciones ambientales
<b>Dependientes</b>	
<b>Resultados</b>	

*Fuente: Aportación del investigador 2015.*

De acuerdo con los resultados obtenidos, las variables encontradas en la zona de poder presentan una motricidad mayor y una dependencia menor se caracterizan por ser variables condicionantes debido a la gran influencia que ejercen sobre las demás, lo cual significa que por su elevado nivel de motricidad y poca dependencia se requiere tomar acciones directas e inmediatas sobre ellas.

Figura 9.- Clasificación variables influencia (software MICMAC).

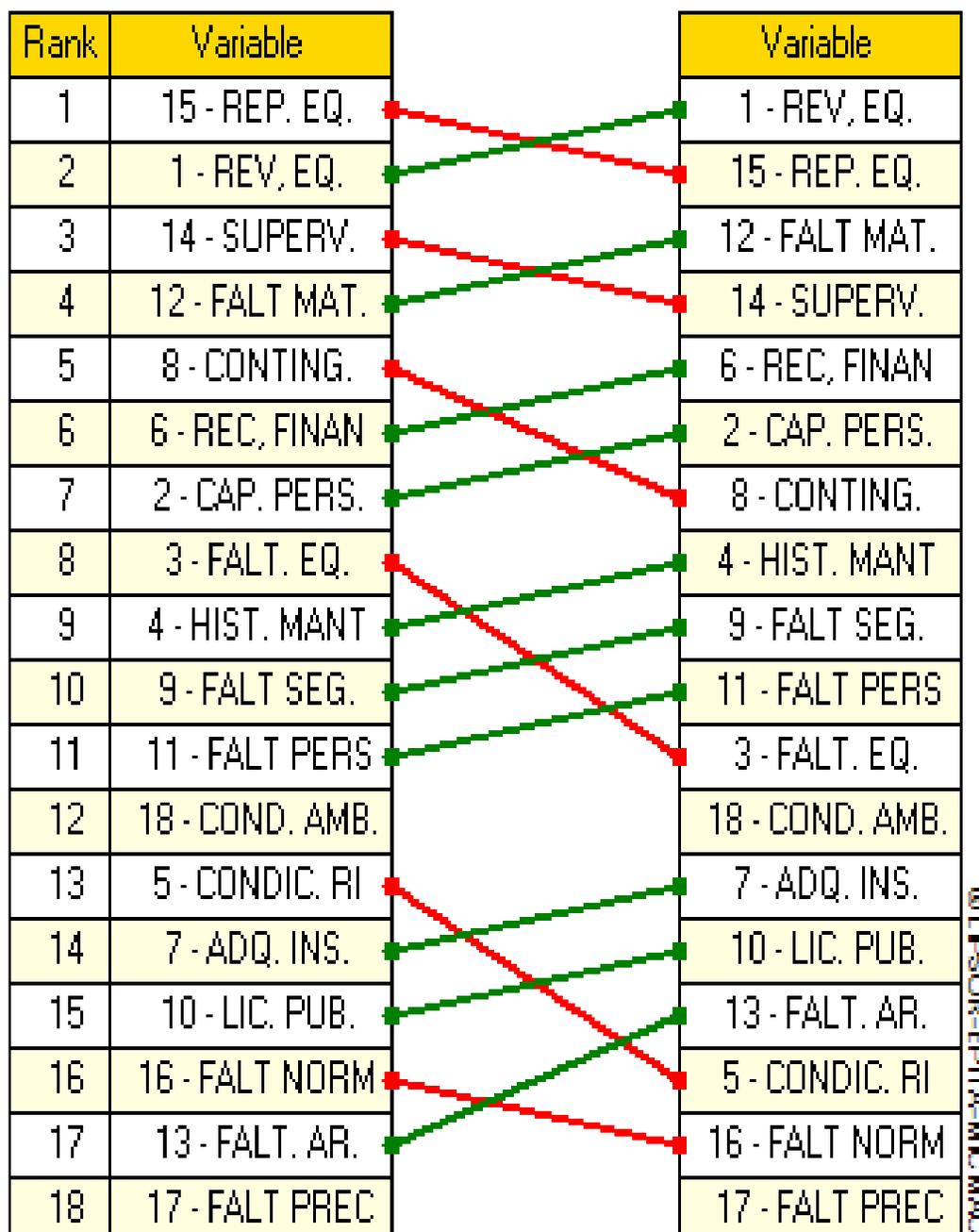
### Classify variables according to their influences



Fuente: percepción del autor 2015

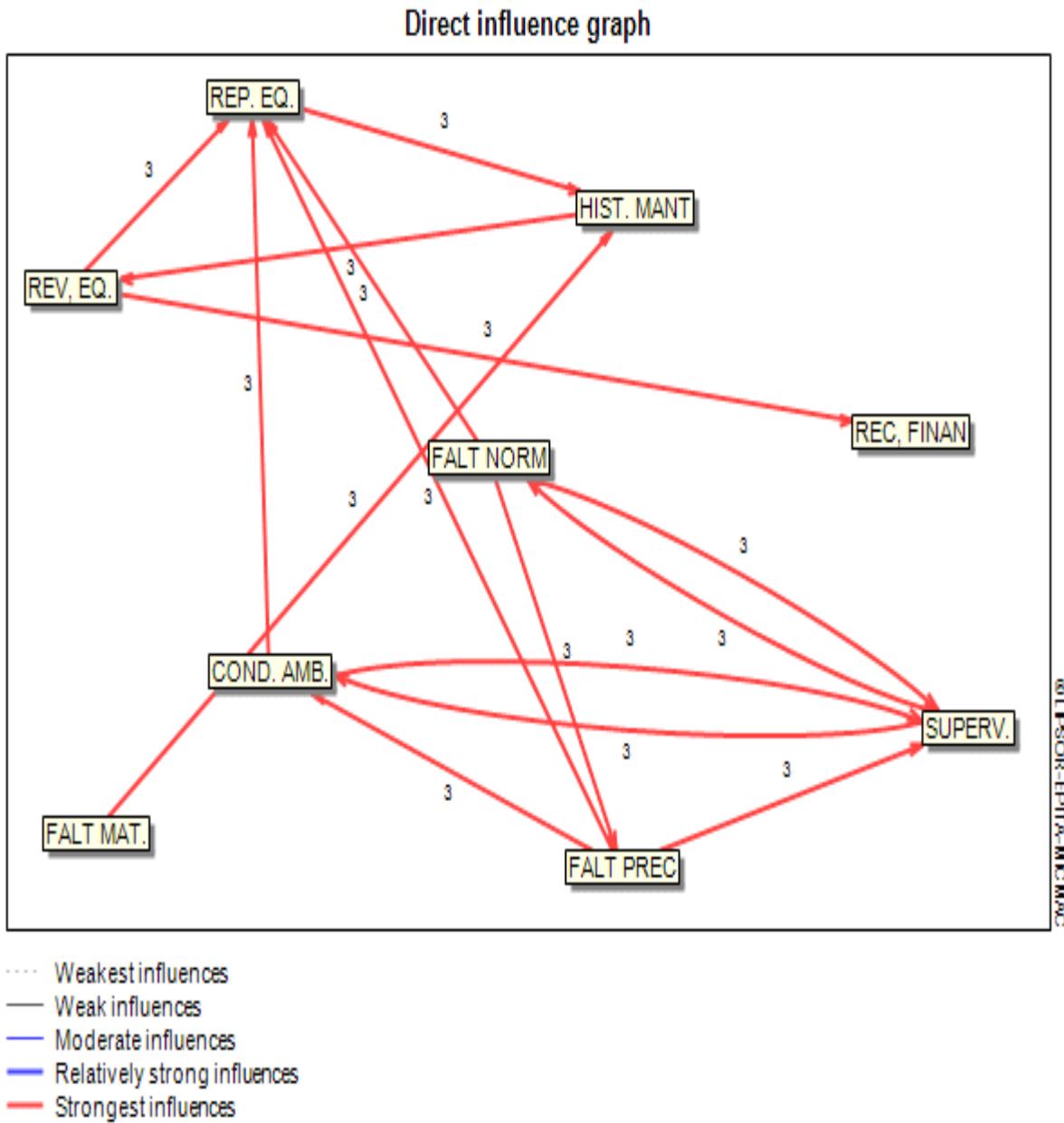
Figura 10.- Clasificación variables dependencia (software MICMAC).

### Classement par dépendance



Fuente: Percepción del autor 2015

Grafica 20. Gráficos de influencia (software MICMAC).



Fuente: Percepción del autor 2015.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO DE LA PROPUESTA.**

#### **4.1 Introducción.**

Una vez obtenido el panorama de la perspectiva a través del programa software MICMAC, se conocieron los factores que inciden en la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa, así mismo se enlistaron los factores y se plasmaron en el plano cartesiano mostrando motricidad y dependencia en los diferentes cuadrantes los cuales son de influencias, claves, autónomas y dependientes.

Realizada la identificación de las variables que influyen en la productividad del proceso de potabilización se procede a estructurar una propuesta a través del diseño de un modelo.

Lo anterior para que impulse a la planta potabilizadora Villahermosa a lograr beneficios en el proceso ofreciendo mayor calidad reflejándose en la productividad para tener una mejor organización en todos sus aspectos.

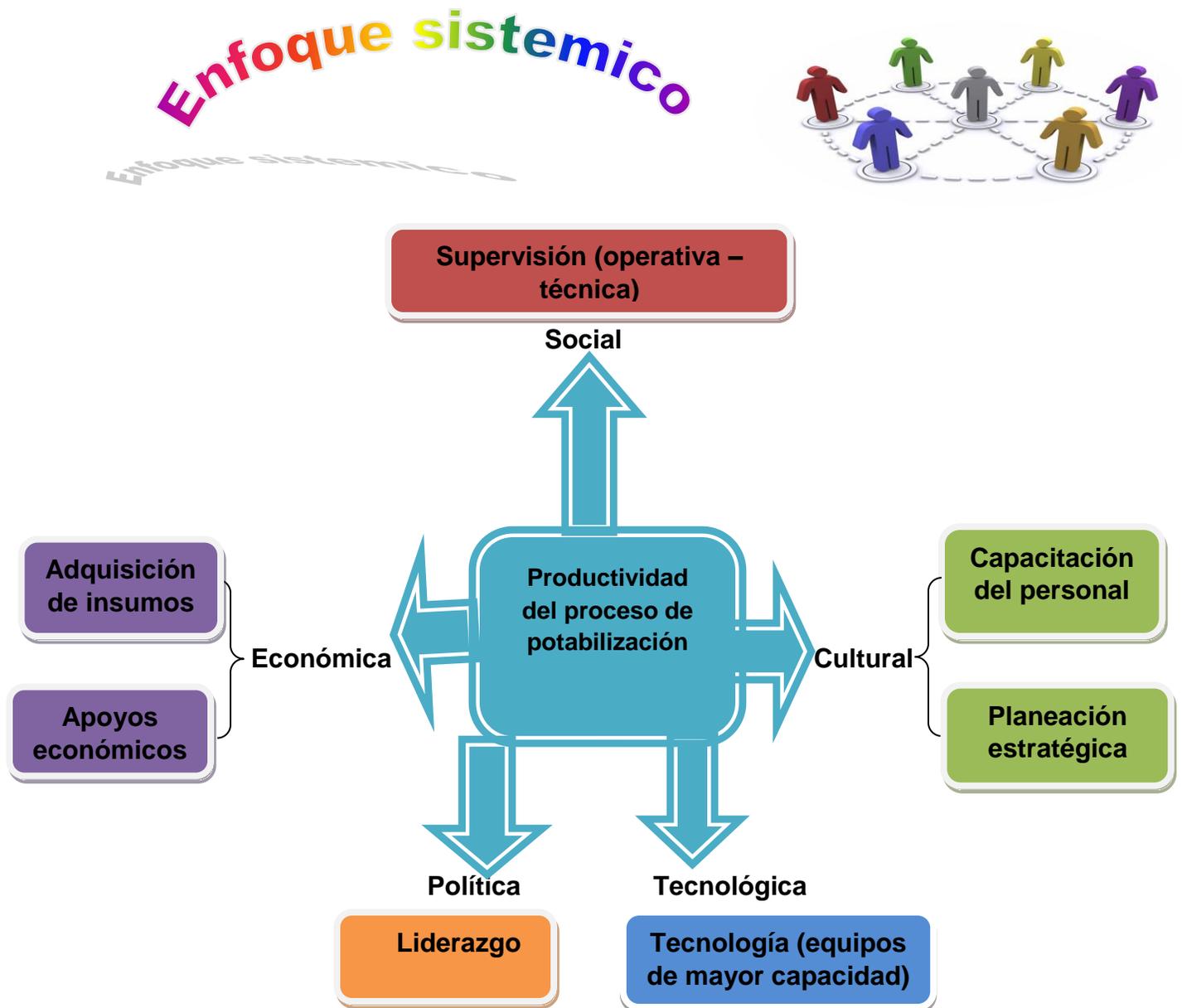
#### **4.2. Modelo de Propuesta para el mejoramiento de los factores que inciden en la Productividad del Proceso de Potabilización de la Planta Potabilizadora Villahermosa.**

El modelo figura 10, propone generar una evolución significativa de los diferentes factores claves que inciden en la productividad del proceso de potabilización de la Planta potabilizadora Villahermosa, que fueron examinados a través de instrumentos de medición y programa software MICMAC.

Se puede observar que depende de todas las variables que intervienen a su alrededor para obtener un resultado e identificar las problemáticas actuales que fueron detectadas a través del diagnóstico anterior. Esto ayudará a que los

factores y variables que inciden en la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa, se tomen las acciones correspondientes y las interrelaciones entre sí para obtener una mejora continua en cada uno de los factores y variables

Figura 11. Modelo para mejorar la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa, Tabasco.



Fuente. Percepción del autor 2015.

### **4.3. Acciones propuestas de los factores que inciden en la productividad del proceso de la planta potabilizadora Villahermosa.**

#### **Capacitación del personal (administrativo y operativo).**

La capacitación del personal es muy importante debido a que hoy en día se está evaluando al capital humano mediante el cual se mide su productividad en el trabajo. En el sistema se deben de dar las bases para que sus colaboradores tengan la preparación necesaria y especializada que les permita enfrentarse en mejores condiciones de sus tareas diarias.

#### **Liderazgo.**

Se debe de contar con el personal con conocimientos afines que tengan liderazgo y capacidad de gestión en la toma de decisiones para resolver los problemas que se presentan constantemente en la productividad de la planta.

#### **Tecnología (equipos de mayor capacidad).**

Factor importante que influye hoy en día para llevar a cabo el proceso de potabilización, ya que los equipos con los que se trabajan actualmente no se encuentran en condiciones adecuadas y requieren de equipos que den el gasto necesario para poder llevar a cabo un buen proceso con calidad.

Otros beneficios serian hacer alianzas con los proveedores que surten los equipos que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas de acuerdo al tipo de agua que se maneja para poder tener equipos que satisfagan las necesidades de acuerdo a las condiciones ambientales.

#### **Adquisición de insumos (reactivos y materiales).**

Se considera importante para el desempeño y productividad en el proceso de la planta potabilizadora contar con la adquisición de insumos y materiales necesarios

para cumplir en tiempo y forma en el proceso y calidad del agua a la población en general.

### **Planeación estratégica.**

La implantación de estrategias para cumplir con los requerimientos necesarios en el sistema y poder desarrollar los programas de calidad y productividad que influye sobre los resultados del proceso.

### **Supervisión (operativa-técnica).**

Contar con la supervisión operativa en cada área del proceso para obtener una mejor productividad.

### **Apoyos económicos gubernamentales.**

El Gobierno municipal tiene que comprender que es importante invertir en infraestructura y para el crecimiento de la población tanto económico como y dar respuesta a la sociedad en general, ya que sobre todo aumenta la calidad de vida.

La inversión en infraestructura es la base para potenciar el sistema económico y sobre todo en la creación de empleo, en el sector productivo, lo que permitirá a la vez mantener de una forma satisfactoria los servicios en cualquier sociedad.

Es muy importante en la productividad de la planta en virtud de que se requiere de este recurso para poder llevar a cabo las labores que se requieren tanto en recursos humanos como materiales, equipos diversos, que se utilizan en el proceso de potabilización.

Ya que sin esto no es posible la mejora continúa que se requiere cumplir con los fines establecidos en dicho sistema para el beneficio de la población.

## **CONCLUSION.**

La identificación de estas variables sobre la productividad de la planta potabilizadora tienen un impacto importante sobre los resultados de un proceso conduce al poder identificar los factores que están afectando a la productividad y esto nos lleva al análisis para la mejora.

En lo cual se ha llevado a cabo el trabajo detallado con las personas expertas en la problemática estudiada, cabe señalar que de no haber sido así, la investigación se hubiese tornado subjetiva; ya que los factores que conforman las variables antes mencionadas no pueden ser medidas cuantitativamente.

En esta investigación se utilizaron las herramientas, que nos proporcionaron confiabilidad a los resultados de esta investigación.

En relación a los datos expuestos se toman como pauta para el diseño de una propuesta de mejora del investigador, haciendo énfasis en las variables de que existen altos índices que la productividad del proceso de potabilización se está viendo afectada, en donde se buscará su mejoramiento en la propuesta planteada.

## **RECOMENDACIONES.**

Se necesita la revisión de la problemática más fondo por personal técnico especializado o a través de instituciones educativas y llevar esta información hasta las instancias donde sea posible mejorar la problemática del agua potable de la planta Villahermosa.

Eliminar el sobreflujo en el proceso, lo que implica la construcción de nueva planta potabilizadora en las periferia de la ciudad con una capacidad tal que satisfaga la demanda actual e incluso la demanda posible en los próximos años.

Que el Jefe de la Planta Potabilizadora, sea un personal que cuente con los estudios mínimos de licenciatura para el buen funcionamiento de la misma.

Contar con grupos multidisciplinarios en cada una de las áreas, sujeto a constante capacitaciones para poder ofertar un mejor conocimiento en sus tareas asignadas.

Contar con la supervisión operativa en cada área del proceso para obtener una mejor productividad.

Instalar una planta de Luz de emergencia en el área de captación por tener algunas veces la necesidad de trabajar operativamente en cambios de equipos a diferentes horas de la noche.

En el sistema de captación en sus componentes mecánicos incluyendo el engrasado periódico de los motores y bomba, monitoreo de los equipos e instalando equipos de relevo para permitir el mantenimiento sin interrumpir el trabajo de costumbre.

Se requiere implementar programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo a los elementos mecánicos a las recomendaciones de los proveedores.

Rehabilitar completamente el sistema de purgas de los sedimentadores y de los filtros que actualmente no están funcionando, material filtrante, esto incluye

reinstalación de válvulas, reparación de diversas fugas.

Rehabilitar el sistema mecánico de floculación que actualmente está completamente fuera de servicio.

En el sistema de válvulas de control de entrada y salida de flujo de los filtros que permiten realizar el retro lavado de dichas unidades así como todos los agitadores, que se utiliza para desincrustar el medio filtrante.

Cabe mencionar que la falta de dichos módulos en los sedimentadores está causando serios problemas en el proceso, porque no se cumple con la sedimentación de alta tasa que establece el diseño de dichas unidades y el problema más visible es la acumulación de lodos en la superficie de los filtros.

Se considera acciones de complemento a estas propuestas, como puede ser: El mantenimiento de la red de distribución y la supervisión continúa de los puntos de cloración en pre cloración y post cloración a través del proceso.

## **BIBLIOGRÁFICA.**

A. M. Montiel, F. Rius F.J Barón. Elementos Básicos de Estadística Económica y Empresarial. Editorial Prentice Hall.

Bain, David. Productividad, Editorial McGraw-Hill, México, 1997.

Butcher, W. "Closing our 'Productivity Gap', Keyto U.S. Economic Health" Ind. Eng., volumen 11, N° 12, Diciembre de 1979.

CCE, Comisión de las Comunidades Europeas, Libro Blanco sobre el crecimiento, competitividad y empleo: Retos y pistas para entrar al siglo XXI, 1993.

Everet, A. et. al., Productividad y Calidad, Editorial Trillas, segunda reimpresión, México, 1994.

Ghobadian, A. y Husbahd, T. "Measuring Total Productivity Using Productions Functions", Int. J. Prod. Res. , 1990, vol. 28, N° 8.

Hampton, David. Administración, Editorial McGraw-Hill, México, 1992.

Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, 2004.

Inegi. "El ABC de la productividad", México, 1997.

Kast, F. y Rosenzweig, J. Administración en las Organizaciones, Editorial McGraw-Hill, cuarta edición, México, 1993.

Lawlor, Alan, Productivity improvement manual, Aldershot, Reino Unido, Gower, 1985.

Linstone, H., Turoff, M (1975). The Delphi Method. Techniques and Applications. Editorial Addison-Wesley. E.U.

Machuca, J. D. et al, Dirección de Operaciones, Editorial McGraw-Hill, Madrid, España, 1995.

Mojica, Sastoque Francisco. La Prospectiva, 1999.

*Pacheco Espejel Arturo Andrés. Libro introducción a la Ingeniería Industrial (2007).*

Prokopenko, J. La Gestión de la productividad, Editorial Noriega-Limusa, México, 1991.

Sánchez, F. y otros (1998). Psicología social. Madrid: McGraw-Hill.

Terence J. McGhee. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ingeniería Ambiental Sexta Edición.

Cuestionarios y encuestas. Consultado el 24 de mayo de 2011. Disponible en:  
<http://es.scribd.com/doc/256584/CUESTIONARIOS-Y-ENCUESTAS>

Revista Electrónica de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura. ISSN 2174-6850.  
Divulgando conocimiento desde 1988.

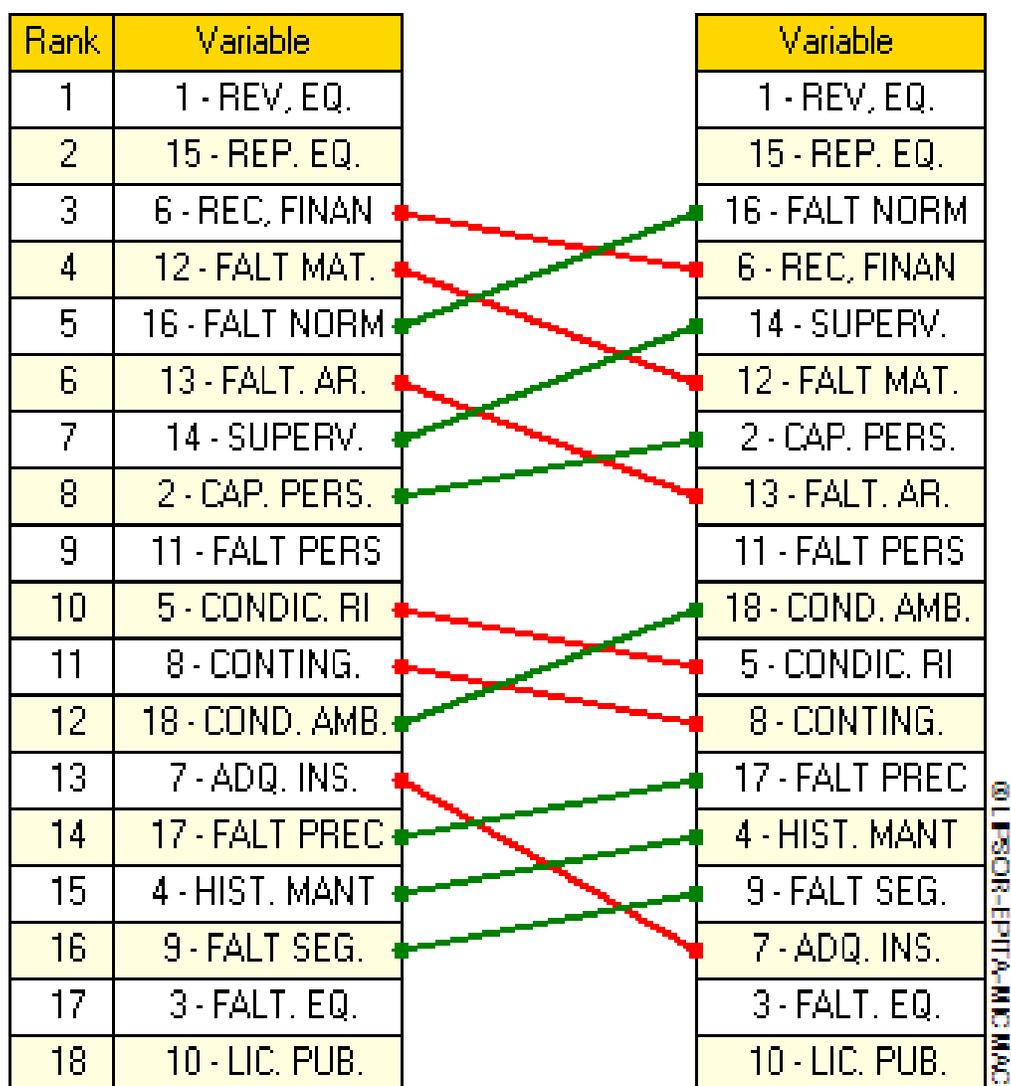
<http://www.monografias.com/trabajos40/nueva-cultura-laboral/nueva-cultura>.

*Conagua.*

# ANEXOS

Figura 9. Clasificación variables influencia (software MICMAC).

### Classify variables according to their influences



Fuente: percepción del autor 2015

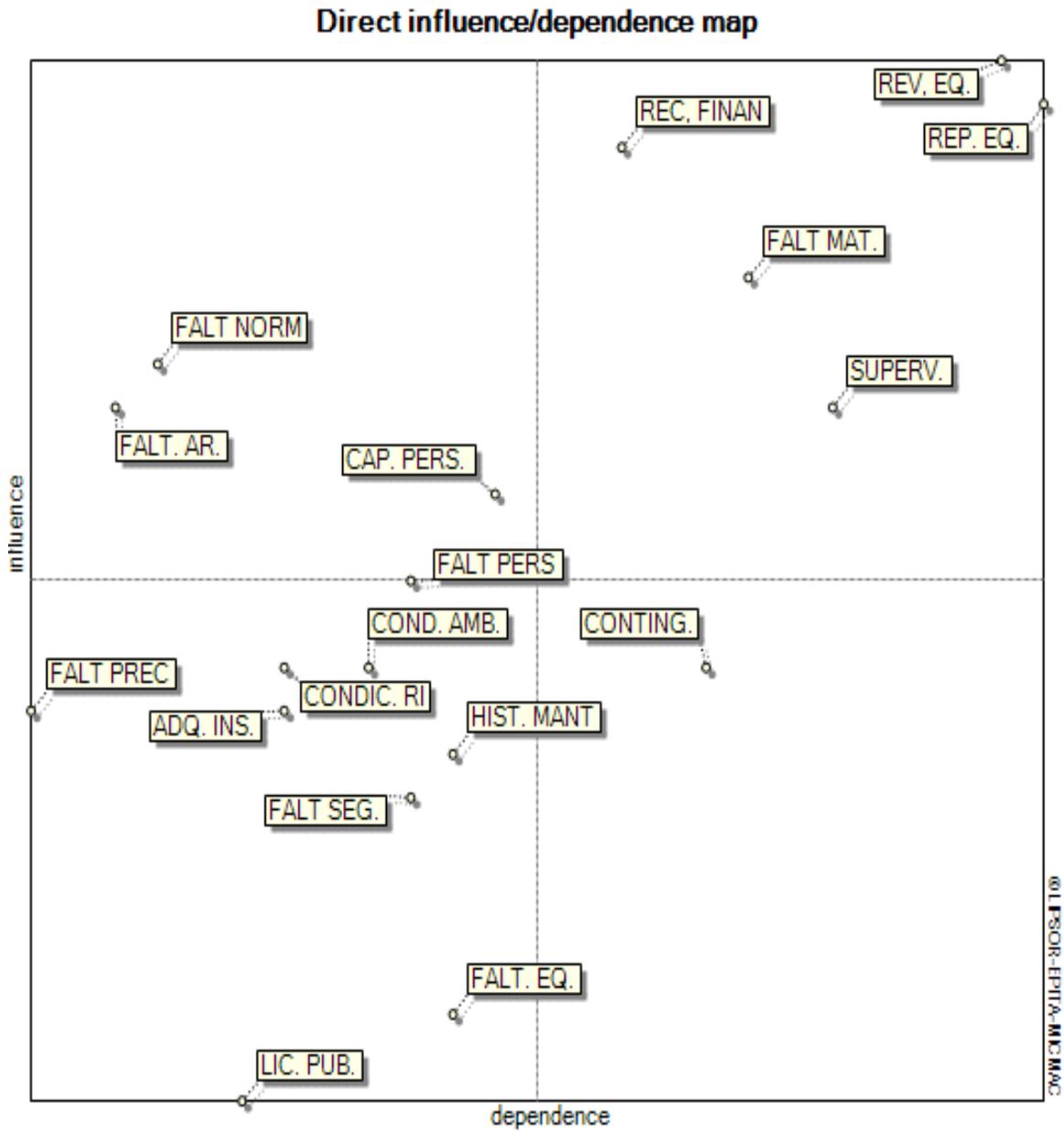
Figura 10. Clasificación variables dependencia (software MICMAC).

### Classement par dépendance

Rank	Variable		Variable
1	15 - REP. EQ.		1 - REV. EQ.
2	1 - REV. EQ.		15 - REP. EQ.
3	14 - SUPERV.		12 - FALT MAT.
4	12 - FALT MAT.		14 - SUPERV.
5	8 - CONTING.		6 - REC. FINAN
6	6 - REC. FINAN		2 - CAP. PERS.
7	2 - CAP. PERS.		8 - CONTING.
8	3 - FALT. EQ.		4 - HIST. MANT
9	4 - HIST. MANT		9 - FALT SEG.
10	9 - FALT SEG.		11 - FALT PERS
11	11 - FALT PERS		3 - FALT. EQ.
12	18 - COND. AMB.		18 - COND. AMB.
13	5 - CONDIC. RI		7 - ADQ. INS.
14	7 - ADQ. INS.		10 - LIC. PUB.
15	10 - LIC. PUB.		13 - FALT. AR.
16	16 - FALT NORM		5 - CONDIC. RI
17	13 - FALT. AR.		16 - FALT NORM
18	17 - FALT PREC		17 - FALT PREC

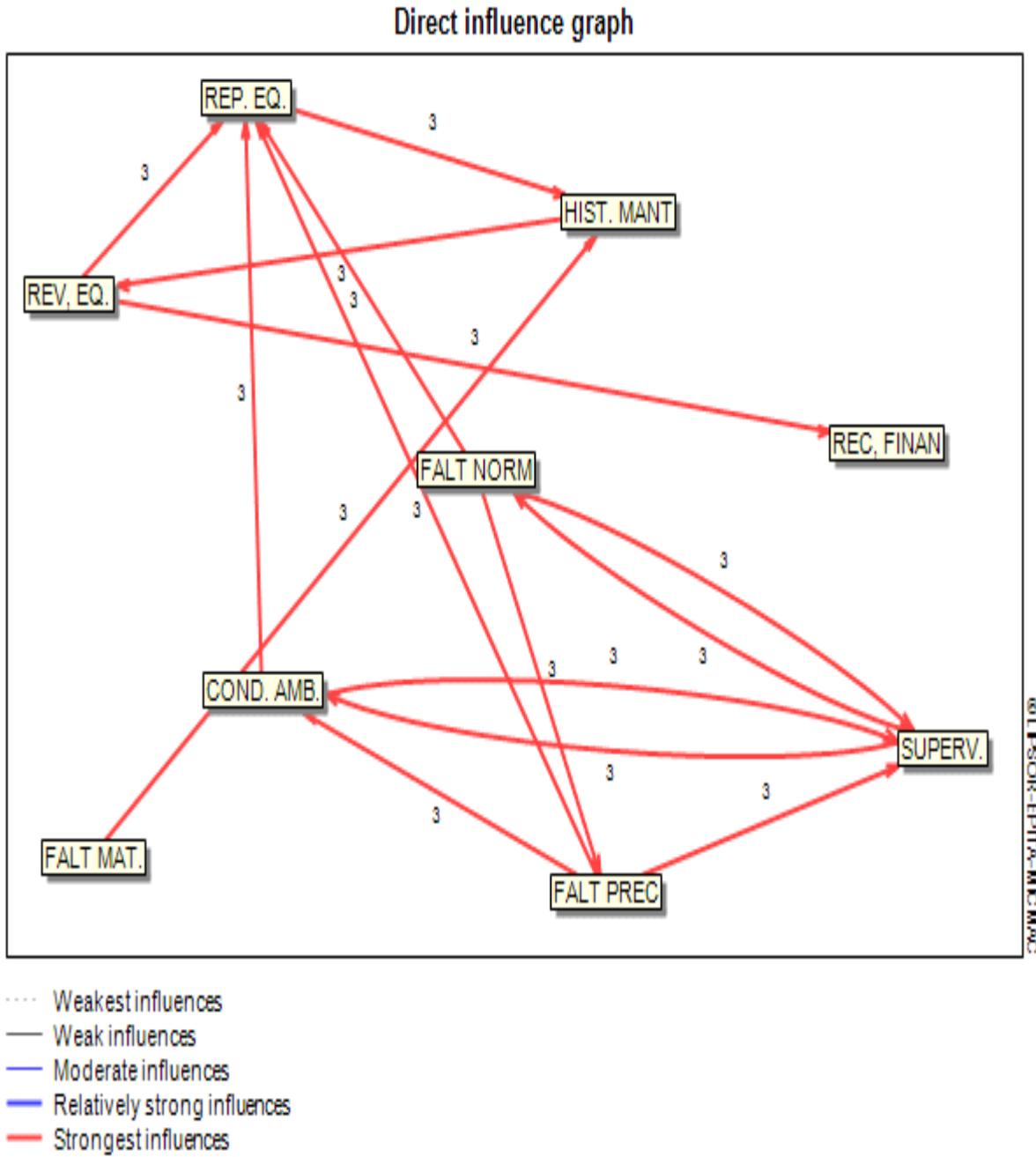
Fuente: Percepción del autor 2015

Grafica 19. Plano de Motricidad –Dependencia.



**Fuente:** Software MICMAC.

Grafica 20. Gráficos de influencia (software MICMAC).



Fuente: Percepción del autor 2015.

Tabla 4. Criterios de valoración.

Variables X(i,j)	Criterios de valoración.
Nulo (0)	La variable i no tiene ningún tipo de influencia sobre la variable j.
Débil (1)	La variable i tiene una influencia débil sobre la variable j.
Moderado (2)	La variable i influye en forma importante sobre la variable j.
Fuerte (3)	La variable i es determinante, e influye de forma directa y decisiva sobre la variable j.
P	Influencia potencial.

Fuente: Mojica, Sastoque Francisco. La Prospectiva 1999.

Tabla 10. Matriz de influencias directas.

	1 : REV. EQ.	2 : CAP. PERS.	3 : FALT. EQ.	4 : HIST. MANT	5 : CONDIC. RI	6 : REC. FINAN	7 : ADQ. INS.	8 : CONTING.	9 : FALT SEG.	10 : LIC. PUB.	11 : SUPERV. PROC.	12 : FALT MAT.	13 : FALT. AR.	14 : SUPERV.	15 : REP. EQ.	16 : FALT NORM	17 : FALT PREC	18 : COND. AMB.
1 : REV. EQ.	0	3	0	2	1	3	3	0	3	0	2	3	2	3	3	1	0	3
2 : CAP. PERS.	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	2	3	0	3	0	3	3
3 : FALT. EQ.	0	0	0	3	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
4 : HIST. MANT	3	1	3	0	0	1	1	0	3	0	1	0	0	0	3	0	0	0
5 : CONDIC. RI	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	3	2	3	3	2
6 : REC. FINAN	2	3	3	2	0	0	3	1	1	3	3	3	3	1	2	0	0	0
7 : ADQ. INS.	3	0	3	0	0	3	0	2	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0
8 : CONTING.	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	3	3	0	1	0	3	1	0
9 : FALT SEG.	3	0	3	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0
10 : LIC. PUB.	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
11 : SUPERV. PROC.	3	3	1	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0
12 : FALT MAT.	3	0	3	3	0	3	3	1	2	3	0	0	0	3	3	0	0	0
13 : FALT. AR.	3	3	3	2	1	0	1	0	1	3	0	3	0	3	1	0	0	0
14 : SUPERV.	3	2	0	0	0	0	0	3	1	0	3	2	2	0	2	3	0	3
15 : REP. EQ.	3	3	0	3	1	3	1	3	3	0	3	3	0	2	0	1	0	2
16 : FALT NORM	1	0	0	0	3	3	0	3	0	0	3	3	0	3	3	0	3	0
17 : FALT PREC	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	2	0	3
18 : COND. AMB.	3	3	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0

Fuente: Aportación de expertos 2015.

Tabla 11. Características de la Matriz

<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
Tamaño de la Matriz	18
Numero de iteraciones	3
Numero de ceros	167
Número de unos	37
Numero de dos	25
Numero de tres	95
Numero de P	0
Total	157
Porcentaje	48.45679%

Fuente: Aportación de los expertos 2015.

Tabla 12. Valores de motricidad y dependencia.

<b>N° DE FACTORES</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALORES DE MOTRICIDAD</b>	<b>VALORES DE DEPENDENCIA</b>
1	REVISION DE LOS EQUIPOS	32	33
2	FALTA DE CAPACITACION AL PERSONAL	22	21
3	FALTA DE EQUIPO DE COMPUTO	10	20
4	HISTORIAL DE MANTENIMIENTO GENERALES MECANICOS, ELECTRICOS Y PROCESOS	16	20
5	LAS CONDICIONES DEL RIO GRIJALVA DE DONDE SE CAPTA EL AGUA	18	16
6	RECURSOS FINANCIEROS	30	24
7	ADQUISICION DE INSUMOS	17	16
8	CONTIGENCIA	18	26
9	FALTA DE SEGUIMIENTO EN EL PROCESO DE GESTION	15	19
10	LICITACION PUBLICA	8	15
11	SUPERVISION DE PROCESO	20	19
12	FALTA DE MATERIAL	27	27
13	FALTA DE AREA DE CAPACITACION	24	12
14	SUPERVISION	24	29
15	REPARACION DE EQUIPO	31	34
16	FALTA DE INFORMACION DE LA NOM	25	13
17	FALTA DE PRECAUCION	17	10
18	CONDICIONES AMBIENTALES	18	18
	TOTALES	372	372

## RELACION DE FIGURAS

No. de figura	Nombre	Pagina
1	Rio Grijalva, fuente de abastecimiento del Sistema Actual de Agua Potable en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco.	3
2	Organigrama del Sistema de Agua y Saneamiento.	32
3	Modelo integrado de factores de la productividad de un sistema.	45
4	Diagrama de Planta Potabilizadora Villahermosa.	48
5	Diagrama de los preliminares a una sesión de lluvia de ideas.	64
6	Análisis Estructural Prospectivo.	67
7	Zonas de división del plano de Dependencia y Motricidad.	71
8	Flujo de la metodología empleada.	74
9	Clasificación variables influencia (software MICMAC).	122
10	Clasificación variables dependencia (software MICMAC).	123
11	Modelo para mejorar la productividad del proceso de potabilización de la planta potabilizadora Villahermosa, Tabasco.	127

## RELACION DE GRAFICAS

No. de gráfica	Pregunta	Página
1	El personal que realiza la revisión de los equipos de captación utiliza algún formato para llevar a cabo el levantamiento en caso de falla.	87
2	El personal que realiza los mantenimientos preventivos y correctivos a los diferentes equipos instalados en captación y planta cuenta con la capacitación necesaria para su correcta instalación de los equipos.	88
3	La información del proceso de potabilización (calidad del agua) se lleva a cabo en archivo electrónico e impreso.	89
4	Actualmente existen evidencias de reportes, registros e historiales de los diferentes mantenimiento a la planta en general.	90
5	Los operadores de la planta se ven afectados por la alta cantidad de turbiedad y color en el proceso de potabilización.	91
6	La planta potabilizadora Villahermosa, tiene considerado en el programa operativo anual todos sus insumos para la operatividad de todo el año, para llevar a cabo el proceso de potabilización de manera adecuada.	92
7	La falta de materiales, equipos en tiempo y forma así como la adquisición de nuevas tecnologías impiden el buen funcionamiento de la planta.	93
8	Le otorgan los recursos económicos necesarios	94

	en caso de una contingencia.	
9	La subcoordinación administrativa es el área responsable de gestionar los insumos necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Y que esta trabaje los 365 días del año.	95
10	Para la rehabilitación de diversas áreas de la planta potabilizadora que se encuentra en malas condiciones Se realiza una licitación pública en la cual participan varias empresas las cuales se apegan a las bases especificadas en las convocatorias para ser contratadas y realizar el trabajo correspondiente.	96
11	Se realiza diariamente supervisión de todo el proceso por el jefe de planta y personal con conocimientos afines.	97
12	Los trabajadores de las diferentes áreas cuentan con los instrumentos necesarios para realizar su trabajo.	98
13	Se capacita al personal con la finalidad de obtener los conocimientos necesarios para un mayor rendimiento en sus actividades diarias.	99
14	En la planta se realizan mantenimientos preventivos e inspección visual, con la finalidad de tener definidos la problemática.	100
15	Para realizar los mantenimientos los talleres utilizan los manuales técnicos de los equipos para una mejor reparación.	101
16	Se verifica que los materiales, equipos de captación no generen riesgos, contaminantes hacia el rio Grijalva. Por especificación de Norma	102

	Ambiental.	
17	El encargado de los equipo vigila que al terminar los mantenimiento en el área se encuentre libre de residuos que pueda afectar a los equipos y al medio ambiente.	103
18	El operador encargado del proceso determina de acuerdo a su experiencia cuando tiene que realizar el desfogue correspondiente de lodos y lavado de filtros para mejorar el proceso.	104
19	Plano de Motricidad –Dependencia.	117
20	Gráficos de influencia (software MICMAC).	124

## RELACION DE TABLAS

<b>No. de tablas</b>	<b>Nombre</b>	<b>Pagina</b>
1	Volumen de agua captada, producida y pérdida por lavado de filtros (M <sup>3</sup> ) y CFE. 2014.	52
2	Volumen de agua captada, producida y pérdida por lavado de filtros (M <sup>3</sup> ) y CFE. 2015.	53
3	Equipos en captaciones I y II	54
4	Criterios de valoración.	72
5	Test Likert.	76
6	Actores expertos para la investigación.	84
7	Descripción de factores.	105
8	Factores.	109
9	Factores específicos.	112
10	Matriz de influencias directas.	114
11	Características de la Matriz	115
12	Valores de motricidad y dependencia.	116
13	Relación de factores.	120

