



**Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**

**Programa de Posgrado**

## **Tesis**

**PROPUESTA DE MEJORA TÉCNICA-OPERATIVA A LA  
RED REGIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA  
DEL ORGANISMO DE CUENCA BALSAS**

que para obtener el grado de  
**Maestría en Ciencias del Agua**  
(Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos)

presenta  
**Graciela Martínez Serratos**

Tutor: Dra. María Teresa Leal Ascencio



**Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**

**Programa de Posgrado**

## **Tesis**

**PROPUESTA DE MEJORA TÉCNICA-OPERATIVA A LA  
RED REGIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA  
DEL ORGANISMO DE CUENCA BALSAS**

que para obtener el grado de  
**Maestría en Ciencias del Agua**  
**(Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos)**

presenta  
**Graciela Martínez Serratos**

**Tutor: María Teresa Leal Ascencio**

Con fundamento en los artículos 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y como titular de los derechos moral y patrimoniales de la obra titulada "PROPUESTA DE MEJORA TÉCNICA-OPERATIVA A LA RED REGIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DEL ORGANISMO DE CUENCA BALSAS", otorgo de manera gratuita y permanente al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, autorización para que fijen la obra en cualquier medio, incluido el electrónico, y la divulguen entre su personal, estudiantes o terceras personas, sin que pueda percibir por tal divulgación una contraprestación.

**GRACIELA MARTÍNEZ SERRATOS**

JIVTEPEC, MORELOS, A 28 DE JULIO DE 2011

Lugar y fecha

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Graciela Martínez Serratós', written over a horizontal line.

Firma

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>V</b>
<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. – ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.- MARCO HISTÓRICO Y NORMATIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1.- CONCEPTUALIZACIÓN SOCIAL DEL AGUA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2.- MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.- ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1.- DELIMITACIÓN GEOPOLÍTICA .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2.- DENSIDAD POBLACIONAL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3.- CLIMA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.4.- HIDROLOGÍA .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.5.- DISPONIBILIDAD DE AGUA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.6.- USOS DEL AGUA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.- CALIDAD DEL AGUA Y MONITOREO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1.- CALIDAD DEL AGUA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2.- RED REGIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DEL                 ORGANISMO DE CUENCA BALSAS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.3.- EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN EL MONITOREO DE CALIDAD DEL                 AGUA .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.4.- GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.....</b>	<b>31</b>
<b>3.- OBJETIVOS.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1- OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4.- METODOLOGÍA .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.- PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.1.- DESCRIBIR LA OPERACIÓN.....</b>	<b>35</b>

<b>OPERATIVOS</b> .....	<b>35</b>
<b>RECURSOS HUMANOS</b> .....	<b>36</b>
<b>RECURSOS MATERIALES</b> .....	<b>37</b>
<b>RECURSOS FINANCIEROS</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1.2.- REALIZAR UN ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b> .....	<b>38</b>
<b>4.1.3.- GENERAR UNA PROPUESTA DE MEJORA</b> .....	<b>39</b>
<b>5.- RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1- DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1.1.- REDES DE MONITOREO</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1.2.- TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS REALIZADOS</b> .....	<b>45</b>
<b>5.1.4.- RECURSOS FINANCIEROS</b> .....	<b>51</b>
<b>5.1.5.- RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES</b> .....	<b>55</b>
<b>5.2.- DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>62</b>
<b>5.2.1.- REDES DE MONITOREO, TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS REALIZADOS</b> .....	<b>62</b>
<b>5.2.2.- CUMPLIMIENTO, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD</b> .....	<b>63</b>
<b>5.2.3.- RECURSOS FINANCIEROS Y ANÁLISIS DE COSTOS</b> .....	<b>70</b>
<b>5.2.4.- ADMINISTRACIÓN</b> .....	<b>78</b>
<b>5.2.5.- OTROS FACTORES DETECTADOS</b> .....	<b>83</b>
<b>6.- PROPUESTA DE MEJORA TÉCNICO-OPERATIVA</b> .....	<b>87</b>
<b>6.1.- TIPOS DE REDES</b> .....	<b>87</b>
<b>6.2.- REUBICACIÓN DE SITIOS</b> .....	<b>89</b>
<b>6.3.- PERIODICIDAD DE MUESTREO</b> .....	<b>90</b>
<b>6.4.- PARÁMETROS A ANALIZAR</b> .....	<b>91</b>
<b>6.5.- ABATIMIENTO DE COSTOS DE OPERACIÓN</b> .....	<b>93</b>
<b>6.6 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN</b> .....	<b>96</b>
<b>7.- CONCLUSIONES</b> .....	<b>99</b>
<b>8.- LITERATURA CITADA</b> .....	<b>105</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Entidades que comprende la Cuenca del Río Balsas .....	6
Figura 2.- Subregiones de planeación de la cuenca del río Balsas.....	7
Figura 3.- Porcentaje de población por Subregión de la cuenca del río Balsas .....	8
Figura 4.- Ríos principales de la Región IV Balsas .....	11
Figura 5.- Ciclo hidrológico en la cuenca del río Balsas.....	12
Figura 6.- Distribución porcentual por uso de aguas superficiales considerando el uso de energía eléctrica, GEE Generación de energía eléctrica.....	13
Figura 7.- Acuíferos sobreexplotados de la Región IV Balsas.....	14
Figura 8.- Porcentajes por uso de las aguas subterráneas en la Cuenca del Río Balsas.....	15
Figura 9.- Porcentajes de cobertura de agua potable en la Cuenca del Río Balsas.....	16
Figura 10. Plano de calidad del agua de la Región Balsas.. ..	18
Figura 11.- Interpretación de la calidad del agua de la región Balsas relacionado en términos de DQO.....	20
Figura 12.- Interpretación de la calidad del agua de la región Balsas en términos de DBO <sub>5</sub> .....	21
Figura 13.- Interpretación de la calidad del agua de la región Balsas en términos de SST. ....	22
Figura 14.- Puntos de extracción de aguas subterráneas.....	23
Figura 15.- Red de monitoreo y ubicación de sitios de monitoreo en el 2007.....	27
Figura 16.- Peso en porcentaje de cada red referido al número total de sitios muestreados durante 2009.....	42
Figura 17.- Peso en porcentaje referido al número total de sitios muestreadas por entidad durante 2009.....	43
Figura 18.- Número de sitios por red y entidad en el año 2009.....	44
Figura 19.- Total de parámetros programados y realizados por red durante 2009.....	45
Figura 20.- Porcentaje del nivel académico del personal que opera la RRMCAOCB durante 2009.....	56
Figura 21.- Total de personas que trabajaron en la operación de la RRMCAOCB en campo y laboratorio y porcentaje de tiempo dedicado durante 2009. ....	59
Figura 22.- Porcentaje de salarios mensuales pagados por estado al personal que operó la RRMCAOCB durante 2009. ....	61

Figura 23.- Número de sitios, parámetros anuales realizados, número de personas que operan la red y número de análisis por persona realizados por entidad para el año 2009. ....	62
Figura 24.- Número de parámetros y análisis realizados durante 2009 por entidad, y número de personal adscrito a cada entidad que conforman el Organismo de Cuenca Balsas. ....	64
Figura 25.- Número de análisis realizados por persona, por área y por entidad durante 2009. ....	65
Figura 26.- Número total de análisis programados contra analizados en la red primaria superficial por estado de la RRMCAOCB durante 2009. ....	66
Figura 27.- Número total de análisis programados contra analizados en la red Secundaria Superficial por estado de la RRMCAOCB durante 2009. ....	68
Figura 28.- Número total de análisis programados contra analizados en la red Primaria Subterránea por estado de la RRMCAOCB durante 2009. ....	69
Figura 29.- Número de análisis realizados comparados contra el número de parámetros programados y personal que operó la RRMCAOCB en 2009. ....	72
Figura 30.- Comparación de presupuesto de costos por red realizado por laboratorios de CONAGUA y particulares durante 2009. ....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Características de las subregiones de la Región Hidrológica 18 Balsas. ....	10
Tabla 2.- Evolución de la red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua de Balsas. Número de muestreos.....	24
Tabla 3.- Frecuencia de muestreos y parámetros de laboratorio y campo solicitados para su programación por tipo de red.....	25
Tabla 4. Sitios en operación durante 2009 por tipo de red.....	28
Tabla 5.- Número de parámetros Programados contra realizados por tipo de red de la RRMCAOCB.....	46
Tabla 6.- Calendario de muestreos de la RRMCAOCB en el 2009. ....	48
Tabla 7.- Calendario y número de análisis realizados por entidad y red de la RRMCAOCB en 2009. ....	49
Tabla 8.- Presupuesto asignado por partida y entidad para la operación de la RRMCAOCB durante 2009	52
Tabla 9.- Cálculo del presupuesto asignado para laboratorio y campo por entidad para la operación de la RRMCAOCB durante 2009	53
Tabla 10.- Presupuesto asignado por partida, por entidad, para la operación de la RRMCAOCB durante 2009	54
Tabla 11.- Salarios asignados por el personal que labora la red y percepción de recursos por análisis realizados	55
Tabla 12.- Puesto y nivel de ingreso mensual del personal por entidad que opera la RRMCAOCB	57
Tabla 13.- Cálculo del % de la percepción por análisis del salario asignado por personal adscrito de la RRMCAOCB, durante 2009.....	60
Tabla 14.- Cálculo del monto asignado al personal de campo y laboratorio que opera la RRMCAOCB, por entidad durante 2009	71
Tabla 15.- Cálculo del costo por análisis, respecto del número total de análisis realizados y erogación por tiempo dedicado a la operación de la RRMCAOCB por entidad, durante 2009.....	73
Tabla 16.- Cálculo del costo de muestreo y análisis de la RRMCAOCB realizado por laboratorios de la CONAGUA.....	76
Tabla 17.- Cálculo del costo de muestreo y análisis de la RRMCAOCB realizado por laboratorios privados.....	77
Tabla 18.- Número de analistas, número de análisis realizados en campo y laboratorio por entidad y % de tiempo dedicado a la red por el personal de campo y laboratorio durante 2009 que opera la RRMCAOCB. ....	80
Tabla 19.- Descripción de objetivos de cada red, cumplimiento y productos generados.....	82



Tabla 20.- Cálculo del costo de operación de la RRMCAOCB  
considerando 91 sitios de muestreo e implementando la  
propuesta aquí expuesta ..... 95

## **1. - INTRODUCCIÓN**

Desde la época prehispánica y hasta nuestros días, la toma de decisiones en torno de la problemática del agua se ha realizado en función de la conceptualización social que se tiene sobre la misma. El esquema prehispánico la visualiza como sustento de una forma de vida que integraba todas las dimensiones de la existencia (entorno, economía, transporte, religión, alimentación, etc.). Durante la época colonial y los primeros años del México Independiente, se conceptualiza al agua como una amenaza a la sobrevivencia de los núcleos urbanos (Perló y González, 2003). Posteriormente, en los primeros años del siglo XX, era un factor esencial del desarrollo agrícola e industrial del país. Finalmente, en nuestros días, ha cambiado la manera de entender el agua únicamente como un recurso, a considerarla como un activo ambiental.

En la legislación federal, el recurso agua se conceptualiza como "un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, de seguridad nacional, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad, calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad" (LAN, 2004).

Estos cambios de paradigma en la visión del agua, influyen de manera determinante en el enfoque dado al manejo de los recursos hídricos. En el México de hoy, las políticas hídricas están encaminadas al logro de un manejo integral del recurso, atendiendo a sus diferentes usos, así como a las características y necesidades de las diferentes regiones del país.

Asimismo, estas políticas se enmarcan en un conjunto de modificaciones al marco jurídico y administrativo gubernamental, con lo que se pretende que la política hídrica de nuestro país, esté acorde con los nuevos paradigmas que acerca de la problemática del agua se han desarrollado a nivel mundial.

Esta postura se ve reflejada en los objetivos y líneas estratégicas trazadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y el Programa Nacional Hídrico 2007-2012, que plantean lograr el uso eficiente del agua, la restauración y mejora de su calidad, incorporando la participación de la sociedad en la implementación de las estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica (CONAGUA, 2008). Como parte fundamental de ello, se pretende que las aguas residuales se traten y se reusen, para poder cumplir con la demanda de agua de los diversos sectores productivos,

incluyendo a la agricultura y la industria, a fin de garantizar el bienestar actual y futuro de los mexicanos. Esta visión integral en el manejo del agua, la constituye la incorporación del término "disponibilidad del agua", entendido como un bien escaso. Así, para reducir el desperdicio de este recurso y evitar su contaminación, se deben conservar los ecosistemas terrestres y acuáticos vinculados con el ciclo hidrológico, para cuya determinación es imprescindible contar con redes de medición, tanto de calidad como de cantidad, en las cuencas y acuíferos (CONAGUA, 2008).

Por lo tanto, es necesario planificar la sustentabilidad del recurso, en donde las decisiones de tipo político, social, tecnológico y ambiental establezcan las mejores alternativas de aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos naturales renovables (Ongley, 1994). Para lograrlo, es necesario identificar y controlar las actividades antropogénicas, con la implementación de mediciones, a través de una red de monitoreo que permita obtener datos de las características físicas, químicas y biológicas del agua, y sustente la implementación de estrategias de manejo, para hacer del agua un recurso sustentable.

## **2. - ANTECEDENTES**

### **2.1.- MARCO HISTÓRICO Y NORMATIVO**

#### *2.1.1.- Conceptualización social del agua*

Desde la época prehispánica y hasta nuestros días, la toma de decisiones en torno a la problemática del agua se ha realizado en función de la conceptualización social que se tiene sobre la misma.

El esquema prehispánico la visualiza como sustento de una forma de vida que integraba todas las dimensiones de la existencia (entorno, economía, transporte, religión, alimentación, etc.).

Durante la época colonial y los primeros años del México independiente, se conceptualiza al agua como una amenaza a la sobrevivencia de los núcleos urbanos (Perló y González, 2003), dadas las frecuentes y severas inundaciones que entonces se solía padecer, especialmente en la capital del país.

En el México Independiente, los ríos se consideraban como vías generales de comunicación y, como tales, se les protegía. En la época pre-revolucionaria, este afán de protección, llevó a que se les considerara de jurisdicción federal.

Durante los primeros años del siglo XX, era un factor esencial del desarrollo agrícola e industrial del país.

Finalmente, en nuestros días, ha cambiado la manera de entender el agua, de únicamente como un recurso, a considerarla como un activo ambiental. En la legislación federal actual, el recurso agua se conceptualiza como "un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, de seguridad nacional, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad, calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad (Ley de Aguas Nacionales, 2004).

Estos cambios de paradigma en la visión del agua, influyen de manera determinante en el enfoque dado al manejo de los recursos hídricos. En el México de hoy, las políticas hídricas están encaminadas al logro de un manejo integral del recurso, atendiendo a sus diferentes usos, así como a las características y necesidades de las diferentes regiones del país.

Esta postura se ve reflejada en los objetivos y líneas estratégicas trazados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012, que plantean lograr el uso eficiente del agua, la restauración y mejora de su calidad, incorporando la participación de la

sociedad en la implementación de las estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica (CONAGUA, 2008). Esta visión integral en el manejo del agua, lo constituye la incorporación del término "disponibilidad del agua", que denote un bien escaso, y que para reducir su desperdicio y evitar su contaminación, amerita la conservación de los ecosistemas terrestres y acuáticos vinculados con el ciclo hidrológico. Para determinar las mejores maneras de darle este enfoque, es imprescindible contar con redes de medición, tanto de calidad como de cantidad en las cuencas y acuíferos (CONAGUA, 2008).

### *2.1.2.- Marco Normativo*

Para el año de 1910, la Ley sobre Aprovechamientos de Aguas de Jurisdicción Federal, consideraba a los mares, ríos (incluidos los limítrofes entre territorios), esteros, lagos y lagunas que comunican con el mar, de dominio público y de uso común, inalienables e imprescriptibles; de tal forma que tenían preferencia sus usos doméstico, para servicios públicos, riego, producción de energía, y otros servicios industriales y de entarquinamiento de terrenos.

En el año de 1946, se unificó una gran diversidad de leyes y reglamentos en materia de agua, bajo una filosofía intervencionista y tutelar del Estado. Además, la Ley Federal de Aguas, publicada en 1972, formalizó una política hidráulica basada sólo en función de instrumentos ingenieriles, en donde la solución de los problemas se llevó a cabo mediante la construcción de obras hidráulicas para aumentar el suministro a la población, sin reparar en eficiencia, equidad y protección ecológica (Ortiz, 1997).

En 1973, el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, proporcionó el marco administrativo para la observancia de la Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación de las aguas. Las Secretarías de Recursos Hidráulicos y de Salubridad y Asistencia, tenían a su encargo la realizarán los estudios de los cuerpos receptores con la finalidad del clasificar las aguas en función de sus usos, conocer su capacidad de asimilación, de dilución, e implantar las condiciones particulares de descarga.

Para 1976, se fusionan las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos conformando la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), para atender al sector productivo rural. El suministro de agua urbana, se adjudicó a la entonces Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, que posteriormente se descentralizó hacia los municipios. La SARH tuvo la responsabilidad de llevar a cabo la planeación hidráulica nacional, y

de la ejecución de las grandes obras para suministrar agua en bloque a las ciudades.

En 1989 se creó la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como órgano desconcentrado de la SARH, a la que se adjudicaron todas las responsabilidades en materia de agua, como:

- Definir las políticas hidráulicas del país y formular, actualizar y verificar la ejecución del Programa Nacional Hidrológico.
- Definir y poner en práctica mecanismos financieros para apoyar el desarrollo hidráulico y el suministro de servicios de agua.
- Planear, diseñar y construir las obras hidráulicas efectuadas por el Gobierno Federal
- Asignar agua a los usuarios y otorgar los permisos y licencias correspondientes.

En 1992, entró en vigor la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y en 1994 el reglamento correspondiente, en el que se hace explícito el mandato a la CONAGUA de llevar a cabo el estudio y monitoreo de las aguas continentales y marinas. En 1993, la Ley de Aguas Nacionales planteó cambios importantes como el contenido en su artículo 3º, que define a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos como el "Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales vinculada estrechamente con el desarrollo sustentable". La LAN, según reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18-04-2008, destaca el objeto de regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

De acuerdo con la reforma aparecida en el Diario Oficial de la Federación, el 29-04-2004, en el Art. 87, se señala que "la Autoridad del Agua" determinará los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas, mediante la expedición de Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales.

Las Normas Mexicanas de Análisis de Agua se han clasificado en Muestreo, Procedimientos y Vocabulario. Los Parámetros biológicos y de toxicidad, miden la calidad del agua, su toxicidad, sus sedimentos, y determina los tipos de aguas: naturales, residuales y residuales tratadas.

## 2.2.- ÁREA DE ESTUDIO

Las características geográficas, socioeconómicas y naturales de la Cuenca del Río Balsas, han marcado y definido su desarrollo socioeconómico; y, sobre todo, la evolución y desarrollo del crecimiento poblacional. Por ello se eligió aquí el estudio del Organismo de Cuenca Balsas (OCB). A continuación se exploran con más detalle estas razones. Pero, de entrada, hay que decir que se ubica dentro de las cinco cuencas principales, que incluye una población de 10, 535,977 habitantes, una superficie continental de 119 247 km<sup>2</sup>, una densidad poblacional de 88 habitantes/km<sup>2</sup> y un Producto Interno Bruto (PIB) del 12 % del PIB nacional (CONAGUA, 2009b).

### 2.2.1.- Delimitación geopolítica

La Cuenca del Río Balsas comprende parcial o totalmente la superficie de ocho entidades federativas, dentro de las cuales, el estado de Morelos es la única entidad que se incluye en su totalidad; y de manera parcial se encuentran Tlaxcala, Puebla, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Estado de México y Jalisco (CONAGUA, 2009) (Figura 1).



Figura 1.- Entidades que comprende la Cuenca del Río Balsas  
1.

1 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009). Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica.

En esta Región se encuentran considerados 422 municipios de los 2,455 existentes en el Territorio Nacional, lo que representa un poco más del 17% de los municipios del país (CONAGUA 2009). La subregión Alto Balsas (51,412 km<sup>2</sup>) es la más significativa, ya que la integran 334 municipios (79% del total regional), de seis Entidades Federativas (24 en Guerrero, 16 en el Estado de México, 33 en Morelos; 78 en Oaxaca; 127 en Puebla; y 56 en Tlaxcala). Por su parte, la subregión Medio Balsas (29,290 km<sup>2</sup>), comprende 49 municipios (12% de la Región), de los cuales son 19 de Guerrero, 13 de Michoacán y 17 del Estado de México).

La subregión Bajo Balsas (38, 517 km<sup>2</sup>), está conformada por 39 municipios (el 9% de los municipios de la Región), 32 en Michoacán, 4 en Guerrero y 3 en Jalisco) (CONAGUA, 2009) Ver Figura 2.

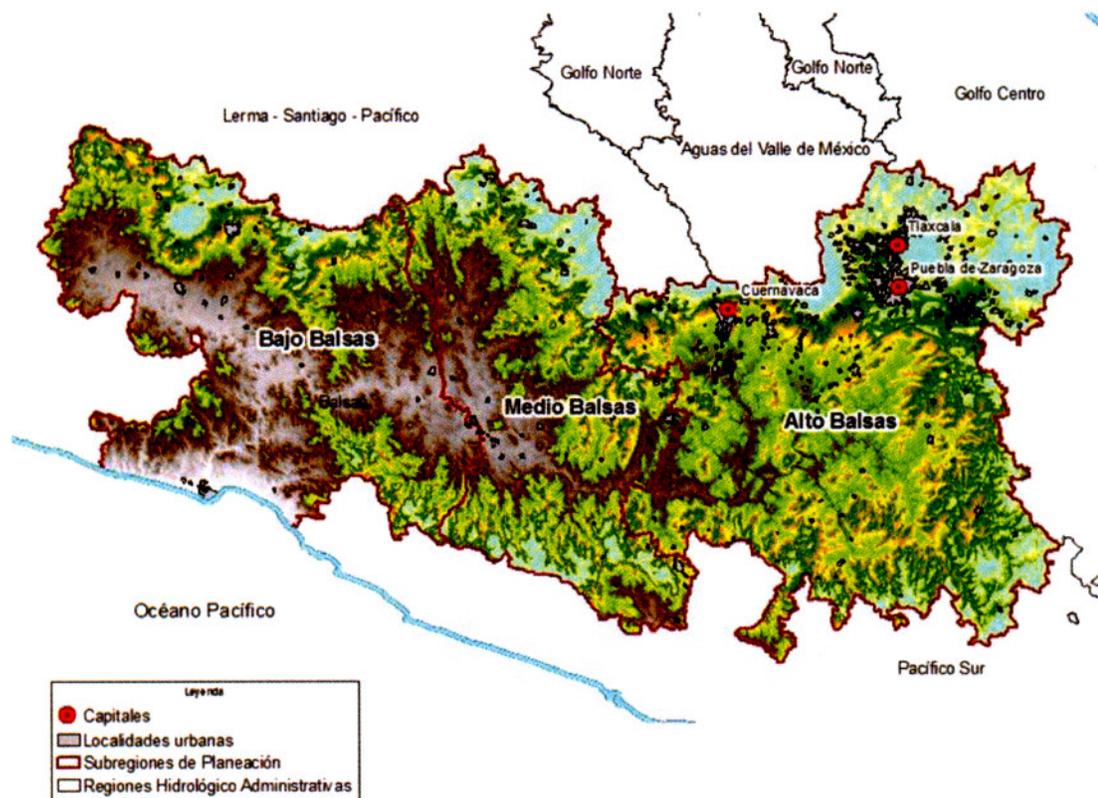


Figura 2.- Subregiones de planeación de la cuenca del río Balsas.2

2 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

### 2.2.2.- Densidad poblacional

En esta cuenca se encuentra concentrada casi el 10% de la población de la República Mexicana. Del total Regional, el 71% de la población se encuentra en la subregión Alto Balsas; el 16% en la Medio Balsas y el 13% en la Bajo Balsas. En esta Región, los municipios de Puebla, Puebla; Cuernavaca, Morelos; Uruapan, Michoacán; y Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, concentran el 21.2% de los pobladores de la Región. Asimismo, 43 municipios concentran el 52.7% de la población regional (CONAGUA, 2009) (Figura 3).

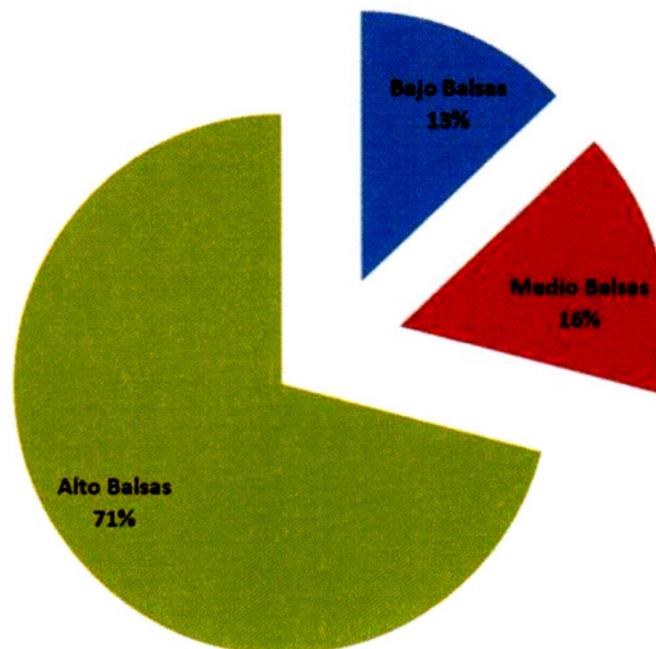


Figura 3.- Porcentaje de población por Subregión de la cuenca del río Balsas

### 2.2.3.- Clima

La cuenca del río Balsas, presenta temperaturas medias con pequeñas zonas de temperaturas extremas, la mayor parte del territorio de la cuenca está enclavado en complejos y amplios sistemas montañosos que restringen las actividades posibles a desarrollar en ella (CONAGUA, 2007). El clima predominante es semicálido-subhúmedo, con temperatura media anual entre 18°C y 22 °C, con lluvias en verano, del tipo A(C) wo (w) (i'), de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1990). El periodo de lluvia sucede principalmente de junio a octubre

(CONAGUA, 2007), con una precipitación media anual fluctúa entre 800 y 1000 mm. La temperatura más alta se presenta en el mes de mayo y es de 26°C a 27°C la más baja se registra en los meses de diciembre y enero, ambos con un intervalo que va de 20° a 21°C. Se presentan vientos dominantes del este en primavera; en verano del suroeste, en otoño y en invierno del norteeeste.

#### 2.2.4.- Hidrología

La cuenca del río Balsas drena una superficie de 117 405 km<sup>2</sup>, en los cuales existen 171 aprovechamientos superficiales importantes y 19 corrientes principales (Tabla 1 y Figura 4).

Tabla 1.- Características de las subregiones de la Región Hidrológica  
18 Balsas.3

<b>SUBREGIÓN DE PLANEACIÓN</b>	<b>CUENCA HIDROLÓGICA</b>	<b>ÁREA HIDROLÓGICA (KM<sup>2</sup>)</b>	<b>PRINCIPALES CORRIENTES</b>	<b>PRINCIPALES PRESAS</b>	<b>PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (MM)</b>
<b>ALTO BALSAS</b>	Alto Atoyac, Río Amacuzac, Río Tlapaneco, Río Nexapa, Río Mixteco, Bajo Atoyac, Libres Oriental	50,409	Ríos Atoyac, Mixteco, Amacuzac, Apatlaco, Tembembe, Nexapa, Tlapaneco y Mixteco	Valsequillo, El Muerto, El Rodeo, Peña Colorada y El Encino	897
<b>MEDIO BALSAS</b>	Río Cutzamala, Medio Balsas	31,951	Ríos Cutzamala, Los Espadines, El Tajo, Grande y La Pila	Valle de Bravo, El Bosque, Villa Victoria, Colorines, Tilostoc, El Gallo, Vicente Guerrero, El Caracol y Las Garzas	1019
<b>BAJO BALSAS</b>	Río Cupatitzio, Río Tacámbaro, Río Tepalcatepec, Bajo Balsas, Paracho- Nahuatzen, Zirahuen	35,045	Río Quitupán, Zicuirán, Salado, Cupatitzio, Tacámbaro, Tepalcatepec	Infiernillo, La Villita, Zicuirán, Chilatán, La Calera y Los Olivos	876
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>117,405</b>	<b>19</b>	<b>171</b>	<b>959</b>

3 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica



Figura 4.- Ríos principales de la Región IV Balsas<sup>4</sup>

### 2.2.5.- Disponibilidad de agua

En la cuenca, poco más del 81% del agua que llueve se evapotranspira y regresa a la atmósfera; aproximadamente el 15% escurre por los ríos o arroyos, y el 4% se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. En cuanto a las exportaciones a otras cuencas, existe un volumen de 488.8 hm<sup>3</sup> anuales (15.5 m<sup>3</sup>/s), que se envía al Valle de México desde la cuenca del Río Balsas, a través del Sistema Cutzamala. La precipitación pluvial media anual histórica en la región es de 959.3 mm, superior a la media anual (1941-2000) del país que es de 771.8 mm. El periodo de lluvias se ubica entre los meses de junio a septiembre, y es el mes de septiembre el que se tiene identificado como el

4 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

de mayor intensidad histórica, con el 20% del total anual (CONAGUA, 2009) (Figura 5).

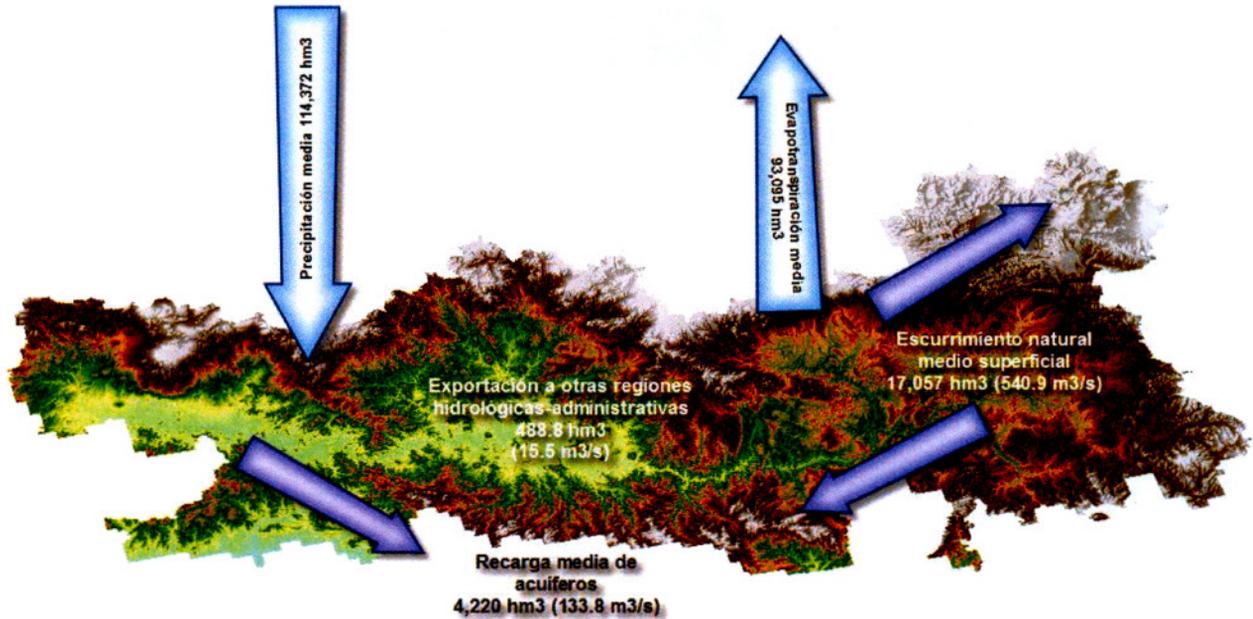


Figura 5.- Ciclo hidrológico en la cuenca del río Balsas<sup>5</sup>

### 2.2.6.- Usos del agua

En la cuenca se utiliza un total de 45,974 hm<sup>3</sup>/año de agua, de los cuales 43,682 hm<sup>3</sup>/año corresponden al agua superficial que equivale al 95 % del total y 2,292 hm<sup>3</sup>/año se extraen de los acuíferos, representando el 5 % restante. Del total 45,974 hm<sup>3</sup>/año, para usos consuntivos se utilizan 7,763 hm<sup>3</sup>/año (16.89%) y para usos no consuntivos 38,211 hm<sup>3</sup>/año (83.11%). A su vez del total de usos consuntivos, 5,540.8 hm<sup>3</sup>/año, corresponde a aguas superficiales (71%).

El principal usuario del agua superficial en la Cuenca del Río Balsas, es la Comisión Federal de Electricidad, que al returbinar los mismos volúmenes en más de una central, hace uso de más del 87% del agua utilizada en la

5 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

cuenca. En la cuenca se genera alrededor del 30% de la energía eléctrica del total nacional, siendo la presa Infiernillo la más importante, localizada en la parte baja de la cuenca, lo que hace que la mayoría de las subcuencas localizadas aguas arriba de ella tengan altos porcentajes de su escurrimiento comprometidos para este uso (CONAGUA, 2007).

En la Figura 6, se presenta la distribución porcentual por uso, considerando el uso de energía eléctrica.

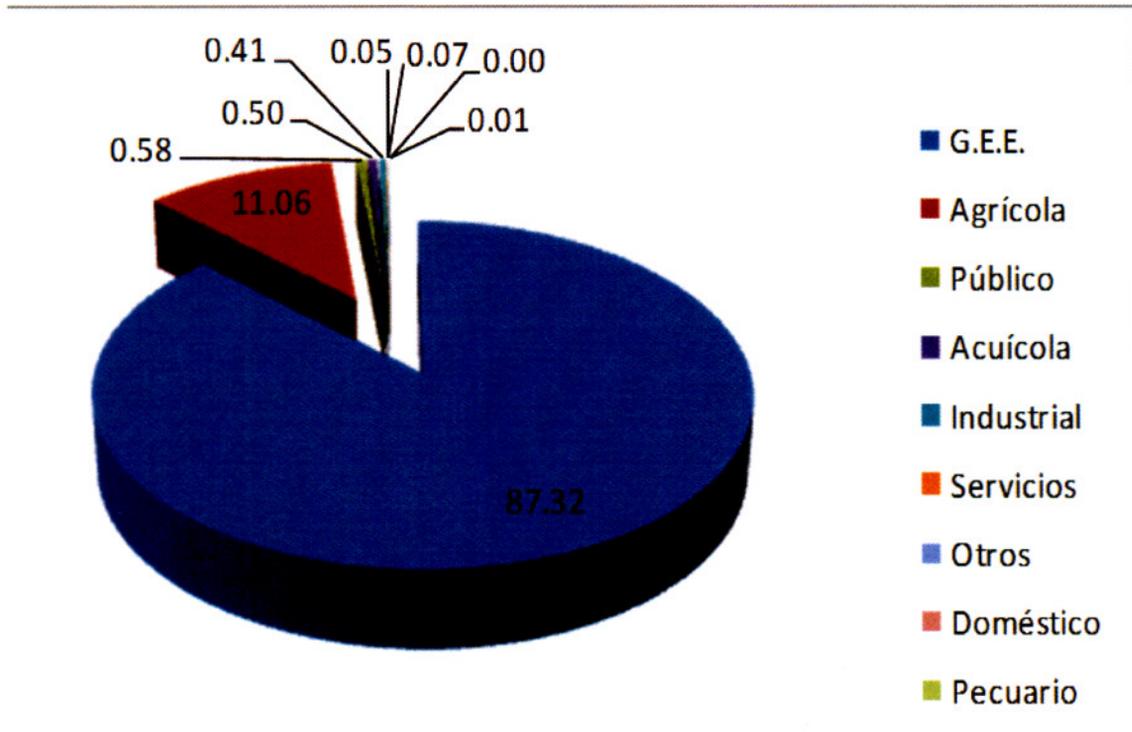


Figura 6.- Distribución porcentual por uso de aguas superficiales considerando el uso de energía eléctrica, GEE Generación de energía eléctrica.6.

Por otra parte, el uso agrícola pasa a ser el principal consumidor consuntivo con más del 87% del volumen concesionado.

Por lo que respecta al uso del agua subterránea, la concentración de los puntos de extracción se presenta en la subregión del Alto Balsas, esta concentración ha provocado una sobreexplotación de los acuíferos de Tecamachalco y Tepalcingo-Axochiapan.

6 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

Por otra parte, la concentración de los puntos de extracción de aguas subterráneas de las cuencas de los ríos Tacámbaro y Tepalcatepec, en el estado de Michoacán, coinciden con zonas de aprovechamientos de aguas superficiales (Figura 7).

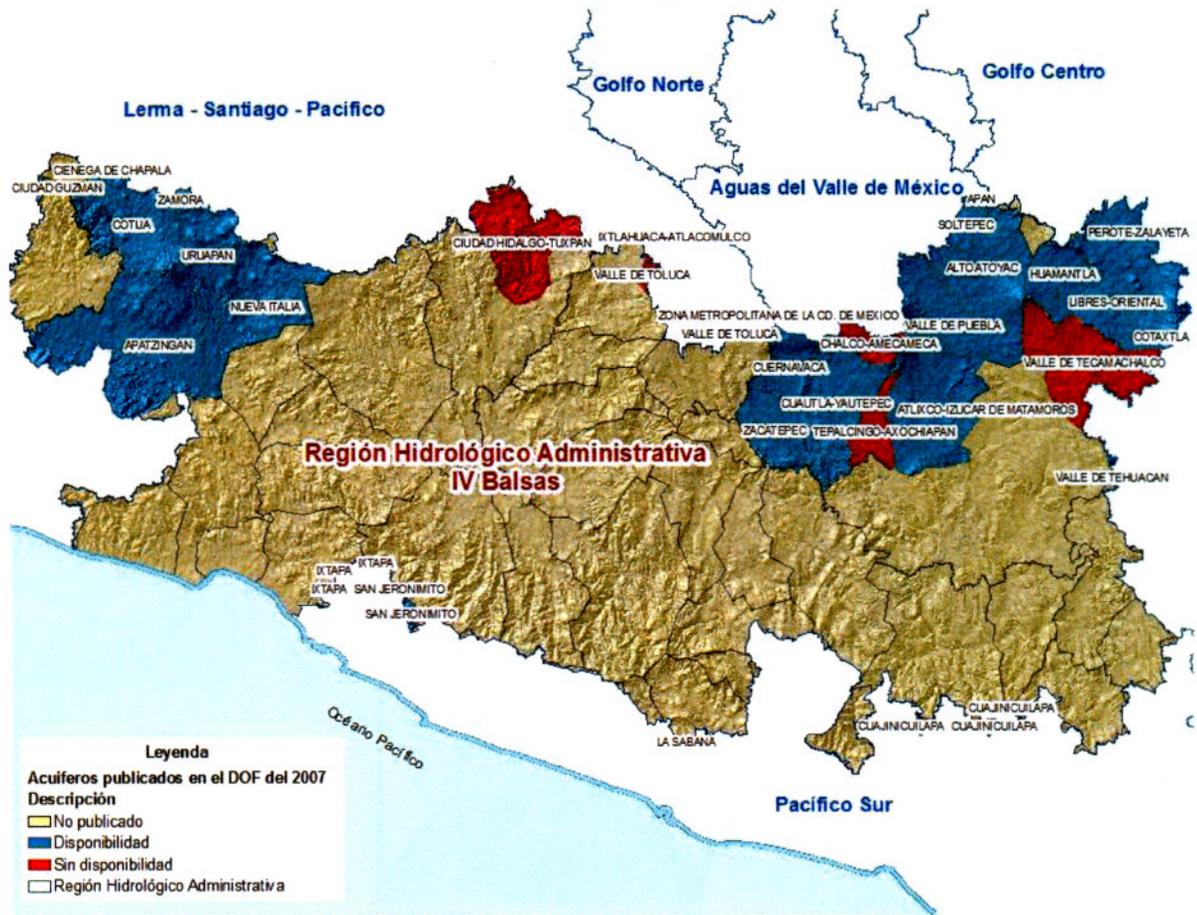


Figura 7.- Acuíferos sobreexplotados de la Región IV Balsas.<sup>7</sup>

El principal uso del agua subterránea en la Cuenca del Río Balsas es el agrícola, con 71% del total extraído, para el uso doméstico se utiliza el 23%, para el industrial el 5% y para el público urbano el 1% restante (Figura 8).

7 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

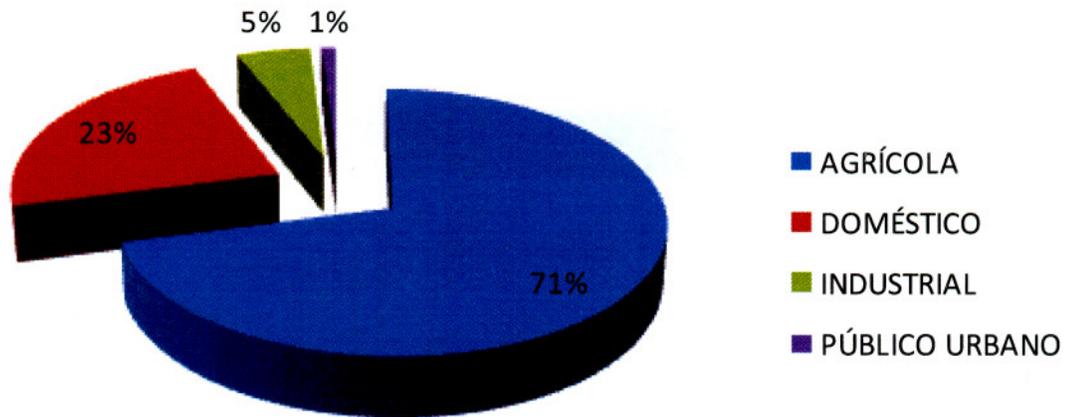


Figura 8.- Porcentajes por uso de las aguas subterráneas en la Cuenca del Río Balsas.<sup>8</sup>

## 2.3.- CALIDAD DEL AGUA Y MONITOREO

### 2.3.1.- Calidad del agua

Como es de suponer, el agua utilizada es potable y para su abastecimiento a centros de población, se utiliza un total de 795.76 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 538.1 hm<sup>3</sup>/año provienen de las aguas subterráneas y 257.6 hm<sup>3</sup>/año de las aguas superficiales. Las principales zonas de explotación corresponden a importantes concentraciones urbanas en los estados de Puebla, Tlaxcala, Morelos, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

<sup>8</sup> Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

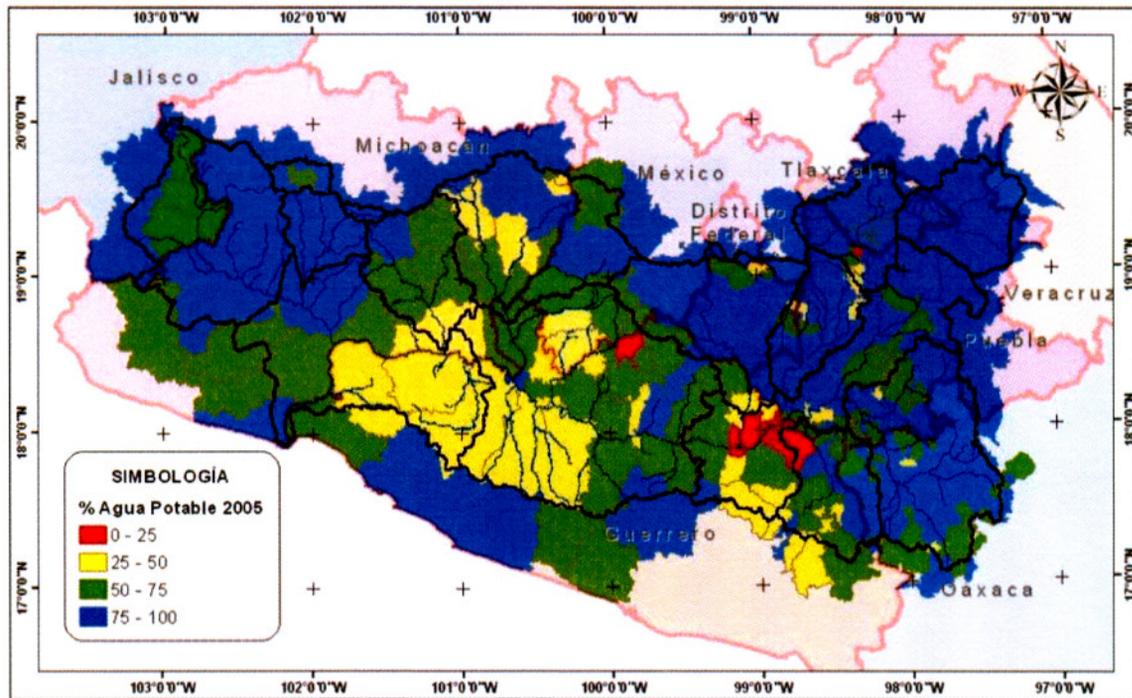


Figura 9.- Porcentajes de cobertura de agua potable en la Cuenca del Río Balsas.<sup>9</sup>

El aprovechamiento del agua realizado por los diversos usuarios asciende a 42,926 Mm<sup>3</sup> /año incluyendo el reúso de agua para generación de energía hidroeléctrica. El uso no consuntivo más relevante corresponde al de generación de energía eléctrica con 34,479 Mm<sup>3</sup>/año que representa cuatro veces la demanda de los usos consuntivos en la cuenca. Para garantizar la potabilidad del agua es necesaria su evaluación, de modo que el Organismo de Cuenca Balsas utiliza tres parámetros indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO<sub>5</sub>), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST).

La DQO, se utiliza para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales, de origen municipal y no municipal, e indica la presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales, mientras que la DBO<sub>5</sub>, determina la cantidad de materia orgánica biodegradable. Los SST, tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua

9 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática (CONAGUA, 2009).

Según la información de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, la subregión Alto Balsas presenta, en la mayoría de sus cuerpos de agua lenticos una contaminación, medida en términos de la demanda química de oxígeno (de 120 mg/L a 200 mg/L), como consecuencia de un acelerado crecimiento de la población de los centros urbanos de los estados de Morelos, Puebla y Tlaxcala acompañado a su vez, por un creciente desarrollo industrial (CONAGUA, 2009b). La industria se concentra en tres zonas principalmente: Cuautla-Zacatepec-Yautepec y Cuernavaca, en Morelos y la de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Utiliza un volumen anual de 278.47 hm<sup>3</sup>/año, del cual corresponde 179.14 hm<sup>3</sup>/año de agua superficial y 99.3 hm<sup>3</sup>/año de agua subterránea.

En la figura 10 se muestran los niveles de contaminación de los cuerpos de agua en la región del Balsas, encontrándose en la subregión del alto balsas en la región de Tlaxcala y Puebla, coincidiendo con el corredor industrial de las ciudades de Puebla y Tlaxcala y la zona urbana-industrial de Morelos, donde se generan principalmente contaminantes asociados a las descargas municipales, junto con descargas de origen industrial y manufacturero del Corredor Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC). Es ahí donde los ríos se encuentran altamente contaminados.

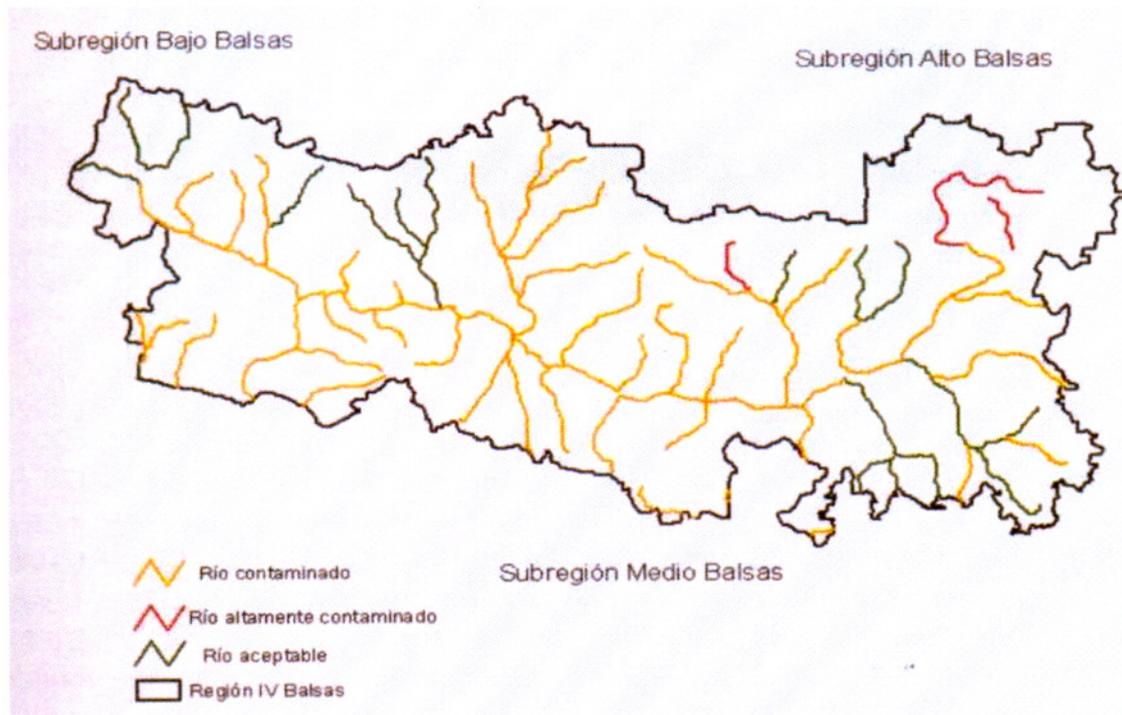


Figura 10. Plano de calidad del agua de la Región Balsas.10.

El cauce principal del Río Balsas y la gran mayoría de sus afluentes muestran ríos contaminados y solo unos pocos (en color verde), tienen una calidad de agua aceptable.

En la Subregión Medio Balsas, el aporte de las descargas de aguas residuales municipales e industriales es menor, debido a la baja concentración de asentamientos humanos e industriales. En cuanto a parámetros y fuentes de contaminación, se observa que la cuenca del río Atoyac, en la Subregión Alto Balsas, donde se asientan las ciudades de Puebla y Tlaxcala, recibe descargas crudas de origen municipal que junto con las de origen industrial proveniente de la industria textil y empresas embotelladoras, producen un incremento notable en los niveles de DBO<sub>5</sub>. Durante el estiaje, la presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo) se mantiene con una contaminación media medida en términos de DBO<sub>5</sub> (superior a 120 mg/L) y DQO (superior a 200 mg/L) (CONAGUA, 2009b).

La Subregión Bajo Balsas, es receptora de importantes volúmenes de escurrimiento, por lo que su calidad de agua es notoriamente mejor que en las partes altas de la cuenca (CONAGUA, 2009).

10 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

Las variaciones estacionales de los escurrimientos se reflejan sobre ciertos cuerpos de agua, como es el caso de la presa Valle de Bravo, donde la actividad turística genera una carga constante de contaminantes. El aprovechamiento de los tributarios del río Cutzamala hasta la presa Valle de Bravo, y que son aprovechados para su potabilización y envío a la ciudad de México, acentúan la variabilidad en la calidad del agua, restringiendo la cantidad y calidad del recurso para su uso, ocasionando que en época de estiaje se disminuya el abasto de agua proveniente de este sistema hacia la Ciudad de México (CONAGUA, 2009).

Con base en los índices DQO, DBO<sub>5</sub> y SST, los mapas de las figuras 11, 12 y 13 muestran, que la calidad del agua de la región Balsas, se ve afectada principalmente en su parte alta, por aporte de aguas residuales provenientes de la industria y de las ciudades de Puebla y Tlaxcala, los valores promedio de DQO y DBO son superiores a 40 mg/l y 30 mg/l respectivamente, mientras que la incidencia de aporte de sólidos, ocasionado por su arrastre, se observa hacia la parte baja de la cuenca (CONAGUA, 2009).

La parte alta de la cuenca, en especial la zona que comprende el Río Zahuapan que nace cerca de Apizaco, recorre el valle de Tlaxcala hasta Tenancingo, donde se junta con el Río S. Martín Texmelucan, para formar el Río Atoyac cerca de la capital del estado de Puebla, requiere una mayor atención, ya que en esta zona se concentra la mayor población y las actividades económicas se ubican cerca de éstos ríos, causando un desequilibrio natural del ciclo hidrológico, tanto en cantidad como en calidad.

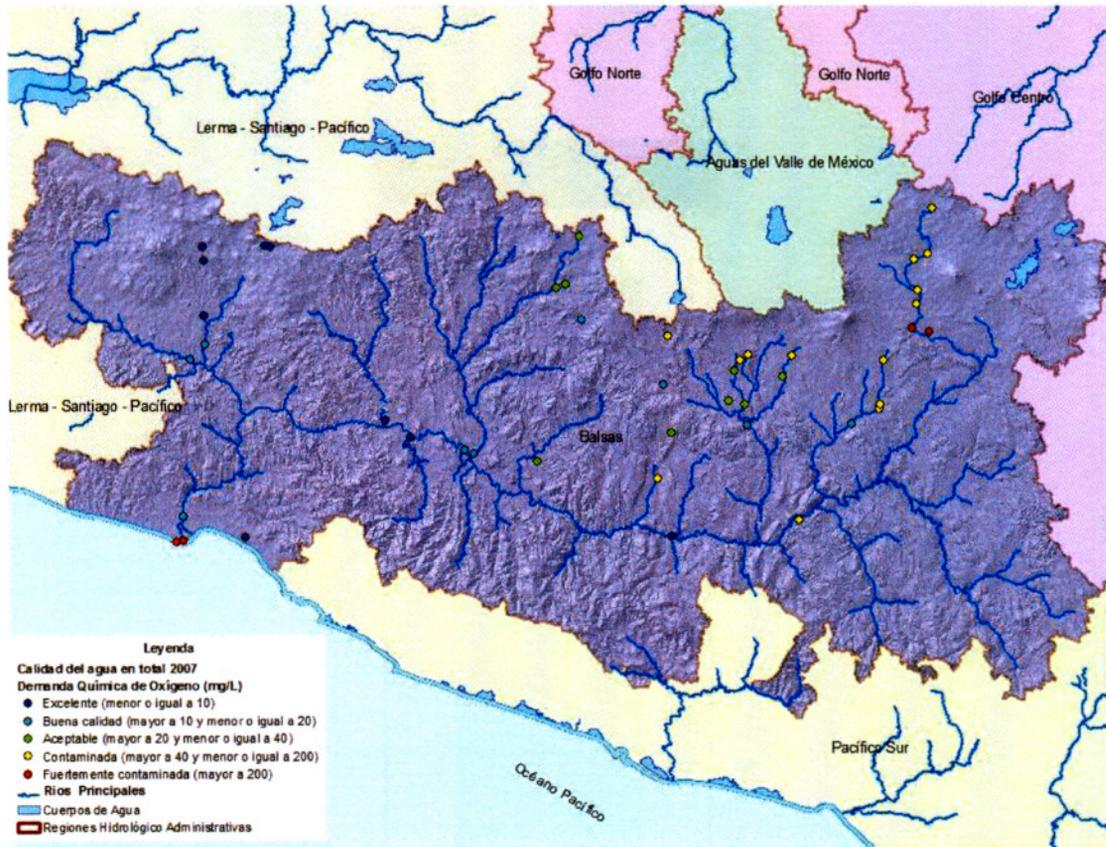


Figura 11.- Interpretación de la calidad del agua de la región Balsas relacionado en términos de DQO.11

11 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

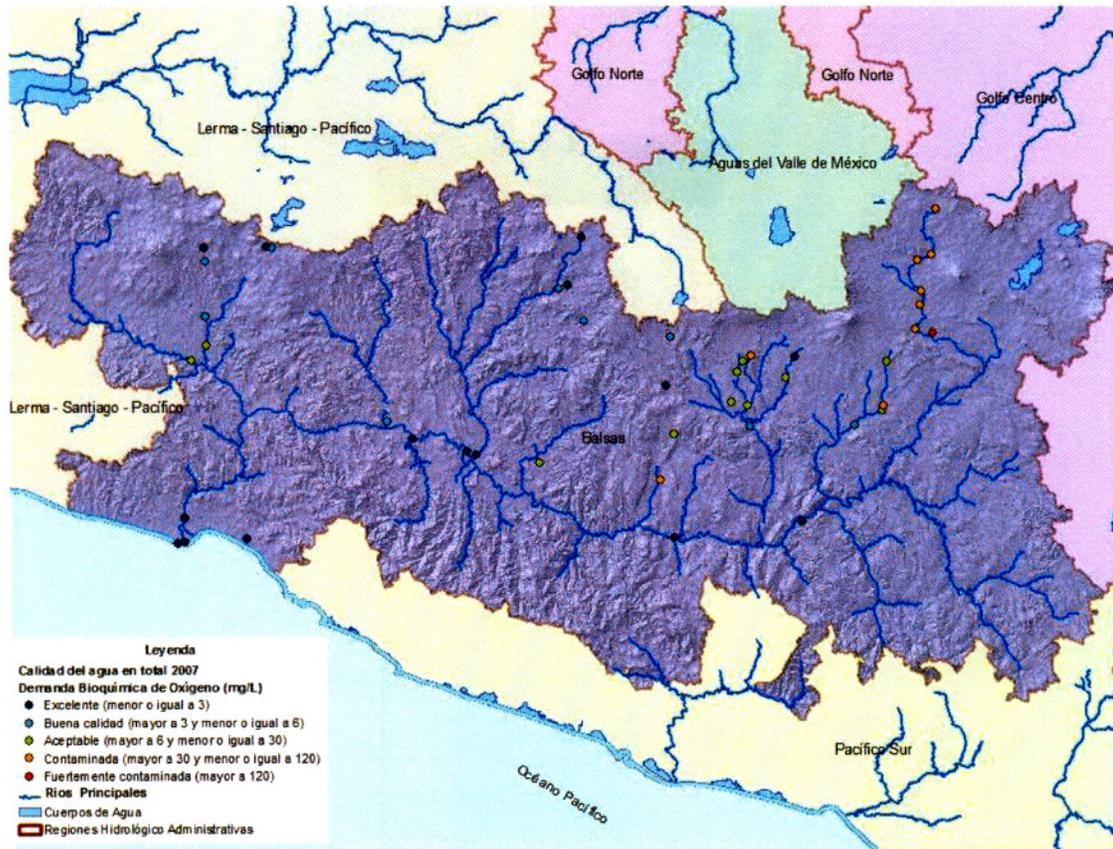


Figura 12.- Interpretación de la calidad del agua de la región Balsas en términos de DBO<sub>5</sub>. 12

12 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

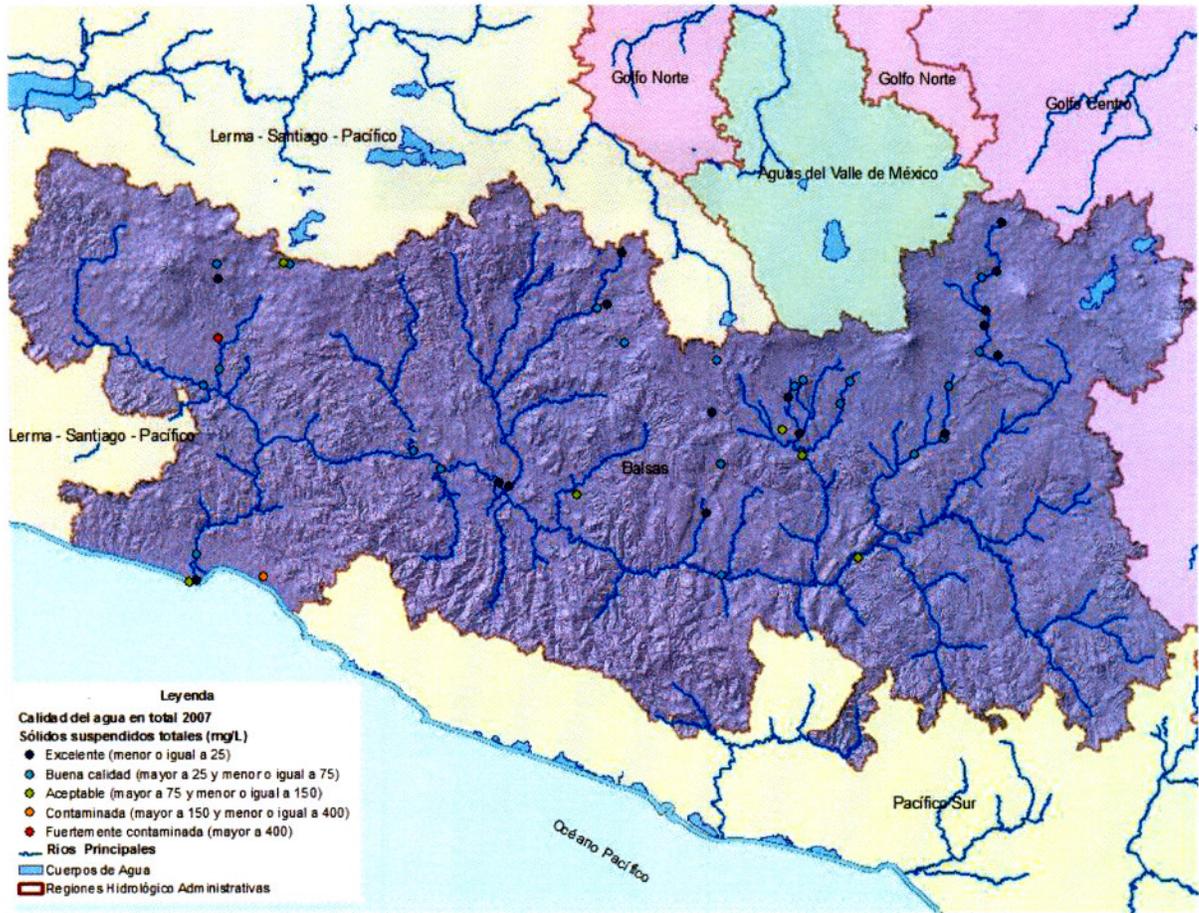


Figura 13.- Interpretación de la calidad del agua de la región Balsas en términos de SST.<sup>13</sup>

Respecto a la calidad del agua que guardan las aguas subterráneas, en la región hay 40 acuíferos. De ellos, Tecamachalco y Tepalcingo-Axochiapan, presentan sobreexplotación y se ubican en la zona de mayor concentración urbana de las ciudades de Puebla, Tlaxcala, y Cuernavaca.

La calidad del agua subterránea permite su uso para cualquier actividad. En algunos sitios requiere de un proceso de desinfección para asegurar su potabilidad; sin embargo, se debe considerar que la contaminación de aguas subterráneas disminuye su disponibilidad, y eleva los costos de tratamiento para su utilización en otros usos (figura 14) (CONAGUA, 2009).

13 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

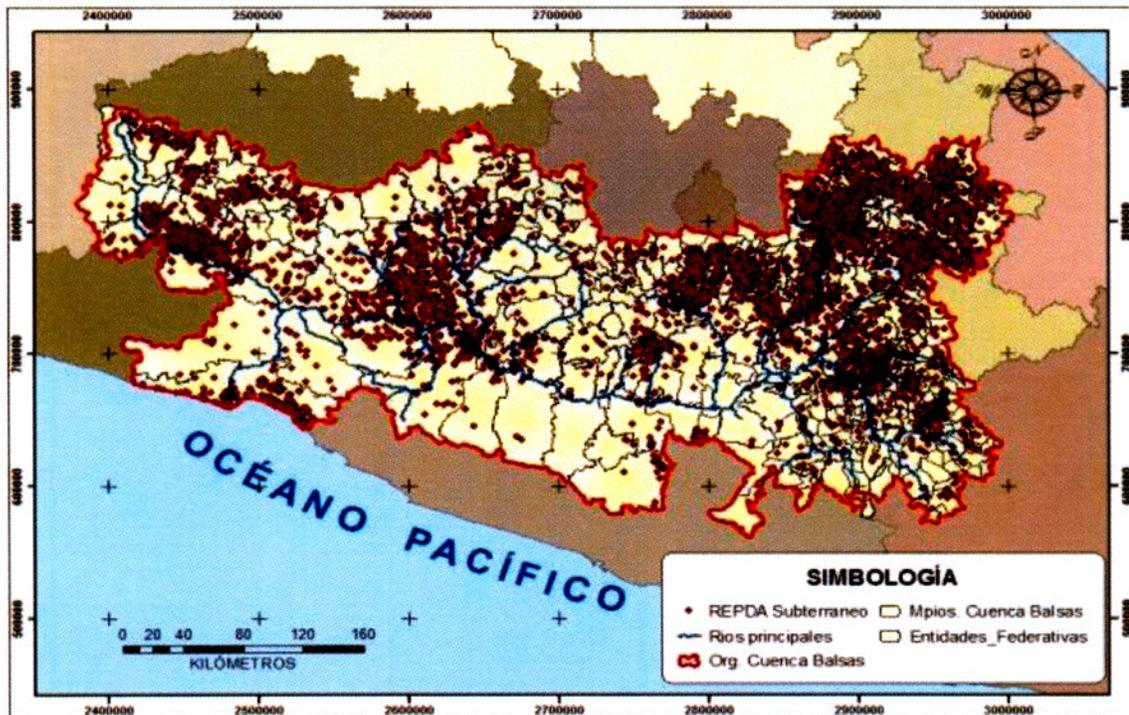


Figura 14.- Puntos de extracción de aguas subterráneas.14

### 2.3.2.- Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas

Aun cuando la Región Balsas políticamente está integrada por los estados de Morelos, Puebla, Tlaxcala, México, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Jalisco, en la práctica, la operación de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua, excluye a las dos últimas entidades citadas, debido principalmente a la distancia física existente entre las estaciones de monitoreo y el laboratorio del Organismo de Cuenca Balsas.

En el año de 1972, inició la operación de la Red Regional de Monitoreo de la Calidad del Agua en el Organismo de cuenca Balsas, incorporando gradualmente, en ese orden, al Estado de México, Morelos, Guerrero; y, Michoacán, Puebla y Tlaxcala. La tabla 2, muestra la operación de la Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua de Balsas en sus inicios de 1972 a 1992.

14 Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2008 (CONAGUA, 2009), Datos y diseños cartográficos Sistema de Información Geográfica del Agua (SIGA-CONAGUA), Subdirección General Técnica

Tabla 2.- Evolución de la red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua de Balsas. Número de muestreos.

ESTADO	1972	1974	1975	1977	1978	1979	1984	1985	1988	1991	1992	TOTAL
DE MÉXICO	13											13
MORELOS		2	2		5		3	1		4		17
GUERREO			5			1			3			9
MICHOACÁN				3								3
PUEBLA				7		1		1			5	14
TLAXCALA				5								5

El objetivo principal de este programa, fue la medición sistemática de la calidad del agua. No obstante, en la operación de esta red, las mediciones, sus análisis y sus alcances no fueron suficientes para obtener una respuesta adecuada para conocer los efectos por la degradación de la calidad del agua. La incorporación paulatina y escasa en el tiempo de sitios, originó que en 1994, se rediseñara el programa de monitoreo. Todas estas actividades, se llevaron dentro del marco del Proyecto para la Modernización del Manejo del Agua en México (PROMMA), pero estos esfuerzos no fueron suficientes, ya que la red de sitios de agua superficial creció sin una base sistemática. Los parámetros analizados fueron una lista estándar de análisis microbiológicos, y nutrientes, mientras que los metales no fueron analizados ampliamente, debido a la falta de capacidad analítica. No se contaba con un sistema de aseguramiento y control de la calidad (QA/QC) aplicado a programas de campo, de modo que esta red sólo satisfizo las necesidades de la década de 1960 (Ongley, 1994). El rediseño de la red consideró la creación de un Laboratorio Nacional de Referencia para el desarrollo y aplicación de un régimen de control de calidad/QC. Asimismo, se incluyó el seguimiento a los objetivos de gestión y de usuarios específicos para la reducción y simplificación de los parámetros, optimización de sitios de control o un uso combinado de enfoques alternativos (Ongley, 1994).

En la actualidad, la Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas (RRMCAOCB), está constituida por sitios predeterminados sobre los cuerpos de agua, en donde con una frecuencia establecida, se toma una muestra de agua, se realizan una serie de análisis *in situ* y luego análisis más completos en laboratorio. Se han establecido cuatro redes enfocadas cada una a diferentes aspectos del monitoreo de la calidad del agua. Para ello, se empleó la *Guía práctica para la selección de variables y frecuencia de muestreo* (CONAGUA, 2002). Con el fin de homogeneizar la información generada y obtener resultados comparativos en la tabla 3, se integran la información de los parámetros a realizar en

campo y laboratorio, y la frecuencia con la cual se realizan el muestreo de estos parámetros.

Tabla 3.- Frecuencia de muestreos y parámetros de laboratorio y campo solicitados para su programación por tipo de red

TIPO DE RED	FRECUENCIA DE MUESTREO	PARÁMETROS	
		DE LABORATORIO	DE CAMPO
PRIMARIA SUPERFICIAL	Trimestral	Alcalinidad fenoltaleína, Alcalinidad total, Bicarbonatos, Biológico, Carbonatos, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, DBOs, DQO, Dureza Calcio, Dureza Total, Fósforo Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total Kjeldahl, Nitratos, Nitritos, Ortofosfatos, SDT, SST, Sulfatos, toxicidad.	Conductividad, Gasto, Oxígeno disuelto, pH, Temperatura del agua y ambiente.
SECUNDARIA SUPERFICIAL	Trimestral	Alcalinidad fenoltaleína, Alcalinidad total, Bicarbonatos, Biológico, Carbonatos, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, DBOs, DQO, Dureza Calcio, Dureza Total, Fósforo Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total Kjeldahl, Nitratos, Nitritos, Ortofosfatos, SDT, SST, Sulfatos, toxicidad.	Conductividad, Gasto, Oxígeno disuelto, pH, Temperatura del agua y ambiente.
PRIMARIA COSTERA	Trimestral	Clorofila A, DQO, Enterococos, Extractos de hexano, Fósforo Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total, Nitratos, Nitritos, Ortofosfatos, SST, Toxicidad.	Color, Oxígeno Disuelto, pH, Salinidad, Transparencia, Temperatura agua y ambiente.
SECUNDARIA COSTERA	Trimestral	Clorofila A, DQO, Enterococos, Extractos de hexano, Fósforo Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total, Nitratos, Nitritos, Ortofosfatos, SST, Toxicidad.	Color, Oxígeno Disuelto, pH, Salinidad, Transparencia, Temperatura agua y ambiente.
PRIMARIA SUBTERRÁNEA	Semestral	Arsénico, Bicarbonatos, Calcio, Coliformes fecales, Coliformes Totales, Cloruros, Dureza Total, Fosfatos, Fósforo Total, Flúor, Hierro, Magnesio, Manganeso, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Total Kjeldahl, Nitratos, Potasio, SDT, Sodio, Sulfatos.	Conductividad, pH, Temperatura ambiente y agua.
REFERENCIA SUBTERRÁNEA	Semestral	Arsénico, Bicarbonatos, Calcio, Coliformes fecales, Coliformes Totales, Cloruros, Dureza Total, Fosfatos, Fósforo Total, Flúor, Hierro, Magnesio, Manganeso, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Total Kjeldahl, Nitratos, Potasio, SDT, Sodio, Sulfatos.	Conductividad, pH, Temperatura ambiente y agua.

ESTUDIOS ESPECIALES	Trimestral	Alcalinidad fenolftaleína, Alcalinidad total, Bicarbonatos, Biológico, Carbonatos, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, DBO5, DQO, Dureza Calcio, Dureza Total, Fósforo Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total Kjeldahl, Nitratos, Nitritos, Ortofosfatos, SDT, SST, Sulfatos, toxicidad.	Conductividad, Gasto, Oxígeno disuelto, pH, Temperatura del agua y ambiente.
---------------------	------------	---	--

A continuación, se describen los criterios y para cada tipo de red.

- Red Primaria Superficial: esencial y permanente de la Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua. Toma en cuenta criterios tales como: el tipo de cuerpo de agua estudiado, las variables del monitoreo básico y el uso que se da al recurso. El objetivo es la generación de información descriptiva a largo plazo de los cuerpos de agua más importantes del país.
- Red Primaria Subterránea: se tomó como criterio la vulnerabilidad, usos y contaminación, así como la ubicación gradiente abajo del sitio de referencia y en dos profundidades diferentes. Monitorea la calidad del agua subterránea una vez impactada.
- Red de zonas costeras: se estableció el criterio de las variables del monitoreo básico para costas y su uso, así como la dinámica de la corriente y topografía de la zona. El objetivo de esta red es conocer la calidad con la que las masas de agua que llegan al mar.
- Red Secundaria Superficial: se usaron como criterios los giros de las empresas y los poblados que descargan sus desechos. Es una red flexible de la Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua, cuyo objetivo es la generación de información a corto y mediano plazo, que sirva de apoyo a las acciones de regulación y control de las descargas de aguas residuales.
- Red de referencia: se ubicó en la zona de recarga del sistema, o bien en una región que no presenta impacto en la calidad del agua subterránea, o en donde éste sea mínimo.
- Estudios Especiales: red puntual de la Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua, bajo la cual se integrarán todas las actividades generadoras de información de la calidad del agua. En términos generales, la información será tanto descriptiva como prescriptiva, generada a corto plazo y asociada a una problemática muy específica.

La operación de la RRMCAOCB, ha ido evolucionando lentamente desde sus inicios, entre los años setenta y mediados de los noventa, cuando

sólo tres estados tenían sitios ubicados. Hasta 1994 se incorporó a la red el total de estados adscritos al Organismo de Cuenca Balsas, llegando en el 2007, a conformar una red de monitoreo con 103 sitios ubicados en la región, como se ve en el mapa de la figura 16.

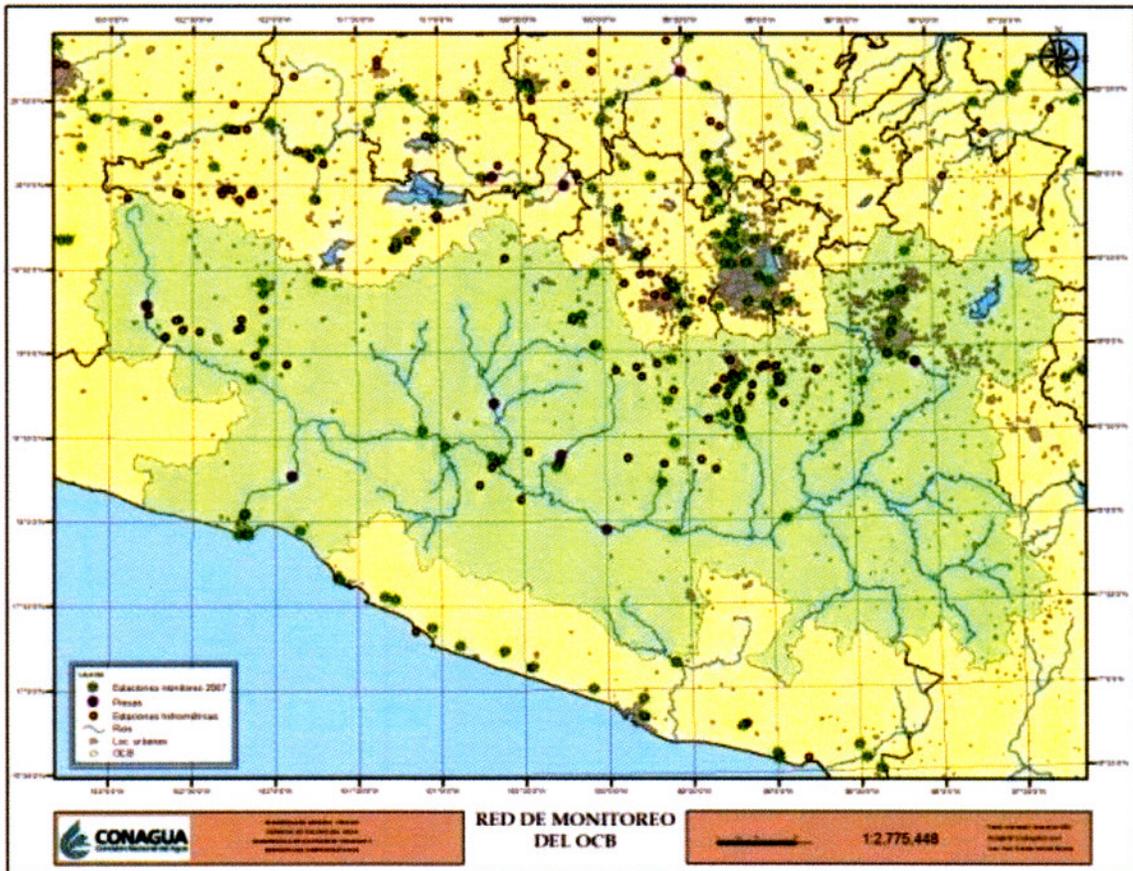


Figura 15.- Red de monitoreo y ubicación de sitios de monitoreo en el 2007

Estos 103 sitios de muestro que conforman la red de monitoreo se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Sitios en operación durante 2009 por tipo de red.

TIPO DE RED	ESTADO						TOTALES
	MORELOS	PUEBLA	MICHOACÁN	TLAXCALA	EDO. MEX.	GUERRERO	
PRIMARIA SUPERFICIAL	3	2	3	0	2	22	32
SECUNDARIA SUPERFICIAL	7	4	5	11	3	8	38
PRIMARIA COSTERA	0	0	2	0	0	2	4
SECUNDARIA COSTERA	0	0	1	0	0	1	2
PRIMARIA SUBTERRÁNEA	3	6	0	0	0	0	9
REFERENCIA SUBTERRÁNEA	3	0	3	0	0	0	6
ESTUDIOS ESPECIALES	12	0	0	0	0	0	12
<b>TOTALES</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>33</b>	<b>103</b>

### 2.3.3.- Experiencias Internacionales en el Monitoreo de Calidad del Agua

El control de calidad del agua es un asunto de sustentabilidad del desarrollo en cualquier sociedad contemporánea. En época de crisis ambiental, es también un tema prioritario de gobierno. Por tanto, existen numerosas e importantes experiencias internacionales a las cuales es posible remitirse, con el afán de contar con referentes de método y organización que pueden ser útiles para el caso de México (diseño y operación de redes).

Por ejemplo, se pueden citar las experiencias de la Unión Europea (Amado, 2003) y de la Agencia de Protección Ambiental (Yoder, 1997), como la red de monitoreo de vigilancia, que complementa los procedimientos de evaluación de impacto, para el diseño de programas futuros de supervisión y evaluación de cambios a largo plazo. Esta supervisión obtiene tendencias de calidades de agua en el tiempo.

Así, la red de monitoreo operacional se usa en todos aquellos cuerpos del agua, que con base en la evaluación de impacto o sobre la base del

monitoreo de vigilancia, se han identificado como un peligro ambiental derivado de la presencia de sustancias tóxicas vertidas por las descargas de aguas residuales y en donde es una prioridad identificar la sustancia y su procedencia.

Por su parte, la red de monitoreo de investigación, se aplica cuando se desconoce porqué se exceden los límites máximos permisibles establecidos en la normativa, o en donde los estándares ambientales no se cumplen. El monitoreo para obtener agua de calidad se compone de seis fases fundamentales:

1. Desarrollo de los objetivos del monitoreo,
2. El diseño de programas de monitoreo,
3. Recopilar datos de campo y laboratorio,
4. Compilar y gestionar los datos,
5. Evaluar e interpretar los datos,
6. Transmitir los resultados y conclusiones.

Además de estas fases, el marco contiene las funciones de colaborar, comunicarse y coordinar, que son una parte integral de cada uno de los elementos del marco.

Por otra parte, está la experiencia de la EPA (2003), que recomienda diez elementos básicos de un Estado de monitoreo de agua y un programa de evaluación que ayuda a la EPA y a los Estados, con vistas a determinar si un programa de monitoreo cumple con los requisitos de la Ley de Agua Limpia, Sección 106 (e) (1). Los diez elementos que comprende son:

1. La estrategia de control del programa,
2. Los objetivos del monitoreo,
3. El diseño de control,
4. Indicadores de calidad del agua principales y complementarios,
5. Control de calidad,
6. Gestión de datos,
7. Análisis de datos / evaluación,
8. Información,
9. Evaluación de programas; y apoyo en general y
10. La planificación de la infraestructura.

En tercer lugar, cabe citar al Grupo de Trabajo CEPE / ONU sobre Monitoreo y Evaluación (2000), que propuso un ciclo de seguimiento de gestión del agua integrada por:

1. Las necesidades de información,
2. Estrategias de evaluación,
3. Los programas de vigilancia,
4. Recopilación de datos,
5. Manejo de datos,
6. Análisis de datos,
7. Evaluación y presentación de informes y
8. La utilización de la información.

En cuarto lugar, está el caso del Consejo de Conservación para el Medio Ambiente y la Agricultura de Australia y Nueva Zelanda, y el Consejo de administración de Recursos del Australia y Nueva Zelanda (2000), que ha propuesto siete directrices de seguimiento:

1. La determinación de los objetivos de gestión primaria,
2. El establecimiento de objetivos de supervisión del programa,
3. El diseño del estudio,
4. El programa de muestreo de campo,
5. Análisis de laboratorio,
6. Análisis e interpretación de datos,
7. Informes y difusión de la información.

En general, puede decirse que el énfasis de las redes está en el diagnóstico de los puntos críticos, en la organización –o reorganización– de las redes de monitoreo, y en la aplicación de mediciones de campo y laboratorio precisas, y con una regularidad que permite observar las variantes de contaminación a las que debe atenderse de manera correctiva. Es central entonces contar con los mejores instrumentos de diagnóstico posibles, instalados en una red de monitoreo hecha a las necesidades de cada lugar.

#### 2.3.4.- Gestión de la calidad del agua

En general, el monitoreo de calidad del agua se realiza para responder a una pregunta que está vinculada, de una manera u otra, a un proyecto de gestión (por ejemplo, la formulación de políticas, la protección ambiental, el cumplimiento de las cuestiones de desarrollo). Por lo tanto, uno de los principales objetivos de la tarea del monitoreo de la calidad del agua es proporcionar la información necesaria para responder a preguntas específicas en la toma de decisiones. En México, La propuesta de Gestión Integrada del Agua (GIRH), nace en el año 2000, y es definida como "un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados". El fin de la GIRH, es el de "maximizar el bienestar social y económico resultante, de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales": El objetivo de la GIRH es ofrecer una propuesta que llegue a cambiar radicalmente los cánones actuales de la gestión hídrica a nivel mundial, y con ello anticiparse a una futura crisis mundial por escasez, garantizando el acceso al recurso hídrico tanto a las generaciones actuales como a las futuras.

La propuesta de la GIRH se encuentra basada en los principios de la Declaración de Dublín de 1992, los Diálogos Interamericanos del Agua y la Conferencia sobre Evaluación y Manejo de los Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe. Esta propuesta rompe con el esquema tradicional sectorial de la gestión del recurso hídrico, al incorporar los factores ambientales, sociales y económicos para la consecución de un verdadero manejo integral, en consonancia con los principios integrantes del Desarrollo Sostenible, incluye la gestión del recurso hídrico de la conservación, preservación, restauración y la participación ciudadana.

Tocante a la parte ambiental, la propuesta se basa en la sostenibilidad, reconociendo el criterio del uso sustentable del recurso a favor de los derechos de las generaciones actuales y futuras. Además propone a las cuencas y vertientes, como las unidades de planificación y administración del recurso hídrico.

"La gestión del recurso hídrico no puede ser aislada de los ecosistemas que le brindan soporte. Por ello, los cánones de estudio pretenden establecer un nuevo enfoque de gestión de carácter ecosistémico, disponiendo que el manejo del recurso debe de realizarse considerando su relación con los ecosistemas de soporte dentro de las cuencas hidrográficas, con el fin de asegurar su disponibilidad en calidad y cantidad" (Cotler, 2004).

La gestión debe partir de una visión integral de su estructura y función (Andrade, 2004). El no considerarlo así, y el no tener presente en la gestión

que las actividades que se implementan en la parte alta de la cuenca afectan de forma importante a la cuenca baja, es una de las principales causas del deterioro de las cuencas hidrográficas.

Los factores que actúan de manera acumulativa y sinérgica, y contribuyen a la presión sobre el recurso de las cuencas hidrográficas son entre otros, la alteración física de los cauces de agua; la degradación del hábitat por la deforestación, la minería o el pastoreo, la erosión, la industrialización, la urbanización; el uso excesivo de agua para la agricultura; la contaminación por vertimientos líquidos y sólidos, el mal manejo de la pesca; la introducción de especies invasoras y la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas de agua dulce (Andrade, 2004).

Los principios para la gestión ecosistémica, constituyen la base conceptual para el desarrollo de acciones orientadas a la gestión sostenible e integral del recurso hídrico, así como la formulación de planes y proyectos relacionados. El manejo integrado de los recursos hídricos, se basa en el concepto de que el agua forma parte integrante de un ecosistema, y constituye un recurso natural, un bien social y económico (Agenda 21. 1992).

### ***3. - OBJETIVOS***

#### *3.1- Objetivo General*

Desarrollar una propuesta técnica-operativa de mejora, a la operación de la actual Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas (RRMCAOCB).

#### *3.2.- Objetivos Específicos*

- Describir la operación de la RRMCAOCB durante el año 2009, en las áreas de: Recursos humanos, Recursos financieros, Recursos materiales y Procesos administrativos.
- Realizar un análisis de la información recabada y establecer un diagnóstico de la operación y productividad de la RRMCAOCB durante el año 2009, para identificar las oportunidades de mejora.
- Generar una propuesta de mejora técnica-operativa a la red actual de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas RRMCAOCB, para el cumplimiento de sus variables, a partir de las problemáticas detectadas.

## **4. - METODOLOGÍA**

### **4.1.- PROCEDIMIENTO**

#### *4.1.1.- Describir la operación*

Para cumplir con el primer objetivo de describir la operación de la RRMCAOCB durante el año 2009, en las áreas de Recursos humanos, Recursos financieros, Recursos materiales y Procesos administrativos, en primera instancia, se recabó información documental de la operación en sus diversas redes (primaria, secundaria y estudios especiales), sus objetivos, los sitios de muestreo, los levantamientos de muestra, y los análisis realizados a dichas muestras.

Adicional a lo anterior, también se recabó información de los recursos humanos que participan en el monitoreo, como el perfil profesional de los responsables, los niveles y sueldos, así como los recursos financieros, materiales.

Esa información, se complementó con la aplicación de una encuesta compuesta por 26 preguntas que se aplicó a personal clave de la CONAGUA que labora en los diferentes estados integrantes del Organismo de Cuenca Balsas.

La encuesta se estructuró en cuatro rubros, considerando los aspectos de Recursos humanos, Recursos materiales, Recursos financieros, y Aspectos administrativos de la operación de la red regional de monitoreo de calidad del agua del Organismo de Cuenca Balsas durante el año 2009.

Está organizada en torno de cuatro temáticas principales, por medio de preguntas abiertas y cerradas que permitieron identificar elementos cualitativos y cuantitativos que intervienen en las tareas de monitoreo de la calidad del agua.

#### *Operativos*

Era básico contar con el mapa de organización operativa de la red de monitoreo, con vistas a reconstruir el proceso real por la que ésta pasa. En consecuencia, se definieron los siguientes aspectos:

1. Identificación de año de inicio de operación de la red de monitoreo.
2. Localización de número de sitios desde el año de su inicio.
3. Identificación de los objetivos de operación de la red.
4. Localización de número de parámetros por año, desde su inicio.
5. Periodicidad de medición de cada componente de la red; por año desde su inicio.
6. Conocimiento de criterios empleados para ubicar/seleccionar sitios de monitoreo y parámetros analizados.
7. Evaluación de confiabilidad en los datos generados.
8. Determinación de utilidad: ¿Que tan útil consideran que es la información que se obtiene; además de reportarla al organismo de cuenca se le destina para otro fin? Por ejemplo, en casos de atención a quejas por contaminación, difusión de información a la prensa, etc.
9. Verificación del conocimiento de los Directores Locales acerca de las metas y finalidad del programa de monitoreo.
10. Detección de acciones implementadas en su laboratorio de programas de control de calidad.

En este aspecto, se partió de la experiencia previa acerca de cuáles son los factores que determinan el funcionamiento de la red, así como de los referentes de diagnóstico de lo que ocurre en otros países, como los de las experiencias internacionales ya mencionadas en el punto 2.3.3.

### *Recursos humanos*

Se trató de construir un perfil muy preciso del personal que interviene en el monitoreo, así como de sus características como grupo de trabajo.

11. Número de personas que laboran en la operación de la red por año y desde su inicio.
12. Registro de otras actividades del personal asignado para la operación de la dirección local. De encontrarse afirmativo, se indicaron cuáles son y qué orden de importancia se les asigna.
13. Perfil del personal asignado a la operación de la red.
14. A nivel general, conocimiento de la información y productos generados y cuál es su destino, por parte del personal encargado de operar la red de monitoreo.

15. Operación del laboratorio: ¿está realmente operando? En caso afirmativo, indicación del año de inicio de operación y del número de personal que opera.

Aquí se trató de configurar el perfil de los responsables del monitoreo, así como de los factores que influyen en su desempeño, y los productos que generan. Fue importante recabar el juicio acerca de la eficacia de operación del monitoreo.

#### *Recursos materiales*

Una vez que, por la experiencia probada, es determinante la cantidad y el tipo de recursos materiales que se tienen disponibles en el momento de aplicación del monitoreo, se buscó evaluar la congruencia espacio-temporal que éstos guardan frente a los requerimientos de las zonas y lugares de aplicación.

16. El programa de operación cumple los requerimientos regionales.

17. El programa de operación cumple los requerimientos locales.

18. Los recursos y requerimientos se tienen en tiempo y forma para su operación.

#### *Recursos financieros*

Este punto es definitorio de los alcances que puede tener el programa de monitoreo. Por tanto, se buscó de entrada una apreciación sobre el logro de objetivos, y las características de la coordinación entre niveles de gobierno. También se buscó caracterizar el proceso local de toma de decisiones. Esto se ubicó aquí, para ahondar en la hipótesis de que la mejora de la red de monitoreo no depende sólo –y a veces, ni principalmente- de un aumento de recursos financieros; sino de optimización de los recursos disponibles, a partir de una organización interinstitucional e intergubernamental más eficaz.

19. Se cumplen los objetivos de operación.

20. De los siguientes elementos diga con cuáles cuentan en la dirección local para la operación de la red:

21. El programa de operación es revisado en conjunto con oficinas centrales/organismo de cuenca/direcciones locales.

22. Se realizan planes estatales de monitoreo consensuados con el organismo de cuenca.
23. Los directores locales apoyan el proyecto de operación de la red de monitoreo.
24. Los directores locales divulgan la información hacia otras áreas de la comisión como por ejemplo para programar la construcción y/o rehabilitación de PTAR o para proponer visitas a descargas contaminantes detectadas.
25. Los Directores utilizan la información para fundamentar la toma de decisiones.
26. Sabe cómo ha sido la evolución de asignación de presupuesto para la operación de la red (por año desde su inicio), (si) (no), explique.

Como se puede observar, hubo un flujo constante entre la información cuantitativa y los elementos de valoración a la que éste se refiere. Las preguntas relativas a datos fueron concentradas en tablas estadísticas, que permitieron una fácil identificación de las características de dimensión de los procesos y los problemas identificados.

La información cualitativa, si bien abrió el abanico de interpretaciones, permitió detectar rutas de investigación y construir un diagnóstico de la situación desde el punto de vista de la organización institucional.

#### *4.1.2.- Realizar un análisis de la información*

En el segundo objetivo específico, se realizó el análisis de la información recabada y se estableció un diagnóstico de la operación y productividad de la RRMCAOCB durante el año 2009, para identificar las oportunidades de mejora.

Se logró al combinar y cruzar la información de las diferentes fuentes, principalmente a partir de la comparación entre los objetivos a cubrir y el trabajo realizado por el personal y las instancias correspondientes. Para ello se revisó el trabajo realizado en las distintas redes que le corresponden a cada estado, los análisis realizados en cada una de ellas y los costos asociados a la realización del trabajo. Se analizaron los presupuestos asignados, y el trabajo realizado para determinar la productividad. También se revisaron los recursos materiales asociados al trabajo realizado, explorando las fortalezas y deficiencias en cada estado.

Asociado a dicho análisis se comparó la información documental con la información recabada mediante la encuesta, la cual representó la visión del

personal directamente involucrado en el trabajo y no sólo el reporte escrito o la información documental oficial, la cual carece de la profundidad de las labores cotidianas.

#### 4.1.3.- Generar una propuesta de mejora

Con base en los resultados obtenidos, se elaboró la propuesta de mejora de la operación de la red regional de monitoreo de calidad del agua del Organismo de Cuenca Balsas, proponiendo modificaciones técnico-operativas a los procesos administrativo, financiero, recursos humanos, y al sistema de monitoreo mismo.

La propuesta técnica-operativa a la red actual de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas RRMCAOCB, pretendió cumplir con sus variables, a partir de las problemáticas detectadas:

- Cumplimiento de la normatividad aplicable.
- Funcionamiento eficiente del monitoreo.
- Identificación de áreas de oportunidad.
- Consolidación de las actuales fortalezas.

Para ello se ha dividido la propuesta en los siguientes apartados, en donde se muestra tanto la problemática a resolver como la propuesta de solución. Al final se presenta el modelo de proceso de implementación, para complementar la información aquí presentada.

- 5.1.- Tipos de redes
- 5.2.- Reubicación de sitios
- 5.3.- Periodicidad de muestreo
- 5.4.- Parámetros a analizar
- 5.5.- Abatimiento de costos de operación
- 6.6 Proceso de implementación.

## **5. - RESULTADOS**

### **5.1- DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN**

#### *5.1.1.- Redes de monitoreo*

Al reunir la información de la operación de la operación de la RRMCAOCB, reveló que se tienen seis redes de monitoreo la mayoría de las redes son de tendencia o vigilancia, mientras que sólo la Red Secundaria Superficial es de cumplimiento, y que según los objetivos planteados para ella, es móvil.

Por otro lado, el número de sitios muestreadas durante 2009 fue de 103, de los cuales 38 corresponden a la red Secundaria Superficial, que representa un 37% del total de sitios muestreadas, 32 son de la red Primaria Superficial con un porcentaje del 31%, 12 corresponden a Estudios Especiales (12%), 9 pertenecen a la red Primaria Subterránea (9%), mientras que las redes con menor número de sitios fueron la Referencia Subterránea, Primaria y Secundaria Costera con 6 (6%), 4 (4%) y 2 (2%) respectivamente (Tabla 4).

Del número de sitios muestreados por red, la que tiene un mayor peso referido al número de sitios muestreadas en la RRMCAOCB, es la Secundaria Superficial seguida de la Primaria Superficial, y las componentes con menor peso son las Primaria y Secundaria Costeras (Figura 16).

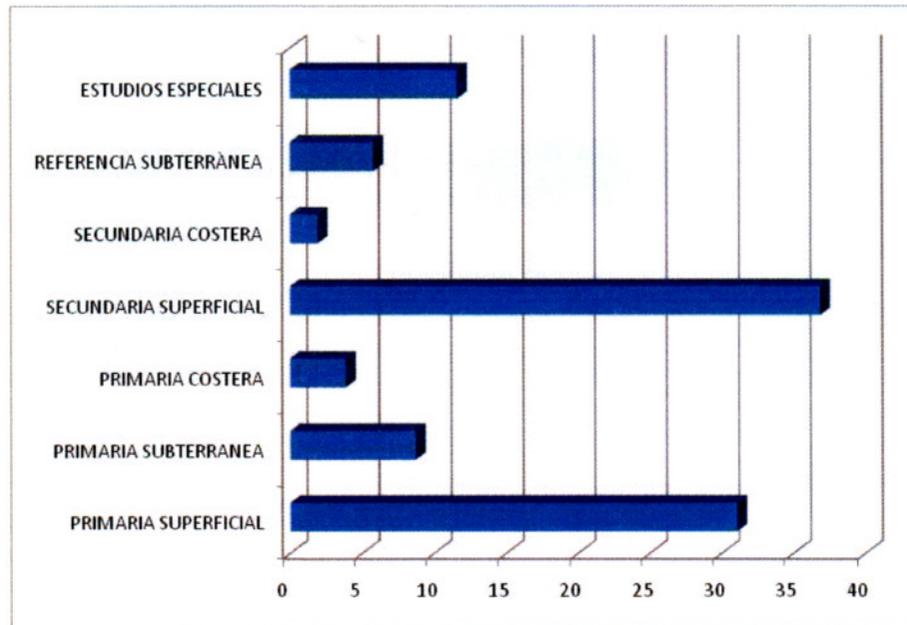


Figura 16.- Peso en porcentaje de cada red referido al número total de sitios muestreados durante 2009

Del total de las 103 sitios muestreados durante 2009, 33 se ubican en el estado de Guerrero presentando el mayor porcentaje de sitios del total con 32%, 28 en el estado de Morelos con un 27%, 14 en el estado de Michoacán con un 14%, 12 en el estado de Puebla con un 12%, 11 en el Estado de Tlaxcala con un 11%, y 5 en el Estado de México con un 5%, lo que indica que en términos del número de sitios muestreadas por entidad, el mayor número corresponde al estado de Guerrero seguido de Morelos, mientras que la entidad con menor número de sitios muestreados fue el estado de México (Figura 17).

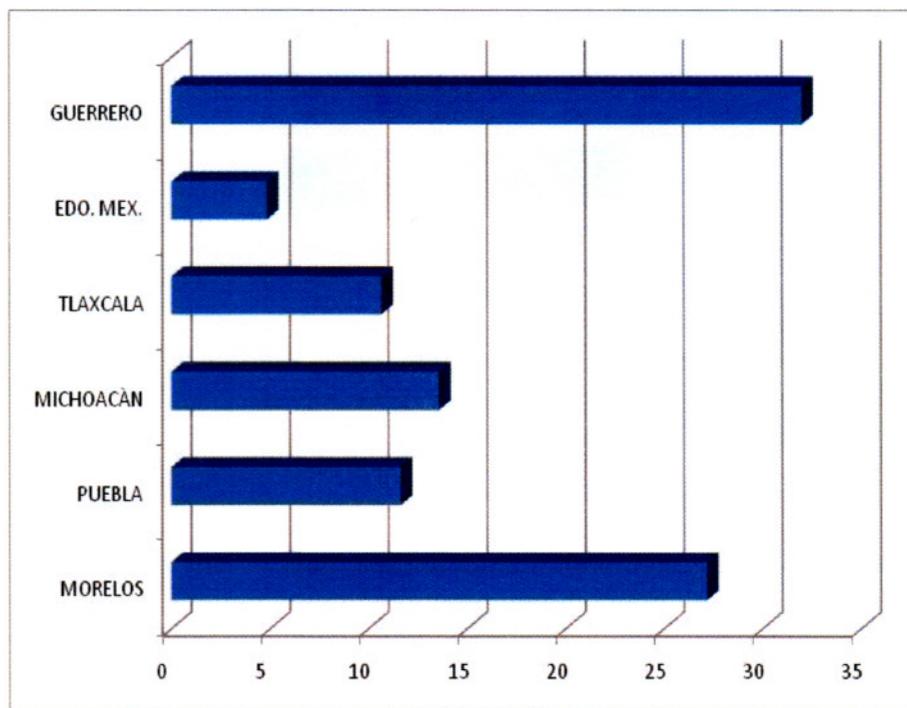


Figura 17.- Peso en porcentaje referido al número total de sitios muestreadas por entidad durante 2009.

Respecto al número de sitios monitoreados por red y entidad propuestas para el 2009, el estado de Guerrero programó muestrear 33 sitios, 22 de ellos correspondientes a la red Primaria Superficial, mientras que el estado de Morelos programó 28 sitios en todas sus redes exceptuando las Costeras Primaria y Secundaria, asimismo, el estado de Michoacán diversificó el número de sus sitios muestreadas en casi todas sus redes exceptuando la Primaria Subterránea y Estudios Especiales (Figura 18).

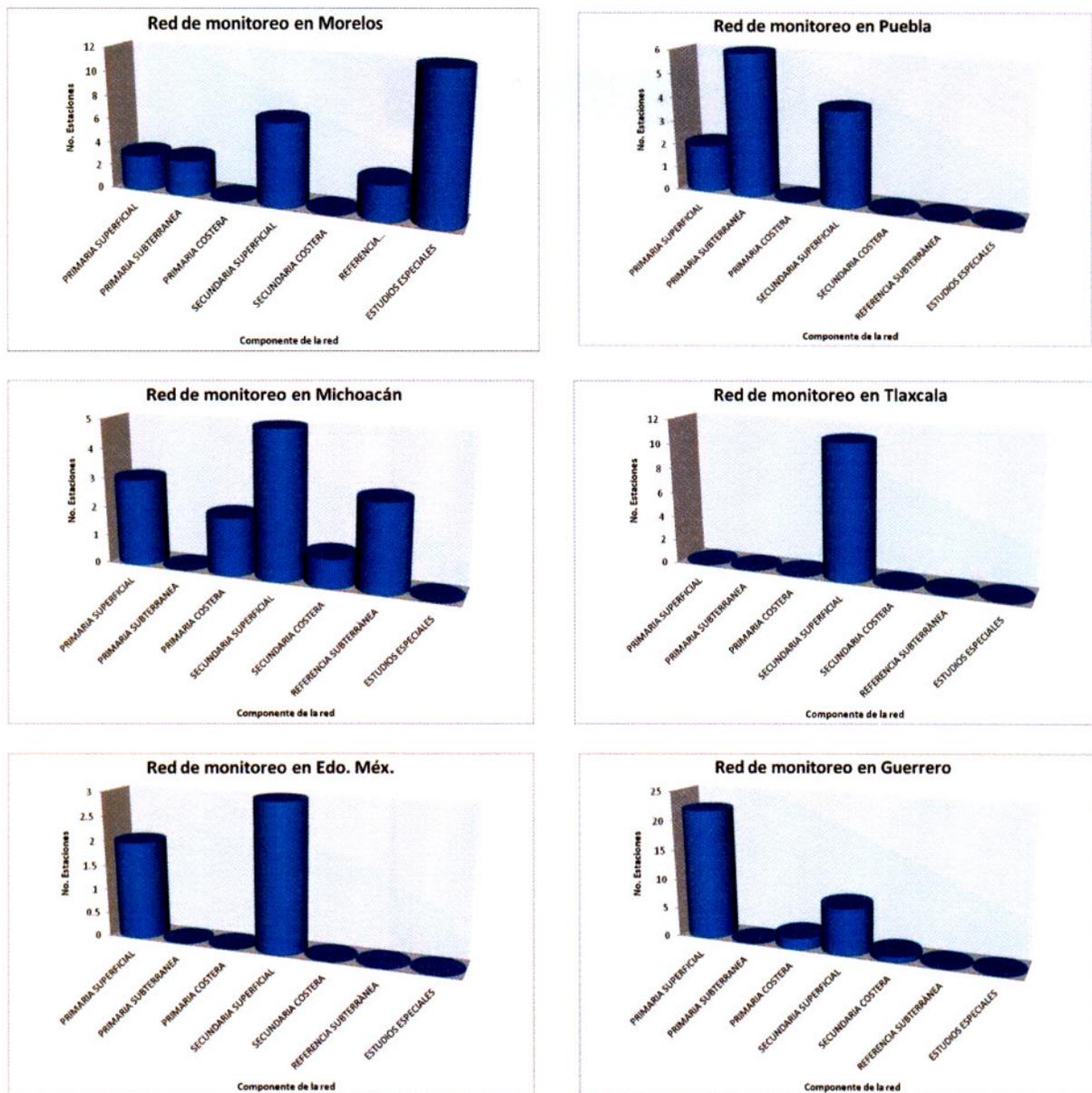


Figura 18.- Número de sitios por red y entidad en el año 2009.

Respecto a los sitios asignados y monitoreados por red, de los 103 sitios de monitoreo en la región Balsas, el mayor número de ellos se ubica en la red Secundaria Superficial con 38 sitios lo que representa un porcentaje del 33%, respecto al total de sitios, la red Primaria Superficial tiene 32 sitios con un porcentaje respecto del total de 31%, mientras que la red con menos sitios es la Secundaria Costera y que presenta un porcentaje del 2% respecto al número total de sitios muestreados en el 2009.

### 5.1.2.- Toma de muestras y Análisis realizados

Al revisar el tipo de muestras y los análisis realizados tanto en campo como en laboratorio, se presenta un primer concentrado de datos en función de las actividades correspondientes a cada tipo de red, contrastando entre los análisis programados y los análisis realizados en cada situación (Figura 19 y Tabla 5).

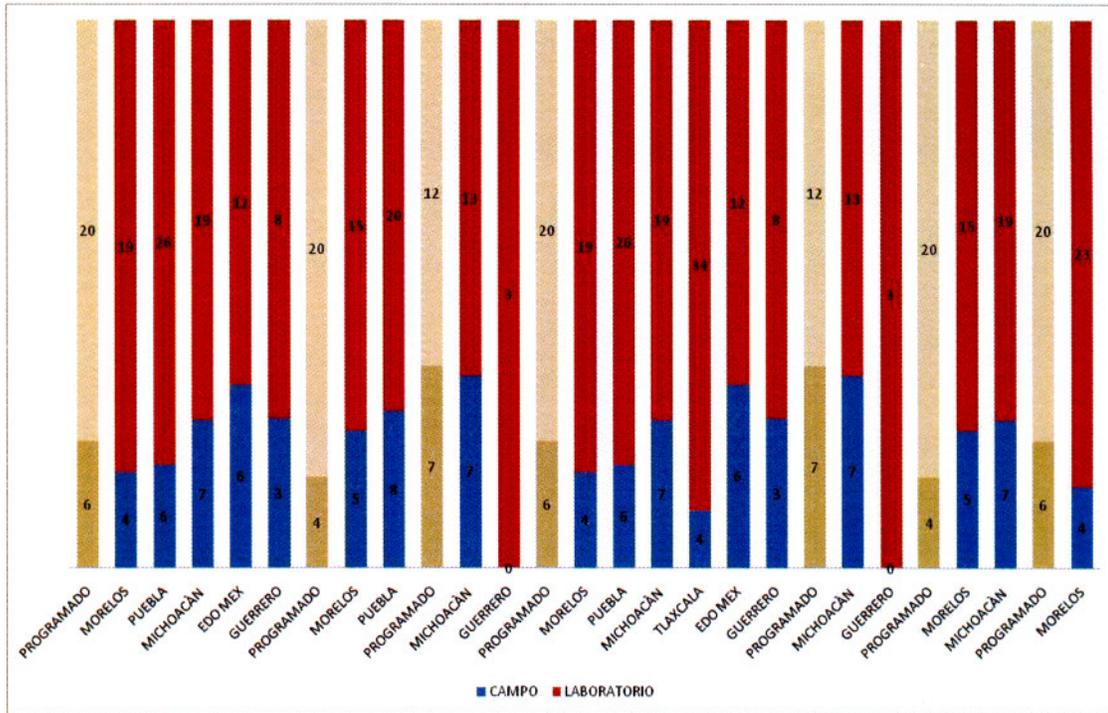


Figura 19.- Total de parámetros programados y realizados por red durante 2009.

El orden de las redes es: Primaria superficial, Primaria subterránea y Primaria costera, Secundaria superficial y Secundaria costera, Referencia subterránea y Estudios especiales

Tabla 5.- Número de parámetros Programados contra realizados por tipo de red de la RRMCAOCB

CAMPO	PARÁMETRO	PRIMARIA SUPERFICIAL		PRIMARIA SUBTERRÁNEA		PRIMARIA COSTERA		SECUNDARIA SUPERFICIAL		SECUNDARIA COSTERA		REFERENCIA SUBTERRÁNEA		ESTUDIOS ESPECIALES		
		PROG.	REAL	PROG.	REAL	PROG.	REAL	PROG.	REAL	PROG.	REAL	PROG.	REAL	PROG.	REAL	
CAMPO	CONDUCTIVIDAD	1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	
	COLOR		1		1	1			1	1						
	GASTO	1						1	1					1	1	
	MATERIA FLOTANTE		1						1	1						
	OXÍGENO DISUELTO	1	1		1	1	1	1	1	1				1	1	
	PH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	SALINIDAD						1	1			1	1				
	TEMPERATURA AMBIENTE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	TEMPERATURA AGUA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	TRANSPARENCIA					1	1				1	1				
	TURBIEDAD		1		1				1	1						
	LABORATORIO	ALCALINIDAD FENOLFTALEÍNA	1	1					1	1					1	1
ALCALINIDAD TOTAL		1	1		1			1	1					1	1	
ARSÉNICO				1	1							1	1			
BICARBONATOS		1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	
BIOLÓGICO (PLANCTON-BENTOS)		1	1					1	1					1	1	
BORO			1		1				1	1						
CALCIO				1	1							1	1			
CARBONATOS		1	1					1	1					1	1	
COLIFORMES FECALES		1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	
COLIFORMES TOTALES		1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	
CLOROFILA A						1	1				1	1				
CLORUROS			1	1	1				1	1			1	1		
CROMO HEXAVALENTE			1		1				1	1					1	
DBO <sub>5</sub>		1	1					1	1					1	1	
DQO		1	1			1	1	1	1	1	1			1	1	
DUREZA CALCIO		1	1		1				1	1				1	1	
DUREZA MAGNESIO					1											
DUREZA TOTAL		1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	
ENTEROCOCOS						1	1				1	1				
EXTRACTOS DE HEXANO						1	1				1	1				
FOSFATOS				1	1							1	1			
FÓSFORO TOTAL		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
FLÚOR				1	1							1	1		1	
GRASAS Y ACEITES			1						1	1						
HIERRO				1	1							1	1			
MAGNESIO				1	1							1	1			
MANGANESO				1	1							1	1			
N AMONICAL		1	1	1	1			1	1	1		1	1	1	1	
N TOTAL			1			1			1	1		1	1			
N TOTAL KJELDAHL		1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	
NITRATOS		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NITRITOS		1	1		1	1	1	1	1	1	1			1	1	
ORTOFOSFATOS		1	1		1	1	1	1	1	1	1			1	1	
PH			1						1	1						
PLANCTON							1				1					
POTASIO			1	1	1				1	1		1	1			
SAAM			1						1	1					1	
SDT		1	1	1	1			1	1		1	1	1	1	1	
SODIO			1	1					1	1		1	1			
S SEDIMENTABLES			1						1	1						
Sst		1	1			1	1	1	1	1	1			1	1	
ST			1						1	1						
SULFATOS		1	1	1	1			1	1			1	1	1	1	
TOXICIDAD		1	1			1	1	1	1		1			1	1	
<b>TOTALES</b>			<b>27</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>30</b>

En la red Primaria Superficial, se realizaron 13 parámetros más de los 27 programados, en la red Primaria Subterránea, se realizaron ocho parámetros más de los 24 programados, para la red Primaria Costera, se realizaron tres más de los 16 programados, en la red Secundaria Superficial, se realizaron 10 parámetros más, de los 27 programados.

En la red Primaria Costera, se realizó cinco parámetros menos de los 19 programados, en la de Referencia Subterránea, se realizaron tres parámetros menos de los 24 programados, y finalmente en la red de Estudios Especiales se realizaron tres parámetros adicionales a los 30 programados.

La diferencia de los sitios muestreados observada en el mes de marzo, corresponde a los cuatro sitios que se dejaron de muestrear en el mes de febrero. Esta situación se torna sistemática en el programa anual de muestreo, ya que en algunos meses se muestrean menos sitios de los programados y en otros meses se muestrean más sitios de los programados, cumpliendo de esta manera el porcentaje solicitado en el indicador de metas de cumplimiento administrativo, y no así al objetivo de la operación de la red.

Tabla 6.- Calendario de muestreos de la RRMCAOCB en el 2009.

RED	ESTADO		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SEP	OCT	NOV	TOTAL	% AVANCE
PRIMARIA SUPERFICIAL	MORELOS	P	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	12	
		R	3	0	0	2	1	0	3	0	0	3	12	
	PUEBLA	P	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	8	
		R	2	0	0	2	0	0	0	0	2	2	8	
	MICHOACÁN	P	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	12	
		R	3	0	0	2	0	0	3	0	0	3	11	
	EDO. MEX.	P	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	8	
		R	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	8	
	GUERRERO	P	0	22	0	0	22	0	0	22	22	0	88	
		R	7	15	0	7	15	0	7	15	15	7	88	
		P	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>128</b>	99
		R	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>127</b>	
PRIMARIA SUBTERRÁNEA	MORELOS	P	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	6	
		R	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	6	
	PUEBLA	P	0	6	0	0	0	0	0	6	0	0	12	
		R	0	6	0	0	0	0	0	6	0	0	12	
		P	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	100
		R	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	
PRIMARIA COSTERA	MICHOACÁN	P	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	6	
		R	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	6	
	GUERRERO	P	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	8	
		R	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	8	
		P	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	100
		R	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	
SECUNDARIA SUPERFICIAL	MORELOS	P	7	0	0	7	0	0	7	0	0	7	28	
		R	7	0	0	7	0	0	7	0	0	7	28	
	PUEBLA	P	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	16	
		R	4	0	0	4	0	0	0	0	4	4	16	
	MICHOACÁN	P	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	20	
		R	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	20	
	TLAXCALA	P	11	0	0	11	0	0	11	0	0	11	44	
		R	0	11	0	11	0	0	11	0	0	11	44	
	EDO. MEX.	P	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	12	
		R	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	12	
	GUERRERO	P	6	2	0	6	0	2	6	0	6	2	30	
		R	6	2	0	6	0	2	6	0	6	2	30	
	P	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>150</b>	100	
	R	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>32</b>	<b>150</b>		
SECUNDARIA COSTERA	MICHOACÁN	P	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3	
		R	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3	
	GUERRERO	P	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	5	
		R	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	5	
		P	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	100
		R	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	
REFERENCIA SUBTERRÁNEA	MORELOS	P	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	6	
		R	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	6	
	MICHOACÁN	P	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	6	
		R	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	6	
		P	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	100
		R	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	
ESTUDIOS ESPECIALES	MORELOS	P	8	4	0	8	0	0	8	4	0	8	40	
		R	8	4	0	6	2	0	8	4	0	8	40	
		P	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	100
		R	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	
TOTAL ANUAL	PROGRAMADO		57	45	1	57	24	2	58	37	34	55	370	99.7
	REAL		53	49	1	60	20	2	59	30	33	62	369	

Como se observa, Morelos, Puebla y Michoacán, son los estados con más alta incidencia (12) de componente Primario Superficial; Puebla en Primera Subterránea (12), Tlaxcala en Secundaria Superficial (40), y Morelos en Estudios Especiales (40).

Tabla 7.- Calendario y número de análisis realizados por entidad y red de la RRMCAOCB en 2009.

COMPONENTE	ESTADO		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	NO. DE ANÁLISIS REALIZADOS TOTALES	
PRIMARIA SUPERFICIAL	Morelos	P	208			208			208			208		832	
		R	184			184			184			184		736	
	Puebla	P	52			52			52			52		208	
		R	64			64			64			64		256	
	Michoacán	P	78			78			78			78		312	
		R	78			78			78			78		312	
	Edo. Mex.	P	52			52			52			52		208	
		R	36			36			36			36		144	
	Guerrero	P		442			442			442	442				1768
		R		187			187			187	187				748
	Subtotal	P	390	442	0	390	442	0	390	442	442	390	0	3328	
	Subtotal	R	362	187	0	362	187	0	362	187	187	362	0	2196	
PRIMARIA SUBTERRÁNEA	Morelos	P		72						72				144	
		R		60						60				120	
	Puebla	P		144						144				288	
		R		168						168				336	
	Subtotal	P	0	216	0	0	0	0	0	216	0	0	0	432	
Subtotal	R	0	228	0	0	0	0	0	228	0	0	0	456		
PRIMARIA COSTERA	Morelos	P	38	38		38	38		38	38		38		266	
		R	40	6		40	6		40	6		40		178	
	Subtotal	P	38	38	0	38	38	0	38	38	0	38	0	266	
Subtotal	R	40	6	0	40	6	0	40	6	0	40	0	178		
SECUNDARIA SUPERFICIAL	Morelos	P	234			234			234			234		936	
		R	207			207			207			207		828	
	Puebla	P	78			78			78			78		312	
		R	96			96			96			96		384	
	Michoacán	P	130			130			130			130		520	
		R	130			130			130			130		520	
	Tlaxcala	P	286			286			286			286		1144	
		R	418			418			418			418		1672	
	Edo. Mex.	P	78			78			78			78		312	
		R	54			54			54			54		216	
	Guerrero	P	156			156			156			156		624	
		R	66			66			66			66		264	
Subtotal	P	962	0	0	962	0	0	962	0	0	962	0	3848		
Subtotal	R	971	0	0	971	0	0	971	0	0	971	0	3884		
SECUNDARIA COSTERA	Morelos	P	38		19	38			57			57		209	
		R	40		3	40			69			69		221	
	Subtotal	P	38	0	19	38	0	0	57	0	0	57	0	209	
	Subtotal	R	40	0	3	40	0	0	69	0	0	69	0	221	
REFERENCIA SUBTERRÁNEA	Morelos	P		72						72				144	
		R		60						60				120	
	Michoacán	P		72						72				144	
		R		78						78				156	
Subtotal	P	0	144	0	0	0	0	0	144	0	0	0	288		
Subtotal	R	0	138	0	0	0	0	0	138	0	0	0	276		
ESTUDIOS ESPECIALES	Morelos	P	312			312			312			312		1248	
		R	324			324			324			324		1296	
	Subtotal	P	312	0	0	312	0	0	312	0	0	312	0	1248	
	Subtotal	R	324	0	0	324	0	0	324	0	0	324	0	1296	
<b>TOTALES Programados</b>		<b>1740</b>	<b>840</b>	<b>19</b>	<b>1740</b>	<b>480</b>	<b>0</b>	<b>1759</b>	<b>840</b>	<b>442</b>	<b>1759</b>	<b>0</b>	<b>9619</b>		
<b>TOTALES Realizados</b>		<b>1737</b>	<b>559</b>	<b>3</b>	<b>1737</b>	<b>193</b>	<b>0</b>	<b>1766</b>	<b>559</b>	<b>187</b>	<b>1766</b>	<b>0</b>	<b>8507</b>		

Durante 2009, para la red Primaria Superficial se programaron 3,328 análisis, de los cuales sólo se analizaron 2,196, que representa un porcentaje de cumplimiento del 66% respecto del total de análisis programados.

Puebla fue la entidad que tuvo el mayor porcentaje de cumplimiento, esto es, por arriba del 100% respecto del total de análisis programados para esta red (programó 208, y realizó 256). Ver Tabla 7.

En contraste, los estados de México y Guerrero, realizaron menos análisis de los programados: México programó 208, analizó 144, y Guerrero, programó 1768 y analizó 748, siendo esta última entidad la que obtuvo el menor porcentaje de cumplimiento (42%).

Para la red Primaria Subterránea, se programaron 432 análisis, de los cuales se realizaron 456, obteniéndose un porcentaje de cumplimiento respecto del total de análisis para esta red por arriba del 100%. Puebla fue la entidad que realizó más análisis (336) de los programados (288), obteniendo un porcentaje de cumplimiento de 117% respecto del total de análisis programados. El estado de Morelos, obtuvo un 83% de porcentaje de cumplimiento, ya que realizó menos análisis (120) de los programados (144).

Para la red Primaria Costera, se programaron 266 análisis, de los cuales se realizaron 178, lo que representa un porcentaje de cumplimiento del 67%.

Para la red Secundaria Superficial, durante 2009, se programaron 3,848 análisis y se analizaron 3,884 del total programado, lo que representa un porcentaje de cumplimiento del 101%.

El estado de Tlaxcala junto con Puebla obtuvieron un porcentaje de cumplimiento por arriba del 100%, ya que ambas entidades realizaron más análisis de los programados. Tlaxcala programó 1,144 y analizó 1,672, mientras que Puebla programó 312 y analizó 384.

Por otro lado, los estados de México y Guerrero, obtuvieron los porcentajes de cumplimiento más bajos (69 y 42% respectivamente), ya que realizaron menos análisis de los programados. El estado de México programó 312 análisis y realizó 216, mientras que el estado de Guerrero programó 624 análisis, y realizó 264.

El porcentaje de cumplimiento de análisis programados contra los realizados en la red Secundaria Costera fue del 105%, ya que se programaron 209 análisis y se realizaron 221.

Para la red de Referencia Subterránea, se programaron 288 análisis y se realizaron 276, obteniendo un porcentaje de cumplimiento del 95%. Cabe mencionar que esta red sólo la operan dos estados, Morelos y Michoacán, este último obtuvo un porcentaje de cumplimiento por arriba del 100%, ya que programó 144 análisis y realizó 156, por su parte el estado de Morelos, obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 83%, programando 144 análisis y realizando 120.

Finalmente, la red de Estudios Especiales, mostró un porcentaje de cumplimiento del 104%, programando 1,248 análisis y realizando 1,296.

#### *5.1.4.- Recursos Financieros*

Durante el 2009, el presupuesto asignado para la operación de la RRMCAOCB, considerando la compra de materiales, suministro para el laboratorio, viáticos, combustible, más no así los salarios, fue de \$1,563,847.51, de los cuales \$788,763.00 fueron asignados al estado de Morelos que representan un 50% del total de presupuesto asignado. Por otro lado el estado de México, fue la entidad a la que se le asignó el menor presupuesto (\$8,000), representando el 0.5% del total asignado Tabla 8.

Tabla 8.- Presupuesto asignado por partida y entidad para la operación de la RRMCAOCB durante 2009

ENTIDAD	SUSTANCIAS QUÍMICAS (MILES \$)	MATERIAL ACCESORIOS Y SUMINISTROS DEL LAB. (MILES \$)	VIATICOS (MILES \$)	COMBUSTIBLE (MILES \$)	OTROS ACREDITACIÓN (MILES \$)	TOTAL EN MILES DE PESOS
<b>MORELOS</b>	203,326.00	41,674.00	413,763.00	30,000.00	100,000.00	788,763.00
<b>PUEBLA</b>	35,000.00	15,000.00	18,511.50	132,003.01	90,000.00	290,514.51
<b>MICHOACÁN</b>	15,000.00	15,000.00	70,000.00	30,000.00	0.00	130,000.00
<b>TLAXCALA</b>	2,147.00	40,000.00	7,620.00	7,603.00	0.00	57,370.00
<b>ESTADO DE MÉXICO</b>	0.00	0.00	5,000.00	3,000.00	0.00	8,000.00
<b>GUERRERO</b>	0.00	35,000.00	240,000.00	14,200.00	0.00	289,200.00
<b>TOTAL EN PESOS</b>	255,473.00	146,674.00	754,894.50	216,806.01	190,000.00	1,563,847.51

Los estados con asignaciones por arriba de los \$200,000 pesos fueron: Puebla y Guerrero (18%), mientras que Michoacán y Tlaxcala se les asignó \$130,000 y \$57,370.00 respectivamente (8% y 3%). Del total del presupuesto asignado, el 37% corresponde para los análisis de laboratorio, mientras que el 63% restante corresponde al asignado para actividades en campo (muestreo). El monto asignado para actividades de muestreo fue de \$971,700, mientras que para las actividades de análisis fue de \$592,147 (Tabla 8).

Tabla 9.- Cálculo del presupuesto asignado para laboratorio y campo por entidad para la operación de la RRMCAOCB durante 2009

ENTIDAD	PRESUPUESTO ASIGNADO		TOTAL EN MILES DE PESOS
	ANÁLISIS	MUESTREO	
<b>TOTALES EN MILES DE PESOS</b>	592,147.00	971,700.51	1,563,847.51
<b>MORELOS</b>	298,663.16	490,099.84	788,763.00
<b>PUEBLA</b>	110,002.60	180,511.91	290,514.51
<b>MICHOACÁN</b>	49,224.18	80,775.82	130,000.00
<b>TLAXCALA</b>	21,723.01	35,646.99	57,370.00
<b>ESTADO DE MÉXICO</b>	3,029.18	4,970.82	8,000.00
<b>GUERRERO</b>	109,504.87	179,695.13	289,200.00

Del total del presupuesto asignado para actividades de campo, el estado de Morelos tiene poco más del 50%, Guerrero el 18%, mientras que al estado de México sólo tiene el 0.5%.

Referente al presupuesto asignado para análisis de laboratorio, el estado de Morelos se lleva más de \$490,000 pesos que corresponde a la mitad del presupuesto total, por su parte, el estado de Tlaxcala tiene asignado poco más del 3% del presupuesto de la red (Tabla 9).

Respecto al presupuesto asignado por área (campo o laboratorio) por entidad, y considerando el número de análisis realizados, la Tabla 10 muestra que el mayor costo unitario de análisis de laboratorio corresponde al estado de Puebla, y el más bajo al estado de México, mientras que para los análisis de campo, el mayor costo lo tiene el estado de Guerrero, y el más bajo el estado de México.

Tabla 10.- Presupuesto asignado por partida, por entidad, para la operación de la RRMCAOCB durante 2009

ENTIDAD	PRESUPUESTO ASIGNADO EN PESOS		TOTAL EN MILES DE PESOS	NO DE ANÁLISIS REALIZADOS LABORATORIO	NO DE ANÁLISIS REALIZADOS CAMPO	COSTO UNITARIO DE ANÁLISIS DE CAMPO	COSTO UNITARIO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO
	ANÁLISIS	MUESTREO					
<b>TOTALES</b>	<b>592,147.00</b>	<b>971,700.51</b>	<b>1,563,847.51</b>	<b>6736</b>	<b>1771</b>	87.91	548.67
<b>MORELOS</b>	298,663.16	490,099.84	788,763.00	2776	723	107.59	677.87
<b>PUEBLA</b>	110,002.60	180,511.91	290,514.51	764	212	143.98	851.47
<b>MICHOACÁN</b>	49,224.18	80,775.82	130,000.00	712	276	69.14	292.67
<b>TLAXCALA</b>	21,723.01	35,646.99	57,370.00	1496	176	14.52	202.54
<b>ESTADO DE MÉXICO</b>	3,029.18	4,970.82	8,000.00	240	120	12.62	41.42
<b>GUERRERO</b>	109,504.87	179,695.13	289,200.00	748	264	146.40	680.66

Respecto al monto que recibe cada entidad por análisis realizado y el salario asignado al personal que opera la red, la Tabla 11 muestra, que el estado de Michoacán emplea casi el 40% del salario asignado a las actividades de análisis, es decir que tiene un 60% de presupuesto con el que realiza las actividades de muestreo. El estado de Puebla emplea el 85% del salario asignado a las actividades de análisis, mientras que el 15% restante lo emplea en otras actividades como el muestreo.

**Tabla 11.- Salarios asignados por el personal que labora la red y percepción de recursos por análisis realizados**

ESTADO	SALARIO ASIGNADO POR EL PERSONAL QUE TIENE	PERCEPCIÓN POR ANÁLISIS REALIZADOS
MORELOS	212,128.83	149,477.28
PUEBLA	71,697.83	60,804.80
MICHOACÁN	94,854.33	37,148.80
TLAXCALA	59,133.67	42,535.68
ESTADO DE MÉXICO	55,841.33	75,168.00
GUERRERO	52,820.67	42,099.20

En todas las entidades con excepción del estado de Michoacán, el porcentaje del monto percibido y empleado en las actividades de análisis es más del 70%. Lo anterior implica que a pesar de que los montos asignados para actividades como el muestreo, análisis de datos, generación de productos, propuestas de estrategias para un manejo del recurso, son del 30% aproximadamente, no se generan productos derivados de la información obtenida, ello involucra la necesidad de realizar una distribución equitativa de actividades para que los montos percibidos y no empelados en análisis se canalicen a la generación de productos de la red.

#### 5.1.5.- Recursos humanos y materiales

De las 42 personas que operan la RRMCAOCB, seis cuentan con estudios de Maestría, siete con Licenciatura, siete con Carrera Técnica, y 12 con preparatoria (Figura 20) siendo los de nivel Licenciatura, los que presentan el más alto porcentaje del personal que opera la red (40%).

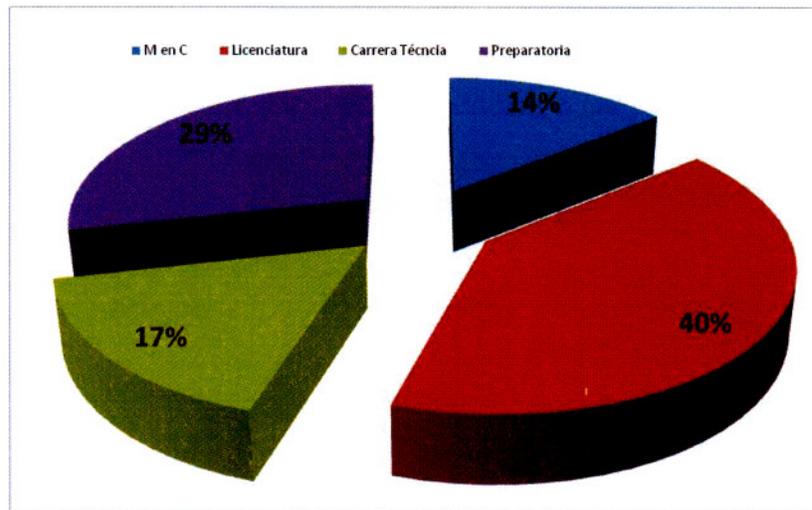


Figura 20.- Porcentaje del nivel académico del personal que opera la RRMCAOCB durante 2009.

A continuación una descripción detallada de los puestos, Perfil del nivel académico para cada una de las entidades federativas.

Tabla 12.- Puesto y nivel de ingreso mensual del personal por entidad que opera la RRMCAOCB

ENTIDAD	PUESTO	NÚMERO DE PERSONAS	SALARIO CNA		PERFIL NIVEL ACADÉMICO
			UNITARIO	TOTAL	
Morelos	Jefe proyecto	1	28,989.67	28,989.67	Maestría
	Jefe departamento	1	19,620.67	19,620.67	Licenciatura
	Especialista hidráulica	3	19,620.67	58,862.00	Licenciatura
	Enlace	1	15,856.50	15,856.50	Licenciatura
	Técnico superior	6	8,300.00	49,800.00	Técnica
	Técnico especializado	5	7,800.00	39,000.00	Preparatoria
<b>Subtotal</b>		<b>17</b>	<b>100,187.50</b>	<b>212,128.83</b>	
Tlaxcala	Jefe departamento	1	19,620.67	19,620.67	Maestría
	Enlace	2	15,856.50	31,713.00	Licenciatura
	Técnico especializado	1	7,800.00	7,800.00	Licenciatura
<b>Subtotal</b>		<b>4</b>	<b>43,277.17</b>	<b>59,133.67</b>	
Puebla	Jefe departamento	1	19,620.67	19,620.67	Maestría
	Jefe departamento	1	19,620.67	19,620.67	Licenciatura
	Enlace	1	15,856.50	15,856.50	Licenciatura
	Técnico superior	2	8,300.00	16,600.00	Preparatoria
<b>Subtotal</b>		<b>5</b>	<b>63,397.83</b>	<b>71,697.83</b>	
Estado de México	Jefe departamento	1	19,620.67	19,620.67	Licenciatura
	Enlace	1	19,620.67	19,620.67	Preparatoria
	Técnico superior	2	8,300.00	16,600.00	Preparatoria
<b>Subtotal</b>		<b>4</b>	<b>47,541.33</b>	<b>55,841.33</b>	
Guerrero	Jefe	1	19,620.67	19,620.67	Maestría

Tabla 12.- Puesto y nivel de ingreso mensual del personal por entidad que opera la RRMCAOCB

ENTIDAD	PUESTO	NÚMERO DE PERSONAS	SALARIO CNA		PERFIL NIVEL ACADÉMICO
			UNITARIO	TOTAL	
	departamento				
	Técnico superior	4	8,300.00	33,200.00	Licenciatura
Subtotal		5	27,920.67	52,820.67	
Michoacán	Jefe departamento	2	19,620.67	39,241.33	Maestría
	Enlace	2	15,856.50	31,713.00	Licenciatura
	Técnico superior	1	8,300.00	8,300.00	Técnica
	Técnico especializado	2	7,800.00	15,600.00	Preparatoria
Subtotal		7	51,577.17	94,854.33	
Total		42	333,901.67	546,476.67	

El número total de personas que opera la RRMCAOCB es de 42, de las cuales 22 realizan actividades de laboratorio y 20 realizan actividades de campo (Tabla 12). De las 42 personas, 17 están adscritas al Organismo de Cuenca Balsas en Morelos, cinco en Puebla, siete en Michoacán, cuatro en Tlaxcala, y cuatro en el Estado de México y cinco en Guerrero. La mayor concentración de personal que trabaja en el laboratorio se observa en el estado de Morelos, seguido por el estado de Puebla y Michoacán, mientras que para el área de campo la mayor concentración de personal, se ubica en Morelos, Michoacán y Guerrero, ver Figura 21.

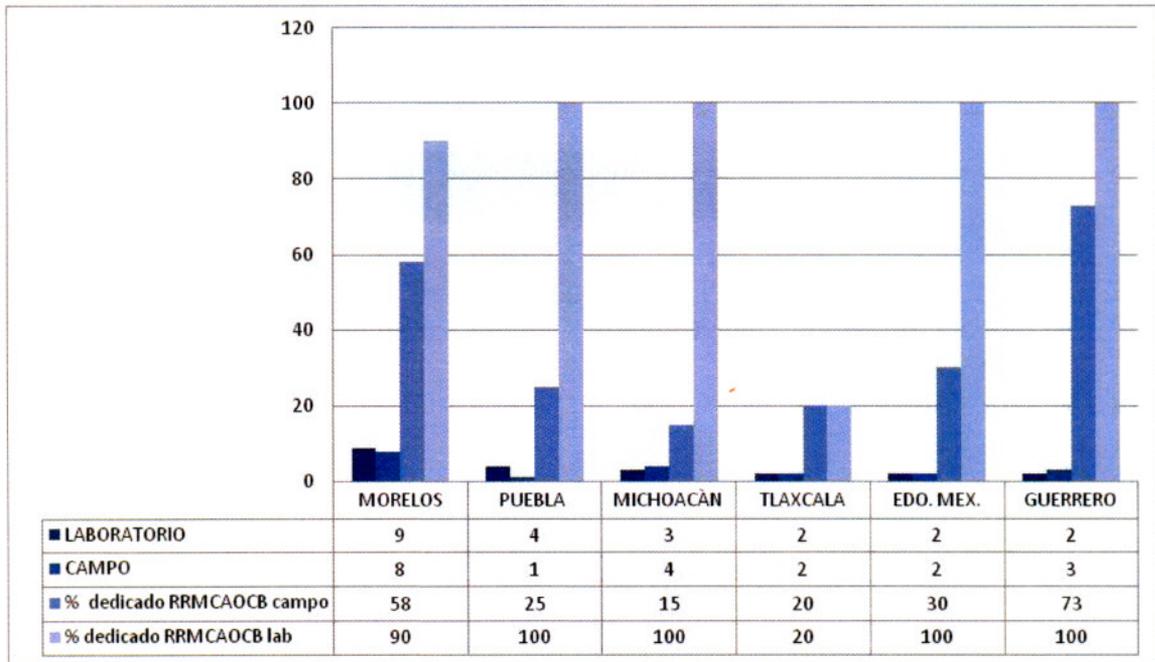


Figura 21.- Total de personas que trabajaron en la operación de la RRMCAOCB en campo y laboratorio y porcentaje de tiempo dedicado durante 2009.

Con excepción del estado de Tlaxcala, de manera general los estados que conforman la Regional Balsas, destinan el 70% del monto erogado por salarios del personal que opera la red, a las actividades de análisis, y el 30% restante lo aplican en actividades de muestreo, situación que no les permite contar con solvencia de recursos financieros para proponer la realización de otras actividades como el manejo de los datos, generación de productos, capacitación, e incluso la renovación o compra de equipo de tecnología de punta.

Tabla 13.- Cálculo del % de la percepción por análisis del salario asignado por personal adscrito de la RRMCAOCB, durante 2009

ESTADO	SALARIO ASIGNADO POR EL PERSONAL QUE TIENE	SALARIO ASIGNADO POR TIEMPO DEDICADO A LA RED	% DE LA PERCEPCIÓN POR ANÁLISIS DEL SALARIO ASIGNADO POR PERSONAL ADSCRITO
MORELOS	212,128.83	150,002.13	71
PUEBLA	71,697.83	42,270.56	59
MICHOACÁN	94,854.33	45,181.24	48
TLAXCALA	59,133.67	43,304.80	73
ESTADO DE MÉXICO	55,841.33	42,105.60	75
GUERRERO	52,820.67	37,120.16	70

Con relación al salario percibido por el personal que opera la red, el estado que más eroga, es el estado de Morelos, con un total de \$212,128 pesos mensuales (43%), seguido de Michoacán, con \$94,854 (12%), Puebla, con \$71,697 (12%), Tlaxcala, con \$59,133 (11%), Estado de México, con \$55,841 (11%), y Guerrero, con \$52,820 (11%), que en conjunto hacen un total de \$546,476.67 pesos mensuales. (Figura 22, Tabla 13).

Si se considera el tiempo de dedicación a la operación de la red, la erogación por estado es del orden de: Morelos \$150,002 pesos mensuales, Tlaxcala \$43,304.00, Puebla \$42,270.00, Estado de México \$42,105.00, Guerrero \$37,120.00 y Michoacán \$45,181.00; haciendo un total mensual de \$359,984.00 pesos.

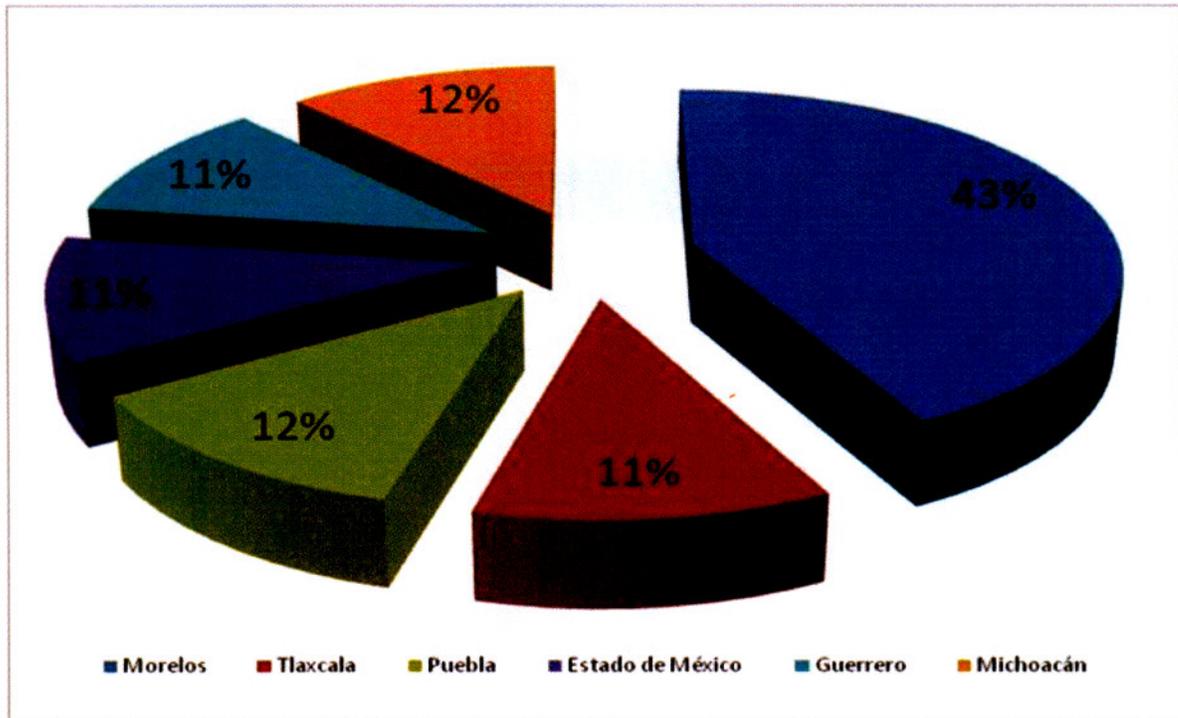


Figura 22.- Porcentaje de salarios mensuales pagados por estado al personal que operó la RRMCAOCB durante 2009.

El resultado obtenido a través de las encuestas aplicadas a cada estado que compone la Región Balsas, se desprende que, del total del recurso humano que opera la red de monitoreo, la mayor concentración de personal lo tiene el estado de Morelos, seguido del de Michoacán, Puebla, Guerrero, Tlaxcala, y finalmente el estado de México.

La encuesta revela la reducción de sistemática de personal, ya que a final de los años 90's, la mayoría de los estados operaban las redes con un promedio de seis personas, y en el año 2009, fecha en la fue aplicada la encuesta, el promedio de personal en todas las entidades se redujo a cuatro personas. Situación ocasionada por los retiros voluntarios del personal, aunado a la carencia de incentivos económicos para su permanencia en la institución.

## 5.2.- DIAGNÓSTICO

### 5.2.1.- Redes de monitoreo, Toma de muestras y análisis realizados

Considerando, el número de parámetros anuales realizados, el número de sitios muestreados, el personal que opera la red, y la cantidad de análisis realizados por persona, la figura 23 muestra que, el estado de Tlaxcala, es el que más análisis por persona hace (418), de 38 parámetros diferentes en 11 sitios, mientras que el estado que menos análisis ejecuta por persona es México, con 90 en cinco sitios, y de 18 parámetros diferentes.

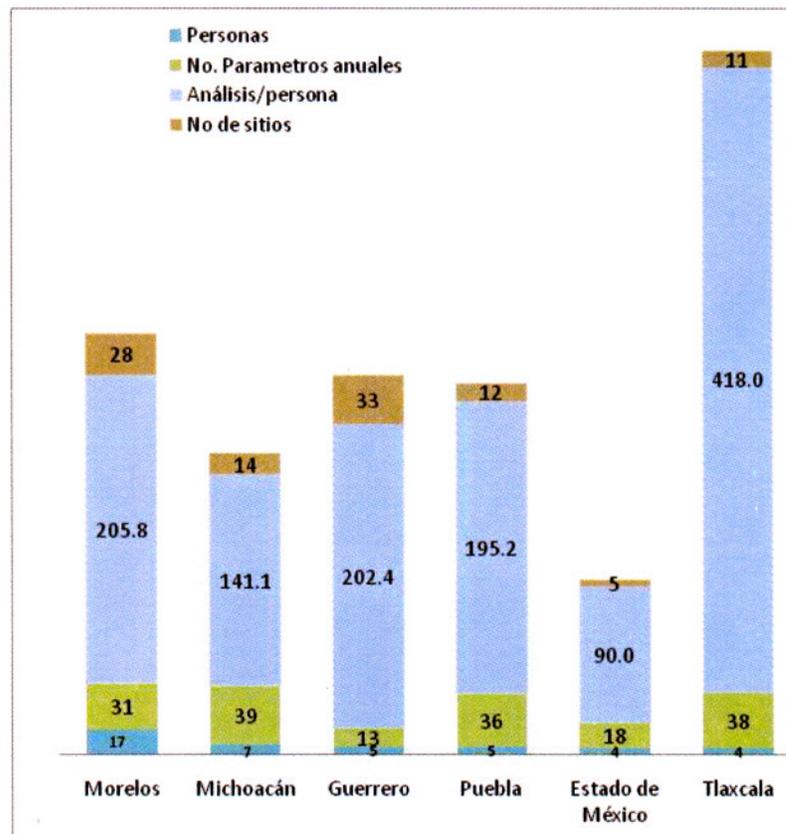


Figura 23.- Número de sitios, parámetros anuales realizados, número de personas que operan la red y número de análisis por persona realizados por entidad para el año 2009.

Sin embargo es de interés mencionar que el estado de Tlaxcala sólo opera la red Secundaria Superficial, mientras que en el estado de México operan las redes Primaria Superficial y Secundaria Superficial, esta situación

indica que los resultados generados por el estado de Tlaxcala son marginales, ya que sólo canalizan el esfuerzo de monitoreo hacia la generación de información prescriptiva a corto y mediano plazo, para el apoyo a las acciones de regulación y control de las descargas de aguas residuales.

Por otro lado, el estado de Guerrero, realiza por persona 202 análisis, de 13 parámetros diferentes, en 33 sitios, Michoacán analiza 141, de 39 parámetros en 14 sitios, y Puebla efectúa 195 de 36 parámetros en 12 sitios. Los resultados de estos estados se enfocan a la generación de información descriptiva a largo plazo y monitorean la calidad del agua subterránea impactada.

Durante el 2009, se programaron 9,619 análisis de los cuales se analizaron 8,507, realizados por las 42 personas que operan la RRMCAOCB.

De estos 8,507 análisis, el estado de Morelos, analizó el 41% del total, de manera tal, que con 17 personas realizó 3,499 análisis de 31 diferentes parámetros, y cada persona realizó 205.8 análisis tanto de laboratorio como de campo, ubicándose por debajo de la media regional de 202 análisis, que considera el total de análisis realizados dividido entre las 42 personas que operan la RRMCAOCB.

Por otro lado, el estado de México realizó el 4% del total de análisis realizados en la RRMCAOCB, utilizando a 4 personas, programó 18 parámetros y efectuó 360 análisis, es decir que cada persona realizó 90 análisis, ubicándose en este rubro, por debajo de la mitad de la media regional.

Los estados de Michoacán, Guerrero y Puebla, en su conjunto y en promedio realizan el 12% del total de análisis realizados en el OCB; Michoacán ejecuta 988 análisis de 39 parámetros diferentes con 7 personas, y cada una de ellas realiza 141 análisis; Puebla, con cinco personas hace 976 análisis, de 36 parámetros diferentes, y cada persona elabora 195 análisis; Guerrero obtiene 1012 análisis de 13 parámetros diferentes, con cinco personas, y cada una hace 3,202 análisis anuales. Estos tres estados se ubican por abajo de la media nacional de 202 análisis por persona.

### *5.2.2.- Cumplimiento, Productividad y Calidad*

La figura 24 muestra, que los estados de Morelos y Tlaxcala se ubican por arriba de la media regional referente al número de análisis, y los estados de México y Tlaxcala, se ubican por debajo de la media regional, en el rubro de parámetros realizados para el año de 2009. Asimismo, los estados de

Morelos y Tlaxcala, se ubican por arriba de la media nacional para los análisis realizados por persona, siendo Tlaxcala quien duplica esta cifra con 418 análisis efectuados por persona, y considerando el número de parámetros realizados, los estados de Morelos, Michoacán, Puebla, y Tlaxcala, se ubican por arriba de la media regional de 30.

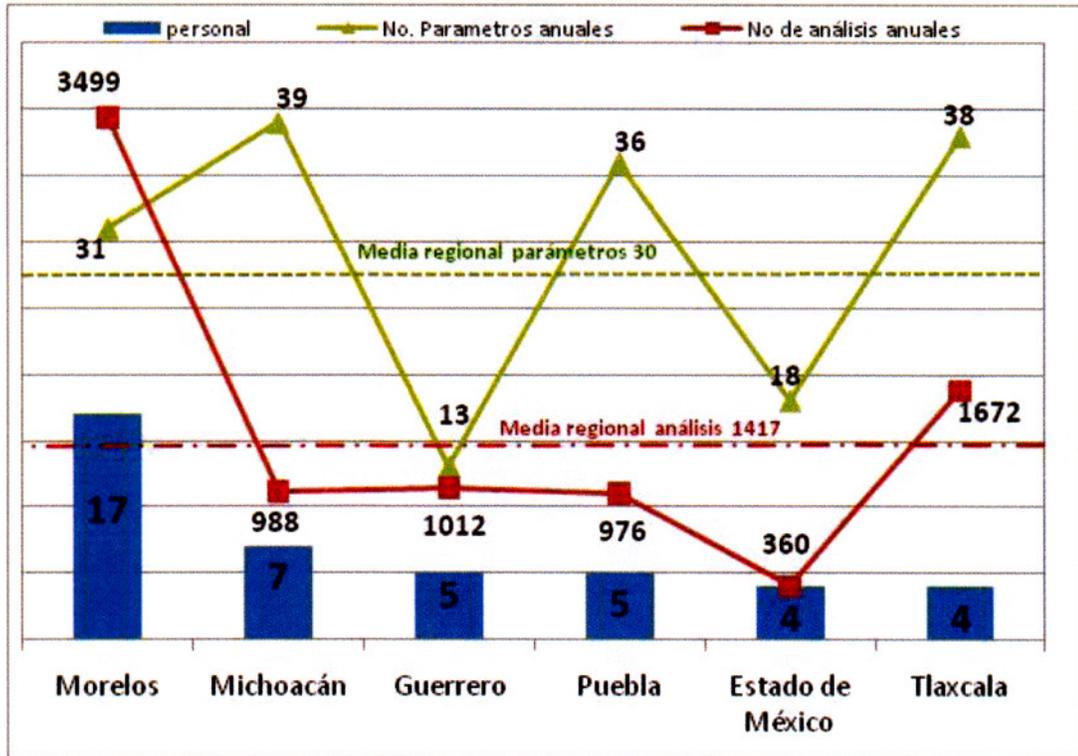


Figura 24.- Número de parámetros y análisis realizados durante 2009 por entidad, y número de personal adscrito a cada entidad que conforman el Organismo de Cuenca Balsas.

El estado de Tlaxcala realizó 1,672 análisis de 38 parámetros diferentes, lo que representa el 20% del total de análisis de la región, contando para ello a cuatro personas, en donde cada una realizó 418 análisis, lo que ubica a este estado por arriba de la media regional.

Considerando el número de análisis realizado por persona, y haciendo la diferencia entre los efectuados en campo, contra los llevados a cabo en el laboratorio, la figura 24 muestra que, los estados en donde el personal de laboratorio hace más análisis a nivel regional es Tlaxcala (836), y Morelos (1,852), no obstante para este estado, además se suman los análisis realizados como a poyo a los estados de Guerrero (405) y Michoacán (423). Referente a los análisis de campo, los estados de Morelos (1647), Tlaxcala (836) y Puebla (195), son los que realizaron la mayor cantidad durante el 2009. Sin embargo

se debe considerar que el estado de Tlaxcala sólo opera una red (Secundaria Superficial), mientras que los demás estados operan al menos dos, situación que implica que aquellos estados que operan más de una red, el personal realiza más análisis de laboratorio, y muestrea más sitios incrementando los análisis de campo.

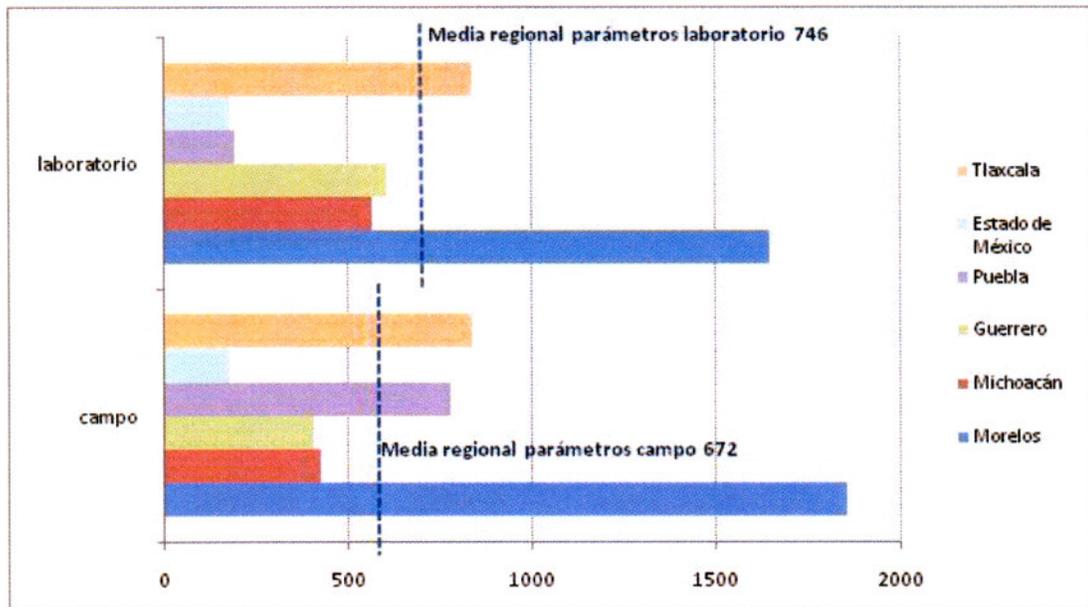


Figura 25.- Número de análisis realizados por persona, por área y por entidad durante 2009.

Durante el año de 2009, se obtuvo el 99% de cumplimiento respecto a la meta de muestrear 370 sitios. Durante ese año se muestrearon 369 sitios.

Respecto a la programación de la frecuencias de muestreo, en la Tabla 6, se observó cierto comportamiento irregular, por ejemplo: en el mes de febrero, se programaron muestrear 57 sitios para todas las redes y se muestrearon 53, mientras que para el mes de marzo se programaron muestrear 45 sitios y se muestrearon 49.

Lo anterior indica que no se está respetando la programación de las frecuencias de muestreo (trimestral o semestral), y por consiguiente las de las épocas de estiaje y lluvia; de esta manera sólo se da cumplimiento a la parte administrativa de la programación de sitios muestreados para llegar al 100% de su cumplimiento, establecido en el Programa Nacional de Monitoreo, y que se evalúa de manera anual a través de indicadores de cumplimiento (sitios programado para muestreo vs. sitios muestreados).

Esta situación, obedece estrictamente a la meta de cumplimiento del indicador administrativo, y no así al objetivo de la operación de la red.

Asimismo, el incumplimiento de los objetivos de la red, en su mayoría obedece a la reducción de presupuesto, y a la ausencia de personal, misma que en ocasiones es temporal por la solicitud de vacaciones, que en la CONAGUA por ley, a los trabajadores de laboratorio les corresponden cuatro periodos vacacionales anuales, y permanente, cuando se retiran por jubilación o pensión.

Durante 2009, para la red Primaria Superficial se programaron 3,328 análisis, de los cuales sólo se analizaron 2,196, que representa un porcentaje de cumplimiento del 66% respecto del total de análisis programados.

Puebla fue la entidad que realizó el mayor número de análisis, y que obtuvo un porcentaje de cumplimiento por arriba del 100% respecto del total de análisis programados para esta red (programó 208, y realizó 256).

En contraste, los estados de México y Guerrero, realizaron menos análisis de los programados: México programó 208, analizó 144, y Guerrero, programó 1768 y analizó 748, siendo este último el que obtuvo el menor porcentaje de cumplimiento para esta red de 42%.

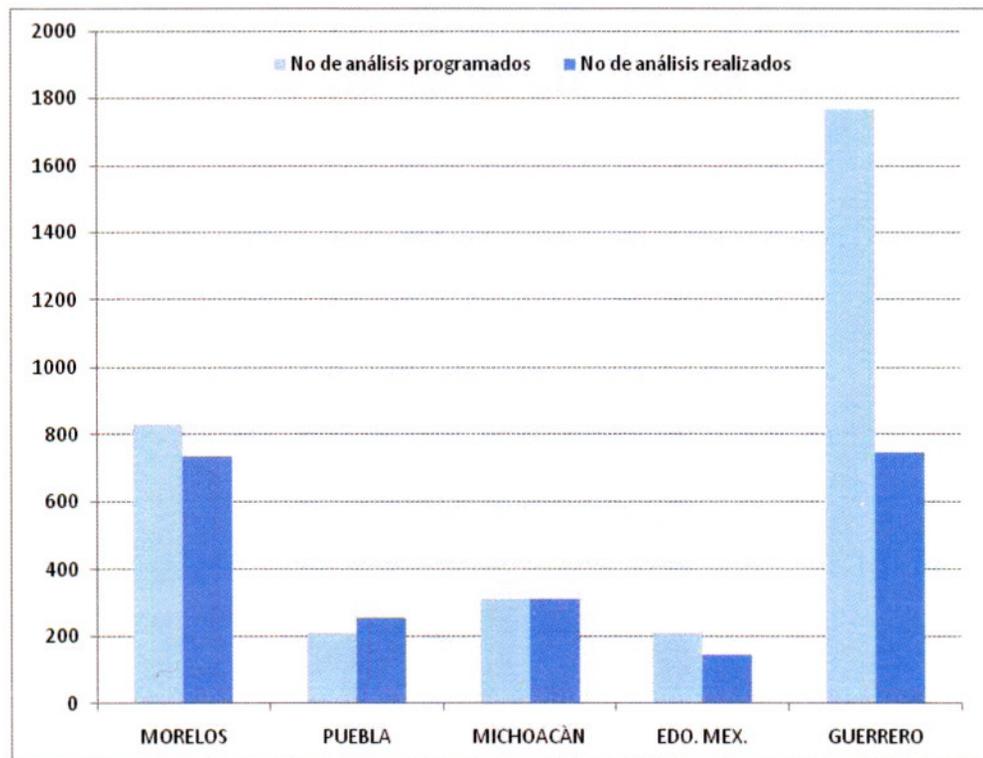


Figura 26.- Número total de análisis programados contra analizados en la red primaria superficial por estado de la RRMCAOCB durante 2009.

Para la red Primaria Subterránea, se programaron 432 análisis, de los cuales se realizaron 456, obteniéndose un porcentaje de cumplimiento respecto del total de análisis para esta red por arriba del 100%, siendo Puebla la entidad que realizó más análisis (336) de los programados (288), obteniendo un porcentaje de cumplimiento de 117% respecto del total de análisis programados para esta red.

Mientras que el estado de Morelos, obtuvo un 83% de porcentaje de cumplimiento, ya que realizó menos análisis (120) de los programados (144), ver figuras 26.

Para la red Primaria Costera, se programaron 266 análisis, de los cuales se realizaron 178, lo que representa un porcentaje de cumplimiento respecto del total de análisis programados para esta red del 67%. Los estados de Guerrero y Michoacán, tienen cada uno de ellos para esta red ubicados dos sitios en su territorio, sin embargo quien analiza es el estado de Morelos.

Para la red Secundaria Superficial, durante 2009, se programaron 3,848 análisis y se analizaron 3,884 del total programado, lo que representa un porcentaje de cumplimiento del 101%.

El estado de Tlaxcala junto con Puebla obtuvieron un porcentaje de cumplimiento por arriba del 100% (146 y 123 respectivamente), ya que ambas entidades realizaron más análisis de los programados, Tlaxcala programó 1.144 y analizó 1,672, mientras que Puebla programó 312 y analizó 384, ver Figura 28.

Por otro lado, los estados de México y Guerrero, obtuvieron los porcentajes de cumplimiento más bajos para esta red (69 y 42% respectivamente), ya que realizaron menos análisis de los programados (Figura 28).

El estado de México programó 312 análisis y realizó 216, mientras que el estado de Guerrero programó 624 análisis, y realizó 264.

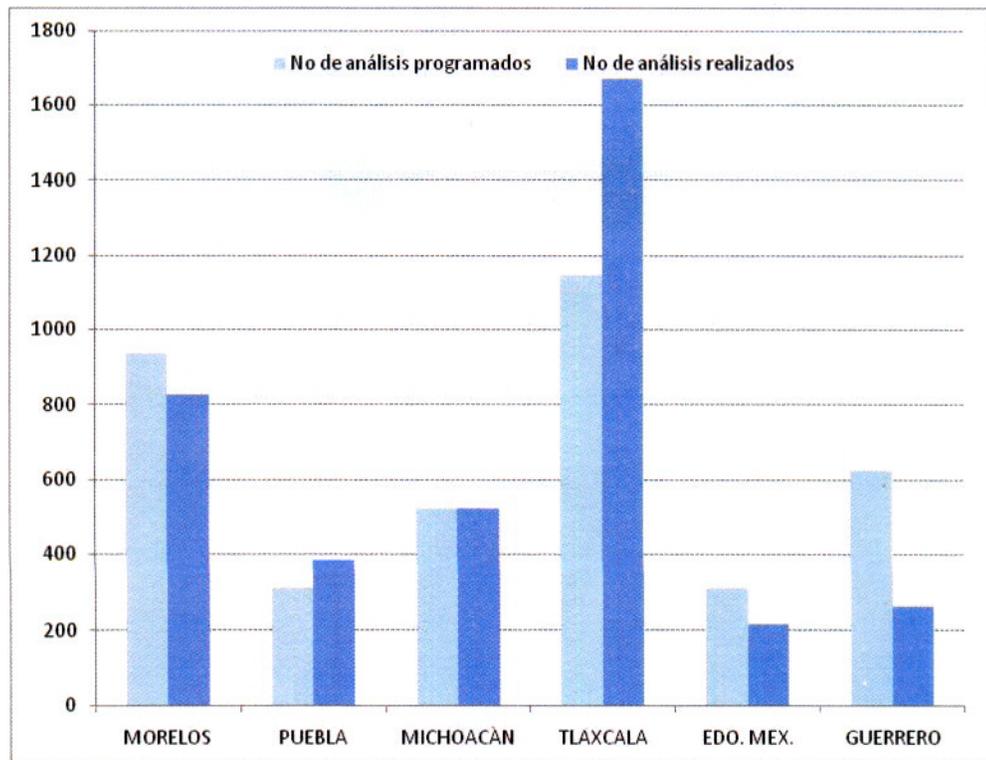


Figura 27.- Número total de análisis programados contra analizados en la red Secundaria Superficial por estado de la RRMCAOCB durante 2009.

El porcentaje de cumplimiento de análisis programados contra los realizados en la red Secundaria Costera fue del 105%, durante 2009, éste ya que se programaron 209 análisis y se realizaron 221. Los estados de Guerrero y Michoacán, tienen cada uno de ellos para esta red ubicados un sitio en su territorio, sin embargo quien analiza es el estado de Morelos.

Para la red de Referencia Subterránea, durante 2009, se programaron 288 análisis y se realizaron 276, obteniendo un porcentaje de cumplimiento respecto del total de análisis programados del 95%.

Esta red la operan sólo dos estados, Morelos y Michoacán, este último obtuvo un porcentaje de cumplimiento respecto del total de análisis programados por arriba del 100%, ya que programó 144 análisis y realizó 156, por su parte el estado de Morelos, obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 83%, programando 144 análisis y realizando 120 (Figura 27)

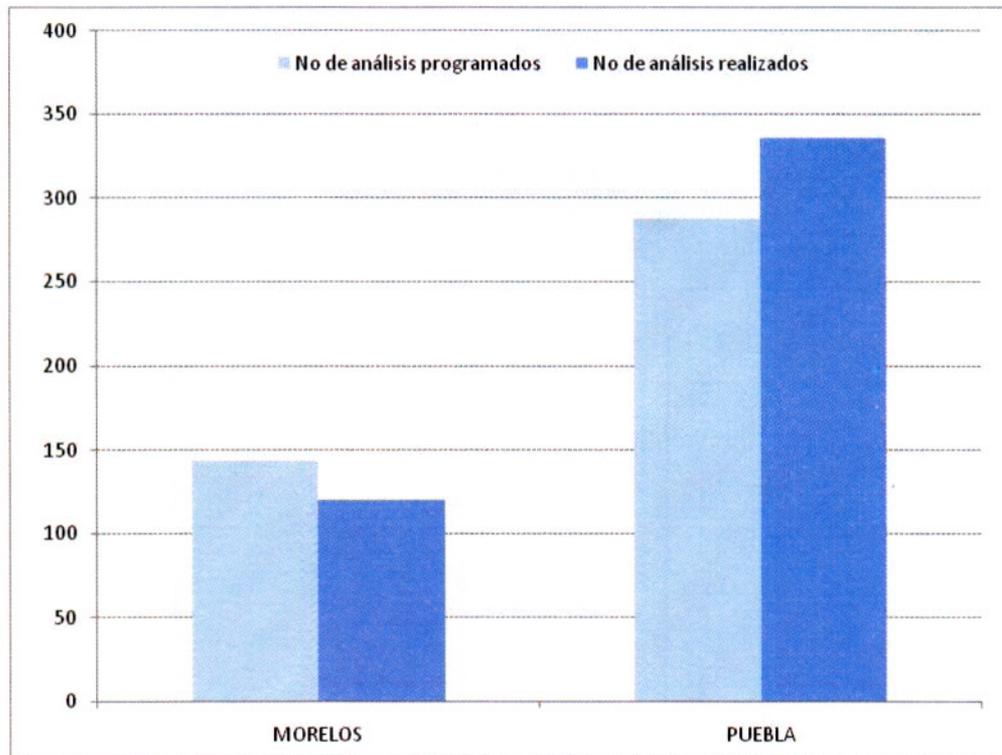


Figura 28.- Número total de análisis programados contra analizados en la red Primaria Subterránea por estado de la RRMCAOCB durante 2009.

Finalmente, la red de Estudios Especiales, mostró un porcentaje de cumplimiento del 104% respecto de los análisis programados, es decir programó 1,248 análisis y realizó 1,296.

Las frecuencias de muestreo por red durante el año de 2009, fueron: trimestrales para la Primaria Superficial, Primaria Costera, Secundaria Superficial, Secundaria Costera y Estudios Especiales, mientras que para la Primaria Subterránea y Referencia Subterránea fue semestral.

Si se considera como un indicador de problemas de salud pública a las coliformes fecales, como guía de presencia de eutrofización a los nutrientes, como indicio de arrastre de sólidos, a la conductividad específica, y sólidos suspendidos totales y como señal de presencia de aguas residuales, a la demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, y nitrógeno amoniacal, la sustitución o el reemplazo de un parámetro por otro, ocasiona que no se tenga la información necesaria para detectar, por ejemplo, la presencia de descargas aguas residuales no tratadas recientes, generalmente de tipo doméstico, e incluso, la carencia de información ocasiona que no se denoten focos potenciales de infección, y a su vez impiden la implementación de controles sanitarios.

Por otro lado, la determinación de no analizar los parámetros relacionados con la eutrofización, puede ocasionar que no se detecte a tiempo la saturación del sistema, por la gran cantidad de nutrientes, como, fósforo y nitrógeno, y consecuentemente, no detectar eminentes crecimientos algales desmesurados que ocasionan disminución en las concentraciones de oxígeno, y su disponibilidad para otros organismos acuáticos, convirtiendo a los sistemas no sustentables.

De la misma manera, la carencia de resultados de análisis de oxígeno disuelto o nitrógeno amoniacal, que son parámetros asociados a la presencia de aguas residuales, ocasiona que no se determine en los sistemas acuáticos la presencia y aumento de organismos patógenos, condición que restringe el uso del agua por ejemplo para abastecimiento de las poblaciones, por la alta concentración de contaminantes persistentes y tóxicos.

El estado de Michoacán, realizó los parámetros de color y turbiedad de más y sustituyó parámetros por calcio, cloruros, dureza al magnesio, manganeso, sodio, sólidos sedimentables y sólidos totales. Los estados de Morelos y Guerrero, sustituyeron parámetros como la acidez total, boro, coliformes totales, cloruros, dureza de magnesio, ST, STF y STV.

En la red Secundaria Superficial, el estado de Tlaxcala, realizó parámetros de más, como: acidez total, boro, coliformes totales, cloruros, dureza al magnesio, flúor, grasas y aceites, hierro, manganeso, pH, SAAM, SDF, SDV, sólidos sedimentables, SSF, SSV, ST, STF, y STV. El estado de Morelos, realizó además los parámetros de alcalinidad a la fenolftaleína, alcalinidad total, dureza al calcio, nitritos y ST.

Para las redes Primaria y Secundaria Costera en el 2009, por ejemplo el estado de Guerrero, no realizó ningún parámetro de campo y sólo hizo tres parámetros de laboratorio (coliformes totales, coliformes totales y plancton).

Finalmente para la red de Estudios Especiales, sólo el estado de Morelos reporta parámetros programados (seis de campo y 20 para laboratorio), de los cuales dejó de hacer gasto y conductividad, y realizó los parámetros de acidez total, boro, coliformes totales, cromo hexavalente, flúor, SAAM, y ST, sin haber sido programados.

### *5.2.3.- Recursos Financieros y análisis de costos*

Asimismo, el diagnóstico reveló que del monto total erogado por análisis realizado de \$359,984.00 pesos, la cantidad de \$190,146.00 se destinó al personal de laboratorio, mientras que \$169,838.00 pesos, fue para el personal que realizó actividades de campo, desde este punto de vista, y calculando

la percepción de cada empleado de laboratorio a partir de estos montos, se aprecia que los trabajadores mejor remunerados económicamente son los que realizan análisis de laboratorio, ya que cada uno de ellos recibe \$809 pesos más que los de campo por análisis realizado (Tabla 14).

Tabla 14.- Cálculo del monto asignado al personal de campo y laboratorio que opera la RRMCAOCB, por entidad durante 2009

ESTADO	SALARIO PERCIBIDO	
	PERSONAL CAMPO	PERSONAL LABORATORIO
MORELOS	70,589.24	79,412.89
PUEBLA	8,454.11	33,816.45
MICHOACÁN	25,817.85	19,363.39
TLAXCALA	21,652.45	21,652.45
ESTADO DE MÉXICO	21,052.80	21,052.80
GUERRERO	22,272.10	14,848.06
<b>TOTALES</b>	<b>169,838.55</b>	<b>190,146.04</b>

Sin embargo esta remuneración no es equitativa, porque el personal de laboratorio sólo percibe este sueldo por realizar los análisis, y el personal de campo además tiene un estímulo económico al salir de comisión para realizar los análisis de campo, y que es pagado de manera previa a la realización de análisis. Por ello, el personal de laboratorio, sólo se concreta a su jornada laboral, sin extender su horario, porque no percibe salario extra alguno.

En razón de lo anterior, la Tabla 14 muestra que el costo de análisis por concepto de salarios para cada estado es el que se describe a continuación.

Aquellos estados que erogan menor costo por concepto de salarios por tiempo de dedicación a la red, abaten sus costos unitarios de análisis haciendo más análisis (Tabla 15). Por ejemplo, el mayor costo erogado por tiempo de dedicación corresponde al estado de Morelos, que realiza 3,499 análisis con un costo unitario de \$42.72 pesos, mientras que el menor corresponde al estado de Guerrero con \$37,124 pesos, analizando 1012 a un precio unitario de \$36.68 pesos.

El diagnóstico de operación de la red reveló, que el estado de Morelos tiene el mayor número de personal adscrito, realizó el mayor número de análisis, programó el mayor número de parámetros y recibió el mayor presupuesto de operación de la red durante el 2009, mientras que el estado de México, fue el que realizó el menor número de análisis anuales y contó con el menor número de personas operando la red; mención aparte recibe el estado de Tlaxcala, que sólo monitoreó y analizó una de las seis redes que conforman la RRMCAOCB y que con la cuarta parte respecto del personal de Morelos, realizó casi la mitad de análisis que ese mismo estado (Figura 29).

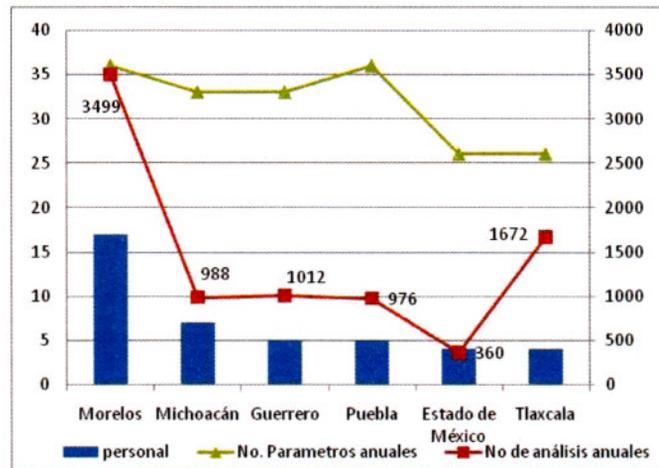


Figura 29.- Número de análisis realizados comparados contra el número de parámetros programados y personal que operó la RRMCAOCB en 2009.

De acuerdo al cálculo estimado del costo por análisis, respecto del número total de análisis realizados y erogación por tiempo dedicado a la operación lo anterior, el estado de México, a pesar de que realizó el menor número de análisis (360), el costo unitario de sus análisis fue de más de \$200 pesos, cantidad que rebasa por más del doble el costo unitario de la media regional (\$57 pesos), además de erogar un monto de \$42, 106 pesos por tiempo de dedicación a la operación, monto similar al erogado por el estado de Puebla, que realizó el triple de análisis (976), y que ubicó sus costos unitarios de análisis en \$62.28 pesos, \$146 pesos menos que el Estado de México (Tabla 1.5).

Tabla 15.- Cálculo del costo por análisis, respecto del número total de análisis realizados y erogación por tiempo dedicado a la operación de la RRMCAOCB por entidad, durante 2009

ESTADO	EROGACIÓN POR TIEMPO DE DEDICACIÓN A LA RED	NÚMERO TOTAL DE ANÁLISIS REALIZADOS	COSTO POR ANÁLISIS
<b>MORELOS</b>	149,492.00	3499	42.72
<b>TLAXCALA</b>	75,186.00	1672	25.44
<b>PUEBLA</b>	42,536.00	976	62.28
<b>ESTADO DE MÉXICO</b>	42,106.00	360	208.85
<b>GUERRERO</b>	37,124.00	1012	41.61
<b>MICHOACÁN</b>	60,786.00	988	37.57

En el estado de México se erogó la cantidad de \$42,106.00 pesos por análisis realizado, de los \$55,841.33, erogados por el personal adscrito, lo que representa un 75% del recurso invertido en la realización de análisis, mientras que el 25% restante, lo destinó a otras tareas; sin embargo, este estado no aplica el recurso restante dado que no aumenta el número de análisis para abatir sus costos unitarios.

El estado de Puebla eroga \$71,697.83 pesos por el personal que tiene operando la red, mientras que México eroga \$55,841.33 pesos por el mismo concepto, de estos montos, si se calcula el porcentaje que se destina a la percepción por análisis realizado, el estado de Puebla destina \$42,534 pesos de los \$71,697, esto indica que el 59% del monto de los sueldos erogados se destinan al pago de realización de análisis, por lo que el 39% restante se puede asignar a las actividades de muestreo, manejo de datos y generación de productos.

Por su parte el estado de Tlaxcala, eroga \$59,133.67 pesos por el personal que tiene operando la red, del cual el 100% lo asigna a las actividades de análisis, pero aún presenta un déficit de recurso de aproximadamente \$16,000 pesos, ya que la percepción por análisis realizado es de \$75,189.84 pesos, lo que indica que todo el salario asignado para operar la red del personal lo pagan para realizar 1672 análisis de la red Secundaria Superficial, y por consiguiente esta entidad no representa un beneficio a la operación de la red, ya que sólo opera una red, cuyos costos unitarios de análisis son los más altos de la región, y no genera productos del análisis de sus datos.

Desde el punto de vista de su extensión territorial, y de sus principales cuerpos de agua, la asignación de recursos tampoco es equitativa, ya que para el estado de Guerrero, en donde se ubica la laguna de Tuxpan, los ríos Polutla, Tlapaneco, Atoyac, Balsas, y las presas el Caracol, Petatalco, y Vicente Guerrero, recibe el 18% del total del presupuesto. El estado de Michoacán, donde se ubica la laguna de Zirahuén, los ríos Itzécuaro, San Pedro, Tacámbaro, Cupatitzio, Balsas, y las presas Infiernillo, José María Morelos y Pavón, Zumpimito, Cupatitzio, Jicalán, San Pedro Poruas, Salto de Caracha, Umécuaro, e Itzécuaro, recibe el 8% del total del presupuesto. El estado de Puebla, en donde se ubican las lagunas de Totolcingo, El Salado, Aljojuca, Alchichica, Epatlán, La Preciosa, Quecholac, Atexcal, Valsequillo, los ríos, Atoyac, Nexapa, Mixteco, Cutzamala, las presas Echeverría, Manuel Ávila Camacho, San Lorenzo, recibe el 18% del presupuesto total asignado. El estado de México, en cuya superficie territorial se ubican los ríos: Espadines, El Tajo, La Pila, Malacatepec, Tilostoc, las presas: Colorines, Ixtapantongo, Los Pinzanes, y Valle de Bravo, recibe el 0.5% del total del presupuesto asignado. El estado de Morelos, en cuyo territorio se ubican las lagunas de Tequesquitengo, Coatetelco, Zempoala, los ríos: Amacuzac, Apatlaco, Cutzamala, Balsas, Tembembe, recibe el 50% del total del presupuesto. Por último el estado de Tlaxcala, en donde se ubican los ríos: Zahuapan, Balsas, Atoyac, Huizcalotla, Negros, Tlacuetla, Lixcatlat, y la laguna de Acuitlapilco, recibe menos del 4% de total del presupuesto asignado.

Por otro lado, y no obstante, que el laboratorio del estado de Puebla está acreditado ante la ema, sólo recibe el 18% del recurso total asignado, mientras que el estado de Morelos, que también está acreditado ante la ema, recibe poco más del 50% del presupuesto total para la operación de la red, porcentajes disimiles, considerando el total de análisis realizados, por ejemplo Morelos, estado que apoya en los análisis de laboratorio a los estados de Guerrero y Michoacán, recibe más de \$700,000.00 pesos para realizar 3,499 análisis, mientras que el estado de Puebla recibe \$290,00.00 pesos para realizar 976 análisis, cantidad que corresponde al 28% de lo realizado por Morelos.

Considerando el tipo de red, el número de estaciones, el número de parámetros programados, el salario, referido al tiempo de dedicación a la red, y los costos de muestreo y análisis acorde al número de sitios y muestras analizadas, el costo anual de operación de la RRMCAOCB en el Organismo de Cuenca Balsas para el 2009, fue de \$6,450,607.51 pesos, de los cuales \$1,999,688.33 pesos, corresponden a la red Primaria Superficial, \$580,554.68 pesos a la Primaria Subterránea, \$258,024.30 pesos a la Primaria Costera, \$2,386,724.78 pesos a la Secundaria Superficial, \$64,506.08 pesos a la Secundaria Costera, \$387,036.45 pesos a la Referencia Subterránea, y

\$774,072.90 pesos a Estudios Especiales (Tabla 16). Asimismo, se observa que, los costos promedio por parámetro para cada red, van desde los \$600.87 pesos (Primaria Superficial) y hasta los \$1,343 pesos (Primaria Subterránea), lo anterior indica que los costos de operación se elevan mientras más estaciones, mayor periodicidad y mayor número de parámetros se tengan, razón por la cual, se deberá realizar una revisión minuciosa de la ubicación de sitios, periodicidades y número de parámetros programados para que con el menor costo se obtengan más beneficios.

**Tabla 16.- Cálculo del costo de muestreo y análisis de la RRMCAOCB  
realizado por laboratorios de la CONAGUA**

	PRIMARIA SUPERFICIAL	PRIMARIA SUBTERRÁNEA	PRIMARIA COSTERA	SECUNDARIA SUPERFICIAL	SECUNDARIA A COSTERA	REFERENCIA SUBTERRÁNEA	ESTUDIOS ESPECIALES	TOTALES
NO ESTACIONES	32	9	4	38	2	6	12	
PARÁMETROS	26	24	19	26	19	24	26	
PERIODICIDAD	4	2	4	4	4	2	4	
<b>TOTAL ANÁLISIS ANUAL</b>	<b>3328</b>	<b>432</b>	<b>304</b>	<b>3952</b>	<b>152</b>	<b>288</b>	<b>1248</b>	<b>9,704</b>
SALARIOS	1,514,895.6	439,808.4	195,470.4	1,808,101.2	48,867.60	293,205.6	586,411.2	4,886,760
COSTOS DE ANÁLISIS	183,565.57	53,293.23	23,685.88	219,094.39	5,921.47	35,528.82	71,057.64	592,147
COSTOS DE MUESTREO	301,227.16	87,453.05	38,868.02	359,529.19	9,717.01	58,302.03	116,604.06	971,701
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>1,999,688.3</b>	<b>580,554.7</b>	<b>258,024.3</b>	<b>2,386,724.8</b>	<b>64,506.08</b>	<b>387,036.4</b>	<b>774,072.9</b>	<b>6,450,607.5</b>
<b>COSTO POR PARÁMETRO</b>	<b>600.87</b>	<b>1,343.88</b>	<b>848.76</b>	<b>603.93</b>	<b>424.38</b>	<b>1,343.88</b>	<b>620.25</b>	<b>5,786</b>

El costo anual de operación de la red de monitoreo, no se ve reflejado en los productos generados, ya que ninguna entidad genera un mapa de calidad regional, o bien un boletín con la información de calidad del agua, ni tampoco hacen referencia de la situación que guarda la calidad del agua de los sistemas hidrológicos de la región, en su página de Internet, además de que los costos de operación se elevan porque a los mismos se les aumenta el salario de cada persona, los respectivos viáticos y gastos generados por laborar fuera de su oficina.

Considerando los costos promedios de los parámetros y el número de sitios muestreados, las redes Primaria y Secundaria Superficial, representan la mayor inversión dentro del presupuesto de operación de la RRMCAOCB.

Por otro lado, se realizó un ejercicio, partiendo del supuesto de que las actividades de muestreo y análisis las realiza un laboratorio privado y acreditado ante la ema, para ello, se solicitaron tres cotizaciones de laboratorios acreditados particulares, y que no emplean en su operación recursos federales.

Como resultado de la comparación de los presupuestos de los laboratorios privados, y obteniendo un promedio de los costos de tres laboratorios privados, el costo de operación de la red resulta de \$2,162,944.00 pesos, ello, considerando los salarios, viáticos, gastos de gasolina, peajes, y gastos propios del laboratorio en las cotizaciones proporcionadas.

Reflexionando lo anterior, y comparando el costo de operación erogado por la CONAGUA, el presupuesto de los laboratorios privados estima un ahorro total anual de \$4, 287, 663.51 pesos, dentro de este presupuesto las redes Primaria y Secundaria Superficial, representan la mayor inversión para los laboratorios privados (Tabla 17), situación similar se observó en el presupuesto de operación de la RRMCAOCB.

Asimismo, se apreció una relación directa entre la proporción del número de estaciones y parámetros, que revela que a mayor número de parámetros y estaciones, existe un incremento en el costo de operación.

**Tabla 17.- Cálculo del costo de muestreo y análisis de la RRMCAOCB realizado por laboratorios privados**

	PRIMARIA SUPERFICIAL	PRIMARIA SUBTERRÁNEA	PRIMARIA COSTERA	SECUNDARIA SUPERFICIAL	SECUNDARIA COSTERA	REFERENCIA SUBTERRÁNEA	ESTUDIOS ESPECIALES	TOTALES
NO ESTACIONES	32	9	4	38	2	6	12	
PARÁMETROS	26	24	19	26	19	24	26	
PERIODICIDAD	4	2	4	4	4	2	4	
<b>TOTAL ANÁLISIS ANUAL</b>	<b>3328</b>	<b>432</b>	<b>304</b>	<b>3952</b>	<b>152</b>	<b>288</b>	<b>1248</b>	<b>9,704</b>
COSTOS DE ANÁLISIS	490,484	142,399	63,288	585,417	15,822	94,932	189,865	1,582,208
COSTOS DE MUESTREO	180,028	52,266	23,229	214,872	5,807	34,844	69,688	580,736
COSTOS TOTALES	670,512.64	194,664.96	86,517.76	800,289.28	21,629.44	129,776.64	259,553.28	2,162,944.00
<b>COSTO POR PARÁMETRO</b>	<b>201.48</b>	<b>450.61</b>	<b>284.60</b>	<b>202.50</b>	<b>142.30</b>	<b>450.61</b>	<b>207.98</b>	<b>1,940</b>

Por otro lado, el presupuesto de operación de la red por parte de los laboratorios privados coincide con la tendencia de costos de operación por parte de la CONAGUA, y donde dentro de estos costos, se observa que la mayor erogación por red es en la Secundaria y Secundaria Superficial.

Asimismo, se apreció que la mayor erogación realizada por los laboratorios privados fue en la red Secundaria Superficial.

Estos aumentos en los costos de operación son debidos a la naturaleza misma de la red, la cual fue concebida como móvil, lo que implica que año

con año, y de acuerdo al cambio en los regímenes hidrológicos la ubicación de las estaciones en ella cambian (Figura 30).

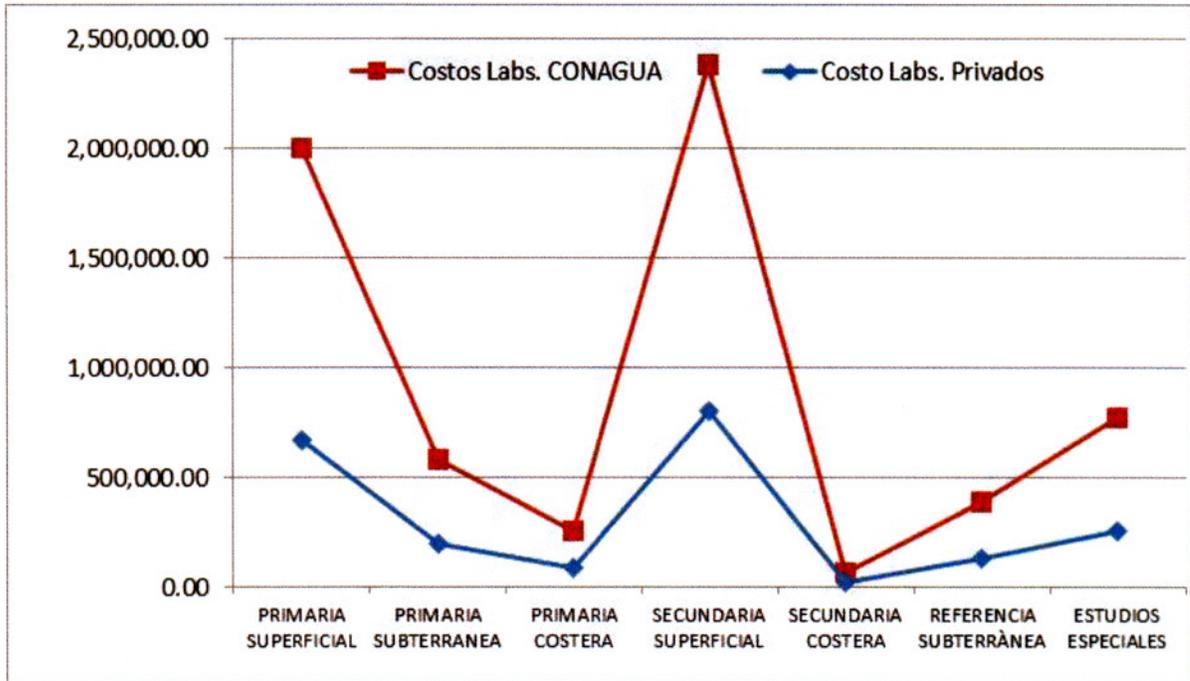


Figura 30.- Comparación de presupuesto de costos por red realizado por laboratorios de CONAGUA y particulares durante 2009.

#### 5.2.4.- Administración

Si se considera a la productividad como la menor erogación por tiempo de dedicación y el mayor número de análisis realizados, el estado de Guerrero es el más productivo, ya que realiza la mayor cantidad de análisis en menor tiempo y aun costo más bajo que el resto de los estados de la región.

Por otro lado, si se supone a la productividad como la ejecución de la mayor cantidad de análisis, entonces el estado de Morelos, que opera cinco de las siete redes de la región Balsas, tiene una gran productividad, ya que realiza la mayor cantidad de análisis, a un costo unitario que se ubica por debajo de la media de la región de \$57.74 pesos.

En este mismo sentido, y a pesar de que en el estado de Tlaxcala sólo opera la red Secundaria Superficial, y los costos unitarios son \$2.25 pesos más caros que los costos unitarios del estado de Morelos, el estatus de

productividad de Tlaxcala compite con Morelos. Sin embargo, al considerar que esta última entidad hace más análisis, tiene más personal, y opera más redes, la productividad del estado de Tlaxcala se sitúa por debajo de la de Morelos.

Considerando el criterio de productividad, como la erogación por tiempo de dedicación, el número de análisis realizados, y el costo unitario de los análisis, las entidades menos productivas son el estado de México y Michoacán, quienes tienen los costos unitarios de análisis más caros de la región incluso por arriba del costo promedio, y realizan la menor cantidad de análisis, lo que implica que analizan poco y caro respecto de las otras entidades, además de evidenciar una administración de recursos financieros y humanos deficiente en la operación de la red.

Respecto a la productividad, traducida como el número de análisis realizados por persona, el porcentaje de tiempo dedicado a la red, y el sueldo percibido ponderado al tiempo de dedicación, la Tabla 8 muestra que el estado de Tlaxcala, tiene la mayor productividad en laboratorio, erogando \$39,513 pesos para realizar por persona 748 análisis, mientras que el estado de Puebla, muestra la mayor productividad en campo, \$4,905 pesos para realizar por persona 212 análisis.

Por otro lado, y considerando el monto total del salario recibido por las actividades realizadas, los estados de perciben el mayor monto por ello son: Morelos que recibe \$149,492.00 pesos, Tlaxcala \$75,186.00 pesos, y Michoacán recibe \$60,786.00 pesos (Tabla 18).

Tabla 18.- Número de analistas, número de análisis realizados en campo y laboratorio por entidad y % de tiempo dedicado a la red por el personal de campo y laboratorio durante 2009 que opera la RRMCAOCB.

ESTADO	NUMERO DE ANALISTAS		ANÁLISIS REALIZADOS POR PERSONA EN 2009		TIEMPO DEDICADO A LA RED EN %		SALARIO PERCIBIDO	
	Campo	Lab.	Campo	Lab.	Personal de Campo	Personal de Lab.	Personal Campo	Personal Lab.
<b>MORELOS</b>	8	9	90	308	63	100	77,292.00	72,200.00
<b>PUEBLA</b>	1	4	212	191	25	81	4,905.00	37,631.00
<b>MICHOACÁN</b>	4	3	69	237	15	100	21,286.00	39,500.00
<b>TLAXCALA</b>	2	2	88	748	60	20	35,673.00	39,513.00
<b>ESTADO DE MÉXICO</b>	2	2	60	120	65	100	25,506.00	16,600.00
<b>GUERRERO</b>	3	2	88	374	73	100	20,524.00	16,600.00

Considerando los porcentajes de tiempo dedicado a la red, se observa que en el estado de Tlaxcala, donde el personal de laboratorio sólo dedica el 20% de su tiempo a la red, realiza 748 análisis por persona, mientras que, por ejemplo, el estado de México, cuyo personal de laboratorio dedica el 100% de su tiempo a la red realiza por persona 120 análisis, desde esta perspectiva, la mayor productividad la tiene el estado de Tlaxcala, cuyo personal realiza el mayor número de análisis en el menor tiempo. Las demás entidades, como por ejemplo, Estado de México, Guerrero, Michoacán y Morelos, dedican el 100% de su tiempo al análisis y en promedio sólo generan por persona 246 análisis, cantidad que es mucho menor de la generada por el estado de Tlaxcala.

Esta productividad del estado de Tlaxcala para generar análisis, recae en que sólo se muestrea y analiza la red Secundaria Superficial, que por sus características de flexibilidad dadas por la movilidad de sus estaciones que son asociadas a fuentes específicas de impacto, y en donde la información generada pretende apoyar las acciones de regulación y control de descargas de aguas residuales, los análisis se incrementan debido a la realización de duplicados y en algunas ocasiones triplicados, que forman parte del control de calidad, y aseguran la confiabilidad de la información generada.

Por otro lado, las actividades del personal que no emplea el 100% del tiempo en la operación de la red, abarcan desde la realización de visitas de campo de inspección a empresas, recorridos técnicos, recolecta de muestras de agua y análisis para la atención, seguimiento y solución de emergencias hidroecológicas y contingencias ambientales, elaboración de dictámenes técnicos de atención de emergencias hidroecológicas y de cumplimiento de normativa, atención de reuniones técnicas con secretarías del sector, emisión de dictámenes de condiciones particulares de descarga, trámites técnico-administrativos para el inicio de procedimientos administrativos para la asignación de recursos de los diferentes programas de la CONAGUA como el PRODDER, PROMAGUA, y el Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR).

La distribución de los sitios en las seis diferentes redes, obedece al cumplimiento de uso en la prelación de la legislación en donde, el doméstico y público urbano son prioritarios. De ahí que el mayor número de sitios muestreados corresponde a la red Secundaria Superficial.

Esta red genera información prescriptiva que apoya a las acciones de regulación y control de aguas residuales, como la contaminación proveniente de giros industriales ubicados en la cuenca alta, de los centros poblacionales de las ciudades de Tlaxcala y Puebla.

Sin embargo, y dada su característica móvil, debilita la información obtenida de ella, ya que se dejan de obtener datos de fuentes específicas de impacto a los sistemas acuáticos, y por consiguiente no se puede establecer con certeza, si existe el cumplimiento de la normativa.

Las condiciones laborales prevalentes, ocasiona que la programación de los análisis de laboratorio, se condicionen a las jornadas laborales y a la capacidad de los laboratorios, y en consecuencia, se alteren los programas de muestreo, número de muestras recolectada por día, parámetros a determinar, y número de análisis.

De las acciones realizadas en las seis redes, ningún estado generó productos del manejo y análisis de sus resultados obtenidos (Tabla 19).

Tabla 19.- Descripción de objetivos de cada red, cumplimiento y productos generados

<b>RED</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>	<b>PRODUCTO GENERADO</b>
<b>PRIMARIA SUPERFICIAL</b>	Generación de información descriptiva a largo plazo de los cuerpos de agua más importantes	No se consideraron todos los cuerpos de agua de la región Indicador administrativo	Regional: Ninguno Nacional: Mapas de calidad del agua
<b>PRIMARIA SUBTERRÁNEA</b>	Monitoreará la calidad del agua subterránea una vez impactada	Se obtuvo información de dos muestreos anuales Indicador administrativo	Regional: Ninguno Nacional: Mapas de calidad del agua
<b>ZONAS COSTERAS</b>	Conocer la calidad con la que las masas de agua que llegan al mar	Indicador administrativo	Regional: Ninguno Nacional: Mapas de calidad del agua
<b>SECUNDARIA SUPERFICIAL</b>	Generación de información prescriptiva a corto y mediano plazo, que sirva de apoyo a las acciones de regulación y control de las descargas de aguas residuales	Indicador administrativo	Regional: Ninguno Nacional: Mapas de calidad del agua No se dio a conocer la información para regulación y control de descargas
<b>RED REFERENCIA</b>	Que no presente impacto en la calidad del agua subterránea o que éste sea mínimo	Se obtuvo información de dos muestreos anuales Indicador administrativo	Regional: Ninguno Nacional: Mapas de calidad del agua
<b>ESTUDIOS ESPECIALES</b>	Información tanto descriptiva como prescriptiva, generada a corto plazo y asociada a una problemática muy específica	Indicador administrativo	Ninguno

Por otro lado, se desprende, que a partir del rediseño de operación de la red en el año 2004, existe un mayor esfuerzo sistemático para la medición y obtención de datos, sin embargo y debido a la desigual asignación de recursos a las entidades que conforman el Organismo de Cuencas, no existen

productos generados, de tal forma, que la calidad del servicio afecta la calidad de la información y la disposición de generar información.

A pesar de que el 40% del personal que opera la red tiene un nivel educativo de licenciatura, el personal no analiza los datos para generar productos de interés, impidiendo la operación eficaz y eficiente de la red. Además, no se tiene un sentido estratégico en el manejo de la información, y rara vez se emplea como herramienta en la resolución de aspectos legales por contaminación de cuerpos de agua de propiedad federal en la región.

Por ello, se ocasiona un vacío de información local al no aprovechar los datos generados, como por ejemplo: para desarrollar documentos que contengan información técnica que coadyuven al desarrollo e implementación de alternativas de solución legal en su región, y sólo se use puntualmente, dando solución a situaciones eventuales.

Respecto al número de personal que opera la RRMCAOCB, todas las entidades solicitan contratación de personal para realizar los trabajos, según la encuesta realizada, ya que no es suficiente para cubrir las actividades como la revisión y análisis de los datos generados, situación que conlleva a una implementación débil en las acciones de planeación, y por ende en una visión integral frágil que no permite el desarrollo y crecimiento de la sustentabilidad del recurso en la zona. Esta contratación, está fuertemente ligada a la capacitación, que permite reforzar y ampliar la visión integral en el manejo y análisis de datos, para reconocer su importancia en la toma de decisiones, aumentando así la confiabilidad en la generación de productos.

#### *5.2.5.- Otros factores detectados*

El retiro del personal ocasionó, el incremento de actividades al personal que quedó, ello implicó la realización de tareas fuera de la operación de la red, como, la elaboración de los dictámenes técnicos para la atención de emergencias hidroecológicas, de condiciones particulares de descarga, visitas de inspección, implementación de procedimientos administrativos para la asignación de recursos a los diferentes programas de la CONAGUA, entre otros.

Todo ello, ocasionó que la capacitación al personal quedara relegada y con ello la extinción de la pro actividad de los empleados para la exposición de propuestas innovadoras como la modificación a la normatividad para la resolución de problemas locales o regionales, que permitan una visión integral del recurso para su manejo.

Para la operación en campo de la RRMCAOCB, cuenta con seis vehículos, uno en cada estado: Morelos, Puebla, Michoacán, Tlaxcala, Estado de México y Guerrero, además del equipo de mediciones directas en campo.

En cuanto a instalaciones de laboratorio, cada estado cuenta con uno, sin embargo no están equipados en su totalidad, sólo cuentan con lo indispensable, por ello, en muchas ocasiones programan parámetros que no realizan, por no contar con el material y el equipo para llevarlo a cabo. Esta programación se realiza al final de cada año fiscal, y presuponen que los recursos financieros se otorguen en su totalidad, sin embargo, los recortes presupuestales a mitad de año no permiten el cumplimiento de las metas programadas.

Los estados de Michoacán y Guerrero, no cuentan con un laboratorio equipado, por ello envían sus muestras al estado de Morelos, quién realiza los análisis, y está acreditado ante la ema.

Por otro lado, las encuestas revelaron que a pesar de que cada estado cuenta con un vehículo para realizar los muestreos en campo, los vehículos no pertenecen al área, y por consiguiente son empleados cuando el área en donde ellos están adscritos se los presta. Estas fechas generalmente no coinciden con las programadas en la operación de cada red.

A pesar de que los vehículos no están adscritos al área de operación de las redes, se les debe dar mantenimiento, situación que ocasiona el recorte de presupuesto para llevar a cabo actividades de operación de la red, debido a la transferencia de recursos al área correspondiente para llevar a cabo el mantenimiento de las unidades.

Respecto a los recursos materiales, la encuesta reveló, la existencia de laboratorios en cada estado adscrito al Organismo de Cuenca Balsas, pero sólo el laboratorio de Morelos y Puebla, cuentan con personal acreditado para las actividades de muestreo y análisis ante la ema; por consiguiente, éstos laboratorios están debidamente equipados según los estándares solicitados por esa entidad, mientras que los estados de Michoacán, Guerrero, Tlaxcala y Estado de México, no cuentan con la acreditación ante la ema.

Las entidades no acreditadas ante la ema, tienen instalaciones de laboratorio que no están debidamente equipadas, ni tampoco poseen el material mínimo necesario para realizar las mediciones de campo "in situ".

La carencia de recursos financieros compromete a tal punto la eficacia de la operación de la red, que afecta la calidad de la información y la

disposición del personal de generar información, ya que no ve reflejado su trabajo, ni tampoco reciben incentivos económicos.

Asimismo, las encuestas revelan desconocimiento en la asignación de recursos, por lo que en el área operativa, la programación de muestreos, periodicidad, elección del número de parámetros, así como el número de estaciones a muestrear, obedece estrictamente al cumplimiento de las metas administrativas a través de los indicadores de cumplimiento.

De la misma manera se observa una desarticulación en la obtención de resultados, análisis y generación de productos, todo ello como consecuencia de una directriz centralista y no consensuada con el personal operativo de cada estado, ocasionando con ello que no se satisfaga las necesidades locales.

La CONAGUA, dispone de un Sistema Nacional de Información de Calidad del Agua (SNICA), que integra las principales bases de datos y de recursos de información en esa materia. Este sistema incluye la Red Nacional de Monitoreo, integrando a su vez por la RRMCAOCB, sin embargo, los estados adscritos al Organismo de Cuenca Balsas, tienen una débil infraestructura para el manejo de estas bases de datos, ya que carecen de equipos cuyas características no permiten un acceso rápido y fácil al servidor de la CONAGUA, a través del cual se actualizan y se manejan las bases de datos.

Además, los equipos tienen versiones de sistemas operativos no compatibles con los sistemas de información, o bien tienen versiones antiguas del software de los sistemas, situación que comparten su uso, aunado a que los equipos se comparten con otras áreas.

Estos factores traen como consecuencia que la información generada a través de la red de monitoreo del Organismo de Cuenca Balsas, no alimente, y actualice en tiempo y forma la base de datos, para que se haga llegar a oficinas centrales, en donde se compila.

Mención aparte merece la situación que prevalece en los estados de Guerrero y Michoacán, debido al narcotráfico, ya que existe un riesgo potencial para el personal cuando acude a muestrear los sitios ubicados en las serranías, y hay que considerar que es precisamente en estas zonas donde está la mayor extensión del río Balsas, que es el principal río de la cuenca.

## **6. - PROPUESTA DE MEJORA TÉCNICO-OPERATIVA**

### **6.1.- TIPOS DE REDES**

Considerando que el objetivo actual de la RRMCAOCB, es el de proporcionar información descriptiva a largo plazo para conocer su tendencia de cambio, y que los niveles de cumplimiento en su operación en promedio se ubican por arriba del 80%, se supondría contar con las bases técnicas para conocer la tendencia de su calidad y por ende proponer, por ejemplo, cambios en el uso del agua de los cuerpos de agua muestreados. Sin embargo, y debido al débil manejo e interpretación de datos en el ámbito regional, es casi imposible proponer acciones para la aplicación de sanciones, multas o clausura de fuentes contaminantes o propuestas técnicas concretas para realizar cambios en la legislación, por ello se proponen dos tipos de redes con base en los siguientes criterios.

Las redes de control de vigilancia y control operativa consisten en el establecimiento de un verdadero sistema de seguimiento, evaluación y control de las dinámicas de contaminación en las aguas de las zonas seleccionadas, tales que, por un lado, se defina a partir de la detección de puntos de emisiones contaminantes, y, por otra, de la periodicidad adecuada para cada uno de ellos, dependiendo de su mayor o menor frecuencia y volumen. La ubicación correcta del control de vigilancia, permite la aplicación adecuada del monitoreo.

**Red de control de vigilancia.-** que medirá los parámetros representativos de los indicadores de calidad biológicos e indicadores generales de calidad físico-químicos, (eutrofización, arrastre de sólidos y presencia de aguas residuales), y cuyo objetivo será el de evaluar los cambios a largo plazo de las condiciones naturales de las aguas superficiales y subterráneas. Debe estar compuesta por sitios siguiendo criterios de tramos de cuerpos de agua impactados por las actividades antrópogénicas, de tal forma que toda la red, en su conjunto, ofrezca una visión general del estado de las aguas de la cuenca. Si, en base a los resultados obtenidos en la red de vigilancia se comprueba que alguna de los cuerpos de agua controlados se encuentra en riesgo de incumplir sus objetivos medioambientales, se debe establecer un sitio de la red de control Operativa.

**Red de control operativa.**- que medirá las sustancias prioritarias vertidas y consideradas en la legislación vigente en la materia y cuyo objetivo será el de determinar el estado de los cuerpos de agua que se considere que pueden no cumplir sus objetivos medioambientales, es decir que rebasen los límites máximos permisibles y evaluar los cambios que se produzcan en el estado de dichos cuerpos.

Los sitios que conformaran esta red, aparte de ubicarse en cuerpos de agua en los que exista riesgo de incumplimiento de los objetivos medioambientales, según la normativa vigente; se ubicarán también en los cuerpos de agua en los que existan vertidos de sustancias prioritarias. Tras el control, si se constata que el cuerpo de agua está en un estado de deterioro constante, se deberán diseñar programas de medidas con el objeto de alcanzar los objetivos medioambientales e incluso implementar una red de investigación.

El monitoreo y análisis, deberá ser enfocado hacia la regulación de las descargas, considerando su impacto en el cuerpo de agua.

Ambas redes, en consecuencia, se complementan, y se retroalimentan, para realizar los ajustes tanto en la medición misma como en la ubicación en que se lleva a cabo.

Considerando, que la cuenca alta del Balsas tiene un área hidrológica de 50,409 km<sup>2</sup> y una precipitación anual media de 897mm, donde sus principales ríos como Atoyac, Amacuzac, Apatlaco, Tembembe, Nexapa, Tlapaneco y Mixteco, proveen del recurso al 79% del total de la población de la región y en la que se ha detectado que la principal contaminación proviene de fuentes de contaminación de origen antropogénico de los estados de Tlaxcala, Puebla, Morelos, parte de Oaxaca y Guerrero, se propone que el tipo de red a implementar y operar en esta zona sea de control operativa.

El monitoreo y análisis, deberá ser enfocado hacia la regulación de las descargas, considerando su impacto en el cuerpo de agua.

Para la parte media de la cuenca, cuya área hidrológica es de 31,951 km<sup>2</sup>, con una precipitación anual de 1019 mm, donde sus principales ríos como: Cutzamala, Los Espadines, El Tajo, Grande y La Pila, y en donde se observa una reducción de la contaminación de los cuerpos de agua, el tipo de red que se propone implementar y operar será el de control operativa.

Mientras que la Subregión Bajo Balsas, cuya área hidrológica es de 35,045 km<sup>2</sup> con una precipitación media anual de 856 mm, donde los principales ríos son: Río Quitupan, Zicuirán, Salado, Cupatitzio, Tacámbaro, Tepalcatepec, y receptora de importantes volúmenes de escurrimiento, y en

donde su calidad de agua es notoriamente mejor que en las partes altas de la cuenca, y considerando, que el aporte de los sólidos suspendidos totales asociado a los procesos erosivos, que se presentan en las partes altas y medias de la Subregión, generan de manera continua una aportación de sedimentos en la zona baja y una acumulación de la contaminación. El tipo de red que se deberá implementar y operar será de vigilancia.

## **6.2.- REUBICACIÓN DE SITIOS**

Para la reubicación de sitios, primero se propone realizar una revisión previa de la clasificación del río Balsas, que es el principal en la cuenca en función de sus tributarios, para así entender mejor la complejidad de su red hidrográfica. A su vez se propone realizar una evaluación previa de los sitios existentes considerando los productos generados, como por ejemplo el censo de descargas de aguas residuales en la zona, provenientes de los diferentes giros industriales, información que permitirá conocer las zonas donde se presentan los principales aportes de contaminantes hacia los sistemas.

Para esta evaluación preliminar se considerará los resultados de los análisis de los parámetros de demanda bioquímica y química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, y toxicológicos preexistentes.

Se propone el empleo de la Geobase de Datos Institucional del Agua (GeoAgua), la cual es una base de datos geoespacial, que incluye entre sus múltiples capas, la red hidrográfica nacional, de escala 1:250000, la cual puede ser cargada a través del programa ArcMap, que con la ayuda de su herramienta de análisis de redes, Utility Network Analyst, permite determinar las direcciones de los flujos de las corrientes superficiales del agua. Mediante este análisis, se puede visualizar el área de influencia de la corriente aguas abajo o aguas arriba de dos sitios predeterminados, de tal manera que al área de influencia visualizada, a través de la adición de diversas capas de información geográfica, tales como poblaciones, sitios de descarga de aguas residuales o estaciones hidrométricas, permitiría identificar la ubicación idónea de los sitios de monitoreo,

Es necesario acotar que esta actividad deberá ser apoyada por personal con amplio conocimiento del medio físico, ya que en la ubicación de los sitios de monitoreo se deberá considerar su accesibilidad, flujos intermitentes o permanentes, cercanía y/o ubicación de los corredores industriales, asentamientos humanos que ocasionen impactos, zonas agrícolas, zonas declaradas como reserva ecológica, uso del sistema, calidad del agua imperante, entre otros factores.

Para mejorar la operatividad de la red, las Direcciones Locales y el propio Organismo de Cuenca, deberán reubicar sus sitios y re-programar el número y periodicidad de los parámetros a analizar, según las redes propuestas, y realizar adecuaciones para dar solución a las situaciones particulares de cada zona, considerando las extensiones territoriales de cada entidad.

A pesar de que en el presente, la CONAGUA dispone de un Sistema Nacional de Información de Calidad del Agua (SNICA), que integra las principales bases de datos y de recursos de información en esa materia, como la Red Nacional de Monitoreo, el Inventario Nacional de Descargas de Aguas Residuales, el Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento, los estudios de impacto ambiental y los estudios especiales de calidad del agua, la carencia de software, hardware, compatibles y modernos, poca actualización en su manejo traen como consecuencia que la información generada a través de la red de monitoreo del Organismo de Cuenca Balsas, no se cargue al Sistema Nacional para su intercambio y difusión.

El Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua (SNICA), que forma parte del Sistema Nacional de Información sobre Cantidad, Calidad, Usos y Conservación del Agua, proporciona a la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, una infraestructura básica para dar respuesta a los lineamientos establecidos en la LAN. Estos lineamientos en materia de monitoreo sistemático y permanente de la calidad del agua, que mantiene actualizado el SNICA, no se lleva a cabo, debido a que los reportes y datos generados por el Organismo de Cuenca Balsas, no son enviados en tiempo y forma.

### **6.3.- PERIODICIDAD DE MUESTREO**

Se propone, que la periodicidad de muestreo de los sitios de las diferentes redes, sea mensual, para contar con información tanto de la época de lluvia como de estiaje que permita poner en práctica las acciones de control, regulación y tendencia de los diversos sistemas, y así contribuir al control del vertimiento de contaminantes hacia los sistemas acuáticos.

La programación, trata de abarcar los periodos de lluvia y estiaje, y cuando no se llevan a cabo los muestreos en tiempo y forma, se juntan muestreos de diferentes épocas y esta situación, no permite obtener el esquema completo del comportamiento de los contaminantes en los sistemas hidrológicos. Como consecuencia de lo anterior, no es posible proponer acciones técnicas y operativas para toma de decisiones, ya que los

resultados obtenidos son muy parecidos entre sí, y en muchas ocasiones casi iguales.

Por lo antes expuesto, se propone que para tener una base de datos homogénea que permita su comparación entre las mismas redes de diferentes entidades, los análisis deberán ser los mismos en cantidad y con la misma periodicidad.

#### **6.4.- PARÁMETROS A ANALIZAR**

Un elemento esencial en la organización del monitoreo, es el de los parámetros a utilizar. Así, los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST, son los que actualmente emplea la CONAGUA para establecer la calidad del agua del país. A través de ellos, se determina la cantidad de materia orgánica, presente en los cuerpos de agua, situación que en su momento determinará la restricción de uso en ese tramo de la corriente, por ello se propone considerar el empleo de estos valores, como parámetros indicadores.

Estos parámetros funcionan a su vez como indicadores del control de vigilancia, por lo que para la red de control de vigilancia, también se utilizan los siguientes: Oxígeno Disuelto, pH, Potencial Redox, Turbiedad, Absorción UV, DQO, Carbono Orgánico Total (COT), Nitrógeno Total Kjeldhal, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Fosforo, TCO (DBO<sub>5</sub> estimada), Carbono Orgánico Fijo, Coliformes Fecales, Enterococos, Color Pt/Co., Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Grasas y aceites, Sustancias activas al azul de metileno (SAAM).

Para la Red de control operativa, el muestreo deberá tener una frecuencia mensual y se medirán los parámetros de: Oxígeno Disuelto, pH, Potencial Redox, Turbiedad, Absorción UV, DQO, Carbono Orgánico Total (COT), Nitrógeno Total Kjeldhal, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Fosforo, TCO (DBO<sub>5</sub> estimada), Carbono Orgánico Fijo, Coliformes Fecales, Enterococos, y Color Pt/Co., Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Grasas y aceites, Sustancias activas al azul de metileno (SAAM), Halógeno Orgánico Absorbible Total HOAT (AOX), Compuestos Orgánicos No Halogenados, Compuestos Orgánicos Sintéticos, y metales.

Esta propuesta obedece, a que en la zona alta de la cuenca, se presenta la mayor presión sobre el recurso, por el constante crecimiento poblacional e industrial, por ello, con el empleo de los parámetros indicadores se pretende proteger el orden de prelación para su uso según la Ley de Aguas Nacionales, en donde el uso doméstico y público urbano tienen prelación sobre el uso para la agricultura, a pesar de que este uso

representa el 78.4% del volumen destinado a los usos consuntivos, en esta parte de la cuenca.

Adicionalmente, y en un futuro inmediato, se propone contemplar los parámetros de las declaratorias de clasificación de cuerpos de agua, sustentadas en el Art 87 de la Ley de Aguas Nacionales, que lleva implícita la declaratoria de propiedad nacional, cuando para la zona existan.

Ello obedece, a que la variabilidad de análisis realizados, está directamente relacionada con la toma de decisiones, ya que al muestrear y analizar menos parámetros en cada una de las redes, se crea un vacío en el manejo de datos, y por consiguiente no se tiene el sustento técnico para la implementación de acciones de regulación y control, al no contar con un panorama real de los problemas que presenta la región.

Por otro lado, la calidad es un atributo relativo al uso del bien que se quiera calificar, por tal motivo la medición de los parámetros que se definen en esta propuesta dependerá de los siguientes criterios:

- Si se trata del aspecto ecológico, el marco de referencia serían los Criterios de Calidad del Agua.
- Si se trata de aguas que serán utilizadas en algún uso Consuntivo o No Consuntivo diferente al Ecológico, los marcos de referencia serán las Normativas Legales.
- Si se trata de descargas de aguas residuales tratadas municipales o industriales, el marco de referencia será la NOM 001 SEMARNAT 1996.
- Si se trata de aspectos referentes a la LFDA, el marco normativo es el Art. 224 y 78 de dicha Ley.

El acercamiento propuesto para la RRMCAOCB es establecer diferentes niveles de medición y monitoreo de las aguas naturales y residuales a través de la categorización de los parámetros medidos, iniciando con mediciones de los parámetros integradores de primer nivel (Oxígeno Disuelto, pH, Potencial Redox, Turbiedad, Absorción UV, DQO, Carbono Orgánico Total (COT), Nitrógeno Total Kjeldhal, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Fosforo, TCO (DBO<sub>5</sub> estimada), Carbono Orgánico Fijo, Coliformes Fecales, Enterococos, y Color Pt/Co., y en caso de tener respuestas positivas ir profundizando, realizando los parámetros integradores avanzados (Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Grasas y aceites, Sustancias activas al azul de metileno (SAAM), Halógeno Orgánico Absorbible Total HOAT (AOX), Compuestos Orgánicos No Halogenados, Compuestos Orgánicos Sintéticos, y metales), hasta conocer las concentraciones de los elementos o sustancias químicas que están causando la contaminación de dichas aguas.

Para fines de evaluar la calidad desde un punto de vista ecológico de un cuerpo de agua es conveniente utilizar las formas solubles, ya que indican la exposición real a la que está siendo sometido el ecosistema acuático de ese cuerpo de agua y sus posibles efectos a corto plazo.

La concentración de los contaminantes que se encuentran adheridos a las partículas de sedimentos (particulados), tendrán fuertes variaciones en diferentes muestreos dependiendo de las condiciones de flujo del cuerpo de agua, esto principalmente en ríos, lagos, lagunas y esteros donde desembocan ríos "rebotados", por ejemplo los metales, donde la forma soluble puede ser constante pero la particulada depende de la cantidad de sedimentos en suspensión, el fósforo donde los ortofosfatos son los que provocan principalmente el eutrofización de los cuerpos de agua, mientras que los polifosfatos, pirofosfatos y metafosfatos se almacenan en los sedimentos liberándose lentamente por hidrólisis.

Los contaminantes solubles se integran a las cadenas tróficas acuáticas en forma mucho más rápida que los particulados. Los contaminantes particulados se depositan en los sedimentos y se reciclan con mayor lentitud.

Por lo anterior, las determinaciones analíticas serán las formas solubles y las formas particuladas de los parámetros para poder evaluar los efectos a corto, mediano y largo plazo en un cuerpo de agua.

#### **6.5.- ABATIMIENTO DE COSTOS DE OPERACIÓN**

Considerando que los costos de operación anual de la RRMCAOCB durante 2009, realizada por CONAGUA que incluye el tipo de red, el número de estaciones, el número de parámetros programados, el salario, referido al tiempo de dedicación a la red, y los costos de muestreo y análisis acorde al número de sitios y muestras analizadas, asciende a \$ 6,450,607.51 pesos, y que el monto anual de operación de la red, realizado por laboratorios privados y acreditados ante la ema, que incluye los salarios, viáticos, gastos de gasolina, peajes, y gastos propios del laboratorio en las cotizaciones proporcionadas, es de \$ 2,162,944.00 pesos.

Existe una diferencia anual de \$ 4, 287,663.51 pesos, esta perspectiva de costos, indica que la operación de la RRMCAOCB cuesta menos, si es realizada por laboratorios particulares.

Además, se debe considerar la existencia de costos asociados a esta práctica, como la supervisión por parte del personal de la CONAGUA, a las actividades del laboratorio contratado, esta logística, dará la certidumbre de confianza en los datos generados.

El costo de la supervisión anual de \$971,701.00 pesos, que restados a la diferencia anual obtenida da un monto de \$ 3, 315,962.51 pesos, ahorro real anual para la CONAGUA, monto que representa el 50% del costo total anual de operación de la red.

De esta manera, si se prescinde del muestreo y análisis de laboratorio para la operación de la red por parte del personal de CONAGUA, los recursos financieros, materiales, y humanos, se podrán re asignar a otras actividades medulares para el cumplimiento de las metas y objetivos de la operación de la red, como el análisis y manejo de datos para la generación de productos técnicos confiables que permitan visualizar las necesidades de regulación legal, y sirvan como herramienta a los tomadores de decisiones para la administración y gestión del recurso en la zona.

Por ello, se propone que las actividades de muestreo y análisis de la RRMCAOCB, se den a contrato a los laboratorios privados y acreditados ante la ema, obteniendo con ello un ahorro del 50% del presupuesto destinado para tal fin.

Según se muestra en la Tabla 20, el costo de operación de la RRMCAOCB, es de más de cuatro millones de pesos, aproximadamente tres cuartas partes de ellos dedicados a los costos de análisis.

Tabla 20.- Cálculo del costo de operación de la RRMCAOCB considerando 91 sitios de muestreo e implementando la propuesta aquí expuesta

	PRIMARIA SUPERFICIAL	PRIMARIA SUBTERRANEA	PRIMARIA COSTERA	SECUNDARIA SUPERFICIAL	SECUNDARIA COSTERA	REFERENCIA SUBTERRANEA	TOTALES
No Estaciones	32	9	4	38	2	6	91
Parámetros	20	20	20	40	40	40	180
Periodicidad	12	12	12	24	24	24	108
Total Análisis Anual	7680	2160	960	36480	1920	5760	54,960
Costos de Análisis	1,070,188	310,700	138,089	1,277,321	34,522	207,133	3,037,954
Costos de Muestreo	379,747	110,249	49,000	453,246	12,250	73,499	1,077,991
Costos Totales	1,449,935.10	420,948.90	187,088.40	1,730,567.70	46,772.10	280,632.60	4,115,944.80
Costo por Parámetro	188.79	194.88	194.88	47.44	24.36	48.72	699

Por tanto, es en el análisis donde debe incidir de manera fundamental la propuesta de mejora.

## **6.6 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

La reorganización del monitoreo que realiza CONAGUA tiene que ver con un mejoramiento de la calidad del agua, pero, al mismo tiempo, con el abatimiento de costos, en apego a la visión y misión de la institución. Específicamente, desde el punto de vista reglamentario, la reorganización de CONAGUA en este sentido tiene que apegarse en rigor a la letra y el espíritu de la Ley de Aguas Nacionales. Así, en primera instancia, como señala la Misión de la institución, se trata de "administrar y preservar las Aguas Nacionales y sus bienes inherentes, para lograr su uso sustentable, con la corresponsabilidad de los tres órdenes de gobierno y la sociedad en general." De acuerdo con esto, la Visión de la que se parte es "ser autoridad con calidad técnica y promotora de la participación de la sociedad y de los órdenes de gobierno en la gestión integrada del recurso hídrico y sus bienes públicos inherentes"

Dado que la Ley de Aguas Nacionales es de observancia general en todo el territorio del país, puede decirse que su función es fundamental en la sustentabilidad de nuestro desarrollo económico y social.

De acuerdo con ello, la implementación que se propone en esta tesis, deberá cubrir primero:

1.- La revisión de los sitios de monitoreo, considerando la ubicación las posibles fuentes de contaminación, como centros de población, industrias, contaminantes prioritarios (materia prima y productos generados como contaminantes), los principales efluentes del Río Balsas, principal en la Cuenca, con base en el sistema de la CONAGUA.

2.- La determinación del tipo de red (cuenca alta y media red de control y cuenca baja vigilancia), parámetros y periodicidad en función del tipo de red, y proyección de crecimiento socioeconómico de la zona, (PIB etc.). Esto, posterior a la reubicación de los sitios.

3.- La generación de ahorro de recursos financieros para capacitación del personal en el manejo de datos y equipo tecnológico de punta (programas estadísticos, programas de mapas Arc view, etc). Estos ahorros se aplicarán en la capacitación en general –incluso para elevar el nivel académico del personal que lo requiera-, en la reasignación del personal que trabajaba en los laboratorios haciendo análisis; y en el personal de campo. Esto permitirá generar productos y propiciar el cambio de leyes, normas, criterios e incluso la propuesta de políticas públicas relacionadas con la sustentabilidad del recurso agua en la zona.

4.- El cumplimiento de la razón de ser de la CONAGUA, será que el organismo de Cuenca Balsas se independice de la oficina central mediante

una gestión integral de sus recursos hidrológicos, que le permita hacerse llegar de recursos financieros para continuar con el conocimiento del recurso agua y la gestión de la mismo en la zona, y hacer de este modo que la generación de información sea confiable y de calidad. Es fundamental y estratégico que la CONAGUA administre el recurso agua con toda precisión en lo que toca a cuánto y de qué calidad tiene éste. Es decir, de otro modo no puede administrar algo que desconoce.

## ***7. - CONCLUSIONES***

Del análisis y diagnóstico de operación de la Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas (RRMCAOCB) se expone en un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas) las siguientes conclusiones:

### **7.1. Fortalezas**

Existe una vasta y larga experiencia histórica en el manejo de los recursos hídricos de nuestro país, que se ha concretado en una conceptualización y una normatividad en gran medida adecuadas a las necesidades de modernización y optimización de la Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas (RRMCAOCB), objeto de este análisis. La creación de CONAGUA en 1989, la Ley de Aguas Nacionales (1992), y la propia red de monitoreo antes citada, dan cuenta de ello. Hoy día en México las políticas hídricas buscan un manejo integral del recurso, atendiendo a sus diferentes usos, así como a las características y necesidades de las diferentes regiones del país.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y el Programa Nacional Hídrico 2007-2012, tienen como objetivo el uso eficiente del agua, la restauración y mejora de su calidad, y la participación de la sociedad en la implementación de las estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica.

La Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas, está constituida por sitios predeterminados sobre los cuerpos de agua, donde la calidad del agua de manera periódica se evalúa in situ y en laboratorio. La red tiene capacidad de adaptación a nuevas necesidades. Las cuatro redes actuales cuentan con estrategias y metodologías específicas.

Los recursos humanos abocados a la evaluación de la calidad del agua cumplen en la mayoría de los casos el perfil que la RRMCAOCB amerita. Existe una experiencia institucional e individual satisfactoria, condición favorable de cualquier modelo de mejora.

Existe un marco para los programas de monitoreo de la calidad del agua (seis fases fundamentales de monitoreo confiable de agua de calidad).

Las características geográficas, socioeconómicas y naturales de la Cuenca del Río Balsas, han sido un factor indispensable del desarrollo

económico y social de una vasta zona del país, que sigue siendo clave en el desarrollo de éste.

La experiencia internacional que en mayor o menor medida se ha recuperado para la instrumentación del control de calidad del agua apunta a un monitoreo que recopile datos de campo y laboratorio, compile y gestione datos, evalúe e interprete los datos, y transmita los resultados y sus conclusiones. Figuran entre esas experiencias las de la Unión Europea, el Grupo de Trabajo CEPE / ONU sobre Monitoreo y Evaluación, el Consejo de Conservación para el Medio Ambiente y la Agricultura de Australia y Nueva Zelanda, y el Consejo de administración de Recursos del Australia y Nueva Zelanda. El énfasis de las redes está en el diagnóstico de los puntos críticos, en la organización y ajuste de las redes de monitoreo, y en la aplicación de mediciones de campo y laboratorio adecuadas.

En México, se practica una Gestión Integrada del Agua (GIRH), que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, y que trata de evitar comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Corresponde a estándares internacionales, como la Declaración de Dublín de 1992, los Diálogos Interamericanos del Agua y la Conferencia sobre Evaluación y Manejo de los Recursos Hídricos en América Latina y El Caribe. En lo ambiental, la propuesta se basa en la sostenibilidad, que reconoce los derechos de las generaciones actuales y futuras. Se reconoce también que las actividades que se implementan en la parte alta de la cuenca afectan de forma importante a la cuenca baja, y que es una de las principales causas del deterioro de las cuencas hidrográficas.

## **7.2. Debilidades**

La Red Regional de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas (RRMCAOCB) presenta las siguientes:

La Región Balsas está integrada por los estados de Morelos, Puebla, Tlaxcala, México, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Jalisco, pero la operación de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua, no ha incluido a los dos últimos, por la distancia existente entre las estaciones de monitoreo y el laboratorio del Organismo de Cuenca Balsas.

En Tlaxcala sólo opera la red Secundaria Superficial. Sus resultados generados son marginales, pues sólo se canaliza el monitoreo a la generación de información prescriptiva a corto y mediano plazo.

Los estados de Michoacán y Puebla generan resultados enfocados a la obtención de información descriptiva a largo plazo y monitorean la calidad del agua subterránea impactada; pero no canalizan el esfuerzo de monitoreo al apoyo de las acciones de regulación y control de las descargas de aguas residuales.

El reemplazo de parámetros origina vacíos de información necesaria para detectar, por ejemplo, la presencia de descargas de aguas residuales, focos potenciales de infección, y saturación de los sistemas.

En todas las entidades con excepción del estado de Michoacán, el porcentaje del recurso percibido y empleado en las actividades de análisis es más del 70%. El 30% restante se destina a las actividades de muestreo. Esta carencia de recurso impide la generación de productos derivados de la información obtenida.

La carencia de recursos financieros relega la capacitación del personal y compromete la eficacia de la operación de la red, en especial cuando se trata de ejecutar propuestas innovadoras.

La operación de la RRMCAOCB, obedece estrictamente al cumplimiento de las metas administrativas.

No existe una remuneración equitativa entre el personal que opera la red, lo que altera los programas de muestreo, la reducción del número de parámetros a determinar, y el número de análisis a realizar. Además, las condiciones laborales afectan la programación de los análisis de laboratorio, pues éstos se condicionan a las jornadas laborales y en consecuencia, alteran los programas de muestreo, número de muestras recolectada por día, parámetros a determinar, y número de análisis.

No hay productos generados por los datos de la red, la base de datos está incompleta, porque no hay datos en tiempo real, no todos los estados tienen equipado su laboratorio; no tienen vehículo propio, no hay mucho personal, no dedican el 100% de su tiempo a la red.

Hay seis redes de monitoreo, pero la mayoría son de tendencia o vigilancia, mientras que sólo la Red Secundaria Superficial es de cumplimiento, y es móvil. En esa red se realizaron más parámetros de los programados, mientras que en la red Primaria Costera y en la Referencia Subterránea, se realizó parámetros menos de los programados. En la red de Estudios Especiales se realizaron parámetros adicionales a los programados.

El monto asignado para actividades de muestreo fue casi del doble que para las actividades de análisis.

A pesar de que hay un presupuesto relativo que pareciera satisfactorio para muestreo, análisis y generación de productos, no se producen derivados de la información obtenida. Parece necesario realizar una distribución equitativa de actividades para que los montos percibidos y no empelados en análisis se canalicen a la generación de productos de la red.

Se revelan inconsistencias de planeación, que denotan diferencias de eficacia en el monitoreo; por ejemplo, Tlaxcala sólo opera la red Secundaria Superficial, a diferencia del Estado de México, donde operan las redes Primaria Superficial y Secundaria Superficial, lo que hace que los resultados de Tlaxcala sean marginales.

A causa del débil manejo e insuficiente interpretación de datos en el ámbito regional, es casi imposible proponer acciones para la aplicación de sanciones, multas o clausura de fuentes contaminantes o propuestas técnicas concretas para realizar cambios en la legislación.

### **7.3. Amenazas**

Las principales zonas de explotación de los recursos hídricos están relacionadas con concentraciones urbanas en Puebla, Tlaxcala, Morelos, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. La cobertura de servicios que ha tenido mayor crecimiento es la de centros urbanos, que alcanza valores hasta del 95%; para poblaciones medias del 91% y para localidades rurales del Alto Balsas valores del 88% del Medio y Bajo Balsas del 45.5 %. Esta cercanía a los centros urbanos, crea numerosas fuentes contaminantes, que hasta la fecha no han sido debidamente monitoreadas ni controladas.

El personal a cargo del monitoreo, que como se ha visto no se dedica sino parcialmente –y a veces de manera del todo asistemática- a las acciones de monitoreo de la red, se retiran por pensión o jubilación, una vez que no hay incentivos económicos para que se queden.

El conocimiento acumulado del personal que se llega a retirar no se transmite de manera formal ni sistemática a quienes habrán de sustituirles: no se capacita en cascada a quienes permanecen; además de que no hay contrataciones nuevas para trabajar la Red. Hay reducción de presupuesto a la nueva política del gobierno de hacer más con menos, de modo que en el área técnica, específicamente la operación de la red no funciona, o simplemente no hay personal suficiente para hacer todas las actividades que implica su funcionamiento.

### **7.4. Oportunidades**

La propuesta de que la operación de la RRMCAOCB, esté a cargo de un laboratorio privado y acreditado ante la ema, representa un ahorro del 50% del presupuesto hasta ahora erogado para tal fin, además de elevar la calidad y confiabilidad de los datos generados, y haciendo factible que las decisiones tomadas impacten en la gestión de sustentabilidad del recurso.

Existe la posibilidad de optimizar el uso de los recursos financieros, materiales, y humanos, al reasignarlos a otras actividades medulares para el cumplimiento de las metas y objetivos de la operación de la red. Por ejemplo, de manera privilegiada, a través de la capacitación, para que el personal técnico maneje datos, paquetes, optimice recursos y se reubique el personal dentro del área de la red para generación de productos, una vez analizados los datos.

Con la experiencia acumulada, hay condiciones para promover iniciativas de leyes y normas; y se impulse la generación de políticas públicas

cada vez más precisas, y mejor dotadas con los elementos materiales, financieros y humanos necesarios.

La planificación rigurosa de la sustentabilidad del recurso abre la oportunidad de aplicar mejores alternativas de aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos naturales renovables. Son condiciones, sin embargo, la identificación y el control de las actividades antropogénicas, a través de una red de monitoreo que sustente estrategias de manejo sustentable del agua.

Con el cumplimiento de la legislación y de los objetivos de CONAGUA, se dará no sólo una respuesta a las necesidades de optimización del presupuesto que la entidad tiene asignado, sino a una cabal congruencia con su vocación de origen. Así también, a necesidades centrales del desarrollo económico y social de los estados y las regiones que aquí se han estudiado. El agua, hay que recordarlo, es un recurso del que no sólo depende la vida de las personas, sino la viabilidad de toda una nación.

La propuesta técnica-operativa a la red actual de Monitoreo de Calidad del Agua del Organismo de Cuenca Balsas RRMCAOCB, pretendió cumplir con sus variables, a partir de las problemáticas detectadas:

- Cumplimiento de la normatividad aplicable.
- Funcionamiento eficiente del monitoreo.
- Identificación de áreas de oportunidad.
- Consolidación de las actuales fortalezas.

La propuesta que aquí se presenta apunta a mejorar:

- Tipos de redes
- Reubicación de sitios
- Periodicidad de muestreo
- Parámetros a analizar
- Abatimiento de costos de operación
- Proceso de implementación

De ahí que la propuesta de la tesis vaya en el sentido de establecer dos redes:

Red de control de vigilancia, abocada a medir los parámetros representativos de los indicadores de calidad biológicos e indicadores generales de calidad físico-químicos, y cuyo objetivo será el de evaluar los cambios a largo plazo de las condiciones naturales de las aguas superficiales y subterráneas.

Red de control operativa, orientada a medir las sustancias prioritarias vertidas y consideradas en la legislación vigente en la materia y cuyo objetivo será el de determinar el estado de los cuerpos de agua que se considere que pueden no cumplir sus objetivos medioambientales; y evaluar los cambios que se produzcan en el estado de tales cuerpos.

La periodicidad de muestreo de los sitios de las diferentes redes, sería mensual, para hacer viables las acciones de control, regulación y tendencia de los diversos sistemas. La base de datos deberá ser homogénea para permitir la comparación entre las mismas redes de diferentes entidades.

## **8. - LITERATURA CITADA**

- Agenda 21. 1992. United Nations Conference on Environment and Development. UN. USA. En "<http://www.un.org/dpcsd/earthsummit>"
- Andrade P. A. 2004. Lineamientos para la Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA - Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental. Primera edición. ISBN 968-7913-28-2 México D.F., México. 111 pp. En "[www.pnuma.org](http://www.pnuma.org)"
- Amado C. Tania, Iragorri G. Ana C., Neira O. Nelson y Borrero L. Jaime A. 2003. Hacia una Metodología Cuantitativa para el Diagnóstico de Calidad Ambiental. Pontificia Universidad Javeriana, Cra 7 40-62. Ed. José Gabriel Maldonado S.J., Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia. En: "<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/borrero.pdf>"
- Cajigas Delgado Ángel. 2000. La Gestión de la Calidad de las Aguas Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. N° 50 La Gestión del Agua, Volumen I. Ministerio De Medio Ambiente. España. En <http://Elaguapotable.Com/Gestion%20calidad%20aguas.Htm#Mejora>"
- Comisión Nacional del Agua 2002. Guía práctica para la selección de variables y frecuencia de muestreo y para la selección de sitios de la Red Primaria de Monitoreo de la Calidad del Agua. Documento Interno para su desarrollo e implementación. GSCA. SGT. CONAGUA. Versión 1. México.
- Comisión Nacional del Agua 2007. Prioridades del Organismo de Cuenca Balsas, 2007. Documento Interno. Primera impresión 2007. México.
- Comisión Nacional del Agua 2008. Programa Nacional Hídrico 2007-2012, ISBN 968-817-836-5 ISBN 978-968-817-836-2. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT, México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua 2009. Estadísticas del Agua 2008. Región Hidrológico Administrativa IV Balsas. ISBN 978-968-817-927-7. Primera impresión 2009. México. 99p.
- Comisión Nacional del Agua 2009b. Atlas del agua en México 2009. Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua.

- Subdirección General de Programación Primera impresión 2009. México. 226p.
- Comisión Nacional del Agua 2009c. Semblanza histórica del agua en México Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Primera impresión 2009. México. 82pp.
  - Cotler, Helena (compiladora). 2004 El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. México: INE, 264 pp.
  - García Enriqueta. 1990. "Climas" 1: 4000 000. IV.4.10. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
  - Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento (LAN). 2004. Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril de 2004. México D.F. 206 pp
  - Ley Federal de Derechos (LFD) 2011. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal de Derechos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1981. Texto Vigente. Últimas reformas publicadas DOF 18-11-2010., México D.F. 474 pp
  - Ongley, E.D. 1994. Global water pollution: challenges and opportunities. In *Integrated Measures to Overcome Barriers to Minimizing Harmful Fluxes From Land to Water*, Proceedings of the Third Stockholm Water Symposium, 10-14 August 1993., Sweden. Publication No. 3, Stockholm Water Company, 23-30.
  - Ortiz Rendón Gustavo, 1997. Aspectos relevantes de la política del agua en México, en el marco de desarrollo sustentable. 30p. En "<http://www.oieau.fr/ciedd/contributions/at2/contribution/rendon.htm>"
  - Perló Cohen, M. y A. E. González Reynoso. 2003, "Del agua amenazante al agua amenazada. Cambios en las representaciones sociales de los problemas del agua en el Valle de México". Manuel Perló Cohen y Arsenio González Reynoso. Libro Más allá del cambio climático. Las Dimensiones Psicosociales del Cambio ambiental global. Compiladores Javier Urbina Soria y Julia Martínez Fernández. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología, UNAM/Fac. de Psicología, UNAM (Octubre, 2006).
  - Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. 2007 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 Agenda Azul. México D.F. 6p.
  - Yoder Chris O. 1997. Important Concepts and Elements of an Adequate State Watershed. Monitoring and Assessment Program. State of Ohio Environmental Protection Agency. Division of Surface Water. U.S. EPA, Office of Water. ASIWPCA Standards and Monitoring Task Force.



Columbus, Ohio En:"  
[http://www.epa.state.oh.us/portals/35/documents/Adeq\\_Mon1.pdf](http://www.epa.state.oh.us/portals/35/documents/Adeq_Mon1.pdf)".