



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL VASO DE LA
PRESA DE VALLE DE BRAVO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R A C I V I L

P R E S E N T A

KARINA BETZABETH MOTA SANCHEZ



Director de tesis:

CIUDAD UNIVERSITARIA

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. Caracterización regional	3
1.1. Marco Regional.....	3
1.1.1. Descripción y ubicación.....	3
1.1.2. Fisiografía.....	5
1.1.3. Edafología.....	5
1.1.4. Uso de suelo.....	6
1.1.5. Hidrología.....	6
1.1.6. Climatología.....	9
1.1.7. Vegetación y fauna.....	10
1.2. Marco socioeconómico.....	11
1.2.1. Demografía.....	11
1.2.2. Vivienda y servicios.....	12
1.2.3. Agua Potable.....	13
1.2.4. Electricidad.....	14
1.2.5. Salud.....	15
1.2.6. Educación.....	16
1.2.7. Actividades Económicas.....	17
CAPÍTULO 2	
2. Usos del agua y balance hidráulico.....	22
2.1. Usos actuales y futuros.....	22
2.1.1. Usos Actuales.....	22
2.1.2. Usos Futuros.....	22
2.2. Descargas.....	23
2.3. Balance hidráulico.....	24
2.3.1. Sistema Cutzamala.....	24
2.3.2. Presa Valle de Bravo.....	25
2.3.3. Gastos.....	26
2.3.4. Escurrimientos históricos.....	32
2.3.5. Almacenamiento.....	32
CAPÍTULO 3	
3. Revisión bibliográfica de estudios de calidad del agua del vaso de la presa Valle de Bravo.....	36
3.1. Sitios de muestreo.....	36
3.2. Parámetros de calidad del agua.....	45
3.2.1. Parámetros físicos.....	45
3.2.2. Parámetros químicos.....	46
3.2.3. Parámetros biológicos.....	50

3.2.4. Parámetros radiactivos	50
3.3. Procesamiento y análisis de la información.....	51
3.3.1. Normas de Calidad del agua.....	53
3.3.2. Índice de calidad del Agua.....	57
3.4. Discusión de resultados.....	61
3.4.1. Análisis comparativo con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-SEMARNAT-1996.....	61
3.4.2. Análisis del Índice de Calidad del Agua.....	81
3.4.3. Conclusiones y comentarios.....	83

CAPÍTULO 4

4. Estudio de calidad del agua del vaso de la presa de Valle de Bravo.....	84
4.1. Determinación de los sitios de muestreo.....	84
4.2. Técnicas de muestreo y preservación de muestras y análisis.....	87
4.2.1. Muestreo.....	87
4.2.2. Preservación.....	88
4.2.3. Análisis de campo y laboratorio.....	88
4.3. Procesamiento y análisis de información.....	97
4.3.1. Resultados de parámetros.....	98
4.3.2. Índice de Calidad del agua.....	109
4.4. Discusión de resultados.....	111
4.4.1. Conclusiones.....	111
4.4.2. Comentarios.....	111

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y recomendaciones.....	112
5.1. Conclusiones.....	112
5.2. Recomendaciones.....	112

ANEXO A Resultados de los estudios realizados durante el periodo 1987-2006 en el embalse de la presa de Valle de Bravo

ANEXO B Cálculo del ICA y diagnóstico del nivel de contaminación en cada una de las estaciones realizadas durante el periodo 1987-2006 en el embalse de la presa de Valle de Bravo

ANEXO C Cálculo del ICA y calificación del nivel de contaminación a cada una de las estaciones del embalse de la presa de Valle de Bravo 2010

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida. Es un componente de la naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3,000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% de su totalidad, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, depósitos subterráneos (acuíferos) y glaciares continentales suponen el 1,72%, y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 97%, corresponde al agua salada que se encuentra en mares y océanos. El 3% restante equivale al agua dulce, de la cual, el 69% corresponde a agua dulce atrapada en glaciares y nieve, un 30% está formado por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

El agua dulce es necesaria en los seres humanos para crecer y poder desarrollarse; sin embargo, la cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada y por lo tanto, su calidad es de vital importancia para suministro y abastecimiento en poblaciones, para la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad puede verse afectada por la presencia de agentes infecciosos, componentes orgánicos e inorgánicos, tóxicos radiactivos, entre otros, causando contaminación.

La contaminación del medio ambiente es un gran problema en nuestros días, siendo un producto de la irracional explotación de los recursos naturales y de una mala planeación en la transformación de la naturaleza a través de los años.

La contaminación del agua es conocida desde la antigüedad. En Roma eran frecuentes los envenenamientos provocados por el plomo de las tuberías que transportaban el agua. En las ciudades medievales las aguas eran, habitualmente, sucias y pestilentes y provocaban serios y extendidos problemas de salud que se fueron agravando cada vez más. En la actualidad, el tema de la contaminación del agua se considera un tema importante que como se menciona anteriormente el agua es vital para los seres vivos.

El agua contaminada se convierte en un vehículo de agentes infecciosos como hongos, virus, bacterias, protozoarios y helmintos, además de sustancias tóxicas como pesticidas, metales pesados y otros compuestos químicos, orgánicos, que son perjudiciales para la salud. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) hasta 1990, tanto las enfermedades relacionadas con el agua de bebida, como la disposición inadecuada de las aguas servidas y excretas, se encuentran entre las tres causas principales de muerte en el mundo. Solo en América Latina y el Caribe la gastroenteritis y las enfermedades diarreicas son responsables de aproximadamente 200,000 defunciones al año, sin incluir las ocasionadas por la fiebre tifoidea, la hepatitis y otras similares.

Por esta razón la ingeniería ambiental tiene como misión evitar que el agua sea un mecanismo de transmisión de enfermedades, desarrollando sistemas eficientes de abastecimiento de agua potable y

eliminación de residuos contaminantes; por otra parte, se requiere además educar y concientizar a la población sobre el cuidado del medio ambiente y la práctica de medidas higiénicas.

De esta manera la ingeniería civil desempeña un papel importante en los trabajos para abastecimiento de agua y eliminación de aguas residuales así como en busca de mejores sistemas de tratamiento del agua que implica la necesidad de relacionarse con otras disciplinas.

La calidad del agua está relacionada con el uso al que se le destine: un agua puede ser de mala calidad con respecto al consumo humano pero puede ser de buena calidad si se usa para propósitos de navegación.

En México el 33% del total del territorio es húmedo, mientras que el 67% del territorio es seco teniendo como consecuencia que la distribución del agua a través de la República sea de manera muy irregular. La principal problemática es el abastecimiento y distribución de agua potable, debido a las grandes distancias que recorre, el mantenimiento necesario para que el agua sea transportada y llegue a su destino con la calidad adecuada a los usuarios para que puedan realizar sus actividades diarias sin ningún problema de salud o bienestar.

El presente trabajo tiene como finalidad evaluar la calidad del agua del embalse de la presa de Valle de Bravo que a su vez pertenece al Sistema Cutzamala el cual abastece de agua potable al Valle de México. Parte de la evaluación incluye una revisión histórica de la calidad del agua de la presa, con base en los estudios hasta ahora realizados; así como, un estudio de calidad del agua realizado por la Facultad de Ingeniería bajo el patrocinio del programa PAPIIT "Monitoreo de la calidad del agua mediante el uso de la percepción remota". Con base en la información histórica de calidad del agua y en el estudio realizado durante 2010 se analiza y evalúa la calidad del agua con respecto a las actuales Normas Mexicanas y se califica el grado de contaminación con base en el uso del agua.

En el Capítulo 1 se presentan las características físicas y socioeconómicas de Valle de Bravo. En el Capítulo 2 se analiza la importancia que tiene la presa Valle de Bravo como parte del Sistema Cutzamala, el cual suministra agua potable al Valle de México. También se describe el proyecto del sistema Cutzamala y las características hidráulicas de la presa.

La evolución histórica de la calidad del embalse con base en los resultados de estudios previos se desarrolla en el Capítulo 3; en él se incluye además, un resumen de los parámetros indicadores de contaminación en los estudios históricos. Se presenta la metodología para la evaluación de la calidad del agua y su aplicación a la presa Valle de Bravo.

El Capítulo 4 incluye el estudio de calidad del agua realizado durante 2010, desde el procedimiento para la definición de los sitios de muestreo, hasta la evaluación final de la calidad en el embalse.

En el capítulo 5 se señalan las conclusiones del análisis histórico de la calidad del agua y el estado actual de calidad del agua que presenta el embalse. Se incluyen también recomendaciones para el desarrollo de los muestreos y análisis de campo y laboratorio.

1. CARACTERIZACIÓN REGIONAL

Se presentan las características fisiográficas y socioeconómicas del la cuenca de Valle de Bravo para referenciar las condiciones ambientales que presenta el embalse de la presa de dicha cuenca.

1.1. Marco Regional

El Municipio de Valle de Bravo pertenece al Estado de México, se ubica a 96 km de la Ciudad de Toluca y a 145 km de la Ciudad de México. La cabecera municipal se ubica en los 19° 11" 45'' de latitud norte y los 100° 08" de longitud oeste y alcanza 1,830 metros sobre el nivel del mar (msnm). Su superficie territorial es de 421.95 km², que corresponde al 1.87 % de la superficie total del Estado de México. Se localiza al poniente del Estado de México y es parte de la Región XV del mismo según la nueva regionalización de la actual administración (Figura 1.1).

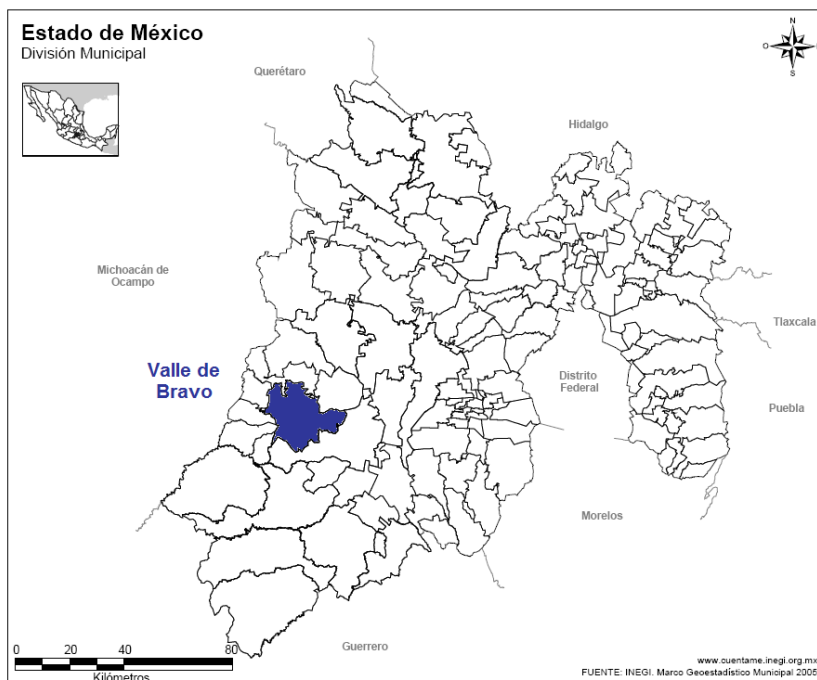


Figura 1. 1 Localización del Municipio de Valle de Bravo

Fuente <http://www.edomex.gob.mx/secogem>

Las coordenadas geográficas extremas del municipio de Valle de Bravo son las siguientes: latitud mínima 19° 04" 37'', longitud mínima: 99° 57' 34'', latitud máxima 19° 17" 28'' y longitud máxima de 100° 15' 54'' y sus colindancias son al norte con Donato Guerra, al oriente con Amanalco de Becerra, al sur con Temascaltepec, al poniente con Ixtapan del Oro, Santo Tomás de los Plátanos y Otzoloapan.

1.1.1. Descripción y Ubicación

La cuenca Valle de Bravo tiene una superficie de 615.484 km² (incluyendo la cuenca cerrada de San Simón con una superficie de 89.582 km²), se encuentra en el poniente del Estado de México, cubre en su totalidad el

municipio de Amanalco, y la mayor parte del municipio de Valle de Bravo. Además, también contiene partes significativas de los municipios de Donato Guerra, Villa de Allende Villa Victoria y Temascaltepec. Tiene superficies menores (exclusivamente forestales) también de los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacatepec.

Las coordenadas geográficas extremas son las siguientes (incluyendo la cuenca cerrada San Simón):

Extremo Norte	2143.8 N	19° 23' 05" N
Extremo Sur	2111.3 N	19° 05' 30" N
Extremo oriente	408.5 E	99° 52' 00" W
Extremo poniente	374.1 E	100° 11' 40" W

Esta cuenca pertenece a la Región Hidrológica 18 correspondiente a la cuenca Río Balsas y dentro de ésta a la cuenca del Río Cutzamala, y así a la subcuenca Río Tilostoc. Esta cuenca pertenece a la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico, Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac (Figura 1.2).

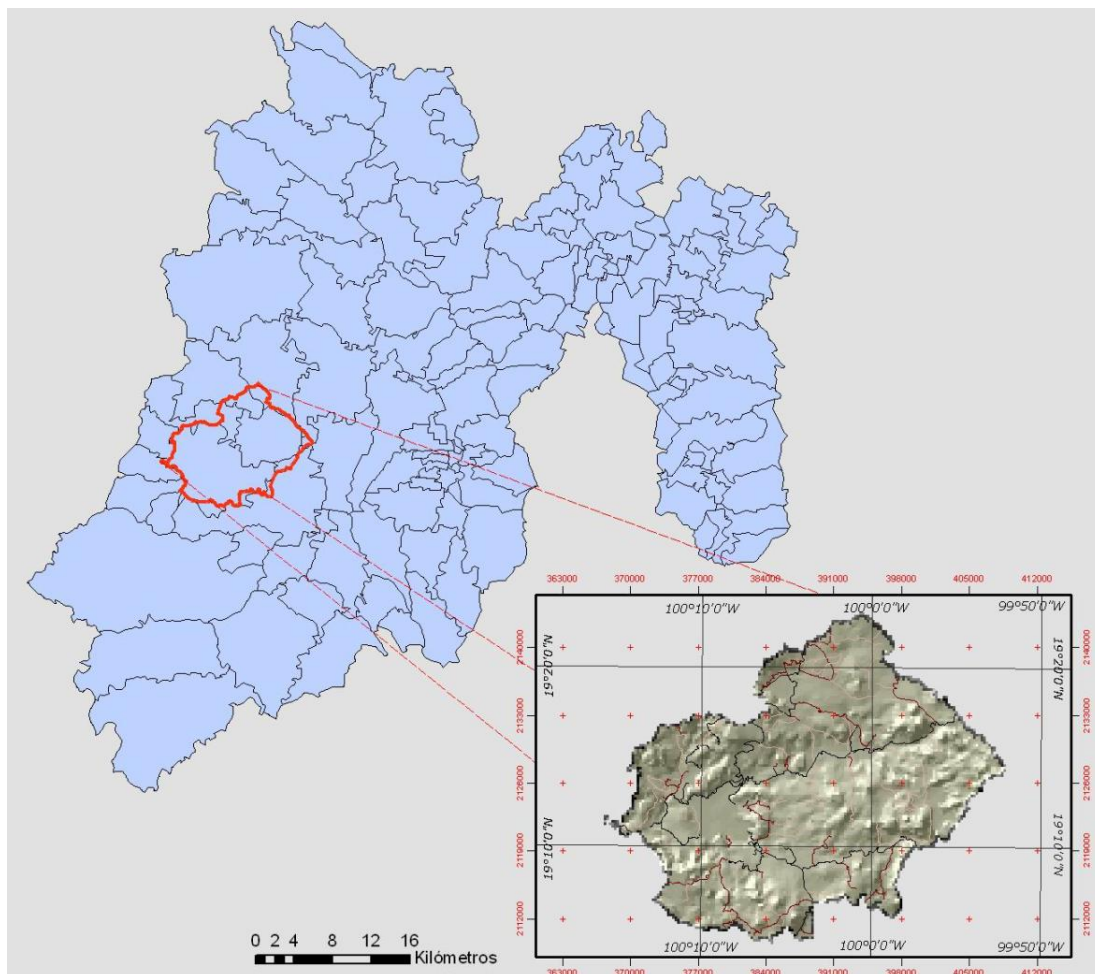


Figura 1. 2 Localización de la Cuenca

Fuente <http://www.educacionambiental.org.mx>

1.1.2. Fisiografía

Más del 90% de la cuenca Valle de Bravo es de origen volcánico. Existen numerosos volcanes esparcidos por toda la cuenca que representan las partes más altas de la misma y que finalmente dan forma al parteaguas. Los únicos relieves independientes de actividades volcánicas que se encuentran alrededor de la presa Valle de Bravo, son los Esquistos en la orilla Norte del vaso, y el lomerío al norte de la Ciudad de Valle de Bravo, que forma el parteaguas entre el Río Amanalco y Río Las Flores al poniente del poblado de Rincón de Estrada.

El resto de la superficie es volcánica que se forma por conos en diferentes niveles de degradación, cenizas, derrames de lava, basaltos y granitos. La morfología correspondiente a los Valles aluviales son rellenos de azolves de las laderas circundantes, de origen volcánico, algunas fueron lagunas, debido al taponamiento por lenguas de lava, como es el Valle de Amanalco y el Valle y Laguna de Capilla Vieja.

Las altitudes de la cuenca varían entre los 3760 msnm (Cerro El Calvario, extremo oriente) hasta los 1792 msnm (fondo del desagüe debajo de la cortina de la presa) ó 1830 msnm (espejo del agua a la altura del vertedor).

En el Cuadro 1.1 se presenta la distribución de superficies por ámbitos de elevaciones. El Cuadro 1.2 se presenta las superficies acumulativas para diferentes elevaciones.

Cuadro 1. 1 Distribución altimétrica de la cuenca Valle de Bravo

Rango de elevaciones (m)	Superficie (km ²)	Superficie (ha)	%
1,700-2,000	65.38	6,538.69	10.6
2,000-2,500	243.76	24,376.89	39.6
2,500-3,000	251.51	25,151.02	40.9
3,000-3,500	53.13	5,313.43	8.6
3,500-3,800	1.68	168.44	0.3
TOTAL	615.48	61,548.47	100.0

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca Valle de Bravo, Estado de México

Cuadro 1. 2 Distribución altimétrica acumulativa de la cuenca Valle de Bravo

Elevación (m)	Superficie (km ²)	Superficie (ha)	%
> 1,700	615.48	61,548.47	100
> 2,000	550.09	55,009.78	89.4
> 2,500	306.32	30,632.89	49.8
> 3,000	54.81	5,481.87	8.9
> 3,500	1.68	168.44	0.3

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca Valle de Bravo, Estado de México

1.1.3. Edafología

El suelo está formado por materiales minerales y orgánicos, así como organismos vivos. Los suelos de la cuenca se derivan de materiales volcánicos de diferentes edades. Dado que la constitución química de rocas y cenizas es la misma, los procesos pedogenéticos (transformación gradual de la roca madre y de los residuos vegetales del

terreno) para la formación del suelo son muy rápidos. En la cuenca existen suelos con un mayor desarrollo, que son muy útiles para las actividades agrícolas, pero también muy susceptibles a la erosión y al desgaste físico.

Los suelos encontrados en la cuenca son en orden de desarrollo: Acrisol háplico y Luvisol crómico (los más evolucionados), los Cambisoles, Andosoles (típicos de las zonas forestales), Phaeozem háplicos, los Leptosoles (poco desarrollados) y los Regosoles (los menos desarrollados). En general dominan los suelos de origen volcánico ya que 74 % de la superficie total de la cuenca está cubierta por Andosoles (cenizas volcánicas).

En la cuenca Valle de Bravo Amanalco existen rocas como el basalto, brecha volcánica, andesitas, ígneas extrusivas intermedias (roca derretida y solidificada), areniscas (arenas), tobas (de origen volcánico), aluviales (de río), residuales (resultantes de la destrucción de otras) y pizarras (formadas por la compactación de arcillas).

1.1.4. Uso de Suelo

Los usos del suelo en la cuenca se presentan en el Cuadro 1.3.

Cuadro 1. 3 Usos del suelo

Uso de suelo	Superficie (ha)
Agricultura	20,676.27
Agua	1,779.45
Bosque	33,631.92
Pastizal	4,395.93
Zona urbana	1,064.90
TOTAL	61,548.47

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca Valle de Bravo, Estado de México

1.1.5. Hidrología

En toda la cuenca abundan los cauces perennes de aguas limpias y cristalinas, alimentados por manantiales, en especial en las áreas boscosas, a diferentes niveles de altura (Cuadro 1.4). En el norte, (cuenca cerrada de San Simón, y el norte de las subcuencas del Arroyo El Arenal), debido a la falta de superficies forestales, la cantidad y el volumen de manantiales es menor, y los cauces son más efímeros.

La cuenca Valle de Bravo Amanalco tiene una precipitación anual de 973, 966, 610 m³. De esta cantidad el 48% se pierde por evapotranspiración (pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación), 35% se incorpora a la recarga de los mantos acuíferos subterráneos y el 17% escurre superficialmente. La cuenca en general se ubica en una zona de captación hídrica muy alta, con excepción del suroeste.

Los manantiales y los cauces perennes son aprovechados para riego, el agua se distribuye a curvas de nivel por tomas y canales, revestidos y no revestidos, abiertas o entubados; el agua potable de los manantiales es aprovechada para las comunidades, caseríos y casas aisladas a través de tuberías de acero, concreto de asbesto, y mangueras de hule. Existen 608 km de canales en toda la cuenca de Valle de Bravo.

En la temporada de secas, toda el agua de la cuenca alta y media del río Amanalco, del río Los Hoyos y La Alameda es aprovechado para riego. Estos ríos vuelven a ser recargados por manantiales en las cuencas bajas, que llegan hasta la presa.

Cuadro 1. 4 Tipos de cauces en la cuenca Valle de Bravo

Tipo cauces	Longitud (km)
Acueducto subterráneo en operación	27.73
Acueducto superficial en operación	9.80
Canal	40.86
Corriente de agua intermitente	798.09
Corriente de agua perenne	230.45
TOTAL	1,106.93

Fuente: Chacón et al, 2002

La densidad de drenaje se concentra en las laderas no volcánicas, en las inmediaciones de la presa Valle de Bravo (cuenca baja), pero también en las laderas inmediatamente alrededor de la llanura de Amanalco, mientras la densidad de drenaje es menor en las llanuras mismas, y también en los altos de los conos volcánicos. (Cuadro 1.5).

Cuadro 1. 5 Densidad de drenaje

Densidad drenaje	Superficie (ha)
0 - 0.47	5,588.33
0.47 - 1.7	12,008.82
1.17 - 1.78	14,091.15
1.78 - 2.37	12,232.51
2.37 - 3.05	10,810.46
3.05 - 4.03	6,008.42
4.03 - 5.6	808.78
TOTAL	61,548.47

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca Valle de Bravo, Estado de México

Ríos

Los ríos que confluyen en la Presa Valle de Bravo junto con sus principales características se aprecian en el cuadro 1.6 y su ubicación se muestra en la Figura 1.3.

Cuadro 1. 6 Nombre de los Ríos y sus Características

Río	Características
La Hierbabuena o Santa Mónica	Nace en las faldas de los cerros San Agustín y Sacametate, inicialmente su dirección es hacia el este, posteriormente hacia el noroeste hasta llegar a la presa. Tiene una microcuenca de 13.22 km ² .
San Diego	Se origina en el cerro La Escalerilla a 2550 msnm. La microcuenca del río es de 40.19 km ² .
Ladera oriente de Cualtenco	La microcuenca está formada por escurrimientos de poca longitud que vierten sus aguas directamente a la presa. Tiene una extensión de 3.4 km ² .
Calderones o El Cerrillo	Su microcuenca es de solo 2.3 km ² , en la ladera suroeste de la presa. Son escurrimientos que se hacen a 2300 msnm en las elevaciones vecinas a la presa.
Carrizal	Los escurrimientos que forman a esta microcuenca de 30.38 km ² transitan por la ladera norte del cerro de Los Colorines a 2300 msnm. La corriente, con un rumbo norte, es pequeña y vierte sus aguas a la presa.
Los Hoyos o El Molino	Los escurrimientos que forman este río provienen del cerro San Antonio a 3300 msnm. La corriente tiene una dirección suroeste, cruza el poblado llamado El Naranja, más adelante confluye con el río El Temporal que nace en el cerro El Coporito. Después se une con el río Alameda que desciende del cerro Piedra Herrada y a lo largo de su trayectoria se unen a él, las aguas del río Ojo de Agua que se origina en el cerro Trompillos. El río Chiquito se une más adelante para llegar a la presa Valle de Bravo. La subcuenca tiene un área de 155.92 km ² , a esta subcuenca pertenecen también los ríos La Alameda, El Fresno y Arroyo Chiquito.
Amanalco	Nace en la ladera sur del cerro San Antonio, en su curso alto se le conoce como río Alto. La corriente fluye en dirección oeste, pasa por el poblado de San Bartolo y Santa María Pipioltepec hasta llegar a la presa Valle de Bravo. La subcuenca tiene una superficie de 227.9 km ² . Las subcuencas de los ríos el Salto, Agua Bendita y la Candelaria, forman parte de esta subcuenca.
San Gaspar	La subcuenca comprende la vertiente sur del cerro de San Gaspar y tiene una superficie de 9.71 km ² . Los escurrimientos cortos llegan por la ladera norte del cerro.
La Cascada	En la parte sur de la cabecera municipal de Valle de Bravo, está constituido por escurrimientos pequeños que inician en las cimas de Monte Alto. Desemboca directamente a la presa.
Las Flores	La subcuenca de este río, al noroeste de la presa Valle de Bravo, tiene 21.62 km ² . Inicia en la ladera suroeste del cerro Los Reyes (2900 msnm). Cruza el poblado de Rincón de Estrada y El Temporal. La subcuenca presenta varios escurrimientos directos a la presa, y debido a los desechos urbanos, genera mayor contaminación.
Tiloxtoc	Se origina a 37.5 Km al nordeste de Zitácuaro, a una elevación aproximada de 2700 msnm. En esta ubicación se le conoce como El Ramal, que vierte a la presa Villa Victoria, a partir de este punto toma el nombre de Malacatepec.
Los Quelites	Parte de la subcuenca Temascaltepec, el río nace en Mesa de Palomas, en la ladera oeste del Nevado de Toluca a 3000 msnm. El río desciende con dirección suroeste, hasta la confluencia con el Arroyo colorado, a partir de la cual se llama Temascaltepec. La extensión de la subcuenca es de 12.25 km ² .
El Campanario	Forma parte de la Subcuenca del Río Temascaltepec. Inicia a 2600 msnm en el Cerro del Capulín. La subcuenca tiene una extensión de 12.25 km ² .
Pinar de Osorio	Los escurrimientos que forman el río nacen en los cerros El astillero y El pinar, 2450 msnm, y son captados por la presa Pinar de Osorio. La extensión de la subcuenca de 6.33 km ² .
Los Confites	Inicia en las inmediaciones de los Cerros Sacametate y El Pedregal. La subcuenca tiene 9.43 km ² , en la parte sur de la zona de estudio.

Fuente: <http://www.educacionambiental.org.mx/atlas/territF3.html>

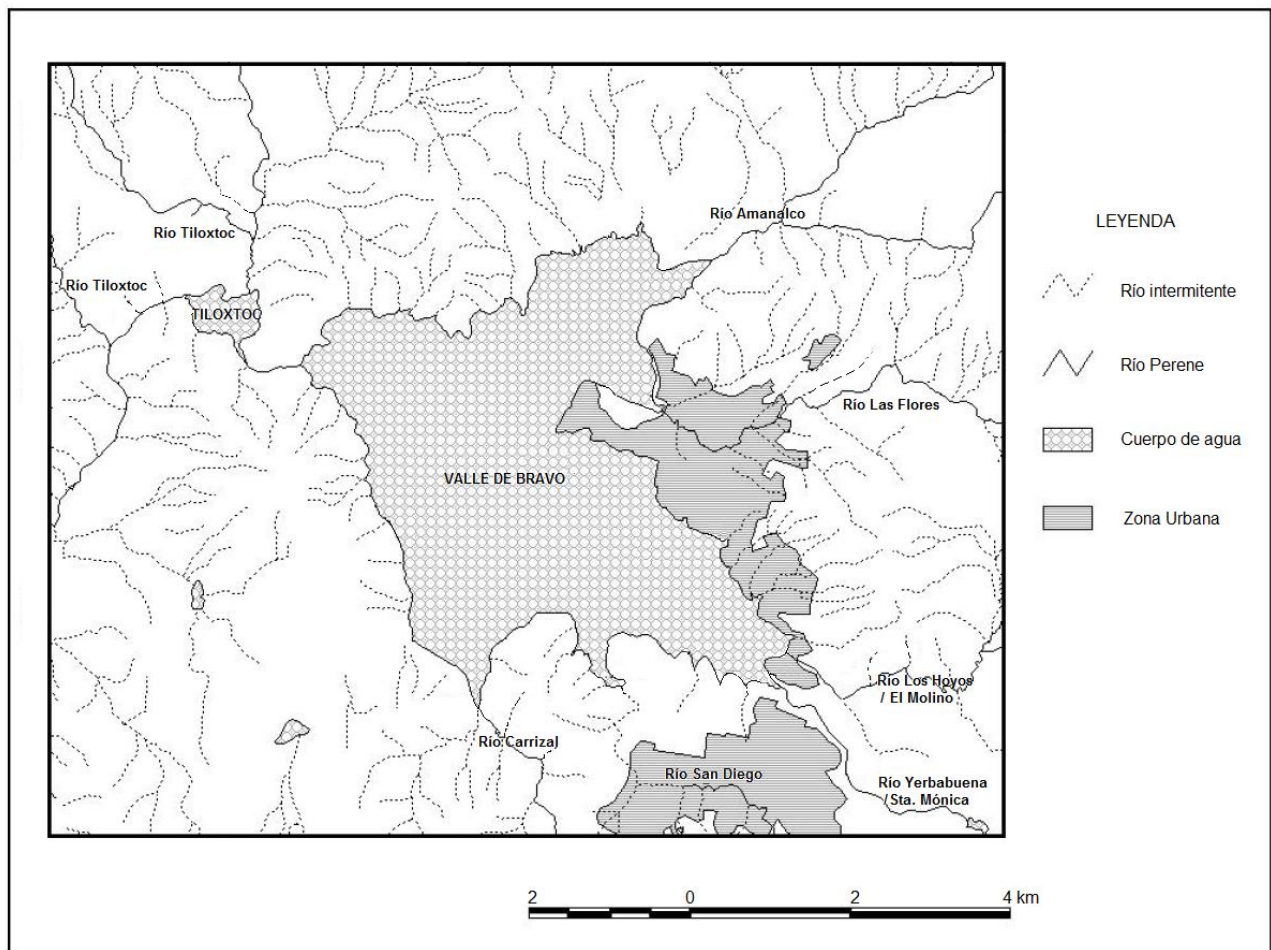


Figura 1. 3 Ríos principales de la cuenca

Fuente: Calidad del agua en la Cuenca Valle de Bravo Amanalco, una propuesta para su manejo.

Aguas subterráneas

La permeabilidad de las rocas y las fracturas del terreno favorecen la infiltración, lo que permite la recarga de mantos acuíferos. En la cuenca se encuentran rocas como el basalto que tienden a ser muy permeables.

La infiltración está en función directa de las pendientes que presentan los terrenos de un lugar, y de las condiciones y tipos de vegetación. La pendiente media en la cuenca es de 16%. La cuenca tiene un promedio de infiltración del 35%.

1.1.6. Climatología

La cuenca presenta climas templados subhúmedos con lluvias en verano. Pero hay dos zonas diferentes: la primera corresponde a la parte alta de la cuenca, donde se presenta un clima templado semifrío con lluvias en verano; la segunda se localiza en la parte baja de la cuenca, al norte de la presa, donde se registra un clima semicálido templado (Cuadro 1.7).

Cuadro 1. 7 Clima en la Cuenca Valle de Bravo

Clima	Tipo de Clima	% llluvias de verano	Área (ha)	%
(A)Cw ₁	Subhúmedo, semicálido a templado, T medio anual < 22 °C, T media mensual más fría <18 °C P/T entre 43.2 y 55.3	5 - 12 % anual	6,454.96	10.5 %
Cw ₂	Subhúmedo, templado moderado T med anual entre 12° a 18 °C T mes más frío entre -3° a +18 °C P/T > 55.3	5 - 12 % anual	49,683.60	80.8 %
C(E)w ₂	Semifrío subhúmedo P/T > 55.3	5 - 12 % anual	5,409.91	8.7 %
			61,548.47	100

Fuente: Chacón et al, 2002.

Dependiendo de la ubicación altitudinal se define el clima para toda la cuenca:

- ((A)Cw1) en la parte baja, debajo de la cota 2200 msnm.
- (Cw2) en la parte central de la cuenca, entre los 2200 a los 3000 msnm.
- (C(E)w2) en la parte más alta, arriba de los 3200 msnm (oriente de la cuenca).

Las temperaturas más altas del año son las de abril (16°C), mayo (21.1°C), junio (19.8°C) y julio (18.7°C). Esto se debe a la incidencia perpendicular a la superficie de los rayos del sol, a la escasa humedad atmosférica y a la nubosidad. Las temperaturas más bajas se presentan en diciembre (10°C), enero (9.8°C) y febrero (11.2°C).

1.1.7. Vegetación y fauna

Las características naturales como el tipo de suelo, clima y precipitación, generan un tipo de vegetación en el que destacan diferentes especies arbóreas, entre ellas: pino, encino, oyamel, fresno y ocote; en algunas áreas se pueden encontrar superficies con pastizales, bosque mesófilo de montaña y selva baja caducifolia además abundantes helechos, epifitas, musgos y líquenes, pteridofitas y fanerógamas; el tipo de bosque predominante es el de pino y encino, seguido del pino y oyamel (bromelias, orquídeas, en época de lluvias zarzales y hongos). Las zonas boscosas totales constituyen uno de los elementos naturales que deben conservarse y protegerse, dada su importancia ecológica y paisajística; ésta es una de las cualidades para dinamizar las actividades económicas relacionadas con el turismo y actividades relacionadas con éste, así como para la prestación de servicios ambientales.

En las partes bajas del Estado, donde las altitudes sobre el nivel del mar están entre los 650 y 1,900 metros encontramos las penetraciones del bosque tropical caducifolio. El bosque es denso, con alturas de 6 a 18 metros las copas de los árboles son convexas o planas, sobrepasando su anchura. Los troncos no llegan a sobrepasar el medio metro, con ejemplares aislados de mayores dimensiones.

También podemos encontrar en esta región una gran cantidad de árboles frutales como: ciruelo, capire (zapote), guayabo, arrayán, guácima o cuauholotl, guamuchil, guaje, mamey, nanche, chicozapote, ciruelo, naranjo, lima, membrillo, aguacate, mango, durazno y zapote prieto.

Algunas plantas que podemos encontrar son las palmas o zoyates, platanillos, cañutillo, moco de guajolote, flor de carnaval, nahuiteputl o capitanaje, capulincillo, malvavisco y achiotl.

Entre las flores de ornato tenemos: gladiola, rosas, pascua, clavel, pensamiento, violeta, nomeolvides, margarita, flor de paraíso, dalia, geranio, tulipán, azucena, margaritón, nardo, lirio, balsamina, bugambilia, orquídea, novia del sol, alcatraz, malvón, perrito, petunia, espuela, crisantemo, cempasúchitl, girasol, sempiterna, clavellina, nube y floripondia.

El bosque conforma el hábitat de una gran diversidad de especies, tanto animales, como vegetales. Predomina en el municipio la fauna de bosques templados, que cubren casi la totalidad del municipio, cuyas comunidades se caracterizan por los mamíferos de pequeñas tallas como conejo castellano y de monte, ardillas grises, rojas y negras, ardillón, topos, ratas y ratones de los volcanes, comadreja, zorrillos, cacomixtle, zorra, liebre, hurón, murciélago, y tejones. También existen mamíferos mayores como el venado, lince y puma.

Se pueden encontrar también anfibios y reptiles de los cuales se mencionan la salamandra, lagartija, culebra y víboras de cascabel.

Del grupo de las aves, existen en la región: los carpinteros, güilotas, paloma llorona, trepadores, colibrí, azulejo, tordo, búho, codorniz, gallina de monte, así como algunas depredadoras como la gallina de cola roja, ceceto, gavián, zopilote y cuervo.

1.2. Marco socioeconómico

La cuenca Valle de Bravo en términos hidrográficos de escurrimientos hacia el embalse, se puede subdividir en dos subcuencas; la primera subcuenca se denomina “cuenca Cerrada San Simón” y la segunda, que ocupa la mayor superficie, se denomina “cuenca de la presa Valle de Bravo”. Así, en la presente caracterización socioeconómica, se hará referencia a la cuenca total Valle de Bravo y a las subcuencas Cerrada San Simón y de Valle de Bravo.

1.2.1. Demografía

Existen un gran número de asentamientos humanos continuos y dispersos. Los que tienen una mayor concentración de población y continuidad urbana son en orden de importancia en Valle de Bravo, Avándaro, Amanalco y San Juan que tienden a conurbarse. La cuenca total Valle de Bravo tiene asentamientos urbanos en fracciones de 5 municipios: Valle de Bravo, Amanalco, Villa de Allende, Donato Guerra y Villa Victoria (Cuadro 1.8).

Cuadro 1. 8 Población de la cuenca de Valle de Bravo

Municipio	# localidades	Habitantes
Valle de Bravo	51	52,902
Amanalco	28	20,343
Villa de Allende	11	5,090
Donato Guerra	7	10,844
Villa Victoria	2	1,266
TOTAL	99	90,445

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI y Conteo de población 2005, INEGI

1.2.2. Vivienda y servicios

En la cuenca Valle de Bravo las viviendas particulares habitadas suman un total de 14,959 de las cuales se determinó el tipo de población para cada característica en base al XII Censo General de población y Vivienda, (INEGI).

Viviendas de materiales de desecho y piso de tierra

Las viviendas con paredes construidas con material de desecho en la cuenca de Valle de Bravo representan sólo el 0.77%, sin embargo, las que tienen techos construidas con material de desecho representan el 14.02% y aquellas cuyo piso es de tierra aumentan al 26.94% (Cuadro 1.9).

Cuadro 1. 9 Materiales de construcción de viviendas (Viviendas particulares habitadas)

Municipio	Total	Con paredes de material de desecho		Con techumbres de material de desecho		Con piso de tierra	
	Núm.	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Valle de Bravo	7,825	95	1.21	1012	12.93	1,102	14.08
Amanalco	4,035	10	0.24	567	14.05	1,548	38.36
Villa de Allende	976	1	0.10	55	5.63	316	32.37
Donato Guerra	1,882	9	0.47	459	24.38	994	52.81
Villa Victoria	241	0	0	4	1.65	70	29.04
TOTAL	14,959	115	0.76	2,097	14.01	4,030	26.94

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

Vivienda con uso de combustible

Las viviendas particulares con un cuarto en la cuenca de Valle de Bravo son el 11.34% y tienden a concentrarse más en el medio urbano que en el rural, la mayoría de las viviendas usan leña como combustible, representan al 52.46%, en el medio rural son el 74.50% las viviendas que usan el mismo combustible, en tanto que en las urbanas el 92.86% usan gas.

Esta situación afecta las proporciones de densidad de vegetación en toda la cuenca, ya que una mayoría significativa de sus habitantes hace uso de este recurso tan necesario para la conservación del entorno inmediato. La utilización de carbón y petróleo no es significativa porque las cantidades de viviendas son muy bajas (Cuadro 1.10).

Cuadro 1. 10 Uso de Combustible

Municipio	Gas		Leña		Carbón		Petróleo	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Valle de Bravo	5,942	75.93	1,810	23.13	4	0.051	1	0.01
Amanalco	639	15.83	3,374	83.61	6	0.14	1	0.02
Villa de Allende	89	9.11	881	90.26	0	0	1	0.10
Donato Guerra	275	14.61	1,563	83.04	2	0.10	0	0
Villa Victoria	20	8.29	220	91.28	0	0	0	0
TOTAL	6,965	46.56	7,848	52.464	12	0.08	3	0.02

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

Vivienda con sanitario exclusivo, agua entubada, drenaje y energía eléctrica

En toda la cuenca Valle de Bravo, el 59.27% de las viviendas tienen sanitario de uso exclusivo y el 51.02% tienen drenaje. En todos los casos, en el medio urbano los índices son mayores con respecto a las viviendas del medio rural (89.27% y 44.96% respectivamente). Los servicios de agua entubada y energía eléctrica abarcan la mayoría de la cuenca. El 73.57% de las viviendas cuentan con agua entubada, las viviendas urbanas son marcadamente las que cuentan con este servicio. El 90.23% de las viviendas cuentan con energía eléctrica y también son las viviendas urbanas donde más se concentra la cobertura del servicio (Cuadro 1.11).

Cuadro 1. 11 Servicios en viviendas

Municipio	Con sanitario Exclusivo		Viviendas con agua entubada		Viviendas con drenaje		Con energía eléctrica	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Valle de Bravo	6,149	78.58	6,645	84.92	6,281	80.26	7,319	93.53
Amanalco	1,696	42.03	3,014	74.69	939	23.27	3,660	90.70
Villa de Allende	262	26.84	497	50.92	101	10.34	774	79.30
Donato Guerra	696	36.98	844	44.84	300	15.94	1537	81.66
Villa Victoria	63	26.14	5	2.07	11	4.56	207	85.89
TOTAL	8,866	59.26	11,005	73.56	7,632	51.01	13,497	90.22

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda. Estado de México, INEGI

Bienes domésticos

Los bienes domésticos (calentador de agua, computadora, lavadora, licuadora, radio o grabadora, refrigerador, teléfono, televisor y videocasetera) indican un determinado nivel de consumo de las familias. En Valle de Bravo el 1.79% de las viviendas tiene todos los bienes y el 14.05% carecen de ellos. Las viviendas del medio rural son las que en mayores proporciones carecen de todo bien.

La posesión de automóviles es baja en la cuenca total Valle de Bravo, donde el 15.90% de las viviendas poseen dicho bien (Cuadro 1.12).

Cuadro 1. 12 Consumo de mobiliario

Municipio	Con todos los bienes		Sin bienes		Viviendas con 1 cuarto		Con automóvil	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Valle de Bravo	257	3.28	495	6.32	964	12.31	1,856	23.71
Amanalco	5	0.12	776	19.23	378	9.36	290	7.18
Villa de Allende	0	0	231	23.66	87	8.91	83	8.50
Donato Guerra	6	0.31	566	30.07	262	13.92	124	6.58
Villa Victoria	0	0	34	14.10	5	2.07	25	10.37
TOTAL	268	1.79	2,102	14.05	1,696	11.33	2,378	15.89

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

1.2.3. Agua Potable

El ámbito de cobertura del servicio de agua potable en la cuenca se encuentra entre el 92.46% para Valle de Bravo y el 59.25% en Donato Guerra. El promedio dentro de la cuenca Valle de Bravo - Amanalco es de 72.48%.

Las localidades con menor número de habitantes son las que no cuentan con este servicio. En localidades conectadas a la red de agua potable, hay zonas con servicio parcial debido a la intermitencia en el suministro.

En el año 2000 las localidades con un porcentaje bajo de este servicio se encontraban en municipios como Villa Victoria, donde de 251 viviendas dentro de la cuenca en solo 5 viviendas contaban con este servicio. Esta situación se repetía en localidades de Villa de Allende y Donato Guerra.

Amanalco ha registrado mayor incremento en el número de viviendas desde 1980. En municipios como Donato Guerra y Villa de Allende, que dependen del bombeo para el suministro de agua potable, se ven afectados por el funcionamiento efectivo de las bombas utilizadas. Valle de Bravo, es el municipio con mayor cobertura de este servicio, aunque existen algunas comunidades en donde hay una carencia casi total de suministro de agua potable.

Drenaje

El drenaje es el servicio menos atendido en la cuenca. Hay también ausencia de letrinas secas y la población se ve obligada a excavar en terrenos aledaños a sus casas. Esto ocasiona que haya una filtración de los desechos debido a las condiciones de suelo poroso que existe, con la consecuencia del arrastre de desechos al filtrarse las aguas de lluvia que contaminan los manantiales (Cuadro 1.13).

Cuadro 1. 13 Proporción de servicio de drenaje en la Vivienda

Municipio	1980			1990			2000		
	Total viviendas	Con drenaje	%	Total viviendas	Con drenaje	%	Total viviendas	Con drenaje	%
Amanalco	2,348	122	5.19	2,876	439	15.3	4,238	939	22.2
Donato Guerra	891	38	4.04	1,351	175	13.0	2,064	304	14.7
Temascaltepec	27	-	-	32	6	18.7	50	13	26.0
Valle de Bravo	6,301	3,457	54.9	6,935	4,405	63.5	12,518	8,472	67.6
Villa de Allende	220	3	1.4	302	2	0.66	727	80	11.0
Villa Victoria	230	3	1.30	23	0	0	251	11	4.38
TOTAL	10,017	3,623	36.2	11,519	5,027	43.6	19,848	9,819	49.5

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Valle de Bravo - Amanalco

1.2.4. Electricidad

El servicio de electricidad por vivienda es uno de los mejores atendidos en la cuenca. De continuar la tendencia actual, el servicio de electricidad para la cuenca estará totalmente cubierto en unos pocos años (Cuadro 1.14).

Cuadro 1. 14 Proporción de servicio de electricidad en Vivienda

Municipio	1980			1990			2000		
	Total Viviendas	Con electricidad	%	Total viviendas	Con electricidad	%	Total viviendas	Con electricidad	%
Amanalco	2,348	373	15.9	2,876	1,798	62.5	4,238	3,660	86.4
Donato Guerra	891	103	11.6	1,351	642	47.5	2,064	1,609	77.9
Temascaltepec	27	22	81.5	32	29	90.6	50	39	78.0
Valle de Bravo	6,301	4,196	66.6	6,935	5,880	84.8	12,518	10,162	81.2
Villa de Allende	220	5	2.3	302	85	28.1	727	543	74.7
Villa Victoria	230	2	0.9	23	0	0.00	251	207	82.5
TOTAL	10,017	4,701	46.9	11,519	8,434	73.2	19,848	16,220	81.7

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Valle de Bravo - Amanalco

1.2.5. Salud

El servicio de salud que se brinda a la población de la cuenca se compone de un hospital general, 3 unidades móviles y 18 unidades médicas de primer nivel de carácter rural, las cuales pertenecen a instituciones tales como ISEM, ISSSTE, ISSEMYM, Cruz Roja, SSA e IMSS. El municipio de Valle de Bravo presenta la mayor cobertura de estas instituciones debido a que es la jurisdicción de salud estatal de la zona.

La escasez de unidades médicas ocasiona vulnerabilidad a la población. Enfermedades de las vías respiratorias, gastrointestinales, cardiovasculares, entre otras, no pueden ser atendidas con prontitud. Además las unidades médicas móviles no prestan servicio continuo debido a que el personal es eventual.

La cobertura y la calidad del servicio de salud en la cuenca es en general muy precaria, dado que las condiciones físico-geográficas ocasionan diferente accesibilidad de la población a los centros de servicio de salud. La mayoría de los habitantes en la Cuenca de Valle de Bravo no reciben el servicio de ninguna institución médica. Esto es un reflejo de la falta de accesibilidad que tiene la población a las pocas unidades que existen.

La gente que tiene servicio de salud asegurado en el IMSS o en el ISSSTE representa solamente el 11.69% de la población de la cuenca Valle de Bravo. Sólo dos pequeñas localidades de Valle de Bravo tienen a la mayoría de su población con servicio de salud asegurado y son 74 localidades que aglutinan a 41,193 personas donde carecen del servicio de salud asegurado del 90% al 100% de ellos. La mayoría de los habitantes en la cuenca de Valle de Bravo no reciben el servicio de ninguna institución médica. Esto es un reflejo de la falta de accesibilidad que tiene la población a las pocas unidades existentes (Cuadro 1.15).

Cuadro 1. 15 Población con seguro para el servicio de salud

Municipio	Población NO derechohabiente		Población derechohabiente	
	Núm.	%	Núm.	%
Valle de Bravo	29,347	80.64	7,042	19.35
Amanalco	19,082	95.40	919	4.59
Villa de Allende	4,704	96.09	191	3.90
Donato Guerra	10,062	96.70	343	3.29
Villa Victoria	1,188	97.93	25	2.06
TOTAL	64,383	88.31	8,520	11.68

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

Actualmente en la cabecera municipal se encuentra un hospital general de la SSA, una clínica regional del IMSS, una clínica regional del ISSEMYM, un consultorio periférico del ISSSTE, un hospital de la Cruz Roja, seis unidades médicas ubicadas en la cabecera municipal, Colorines, Cerro Gordo, Sta. Ma. Pipioltepec, Saucos y Cuadrilla de Dolores, un dispensario médico y varias clínicas de especialidades y consultorios privados. Hay un centro de rehabilitación que opera administrado por el DIF municipal y se localiza en San Gaspar.

Existen además clínicas de especialidades que prestan el servicio de manera particular y atienden lo relacionado a la ginecología y obstetricia principalmente. También hay consultorios particulares distribuidos en la cabecera municipal que no están cuantificados (Cuadro 1.16).

Cuadro 1. 16 Equipamiento de Salud

Municipio	ISEM	ISSSTE	ISSEMYM	Cruz Roja	IMSS
Valle de Bravo	7	1	1	1	2
Amanalco	8	0	0	0	0
Donato Guerra	5	0	0	0	0
Villa De Allende	1	0	0	0	0
Villa Victoria	2	0	0	0	0
TOTAL	22	1	1	1	2

Fuente: ISEM, 2002.

1.2.6. Educación

El promedio de años de escolaridad en la población de la cuenca es de 4.2 años, lo que indica que no terminan la instrucción primaria y el 17.9% de la población carece de cualquier tipo de instrucción escolar (Cuadro 1.17).

Cuadro 1. 17 Escolaridad (Población mayor a los 14 años de edad sin instrucción escolar)

Municipios	Núm. De personas	%	Escolaridad promedio
Valle de Bravo	2,769	12.09	5.1 años
Amanalco	2,364	20.99	4.2 años
Villa de Allende	703	25.51	3.8 años
Donato Guerra	1,771	31.40	4.0 años
Villa Victoria	175	24.00	3.6 años
TOTAL	7,782	17.98	4.2 años

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

La población en edad escolar, principalmente de los ciclos de la enseñanza básica y secundaria es de 18,305 personas, de las cuáles 1,761 no asiste a ninguna institución escolar y representan al 9.62% del total (Cuadro 1.18).

Cuadro 1. 18 (Población de 6 a 14 años de edad)

Municipio	Asiste a la escuela		No asiste a la escuela	
	Núm. de personas	%	Núm. de personas	%
Valle de Bravo	7,752	93.07	577	6.92
Amanalco	5,008	91.20	483	8.79
Villa de Allende	1,114	86.55	173	13.44
Donato Guerra	2,407	83.14	488	16.85
Villa Victoria	263	86.79	40	13.20
TOTAL	16,544	90.37	1,761	9.62

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

El analfabetismo es un problema importante en la cuenca, donde el 18.75% de la población mayor a los 14 años de edad no sabe leer ni escribir (Cuadro 1.19).

Cuadro 1. 19 Analfabetismo (Población mayor a 14 años)

Municipio	Alfabeta		Analfabeto	
	personas	%	personas	%
Valle de Bravo	20,143	87.97	2,752	12.02
Amanalco	8,654	76.86	2,604	23.13
Villa de Allende	2,050	74.41	705	25.58
Donato Guerra	3,769	66.82	1,871	33.17
Villa Victoria	546	74.89	183	25.10
Cuenca Valle de Bravo	35,162	81.24	8,115	18.75

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

En la cuenca de Valle de Bravo la instrucción corresponde a los niveles de: preescolar, primaria, secundaria, medio superior y superior, y es en los tres primeros niveles de instrucción educativa donde se presenta la mayor cobertura de la oferta educativa oficial.

Con relación a los estudiantes de los diferentes niveles de escolaridad, los datos del XII Censo General de población y Vivienda (INEGI) muestran un alto grado de deserción en todos los niveles, como consecuencia de los bajos niveles económicos. Cabe destacar que la inscripción decrece en la medida que aumenta el nivel de escolaridad que se cursa (INEGI).

1.2.7. Actividades económicas

Sector primario

El ingreso más frecuentes en la población ocupada de la cuenca es de 1 a 2 salarios mínimos, y corresponde al 34.63% de la población, seguida del 26.40% de la población que obtiene ingresos de 2 a 5 salarios mínimos. Sin embargo, el 33.83% de la población no recibe remuneración formal por su trabajo o bien, éste es menor a un salario mínimo (Cuadro 1.20).

Cuadro 1. 20 Ingresos de la población ocupada (s.m. salario mínimo)

Municipio	Sin ingreso		Hasta 1 s.m.		De 1 a 2 s.m.		De 2 a 5 s.m.		De 6 a 10 s.m.		De más de 10 s.m.	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Valle de Bravo	730	6.05	1943	16.11	4,588	38.05	3,903	32.37	606	5.02	287	2.38
Amanalco	1,428	33.01	963	22.26	1,160	26.82	698	16.13	64	1.47	12	0.27
Villa de Allende	211	24.88	185	21.81	251	29.59	190	22.40	7	0.82	4	0.47
Donato Guerra	493	23.2	459	21.6	772	36.32	374	17.6	20	0.94	7	0.32
Villa Victoria	206	66.23	37	11.89	41	13.18	27	8.68	0	0	0	0
TOTAL	3,068	15.60	3,587	18.23	6,812	34.63	5,192	26.40	697	3.54	310	1.57

Fuente: XII Censo General de población y Vivienda, INEGI

Producción agrícola

En la cuenca la población económicamente activa que participa en el sector primario de la economía ha venido disminuyendo en los últimos 25 años. En 1997, según el Plan de Desarrollo de Valle de Bravo, el municipio contaba con una superficie agrícola de 13,213 ha, lo que equivale a 38.4% de la extensión territorial municipal.

Los cultivos principales son de maíz (ocupa 80% de la superficie agrícola). Se cultiva también frijol, papa, haba, chícharo, jitomate, tomate, chile manzano, hortalizas, avena forrajera, trigo, alpiste, girasol y cebada, así como algunos frutales.

El maíz, pese a ser el que mayor superficie de cultivo ocupa (5,200 ha), es producido en tierras de temporal y básicamente se orienta al autoconsumo. Por el contrario, en áreas mucho menores se producen papa y chícharo bajo el sistema de riego con la finalidad de comerciar en los mercados locales, así como en los de Toluca y la Ciudad de México.

La producción de hortalizas se da en dos direcciones: la tradicional y la orgánica, ésta última con mayor rentabilidad. También se cultivan frutales como, frambuesa, guayaba, mango y mamey.

En el municipio de Amanalco el cultivo predominante es el maíz, generalmente asociado con el frijol. En algunas localidades estos cultivos se realizan bajo riego. Además, se produce papa y chícharo en terrenos que cuentan con condiciones adecuadas de humedad.

Con base en el Plan de Desarrollo Municipal 2000-2003 del Ayuntamiento de Villa Victoria se producía principalmente maíz en 20,632 ha y avena forrajera en 1,400 ha, además de trigo, papa y cebada en superficies de pocos cientos de hectáreas.

En el municipio de Villa de Allende la agricultura ocupa 21,663.39 ha y representan el 69.12% de la extensión territorial y, de éstas, únicamente 202.49 ha son de riego. El cultivo principal es el de maíz y también se cultiva trigo, papa, haba, chícharo, avena, aguacate, peral y nogal.

En el municipio de Donato Guerra la principal producción agrícola es de maíz, avena forrajera, aguacate, durazno, frijol, y trigo.

Producción forestal

El municipio de Valle de Bravo cuenta con una superficie silvícola de 23,692 ha en la que hay pinos, encinos y algunas especies como aile, álamo, fresnos, y madroños. La superficie silvícola representa el 56.1% de la superficie municipal.

Se registra la existencia de dos aserraderos y tres viveros forestales de acuerdo con el Plan de Desarrollo del Ayuntamiento de Valle de Bravo 1997-2000. Con base en los Registros del VII Censo Agrícola-Ganadero y Ejidal (INEGI, 1999) existían en Valle de Bravo 15 unidades de producción rural con actividad forestal de productos maderables, y se extraían 1,145,913 m³ de estos recursos anualmente.

El municipio de Amanalco cuenta con una superficie forestal de 12,641 ha. La explotación del recurso forestal (pino, cedro, ocote, mimbre, acahuite y oyamel) ocupa una superficie tanto de carácter ejidal como comunal. El vivero que abastece a estas localidades se encuentra en la localidad de El Potrero y su producción anual es de 700 000 plantas de la especie pino.

En la producción forestal participan las 13 comunidades ejidatarias, trabajan con 9 ha de bosque en forma cíclica y cuentan con 6 aserraderos. La Unión de Ejidos "Emiliano Zapata" tiene amplia presencia en el municipio produce plantas de diversas especies, dedicando el 60% de su producción para la reforestación de las áreas boscosas del municipio.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal 2000-2003 del Ayuntamiento de Villa Victoria se explotaba principalmente especies de pino en 38,902 ha, oyamel en 8,391 ha y cedro blanco en 1,764 ha.

Según PROBOSQUE de 19,219 ha que integran el territorio del municipio de Villa Victoria, 11,065 ha están ocupadas por bosque y representan el 57.57%. Con base en datos del Plan de Desarrollo Municipal 1997-2000 del Ayuntamiento de Donato Guerra en 1994 la extracción de madera fue de 2,309 m³ de pino, 394m³ de oyamel y volúmenes menores de cedro, encino y otros.

Producción pecuaria

Esta actividad se realiza en todo el municipio de Amanalco, principalmente en Rincón de Guadalupe, Corral de Piedra, Hacienda Nueva, Capilla Vieja y Amanalco. La producción es poco significativa en cuanto a volumen. Hay escasas posibilidades de desarrollo de esta actividad; en general, la producción es para autoconsumo o de consumo interno del municipio (Cuadro 1.21).

Cuadro 1. 21 Producción ganadera de la cuenca de Valle de Bravo

Especie	Cabezas	Producción [Ton]
Bovino	5 315	590.46
Porcino	2 060	79.62
Ovino	29 350	133.90
Caprino	299	0.90
Aves	35 980	58.01

Fuente: Ordenamiento Ecológico de la Cuenca de Valle de Bravo, 2001.

En los demás municipios que conforman la cuenca la producción pecuaria es aún menor.

Piscicultura

En lo referente a la piscicultura, el municipio de Valle de Bravo cuenta con 81 estanques y solamente el 63% de ellos están en actividad. Se produce principalmente trucha arco iris, alcanzando aproximadamente 70 toneladas anuales.

La presa de Valle de Bravo con sus 1,730 ha de superficie constituye un potencial para la pesca tanto comercial como deportiva. En la actualidad se pueden encontrar diversas especies de peces como la carpa, tilapia, trucha, lobina y mojarra (INEGI).

La piscicultura es una actividad importante del municipio de Amanalco, comenzó hace más de veinte años en el Ejido de Corral de Piedra y su auge se inició con la construcción de la granja “Ejido de Amanalco”. Con el paso del tiempo se incrementó el número de productores en el municipio dedicados a la engorda de la trucha.

En la actualidad existen 81 granjas productoras, ocho de las cuales cuentan con sala de reproducción (incubación) y engorda, 48 cuentan con registro oficial, distribuida en varias asociaciones y una parte de ellas son particulares, éstas en conjunto conforman la asociación de productores de truchas. La capacidad instalada en el municipio es de 200 estanques con capacidad de 25,000 m³ de volumen.

Floricultura

La floricultura se realiza desde hace más de 20 años en el municipio de Amanalco y en la actualidad tiene cultivos que requieren de alta tecnología.

Se ha pasado del sistema inicial de producción al aire libre al uso de formas más tecnificadas de producción, a partir de invernaderos, sin que haya desaparecido la producción tradicional. En los últimos 10 años ha cobrado mucha importancia la producción de la flor denominada “Ave del Paraíso” (INEGI).

Sector secundario

En el municipio de Valle de Bravo existe la industria eléctrica y asociado a ésta la industria de la construcción. Predominan las empresas en el área de cerámica y fabricación de muebles de madera. Hay centros agroindustriales productores de hongos, licor, mermelada, aderezos, conservas y quesos, así como centros de actividad de producción artesanal, llevada a cabo por parte de la población indígena de las localidades del municipio.

De acuerdo con información de los censos económicos de INEGI (1999), la industria manufacturera contaba con 169 unidades económicas, ocupando a 486 personas, destacaban las ramas de productos alimenticios, bebidas y tabaco con 69 unidades económicas y 205 personas ocupadas, seguido por la rama de molienda de nixtamal y fabricación de tortillas y también por la rama de productos de panadería.

Un sector que destaca por las características de la cuenca es el de la industria de la madera y productos derivados de ella (incluyendo muebles) ya que la región cuenta con un alto potencial maderero.

El subsector de productos metálicos, maquinaria y equipo (incluyendo instrumentos quirúrgicos y de precisión) contaba con 29 unidades económicas y 47 personas ocupadas en dicha actividad.

Por su parte la industria de la construcción ocupó a 237 personas, en tanto que el sector comercio registró 962 unidades económicas, de las cuales 954 eran productoras, destacando evidentemente el comercio al por menor con 910 unidades económicas y 1452 personas empleadas.

Sector terciario

Actividad comercial

En cuanto a la actividad comercial de la cuenca, había 635 comercios establecidos, dos mercados municipales y tres tianguis, cinco tortillerías, 38 molinos maquileros y nueve de tortilla (INEGI, 1999). En el municipio de Amanalco únicamente la agroindustria existía de una manera incipiente y en 1997 sólo habían 17 tiendas CONASUPO, un tianguis y dos mercados públicos. La actividad comercial ha tenido un gran impulso por el crecimiento de la región como polo de atracción turística. El censo económico de 2004 señala que el número de unidades económicas aumentó a 1250, al igual que el número de personas empleadas que se incrementó a 3034. Del mismo modo, el sector restaurantes y hoteles registró 288 unidades económicas.

Respecto al sector comunicaciones y transportes existían 43 unidades económicas ocupando a 335 personas, en tanto que el sector servicios privados no financieros contaba con 569 unidades económicas, de las cuales 564 eran productoras. Este sector ocupaba a 1 880 personas.

Actividad turística

La actividad turística en la cuenca es un factor económico de suma importancia. A partir de 1970, cuando Valle de Bravo se coloca en el mapa turístico del país, se le clasifica como una zona de turismo de alto nivel, con casas de fines de semana o personas con membresía en algún desarrollo inmobiliario importante como El Santuario, o el Rancho Avándaro. Las actividades deportivas que se desarrollan en Valle de Bravo atraen también a otro tipo de turismo; aficionados al parapente o ala delta, motociclistas, ciclistas de montaña, etc.

Existe un turismo de nivel económico medio o medio bajo que también visita Valle de Bravo. El mismo está siendo atraído por el santuario de la mariposa monarca que se encuentra en Piedra Herrada. Para el turismo de Aventura, en el territorio de Amanalco, se están abriendo nuevas rutas de exploración. Se puede decir que la potencialidad para diferentes opciones de turismo, en toda la cuenca, es muy amplia (INEGI).

2. USOS DEL AGUA Y BALANCE HIDRÁULICO

El agua es un recurso indispensable y fundamental para los seres vivos. Es especial para todos los seres vivos, constituye el líquido más abundante y el recurso más importante en la tierra. El agua, presente en diferentes formas y usada con diversos propósitos, ocupa una alta proporción en relación con la superficie de la tierra. Está presente en los mares, océanos, aguas superficiales, en aguas subterráneas y se emplea, entre otras cosas, para tareas domésticas, industriales y agrícolas.

La Presa de Valle Bravo tiene una función vital para el suministro de agua. El embalse de dicha presa pertenece al Sistema Cutzamala que abastece diariamente de agua potable a la cuenca del Valle de México.

2.1. Usos actuales y futuros

En la cuenca de Valle de Bravo se localizan 6 subcuencas. En base al orden de importancia y sus características de superficie se considera primero la subcuenca del río Amanalco, Molino-Los Hoyos, arroyo San Diego - Los Saucos, arroyo Yerbabuena, el Carrizal y por último el río Tizates.

2.1.1. Usos actuales

Los principales usos del agua en la cuenca de Valle de Bravo se indican en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2. 1 Aprovechamientos superficiales de agua por uso y por porcentaje

Uso	Volumen anual (m ³)	Gasto en (l/s)	Porcentaje (%)
Generación de energía eléctrica	290,950,000	9,226.0	74
Acuícola	57,032,941	1,808.5	15
Agrícola	33,247,081	1,054.25	8
Público urbano	8,465,874	268.45	2
Múltiples	1,472,715	46.69	1
Total	391,168,611	12,403.89	100

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México

2.1.2. Usos futuros

Con base en la demanda, los usos futuros del agua se incrementarán debido a las principales actividades en la cuenca de Valle de Bravo:

- **Demanda Urbana:** La población de Valle de Bravo aumenta debido al sector turístico, las actividades culturales, deportivas y recreativas que se realizan en la cuenca. También se tiene que considerar la venta de terrenos para construcción de viviendas que son una fuerte atracción de las actividades económicas.
- **Demanda Agrícola:** Debido al aumento de la urbanización hay una mayor demanda de servicios que ha causado incremento en la deforestación en los montes de la cuenca, que se destina principalmente para cultivo.

- **Demanda Industrial:** En lo que se refiere al uso industrial se prevé que mantendrá una demanda muy pequeña en comparación con la demanda de urbanización y agrícola.
- **Suministro de agua potable:** Se continuará abasteciendo de agua potable a la ciudad de México, a los municipios conurbados del estado de México y a Toluca.

2.2. Descargas

Las principales descargas de agua son de los ríos (por ejemplo el Amanalco y el Molino), arroyos y barrancas de la cuenca que llegan a la presa, debido a que ésta se encuentra en la parte más baja y por ende recibe todos los escurrimientos de la misma.

También hay que considerar descargas de agua residual ya que la cobertura de drenaje en la cabecera municipal de Valle de Bravo es del 86%. Las aguas incorporadas al drenaje son conducidas a la planta de tratamiento “El Arco”, mediante seis cárcamos de bombeo donde son tratadas y vertidas al río Tilostoc del otro lado de la cortina de la presa.

Sin embargo, hay zonas sin drenaje fuera de la cabecera pero dentro del área conurbada y zonas de la cabecera sin drenaje, donde las viviendas cuentan con fosas sépticas, las cuales infiltran al subsuelo. Por otro lado, un número importante de viviendas tienen fosas ya saturadas, por lo que el agua contaminada se infiltra. Igualmente las viviendas sin fosas sépticas descargan sus aguas residuales al embalse (como es el caso de algunas viviendas a la orilla del lago) o bien a los ríos que llegan a él y tienen además en su cercanía servicios públicos que no tienen drenaje.

Otra zona de descarga de aguas residuales, de poco caudal pero directa al lago, es el área del muelle municipal. La descarga es producida por la desembocadura de un colector de drenaje proveniente de las calles Joaquín Arcadio Pagaza, 5 de Mayo, Calzada Santa María y Salitre, el cual no puede ser incorporado al cárcamo de bombeo correspondiente por falta de capacidad del mismo. La Figura 2.1 resume la información de las principales descargas al vaso de la presa Valle de Bravo.

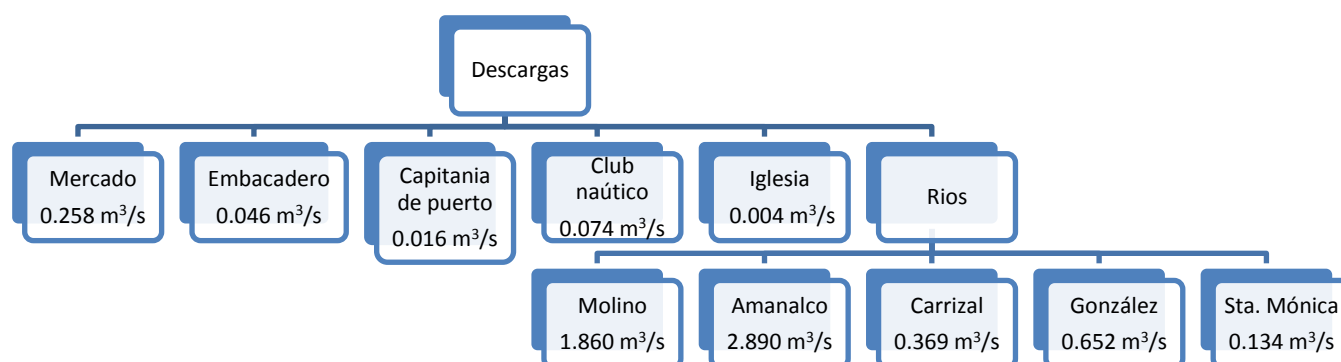


Figura 2. 1 Principales descargas al vaso de la presa Valle de Bravo

Fuente: Informe Final del Proyecto Control de Malezas Acuáticas 1992

2.3. Balance hidráulico

La presa de Valle de Bravo aporta al Sistema Cutzamala en promedio $6 \text{ m}^3/\text{s}$ y el Sistema Cutzamala capta agua de lluvia a través de las presas ubicadas en el Estado de México y Michoacán suministrando aproximadamente un volumen de $16 \text{ m}^3/\text{s}$ al Valle de México.

2.3.1. Sistema Cutzamala

El Sistema Cutzamala es un sistema hidráulico que almacena, conduce, potabiliza y distribuye agua dulce hacia la población e industria del Distrito Federal y a las zonas centrales de la cuenca de México y del valle de Toluca.

El Sistema Cutzamala se considera una de las mayores obras de ingeniería civil en el mundo, ya que se debe bombear el agua desde una altura de 1,600 msnm en su punto más bajo hasta 2,702 msnm en su punto más alto. Este sistema se extiende por las entidades de Michoacán, el Estado de México y el Distrito Federal, un esquema del Sistema Cutzamala se ilustra en la Figura 2.2.

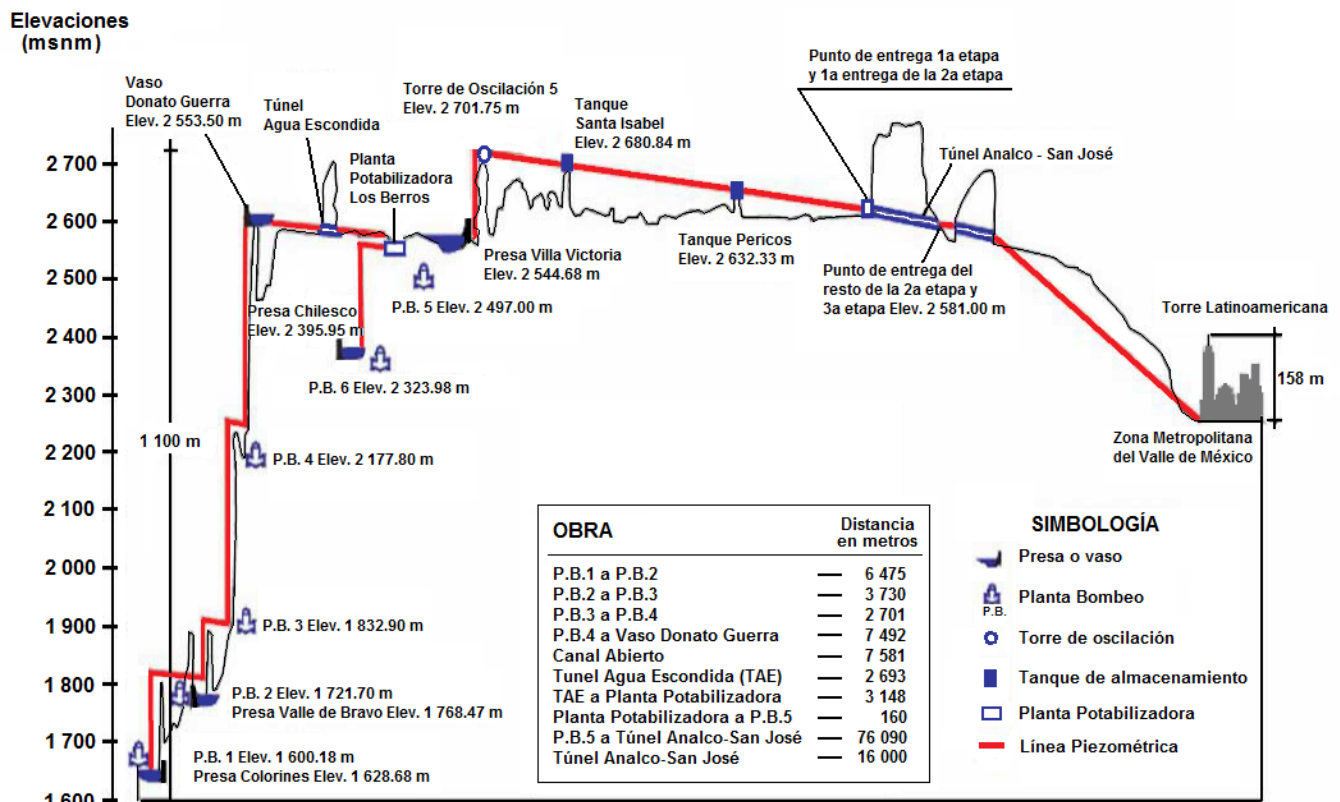


Figura 2. 2 Perfil de bombeo y conducción del agua del Sistema Cutzamala

Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Temas/CUTZAMALA2.pdf>

Los principales componentes del Sistema Cutzamala son 7 presas, 6 macroplantas de bombeo, 72.5 km de canales abiertos, 43.9 km de túneles, 218 km de acueductos y una planta potabilizadora “Los Berros”, con una capacidad instalada de $19.0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 2.3).

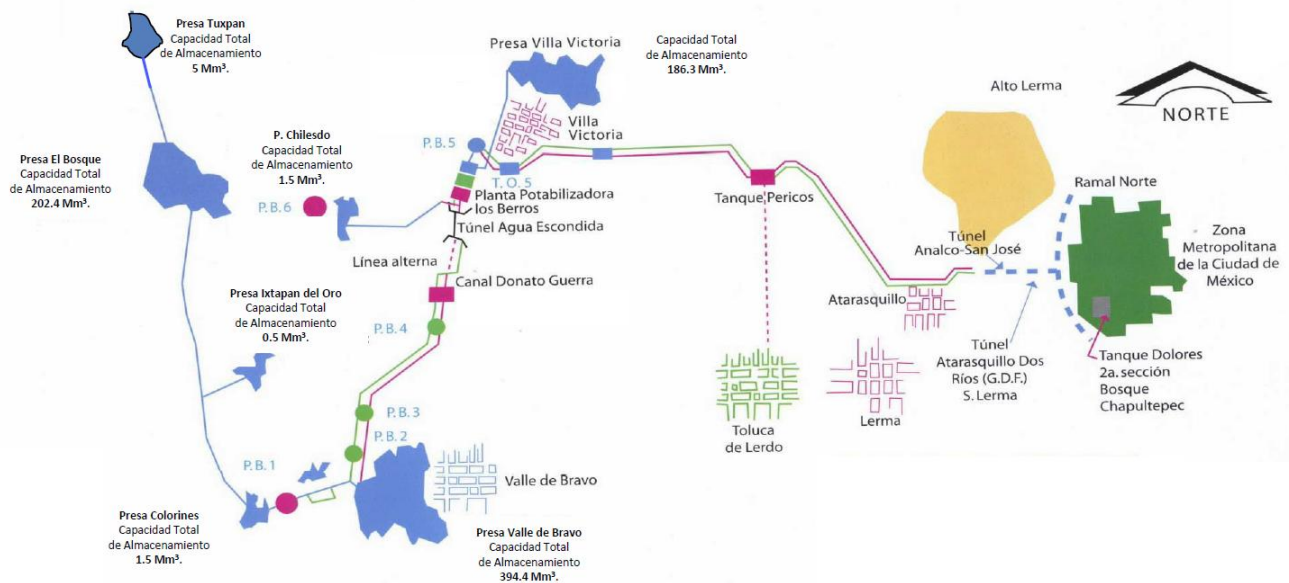


Figura 2. 3 Componentes del Sistema Cutzamala

Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Temas/CUTZAMALA2.pdf>

2.3.2. Presa Valle de Bravo

La presa de Valle de Bravo fue construida en 1944, se utilizó para la generación de energía eléctrica, como parte del *SISTEMA HIDROELÉCTRICO MIGUEL ALEMÁN*. En 1982, la presa cambió su uso, y pasó a formar parte del *SISTEMA CUTZAMALA*. La presa aporta el 38% de agua ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) al Sistema Cutzamala, siendo una de las presas más grandes y relevantes del Cutzamala. Además de sus características de construcción su belleza escénica ha permitido un desarrollo turístico muy importante para la región. El Cuadro 2.2 muestra las principales características de la presa de valle de bravo.

Cuadro 2. 2 Características de la Presa Valle de Bravo

ALMACENAMIENTO		VERTEDOR	
N.A.M.E.	1833.00 msnm	Vertedor tipo	Cresta libre
N.A.M.O.	1829.55 msnm	Longitud de cresta	94.4 m
N.A.MIN	1798.50 msnm	Carga máxima	3.45 m
Capacidad de azolves	7 millones m^3	Cap. Máxima de descarga	1200 m^3/s
Capacidad útil	394 millones m^3	CORTINA	
Super almacenamiento	56 millones m^3	Altura sobre el lecho	48 m
Almacenamiento total	401 millones \mathbf{m}^3	Altura total	56 m
Capacidad Máxima	457 millones m^3	Longitud de corona	148 m
CONSTRUCCION		Ancho de corona	8 m
Año de Construcción	1944	Ancho base	194 m
Superficie regada	18 000 hectáreas		
Área de la cuenca	546.9 km^2		

N.A.M.E. Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias

N.A.M.O. Nivel de Aguas Máximas Ordinarias

N.A.MIN Nivel de Aguas Mínimas

Fuente: Evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo/1996

2.3.3. Gastos

Con base en los registros históricos de las estaciones hidrométricas ubicadas en la cuenca, a través de medios electrónicos desarrolladas por el Instituto Mexicano de la Tecnología (IMTA) y el Banco Nacional de Aguas Superficiales (BANDAS) se obtuvieron los gastos y escurrimientos de las principales corrientes de la cuenca Valle de Bravo.

En los registros se encontró un bajo nivel de almacenamiento de la presa causada por la reducida precipitación pluvial que se presentó en la región en los últimos años, particularmente en 2004 y 2005. La disminución en la cantidad de lluvia redujo no sólo el nivel de la presa, sino también el de los manantiales de Valle de Bravo, por lo que también disminuyó el agua potable para las viviendas de la zona. Por ello durante la época de estiaje del 2005 algunas áreas de la cabecera municipal recibieron agua potable por tandas, no pudiéndose prestar el servicio de manera continua.

Estación hidrométrica “El Carrizal”

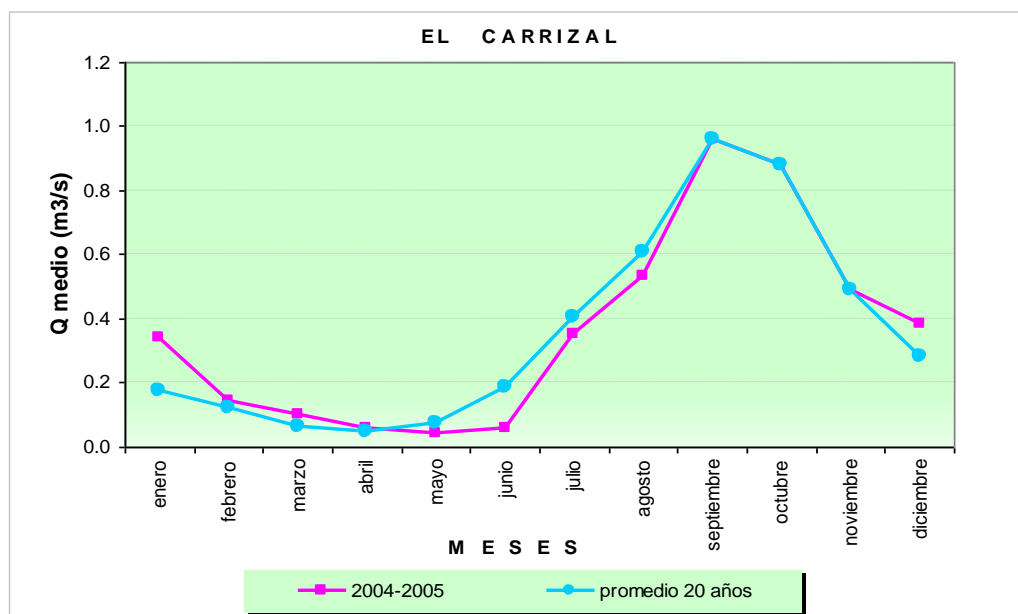
Registra el escurrimiento captado de la subcuenca el Carrizal, el cual representa el 5.44% de la cuenca de Valle de Bravo. Se tiene información de 20 años de esta estación, con lo cual se promedia un gasto medio diario de 0.36 m³/s. El menor gasto se tuvo para el mes de abril con 0.05 m³/s y el mes en que se registra el mayor gasto ha sido septiembre con 0.96 m³/s. Para la estación seca los datos registrados en este periodo de 2004-2005, son ligeramente mayores y para la estación lluviosa son ligeramente mayores para el promedio de 20 años registrado. Para el periodo 2004-2005 se tiene un gasto medio diario de 0.36 m³/s.

De la información histórica disponible se tiene que el año de registro con un menor gasto fue 1979 con un gasto medio diario de 0.19m³/s y el año con mayor gasto fue en 1959 con 0.68 m³/s. El Cuadro 2.3 indica el gasto medio diario para el periodo de 20 años y el periodo 2004-2005 y la Gráfica 2.1 muestra la evolución histórica de los gastos registrados.

Cuadro 2. 3 Gasto medio diario

CORRIENTE ESTACIÓN	VELO DE NOVIA EL CARRIZAL Q medio (m ³ /s)	
	Mes	2004-2005
Enero	0.339	0.173
Febrero	0.141	0.122
Marzo	0.103	0.064
Abril	0.057	0.0456
Mayo	0.044	0.075
Junio	0.059	0.187
Julio	0.353	0.407
Agosto	0.534	0.605
Septiembre	0.96	0.962
Octubre	0.88	0.879
Noviembre	0.49	0.490
Diciembre	0.385	0.280
Promedio	0.362	0.357

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México – 2006



Gráfica 2. 1 Evolución histórica del gasto medio diario de la estación "El Carrizal"

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México - 2006

En esta subcuenca hay poca actividad agrícola, casi la totalidad de su superficie es ocupada por bosque y en menor proporción se pueden encontrar algunos pastizales.

Estación hidrométrica "El Molino"

Registra el escurrimiento de la subcuenca Molino-Hoyos, el cual representa el 24.61% de la cuenca de Valle de Bravo y es la segunda en importancia después de la subcuenca Amanalco. De la información promediada durante 28 años, se tiene un escurrimiento medio diario de 2.35 m³/s, para los datos medidos en 2004-2005 se tiene un escurrimiento medio diario de 2.91 m³/s. En la temporada seca la información registrada es mayor para el periodo 2004-2005 y estas diferencias van de 0.5 m³/s hasta 1.5 m³/s. En la temporada húmeda el registro es ligeramente mayor para el promedio de 28 años (Cuadro 2.4).

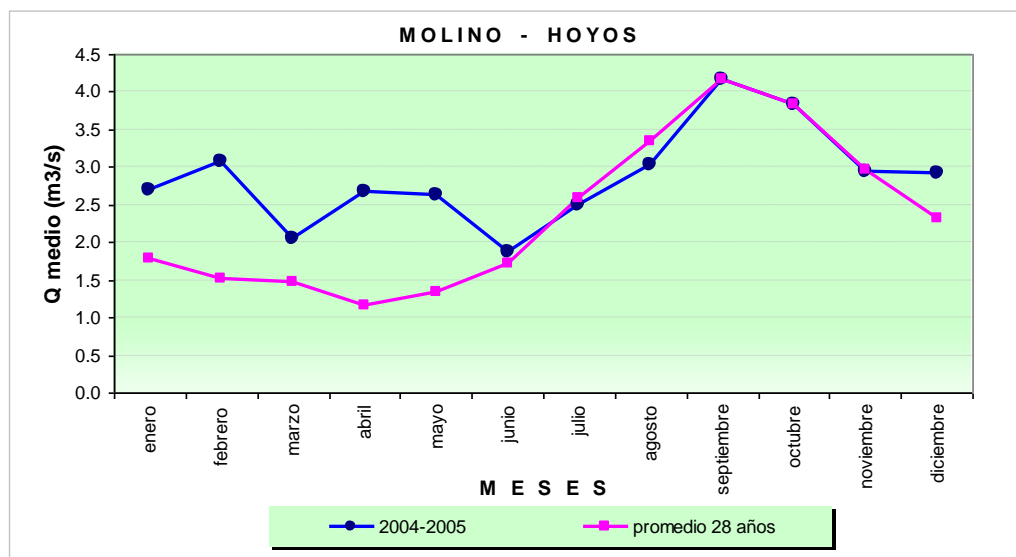
Como registro histórico se tiene que el menor escurrimiento registrado fue durante el año de 1982 con un gasto medio diario de 0.08 m³/s en el año de 1982, y el máximo fue en el año 1955, con un gasto medio diario de 4.48 m³/s (Gráfica 2.2).

En esta subcuenca, el uso de suelo es principalmente bosque, 65.62%, seguido por los pastizales o praderas inducidas con 21.48% y la agricultura ocupa 12.9%, que se realiza en pendientes elevadas, principalmente en la cuenca alta, lo cual es significativo en el aporte de sedimentos.

Cuadro 2. 4 Gasto medio diario para el promedio de 28 años y para el periodo 2004-2005

CORRIENTE ESTACIÓN	LOS HOYOS EL MOLINO Q medio (m ³ /s)	
	Mes	2004-2005
Enero	2.691	1.780
Febrero	3.068	1.514
Marzo	2.046	1.463
Abril	2.682	1.164
Mayo	2.622	1.339
Junio	1.871	1.725
Julio	2.491	2.581
Agosto	3.027	3.343
Septiembre	4.16	4.157
Octubre	3.84	3.836
Noviembre	2.95	2.951
Diciembre	2.9117	2.308
Promedio	2.86	2.347

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México – 2006



Gráfica 2. 2 Evolución histórica del gasto medio diario de la estación “El Molino”

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México - 2006

Estación hidrométrica “El Salto”

Esta estación registra el caudal del Río Amanalco que es el que aporta mayor cantidad de agua al embalse de la presa Valle de Bravo, pues comprende el 37.75% de la cuenca de Valle de Bravo. En esta subcuenca se registra la mayor actividad agrícola y una actividad forestal también intensa.

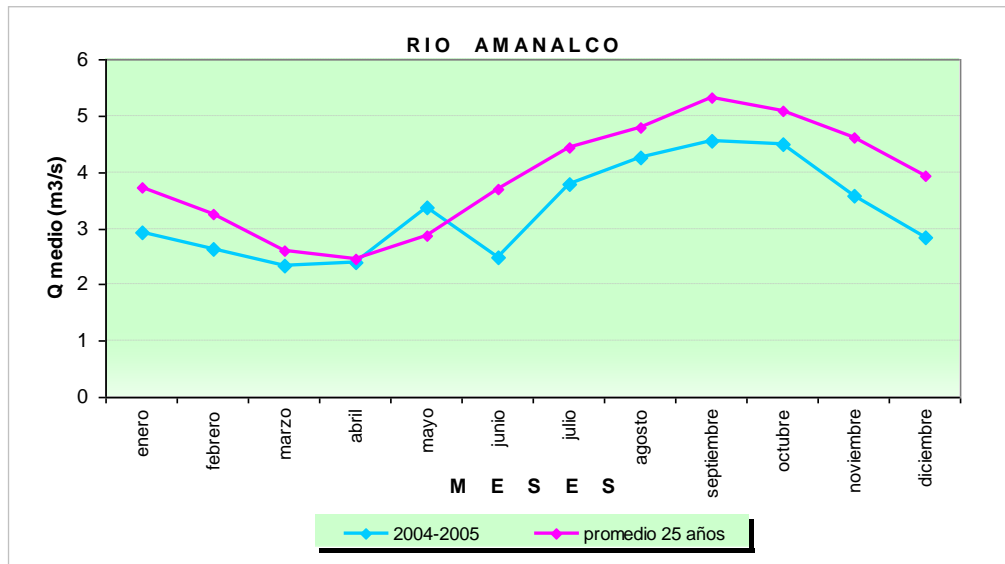
De los registros de un periodo de 25 años se tiene un gasto medio diario de 3.9 m³/s. Los valores de gasto medio diario más bajos se registraron en el año 1953 con un valor de 1.82 m³/s. El valor más alto se presentó en 1964

con un valor de 9.33 m³/s (Cuadro 2.5). Los valores promedio para el periodo 2004-2005 son menores que los valores promedio para el periodo histórico de 25 años (Gráfica 2.3).

Cuadro 2. 5 Gasto medio diario para el promedio de 25 años y para el período 2004-2005

CORRIENTE ESTACIÓN	RÍO AMANALCO EL SALTO Q medio (m ³ /s)	
	Mes	2004-2005
Enero	2.929	3.719
Febrero	2.626	3.245
Marzo	2.336	2.590
Abril	2.386	2.457
Mayo	3.355	2.880
Junio	2.485	3.699
Julio	3.769	4.437
Agosto	4.249	4.786
Septiembre	4.544	5.333
Octubre	4.492	5.074
Noviembre	3.574	4.624
Diciembre	2.845	3.936
Promedio	3.299	3.898

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México – 2006



Gráfica 2. 3 Evolución histórica del gasto medio diario de la estación "El Salto"

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México - 2006

Estación hidrométrica "Santa Mónica"

Esta estación registra un escurrimiento de la subcuenca Hierbabuena que representa solo 2.04% de la superficie de la cuenca de Valle de Bravo y cuya superficie es ocupada en 72.55% por bosque, 18.97% por pastizales, 5.39% por agricultura, 3% zona urbana y 0.09% otros.

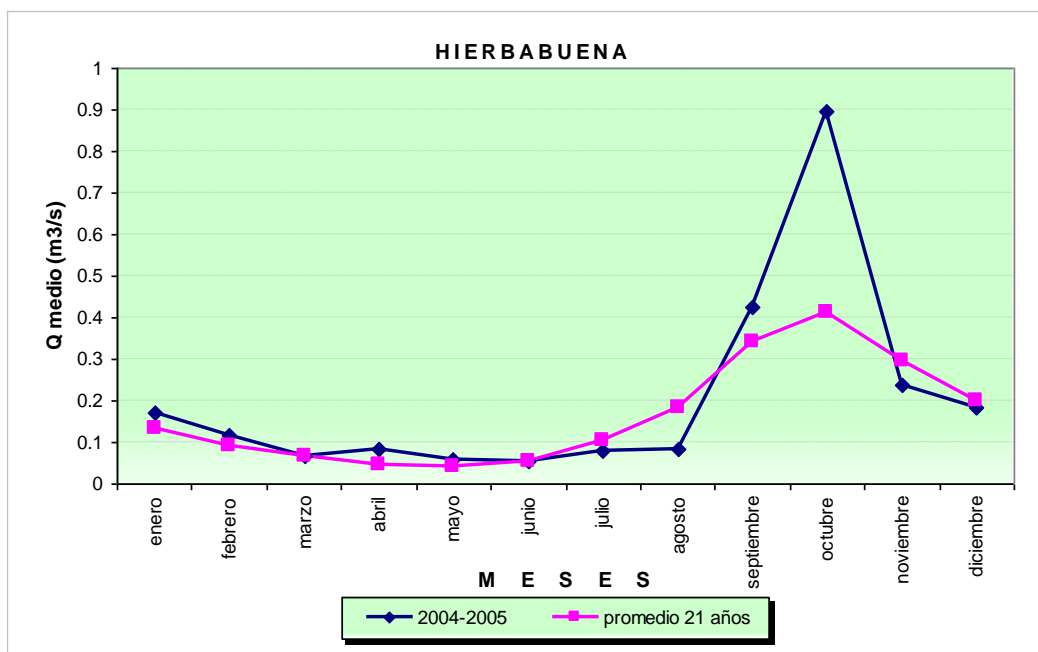
Se dispone de 21 años de registro de escurrimientos, en los cuales se obtuvo un gasto medio diario de 0.16 m³/s. Con respecto a 2004 y 2005, se tiene un gasto medio diario de 0.2 m³/s. En la información histórica se tiene que el menor gasto registrado fue en 1979, con 0.09 m³/s. El mayor gasto se registro en 1963, con 0.24 m³/s (Cuadro 2.6).

Al comparar el promedio histórico de 21 años y el gasto medido en 2004-2005, se observa que el comportamiento es similar en casi todo el año. Solamente se observa un pico en octubre para el periodo 2004-2005, el cual hace la diferencia en el gasto medio diario para ambos periodos (Gráfica 2.4).

Cuadro 2. 6 Gasto medio diario para el promedio de 21 años y para el período 2004-2005

CORRIENTE ESTACIÓN	HIERBABUENA SANTA MÓNICA Q medio (m ³ /s)	
	2004-2005	Promedio 21 años
Enero	0.171	0.133
Febrero	0.115	0.093
Marzo	0.068	0.065
Abril	0.081	0.046
Mayo	0.058	0.043
Junio	0.053	0.055
Julio	0.077	0.105
Agosto	0.084	0.182
Septiembre	0.426	0.340
Octubre	0.894	0.412
Noviembre	0.237	0.295
Diciembre	0.183	0.198
Promedio	0.204	0.164

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México – 2006



Gráfica 2. 4 Evolución histórica del gasto medio diario de la estación "Santa Mónica"

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México - 2006

Estación vertedor “González”

Registra el escurrimiento de la subcuenca San Diego, que representa el 6.09% de la superficie total de la cuenca de Valle de Bravo. En esta superficie, el bosque ocupa 77.23%, seguido por la agricultura con 10.33%, pastizales 8.12% y el área urbana 4.32%.

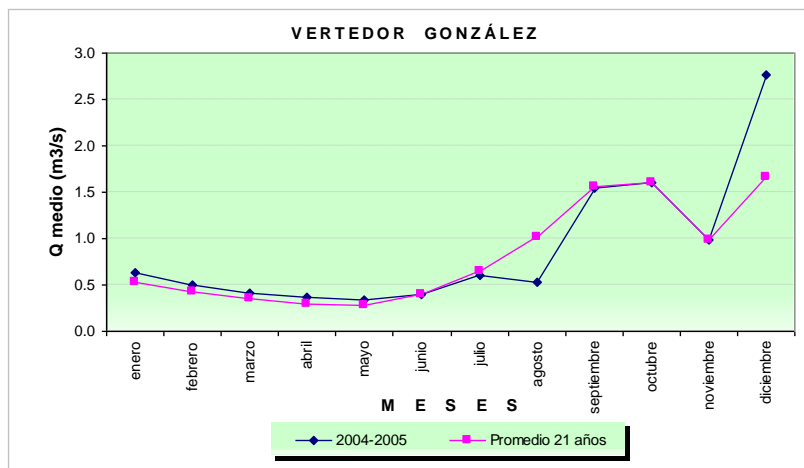
En cuanto a datos de los escurrimientos de 21 años, el gasto medio diario para este periodo fue de 0.81 m³/s, que es menor para el gasto medio diario medido en el periodo 2004-2005, ya que en este periodo fue de 0.89 m³/s. Se tiene que el gasto medio diario más bajo se registró en 1979, con 0.37 m³/s y el gasto medio diario más alto fue en 1959, con 1.1 m³/s (Cuadro 2.7).

Al comparar la información de los dos periodos, se observa que los registros presentan una misma tendencia, aunque se tienen valores más altos para la temporada seca, en el periodo 2004-2005 y los valores para la temporada húmeda son mayores en el promedio de 21 años (Gráfica 2.5).

Cuadro 2. 7 Gasto medio Diario para el promedio de 21 años y para el período 2004-2005

CORRIENTE ESTACIÓN	GONZÁLEZ VERTEDOR GONZÁLEZ Q medio (m ³ /s)	
	Mes	2004-2005
Enero	0.628	0.525
Febrero	0.501	0.421
Marzo	0.411	0.359
Abril	0.360	0.293
Mayo	0.340	0.286
Junio	0.394	0.396
Julio	0.606	0.646
Agosto	0.532	1.009
Septiembre	1.55	1.554
Octubre	1.6	1.597
Noviembre	0.98	0.982
Diciembre	2.768	1.667
Promedio	0.889	0.811

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México – 2006

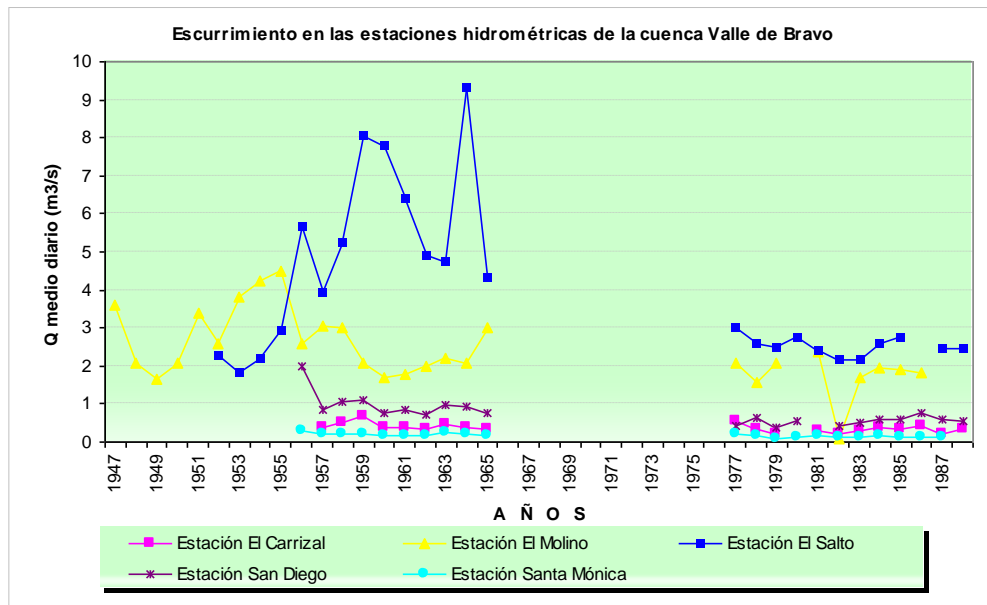


Gráfica 2. 5 Gasto medio diario para la estación “Vertedor González”

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México - 2006

2.3.4. Esgurrimientos históricos

Se observa en los datos históricos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que los gastos mas grandes se tuvieron a partir de 1951 para la estación El Molino con una disminución fuerte a partir de 1957. En el caso de la estación El Salto a partir de 1955 se incrementó el escurrimiento y hasta 1965 los valores se mantenían altos aunque se observa una tendencia a la baja. En el periodo de 1966 a 1976 no se tienen registros de escurrimientos en ninguna estación, y a partir de 1977 y hasta 1988, se registra menor variación en los gastos que se reducen respecto a periodos anteriores (Gráfica 2.6).



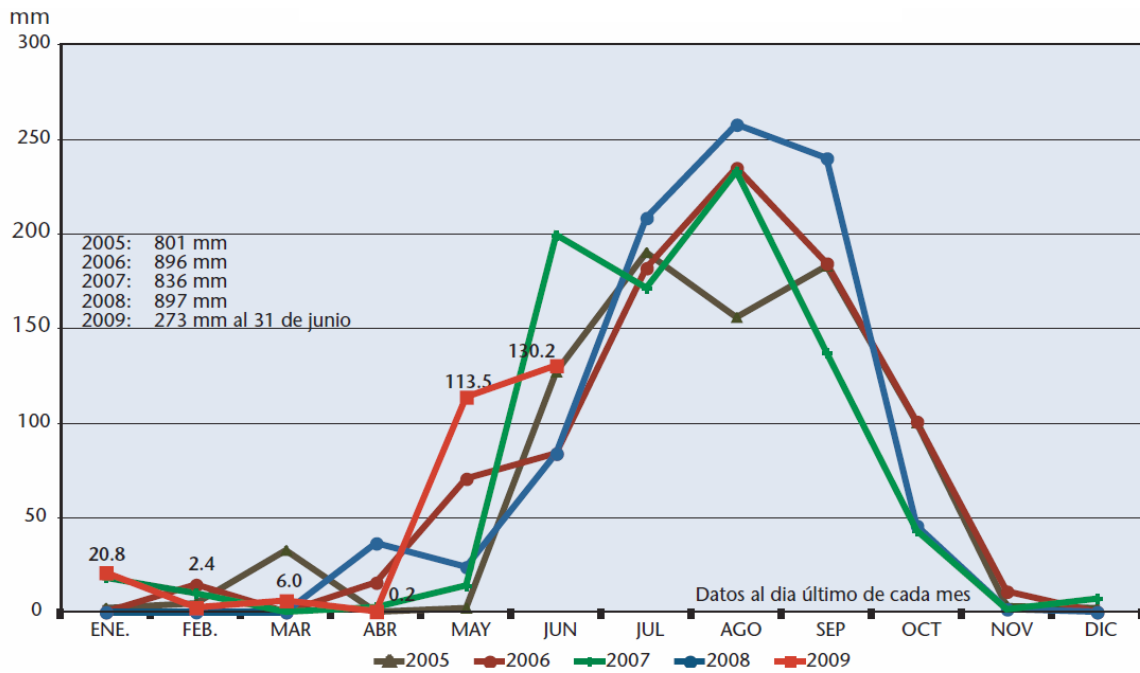
Gráfica 2. 6 Esgurrimiento histórico para las estaciones hidrométricas presente en la cuenca de Valle de Bravo.

Fuente: Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México - 2006

2.3.5. Almacenamiento

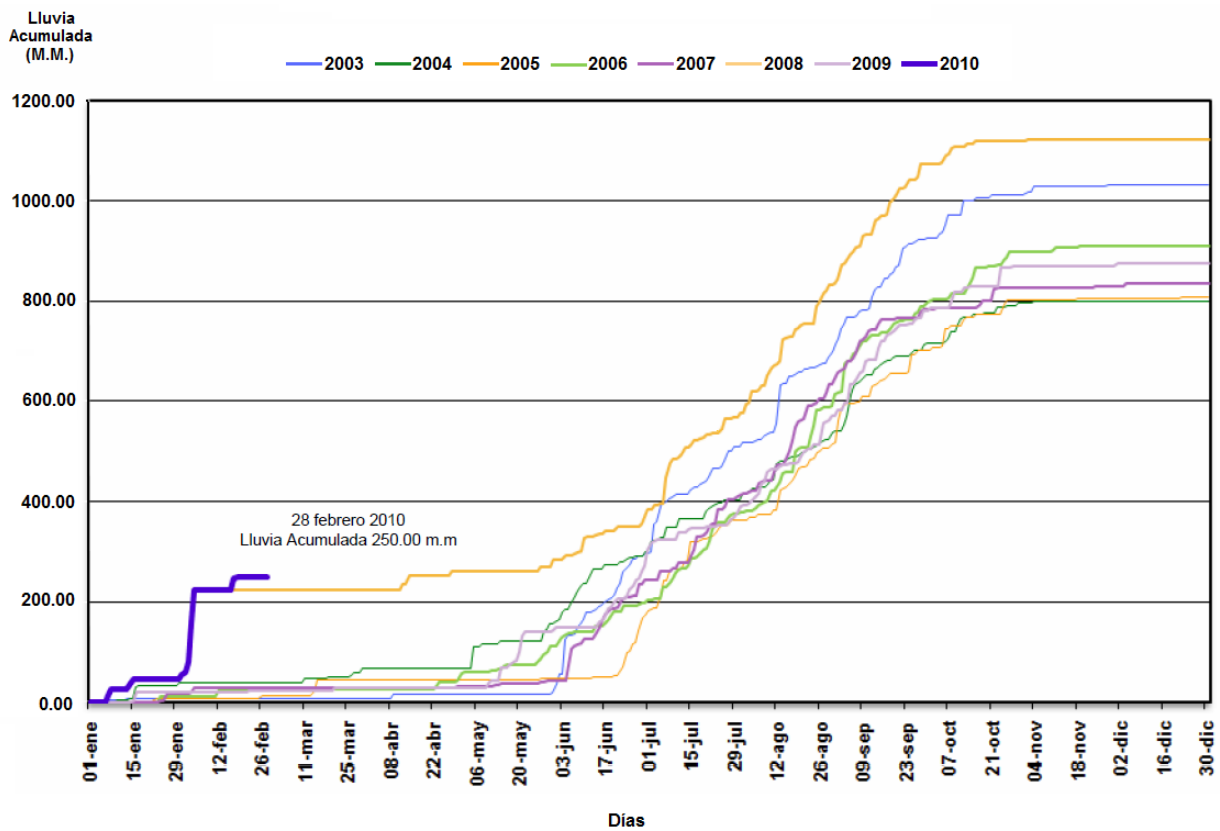
En la cortina se opera una estación climatológica que proporciona datos constantes sobre las precipitaciones pluviales; la CONAGUA es quien controla y regula el almacenamiento y la extracción de agua de la presa como parte del Sistema Cutzamala.

Durante el periodo 2002-2007, los años 2003 y 2006 fueron los de mayores precipitaciones (con 1000 mm en el 2003) y el 2002 el de menor precipitación. En los últimos 16 años el promedio anual fue de 928 mm. Los meses de mayor lluvia del año son de julio a septiembre. La Gráfica 2.7 muestra las precipitaciones pluviales para el periodo 2005-2009 y la Gráfica 2.8 indica la lluvia acumulada durante el periodo 2003-2010.



Gráfica 2. 7 Precipitaciones Pluviales en la presa Valle de Bravo

Fuente: Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Dirección de Agua potable, Drenaje y Saneamiento y Residencia General de Operación Sistema Cutzamala



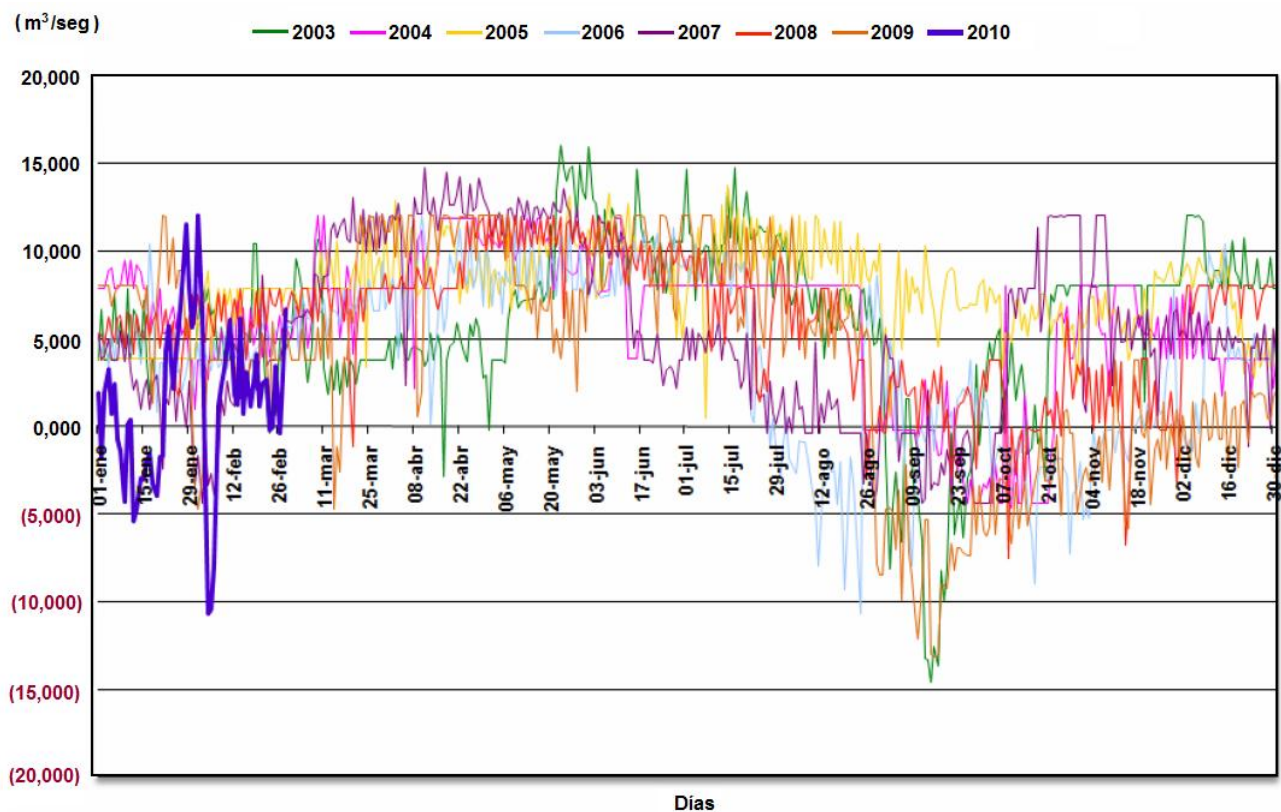
Gráfica 2. 8 Lluvia acumulada para el periodo 2003-2010

Fuente: Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Dirección de Agua potable, Drenaje y Saneamiento y Residencia General de Operación Sistema Cutzamala

La presa ha disminuido su capacidad de almacenamiento en un 21% desde su construcción debido al azolve producto de la erosión del suelo, el cual es acarreado por los ríos que desembocan en el embalse. La erosión es a su vez provocada por la deforestación y las prácticas agrícolas mal planificadas.

Por otra parte, de la presa se extraen en promedio 6 m³/s de agua para el Sistema Cutzamala. La mayor extracción ocurre durante los meses de mejor precipitación (julio a septiembre), cuando se extraen cerca de 10,000 litros por segundo (10 m³/s).

En ocasiones también se realizan trasvases de agua desde otras presas del Sistema Cutzamala hacia la de Valle de Bravo; usualmente de las presas El Bosque (en Michoacán) y Colorines (en Estado de México). Este fue el caso a finales del 2006 y a principios de 2007, debido a que los niveles inusualmente bajos de la presa se compensaron con trasvases de agua de Colorines para lograr un nivel adecuado. Los trasvases se pueden considerar como "extracciones negativas" (Gráfica 2.9).

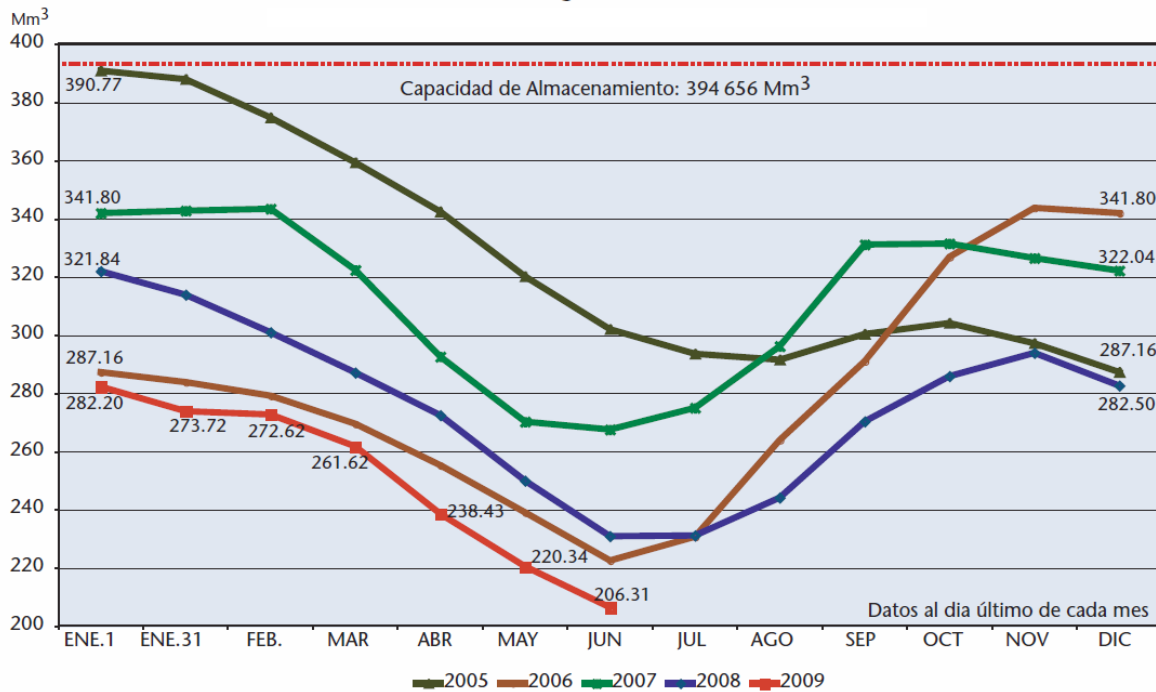


Gráfica 2. 9 Gasto de extracciones del periodo comprendido 2003 – 2010

Fuente: Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Dirección de Agua potable, Drenaje y Saneamiento y Residencia General de Operación Sistema Cutzamala

El nivel de la presa durante el año fluctúa dependiendo de la precipitación y de la extracción realizada. Generalmente, aumenta a partir de septiembre (con la acumulación de escurrimientos de lluvia de las laderas y la disminución del nivel de extracción); llega a su nivel más alto a finales de octubre y empieza a bajar en marzo, alcanzando su nivel más bajo en junio, que es cuando reinicia la época de lluvia. Por lo anterior, el lago se encuentra en niveles bajos durante el verano.

Sin embargo, durante los años 2005, 2006 y 2009, la presa presentó niveles inusualmente bajos. De acuerdo a datos de la CONAGUA, el nivel en el verano de 2006 estuvo por debajo del nivel promedio de los últimos 16 años, como se puede apreciar en la Gráfica 2.10.



Gráfica 2. 10 Almacenamiento de agua de la presa Valle de Bravo

Fuente: Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Dirección de Agua potable, Drenaje y Saneamiento y Residencia General de Operación Sistema Cutzamala

La cantidad de lluvia está relacionada con los ciclos naturales y con la densidad arbórea de la región: a mayor vegetación, mayor presencia de lluvia. Cuando se condensa la humedad a baja altura, como sucede en las zonas boscosas y selváticas, se incrementa la lluvia; en cambio, en las zonas deforestadas, las nubes se forman a gran altura y son presa fácil de los vientos, lo que reduce las posibilidades de precipitaciones pluviales.

Además, a mayor masa boscosa, mayor filtración del agua al subsuelo, por lo que entre más árboles haya, una mayor cantidad de agua de lluvia llegará al manto acuífero, a los manantiales y al sistema de agua potable que depende de ellos. De acuerdo a datos de la SEMARNAT, los suelos forestales absorben 18 veces más agua que el suelo desnudo. En resumen, si hay menos árboles y menos bosques, hay menos lluvia y menor captación de ésta al subsuelo.

Se calcula que desde 1970 se ha perdido aproximadamente el 18% de la superficie boscosa de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco, que es la que alimenta a la presa con sus escurrimientos. En invierno del 2006 la presa recuperó sus niveles históricos. Esto se debió en parte a una mejor época de lluvias, pero también de manera importante al hecho de que se dejó de bombear agua de la presa al Sistema Cutzamala y sobretodo, porque se realizó un trasvase de agua de la presa de Colorines.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA DEL VASO DE LA PRESA VALLE DE BRAVO

El agua es una de las sustancias más imprescindibles para el ser humano, el abastecimiento para su consumo y uso debe cumplir con la calidad adecuada y es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades.

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica sobre los estudios realizados de la calidad del agua del vaso de la presa Valle de Bravo. La información se obtuvo de varias fuentes: Comisión Nacional del Agua (CNA), el Archivo Histórico del Agua (AHA), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), documentos del Instituto Nacional de Ecología y en diversas tesis de licenciatura, boletines e informes técnicos, consignados en la bibliografía de este documento.

3.1. Sitios de muestreo

Con base en la revisión bibliográfica, se encontraron resultados de estudios que, con diferentes objetivos, se realizaron sobre el análisis de la calidad del embalse en el periodo de 1987 a 2007. La información completa de cada uno de estos estudios se presenta en el ANEXO A de este trabajo.

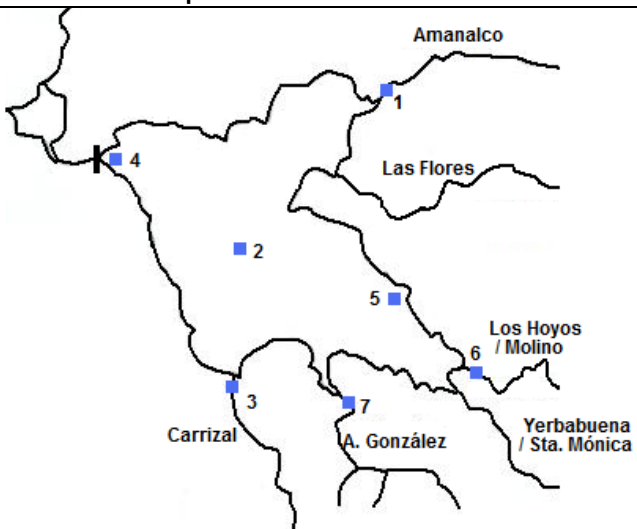
El IMTA realizó un estudio de la calidad del agua del vaso de la presa Valle de Bravo correspondiente al periodo 1998 a 2006 y la CONAGUA por su parte realizó un estudio que incluye los años 1999 y 2000. Adicionalmente se consultó una tesis de la licenciatura en biología correspondiente a los años 2001 y 2002. La información más relevante de los estudios de calidad del agua se muestra en los Cuadros 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8.

Cuadro 3. 1 Estudio Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas

Nombre de Estudio	Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas, IMTA	
Responsable	Olvera Viascan, Víctor	
Objetivo	Establecer las relaciones causa - efecto de la proliferación de lirio y fitoplancton, como una manifestación de eutroficación evaluada con base a la dinámica de nutrientes y un antecedente de control de la calidad del agua. Permitiendo fijar las políticas de rehabilitación y manejo de las presas y lagos de México.	
Resultados	Se informa que los sedimentos contenían en promedio un 14% de materia orgánica. Presenta un estado de eutroficación generado básicamente por los aportes de nutrientes del río Amanalco y descarga del mercado. Los parámetros de color, turbiedad y sólidos suspendidos no satisfacen el uso del embalse. Se debe evitar que las descargas de aguas residuales de la población Valle de Bravo lleguen a la presa. Debe restringirse la actividad turística de la presa.	
Comentarios	La frecuencia de muestreo fue mensual de febrero a noviembre; pero para los meses de julio y septiembre el muestreo fue quincenal con el propósito de captar los cambios producidos por las lluvias.	
Año o periodo	1987	N° de estaciones de Muestreo 16
Parámetros de calidad del agua analizados	Ubicación aproximada de las zonas de muestreo	
Temperatura ambiente Temperatura del agua Oxígeno disuelto (OD) Potencial de hidrogeno (pH) Transparencia (Secchi) Turbiedad Color Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) Demanda química de oxígeno (DQO) Fosforo (P-orto) Fosforo total (P-total) Nitrógeno (N-org) Amoniaco (NH ₃) Nitratos (NO ₃) Nitritos (NO ₂) Sulfatos (SO ₄) Dureza Total Alcalinidad Conductividad Sólidos suspendidos fijos (SSF) Sólidos suspendidos volátiles (SSV) Sólidos suspendidos totales (SST)	<p> 1-Club de Yates 2-Casa Punta 3-Cortina 4-Cristo 5-Centro de presa 6-González 7-Sta. Mónica 8-Molino 9-Club Náutico 10-Iglesia 11-Embarcadero 12-Capitanía de Puerto 13-Mercado 14-Amanalco 15-Central 16-Efluente </p>	

Fuente: Archivo Histórico del Agua (AHA)

Cuadro 3. 2 Estudio de Evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo

Nombre de Estudio	Evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo, Tesis de Licenciatura de Ingeniería Civil	
Responsable	Velazco Hernández, Arturo	
Objetivo	Mostrar el procedimiento de evaluación de calidad del agua de la presa Valle de Bravo, así como proponer, un sistema de tratamiento para agua potable adecuado a la calidad del agua de este lugar y establecer, medidas para mejorar y conservar la calidad del agua.	
Resultados	Se encontró que el agua es adecuada para consumo humano siempre y cuando se dé un tratamiento de potabilización convencional, es decir un tratamiento que incluya procesos físicos y químicos, con desinfección.	
Comentarios	La contaminación de la presa por las descargas municipales no es de consideración; sin embargo, es necesario proteger la fuente. En la presa es necesario: mantener el control de lirio, controlar y revisar las embarcaciones para que no viertan combustibles ni aceites al embalse, así como un monitoreo continuo.	
Año o periodo	1996	N° de estaciones de Muestreo 7
Parámetros de calidad del agua analizados	Ubicación aproximada de las zonas de muestreo	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) Potencial de hidrogeno (pH) Temperatura ambiente Temperatura agua Color Oxígeno disuelto (OD) Conductividad Grasas y aceites Sólidos sedimentables Solitos totales Sólidos suspendidos Sólidos disueltos Cloruros Demanda química de oxígeno (DQO ₅) Nitratos (NO ₃) Nitritos (NO ₂) Boro Alcalinidad Acidez total Dureza total Dureza de calcio Dureza de magnesio Detergentes (SAAM) Fosfatos Hierro Coliformes totales	 <p>1-Amanalco 2-Centro de presa 3-Carrizal 4-Cortina 5-Muelle Municipal 6-Molino 7-González</p>	

Fuente: Archivo Histórico del Agua (AHA)

Cuadro 3. 3 Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala.

Nombre de Estudio	Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México		
Responsable	Comisión Nacional del Agua		
Objetivo	Realizar el diagnóstico del comportamiento de la calidad del agua de los principales afluentes pertenecientes al Sistema Cutzamala.		
Resultados	La mayoría de los resultados de cada parámetro no representan un riesgo para el ecosistema y no rebasan los criterios ecológicos para fuentes de abastecimiento. El mercurio rebasa el límite de 0.001 mg/l, éste se encuentra en forma inorgánica en aguas superficiales y se deduce que fue depositado en la época de lluvias. El aluminio se considera en una concentración alta, lo cual puede representar problemas en el proceso de desinfección del agua.		
Comentarios	La ubicación del sitio de muestreo en el embalse de la presa de Valle de Bravo, se determinó en el centro de la cortina. La CNA realizó 10 muestreos en los meses de septiembre a diciembre.		
Año o periodo	1998	N° de estaciones de Muestreo	1
Parámetros de calidad del agua analizados			
pH	Aldrín		
Coliformes totales	Dieldrín		
Coliformes fecales	Heptacloro		
Color	Heptacloro Epóxido		
Turbiedad	Hexaclorobenceno		
Sabor	Metoxicloro		
Olor	BHC g, Lindano		
Sulfatos (SO ₄)	Clordano		
Cianuro	4;4 - DDT		
Cloruros	Bromodiclorometano		
Dureza total	Bromoforno		
Fluoruros	Cloroformo		
Nitratos (NO ₃)	Dibromoclorometano		
Nitritos (NO ₂)	Trihalometanos totales		
Nitrógeno amoniacal (NH ₃)	Alfa total		
Sodio	Beta total		
Bario			
Aluminio			
Cadmio total			
Cromo			
Cobre			
Fierro			
Plomo			
Manganeso			
Zinc			
Arsénico			
Mercurio			
Detergentes (SAAM)			
Fenoles totales			
Sólidos disueltos totales (SDT)			
24-D			
Ubicación aproximada de las zonas de muestreo			

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Cuadro 3. 4 Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala

Nombre de Estudio	Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México						
Responsable	Comisión Nacional del Agua						
Objetivo	Realizar el diagnóstico del comportamiento de la calidad del agua del vaso como de los principales afluentes pertenecientes al Sistema Cutzamala						
Resultados	El aluminio se mantiene dentro del límite permisible. Se rebasó la concentración de fierro de 0.30 mg/l, disminuyendo después. En general, en la presa Valle de Bravo se presentan condiciones naturales como fuente de abastecimiento, con agua que requiere ser desinfectada.						
Comentarios	La ubicación del sitio de muestreo fue en el centro de la cortina de la presa de Valle de Bravo se estableció tomando en cuenta las condiciones de la representatividad de las características del comportamiento de la calidad del agua, dentro de los embalses. La CNA realizaron 10 muestreos en los meses de julio a noviembre.						
Año o periodo	1999	N° de estaciones de Muestreo	1				
Parámetros de calidad del agua analizados							
pH	Endosulfan II	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Ubicación aproximada de las zonas de muestreo</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>		Ubicación aproximada de las zonas de muestreo			
Ubicación aproximada de las zonas de muestreo							
Coliformes totales	Endrin						
Coliformes fecales	Heptacloro						
Color	Hexaclorobenceno						
Turbiedad	Metoxicloro						
Sabor	Toxafeno						
Olor	BHC g, Lindano						
Sulfatos (SO ₄)	Clordano						
Cianuro	4;4 - DDD						
Cloruros	4;4 - DDT						
Dureza total	Bromodiclorometano						
Fluoruros	Bromoformo						
Nitratos (NO ₃)	Cloroformo						
Nitritos (NO ₂)	Dibromoclorometano						
Nitrógeno amoniacal (NH ₃)	Alfa total						
Sodio	Beta total						
Bario							
Aluminio							
Cadmio total							
Cromo							
Cobre							
Fierro							
Plomo							
Manganeso							
Zinc							
Arsénico							
Mercurio							
Detergentes (SAAM)							
Fenoles totales							
Sólidos disueltos totales (SDT)							
2;4 D (AC. 2;4 Diclorofenoxiacetido)							
Aldrín							
Dieldrín							
Endosulfan I							
Endosulfan II							

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Cuadro 3. 5 Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala

Nombre de Estudio	Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México	
Responsable	Comisión Nacional del Agua	
Objetivo	Realizar el diagnóstico del comportamiento de la calidad del agua de los principales afluentes pertenecientes al Sistema Cutzamala	
Resultados	Persisten las mismas concentraciones de aluminio, fierro y manganeso. En general en la presa Valle de Bravo se presentan condiciones naturales como fuente de abastecimiento, con agua que requiere ser desinfectada.	
Comentarios	La ubicación del sitio de muestreo fue en el centro de la cortina de la presa de Valle de Bravo, se estableció tomando en cuenta las condiciones de la representatividad de las características del comportamiento de la calidad del agua, dentro de los embalses. La CNA realizó 11 muestreos durante los meses de Enero a Noviembre.	
Año o periodo	2000	N° de estaciones de Muestreo 1
Parámetros de calidad del agua analizados		
pH	Hexaclorobenceno	
Coliformes totales	5-Hidroxicamba	
Coliformes fecales	Metoxicloro	
Color	4-Nitrofenol	
Sabor	Pentaclorofenol	
Olor	Picloram	
Dureza total	2,4,5-T	
Turbiedad	Toxafeno	
Sulfatos	Bentazon	
Cloruros	BHC a	
Fluoruros	BHC b	
Fenoles totales	BHC d	
Nitrógeno amoniacal (NH ₃)	BHC g, Lindano	
Nitritos (NO ₂)	Clordano	
Nitratos (NO ₃)	2,3 D (AC. 2,4 Diclorofenoxiacético)	
Detergentes (SAAM)	Acifluorfen	
Cianuros	2,4 DB	
Aluminio	4;4 - DDD	
Arsénico	4;4 - DDE	
Bario	4;4 - DDT	
Cadmio	Bromodiclorometano	
Cromo	Bromoformo	
Cobre	Cloroformo	
Fierro	Dibromoclorometano	
Mercurio		
Manganeso		
Sodio		
Plomo		
Zinc		
Sólidos disueltos totales (SDT)		
Dicloroprop		
Aldrín		
Dieldrín		
Endosulfan I		
Endosulfan II		
Endosulfan Sulfato		
Endrín		
Endrín aldehído		
Heptacloro		
Heptacloro Epóxido		
Ubicación aproximada de las zonas de muestreo		

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Cuadro 3. 6 Plan para la gestión Integral del Agua y Recursos Asociados de la cuenca de Valle de Bravo

Nombre de Estudio	Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México. IMTA	
Responsable	Comisión Nacional del Agua	
Objetivo	Realizar el diagnóstico del comportamiento de la calidad del agua de los principales afluentes, además del monitoreo biológico de influentes y embalses en el periodo 1999-2006.	
Resultados	Los resultados coinciden en el deterioro que ha sufrido el embalse clasificándolo en estado eutrófico, debido principalmente a las concentraciones de nitrógeno y fósforo. Los demás parámetros que sobrepasan dichos criterios fueron: turbiedad, color, grasas y aceites, nitritos, ortofosfatos, aluminio, coliformes fecales, nitrógeno amoniacal y sulfatos. El aluminio se concentra en el fondo del embalse. Se observó el incremento en la DQO superficial, derivado de la presencia de microalgas.	
Comentarios	Los resultados presentan los valores promedio de parámetros de calidad del agua de acuerdo a los diferentes estudios que se han realizado en la presa Valle de Bravo. No se especifica el lugar de la obtención de la muestra pero con base en los estudios anteriores, se considerará al centro de la cortina.	
Año o periodo	1999-2006	N° de estaciones de Muestreo 1
Parámetros de calidad del agua analizados	Ubicación aproximada de las zonas de muestreo	
<p>pH</p> <p>Conductividad</p> <p>Turbiedad</p> <p>Alcalinidad</p> <p>Dureza total</p> <p>Transparencia</p> <p>Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)</p> <p>Demanda química de oxígeno (DQO)</p> <p>Nitrógeno total de Kjeldahi (NTK)</p> <p>Nitrógeno amoniacal (NH₃)</p> <p>Nitritos (NO₂)</p> <p>Nitratos (NO₃)</p> <p>Fosfato total</p> <p>Ortofosfatos</p> <p>Grasas y aceites</p> <p>Detergentes (SAAM)</p> <p>Sólidos totales (ST)</p> <p>Sólidos totales fijos (STF)</p> <p>Sólidos total volátiles (STV)</p> <p>Sólidos disueltos totales (SDT)</p> <p>Sólidos suspendidos totales (SST)</p> <p>Coliformes Total</p> <p>Coliformes Fecales</p>		

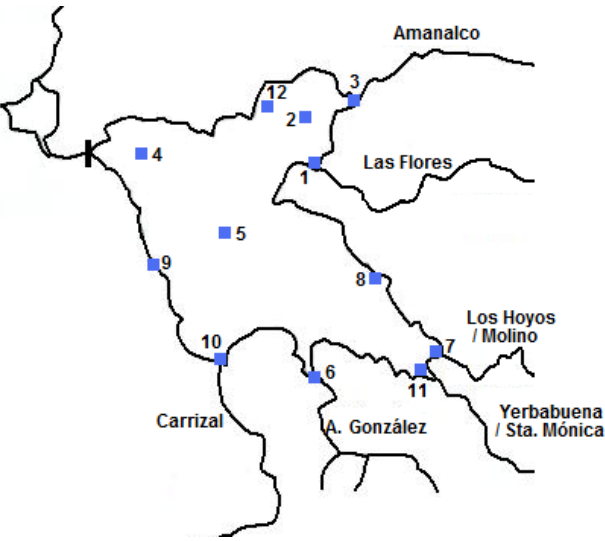
Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Cuadro 3. 7 Evaluación de la Calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo

Nombre de Estudio	Evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo	
Responsable	Cortes Morales, Roberto Salvador, Tesis de licenciatura en Biología	
Objetivo	Evaluar la calidad bacteriológica y físico química del agua de la Presa Valle de Bravo	
Resultados	<p>Los ríos Amanalco y Carrizal representan una fuente importante de contaminación para la presa, en especial para la época de lluvias.</p> <p>Con los resultados y la comparación con la NOM-127-SSA-1994, la presa no cumple con: pH, coliformes totales y fecales.</p> <p>De acuerdo al ICA, el agua de la presa Valle de Bravo, que suministra de agua a la Ciudad de México, solo requiere de una ligera purificación para considerarse de buena calidad para el consumo humano.</p>	
Comentarios	Las toma de muestras se realizaron durante los meses agosto del 2001 a Julio del 2002	
Año o periodo	2001-2002	Nº de estaciones de Muestreo 5
Parámetros de calidad del agua analizados	Ubicación aproximada de las zonas de muestreo	
Demanda química de oxígeno (DQO) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) Oxígeno disuelto Nitritos (NO ₂) Nitratos (NO ₃) Nitrógeno amoniacal (NH ₃) Fosfatos (PO ₄) Fosforo total Detergentes (SAAM) Dureza total Dureza de Calcio Dureza de magnesio Sulfatos (SO ₄) pH Alcalinidad total Alcalinidad a la fenoltaleína Cloruros Temperatura Sólidos totales (ST) Sólidos suspendidos (SS) Sólidos disueltos (SD) Conductividad Profundidad Coliformes totales Coliformes fecales Estreptococos fecales	1-Club de Yates 2-Casa Punta 3-Centro de presa 4-Cortina 5-Cristo	

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Cuadro 3. 8 Calidad del agua en la cuenca Valle de Bravo Amanalco, una propuesta para su manejo

Nombre de Estudio	Calidad del agua en la cuenca Valle de Bravo Amanalco, una propuesta para su manejo.	
Responsable	Gustavo Pérez, Ana C. Instituto de Ecología	
Objetivo	Se determinó la calidad del agua de la Presa Valle de Bravo como una herramienta de monitoreo y evaluación de los impactos producidos por las actividades humanas en la cuenca. Utilizando métodos estandarizados, se determinaron los parámetros fisicoquímicos básicos, además de nutrientes.	
Resultados	<p>Los resultados mostraron que debido a las concentraciones de formas de fósforo y nitrógeno registradas el cuerpo de agua se encuentra en estado eutrófico, favoreciendo la proliferación de comunidades microbianas y de otros organismos. Se identificaron 27 diferentes especies de bacterias agrupadas en 19 géneros. La cantidad de coliformes fecales sobrepasa los 1000 UFC/100ml en varios sitios de muestreo.</p> <p>Proponer un sistema de monitoreo de la calidad del agua con el fin de informar periódicamente a los usuarios la condición del agua con respecto al uso recreativo.</p>	
Comentarios	El trabajo fue realizado gracias al apoyo de Fondo Pro Cuenca A. C. de Valle de Bravo y al Instituto de Ecología de la UNAM. En el estudio no se señalan los resultados completos de cada zona de muestreo del embalse.	
Año o periodo	2007	N° de estaciones de Muestreo 12
Parámetros de calidad del agua analizados	Ubicación aproximada de las zonas de muestreo	
Temperatura pH Conductividad Sólidos disueltos totales (SDT) Oxígeno disuelto Nitrógeno total Fósforo total Carbono orgánico total Aldrín Dieldrín Clordano DDT GammaHCH Lindano Hexaclorobenceno Heptacloro Heptacloro epóxido Metoxicloro Endosulfan I Endosulfan II Endrín AlfaBHC BetaBHC DeltaBHC Clordano 4,4'DDD 4,4'DDE Endrín aldehído Endrín cetona Coliformes totales Coliformes fecales Enterococos fecales	 <p>1-Tizates 2-Cristo 3-Amanalco 4-Coritna 5-Peña 6-Mosco 7-Molino-Hoyos 8-Muelle Municipal 9-Zona Esquí 10-Izar-Carrizal 11-Yerbabuena 12-San Gaspar</p>	

Fuente: <http://www.cuencaamanalcovalle.org>

3.2. Parámetros de Calidad del Agua

En esta sección se describen los principales parámetros de calidad del agua que fueron determinados en estudios realizados entre 1998 y 2007, así como su importancia sanitaria y ambiental.

Un parámetro de calidad del agua se puede definir como: la unidad de comparación legalmente establecida de un elemento o sustancia contenida en el agua. Los parámetros de calidad del agua se dividen en 4 grupos principales; físicos, químicos, biológicos y radioactivos.

3.2.1. Parámetros físicos

Los parámetros físicos definen las características del agua que responden a los sentidos del ser humano e instrumentos de medición (vista, olfato, termómetros, multímetros, etc.), los cuales tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Dichos parámetros son: turbiedad, sólidos, color, olor, sabor, temperatura, conductividad, etc. (Cuadro 3.9)

Cuadro 3. 9 Características de los parámetros físicos

Color	Generalmente tiene un tinte azul verdoso pálido en grandes volúmenes y el color natural o aparente del agua, se genera debido a la materia en solución y/o a la suspensión de materia orgánica.	
Conductividad Eléctrica	Es una expresión numérica de la habilidad del agua para transportar una corriente eléctrica. Depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura.	
Olor	Se debe a la presencia de materia orgánica en descomposición o a compuestos químicos. Hay olores específicos en lagos, ríos, mares, canales, etc.	
Sabor	El agua natural, normalmente tiene un sabor refrescante gracias a la presencia de ciertas sales o gases. Los compuestos orgánicos, también suelen impartir sabores característicos al agua.	
Temperatura	La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir. Este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad de agua, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.	
Turbiedad	Se origina por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de: gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.).	
Sólidos	Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada. Todos los contaminantes del agua contribuyen a la carga de sólidos, estos se pueden clasificar por su estado, tamaño y sus características químicas.	
	Clasificaciones	
	Totales	Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Incluye material disuelto y no disuelto
	Suspendidos	Mejor conocidos como sólidos no filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada.
	Disueltos	La sustancia disuelta es aquella que se encuentra dispersa homogéneamente en el líquido.
	Volátiles	Son aquellos que se pierden por calcinación a una temperatura de 550 °C, lo cual se considera como material orgánico.
	Fijos	Es el material remanente que queda al alcanzar una temperatura de 550 °C y se define como materia inorgánica.
Sedimentables	Se aplica a los sólidos en suspensión, que se sedimentan bajo condiciones tranquilas y por acción de la gravedad.	

Fuente: La contaminación ambiental en México, Blanca E. Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería UNAM/LIMUSA

3.2.2. Parámetros químicos

El agua es considerada solvente universal y sus parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias que incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos, metales, no metales, nutrientes, etc. (Cuadro 3.10).

Cuadro 3. 10 Parámetros químicos

Alcalinidad	Es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. La alcalinidad está influenciada por: el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica. La alcalinidad de un agua corresponde a la presencia de los bicarbonatos, carbonatos de hidróxidos.
Acidez	La acidez se refiere a la presencia de sustancias disociables en agua y que como producto de disociación generan el ión hidronio (H_3O^+), como son los ácidos.
Dureza	Es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio.
Oxígeno Disuelto (OD)	Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto es un indicador de cuán contaminada está el agua y como puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal.
Potencial de hidrogeno (pH)	Es un parámetro básico que indica el grado de acidez o basicidad del agua.
No metales	Cuadros 3.11, 3.12, 3.13, 3.14
Metales	
Nutrientes	
Orgánicos	

Fuente: La contaminación ambiental en México, Blanca E. Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería UNAM/LIMUSA

No metales

Los no metales son elementos que se encuentran en el agua debido a descarga de aguas residuales, dependiendo de su concentración pueden llegar a ser tóxicos (Cuadro 3.11).

Cuadro 3. 11 No Metales

Azufre	Sulfuros: Son tóxicos ya que en el drenaje corroe los metales y el concreto debido a que es oxidado por acción biológica para producir ácido sulfúrico. En el agua residual su fuente es la materia orgánica y por la reducción de los sulfatos por bacterias. Su presencia se detecta fácilmente por el olor que se percibe a partir de 0.025 a 0.25 $\mu\text{g/l}$.
	Sulfitos: Se encuentran en algunos residuos industriales y aguas contaminadas. Reaccionan con el oxígeno para formar sulfatos. Se presentan en el agua de las calderas pues éstos se añaden para eliminar el oxígeno disuelto que corroe el metal. El exceso del ion sulfito es perjudicial debido a que baja el pH y provoca la corrosión. Tiene efectos tóxicos sobre la vida acuática.
	Sulfatos: Son muy abundantes en la naturaleza y su presencia varía en el agua. No existen evidencias de efectos adversos a la salud a niveles de concentraciones menores de 500 mg/l. En niveles superiores causan diarrea y deshidratación, principalmente en niños.
Cianuros	La concentración de cianuro en aguas superficiales se debe a descargas industriales, en especial de galvanoplastia, plásticos, fertilizantes y minería. Es muy tóxico, tiene efectos negativos en peces y puede ser fatal para los seres humanos (lesiones en el sistema nervioso y tiroides).
Cloruros	El ión cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas; su presencia es necesaria en aguas potables. En el agua potable, el sabor es producido por la concentración variable de cloruro de sodio.
Fluoruros	Los iones fluoruro se encuentran en forma natural en el agua. Es un elemento esencial para la nutrición del hombre. Combate la formación de caries dental. Sin embargo, si su concentración es alta puede generar manchas en los dientes y dañar la estructura ósea.

Fuente: La contaminación ambiental en México, Blanca E. Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería UNAM/LIMUSA

Metales

Los efectos de los metales que se encuentran en las aguas naturales, potables y residuales sobre la salud humana, pueden ir desde un benéfico hasta ser causantes de problemas tóxicos; esto depende de su concentración, por lo que su cuantificación en cuerpos de agua (lagos, ríos, etc.) es importante. Algunos metales son esenciales, otros pueden afectar adversamente a consumidores de agua, sistemas de tratamiento de aguas residuales y cuerpos receptores de agua (Cuadro 3.12).

Cuadro 3. 12 Principales metales pesados y efectos negativos al ingerirse en altas concentraciones

Aluminio	No es tóxico, pero en grandes dosis orales provocan irritación al tracto gastrointestinal. Los resultados negativos al exponer a los animales son: mutagénicos, carcinogénicos y teratogénicos.
Arsénico	Se presenta en el agua procedente de la disolución de minerales y efluentes; en concentraciones mayores causa daños en: vías respiratorias, alteraciones gastrointestinales, anemia, cáncer, disminución de la audición y alteraciones hematológicas.
Bario	Un incremento de 2mg/l puede aumentar la presión arterial y causar efectos adversos: gastrointestinales, neuromusculares y cardíacos.
Boro	El boro es esencial para el crecimiento de las plantas, pero un exceso de éste en el agua de riego afecta su desarrollo. Cuando se ingiere en cantidades altas por un tiempo prolongado, afecta el sistema nervioso central.
Cadmio	Provoca fragilidad y dolor intenso en los huesos, puede causar: presión arterial alta, esterilidad en hombres, daño renal y alteración en el metabolismo de calcio.
Cobre	El cobre no representa un problema de salud en concentraciones comunes, pero le da al agua un sabor desagradable y la colorea a partir de 1 a 5 mg/l. Cuando son concentraciones mayores de 3 mg/l se considera como un irritante del sistema gastrointestinal y a largo plazo puede provocar lesiones hepáticas o renales.
Cromo	En su estado hexavalente es tóxico para los humanos, los animales y la vida acuática. Puede producir cáncer de pulmón cuando se inhala. En concentración mayor de 0.1 mg/l puede ocasionar dermatitis alérgica, daños del tracto gastrointestinal y falla cardiovascular grave.
Hierro	En concentraciones superiores de 0.3 mg/l le da al agua un color amarillento y a partir de 1 mg/l, genera un sabor amargo y astringente.
Manganeso	Provoca dolores de cabeza, inestabilidad emocional e irritabilidad, debilidad, somnolencia, confusión mental, cambios neurológicos. En las últimas etapas de intoxicación pueden desarrollarse síntomas similares a la enfermedad de Parkinson.
Mercurio	Como efectos en la salud genera daño: al sistema nervioso, funciones del cerebro, al ADN y cromosomas, también reacciones alérgicas, irritación de la piel, cansancio, dolor de cabeza, efectos negativos en la reproducción, daño en el esperma, defectos de nacimiento y hasta posibles abortos.
Plomo	La intoxicación por plomo puede tener efectos muy serios en la salud, y especialmente en los bebés que se están formando. El plomo en la sangre de la madre puede causar abortos espontáneos, bebés prematuros o con bajo peso, así como afectar el desarrollo cerebral del recién nacido.
Sodio	Cuando tiene una concentración de más de 200 mg/l en el agua, su sabor es salado. Es dañino en altas concentraciones, principalmente en individuos que sufren trastornos cardíacos, renales y circulatorios (presión sanguínea alta).
Zinc	Sus efectos son desórdenes gastrointestinales y en casos severos las perforaciones del tracto digestivo.

Fuente: La contaminación ambiental en México, Blanca E. Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería UNAM/LIMUSA

Nutrientes

Los nutrientes son sustancias necesarias para el crecimiento de todo ser vivo; sin embargo, en cantidades mayores a las requeridas pueden convertirse en contaminantes. Cuando el agua contiene en abundancia nutrientes, se presentan brotes de crecimiento de organismos y cuando esta situación es permanente, el cuerpo

de agua llega a un estado eutrófico, que genera mayor cantidad de fitoplancton y que disminuya la fotosíntesis, aumente la descomposición de la materia orgánica y como consecuencia haya menor cantidad de oxígeno en el agua (Cuadro 3.13).

Cuadro 3. 13 Nutrientes y características principales

Nitrógeno	Es un elemento importante ya que permite las reacciones biológicas, además las concentraciones de los compuestos de Nitrógeno proporcionan información relativa al grado de oxidación o reducción de los compuestos orgánicos. Según sea su forma puede ocasionar problemas como es el caso de los nitratos y nitritos.
	Formas del Nitrógeno
	Orgánico: Su presencia indica que ha ocurrido una contaminación reciente y por lo tanto es un peligro potencial para la salud. El nitrógeno también es importante como elemento fertilizante, esencial para el crecimiento de algas. Los análisis de nitrógeno sirven para controlar este crecimiento y evitar una sobrepoblación de algas en cuerpos de agua, receptores de desechos domésticos y efluentes de plantas de tratamiento.
	Nitrógeno Total de Kjeldahi (NTK): es la obtención conjunta del nitrógeno orgánico y amoniacal.
	Amoniacal (NH₃): Se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales y está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües. El amoniaco en las aguas residuales es producido en su mayor parte por la eliminación de compuestos que tienen nitrógeno orgánico y por la hidrólisis de la urea.
	Nitritos (NO₂): es tóxico para peces y otros organismos acuáticos. Están presentes en el agua siendo compuestos intermedios en los procesos de oxidación y reducción; forma parte del ciclo del nitrógeno. En abastecimientos de aguas superficiales, la presencia de nitritos puede indicar contaminación. Los nitritos entran en las descargas por su empleo como inhibidor de la corrosión en procesos industriales o por la preoxidación parcial del amoniaco.
	Nitratos (NO₃): se encuentran en cantidades muy pequeñas en las aguas superficiales. Sin embargo pueden alcanzar niveles altos en aguas subterráneas. En cantidades excesivas provocan metahemoglobinemia infantil. En concentraciones mayores de 45 mg/l pueden causar que los infantes enfermen gravemente y causar la muerte a bebés de menos de seis meses. Los síntomas se manifiestan con dificultad respiratoria y cianosis (niño azul)
Nitrógeno total: es la concentración total del nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos y de los nitritos.	
Fósforo	El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de organismos, por lo que la descarga de fósforo en cuerpos de agua, puede estimular el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos en cantidades nocivas para el cuerpo de agua receptor. Se encuentra presente en las aguas naturales y en las aguas de desecho en forma de: fosfatos, ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y polifosfatos) y fosfatos orgánicos. Los polifosfatos tienen el efecto de disminuir la concentración del calcio y evitar la precipitación de carbonato de calcio en tuberías, torres de enfriamiento y calentadores. La habilidad de los polifosfatos es buena para evitar la formación de precipitados que interfieren con el mecanismo de limpieza de los detergentes.

Fuente: La contaminación ambiental en México, Blanca E. Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería UNAM/LIMUSA

Orgánicos

Los parámetros orgánicos son aquellos compuestos que están formados por una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, tales como las grasas y las proteínas entre otros (Cuadro 3.14).

Cuadro 3. 14 Parámetros orgánicos y características principales

Orgánicos	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	La Demanda Bioquímica de Oxígeno representa la cantidad de oxígeno que consume un grupo heterogéneo de microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias. Es una prueba usada en las aguas municipales, industriales y residuales. Su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores.																																
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Es un parámetro analítico de contaminación que mide el material orgánico contenido mediante oxidación química. Es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente y oxidable por un fuerte agente químico oxidante. Específicamente representa el contenido orgánico total de la muestra.																																
	Grasas y Aceites	Son compuestos orgánicos constituidos principalmente, por ácidos grasos de origen animal y vegetal y por derivados del petróleo.																																
	Detergentes (SAAM)	Los detergentes son sustancias que se generan como producto del lavado de la suciedad derivados de las grasas y aceites. También se las denomina SAAM, por ser sustancias activas al Azul de Metileno.																																
Orgánicos sintéticos	Plaguicidas	Un plaguicida es una sustancia, o mezcla de ellas, que se destina para controlar cualquier especie no deseada, (incluidos los vectores de enfermedades humana y de animales), que causen un perjuicio o que interfieren con el mejor aprovechamiento de la producción agropecuaria y forestal; que afecten bienes materiales durante el almacenamiento y transporte; y las que perjudican el bienestar del hombre y los animales. Muchos de ellos tienen un origen sintético, de modo que en el medio ambiente son difícilmente biodegradables por los microorganismos. Su alta toxicidad ha causado en los organismos gran número de alteraciones como: cáncer, mutaciones, etc.																																
		Principales plaguicidas, raticidas y fungicidas																																
		<table border="0"> <tbody> <tr> <td>2,3-D 2,4-D (AC. 2,4 Diclorofenoxiacético)</td> <td>Clordano</td> </tr> <tr> <td>2,4 DB</td> <td>Dicloroprop</td> </tr> <tr> <td>2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético)</td> <td>Endosulfan I</td> </tr> <tr> <td>4;4 – DDD diclorodifenildicloroetano</td> <td>Endosulfan II</td> </tr> <tr> <td>4;4 - DDE diclorodifenildicloroetileno</td> <td>Endosulfan II</td> </tr> <tr> <td>4;4 - DDT diclorodifeniltricloroetano</td> <td>Endosulfan Sulfato</td> </tr> <tr> <td>4-Nitrofenol</td> <td>Endrin</td> </tr> <tr> <td>5-Hidroxicamba</td> <td>Endrin aldehído</td> </tr> <tr> <td>Acifluorfen</td> <td>Heptacloro</td> </tr> <tr> <td>Aldrín/Dieldrín</td> <td>Heptacloro Epóxido</td> </tr> <tr> <td>Bentazon</td> <td>Hexaclorobenceno</td> </tr> <tr> <td>BHC a</td> <td>Metoxicloro</td> </tr> <tr> <td>BHC b</td> <td>Pentaclorofenol</td> </tr> <tr> <td>BHC d</td> <td>Picloram</td> </tr> <tr> <td>BHC g, Lindano</td> <td>Toxafeno</td> </tr> <tr> <td>Bromodiclorometano</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	2,3-D 2,4-D (AC. 2,4 Diclorofenoxiacético)	Clordano	2,4 DB	Dicloroprop	2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético)	Endosulfan I	4;4 – DDD diclorodifenildicloroetano	Endosulfan II	4;4 - DDE diclorodifenildicloroetileno	Endosulfan II	4;4 - DDT diclorodifeniltricloroetano	Endosulfan Sulfato	4-Nitrofenol	Endrin	5-Hidroxicamba	Endrin aldehído	Acifluorfen	Heptacloro	Aldrín/Dieldrín	Heptacloro Epóxido	Bentazon	Hexaclorobenceno	BHC a	Metoxicloro	BHC b	Pentaclorofenol	BHC d	Picloram	BHC g, Lindano	Toxafeno	Bromodiclorometano	
	2,3-D 2,4-D (AC. 2,4 Diclorofenoxiacético)	Clordano																																
2,4 DB	Dicloroprop																																	
2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético)	Endosulfan I																																	
4;4 – DDD diclorodifenildicloroetano	Endosulfan II																																	
4;4 - DDE diclorodifenildicloroetileno	Endosulfan II																																	
4;4 - DDT diclorodifeniltricloroetano	Endosulfan Sulfato																																	
4-Nitrofenol	Endrin																																	
5-Hidroxicamba	Endrin aldehído																																	
Acifluorfen	Heptacloro																																	
Aldrín/Dieldrín	Heptacloro Epóxido																																	
Bentazon	Hexaclorobenceno																																	
BHC a	Metoxicloro																																	
BHC b	Pentaclorofenol																																	
BHC d	Picloram																																	
BHC g, Lindano	Toxafeno																																	
Bromodiclorometano																																		
Subproductos generados por la desinfección	Los compuestos orgánicos presentes en el agua, comúnmente son los ácidos húmicos que existen en forma natural y en la creciente descarga de compuestos orgánicos sintéticos que actúan como precursores, por ejemplo: los empleados para la limpieza de textiles y de componentes electrónicos (solventes).																																	
	Principales Subproductos																																	
	<table border="0"> <tbody> <tr> <td>Bromoformo</td> </tr> <tr> <td>Dibromoclorometano</td> </tr> <tr> <td>Cloroformo</td> </tr> <tr> <td>Trihalometanos</td> </tr> </tbody> </table>	Bromoformo	Dibromoclorometano	Cloroformo	Trihalometanos																													
Bromoformo																																		
Dibromoclorometano																																		
Cloroformo																																		
Trihalometanos																																		
Fenoles	Los fenoles son un derivado oxigenado del benceno, sus núcleos condensados pueden estar presentes en las aguas residuales domésticas e industriales (desinfectantes, fungicidas, germicidas y conservadores), así como también en las aguas naturales y en los suministros de agua potable. La cloración de tales aguas puede producir clorofenoles olorosos que producen mal sabor y son carcinogénicos.																																	

Fuente: La contaminación ambiental en México, Blanca E. Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería UNAM/LIMUSA

3.2.3. Parámetros Biológicos

El agua es un medio donde literalmente miles de especies biológicas habitan y llevan a cabo su ciclo vital. El rango de los organismos acuáticos en tamaño y complejidad, va desde el muy pequeño o unicelular hasta el pez de mayor tamaño; estos miembros de la comunidad biológica son en algún sentido parámetros de la calidad del agua, dado que su presencia o ausencia pueden indicar la situación en que se encuentra un cuerpo de agua (Cuadro 3.15).

Cuadro 3. 15 Parámetros biológicos

Streptococos fecales	Son bacterias esféricas que forman sus colonias en grupos o cadenas. Se encuentran de manera natural en muchos organismos, así como en los humanos, como parte de su flora intestinal. Son microorganismos muy resistentes, capaces de tolerar concentraciones relativamente altas de sales y ácidos. Estas bacterias se utilizan para determinar la contaminación fecal en el agua.	
Coliformes	Los coliformes son una familia de bacterias que están comúnmente, en: plantas, suelo, animales y seres humanos. Las bacterias coliformes se encuentra en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.	
	Coliformes Totales	Funcionan como un indicador de que ocurrió una contaminación en el agua, sin que se identifique el origen.
	Coliformes Fecales	Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, son microorganismos que se encuentran en tracto intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente y son eliminados a través de la materia fecal. Se utilizan como indicadores de contaminación bacteriana por materia fecal.

Fuente: La contaminación ambiental en México, Blanca E. Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería UNAM/LIMUSA

3.2.4. Parámetros radioactivos

La radiactividad existe en forma natural en algunas aguas y se presenta en otras por efecto de la contaminación. Los compuestos radiactivos pueden entrar al agua por causas naturales o por la actividad humana. Numerosos arroyos y pozos se contaminan al contacto con minerales radiactivos que, posteriormente, percolan al fondo de la tierra. Las mediciones de la radiactividad alfa global y beta global pueden servir para determinar el nivel de radiotoxicidad en el agua.

3.3. Procesamiento y análisis de información

Para la integración de la información de calidad del agua con el fin de procesarla y analizarla para un diagnóstico, se utilizaron los datos de calidad de prácticamente todos los estudios encontrados para el periodo que va de 1987 a 2006. El Cuadro 3.16 muestra los sitios y años de muestreo correspondientes al periodo citado.

El trabajo de Calidad del agua en la cuenca Valle de Bravo - Amanalco del Instituto de Ecología (2007), no se incluyó en el análisis debido a que la información presentada en él fue insuficiente. Para los años en los que se tuvieron dos estudios disponibles para el análisis se consideró lo siguiente:

- a) Para los años 1999 - 2000 se eligió el estudio del IMTA sobre el de la CONAGUA porque presenta un promedio anual por parámetro.
- b) Para los años 2001 y 2002 se tomó en cuenta la tesis de licenciatura de *“Evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo”* en lugar del estudio del IMTA porque considera varios sitios de muestreo.

Cuadro 3. 16 Fecha y ubicación de las estaciones de muestreo correspondientes al periodo 1987-2006

Numero	Estaciones	Año	Ubicación aproximada de las estaciones de muestreo
1	Amanalco (descarga)	1987 1996	
2	Centro presa	1987 1996 2001 2002	
3	Carrizal (descarga)	1987 1996	
4	Cortina	1987 1996 1998 1999* 2000* 2001** 2002** 2003 2004 2005 2006	
5	Muelle Municipal	1987 1996	
6	Molino (descarga)	1987 1996	
7	González (descarga)	1987 1996	
8	Club de Yates	1987 2001 2002	
9	Casa Punta	1987 2001 2002	
10	Cristo	1987 2001 2002	
11	Sta. Mónica (descarga)	1987	
12	Club Náutico (descarga)	1987	
13	Iglesia (descarga)	1987	
14	Capitanía del puerto (descarga)	1987	
15	Mercado (descarga)	1987	
16	Efluente (descarga)	1987	

* Resultados obtenidos de el *Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México, CNA* y el *Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México, IMTA*

** Resultados obtenidos del *Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México, IMTA* y la *Tesis de Licenciatura de Evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo.*

Las concentraciones promedio anuales por parámetro y por sitio de muestreo fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA-1996, que indica la calidad del agua para uso y consumo humano y la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 que

señala los límites máximos permisibles en la descarga de aguas residuales a cuerpos de aguas y bienes nacionales.

3.3.1. Normas de calidad del agua

La calidad del agua depende de su uso, por lo que puede necesitar un tratamiento específico. Para evaluar la calidad del agua, se debe ubicar el uso actual o potencial.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996

La Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos. Es de observancia obligatoria, para los responsables de dichas descargas. La Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales. Los límites máximos permisibles de la norma se muestran en los Cuadros 3.17 y 3.18. Aunque la NOM-001-SEMARNAT-1996 se refiere a la calidad del agua en las descargas, se utilizó como marco de referencia para la interpretación de los datos de calidad, ya que, algunos parámetros obtenidos en los sitios de muestreo en el vaso rebasaron inclusive los límites máximos permisibles de las descargas.

Cuadro 3. 17 Límites máximos permisibles para contaminantes básicos

Parámetros	Ríos						Embalses naturales y artificiales				Aguas costeras						Suelo			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales Naturales (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A	N.A	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A	N.A	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A	N.A	1	2
Sólidos suspendidos totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A	N.A	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A	N.A	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A	N.A	N.A	N.A	15	25	N.A	N.A	N.A	N.A
Fosforo total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A	N.A	N.A	N.A	5	10	N.A	N.A	N.A	N.A

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.

P.D.= Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual:

N.A. = No es aplicable.

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Cuadro 3. 18 Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros

Parámetros (*) (mg/l)	Ríos						Embalses naturales y artificiales				Aguas costeras						Suelo			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales Naturales (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuros	1	3	1	2	1	2	2	3	1	2	1	2	2	3	1	2	2	3	1	2
Cobre	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
Cromo	1	1.5	0.5	1	0.5	1	1	1.5	0.5	1	0.5	1	1	1.5	0.5	1	0.5	1	0.5	1
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.02	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(*) Medidos de manera total.

P.D. = Promedio Diario P.M. = Promedio Mensual N.A. = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Especificaciones

La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en los Cuadros 3.17 y 3.18 de la Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

En este trabajo, para determinar la contaminación por patógenos se tomó como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible de estos agentes en las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

Para determinar la contaminación por parásitos se tomó como indicador a los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido.

Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se le hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.

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

Límites permisibles de calidad del agua

Características bacteriológicas

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en el Cuadro 3.19.

Cuadro 3. 19 Límites permisibles de carácter biológico

Característica	Límite permisible
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

Fuente: Secretaría de Salud

El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener *E. coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml. En sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50 000 habitantes; los organismos patógenos anteriores deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año.

Características físicas y organolépticas

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en el Cuadro 3.20.

Cuadro 3. 20 Límites permisibles de parámetros físicos y organolépticos

Característica	Límite permisible
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Fuente: Secretaría de Salud

Características químicas

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en el Cuadro 3.21. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

Cuadro 3. 21 límites permisibles de carácter de parámetros químicos

Característica	Límite permisible
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500
Fenoles o compuestos fenólicos	0.30
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Hidrocarburos aromáticos en µg/l:	
Benceno	10.00
Etilbenceno	300.00
Tolueno	700.00
Xileno (tres isómeros)	500.00
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	1.00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.5
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas µg /l:	
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.20
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	30.00
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO ₄ =)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Yodo residual libre	0.2 – 0.5
Zinc	5.00

Fuente: Secretaría de Salud

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, incluyendo los suspendidos y los disueltos.

Características radiactivas

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en el Cuadro 3.14. Los límites se expresan en Becquerel por litro (Bq/l) la cual es un indicador de la actividad radiactiva.

Cuadro 3. 22 límites permisibles de parámetros Radiactivos

Característica	Límite permisible
Radiactividad alfa global	0.56
Radiactividad beta global	1.85

Fuente: Secretaría de Salud

3.3.2. Índice de Calidad del Agua

Con el fin de evaluar la calidad o grado de contaminación del agua se han desarrollado diversos índices de calidad tanto generales como de uso específico. En México se emplea el llamado Índice de Calidad del Agua (ICA), que agrupa de manera ponderada a algunos parámetros del deterioro de la calidad del líquido (León, 1991). El índice toma valores en una escala de 0 a 100, indicando el grado de contaminación; así, el agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a 0, en tanto que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor de índice cercano a 100 (SARH 1979). El ICA se calcula a partir de una ponderación de 18 parámetros físicoquímicos, Cuadro 3.23.

Cuadro 3. 23 Parámetros usados para determinar el ICA

Parámetros usados para determinar en Índice de Calidad del Agua (ICA)
Alcalinidad (ALC)
Cloruros (CLO)
Coliformes fecales (COF)
Coliformes totales (COT)
Color (COL)
Conductividad eléctrica (CON),
Demanda Bioquímica de Oxígeno (BDO ₅)
Detergentes (SAAM)
Dureza (DUR)
Fosfatos (P04)
Grasas y aceites (GyA),
Nitratos (NO3)
Nitrógeno amoniacal (N-NH3)
Oxígeno Disuelto (OD)
Potencial de hidrogeno (pH)
Sólidos disueltos (SDT)
Sólidos suspendidos (SST)
Turbiedad (TUR)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Los parámetros se consideraron por ser relativamente fáciles de coleccionar y analizar y por lo tanto de monitorear periódicamente. Este índice de calidad de agua tiene como características que el valor del grado de contaminación determina el uso a que puede destinarse el agua de la cuenca hidrológica en estudio.

Fórmula del ICA

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Donde:

- ICA** = Índice de calidad del agua global
- I_i** = Índice de calidad para el parámetro i
- W_i** = Valor de la importancia relativa del parámetro i
- n** = Número total de parámetros

Para el cálculo del ICA se obtienen los índices de calidad de los parámetros a analizar (Cuadro 3.24). Cada parámetro tiene una importancia relativa o peso ponderando reportado en el Cuadro 3.25; posteriormente se calcula el índice general de calidad del agua y se compara con el Cuadro 3.26 para obtener la calificación del agua en función del ICA.

Cuadro 3. 24 Índice de Calidad individual para cada parámetro

Parámetro	Índice de calidad individual	Unidades	Observaciones
pH	$I_{pH} = 10^{0.2335 \cdot pH + 0.44}$		pH < 6.7
	$I_{pH} = 100$		6.7 < pH < 7.3
	$I_{pH} = 10^{4.22 - 0.293 \cdot pH}$		pH > 7.3
Color	$I_C = 123 \cdot C^{-0.295}$	Unidades platino	OD=oxígeno disuelto [mg/l] OD _{sat} = oxígeno disuelto de saturación [mg/l]
Turbiedad	$I_T = 108 \cdot T^{-0.178}$	UTJ	
Grasas y Aceites	$I_{GyA} = 87.25 \cdot GyA^{-0.298}$	mg/l	
Sólidos Suspendidos	$I_{SS} = 266.5 \cdot SS^{-0.37}$	mg/l	
Sólidos Disueltos	$I_{SD} = 109.1 - 0.0175 \cdot SD$	mg/l	
Conductividad Eléctrica	$I_{CE} = 540 \cdot CE^{-0.379}$	µmhos/cm	
Alcalinidad	$I_A = 105 \cdot A^{-0.186}$	mg/l	
Dureza Total	$I_D = 10^{1.974 - 0.00174 \cdot D}$	mg/l	
Nitratos	$I_{NO_3} = 162.2 \cdot NO_3^{-0.343}$	mg/l	
Nitrógeno Amoniacal	$I_{NH_3} = 45.8 \cdot NH_3^{-0.343}$	mg/l	
Fosfatos Totales	$I_{PO_4} = 34.215 \cdot PO_4^{-0.46}$	mg/l	
Cloruros	$I_{CL} = 121 \cdot CL^{-0.233}$	mg/l	
Oxígeno Disuelto	$I_{OD} = 100 \cdot \frac{OD}{OD_{sat}}$		
Demanda Bioquímica De Oxígeno	$I_{DBO} = 120 \cdot DBO^{-0.673}$	mg/l	
Coliformes Totales	$I_{CT} = 97.5 \cdot CT^{-0.27}$	NMP/100 ml	
Coliformes Fecales	$I_{CF} = 97.5 \cdot (5 \cdot CF)^{-0.27}$	NMP/100 ml	
Detergentes (SAAM)	$I_{SAAM} = 100 - 16.678 \cdot SAAM + 0.1587 \cdot SAAM^2$	mg/l	

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Cuadro 3. 25 Importancia relativa o peso ponderado de cada parámetro

Parámetro	Peso (W _i)	Parámetro	Peso (W _i)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	5.0	Nitrógeno en nitratos (NO ₃)	2.0
Oxígeno disuelto	5.0	Alcalinidad	1.0
Coliformes fecales	4.0	Color	1.0
Coliformes totales	3.0	Dureza total	1.0
Sustancias activas al azul de metileno (Detergentes)	3.0	Potencial de Hidrógeno (pH)	1.0
Conductividad eléctrica	2.0	Sólidos suspendidos	1.0
Fosfatos totales (PO ₄)	2.0	Cloruros (Cl)	0.5
Grasas y aceites	2.0	Sólidos disueltos	0.5
Nitrógeno amoniacal (NH ₃)	2.0	Turbiedad	0.5

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Cuadro 3. 26 Calificación del Agua en función del ICA

ICA		USOS DEL AGUA					
Valor	Criterio General	Abastecimiento Público	Recreación General	Pesca y Vida Acuática	Industrial y Agrícola	Navegación	Transporte Desechos Tratados
100	No contaminado	No requiere purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para todos los organismos	No requiere purificación	Aceptable	Aceptable
90		Ligera purificación			Ligera purificación		
80	Aceptable	Mayor necesidad de tratamiento			Aceptable pero no recomendable		
70			Dudoso para especies sensibles				
60	Poco contaminado	Dudoso	Dudoso para el contacto directo	Solo Organismos muy resistentes	Con tratamiento en la mayor parte de la industria		
50	Contaminado		Sin contacto con el agua				
40		Altamente Contaminado	Inaceptable	Uso muy restringido	Uso muy restringido	Restringido	
30	Inaceptable			Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
20		Inaceptable	Inaceptable				
10	Inaceptable			Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
0		Inaceptable	Inaceptable				

Nota: Los intervalos de las categorías del ICA son: 0-29, Altamente contaminado; 30-49, Contaminado; 50-69, Poco contaminado; 70-84, Aceptable; 85-100, No contaminado. La escala actual incluye diferencias tanto en algunos intervalos como en las denominaciones de algunas categorías respecto de las que se publicaron en la edición anterior de esta obra, lo cual obedece a que se busca tanto describir técnicamente de mejor manera lo que en la naturaleza ocurre, como lograr una mejor interpretación de la calidad del agua en el ámbito nacional.

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Criterios de cálculo para el Índice de Calidad del Agua (ICA)

La aplicación de las ecuaciones para el cálculo del ICA por parámetro a los datos de calidad del agua puede generar valores del ICA mayores a 100, por lo que es necesario tomar en cuenta ciertos criterios de cálculo en la metodología, basados en el comportamiento matemático de las ecuaciones.

El cálculo del ICA se realizará con los parámetros con que cuente la estación de monitoreo, en caso de que no existan los 18 parámetros.

1. **Potencial de hidrógeno.** Para valores de pH menores a 6.7 se usará la ecuación $I_{pH} = 10 \cdot 0.2335 \text{ pH} + 0.44$; en el caso de que el pH sea mayor o igual a 6.7 y menor que 7.58 se aplicará la ecuación $I_{pH} = 100$. Cuando el pH sea mayor o igual a 7.58 se usará la ecuación $I_{pH} = 10 \cdot 4.22 - 0.293 \text{ pH}$.
2. **Color.** Los datos de las concentraciones de color que se utilizarán en el cálculo serán de color verdadero. Para concentraciones menores a 2.018 unidades de Pt-Co se asignará el valor de ICA igual a 100.
3. **Turbiedad.** Para concentraciones menores a 1.54 UTJ se asignará un valor de ICA de 100.
4. **Grasas y aceites.** Cuando se tienen datos menores de 0.633 mg/l, se debe asignar un valor de ICA de 100.
5. **Sólidos suspendidos.** Para concentraciones menores de 14.144 mg/l se asigna un valor de ICA de 100.
6. **Sólidos disueltos.** Para concentraciones menores a 520 mg/l se asigna un valor de ICA de 100, y para concentraciones mayores a 6234 mg/l se asigna un valor de cero.
7. **Conductividad eléctrica.** Cuando se tienen concentraciones menores a 85.60 $\mu\text{mhos/cm}$, se debe asignar un ICA de 100.
8. **Alcalinidad.** Para concentraciones menores de 1.3 se asigna un ICA de 100.
9. **Dureza total.** Para concentraciones mayores a 2500 mg/l se asignará un ICA de cero.
10. **Nitrógeno de nitratos.** Se asigna un valor de ICA de 100 para concentraciones menores a 4.097 mg/l.
11. **Nitrógeno amoniacal.** Para concentraciones menores de 0.11 mg/l se asigna un ICA de 100.
12. **Fosfatos totales.** Se asigna un valor de ICA de 100 para concentraciones menores o iguales a 0.0971 mg/l.
13. **Cloruros.** Para concentraciones menores a 2.351 se asignará un ICA de 100.
14. **Oxígeno disuelto.** El oxígeno se disuelve en el agua por el contacto del aire con la superficie del agua, hasta alcanzar el punto de saturación a una temperatura determinada. A la temperatura de 0°C el punto de saturación del oxígeno disuelto es de 14.6 ppm. Esta concentración disminuye al aumentar la temperatura del agua, de manera que a 15°C la concentración de saturación del oxígeno disuelto es de 10 ppm. Es por este motivo que, cuando no se cuenta con el dato de la temperatura ambiente, no se podrá realizar el cálculo del oxígeno disuelto y se considerará inexistente. Para calcular la concentración de OD en equilibrio con aire saturado en agua, se usará la ecuación :

$$\ln(OD) = -139.34411 + \left[1.575701 \frac{10^5}{T}\right] - \left[6.642308 \frac{10^7}{T^2}\right] + \left[1.2438 \frac{10^{10}}{T^3}\right] - \left[8.621949 \frac{10^{10}}{T^4}\right]$$

donde la temperatura T está en grados Kelvin ($T = 273.15 + T_{\text{ambiente}}$). Posteriormente con la ecuación $I_{OD} = \frac{OD}{OD_{\text{sat}}} \times 100$ se calcula el índice del OD.

15. **Demanda bioquímica de oxígeno.** Se asigna un ICA de 100 para concentraciones menores o iguales a 1.311 mg/l.
16. **Coliformes totales.** Cuando se tiene un valor de coliformes totales de 0 NMP/100 ml, se asigna un índice de 100.
17. **Coliformes fecales.** Cuando se tiene un valor de coliformes fecales de 0 NMP/100 ml, se asigna un índice de 100.
18. **SAAM.** Se asigna un valor de ICA de cero cuando se tengan concentraciones mayores de 6.384 mg/l.

3.4. Discusión de Resultados

Los estudios de años anteriores nos permiten tener una idea de cómo han cambiado las características principales de calidad del agua de la presa de Valle de Bravo, así como la importancia de la cantidad de agua que aporta Valle de Bravo al Sistema Cutzamala. Para el análisis histórico de la calidad del agua en el periodo 1987-2006, se compararon los parámetros medidos con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Como parte del análisis se calculó el Índice de Calidad del Agua a partir de los estudios comprendidos desde 1987 hasta el 2006, con el fin de mostrar un diagnóstico histórico general de la calidad del agua de la presa.

3.4.1. Análisis comparativo con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-SEMARNAT-1996.

Tomando como referencia la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-001-SEMARNAT-1996 se realizó una comparación con la información disponible de los estudios del embalse, obteniéndose una evaluación histórica de los principales parámetros medidos en la presa Valle de Bravo para el periodo de 1987 a 2006. Las Figuras 3.1 a 3.18 indican la evolución histórica en las concentraciones de los parámetros por sitio de muestreo y año. Se incluye además un comentario relativo a la comparación con las normas.

Temperatura (T)

En el registro histórico la temperatura máxima fue de 23.40°C en la estación 16 (Efluente), correspondiente al año 1987 se registró una mínima de 16.30°C en la estación 7 (González). La temperatura se considera apta para cualquier uso o actividad y no tiene efectos negativos a la salud (Figura 3.1).

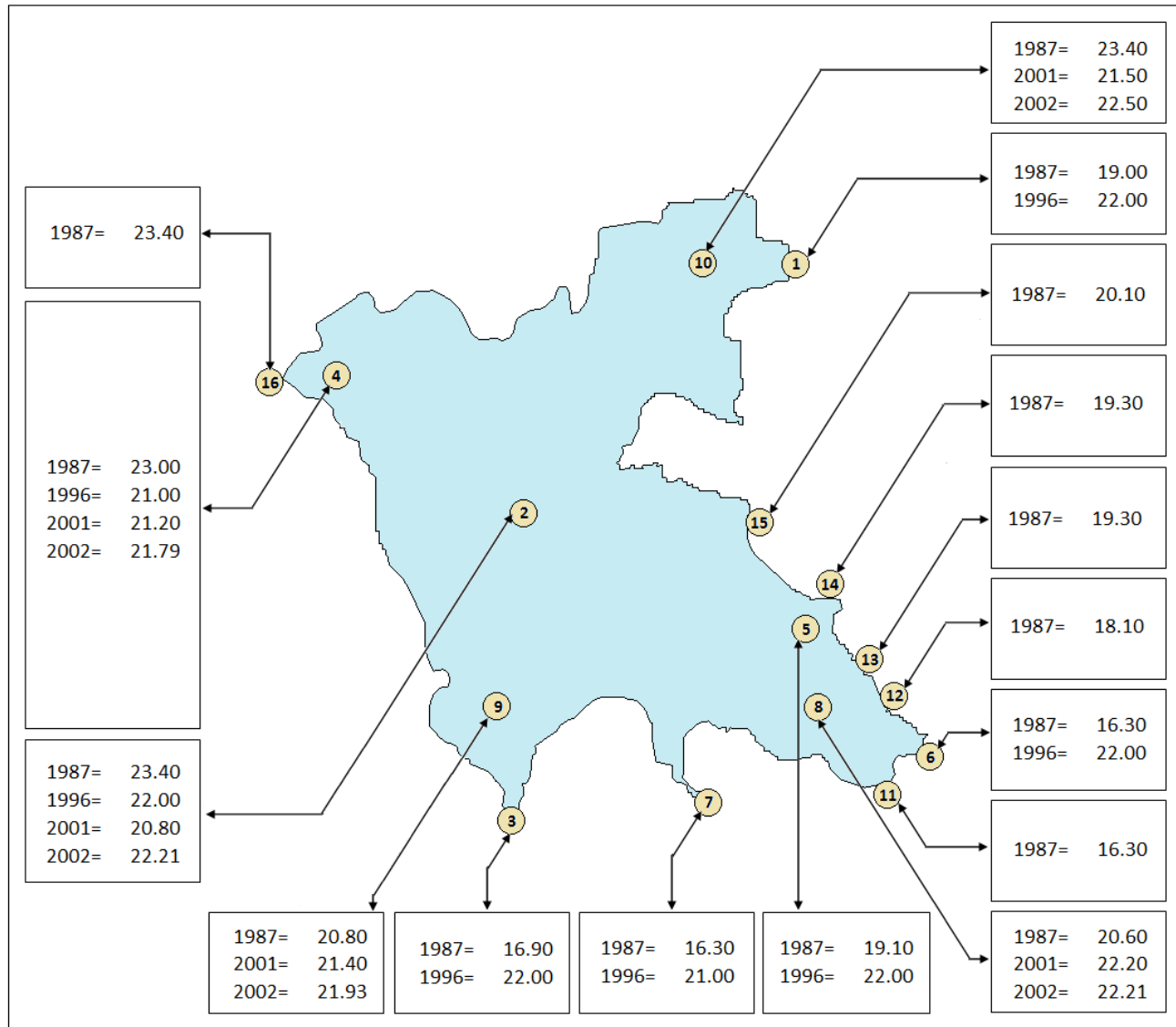


Figura 3. 1 Evaluación histórica de la variación de la temperatura comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en °C

Potencial de hidrogeno (pH)

De la información histórica disponible se tiene un valor máximo de 9.06 en la estación 2 (Centro de la presa) en 2002 y un registro mínimo de 6.06 en la estación 4 (Cortina) en 2003. El pH ha ido cambiando de un medio ácido a un medio básico o alcalino, la norma NOM-127-SSA1-1994 permite un pH mínimo de 6.5 y máximo de 8.5 (Figura 3.2).

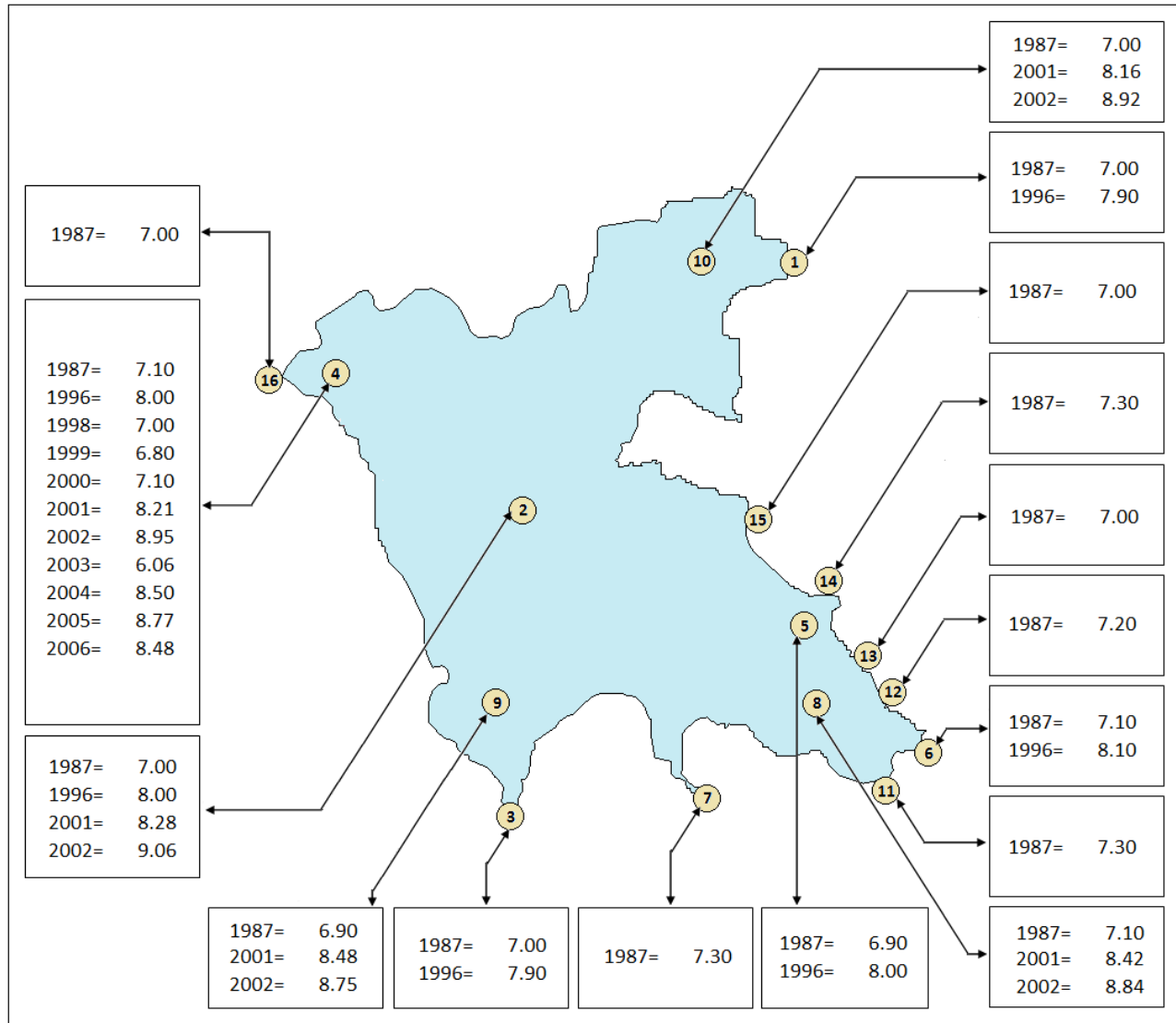


Figura 3. 2 Evaluación histórica de la variación del pH comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades de pH

Oxígeno disuelto (OD)

El Oxígeno Disuelto es un factor importante ya que permite el desarrollo de la vida acuática; sin embargo, es afectado por diversos factores como la temperatura, la altitud y la salinidad. En los estudios se encontró un valor Máximo de 8.01 mg/l en la estación 8 (Club de Yates) en 2002 y la mínima se registro en la estación 16 (Efluente) en 1987 con un valor de 1.60 mg/l (Figura 3.3).

En el año 1987 se presentó una disminución del oxígeno principalmente en las descargas cerca de la población de Valle de Bravo y en el efluente de la cortina lo cual indica eutroficación en el embalse.

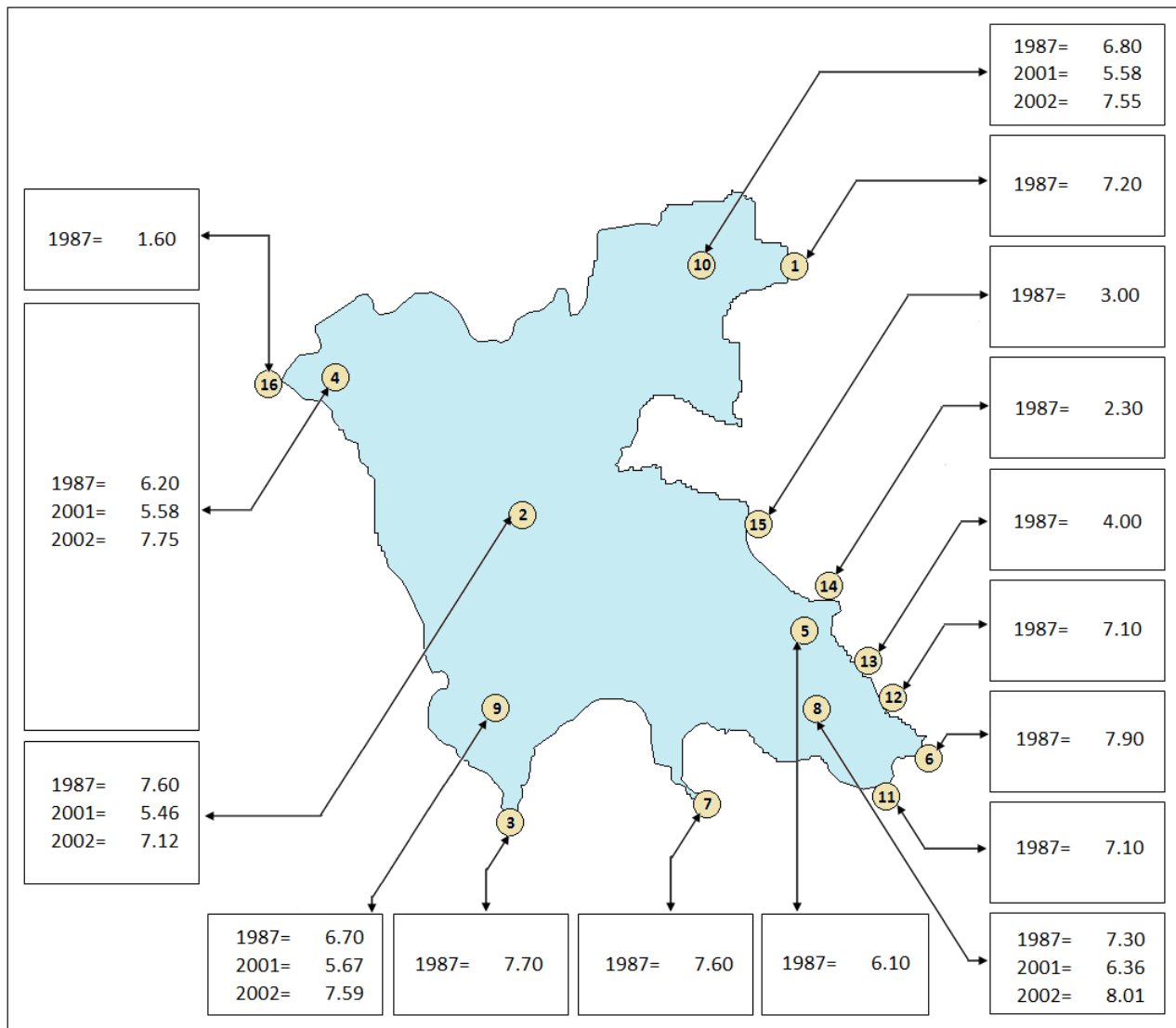


Figura 3.3 Evaluación histórica de la variación del oxígeno disuelto comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ indica contaminación por la presencia de materia orgánica del embalse. El registro más alto fue de 11.31 mg/l en la estación 9 en 2002 y la mínima de 1.00 mg/l en la estación 12 (Club náutico) en 1987 (Figura 3.4).

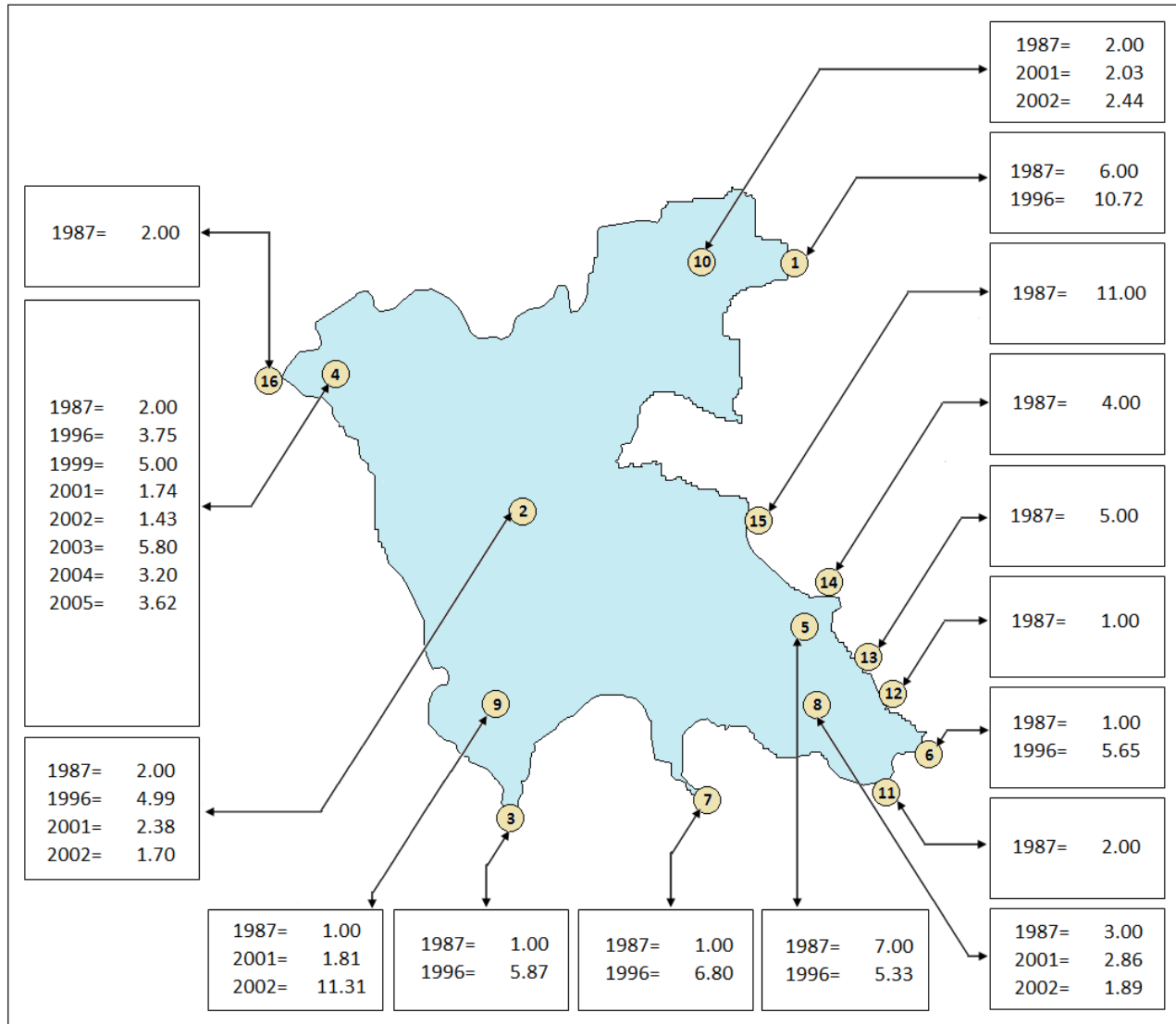


Figura 3. 4 Evaluación histórica de la variación de la DBO₅ comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Nitritos (NO₂)

Indica la presencia excesiva de nutrientes y también de agua contaminada que ya oxidó todo el nitrógeno orgánico y amoniacal. La NOM-127-SSA1-1994 establece una concentración máxima de 1.00 mg/l. En base a los registros, el máximo valor fue de 0.22 mg/l en la estación 14 (Capitanía de puerto) y el registro mínimo de 0.01 mg/l en la estación 12 (Club náutico) (Figura 3.5).

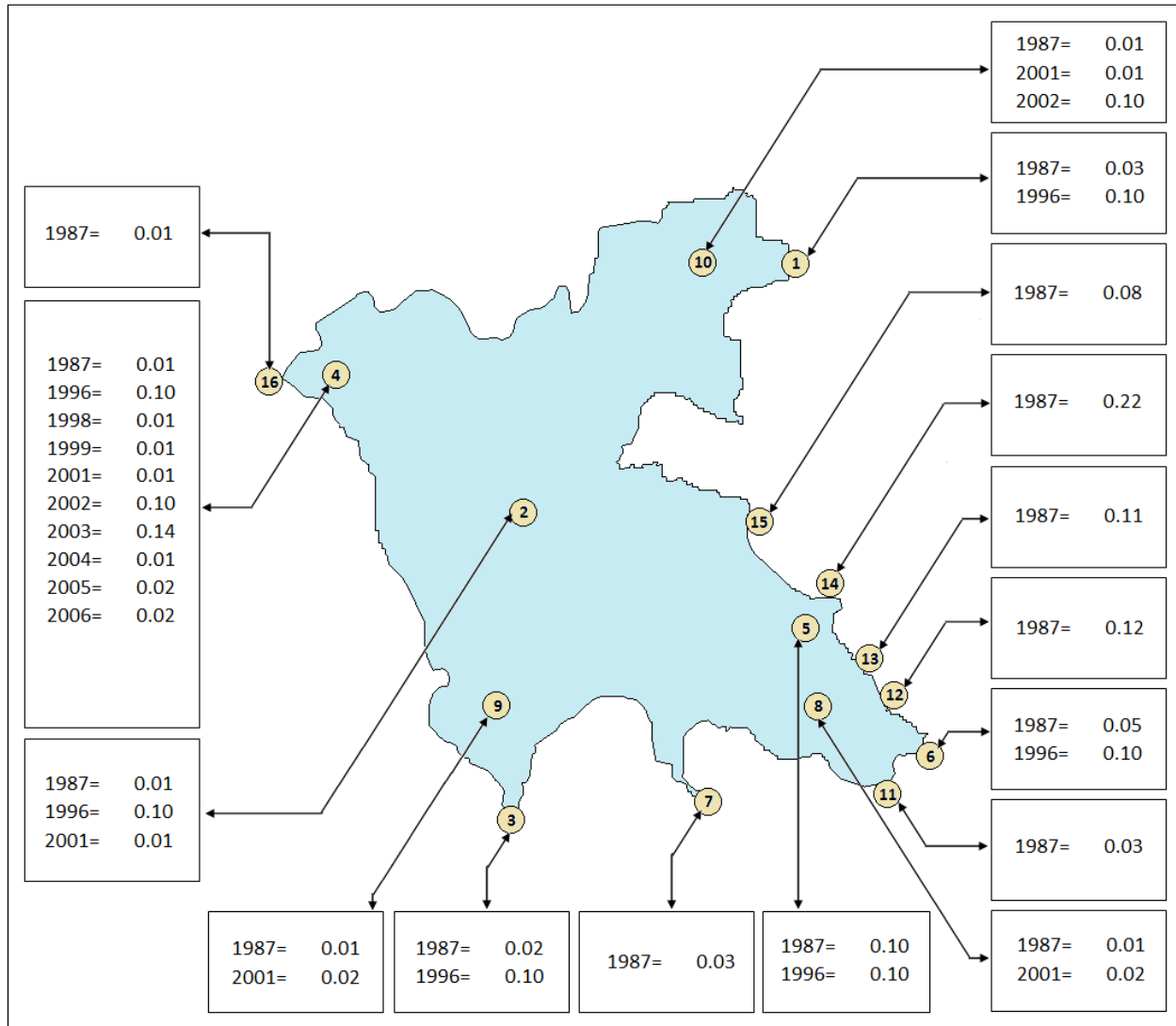


Figura 3. 5 Evaluación histórica de la variación de nitritos comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Nitratos (NO₃)

Al igual que los nitritos indican contaminación en el agua. El registro máximo fue de 1.39 mg/l en la estación 14 (Capitanía de puerto) en 1987, el registro mínimo fue de 0.012 en la estación 8 mg/l (Club de Yates) en el mismo año. La NOM-127-SSA1-1994 establece un límite permisible de 10.00 mg/l (Figura 3.6).

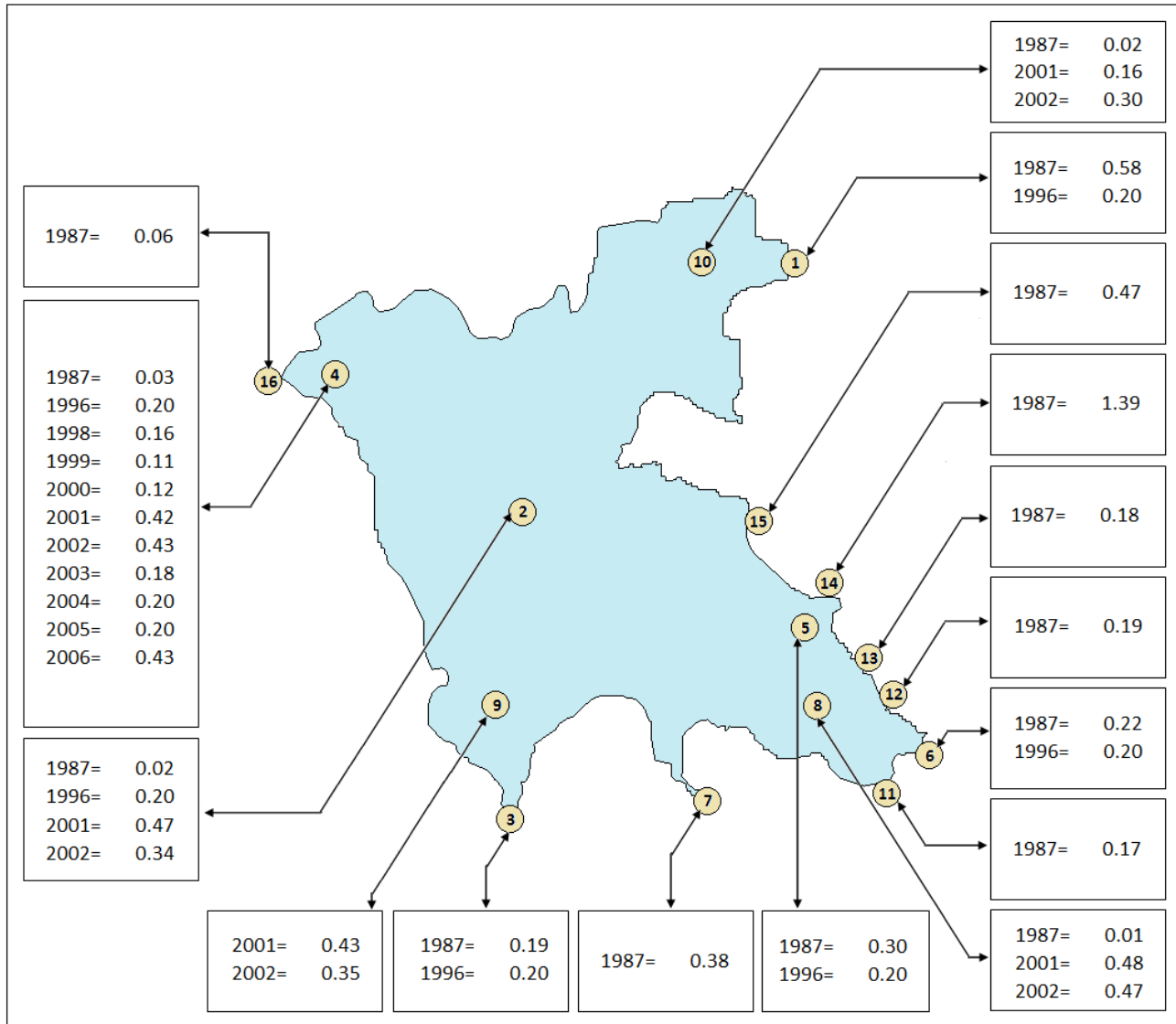


Figura 3.6 Evaluación histórica de la variación de nitratos comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Amoniaco (NH₃)

Indica descargas recientes en el embalse, la NOM-127-SSA1-1994 indica que el límite permisible para el nitrógeno amoniacal es de 0.5 mg/l. Sin embargo, el registro más alto rebasa este límite con un valor de 3.14 mg/l en la estación 15 (Mercado). El registro más bajo fue de 0.01 mg/l en la estación 8 (Capitanía del puerto) en 1987 (Figura 3.7).

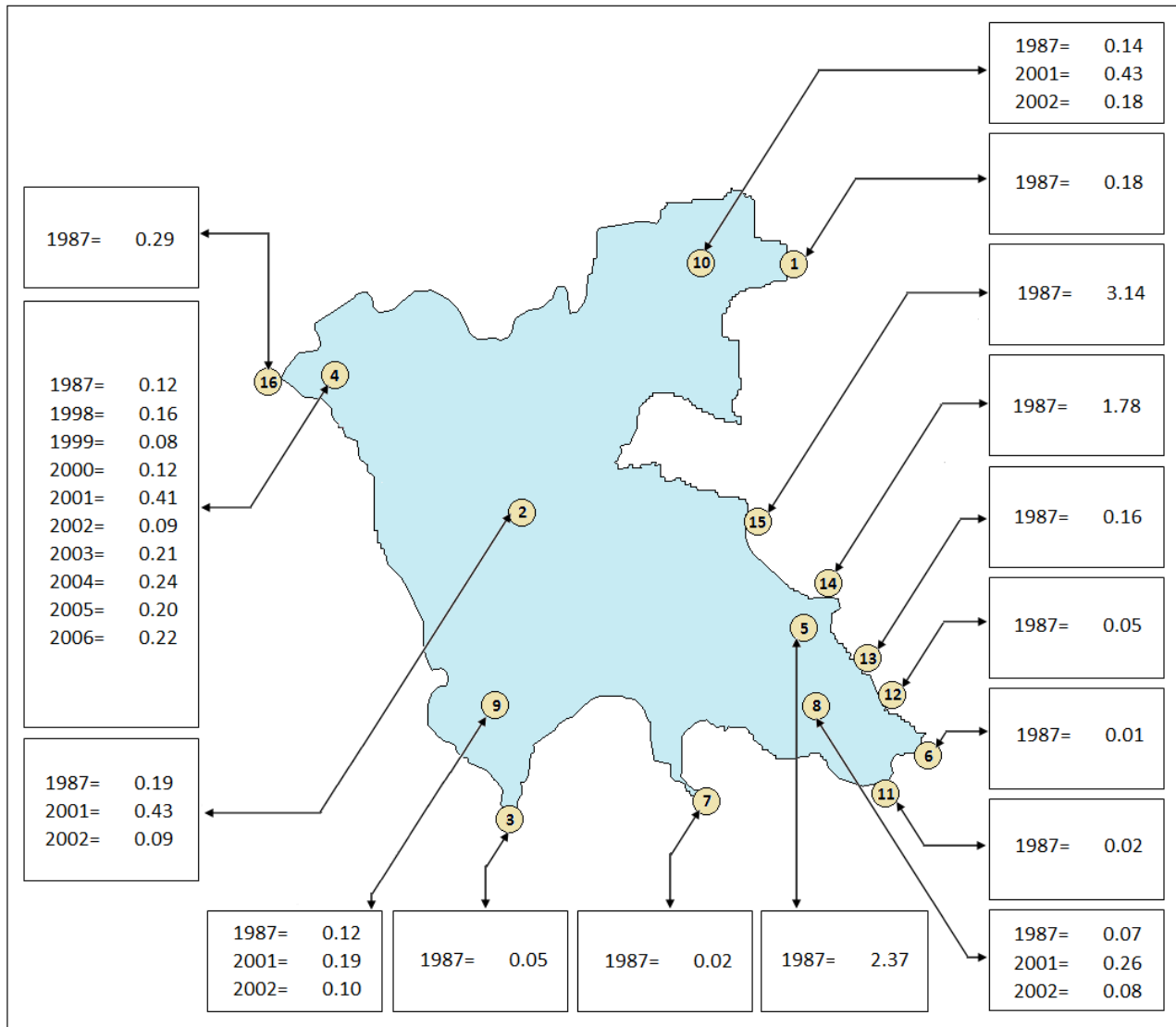


Figura 3. 7 Evaluación histórica de la variación de amoniaco comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Sólidos suspendidos totales (SST)

La NOM-001-SEMARNAT-1996 establece que para las descargas, no se debe tener una concentración de sólidos mayor de 40 mg /l como promedio mensual en embalses naturales o artificiales para uso público. En 1987 era evidente la concentración excesiva de sólidos de la estación 15 en el Mercado (descarga) con un registro de 765.00 mg/l del 1987 mientras que el registro más bajo de 3.11 mg/l en la estación 2 (Centro de la presa), (Figura 3.8).

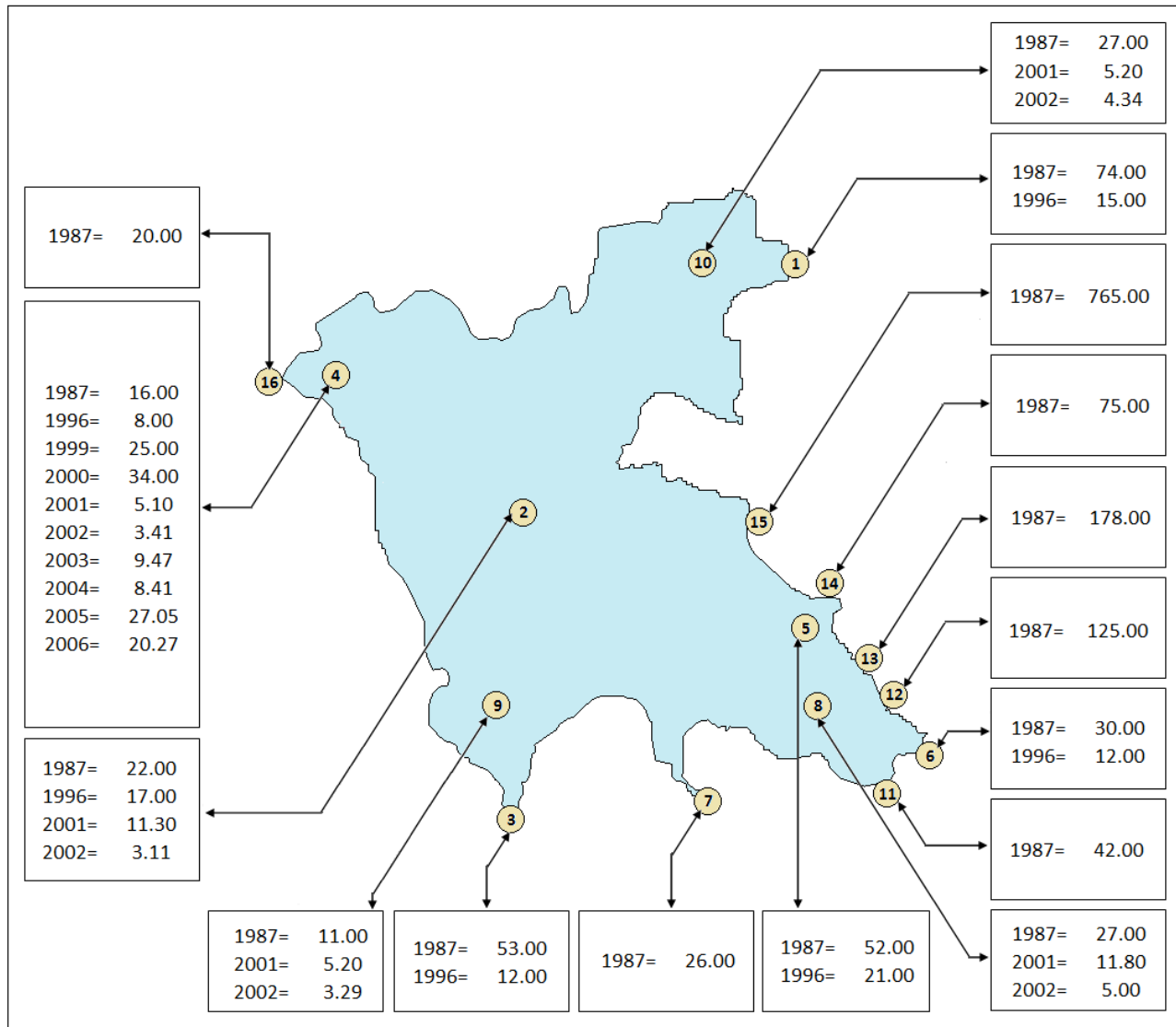


Figura 3. 8 Evaluación histórica de la variación de los sólidos suspendidos totales comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Sólidos disueltos totales (SDT)

La NOM-127-SSA1-1994 establece un límite máximo permisible de 1000.0 mg/l. En el registro histórico se encontró un máximo de 131 mg/l en la estación 2 (Centro de la presa) en 1996 y un valor mínimo de 55.60 mg/l perteneciente a la estación 4 (Cortina) en 2005 (Figura 3.9).

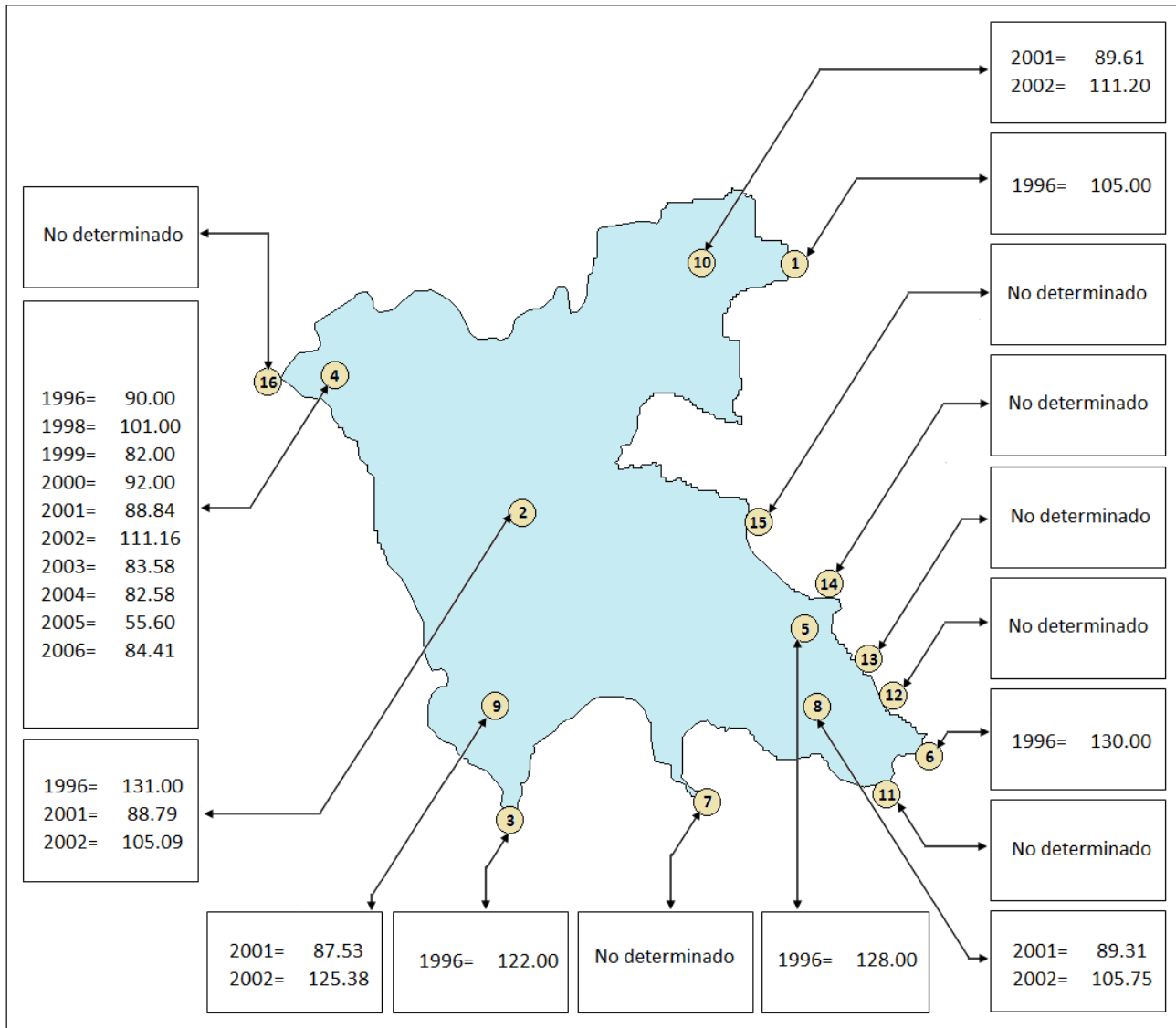


Figura 3. 9 Evaluación histórica de la variación de los sólidos disueltos totales comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Turbiedad

La turbiedad marcada en la NOM-127-SSA1-1994 establece como límite 5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN), el cual es un parámetro de calidad estético e indicador de presencia de material suspendido y disuelto. Se observa un incremento de la turbiedad a través de los años de 1987 hasta 2006. En 2004 la estación 4 (Cortina) presentó el valor máximo de turbiedad de 23.74 UTN, mientras que el valor mínimo fue registrado en 1987 en la estación 8 (Club de Yates) (Figura 3.10).

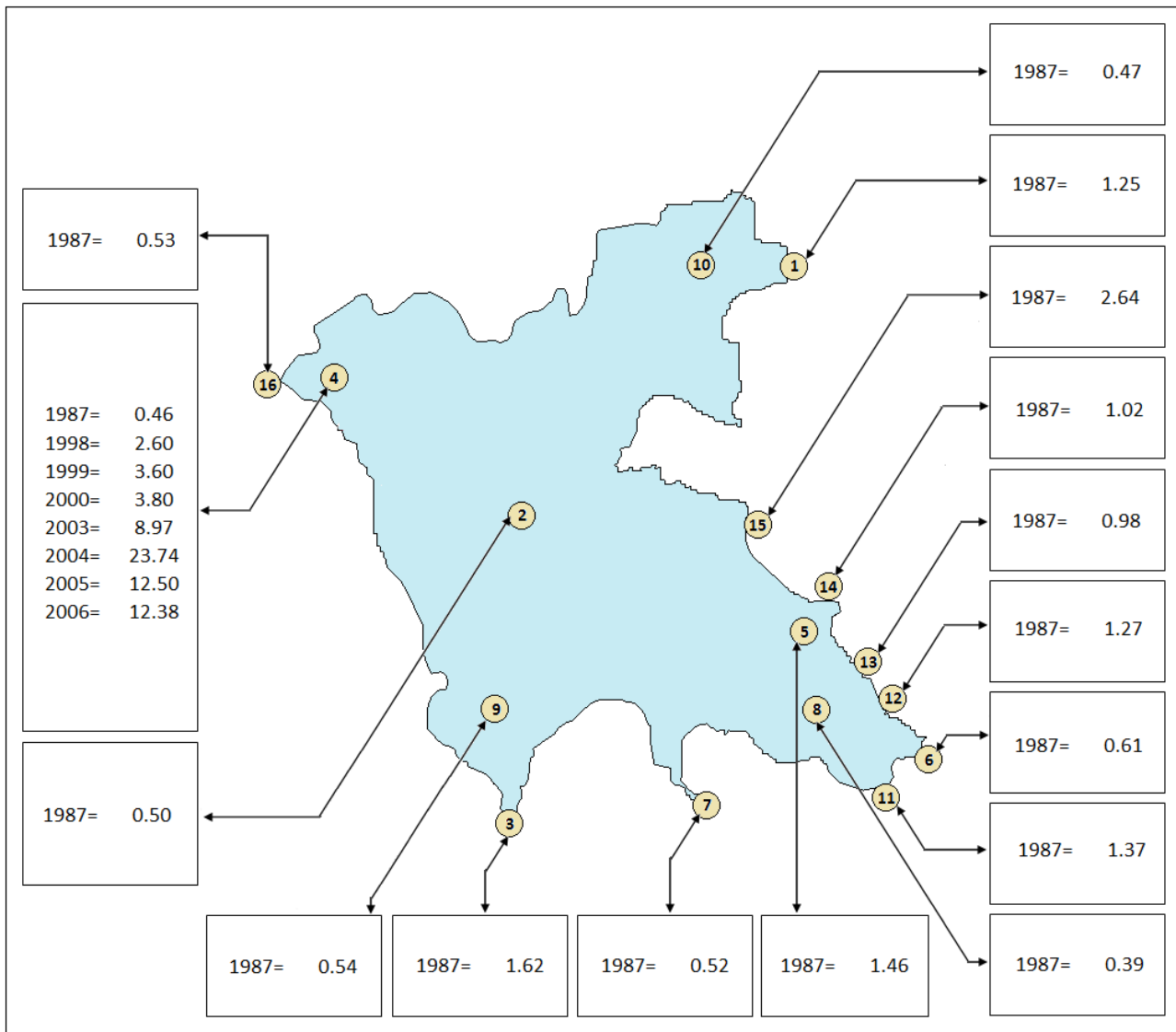


Figura 3. 10 Evaluación histórica de la variación de la turbiedad comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en UTN

Detergentes (S.A.A.M.)

Los detergentes son un indicador de descargas de agua residual; la NOM-127-SSA1-1994 establece un límite máximo de 0.5 mg/l. En los estudios disponibles de 1987 no fue determinado. En general, para el periodo analizado este parámetro se encuentra en una concentración baja con respecto a la norma 127, pero en 2005 la estación 4 (Cortina) presentó un valor máximo de 4.57 mg/l (Figura 3.11).

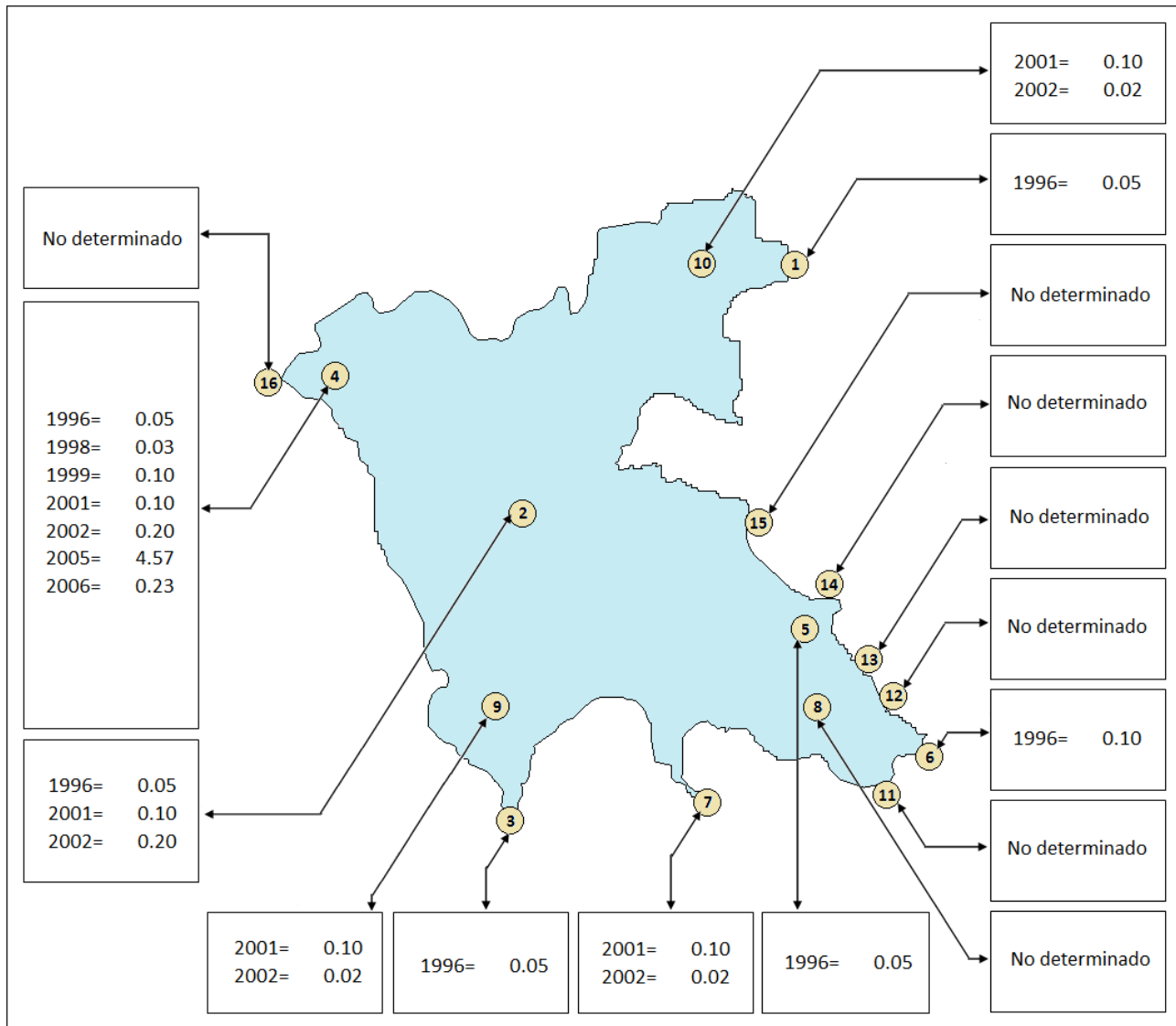


Figura 3. 11 Evaluación histórica de la variación de detergentes en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Coliformes totales

Los coliformes totales son característicos de contaminación de tipo bacteriológico por desechos humanos y animales, lo que representa un riesgo para la salud. La NOM-127-SSA1-1994 establece que los coliformes totales no deben estar presentes en el agua. Los estudios entre 1996 y 2006 revelaron un considerable aporte de coliformes, que rebasa por mucho a la norma, además de que es un riesgo a la salud. De los datos obtenidos se registro en la estación 4 (Cortina) un valor máximo de 23,682.13 NMP/100 ml de coliformes totales, mientras que el menor valor fue en el 2000 en la misma estación con un valor de 19 NMP/100 ml (Figura 3.12).

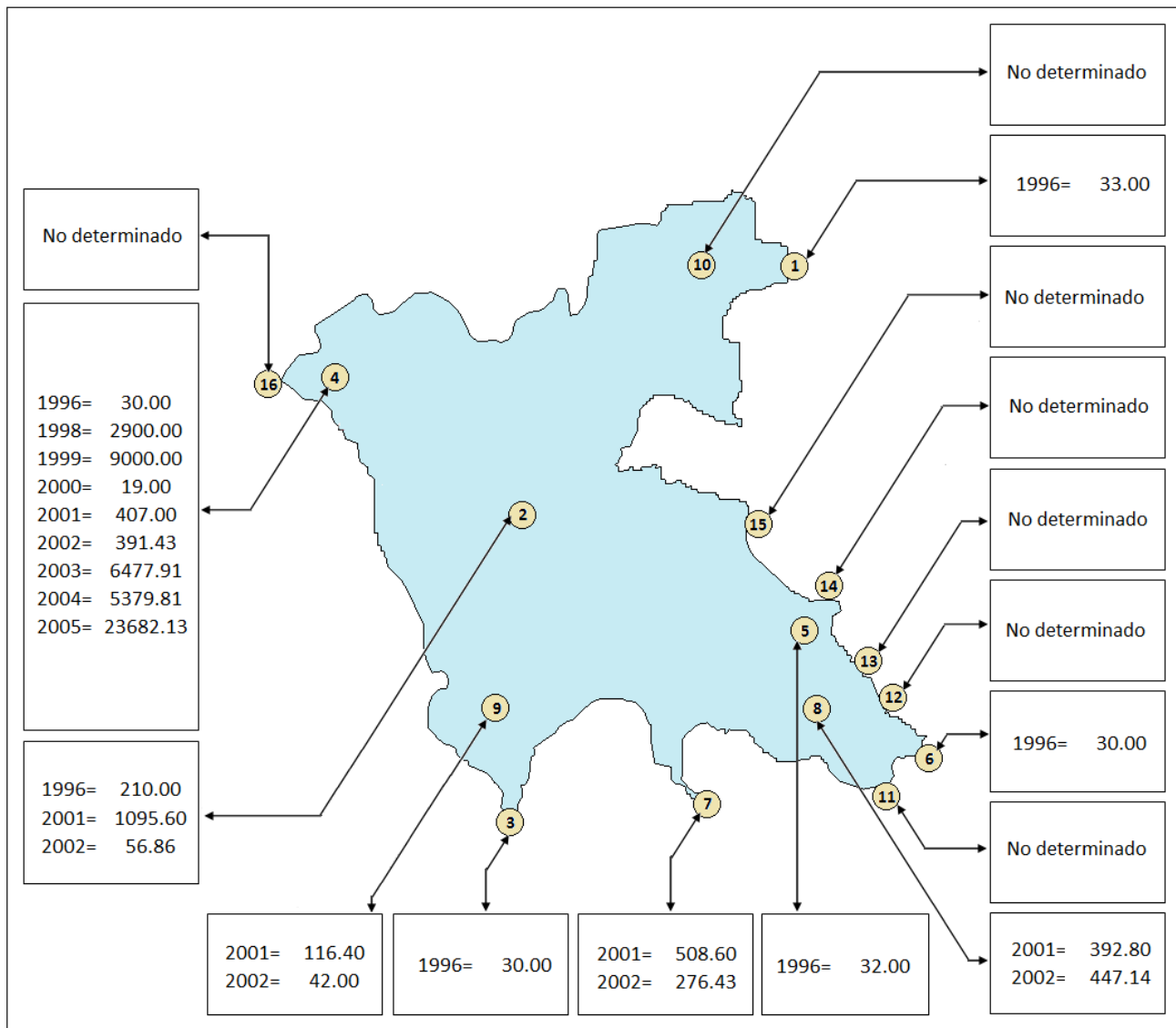


Figura 3. 12 Evaluación histórica de la variación de la presencia de coliformes totales en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en NMP/100 ml

Coliformes fecales

La NOM-127-SSA1-1994 establece que no debe haber presencia de coliformes fecales en el agua. Las estaciones determinaron coliformes durante el periodo de 1998 a 2006 y muestran un incremento considerable a través del los años. El registro máximo fue en 2006 en la estación 4 (Cortina) con un valor de 62,323.67 NMP/100 ml mientras que el menor valor fue de 2.71 NMP/100 ml en la estación 9 (Casa punta) en 2002 (Figura 3.13).

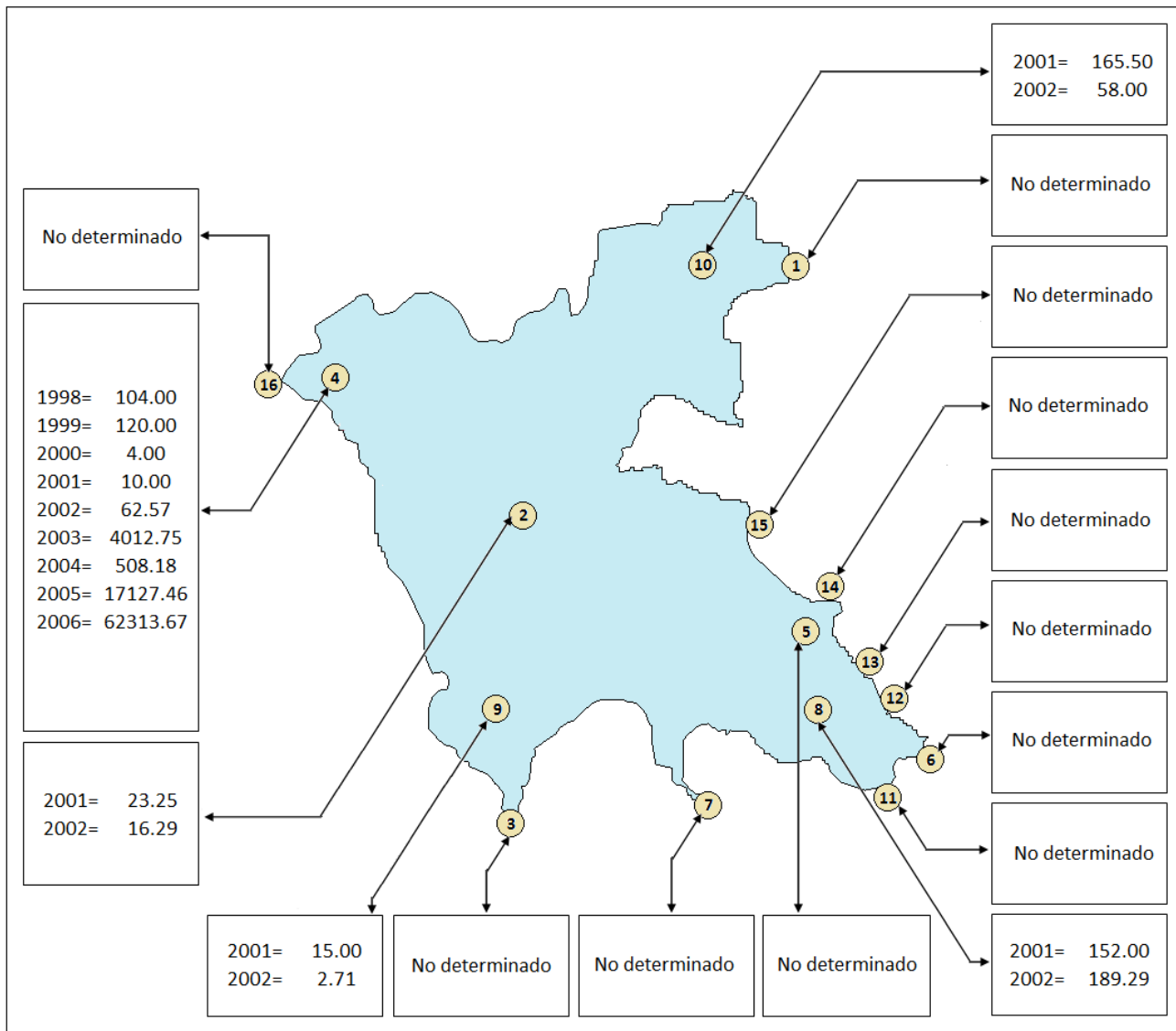


Figura 3. 13 Evaluación histórica de la variación de la presencia de coliformes fecales en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Nota: Unidades en NMP/100 ml

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Grasas y aceites

Son un indicativo del grado de contaminación del agua por usos industriales y humanos. La NOM-001-SEMARNAT-1996 marca un límite máximo de 15 mg/l como promedio mensual en los embalses naturales y artificiales para uso público. En 1996 se determinó un valor máximo de 2.70 mg/l en la estación 7 (González) mientras que el valor mínimo fue de 0.20 en la estación 4 (Cortina) (Figura 3.14).

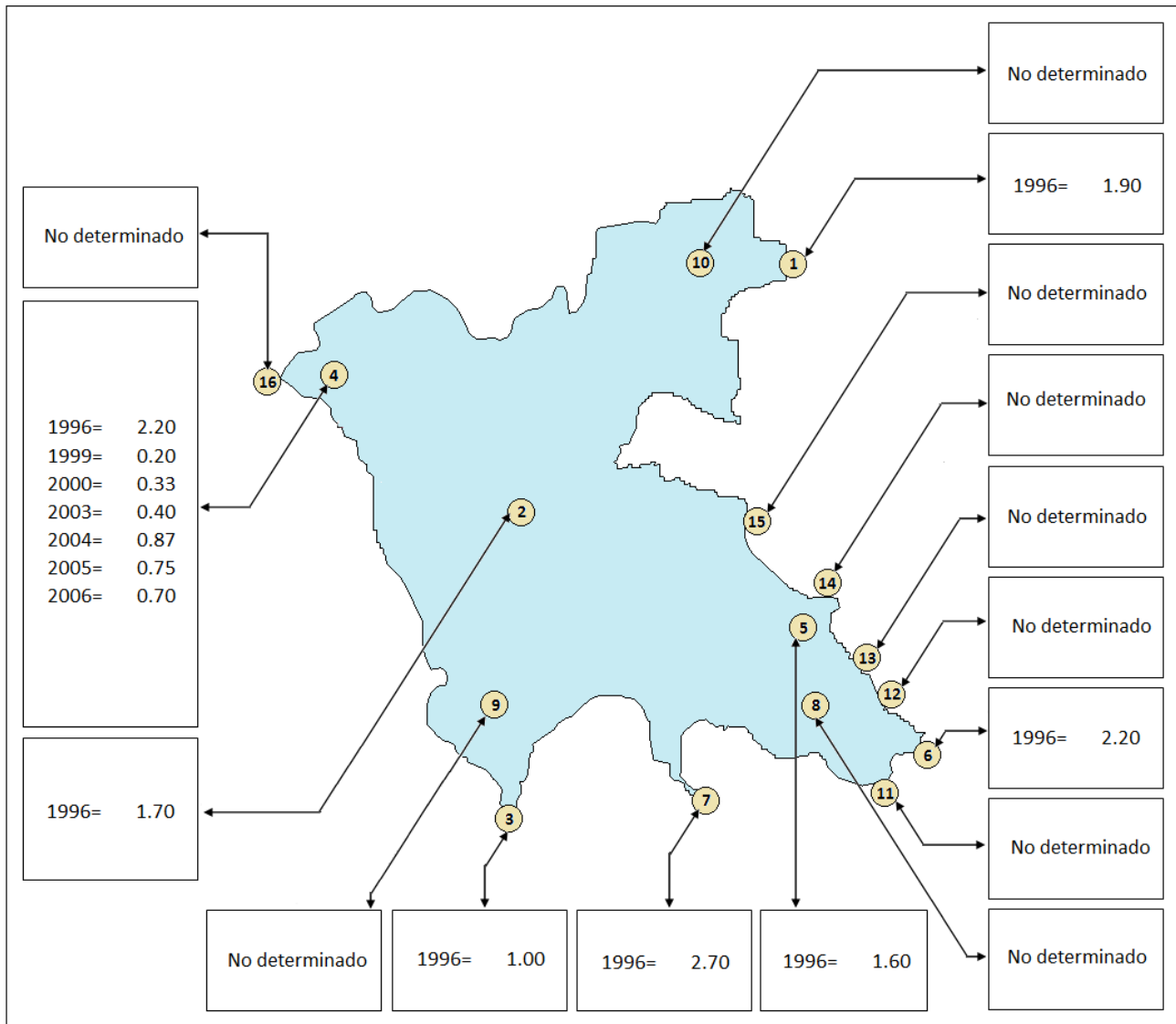


Figura 3. 14 Evaluación histórica de la variación de grasas y aceites en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Color

El color es un parámetro que indica directamente la calidad estética del agua. La NOM-127-SSA1-1994 establece que el valor máximo que debe tener el agua es de 20 unidades Pt-Co (platino cobalto) para el consumo. En los estudios se encontró un valor máximo de 85.00 unidades de Pt-Co en la estación 3 (Carrizal) en 1987 y una mínima de 7.20 unidades de Pt-Co en la estación 4 (Cortina) en 1999 (Figura 3.15).

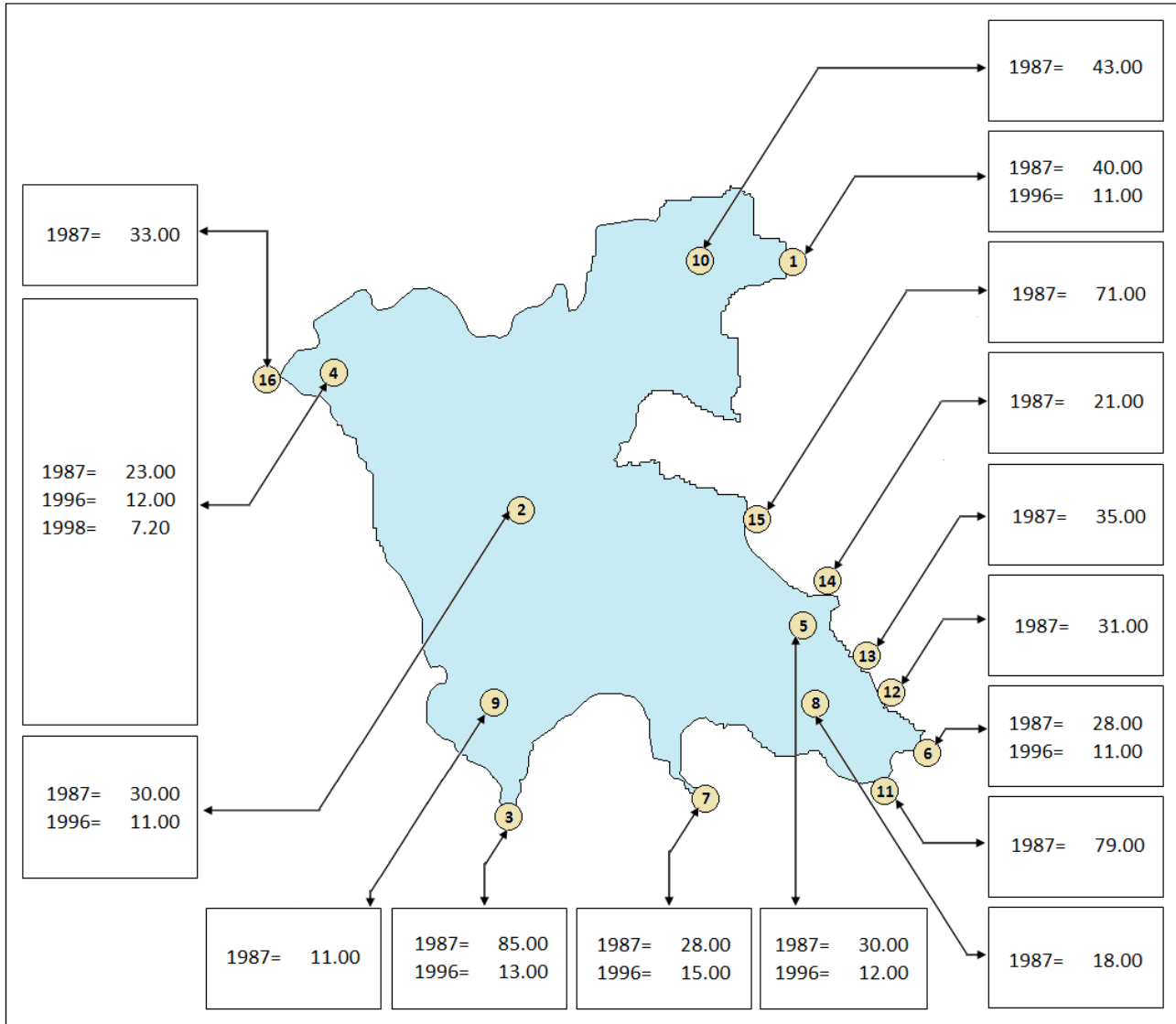


Figura 3. 15 Evaluación histórica de la variación del color en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en Pt-Co

Conductividad

La conductividad eléctrica es un parámetro que sirve como indicador del contenido mineral del agua. En México la conductividad promedio del agua potable es de 300 a 1000 $\mu\text{mhos/cm}$. En la estación 9 (Casa punta) del 2002 se registro la conductividad más alta con 159.70 $\mu\text{mhos/cm}$, mientras que la más baja se presentó en la estación 4 (Cortina) en 2005 con un valor de 14.78 $\mu\text{mhos/cm}$ (Figura 3.16).

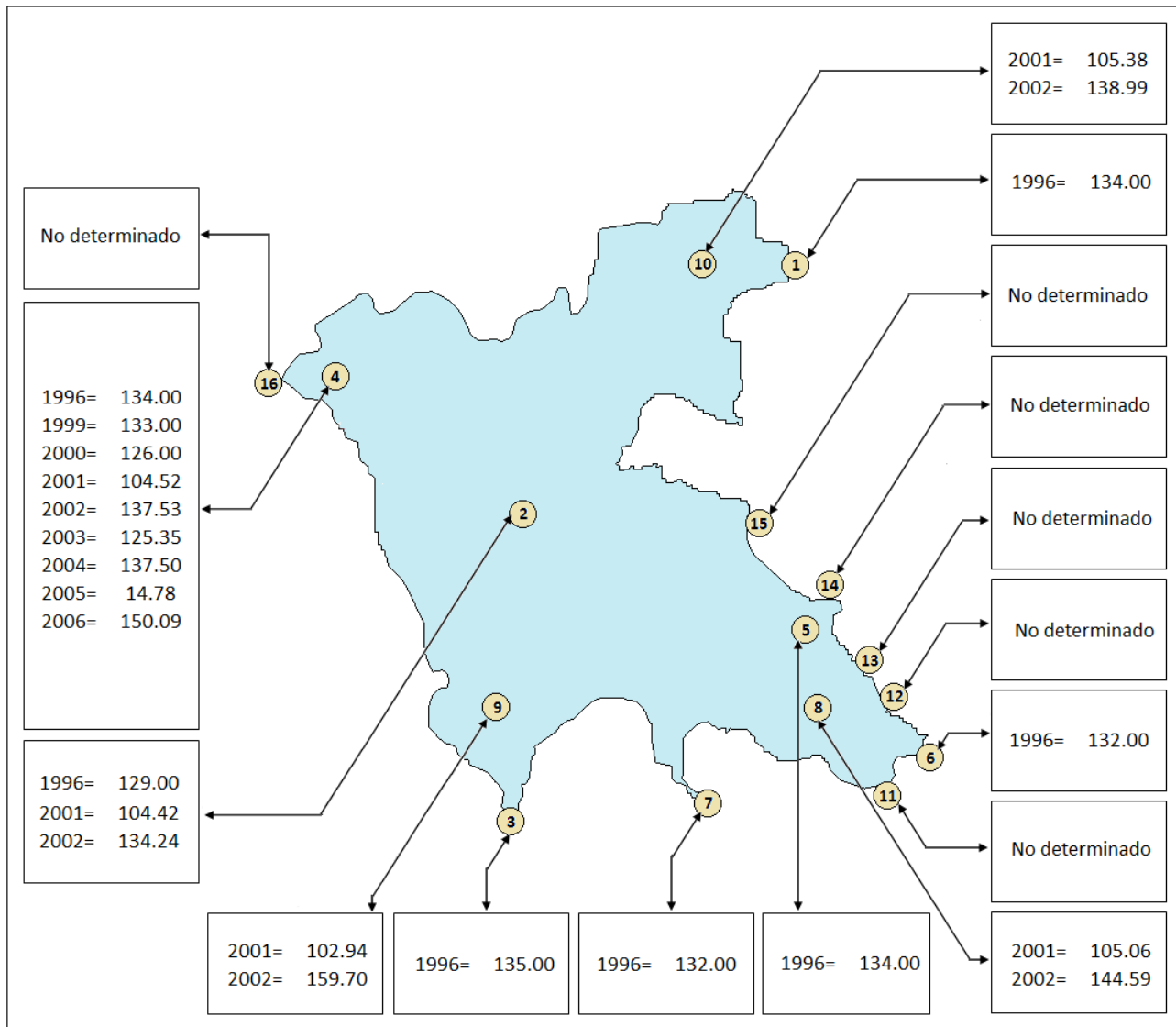


Figura 3. 16 Evaluación histórica de la variación de la conductividad del agua en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en $\mu\text{mhos/cm}$

Dureza

La dureza del agua es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles. En calderas y sistemas enfriados por agua, se producen incrustaciones en las tuberías y una pérdida en la eficiencia de la transferencia de calor.

Otro aspecto importante es que le da un sabor indeseable al agua potable. La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/l de dureza pero con niveles superiores a 500 mg/l son indeseables para su uso doméstico. La NOM-127-SSA1-1994 establece como límite máximo de dureza una concentración de 500 mg/l como CaCO_3 .

El valor más alto de contenido de dureza fue de 159.00 mg/l en la estación 6 (Molino) en 1996 mientras que el valor mínimo fue de 50.00 mg/l en la estación 7 (González) en 1987 (Figura 3.17).

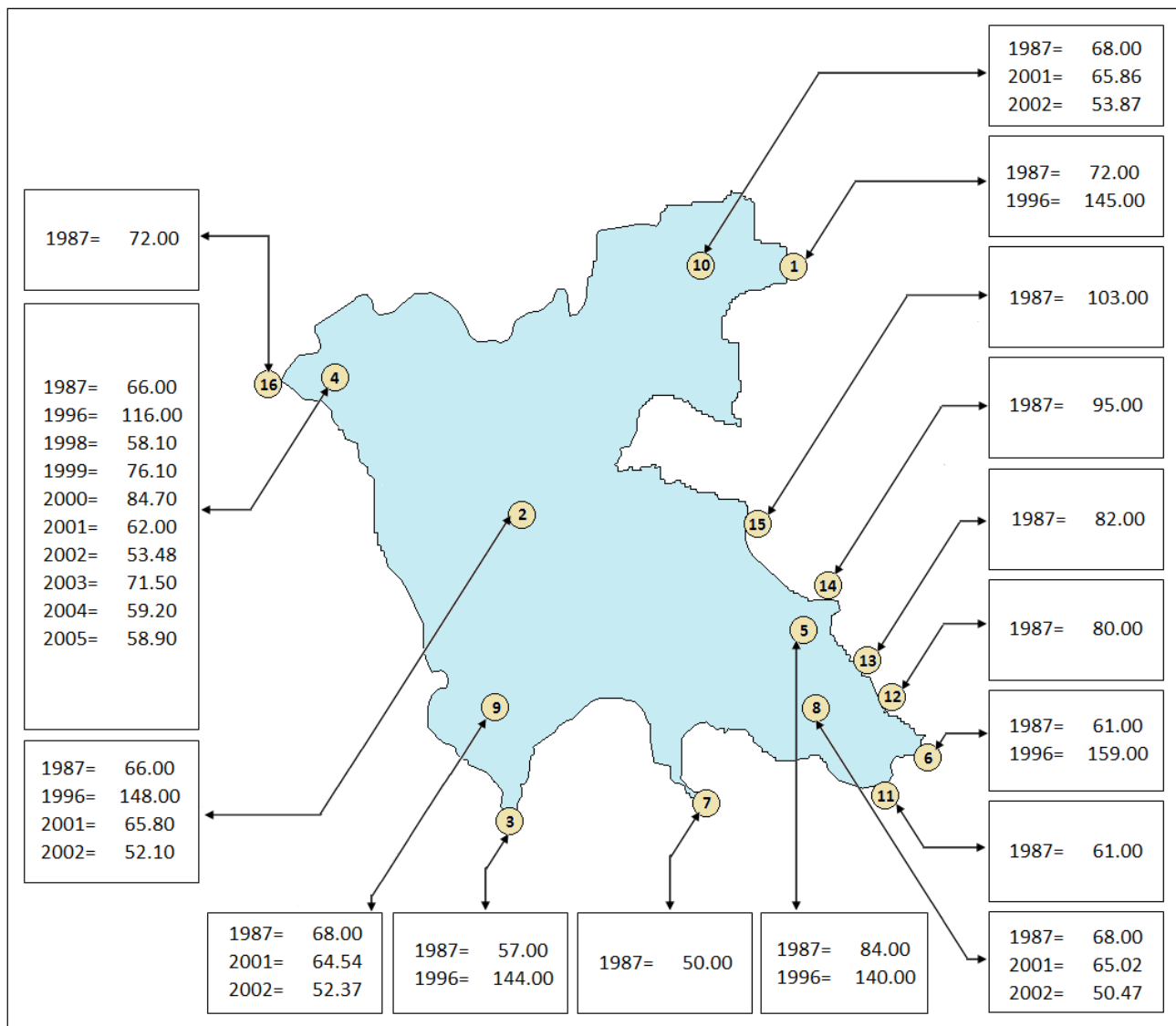


Figura 3. 17 Evaluación histórica de la variación de dureza del agua en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Fosfatos

Los fosfatos se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras. Los fosfatos, al igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas. Cuando entra demasiado fosfato al agua, florece el crecimiento de plantas o algas. Grandes poblaciones de plantas producen oxígeno en las capas superiores del agua, pero cuando las plantas mueren y caen al fondo, son descompuestas por las bacterias que usan gran parte del oxígeno disuelto (OD).

En este caso la NOM-001-SEMARNAT-1996 establece que las descargas en aguas naturales y artificiales para uso público no deben rebasar de 5 mg/l como promedio mensual. El valor más alto registrado fue de 2.00 mg/l en la estación 15 (Mercado) en 1987, mientras que el valor más bajo fue de 0.01 mg/l en varias estaciones en 1987 (Figura 3.18).

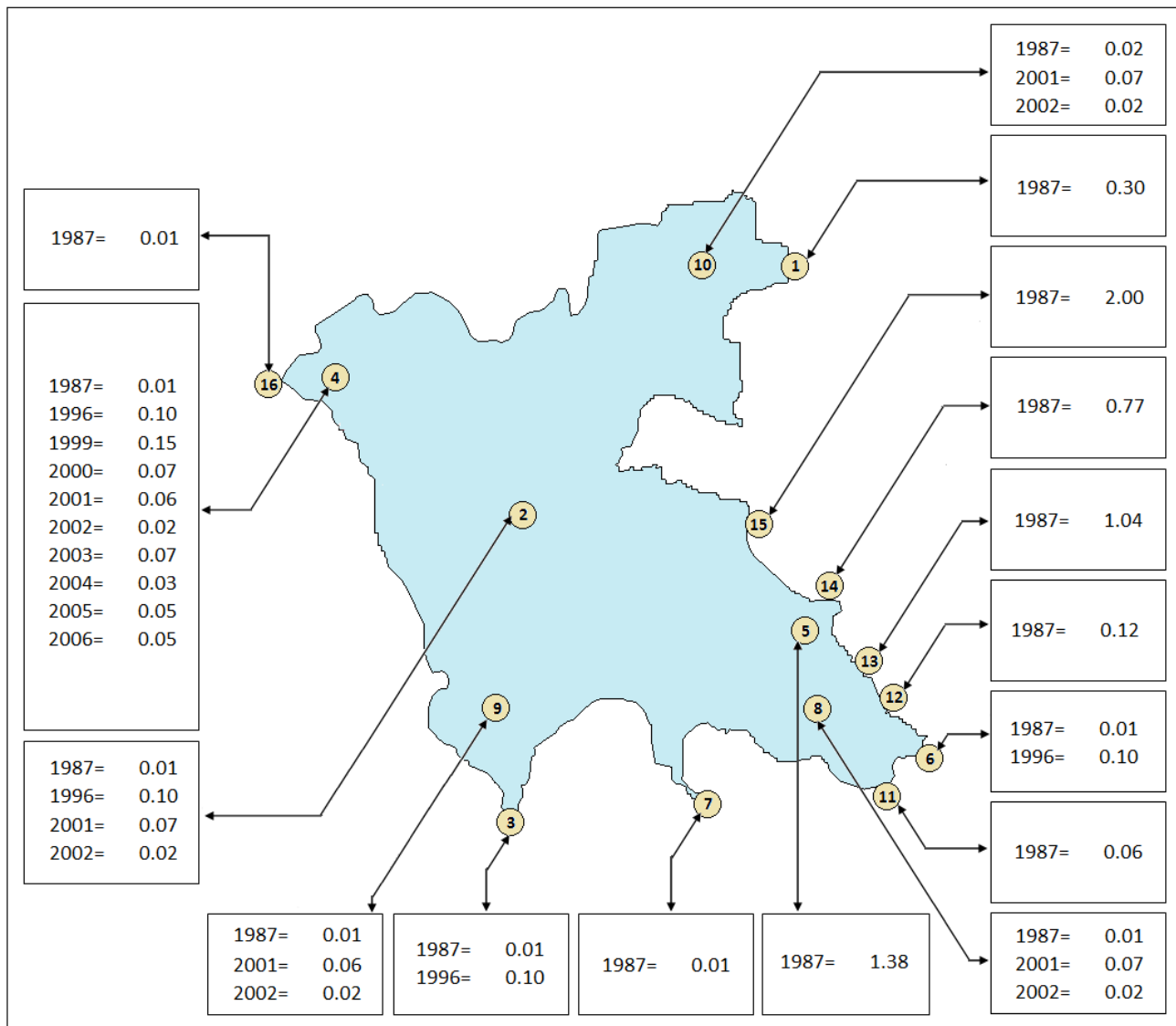


Figura 3. 18 Evaluación histórica de la variación de fosfatos en el embalse comprendida en el periodo (1987-2006)

Fuente: Semarnat, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2002.

Nota: Unidades en mg/l

Metales pesados

Los estudios de la Comisión Nacional del Agua (1998, 1999 y 2000) registraron concentraciones de arsénico, cadmio, cianuros, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc entre otros metales en la estación 4 (Cortina). La NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-127-SSA1-1994 establecen los límites máximos permisibles de la concentración de metales pesados (Cuadro 3.27). El mercurio y el aluminio son los principales componentes que rebasaron la NOM-127-SSA1-1994 en 1998 y 1999 respectivamente mientras que los demás metales tienen poca concentración con respecto a las normas mencionadas.

Cuadro 3. 27 Metales pesados encontrados en la estación 4 y límites permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-127-SSA1-1994

PARÁMETROS	UNIDADES	1998	1999	2000	NOM-001-SEMARNAT-1996	NOM-127-SSA1-1994
Cianuro (CN)	mg/l	0.003	0.009	0.002	1.0	0.07
Sodio (Na)	mg/l	82.665	8.109	9.075	-	200
Bario (Ba)	mg/l	0.0199	0.023	0.013	-	0.70
Aluminio (Al)	mg/l	0.113	0.197	0.111	-	0.20
Cadmio total (Cd)	mg/l	ND	0.008	0	0.1	0.005
Cromo (Cr)	mg/l	ND	0.001	0.008	0.5	0.05
Cobre (Cu)	mg/l	0.028	0.002	0.011	4.0	2.00
Fierro (Fe)	mg/l	0.127	0.17	0.147	-	0.30
Plomo (Pb)	mg/l	ND	ND	0	0.2	0.01
Manganeso (Mn)	mg/l	0.022	0.02	0.012	-	0.15
Zinc (Zn)	mg/l	0.052	0.03	0.03	10	5.00
Arsénico (As)	mg/l	ND	ND	0	0.1	0.05
Mercurio (Hg)	mg/l	0.0115	ND	0	0.005	0.001

ND=No disponible

NOTA: Los límites máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996 son por promedio mensual para embalses naturales y artificiales para uso público.

Fuente: Comisión Nacional del Agua

3.4.2. Análisis del Índice de Calidad del agua

Los resultados del ICA se indican en el Cuadro 3.28, mientras que la ubicación espacial de los resultados se muestra en la Figura 3.19. Las tablas de cálculo se muestran en el ANEXO B de este trabajo.

Cuadro 3. 28 Resultados históricos del Índice de Calidad del Agua en cada uno de las estaciones de la Presa Valle de Bravo

Numero	Estaciones	Año	ICA	Calificación
1	Amanalco	1987	67	Poco contaminado
		1996	66	Poco contaminado
2	Centro presa	1987	81	Aceptable
		1996	69	Poco contaminado
		2001	66	Poco contaminado
		2002	75	Aceptable
3	Carrizal	1987	84	Aceptable
		1996	70	Aceptable
4	Cortina	1987	79	Aceptable
		1996	70	Aceptable
		1998*	62	Poco contaminado
		1999**	65	Poco contaminado
		2000**	78	Aceptable
		2001**	80	Aceptable
		2002**	65	Poco contaminado
		2003	57	Poco contaminado
		2004	56	Poco contaminado
2005	55	Poco contaminado		
2006	72	Aceptable		
5	Muelle Municipal	1987	58	Poco contaminado
		1996	67	Poco contaminado
6	Molino	1987	88	No contaminado
		1996	68	Poco contaminado
7	Gonzales	1987	87	No contaminado
		1996	57	Poco contaminado
8	Club de Yates	1987	77	Aceptable
		2001	66	Poco contaminado
		2002	73	Aceptable
9	Casa Punta	1987	86	No contaminado
		2001	67	Poco contaminado
		2002	70	Aceptable
10	Cristo	1987	79	Aceptable
		2001	71	Aceptable
		2002	78	Aceptable
11	Sta. Mónica	1987	79	Aceptable
12	Club Náutico	1987	82	Aceptable
13	Iglesia	1987	58	Poco contaminado
14	Capitanía del puerto	1987	52	Poco contaminado
15	Mercado	1987	45	Contaminado
16	Efluente	1987	62	Poco contaminado

* Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México, CNA

** Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México.

IMTA

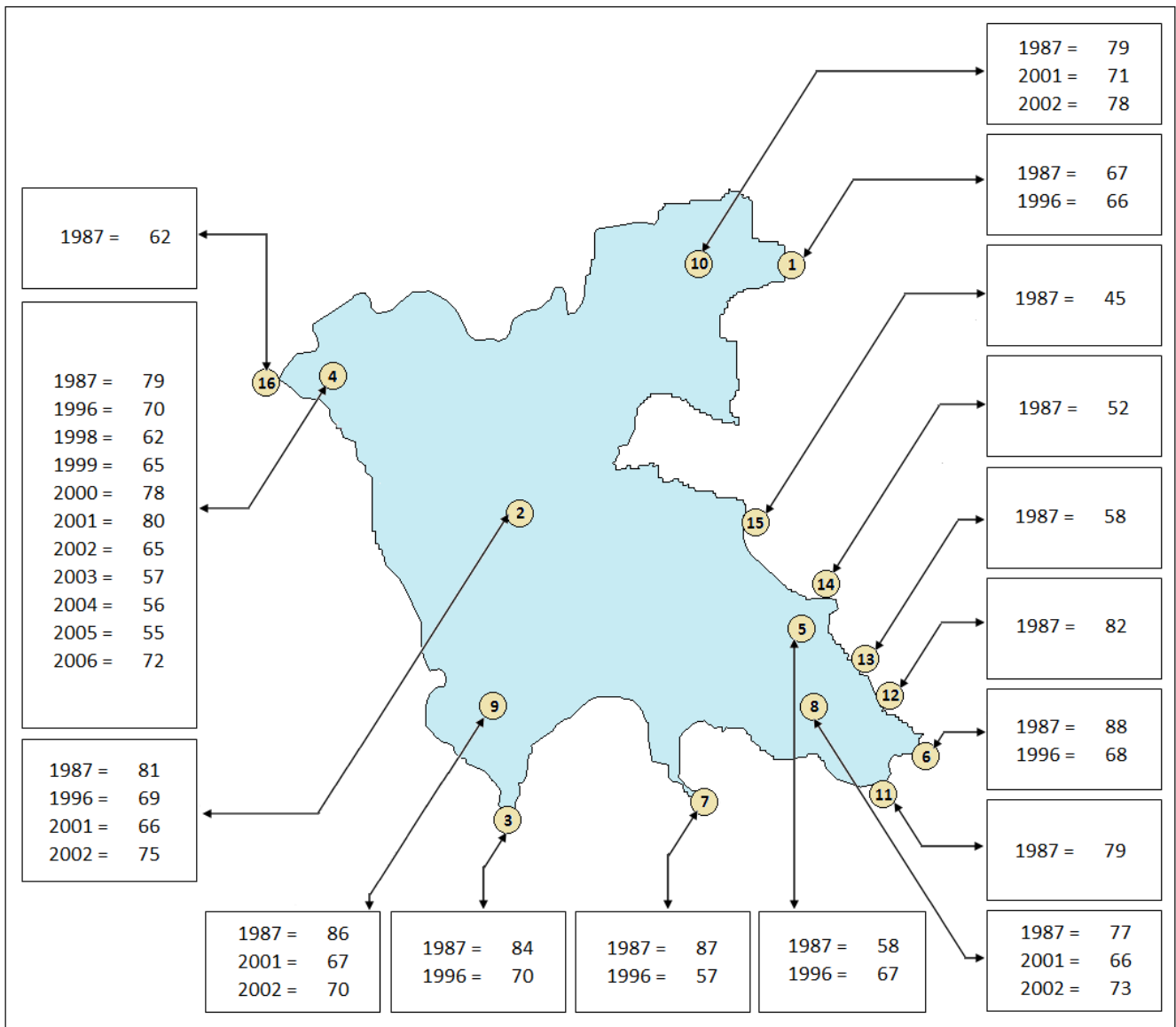


Figura 3. 19 Representación de los resultados históricos del Índice de Calidad del Agua en cada uno de las estaciones

3.4.3. Conclusiones y comentarios

Conclusiones

Con base en los estudios realizados en el embalse de la presa de Valle de Bravo durante el periodo 1987-2006 se concluye que la calidad del agua ha variado considerablemente de acuerdo a la evaluación del ICA, la calificación del último año (2006) considera que la calidad del agua es:

- A) Aceptable para cualquier deporte acuático y navegación.
- B) Apta para todos los organismos acuáticos
- C) Aplicable para uso industrial y la agricultura, considerando un tratamiento del agua en función del tipo de industria y cultivo
- D) Es necesaria la potabilización para el abastecimiento público.

La concentración de coliformes totales y fecales ha aumentado de manera significativa entre 1987 a 2006, rebasando los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-001-SEMARNAT-1996 indicando una contaminación bacteriológica y de materia orgánica.

Con respecto a los metales pesados la concentración del aluminio puede representar problemas durante el proceso de desinfección del agua para consumo humano.

Las principales fuentes de contaminación del agua en el embalse son las descargas de aguas residuales municipales sin ningún tratamiento, la erosión hídrica en la zona así como el desarrollo de actividades náuticas motorizadas y aporte de sedimentos (nutrientes) por actividades de agricultura.

Comentarios

Los estudios analizados con el Índice de Calidad del Agua, señalan como resultado que el agua del embalse se encuentra en condiciones aceptables para todo propósito excepto para consumo humano; sin embargo, el número de parámetros que se usaron para calcular el ICA fue variando debido a que en los estudios no se determinaron siempre los mismos parámetros.

Otro aspecto importante es que la información que se obtuvo de todos los estudios realizados en el embalse fueron limitados, en especial, los últimos años, no se encontró información disponible o en su defecto la información completa para el público de este tema.

Como recomendación es necesario que los estudios que se hagan en el futuro tengan la ubicación exacta de los lugares de muestreo, procurando incluir parámetros de calidad básicos que se determinen en el vaso de la presa Valle de Bravo y que permitan lograr un análisis cronológico comparativo, que conduzca a un conocimiento más sustentado de la evolución de la calidad del agua.

4. ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DEL VASO DE LA PRESA DE VALLE DE BRAVO

Con la finalidad de tener información actualizada sobre la calidad del agua del vaso de la presa Valle de Bravo, como parte del proyecto PAPIIT IN107710 “Monitoreo de la calidad del agua mediante el uso de la percepción remota”, se llevó a cabo una campaña de muestreo. Los sitios de muestreo fueron determinados a partir de un análisis digital de imágenes satelitales correspondientes a la zona del embalse.

En campo se realizaron las actividades necesarias para la obtención y preservación de muestras. Algunos de los parámetros fueron medidos in situ, otros fueron determinados el mismo día del muestreo con equipo de campo, y el resto fueron determinados en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingeniería al día siguiente del muestreo. Los resultados de los parámetros fueron representados y analizados usando el programa SURFER 8; dicho programa está orientado a la representación topográfica de variables localizadas espacialmente así como también a la generación de modelos tridimensionales como curvas de nivel.

Además del análisis espacial con el SURFER 8, se determinó el Índice de Calidad del Agua (ICA) para calificar la calidad actual que tiene el embalse de Valle de Bravo.

4.1. Determinación de los sitios de muestreo

Para la determinación de los sitios de muestreo en el vaso de la presa Valle de Bravo fueron utilizadas imágenes satelitales, las cuales se analizaron digitalmente agrupando los diferentes datos de la imagen en clases espectrales. Con base en el análisis espectral e incluyendo sitios de muestreo en todo el embalse, se definió la ubicación de 50 sitios.

La Figura 4.1 es resultado del análisis digital muestra la ubicación de los sitios propuestos para el muestreo.

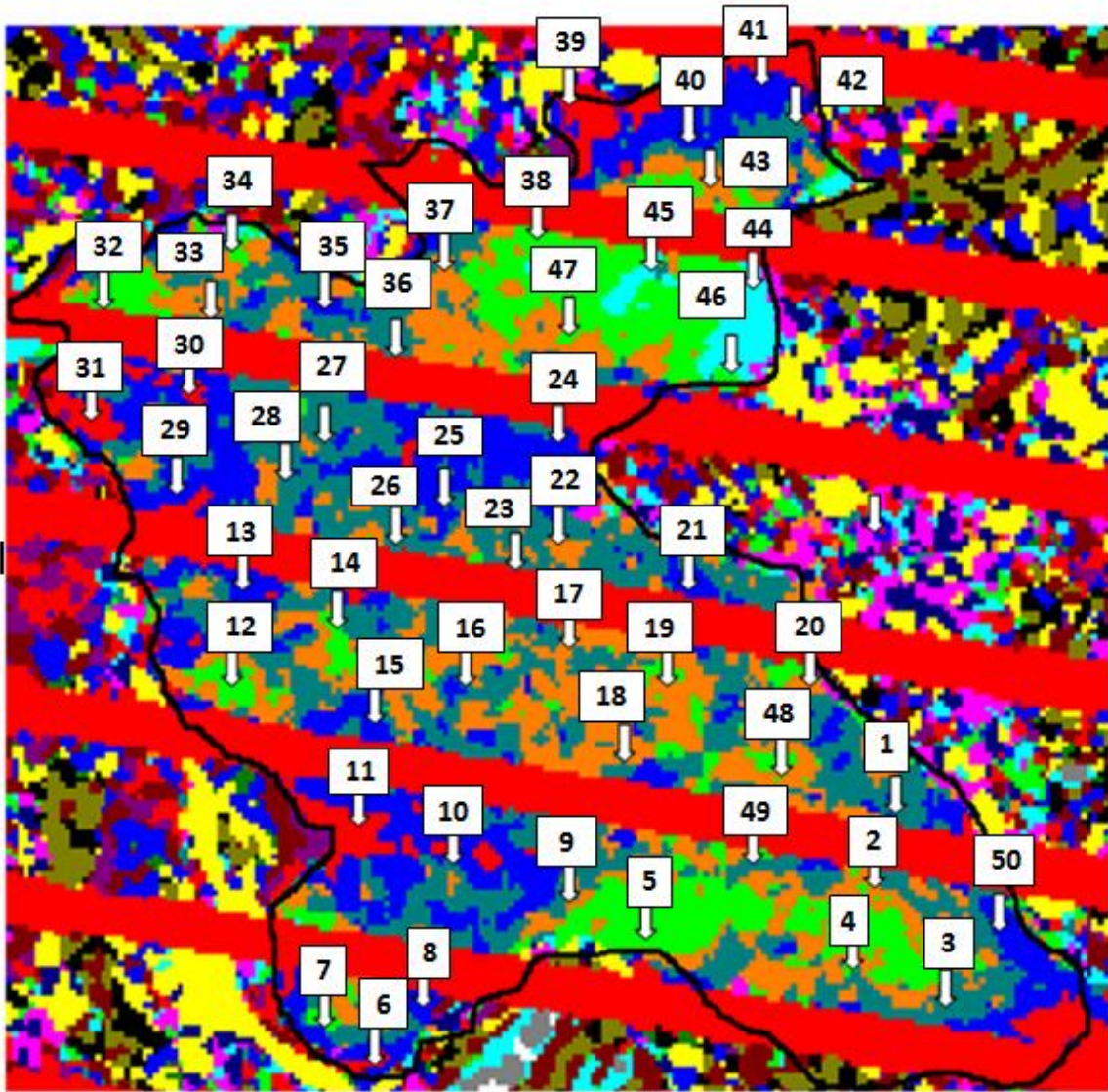


Figura 4. 1 Imagen de la región correspondiente al embalse de Valle de Bravo con los 50 puntos de muestreo distribuidos por toda su área

Fuente: UGSC, Análisis ILWIS

El Cuadro 4.1 presenta las coordenadas geográficas de los sitios de muestreo. Los renglones sombreados son aquellos que tienden a ser descartados debido a un bandeo que se presenta en la imagen satelital por una falla en los sensores. Dado que este trabajo forma parte del proyecto “Monitoreo de la calidad del agua mediante percepción remota”, en el que será necesario correlacionar datos de campo y de imagen, no se incluyen 9 sitios que se ubican en las zonas de bandeo. Los renglones marcados en amarillo son estaciones donde se determinaron parámetros complementarios (Coliformes, DBO₅, etc.). El muestreo en campo se realizó el 24 de abril de 2010.

Cuadro 4. 1 Coordenadas de los sitios de muestreo

Estación de muestreo	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
1	19° 11 '13 ''N	100° 08 '07 '' W
2	19° 11 '01 ''N	100° 08 '11 '' W
3	19° 10 '41 ''N	100° 07 '58 '' W
4	19° 10 '45 ''N	100° 08 '13 '' W
5	19° 10 '51 ''N	100° 08 '49 '' W
6	19° 10 '30 ''N	100° 09 '37 '' W
7	19° 10 '35 ''N	100° 09 '45 '' W
8	19° 10 '47 ''N	100° 09 '29 '' W
9	19° 10 '58 ''N	100° 09 '02 '' W
10	19° 11 '03 ''N	100° 09 '23 '' W
11	19° 11' 11 ''N	100° 09' 41'' W
12	19° 11 '33 ''N	100° 10 '03 '' W
13	19° 11 '50 ''N	100° 10 '01 '' W
14	19° 11 '42 ''N	100° 09 '44 '' W
15	19° 11 '27 ''N	100° 09 '37 '' W
16	19° 11 '35 ''N	100° 09 '23 '' W
17	19° 11' 40'' N	100° 09' 04'' W
18	19° 11 '22 ''N	100° 08 '56 '' W
19	19° 11 '33 ''N	100° 08 '47 '' W
20	19° 11' 34'' N	100° 08' 23'' W
21	19° 11 '49 ''N	100° 08 '43 '' W
22	19° 11 '53 ''N	100° 09 '07 '' W
23	19° 11 '53 ''N	100° 09 '11 '' W
24	19° 12 '13 ''N	100° 09 '05 '' W
25	19° 12 '03 ''N	100° 09 '27 '' W
26	19° 11 '57 ''N	100° 09 '35 '' W
27	19° 12 '14 ''N	100° 09 '45 '' W
28	19° 12 '08 ''N	100° 09 '53 '' W
29	19° 12 '06 ''N	100° 10 '13 '' W
30	19° 12' 20'' N	100° 10' 08'' W
31	19° 12 '18 ''N	100° 10' 27'' W
32	19° 12 '36 ''N	100° 10 '27'' W
33	19° 12 '35 ''N	100° 10 '07'' W
34	19° 12 '44 ''N	100° 10' 02'' W
35	19° 12 '35 ''N	100° 09 '46 '' W
36	19° 12 '29 ''N	100° 09 '34 '' W
37	19° 12 '43 ''N	100° 09 '26 '' W
38	19° 12' 45'' N	100° 09'08'' W
39	19° 13 '11 ''N	100° 09 '04 '' W
40	19° 13 '02 ''N	100° 08 '45 '' W
41	19° 13 '13 '' N	100° 08 '31 '' W
42	19° 13 '06 ''N	100° 08 '26 '' W
43	19° 12 '55 ''N	100° 08 '39 '' W
44	19° 12' 39'' N	100° 08' 32'' W
45	19° 12' 42'' N	100° 08' 50'' W
46	19° 12 '25 ''N	100° 08 '33 '' W
47	19° 12 '30 ''N	100° 09 '04 '' W
48	19° 11 '19 ''N	100° 08 '28 '' W
49	19° 11' 04'' N	100° 08' 37'' W
50	19° 10 '53 ''N	100° 07 '43 '' W

4.2. Técnicas de muestreo y preservación de muestras y análisis

4.2.1. Muestreo

Se tomaron muestras simples de agua para su posterior análisis (1/2 litro). Para la determinación de análisis físico-químicos se recolectaron muestras en envases limpios (1 litro). Para la determinación de análisis bacteriológicos, se tomaron las muestras en frascos winkler; dichos frascos estaban estériles y declorados.

Procedimiento de toma de muestras

Para llevar a cabo la toma de muestras, para análisis físico-químicos, se enjuagaba el envase con el agua del vaso de la presa, para después tomar la muestra. En el caso de los frascos winkler no se realizaba este procedimiento debido a que contenían tiosulfato de sodio como declorante. Se introducía el frasco bajo la superficie, teniendo especial cuidado en evitar que el agua que entraba al frasco tocara primero las manos de quien tomaba la muestra, pues eso provocaría la contaminación de dicha muestra; una vez que se tenía el volumen deseado (aproximadamente al hombro de la botella) en el frasco, éste se tapaba. Cada muestra fue marcada con un número con el que se le podría identificar, pues ese mismo número se registraba en la memoria del medidor multiparamétrico con GPS HANNA HI 9828, almacenando las coordenadas y la hora del muestreo, así como otros parámetros. Las Figuras 4.2 y 4.3 muestran el procedimiento de toma de muestras para análisis microbiológicos.



Figura 4. 2 Recolección de muestras simples para análisis físico-químicos



Figura 4. 3 Obtención de muestras con el frasco Winkler

4.2.2. Preservación

Una vez que las muestras fueron tomadas y los frascos fueron tapados y etiquetados, se conservaron en hielo hasta que fueron trasladadas al laboratorio al día siguiente, en donde se les realizaron los análisis correspondientes o bien, se les colocó en refrigeración hasta que fueron estudiadas.

4.2.3. Análisis de campo y laboratorio

En el sitio de muestreo se determinaron los siguientes parámetros:

- Temperatura
- pH
- OD
- Conductividad
- Resistividad
- Sólidos disueltos totales
- Salinidad
- Presión atmosférica
- Turbiedad

Parámetros determinados con el medidor multiparamétrico con GPS HANNA HI 9828

Los parámetros antes mencionados, con excepción de la turbiedad, fueron obtenidos empleando el medidor multiparamétrico con GPS HANNA HI 9828; empleando este aparato, también fue posible calcular las coordenadas geográficas del sitio donde fueron obtenidas las muestras. Las Figuras 4.5 y 4.6 muestran el medidor multiparamétrico con GPS.

La información que proporciona el GPS del medidor multiparamétrico sobre la ubicación de los sitios de muestreo, puede verse usando el software *Google maps*. Este aparato está provisto de una sonda multisensor gracias a la cual pueden medirse parámetros como el porcentaje de oxígeno disuelto, conductividad, pH y

temperatura; también es posible usar la sonda con diferentes medidores, la sonda multisensor aloja 3 electrodos diferentes, uno para medir oxígeno disuelto, otro para medir conductividad eléctrica y uno más para obtener el pH.

Para cada uno de los parámetros que pueden medirse con el HI 9828 se puede realizar una calibración diferente, o bien hay una calibración rápida a un punto para todos los parámetros. Cuando se utiliza el medidor multiparámetro en campo, es conveniente y práctico realizar la calibración rápida, pues requiere únicamente de una solución de calibración (HI 9828-25). La forma de realizar la calibración se describe detalladamente en el manual del instrumento.

Para realizar las mediciones basta con conectar la sonda al medidor, fijar el capuchón protector a la sonda y sumergirla en el sitio en donde se tomara la muestra. Las lecturas de los parámetros se visualizarán en el medidor y pueden guardarse en el mismo para revisarlas posteriormente. El dispositivo se muestra en la Figura 4.4.



Figura 4. 4 Medidor multiparámetro con GPS HI 9828

Medición de turbiedad en campo

Se llevó a cabo la determinación de la turbiedad en campo haciendo uso de un disco Secchi. Se introduce este disco en el agua del sitio del muestreo y se mide la longitud de la cadena que está conectada al disco, para la cual el disco Secchi deja de ser visible. En las Figuras 4.5, 4.6 y 4.7 se muestra imágenes el procedimiento de medición.

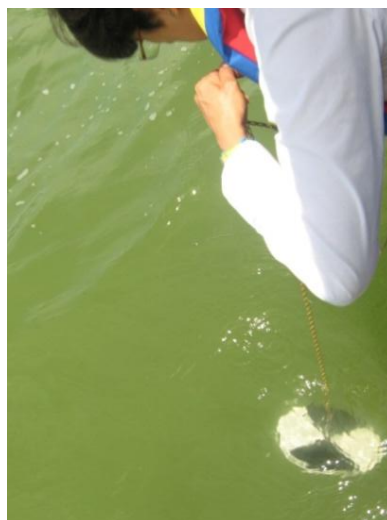


Figura 4. 5 Determinación de turbiedad por medio del disco Secchi

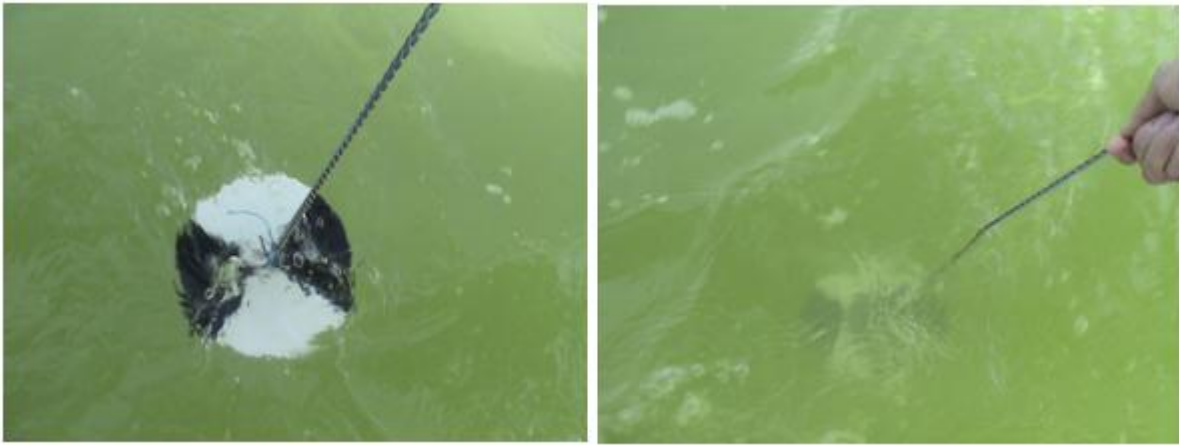


Figura 4. 6 Introducción del disco Secchi en el agua

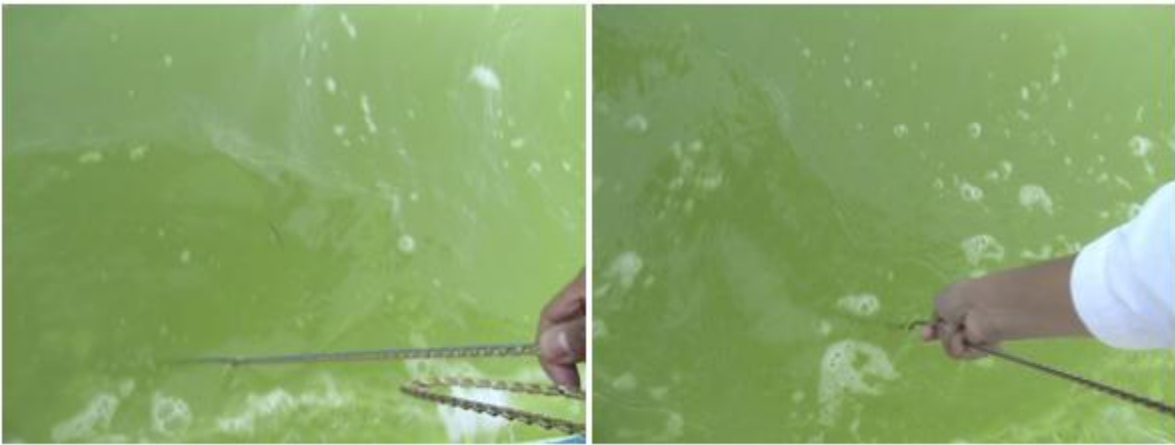


Figura 4. 7 Medición de la longitud de cadena cuando el disco deja de ser visible

Análisis de muestras en campo

Después de concluir el muestreo que duró aproximadamente 7 horas y durante la noche del mismo día en el que se realizó el muestreo y la madrugada del día siguiente, se realizaron los siguientes análisis: fosfatos, nitrógeno amoniacal y nitratos.

Para la realización de estos análisis se usó el Espectrofotómetro HACH DR 2800 para análisis de campo. Éste aparato tiene programas almacenados, que permiten realizar la medición de parámetros. Para cada medición se selecciona el programa y se sigue el procedimiento tal y como se indica en el manual; para realizar estas mediciones debe agregarse uno o, en algunos casos, dos reactivos a la muestra, agitar y esperar un tiempo de reacción, limpiar las celdas e introducir las en el Espectrofotómetro HACH DR 2800, para la medición del parámetro correspondiente en mg/l. La Figura 4.8 muestra el espectrofotómetro usado en campo.



Figura 4. 8 Manejo y operación de espectrofotómetro HACH DR 2800

En laboratorio

Los trabajos del laboratorio se iniciaron el domingo 25 de abril del 2010 a partir de las 13:00 h. Se realizaron los siguientes análisis: coliformes totales y fecales, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y turbiedad.

Determinación de coliformes totales y fecales

Para la determinación de coliformes fecales y totales se utilizó el método de filtración de membrana que consiste en filtrar volúmenes específicos de la muestra a través de filtros de membrana. Por lo general, están compuestos de ésteres de celulosa, típicamente con poros de 0,45 μ m de diámetro que retienen los coliformes totales y otras clases de bacterias presentes en la muestra.

Para realizar este análisis fue necesario tener el área de trabajo estéril, razón por la cual se colocaron dos mecheros encendidos en la mesa en que se trabajó, el material empleado también estaba estéril y se evitó hablar mientras se realizaba el procedimiento, para no contaminar las muestras.

Se realizaron dos diluciones diferentes (10 y 50 ml de muestra en 100 ml de agua de dilución estéril). Se colocó un soporte de borosilicato en la boca de un matraz Kitazato. Utilizando unas pinzas se sacó un papel filtro y se colocó sobre el soporte.

En la parte superior del matraz Kitazato se colocó un matraz invertido y después se agregaron en este los 100 ml de muestra haciéndose pasar a través del filtro mediante una bomba de vacío.

Una vez que se había filtrado todo el volumen seleccionado, el filtro se retiró y se colocó con la cuadrícula hacia arriba en una caja de petri, en la que previamente se añadió sobre un cojín absorbente el medio de cultivo ENDO, para coliformes totales, o el medio de cultivo MFC si se trataba de coliformes fecales.

La caja de petri, previamente marcada, se cerró y se colocó en la incubadora a 35°C con el cojín absorbente y el papel filtro hacia arriba, durante 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo la caja de petri se revisó para realizar el conteo de las colonias que se formaron. Imágenes del procedimiento de filtro de membrana se muestra en las Figuras 4.9 y 4.10. Algunos de los resultados se muestran en la Figura 4.11.



Figura 4. 9 Método de filtración de membrana

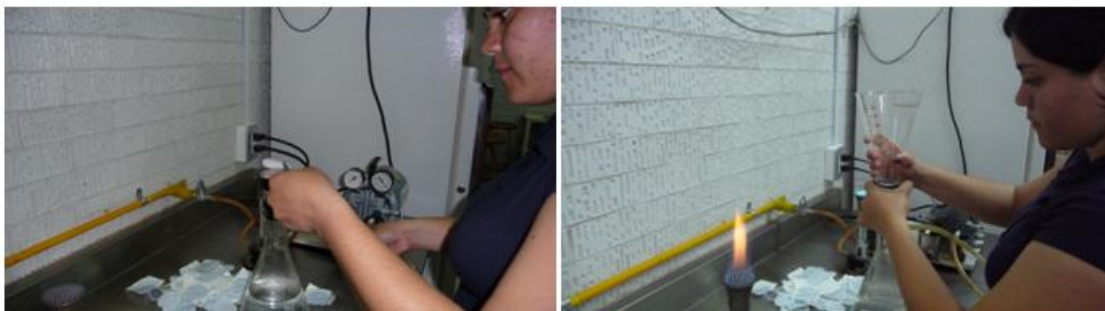
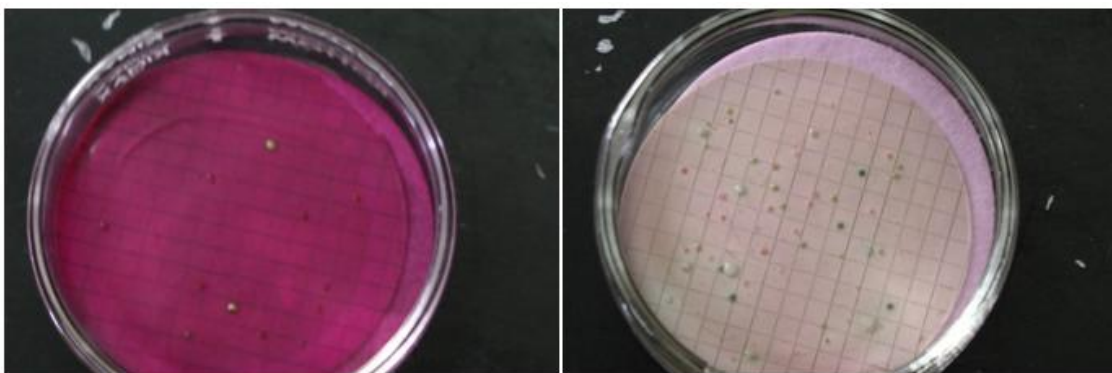


Figura 4. 10 Filtrado de membranas mediante bomba de vacío usando el matraz Kitasato



Fecales

Totales

Figura 4. 11 Resultados finales de coliformes fecales y totales

Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

El método empleado consiste en determinar la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica contenida en el agua, por diferencia entre el oxígeno disuelto inicial (OD_{inicial}) y el oxígeno disuelto luego de 5 días de incubación a 20 °C (OD_{final}), entre el porcentaje de dilución.

$$DBO_5 \left[\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right] = \frac{OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}}{\% \text{ de dilución}}$$

Para la determinación de este análisis se hicieron dos diluciones (5 y 10 %) para cada muestra. El agua de dilución se preparó añadiendo 1 ml de cada una de los siguientes nutrientes: sulfato de magnesio, cloruro calcio, cloruro férrico y disolución amortiguadora, por cada litro de agua de dilución, además esta agua fue aireada para saturarla de oxígeno antes de mezclarla con el agua de la muestra.

Dado que para la determinación de la DBO_5 es necesario conocer el oxígeno disuelto de la muestra, primero se fijó el oxígeno, para lo cual se agregó, a la muestra contenida en el frasco Winkler 2 ml de sulfato manganoso y luego 2 ml de álcali – yoduro – nítruro, se tapó la botella, se agitó y se dejó sedimentar.

Cuando el precipitado llegó al hombro de la botella, se mezcló nuevamente, se agregaron 2 ml de ácido sulfúrico 2N (Figura 4.12), se mezcló nuevamente hasta que el precipitado se disolvió. Entonces se midieron, con ayuda de una probeta, 200 ml de la muestra, y se colocaron en un matraz Erlen Meyer.

Se le agregaron unas gotas de almidón; se llenó una bureta con Tiosulfato de Sodio 0.025N hasta la marca de cero, se colocó el matraz debajo de la bureta y se dosificó el Tiosulfato de Sodio a la muestra, mientras se agitaba, hasta que la muestra regresó a su color original. Los mililitros de Tiosulfato usados corresponden a la concentración de oxígeno disuelto inicial en mg/l de la muestra.

Para conocer el oxígeno disuelto final de la muestra, fue necesario realizar el procedimiento antes descrito luego de 5 días de incubación a 20 °C. Las Figuras 4.13 y 4.14 muestran parte del procedimiento de la prueba.

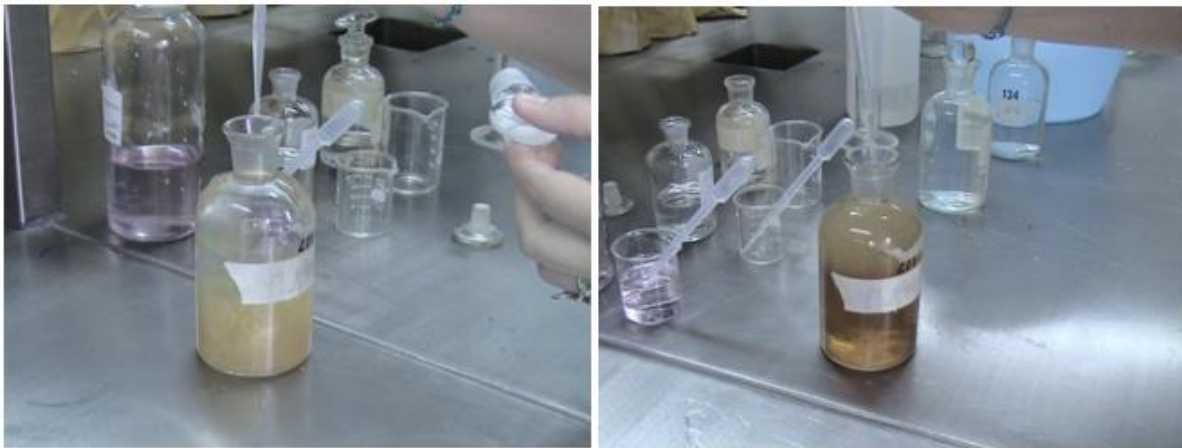


Figura 4. 12 Aplicación de Acido Sulfúrico en el precipitado



Figura 4. 13 Determinación de DBO_5



Figura 4. 14 Resultado final

Determinación de sólidos suspendidos totales (SST)

Se filtraron 100 ml de la muestra haciendo pasar el agua a través del crisol Gooch, al que previamente se le coloca un filtro de fibra de vidrio y un papel Whatman, para la aplicación de vacío. Una vez que la muestra se filtró, el crisol se colocó en la estufa a una temperatura de 105°C durante una hora. Una vez transcurrido este tiempo, se dejó enfriar en un desecador para posteriormente registrar su peso. El contenido de sólidos suspendidos totales se obtuvo de la siguiente forma:

$$SST \left[\frac{mg}{l} \right] = \frac{W_{SST} [mg] - W_{CG} [mg]}{V_m [l]}$$

Donde:

- SST** = Sólidos suspendidos totales
- W_{SST}** = Peso total del crisol Gooch con contenidos de sólidos suspendidos
- W_{CG}** = Peso del crisol Gooch
- V_m** = Volumen de la muestra

Para llevar a cabo la determinación de sólidos suspendidos totales se emplearon crisoles Gooch con filtro, que estaban a peso constante. Las Figuras 4.15, 4.16 y 4.17 muestran imágenes del procedimiento para la determinación de sólidos suspendidos.



Figura 4. 15 Muestras colocadas en el desecador



Figura 4. 16 Preparación de crisoles

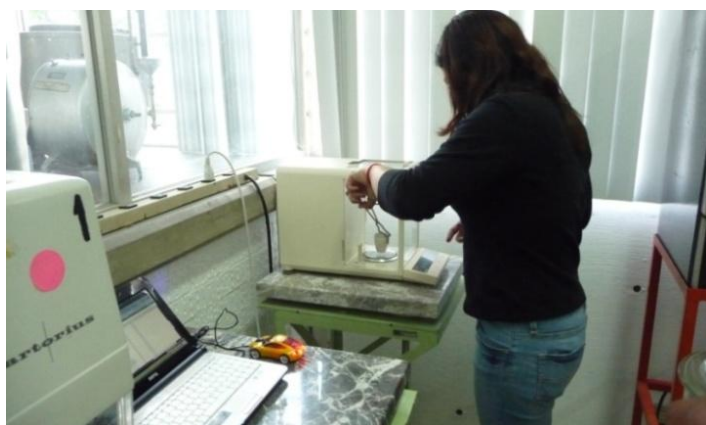


Figura 4. 17 Calculo del peso total de sólidos suspendidos en la muestra

Determinación de la turbiedad

La determinación de la turbiedad se llevó a cabo en laboratorio empleando un nefelómetro Hach 2100^a (Figura 4.18); este instrumento utiliza varios ámbitos para medir la turbiedad de una muestra, dependiendo de los requerimientos de dicha muestra. Los rangos van de: 0- 0.2, 0 – 1, 0 – 10, 0 – 100 y 0 – 1000 UTN. Tiene cuatro patrones con los que se compara la muestra y esto permite seleccionar el patrón con el que se calibrará el instrumento.

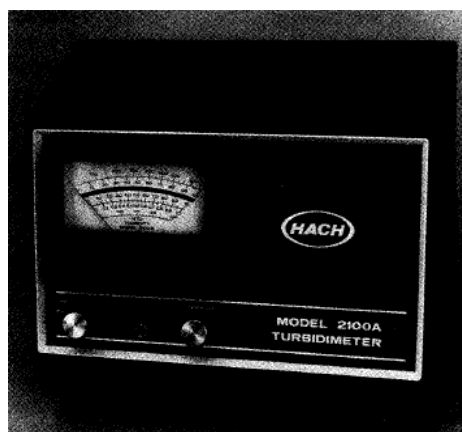


Figura 4. 18 Turbidímetro de laboratorio

Fuente: manual del instrumento

Este aparato opera dirigiendo un haz de luz desde la parte inferior de la celda de cristal que contiene la muestra. Cuando este haz ilumina las partículas de la muestra, es descubierto un tubo fotomultiplicador sensible a 90°C del haz de luz incidente. La cantidad de luz recibida por el tubo fotomultiplicador es proporcional a la turbiedad de la muestra. La Figura 4.19 ilustra este instrumento.

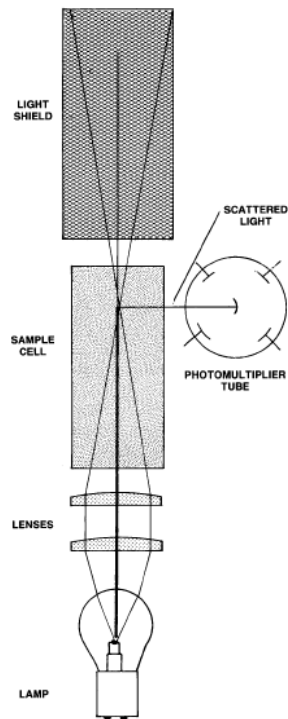


Figura 4. 19 Tubo fotomultiplicador

Fuente: manual del instrumento

Para la determinación de la turbiedad se encendió el tubo fotomultiplicador 30 minutos antes de usarlo para calentarlo. Mientras el aparato estaba apagado se ajustó al cero mecánico con el tornillo, se comparó el agua de muestra con los patrones que incluye el mismo aparato y se seleccionó el patrón con el que se calibró el aparato. Una vez que el aparato estaba calibrado se introdujo la celda que contenía el agua de la muestra a analizar, se tapó con el capuchón y se leyó en la escala correspondiente el valor de turbiedad en UTN, siempre teniendo cuidado de limpiar las celdas con una tela especial antes de introducir las muestras.

4.3. Procesamiento y análisis de información

El Cuadro 4.2 y 4.3 presenta los resultados de calidad el agua obtenidos en los 41 sitios de muestreo.

Cuadro 4. 2 Resultado del estudio realizado en el embalse de la presa de Valle de Bravo 2010

ID punto	Temperatura [°C]	pH	Oxígeno Disuelto [mg/l]	Conductividad [µmhos/cm]	Sólidos Disueltos [mg/l]	Sólidos Suspendidos [mg/l]	Turbiedad [UTN]
1	21.92	9.44	7.37	138	69	14.9	8
2	22.27	9.45	7.30	138	69	9.2	11
3	23.79	9.40	7.05	144	72	1.5	7.1
4	23.02	9.48	7.12	143	72	6.3	8.2
5	21.69	9.49	7.36	145	73	36.5	11
6	22.42	9.36	6.55	151	76	1008.7	11
7	21.99	9.46	7.33	141	71	410.2	11
8	22.58	9.51	7.72	139	69	0.9	11
9	22.59	9.41	7.61	144	72	6.4	11
10	22.55	9.57	7.69	146	73	8.9	11
12	22.13	9.48	7.67	121	61	5.5	11
13	22.28	9.49	7.69	134	67	8.9	11
14	21.91	9.53	7.88	142	71	6.7	11
15	21.92	9.53	7.70	144	72	4.4	11
16	21.88	9.52	7.67	145	72	1.5	11
18	22.37	9.51	7.73	148	74	4.6	11
19	22.27	9.54	7.75	150	75	5.6	12
21	22.68	9.53	7.82	150	75	10.5	12
22	22.35	9.49	7.58	152	76	9.2	12
23	22.47	9.52	7.76	155	78	791.3	12
24	22.53	9.52	7.73	152	76	3.8	12
25	22.53	9.54	7.96	155	77	12.5	11
26	22.44	9.56	7.84	156	78	11.4	11
27	22.18	9.56	7.78	150	75	45.6	11
28	21.93	9.56	7.85	151	75	6.2	11
29	21.49	9.56	7.61	150	75	1.9	11
31	21.53	9.55	7.58	154	77	6	11
32	21.78	9.53	7.66	156	78	9.3	12
33	21.82	9.58	8.10	157	79	9.3	12
34	21.68	9.57	8.03	157	79	7.9	11
35	22.37	9.52	7.50	156	78	8.4	10
36	22.79	9.51	7.70	155	77	5.4	10
37	22.55	9.48	7.70	161	81	16.5	11
39	22.18	9.50	7.88	157	79	9.9	12
40	22.54	9.45	7.43	158	79	9.1	12
42	22.93	9.49	7.87	161	80	27.8	13
43	23.31	9.51	8.07	161	80	109.6	12
46	23.24	9.49	7.96	159	80	7.9	11
47	22.56	9.54	7.99	157	78	8.3	11
48	22.35	9.52	7.84	159	79	7.3	11
50	22.62	9.55	7.97	158	79	16.3	10

Cuadro 4. 3 Parámetros complementarios

ID punto	Coliformes Fecales [No. de colonias/100 ml]	Coliformes Totales [No. de colonias/100 ml]	Nitrógeno Amoniacal [mg/l]	Nitratos [mg/l]	Fosfatos [mg/l]	DBO ₅ [mg/l]
3	24	150	0.06	0.4	0.18	32
6	252	828	0.01	0.7	0.11	50
25	538	1212	0.01	0.4	0.09	30
31	170	278	0.06	0.5	0.1	28
42	886	1564	0	0.6	0.09	34
46	1566	Incontables	0.01	0.6	0.11	36

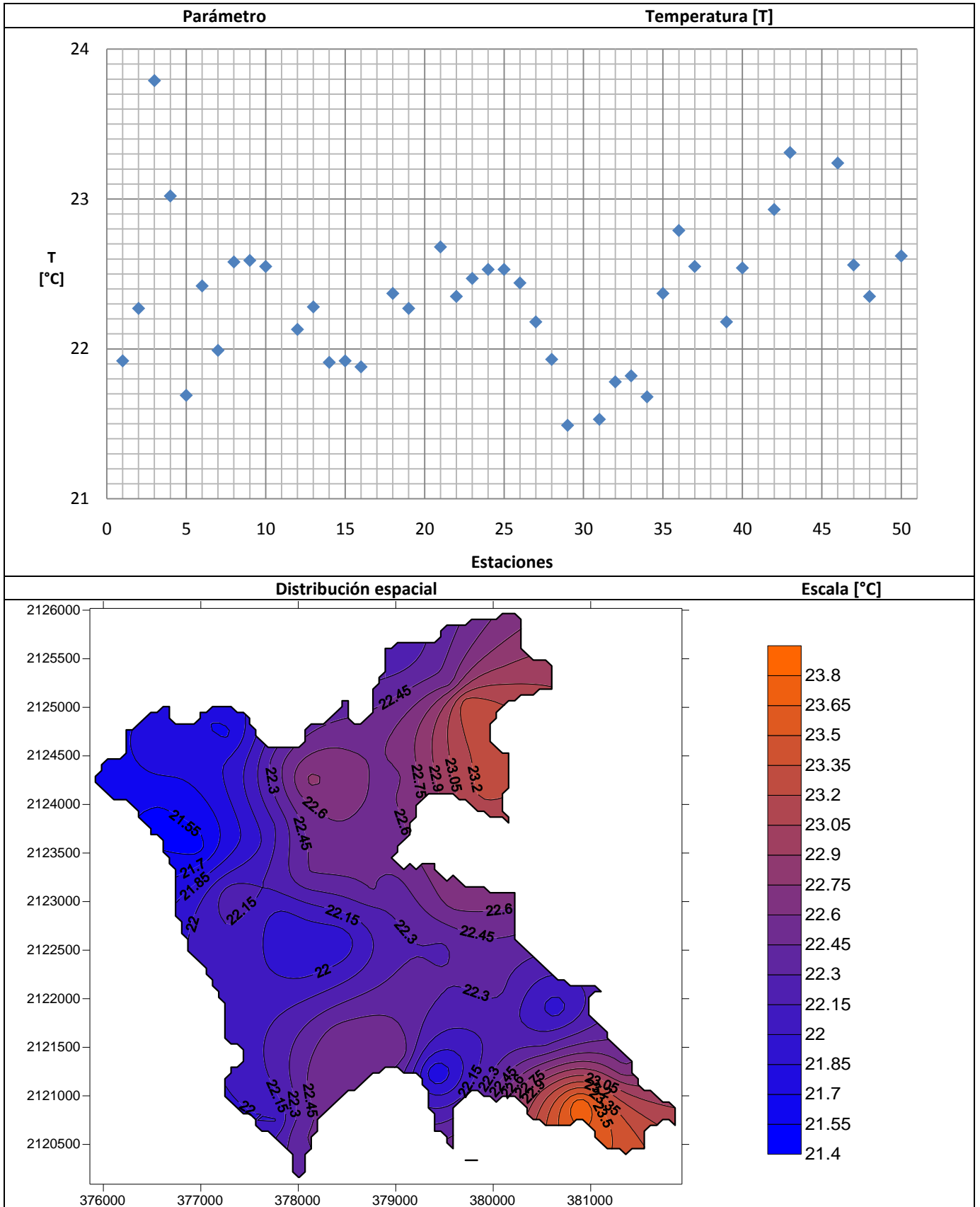
Para el análisis de los datos de calidad del agua se recurrió al programa SURFER 8 con el objetivo de generar curvas de nivel y determinar el comportamiento espacial de las concentraciones de los parámetros medidos.

4.3.1. Resultados de parámetros

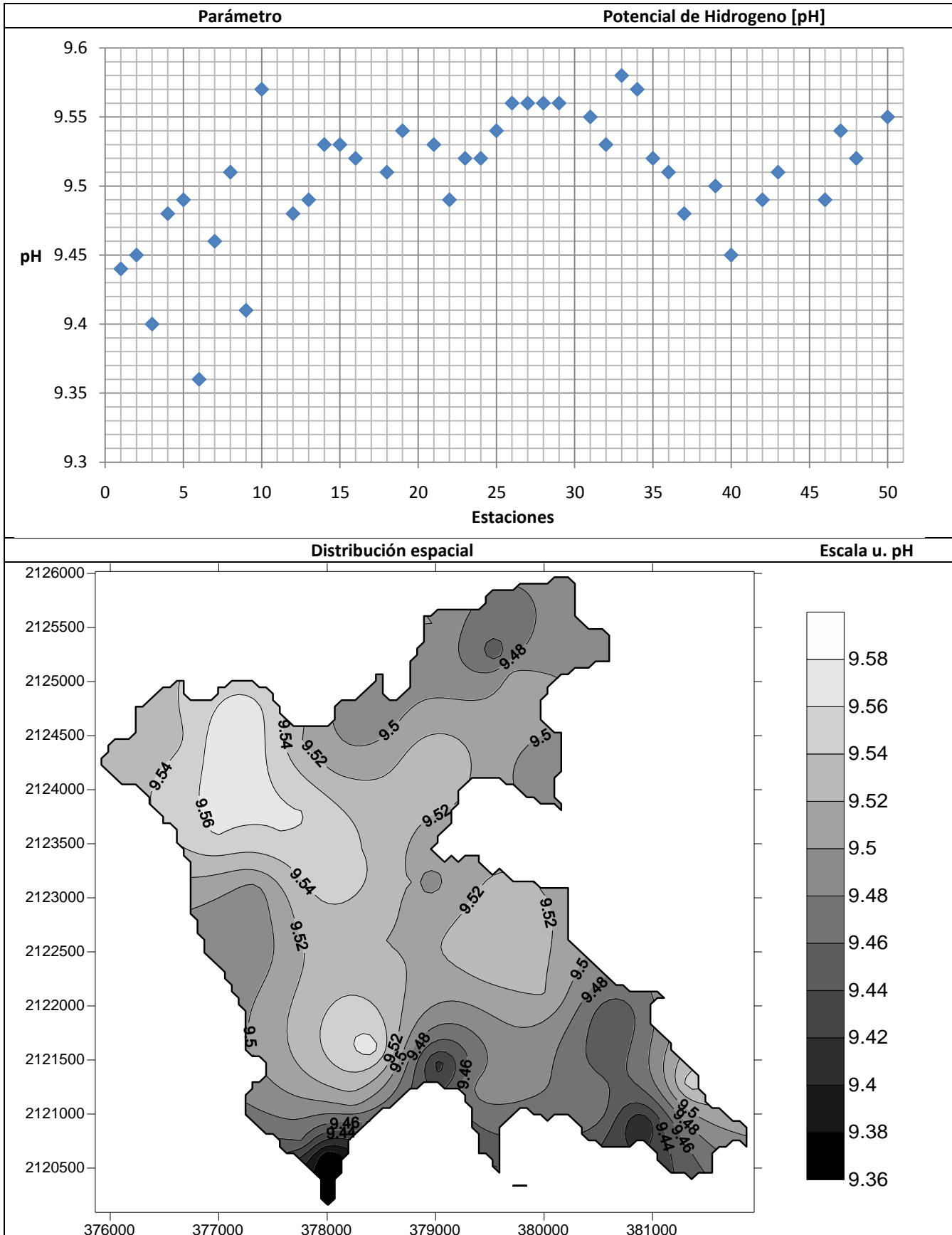
Para los parámetros de temperatura, pH, turbiedad, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto y conductividad se obtuvieron las curvas de igual concentración, así como las gráficas que muestran el valor de la concentración en cada estación. Dicha información se presenta en las fichas de resultado por parámetro. Las Fichas 4.1 a 4.7 presentan la concentración puntual y espacial de parámetros.

Los coliformes fecales y totales, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosfatos y DBO_5 se obtuvieron en 6 estaciones seleccionadas por estar cerca de las descargas y una estación se ubicó en el centro del embalse. Las gráficas 4.1 a 4.6 muestran la concentración de los parámetros medidos en las seis estaciones.

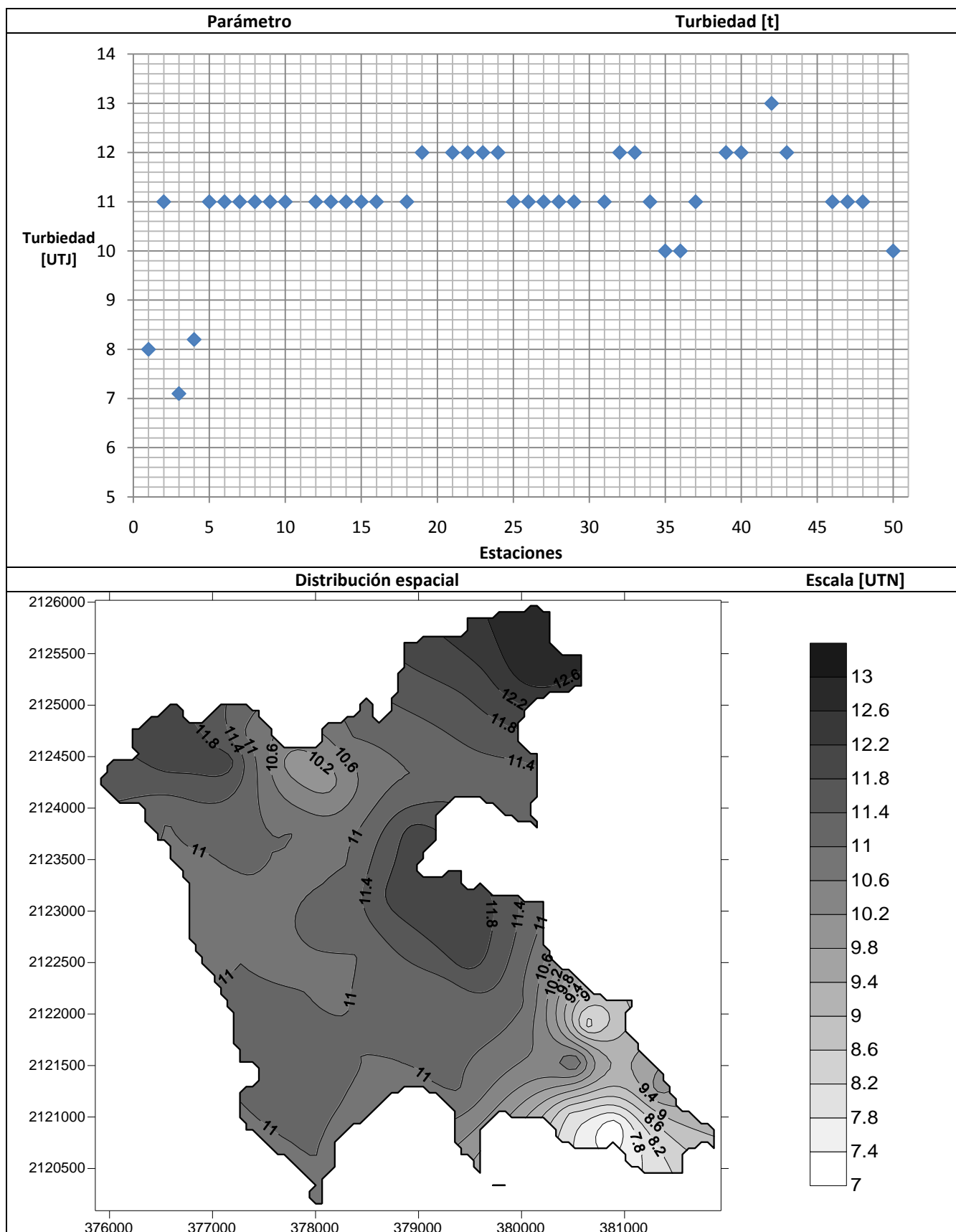
Ficha 4. 1 Representación puntual y espacial de la temperatura del agua, en el embalse de la presa Valle de Bravo 2010



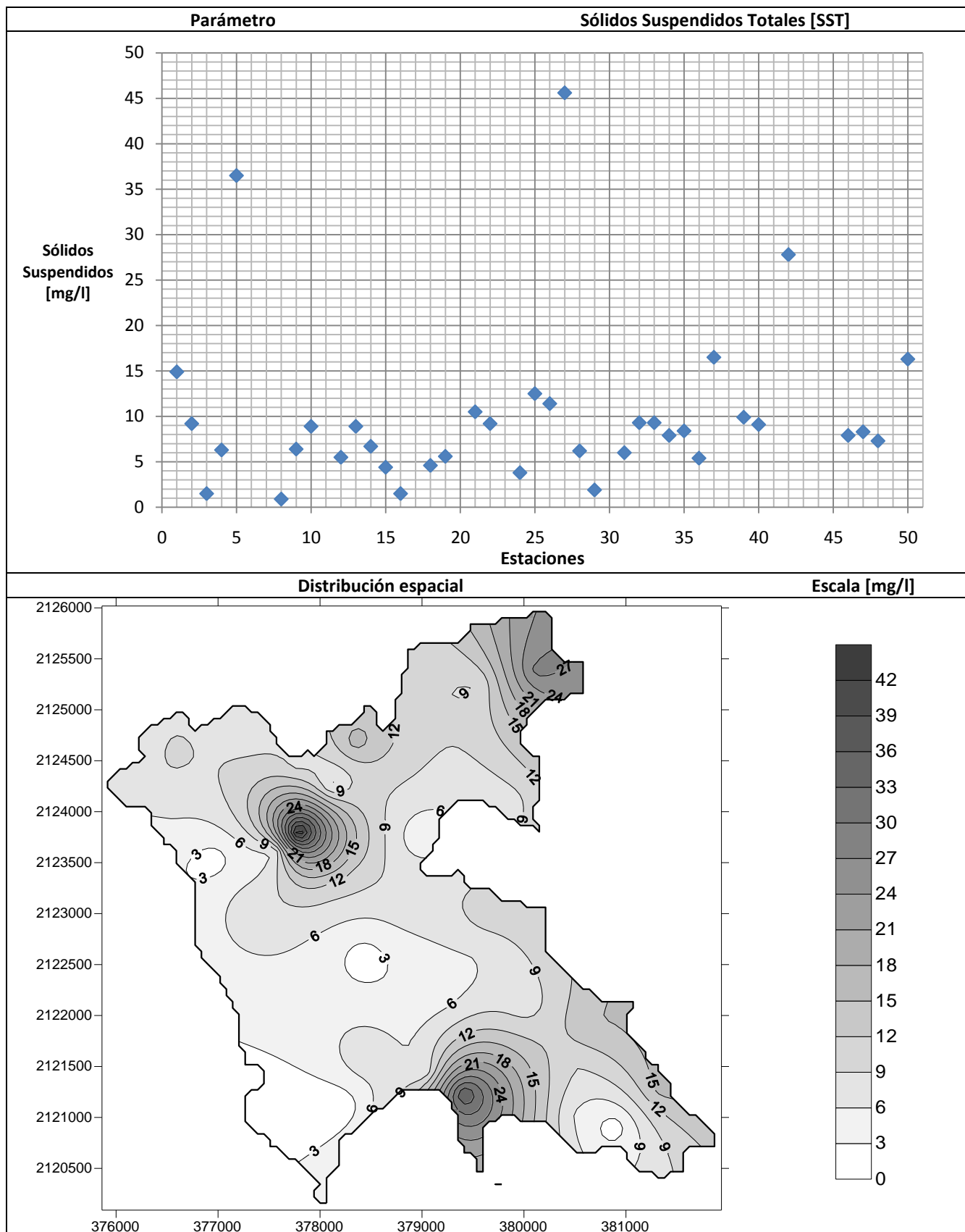
Ficha 4. 2 Representación puntual y espacial de pH en el agua, en el embalse de la presa Valle de Bravo 2010



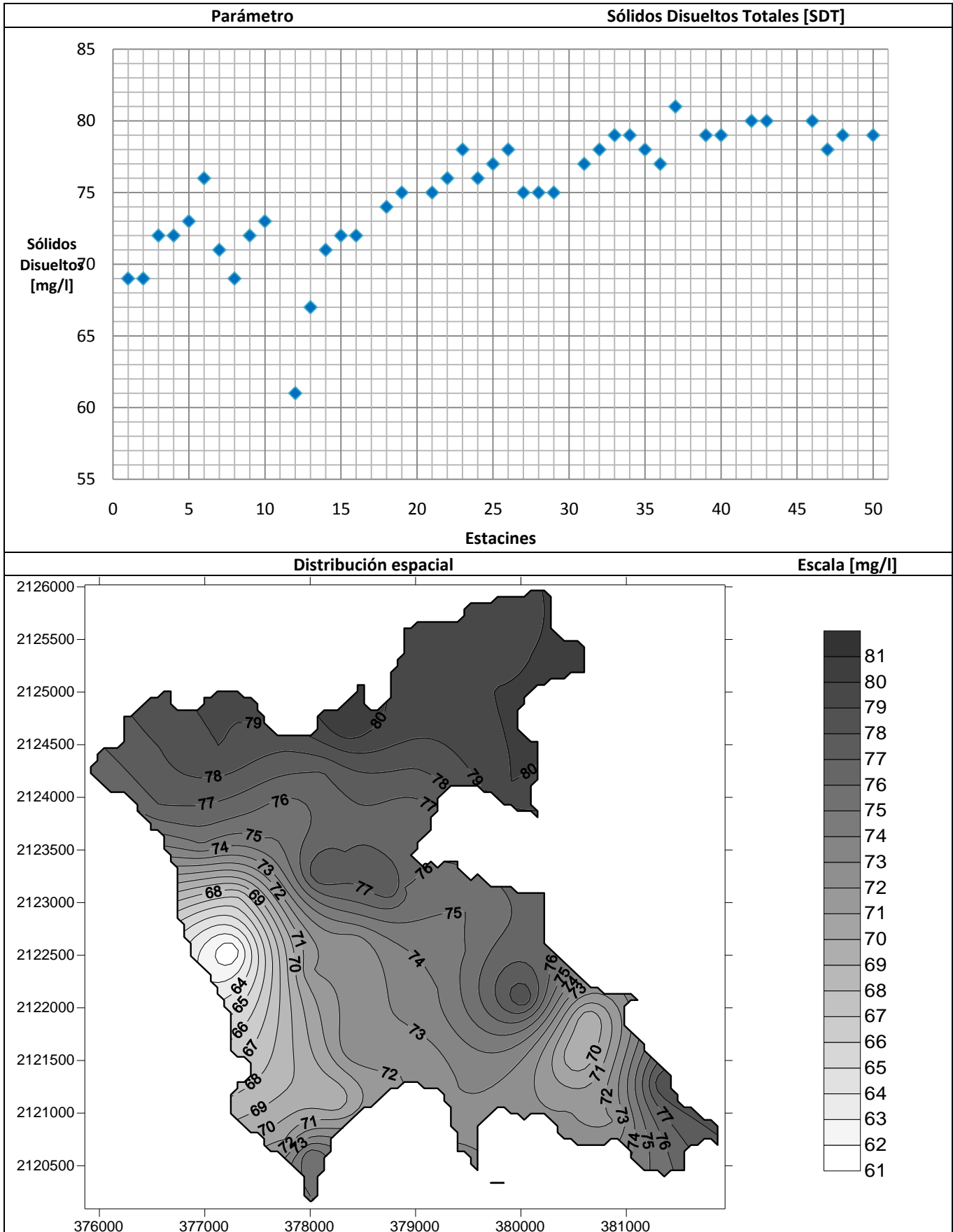
Ficha 4. 3 Representación puntual y espacial de la turbiedad del agua, en el embalse de la presa Valle de Bravo 2010



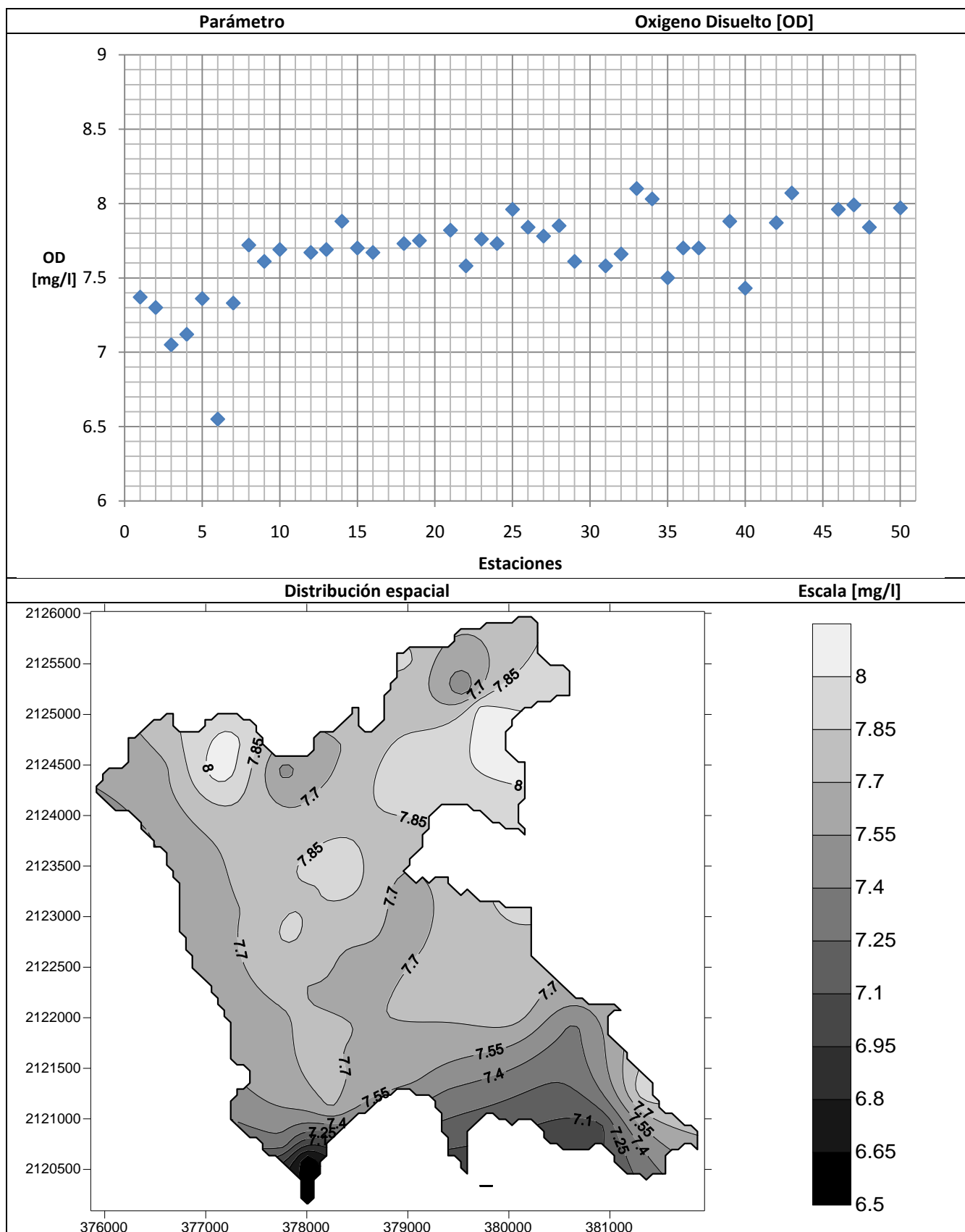
Ficha 4. 4 Representación puntual y espacial de los sólidos suspendidos totales en el agua, en el embalse de la presa Valle de Bravo 2010



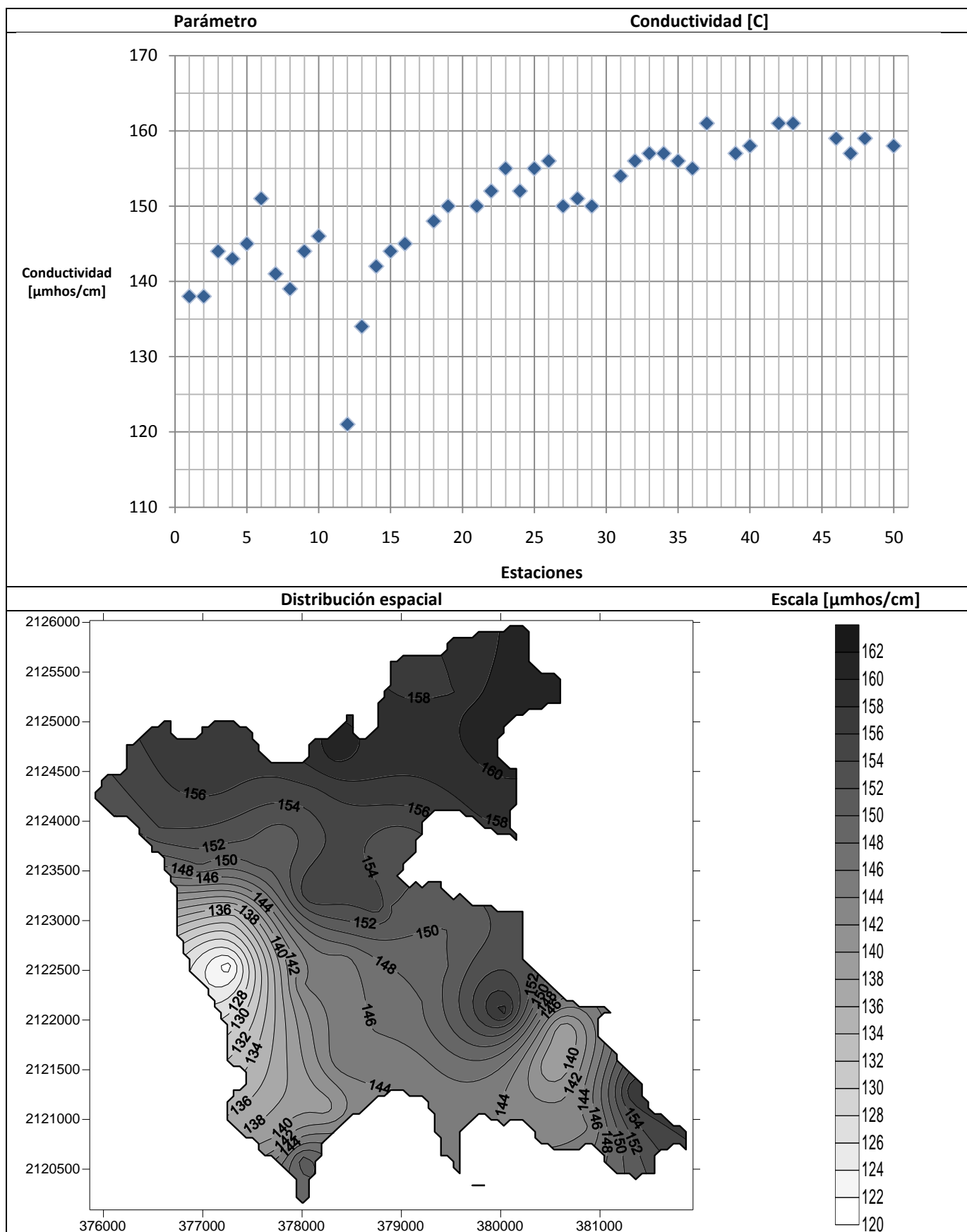
Ficha 4. 5 Representación puntual y espacial de sólidos disueltos totales en el agua, en el embalse de la presa Valle de Bravo 2010

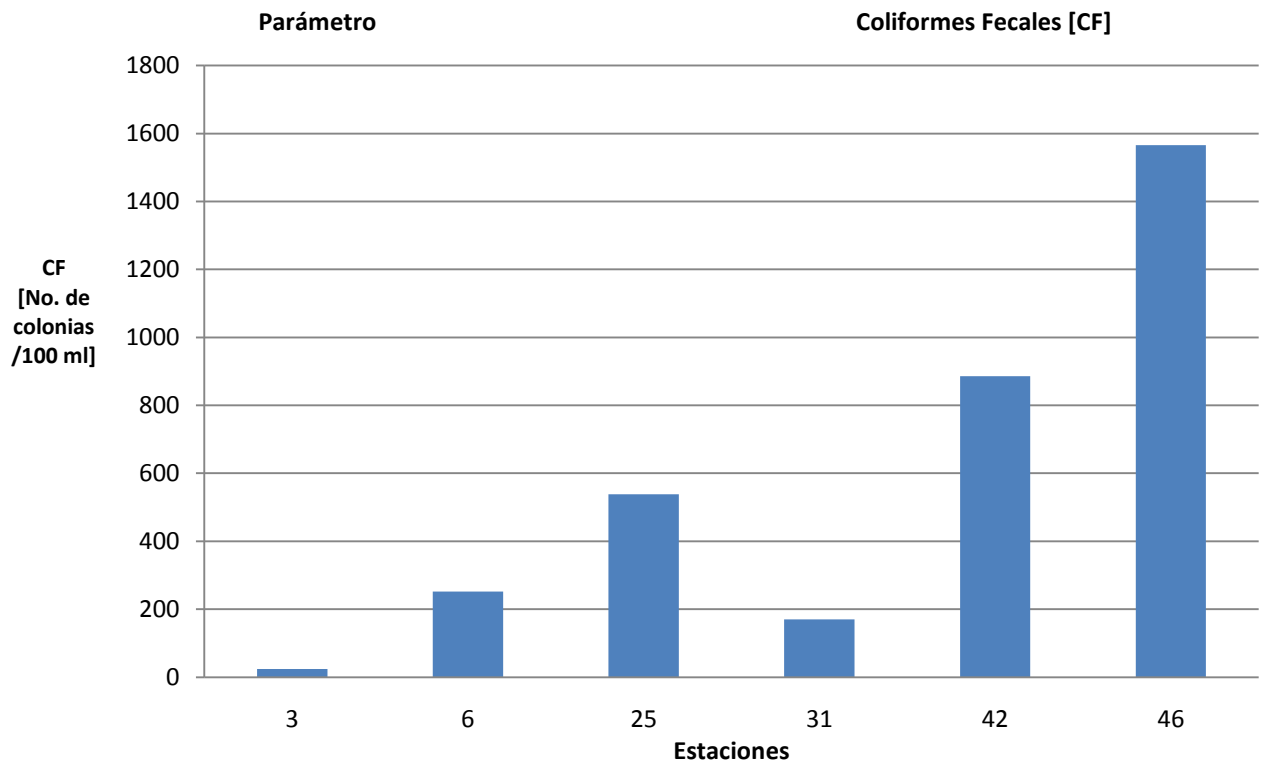


Ficha 4. 6 Representación puntual y espacial del oxígeno disuelto en el agua, en el embalse de la presa Valle de Bravo 2010

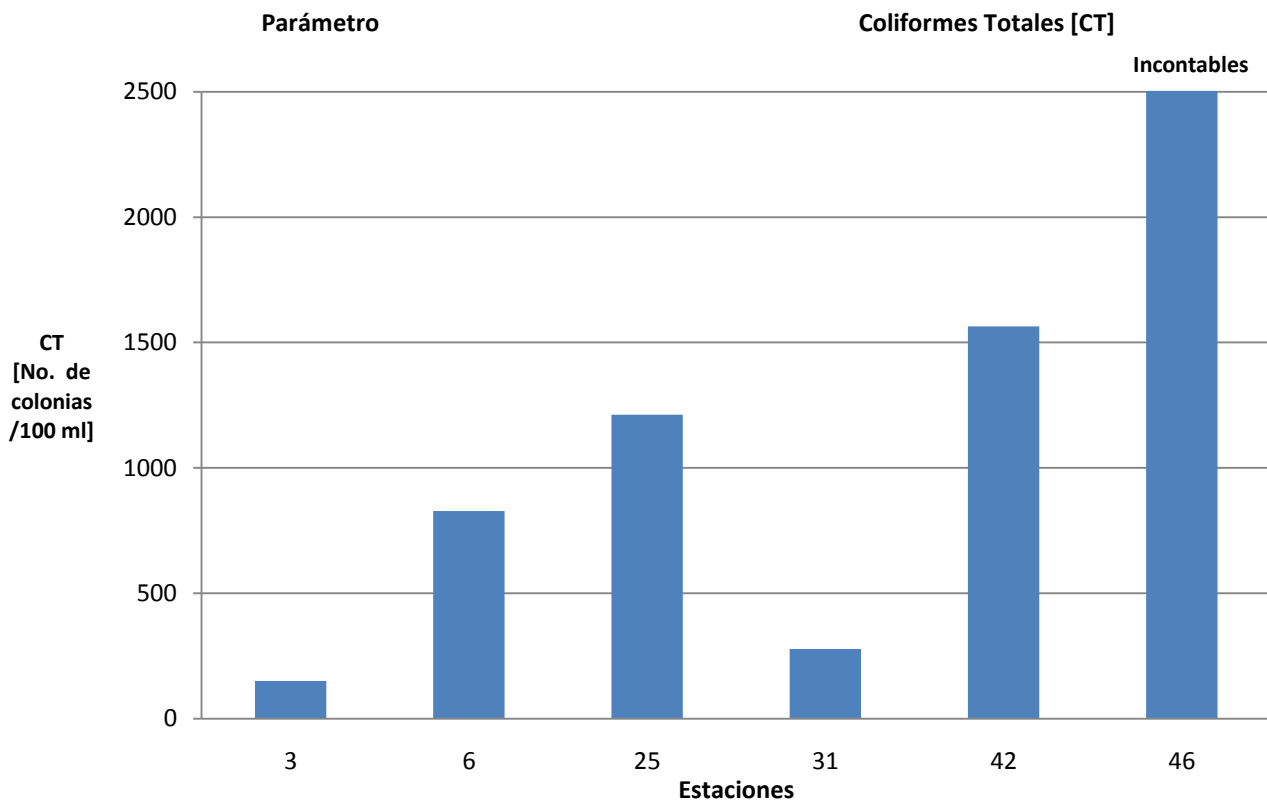


Ficha 4. 7 Representación puntual y espacial de la conductividad del agua, en el embalse de la presa Valle de Bravo 2010

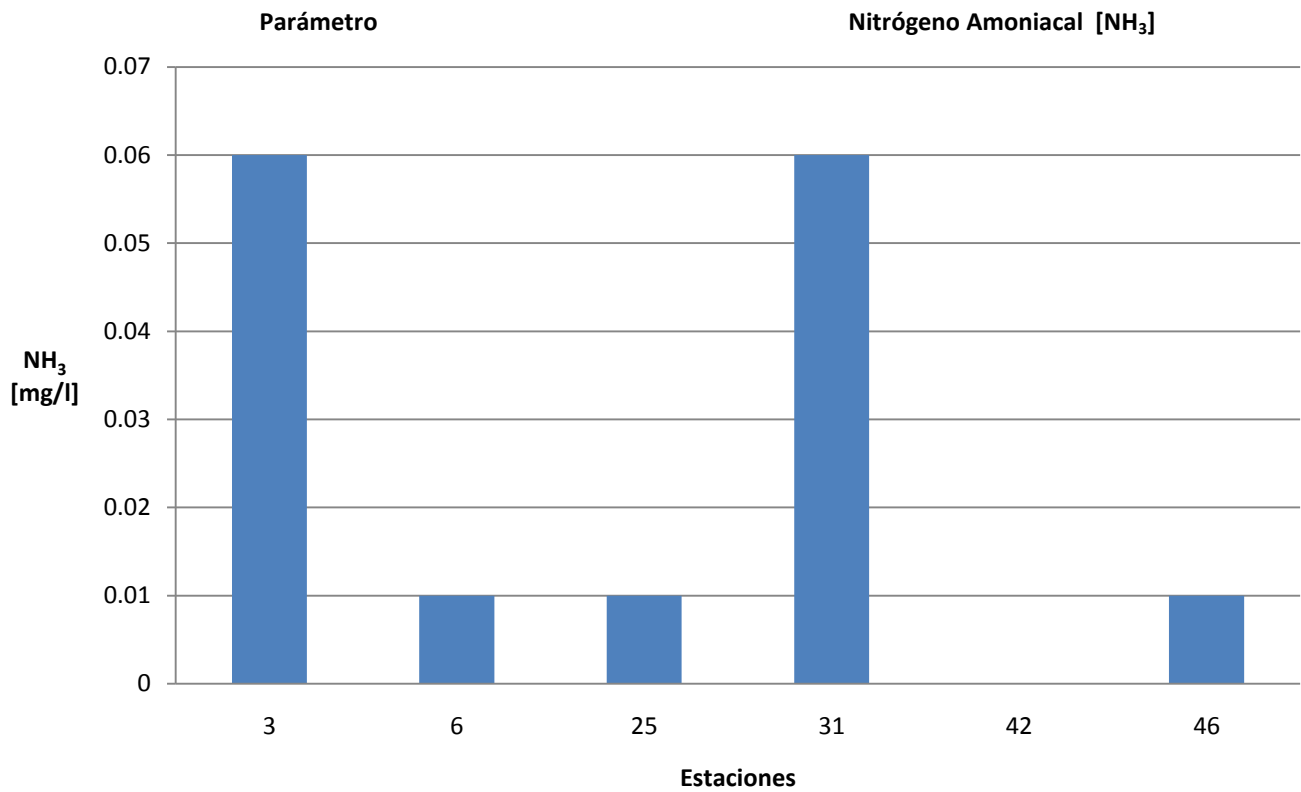




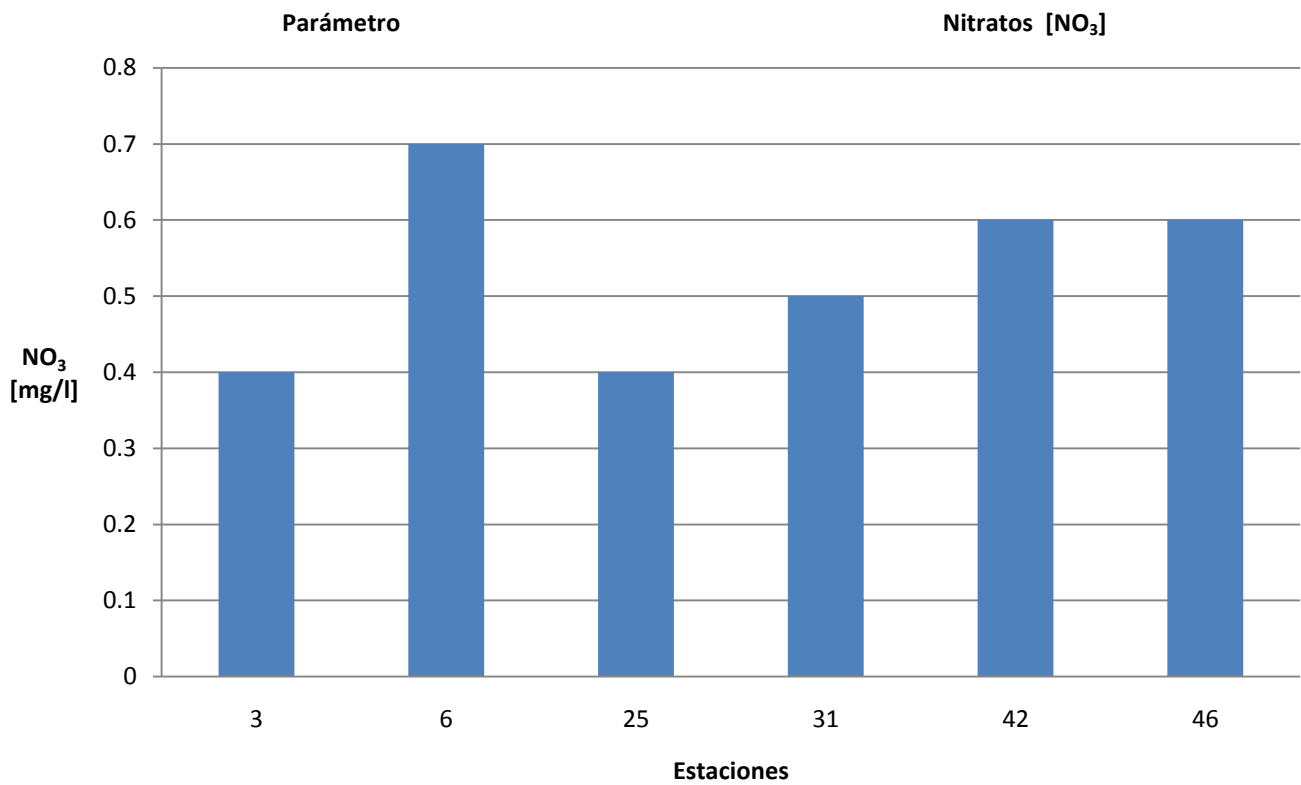
Gráfica 4. 1 Resultados de coliformes fecales en las estaciones del embalse en la presa Valle de Bravo 2010



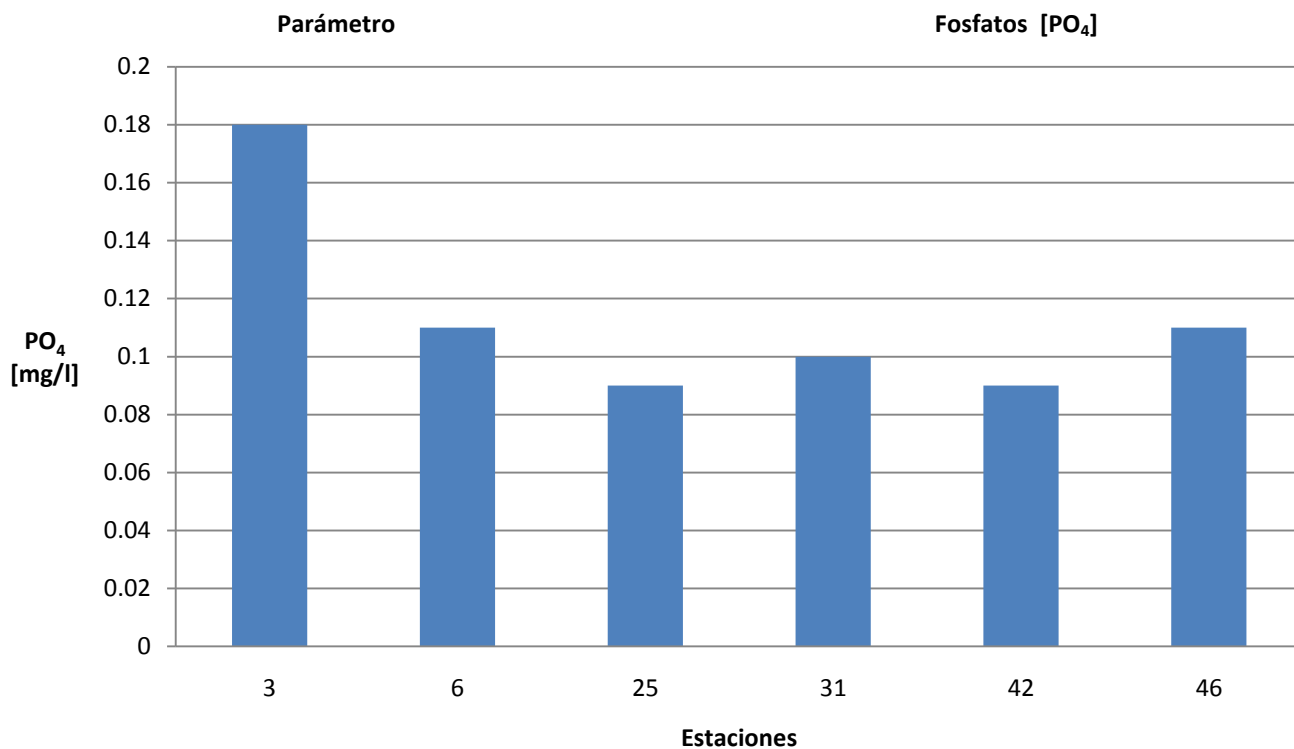
Gráfica 4. 2 Resultados de coliformes totales en las estaciones del embalse en la presa Valle de Bravo 2010



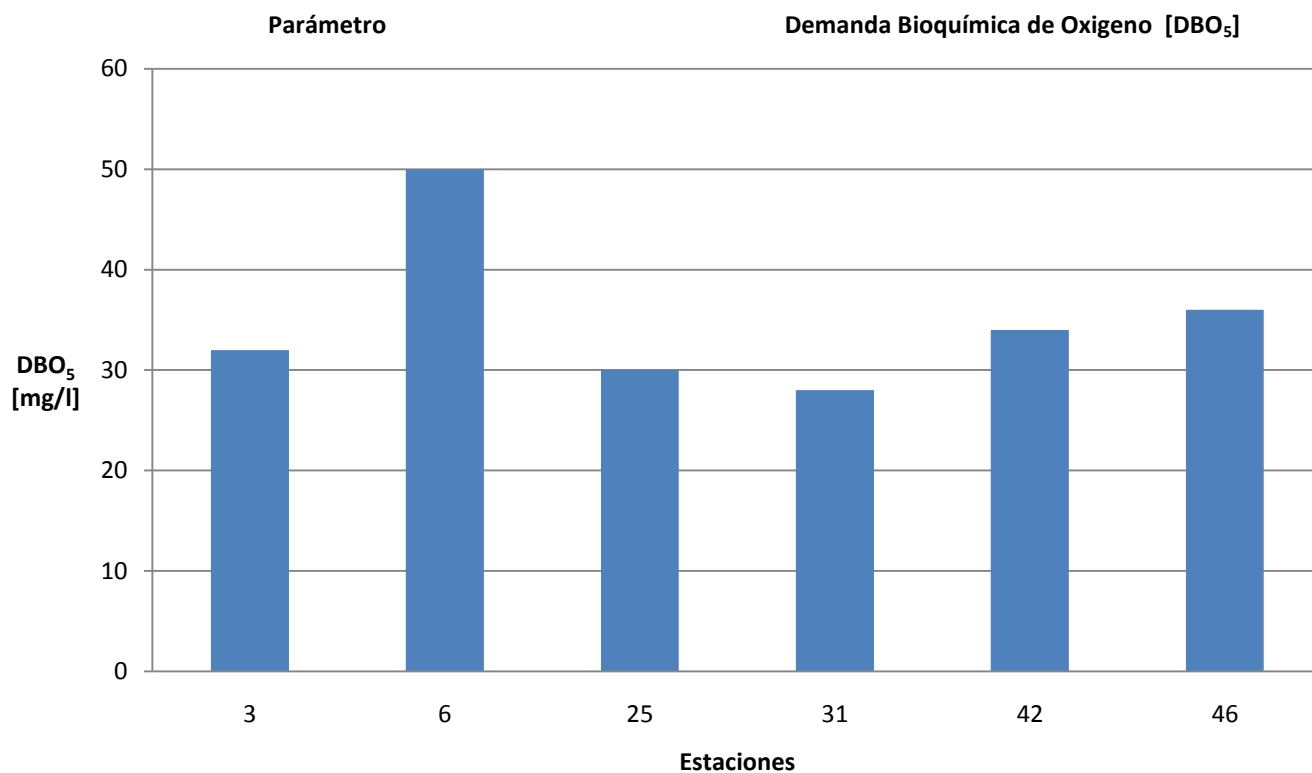
Gráfica 4. 3 Resultados de nitrógeno amoniacaal en las estaciones del embalse de la presa de Valle de Bravo 2010



Gráfica 4. 4 Resultados de nitratos encontrados en las estaciones del embalse de la presa de Valle de Bravo 2010



Gráfica 4. 5 Resultados de fosfatos encontrados en las estaciones del embalse de la presa de Valle de Bravo 2010



Gráfica 4. 6 Resultados de demanda bioquímica de oxígeno en las estaciones del embalse de la presa de Valle de Bravo 2010

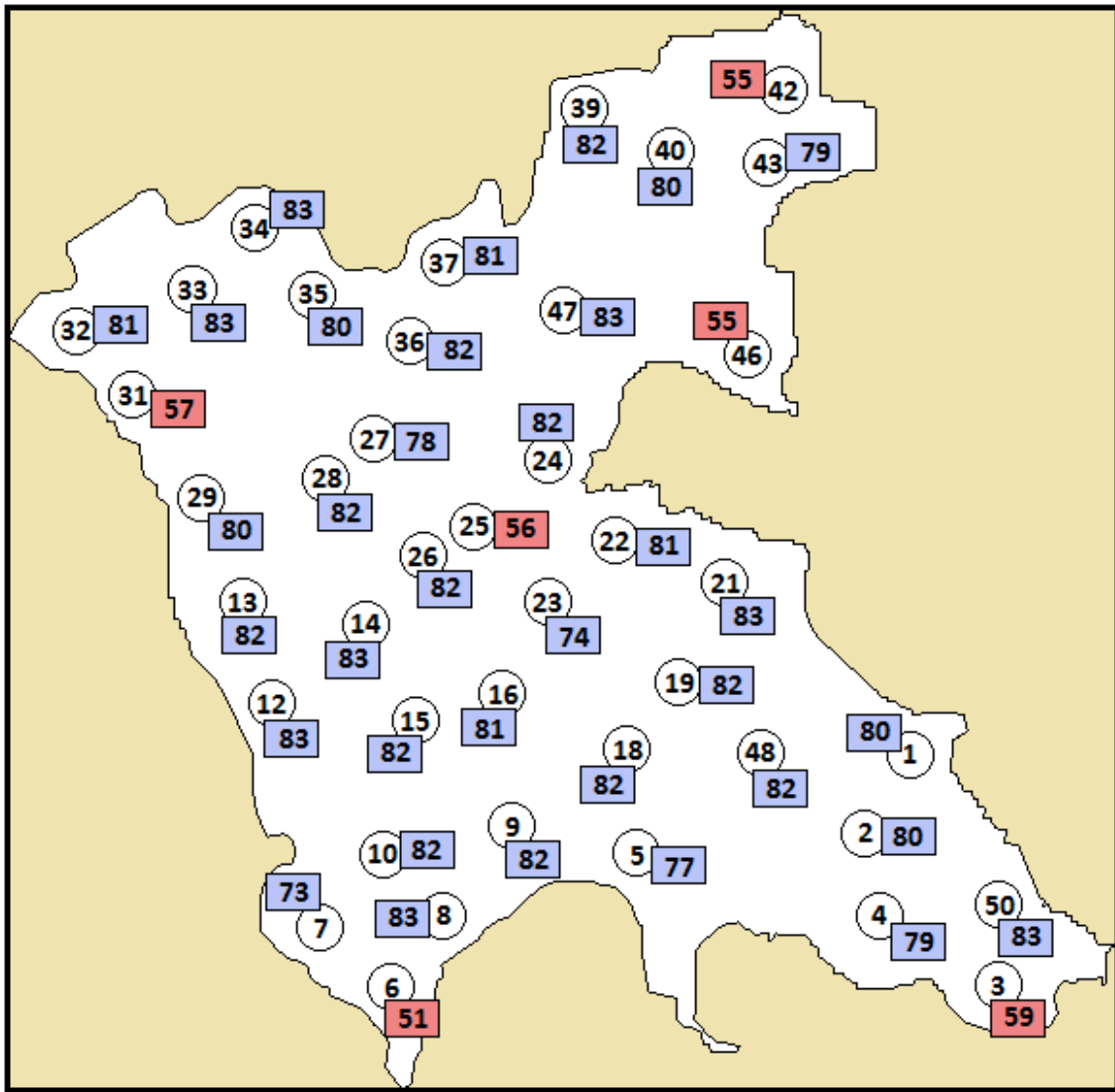
4.3.2. Índice de Calidad del agua

Con los parámetros obtenidos en campo se determinó el Índice de Calidad del Agua en las 41 estaciones que no fueron afectadas por el bandedo. Los resultados se indican en el Cuadro 4.4 y su representación espacial en la Figura 4.20. Las hojas de cálculo se encuentran en el ANEXO C de este trabajo.


Cuadro 4. 4 Calificación de ICA de la presa de Valle de Bravo 2010

Sitios de muestreo	ICA	Calificación
1	80	Aceptable
2	80	Aceptable
3	59	Poco contaminado
4	79	Aceptable
5	77	Aceptable
6	51	Poco contaminado
7	73	Aceptable
8	83	Aceptable
9	82	Aceptable
10	82	Aceptable
12	83	Aceptable
13	82	Aceptable
14	83	Aceptable
15	82	Aceptable
16	81	Aceptable
18	82	Aceptable
19	82	Aceptable
21	83	Aceptable
22	81	Aceptable
23	74	Aceptable
24	82	Aceptable

Sitios de muestreo	ICA	Calificación
25	56	Poco contaminado
26	82	Aceptable
27	78	Poco contaminado
28	82	Aceptable
29	80	Aceptable
31	57	Poco contaminado
33	83	Aceptable
32	81	Aceptable
34	83	Aceptable
35	80	Aceptable
36	82	Aceptable
37	81	Aceptable
39	82	Aceptable
40	80	Aceptable
42	55	Poco contaminado
43	79	Aceptable
46	55	Poco contaminado
47	83	Aceptable
48	82	Aceptable
50	83	Aceptable



Simbología

N° de Estación 


Calificación ICA 

Figura 4. 20 Ubicación y calificación del ICA en las zonas de muestreo del embalse de Valle de Bravo 2010

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Conclusiones

La calidad del agua del embalse de la presa de Valle de Bravo rebasa los límites máximos permisibles de coliformes totales y fecales establecidos en las normas NOM-127-SSA1-1994 y en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Con respecto a los parámetros que se midieron in situ (temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos y turbiedad) no indican gran variación con respecto al lugar y distancia de las estaciones marcando un índice desde 0.21% hasta un 41% de variación. La temperatura promedio fue de 22.37°C. El intervalo de variación del pH fue de 9.38 a 9.58, por lo que el agua se considera demasiado básica y rebasa el límite máximo permisible que indica la NOM-127-SSA1-1994. La cantidad de oxígeno en el embalse es muy satisfactoria para mantener vida acuática.

Con respecto a sólidos suspendidos hay gran concentración de ellos en el agua; rebasan la NOM-001-SEMARNAT-1996 indicando gran aporte de material, debido al uso de suelo de la cuenca: la agricultura es la principal actividad que aporta sólidos en el embalse así como el azolve en las descarga de las corrientes que llegan a la presa.

La concentración de materia orgánica presente en el agua fue de moderada a fuerte (mayor valor fue de 50 mg/l y el menor de 18 mg/l). En casi todas las estaciones se rebasó el límite permisible que aplica la NOM-001-SEMARNAT-1996 que marca una concentración de 30 mg/l en embalses artificiales para uso público urbano.

En las estaciones 3, 6, 25, 31, 42 y 46 se presentaron concentraciones de nitratos y fosfatos así como concentraciones significativas de nitrógeno amoniacal. Esto señala el aporte de agua residual por descargas directas del drenaje (de origen doméstico) y de las actividades que realiza la población en el embalse (paracaidismo, esquí y náuticas motorizadas). Por lo tanto, debido a la calidad del agua en el embalse es recomendable modificar o restringir ciertas actividades que se realizan en la presa para prevenir el contacto directo con el agua.

4.4.2. Comentarios

El índice de Calidad del Agua (ICA) no necesariamente refleja el verdadero grado de contaminación y para obtener una calificación que se acerque a la realidad, es necesario determinar por los menos los 18 parámetros físico-químicos que marca el índice del ICA; sin embargo, es fundamental considerar otro tipo de concentraciones que pueden estar presentes en el agua; tal es el caso de los insecticidas o los metales pesados como el mercurio y el aluminio que se han encontrado en estudios anteriores en la presa de Valle de Bravo.

La aplicación de nuevas tecnologías permite implementar nuevos métodos para determinar la calidad del agua y en este caso el análisis de fotos satelitales fue un recurso necesario para determinar el lugar de estaciones para obtención de muestras.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La presa de Valle de Bravo, de acuerdo al ICA, se clasifica como un agua “poco contaminada” dicha contaminación es causada principalmente por el aporte de materia orgánica y de contenido microbiológico. Los estudios revisados (1987-2006) indican que las estaciones con mayor índice de contaminación fueron las cercanas a las descargas de la población y de los ríos debido al transporte de sólidos.

Los principales generadores de contaminación del agua en el embalse de Valle de Bravo son: la agricultura, la descarga de aguas residuales municipales y las actividades recreativas que se realizan en la presa.

Con base en la comparación de la calidad del agua con los límites máximos permisibles establecidos en las normas mexicanas NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-SEMARNAT-1996, puede concluirse que el agua no tiene las características adecuadas para consumo humano, tampoco cumple con los límites máximos que debe tener el agua en las descargas.

Se ha encontrado la presencia de metales pesados, de los cuales el aluminio y el mercurio son los que tienen mayores concentraciones con base en los estudios correspondientes al periodo 1987-2006. Debería realizarse seguimiento de las cantidades de los metales tóxicos detectados en la presa.

Los plaguicidas encontrados en el periodo 1987-2006 no representan un riesgo de contaminación por su concentración.

Las descargas de drenaje implican un gran aporte de materia orgánica así como una concentración considerable de nutrientes, lo cual puede ser un riesgo de eutroficación en el embalse.

Es necesario tomar medidas de control en las descargas del embalse y verificar que se cumplan los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y considerar medidas que controlen las actividades recreativas en el embalse.

Los parámetros determinados en los diversos estudios consultados, el desarrollado y reportados en este trabajo en 2010 no coinciden en cuanto a la ubicación de los sitios de muestreo, y tampoco en cuanto a la selección de los parámetros de calidad del agua, por lo que no es posible llevar a cabo una evaluación histórica concluyente respecto a la calidad del agua del embalse.

5.2. Recomendaciones

La recopilación de información de este trabajo tuvo como fin tener un seguimiento de todas las investigaciones que se han realizado a través de los años en la presa de Valle de Bravo; sin embargo, para la consulta de esta información es necesario tener un organismo que tenga un registro completo de todos los estudios con el fin de que la información sea accesible a cualquier persona o se use para el análisis en estudios posteriores.

Los estudios que se realicen a futuro deben tener información adecuada, principalmente en la selección de los sitios de muestreo indicando su localización y deben presentar los resultados de manera detallada y las fechas en que se realicen dichos estudios.

Los parámetros que se analicen deben procurar ser los mismos en todos los estudios con el fin de que la información obtenida, en el análisis, sea congruente para una mejor interpretación de los resultados y que la determinación de la calidad del agua sea más confiable. Es conveniente continuar con la investigación de la contaminación del agua y proponer las medidas para su control y tratamiento que sean económicos y eficientes a largo plazo.

Otro factor importante para mejorar la calidad del agua es la participación de la sociedad con el fin de evitar la contaminación del medio ambiente, la regulación por parte de las autoridades de las actividades recreativas en el lago, además de las acciones de ingeniería que permitan el control de las descargas municipales.

La labor de un ingeniero Civil dentro del campo de la calidad del agua es realmente importante ya que es necesario utilizar todos los conocimientos y experiencia con el objetivo de conservar la salud de la sociedad y mejorar las condiciones de vida de ésta. Un estudio de calidad del agua pretende aportar nuevos elementos para el mejoramiento de la calidad del agua.

ANEXO A

Resultados de los estudios realizados durante el periodo 1987-2006 en el embalse de la presa de Valle de Bravo

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

Parámetro	Unidad	1-Club de Yates	2- Casa-punta	3- Cortina	4- Jesucristo	5-Centro	6-Gonzales	7-Sta. Mónica	8-Molino
Temperatura ambiente	°C	20.1	22.2	22.9	23.5	23.4	19.4	20.4	19.1
Temperatura del agua	°C	20.6	20.8	23	23.4	23.4	16.3	16.3	16.3
OD	mg/l	7.3	6.7	6.2	6.8	7.6	7.6	7.1	7.9
pH	Unidades pH	7.1	6.9	7.1	7	7	7.3	7.3	7.1
Transparencia (Secchi)	m	1.5	1.89	2.15	1.7	1.85	-	-	-
Turbiedad	UTJ	7.5	10.2	8.7	8.9	9.5	9.8	26	11.6
Color	ptCo	18	11	23	43	30	28	79	28
DBO	mg/l	3	1	2	2	2	1	2	1
DQO	mg/l	13	9	18	14	14	15	16	17
P-orto	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
P-total	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.06	0.01
N-org	mg/l	0.48	0.46	0.46	0.43	0.47	0.22	0.65	0.26
NH3 amoniaco	mg/l	0.07	0.12	0.12	0.14	0.19	0.02	0.02	0.01
NO3 nitratos	mg/l	0.007	0.004	0.026	0.017	0.016	0.376	0.165	0.216
NO2 nitritos	mg/l	0.006	0.008	0.008	0.008	0.008	0.025	0.027	0.047
SO4 sulfatos	mg/l	3	2	2	3	3	2	2	3
Dureza Total	CaCO3 mg/l	68	68	66	68	66	50	61	61
alcalinidad	mg/l	77	67	68	66	67	47	51	60
Conductividad	µmhos/cm	133	137	144	141	142	85	86	78
SSF	mg/l	18	6	10	20	15	17	32	19
SSV	mg/l	9	5	6	7	7	9	10	11
SST	mg/l	27	11	16	27	22	26	42	30

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

Parámetro	Unidad	9-Club Náutico	10- Iglesia	11- Embarcadero	12- Capitanía de Puerto	13- Mercado	14- Amanalco	15-Central	16- Efluente
Temperatura ambiente	°C	20.2	21.1	23.3	22.8	21.4	19.2	20	21.2
Temperatura del agua	°C	18.1	19.3	19.1	19.3	20.1	19	16.9	23.4
OD	mg/l	7.1	4	6.1	2.3	3	7.2	7.7	1.6
pH	Unidades pH	7.2	7	6.9	7.3	7	7	7.3	7
Transparencia (Secchi)	m	-	-	-	-	-	-	-	-
Turbiedad	UTJ	24.1	18.6	27.8	19.3	50.1	23.8	30.7	10
Color	ptCo	31	35	30	21	71	40	85	33
DBO	mg/l	1	5	7	4	11	6	1	2
DQO	mg/l	21	41	55	41	96	40	18	13
P-orto	mg/l	0.01	0.56	0.66	0.57	1.28	0.03	0.01	0.01
P-total	mg/l	0.12	1.04	1.38	0.77	2	0.3	0.01	0.01
N-org	mg/l	0.66	1.28	2.68	0.805	5.02	1.15	0.68	0.436
NH3 amoniaco	mg/l	0.05	0.162	2.37	1.78	3.14	0.18	0.05	0.29
NO3 nitratos	mg/l	0.19	0.18	0.298	1.385	0.474	0.583	0.185	0.057
NO2 nitritos	mg/l	0.012	0.105	0.104	0.217	0.077	0.027	0.02	0.013
SO4 sulfatos	mg/l	3	7	9	9	15	5	5	3
Dureza Total	CaCO3 mg/l	80	82	84	95	103	72	57	72
alcalinidad	mg/l	75	86	77	88	99	71	46	74
Conductividad	µmhos/cm	212	240	259	232	280	170	189	190
SSF	mg/l	109	152	30	63	655	62	44	14
SSV	mg/l	16	26	22	12	110	12	9	6
SST	mg/l	125	178	52	75	765	74	53	20

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

Parámetro	Unidad	1- Amanalco	2- Centro de la presa	3- El carrizal	4- cortina	5- Muelle municipal	6- Rio el molino	7 - Gonzales
DBO5	mg/l	10.72	4.99	5.87	3.75	5.33	5.65	6.8
pH	Unidades pH	7.9	8.00	7.9	8	8	8.1	
Temperatura ambiente	°C	25	25	25	25	15	25	25
Temperatura agua	°C	22	22	22	21	22	22	21
Color	UPT-CO	11	11	13	12	12	11	15
Oxígeno disuelto	mg/l	7.6	7.6	7.6	7.5	6.7	7.6	6
conductividad	µmhos/cm	<134	<129	<135	<134	<134	<132	<132
Grasas y aceites	mg/l	1.9	1.7	1	2.2	1.6	2.2	2.7
Sólidos sedimentables	ml/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sólidos totales	mg/l	120	148	134	98	149	142	181
Sólidos Suspendidos	mg/l	15	17	12	8	21	12	
Sol. Disueltos Totales	mg/l	105	131	122	90	128	130	
Cloruros	mg/l	82	75	74	51	77	70	
DQO	mg/l	13.4	7.14	7.16	5.36	6.28	5.2	8
Nitrato	mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
Nitritos	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Boro	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Alcalinidad	mg/l CaCo3	65.3	62.5	52	49.8	61.9	65.3	
Acidez Total	mg/l CaCo4	1.8	2.2	2.6	1.7	3.1	2.2	
Dureza Total	mg/l CaCo5	145	148	144	116	140	159	
Dureza de Calcio	mg/l CaCo6	38	28	29	27	33	25	
Dureza de Magnesio	mg/l CaCo7	104	120	116	118	107	134	
S.A.A.M.	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.10	
Fosfatos	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Fierro	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Coliformes Totales	NMP	<33	<210	<30	<30	<32	<30	

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del distrito Federal y Estado de México 1998

Parámetros	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio
pH	Unidades pH	6.85	8.4	7
Coliformes Totales	NMP/100 ml	0	11000	2900
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0	430	104
Color	Unidades Pt-Co	5	10	7.2
Turbiedad	U.T.N.	0.9	7.5	2.6
Sabor	Característico	NE	NE	
Olor	Ausente	1	3	1.8
Sulfatos (como SO ₄ -2)	mg/l	0.17	3.77	1.17
Cianuro (CN)	mg/l	0.003	0.003	0.003
Cloruros (Cl)	mg/l	1.9	8.9	3.93
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/l	50.7	74.2	58.1
Fluoruros (como F)	mg/l	0.052	0.318	0.137
Nitratos (N-NO ₃)	mg/l	0.11	0.215	0.163
Nitritos (N-NO ₂)	mg/l	0.0015	0.024	0.0096
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/l	0.08	0.26	0.155
Sodio (Na)	mg/l	6.35	1124.732	82.665
Bario (Ba)	mg/l	0.0059	0.043	0.0199
Aluminio (Al)	mg/l	0.015	0.229	0.113
Cadmio total (Cd)	mg/l	ND	ND	
Cromo (Cr)	mg/l	ND	ND	
Cobre (Cu)	mg/l	0.028	0.028	0.028
Fierro (Fe)	mg/l	0.039	0.296	0.127
Plomo (Pb)	mg/l	ND	ND	
Manganeso (Mn)	mg/l	0.01	0.048	0.022
Zinc (Zn)	mg/l	0.014	0.116	0.052
Arsénico (As)	mg/l	ND	ND	
Mercurio (Hg)	mg/l	0.004	0.019	0.0115
SAAM	mg/l	0.03	0.03	0.03
Fenoles Totales	mg/l	0	0	0
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/l	52	152	101
24-D	µg/l	ND	ND	
Aldrín	µg/l	ND	ND	
Dieldrín	µg/l	ND	ND	
Heptacloro	µg/l	ND	ND	
Heptacloro Epóxido	µg/l	ND	ND	
Hexaclorobenceno	µg/l	NE	NE	
Metoxicloro	µg/l	NE	NE	
BHC g, Lindano	µg/l	ND	ND	
Clordano	µg/l	ND	ND	
4;4 - DDT	µg/l	ND	ND	
Bromodiclorometano	mg/l	ND	ND	
Bromoformo	mg/l	ND	ND	
Cloroformo	mg/l	0.0032	0.0032	0.0032
Dibromoclorometano	mg/l			
TRihalometanos Totales		0.0032	0.0032	0.0032
Radiactividad				
ALFA TOTAL				
Sólidos Solubles	Bq/l			
Sólidos Insolubles	Bq/l			
BETA TOTAL				
Sólidos Solubles	Bq/l			
Sólidos Insolubles	Bq/l			
NO: NO DETECTABLE				
NE: NO EFECTUADO				

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del distrito Federal y Estado de México 1999

Parámetros	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio
pH	Unidades pH	6.93	8.9	6.509
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1	430	75.067
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1	65	20
Color	Unidades Pt-Co	5	15	10.375
Turbiedad	U.T.N.	1.9	44	11.41
Sabor	Característico	NE	NE	NE
Olor	Ausente	1.14	4.7	2.389
Sulfatos (como SO4 -2)	mg/l	0.71	15.62	8.665
Cianuro (CN)	mg/l	0.002	0.034	0.009
Cloruros (Cl)	mg/l	0.94	24	4.543
Dureza total (como CaCO3)	mg/l	52.92	259.7	70.506
Fluoruros (como F)	mg/l	0.06	0.152	0.117
Nitratos (N-NO3)	mg/l	0.018	3.47	0.363
Nitritos (N-NO2)	mg/l	0.0046	0.093	0.025
Nitrógeno Amoniacal (N-NH3)	mg/l	0.04	0.77	0.167
Sodio (Na)	mg/l	4.4565	12.082	8.109
Bario (Ba)	mg/l	0.0093	0.0501	0.023
Aluminio (Al)	mg/l	0.029	0.383	0.197
Cadmio total (Cd)	mg/l	0.0081	0.0081	0.008
Cromo (Cr)	mg/l	0.0125	0.0147	0.001
Cobre (Cu)	mg/l	0.0065	0.0148	0.002
Fierro (Fe)	mg/l	0.014	1.099	0.17
Plomo (Pb)	mg/l	ND	ND	ND
Manganeso (Mn)	mg/l	0.005	0.07	0.02
Zinc (Zn)	mg/l	0.008	0.061	0.03
Arsénico (As)	mg/l	ND	ND	ND
Mercurio (Hg)	mg/l	ND	ND	ND
SAAM	mg/l	0.07	0.45	0.201
Fenoles Totales	mg/l	0.002	0.007	0
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/l	52	132	102.55
2;4 D (AC. 2;4 Diclorofenoxiacetido)	µg/l	ND	ND	ND
Aldrín	µg/l	ND	ND	ND
Dieldrín	µg/l	ND	ND	ND
Endosulfan I	µg/l	ND	ND	ND
Endosulfan II	µg/l	ND	ND	ND
Endrin	µg/l	ND	ND	ND
Heptacloro	µg/l	ND	ND	ND
Hexaclorobenceno	µg/l	ND	ND	ND
Metoxicloro	µg/l	ND	ND	ND
Toxafeno	µg/l	ND	ND	ND
BHC g, Lindano	µg/l	ND	ND	ND
Clordano	µg/l	ND	ND	ND
4;4 - DDD	µg/l	ND	ND	ND
4;4 - DDT	µg/l	ND	ND	ND
Bromodiclorometano	mg/l	ND	ND	ND
Bromoformo	mg/l	ND	ND	ND
Cloroformo	mg/l	0.00113	0.00113	0.001
Dibromoclorometano	mg/l	ND	ND	ND
ALFA TOTAL		0.03	0.04	0.033
Sólidos Solubles	Bq/l	0.02	0.02	0.02
Sólidos Insolubles	Bq/l	0.01	0.02	0.013
BETA TOTAL		0.11	0.11	0.11
Sólidos Solubles	Bq/l	0.06	0.06	0.06
Sólidos Insolubles	Bq/l	0.05	0.05	0.05
NO: NO DETECTABLE				
NE: NO EFECTUADO				

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del distrito Federal y Estado de México
2000

Parámetros	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio
pH	Unidades pH	9.02	9.02	9.02
Coliformes Totales	NMP/100 ml	40	41	40.5
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	20	140	66.667
Color	Unidades Pt-Co	7.5	17.5	10
Sabor	No. Umbral	0	0	0
Olor	No. Umbral	1.5	2.6	2.14
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/l	52.7	61.5	56.42
Turbiedad	U.T.N.	1.5	7.6	3.98
Sulfatos	mg/l	2.23	5.81	4.824
Cloruros	mg/l	1.82	4.04	2.772
Fluoruros	mg/l	0.09	0.17	0.122
Fenoles Totales	mg/l	0	0	0
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/l	0.14	0.26	0.202
Nitritos (N-NO ₂)	mg/l	0	0.02	0.01
Nitratos	mg/l	0.01	0.15	0.076
SAAM	mg/l	0.1	0.42	0.24
Cianuros	mg/l	0	0	0.002
Aluminio	mg/l	0.07	0.15	0.111
Arsénico (As)	mg/l	0	0	0
Bario	mg/l	0.01	0.02	0.013
Cadmio	mg/l	0	0	0
Cromo	mg/l	0.01	0.01	0.008
Cobre	mg/l	0.01	0.01	0.011
Fierro	mg/l	0.05	0.26	0.147
Mercurio (Hg)	mg/l	0	0	0
Manganeso	mg/l	0.01	0.02	0.012
Sodio	mg/l	7.86	9.81	9.075
Plomo	mg/l	0	0	0
Zinc	mg/l	0.02	0.05	0.03
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/l	85	113.3	102.46
Dicloroprop	µg/l	0	0	0
Aldrín	µg/l	0	0	0
Dieldrín	µg/l	0	0	0
Endosulfan I	µg/l	0	0	0
Endosulfan II	µg/l	0	0	0
Endosulfan Sulfato	µg/l	0	0	0
Endrín	µg/l	0	0	0
Endrín aldehído	µg/l	0	0	0
Heptacloro	µg/l	0	0	0
Heptacloro Epóxido	µg/l	0	0	0
Hexaclorobenceno	µg/l	0	0	0
5-Hidroxicamba	µg/l	0	0	0
Metoxicloro	µg/l	0	0	0
4-Nitrofenol	µg/l	0	0	0
Pentaclorofenol	µg/l	0	0	0
Picloram	µg/l	0	0	0
2,4,5-T	µg/l	0	0	0
Toxafeno	µg/l	0	0	0
Bentazon	µg/l	0	0	0
BHC a	µg/l	0	0	0
BHC b	µg/l	0	0	0
BHC d	µg/l	0	0	0
BHC g, Lindano	µg/l	0	0	0
Clordano	µg/l	0	0	0
2,3 D (AC, 2,4 Diclorofenoxiacético)	µg/l	0	0	0
Acifluorfen	µg/l	0	0	0
2,4 DB	µg/l	0	0	0
4;4 - DDD	µg/l	0	0	0
4;4 - DDE	µg/l	0	0	0
4;4 - DDT	µg/l	0	0	0
Bromodichlorometano	mg/l	0	0	0
Bromoformo	mg/l	0	0	0
Cloroformo	mg/l	0	0	0
Dibromoclorometano	mg/l	0	0	0

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Estudio de Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México (1999-2006)

Parámetro	Unidades	Valor promedio (CNA/IDECA 1999)	Valor promedio (CNA/IDECA 2000)	Valor promedio (CNA/IMTA 2001)	Valor promedio (CNA/ACUAGRANJAS, 2002)	Valor promedio (CNA/ACUAGRANJAS, 2003)	Valor promedio (CNA/ACUAGRANJAS, 2004)	Valor promedio (CNA/ACUAGRANJAS, 2005)	Valor promedio (CNA/ACUAGRANJAS, 2006)
pH	Unidades pH	6.8	7.1	8.7	7.12	6.06	8.5	8.77	8.48
Conductividad	µmhos/cm	133	126	108.67	146.94	125.35	137.5	14.78	150.09
Turbiedad	UTN	3.6	3.8	nd	5.5	8.97	23.74	12.5	12.38
Alcalinidad	mg/l	81.7	92.4	nd	65.5	81.5	89.2	77.84	nd
Dureza total	mg/l	76.1	84.7	nd	58.7	71.5	59.2	58.9	nd
Transparencia	m	1.4	2.23	1.41	1.26	nd	1.3	0.83	0.94
DBO ₅	mg/l	5	nd	nd	4.24	5.8	3.2	3.62	nd
DQO	mg/l	8	8	13.56	10.33	11	6.18	10.84	11.48
NTK	mg/l	0.74	0.68	nd	0.57	0.52	0.4	0.85	0.78
N-amoniaco	mg/l	0.08	0.12	0.37	0.14	0.21	0.24	0.2	0.22
Nitritos	mg/l	0.006	0.003	0.028	0.02	0.14	0.01	0.017	0.024
Nitratos	mg/l	0.106	0.116	0.232	0.106	0.184	0.2	0.195	0.425
Fosfato total	mg/l	0.145	0.066	nd	0.182	0.071	0.034	0.053	0.049
Ortofosfatos	mg/l	0.024	0.004	0.176	0.077	nd	nd	0.088	0.04
Grasas y aceites	mg/l	0.2	0.33	nd	0	0.4	0.87	0.75	0.7
SAAM	mg/l	0.104	0	nd	0.011	nd	nd	4.57	0.23
Sólidos Totales	mg/l	107	126	nd	105.91	93.05	91	82.65	102.29
Sólidos Fijos	mg/l	36	40	nd	23.63	25.76	26.1	nd	nd
Sólidos Volátiles	mg/l	71	86	nd	81.19	67.2	65	nd	nd
Sólidos Disueltos	mg/l	82	92	nd	97.18	83.58	82.58	55.6	84.41
Sólido Suspendido	mg/l	25	34	nd	8.74	9.47	8.41	27.05	20.27
Coliformes totales	NMP/100 ml	9000	19	nd	7021.44	6477.91	5379.81	23682.13	nd
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	120	4	nd	3401.66	4012.75	508.18	17127.46	62313.67

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2001, tesis de licenciatura en Biología

Parámetro	Unidades	1-Club de Yates	2 - El Carrizal	3-Centro	4-Obra de toma (cortina)	5-Amanalco
DQO	mg/l	22.392	11.4712	26.5	11.822	12.132
DBO5	mg/l	2.864	1.812	2.382	1.74	2.032
OD	mg/l	6.364	5.666	5.46	5.576	5.582
Nitritos-NO2	mg/l	0.0152	0.01686	0.01344	0.0147	0.01416
Nitratos-NO3	mg/l	0.478	0.43	0.47	0.42	0.1562
Nitrógeno amoniacal -NH3	mg/l	0.2562	0.1898	0.4274	0.4082	0.4282
P-PO4	mg/l	0.0664	0.0614	0.0664	0.0628	0.0654
P total	mg/l	0.28	0.2478	0.293	0.2434	0.286
SAAM	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Dureza total	mg/l	65.02	64.54	65.8	62	65.86
Dureza de Calcio	mg/l	31.38	28.08	31.92	33.72	28.6
Dureza de magnesio	mg/l	33.08	36.44	33.9	28.34	37.6
Sulfatos	mg/l	75.86	58.8	58.16	56.34	62.74
pH	Unidades pH	8.416	8.48	8.282	8.214	8.162
Alcalinidad total CaCO3	mg/l	69.52	73.54	71	71.76	70.56
Alcalinidad a la fenoltaleina CaCO3	mg/l	1.03	1.21	0.85	1.39	2.97
cloruros	mg/l	3.938	3.22	2.93	3.072	2.488
Temperatura	°C	22.2	21.4	20.8	21.2	21.5
Sólidos totales	mg/l	101.11	92.728	100.096	93.942	94.802
Sólidos suspendidos	mg/l	11.8	5.2	11.3	5.1	5.2
Sólidos disueltos	mg/l	89.306	87.532	88.786	88.842	89.606
Conductividad	µmhos/cm	105.06	102.94	104.42	104.52	105.38
Profundidad	Secchii/m	2.058	1.706	1.902	2.068	1.838
Coliformes Totales	NMP/100 ml	392.8	116.4	1095.6	407	508.6
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	152	15	23.25	10	165.5
Estreptococos fecales	NMP/100 ml	523.4	505.4	65.8	366.4	256.6

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo

Parámetro	Unidades	1-Club de Yates	2-El Carrizal	3-Centro	4-Obra de toma (cortina)	5-Amanalco
DQO	mg/l	9.38	11.31	10.81	11.46	14.06
DBO5	mg/l	1.89	1.76	1.70	1.43	2.44
OD	mg/l	8.01	7.59	7.12	7.75	7.55
Nitritos-NO2	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Nitratos-NO3	mg/l	0.47	0.35	0.34	0.43	0.30
Nitrógeno amoniacal-NH3	mg/l	0.08	0.10	0.09	0.09	0.18
P-PO4	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
P total	mg/l	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
SAAM	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Dureza total	mg/l	50.47	52.37	52.10	53.48	53.87
pH	Unidades pH	8.84	8.75	9.06	8.95	8.92
Alcalinidad total CaCO3	mg/l	78.29	77.11	77.71	79.17	72.83
Alcalinidad a la fenoltaleina CaCO3	mg/l	6.43	6.14	5.28	5.57	3.84
cloruros	mg/l	3.41	2.89	2.71	3.06	2.70
Temperatura	°C	22.21	21.93	22.21	21.79	22.50
Sólidos totales	mg/l	110.04	128.24	107.56	114.09	114.99
Sólidos suspendidos	mg/l	5.00	3.29	3.11	3.41	4.34
Sólidos disueltos	mg/l	105.75	125.38	105.09	111.16	111.20
Profundidad	Secchii/m	2.09	1.82	1.91	1.77	1.75
Conductividad	µmhos/cm	144.59	159.70	134.24	137.53	138.99
Coliformes Totales	NMP/100 ml	447.14	42.00	56.86	391.43	276.43
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	189.29	2.71	16.29	62.57	58.00
Estreptococos fecales	NMP/100 ml	72.43	262.71	1326.71	15.43	28.29
Dureza de Calcio	mg/l	31.47	29.43	27.33	29.50	32.10
Dureza de magnesio	mg/l	28.43	31.60	34.83	36.10	36.93
Sulfatos	mg/l	33.25	27.75	31.35	32.05	33.95

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

ANEXO B

Cálculo del ICA y diagnóstico del nivel de contaminación en cada una de las estaciones realizadas durante el periodo 1987-2006 en el embalse de la presa de Valle de Bravo

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CLUB DE YATES	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7.1	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	18	Unidades platino			Abastecimiento
I C	52.43		1	52.43	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	7.5	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	75.45		0.5	37.73	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	27	mg/l			Acceptable para cualquier deporte acuático
I SST	78.72		1	78.72	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	133	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	84.62		2	169.23	Acceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	77	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	46.81		1	46.81	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	68	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Ligera purificación
I D	71.73		1	71.73	
NITRATOS (NO3)	0.007	mg/l			Navegación
I NO3	889.57		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONiacAL (N-NH3)	0.07	mg/l			
I N-NH3	114.02		2	200.00	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.3	mg/l			Acceptable
TEMPERATURA (T)	20.6	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.985	mg/l			Criterio General
I OD	81.24		5	406.22	Acceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3	mg/l			
I DBO	57.29		5	286.45	
		SUMA	21.5	1649.32	ICA 77

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CASA PUNTA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	6.9	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	11	Unidades platino			Abastecimiento
I C	60.63		1	60.63	Ligera purificación
TURBIEDAD	10.2	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	71.43		0.5	35.72	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	11	mg/l			Acceptable para cualquier deporte acuático
I SST	109.74		1	100.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	137	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	83.67		2	167.34	Acceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	67	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Industrial y agrícola
I A	48.03		1	48.03	Ligera purificación
DUREZA TOTAL	68	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	71.73		1	71.73	
NITRATOS (NO3)	0.004	mg/l			Navegación
I NO3	1077.82		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONIAICAL (N-NH3)	0.12	mg/l			Transporte de desechos tratados
I N-NH3	94.78		2	189.56	Acceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	6.7	mg/l			Criterio General
TEMPERATURA (T)	20.8	°C			No contaminado
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.950	mg/l			
I OD	74.86		5	374.30	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	mg/l			
I DBO	120.00		5	500.00	
SUMA			21.5	1847.31	ICA 86

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CORTINA	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	7.1	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	11	Unidades platino			Abastecimiento
I C	60.63		1	60.63	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	8.7	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	73.48		0.5	36.74	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	16	mg/l			Aceptable para cualquier deporte acuático
I SST	95.54		1	95.54	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	144	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	82.11		2	164.21	Aceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	68	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Industrial y agrícola
I A	47.90		1	47.90	Ligera purificación
DUREZA TOTAL	66	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	72.30		1	72.30	
NITRATOS (NO3)	0.026	mg/l			Navegación
I NO3	567.17		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.12	mg/l			Transporte de desechos tratados
I N-NH3	94.78		2	189.56	
OXIGENO DISUELTO (OD)	6.2	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	23	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.578	mg/l			Criterio General
I OD	72.28		5	361.38	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	mg/l			
I DBO	75.26		5	376.32	
		SUMA	21.5	1704.58	ICA 79

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CRISTO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	43	Unidades platino			Abastecimiento
I C	40.55		1	40.55	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	8.9	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	73.19		0.5	36.59	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	27	mg/l			Aceptable para cualquier deporte acuático
I SST	78.72		1	78.72	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	141	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	82.76		2	165.53	Aceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	66	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Industrial y agrícola
I A	48.17		1	48.17	Ligera purificación
DUREZA TOTAL	68	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	71.73		1	71.73	
NITRATOS (NO3)	0.017	mg/l			Navegación
I NO3	656.16		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.14	mg/l			Transporte de desechos tratados
I N-NH3	89.90		2	179.79	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	6.8	mg/l			
TEMPERATURA (T)	23.4	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.514	mg/l			Criterio General
I OD	79.87		5	399.36	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	mg/l			
I DBO	75.26		5	376.32	
SUMA			21.5	1696.77	ICA 79

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CENTRO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	30	Unidades platino			Abastecimiento
I C	45.10		1	45.10	Ligera purificación
TURBIEDAD	9.5	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	72.34		0.5	36.17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	22	mg/l			Aceptable para cualquier deporte acuático
I SST	84.92		1	84.92	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	142	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	82.54		2	165.08	Aceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	67	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Industrial y agrícola
I A	48.03		1	48.03	Ligera purificación
DUREZA TOTAL	66	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	72.30		1	72.30	
NITRATOS (NO3)	0.016	mg/l			Navegación
I NO3	669.94		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.19	mg/l			Transporte de desechos tratados
I N-NH3	80.96		2	161.91	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.6	mg/l			Criterio General
TEMPERATURA (T)	23.4	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.514	mg/l			
I OD	89.27		5	446.35	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	mg/l			
I DBO	75.26		5	376.32	
SUMA			21.5	1736.19	ICA 81

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

GONZALES	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	7.3	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	28	Unidades platino			Abastecimiento
I C	46.02		1	46.02	Ligera purificación
TURBIEDAD	9.8	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	71.94		0.5	35.97	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	26	mg/l			Acceptable para cualquier deporte acuático
I SST	79.83		1	79.83	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	85	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	100.26		2	200.00	Acceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	47	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Industrial y agrícola
I A	51.31		1	51.31	Ligera purificación
DUREZA TOTAL	50	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	77.09		1	77.09	
NITRATOS (NO3)	0.376	mg/l			Navegación
I NO3	226.86		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.02	mg/l			Transporte de desechos tratados
I N-NH3	175.23		2	200.00	Acceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.6	mg/l			Criterio General
TEMPERATURA (T)	16.3	°C			No contaminado
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.808	mg/l			
I OD	77.49		5	387.44	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	mg/l			
I DBO	120.00		5	500.00	
SUMA			21.5	1877.66	ICA 87

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

STA. MÓNICA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7.3	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	79	Unidades platino			Abastecimiento
I C	33.89		1	33.89	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	26	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	60.47		0.5	30.24	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	42	mg/l			Acceptable para cualquier deporte acuático
I SST	66.85		1	66.85	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	86	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	99.82		2	199.64	Acceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	51	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	50.53		1	50.53	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	61	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Ligera purificación
I D	73.77		1	73.77	
NITRATOS (NO3)	0.165	mg/l			Navegación
I NO3	300.92		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.02	mg/l			
I N-NH3	175.23		2	200.00	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.1	mg/l			Acceptable
TEMPERATURA (T)	16.3	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.808	mg/l			Criterio General
I OD	72.39		5	361.95	Acceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	mg/l			
I DBO	75.26		5	376.32	
SUMA			21.5	1693.19	ICA 79

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

MOLINO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7.1	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	28	Unidades platino			Abastecimiento
I C	46.02		1	46.02	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.6	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	69.82		0.5	34.91	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	30	mg/l			Aceptable para cualquier deporte acuático
I SST	75.71		1	75.71	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	78	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	103.58		2	207.17	Aceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	60	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	49.03		1	49.03	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	61	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Ligera purificación
I D	73.77		1	73.77	
NITRATOS (NO3)	0.216	mg/l			Navegación
I NO3	274.37		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.01	mg/l			
I N-NH3	222.26		2	200.00	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.9	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	16.3	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.808	mg/l			Criterio General
I OD	80.55		5	402.74	No contaminado
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	mg/l			
I DBO	120.00		5	500.00	
SUMA			21.5	1889.34	ICA 88

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CLUB NÁUTICO	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	7.2	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	31	Unidades platino			Abastecimiento
I C	44.66		1	44.66	Ligera purificación
TURBIEDAD	24.1	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	61.29		0.5	30.65	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	125	mg/l			Acceptable para cualquier deporte acuático
I SST	44.65		1	44.65	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	212	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	70.91		2	141.82	Acceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	75	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	47.04		1	47.04	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	80	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Ligera purificación
I D	68.36		1	68.36	
NITRATOS (NO3)	0.19	mg/l			Navegación
I NO3	286.71		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.05	mg/l			
I N-NH3	127.97		2	200.00	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.1	mg/l			Acceptable
TEMPERATURA (T)	18.1	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.448	mg/l			Criterio General
I OD	75.15		5	375.76	Acceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	mg/l			
I DBO	120.00		5	500.00	
		SUMA	21.5	1752.94	ICA 82

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

IGLESIA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	35	Unidades platino			Abastecimiento
I C	43.09		1	43.09	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	18.6	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	64.19		0.5	32.09	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	178	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SST	39.18		1	39.18	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	240	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	67.65		2	135.31	Dudoso para peces sensibles
ALCALINIDAD	86	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	45.85		1	45.85	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	82	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Sin tratamiento para la industria
I D	67.81		1	67.81	
NITRATOS (NO3)	0.18	mg/l			Navegación
I NO3	292.07		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.162	mg/l			
I N-NH3	85.51		2	171.01	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	4	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	19.3	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.220	mg/l			Criterio General
I OD	43.38		5	216.91	Poco contaminado
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5	mg/l			
I DBO	40.62		5	203.12	
SUMA			21.5	1254.38	ICA 58

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

MUELLE MUNICIPAL	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	6.9	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	30	Unidades platino			Abastecimiento
I C	45.10		1	45.10	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	27.8	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	59.76		0.5	29.88	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	52	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SST	61.77		1	61.77	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	259	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	65.73		2	131.46	Dudoso para peces sensibles
ALCALINIDAD	77	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	46.81		1	46.81	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	84	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Sin tratamiento para la industria
I D	67.27		1	67.27	
NITRATOS (NO3)	0.298	mg/l			Navegación
I NO3	245.69		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONICAL (N-NH3)	2.37	mg/l			
I N-NH3	34.07		2	68.13	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	6.1	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	19.1	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.258	mg/l			Criterio General
I OD	65.89		5	329.46	Poco contaminado
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	7	mg/l			
I DBO	32.39		5	161.96	
SUMA			21.5	1241.83	ICA 58

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CAPITANÍA DE PUERTO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7.3	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	21	Unidades platino			Abastecimiento
I C	50.10		1	50.10	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	19.3	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	63.77		0.5	31.88	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	75	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SST	53.94		1	53.94	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	232	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	68.53		2	137.06	Dudoso para peces sensibles
ALCALINIDAD	88	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	45.66		1	45.66	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	95	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Sin tratamiento para la industria
I D	64.37		1	64.37	
NITRATOS (NO3)	1.385	mg/l			Navegación
I NO3	145.06		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONICAL (N-NH3)	1.78	mg/l			
I N-NH3	37.58		2	75.16	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	2.3	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	19.3	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.220	mg/l			Criterio General
I OD	24.94		5	124.72	Poco contaminado
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	4	mg/l			
I DBO	47.21		5	236.03	
SUMA			21.5	1118.93	ICA 52

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

MERCADO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	71	Unidades platino			Abastecimiento
I C	34.98		1	34.98	Dudoso
TURBIEDAD	50.1	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	53.81		0.5	26.90	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	765	mg/l			Dudoso para el contacto directo
I SST	22.84		1	22.84	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	280	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	63.81		2	127.63	Solo organismos muy resistentes
ALCALINIDAD	99	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	44.67		1	44.67	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	103	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Con mayor tratamiento para la industria
I D	62.34		1	62.34	
NITRATOS (NO3)	0.474	mg/l			Navegación
I NO3	209.54		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONICAL (N-NH3)	3.14	mg/l			
I N-NH3	30.93		2	61.87	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	3	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	20.1	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.074	mg/l			Criterio General
I OD	33.06		5	165.30	Contaminado
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	11	mg/l			
I DBO	23.90		5	119.48	
		SUMA	21.5	966.01	ICA 45

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

AMANALCO	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	7	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	40	Unidades platino			Abastecimiento
I C	41.43		1	41.43	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	23.8	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	61.43		0.5	30.72	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	74	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SST	54.21		1	54.21	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	170	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	77.10		2	154.20	Excepto para especies muy sensibles
ALCALINIDAD	71	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	47.52		1	47.52	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	72	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Sin tratamiento para la industria
I D	70.59		1	70.59	
NITRATOS (NO3)	0.583	mg/l			Navegación
I NO3	195.18		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.18	mg/l			
I N-NH3	82.47		2	164.94	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.2	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	19	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.276	mg/l			Criterio General
I OD	77.62		5	388.09	Poco contaminado
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	6	mg/l			
I DBO	35.93		5	179.66	
SUMA			21.5	1431.35	ICA 67

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

CARRIZAL	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	7.3	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	85	Unidades platino			Abastecimiento
I C	33.17		1	33.17	Ligera purificación
TURBIEDAD	30.7	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	58.71		0.5	29.36	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	53	mg/l			Acceptable para cualquier deporte acuático
I SST	61.34		1	61.34	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	189	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	74.07		2	148.13	Acceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	46	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	51.51		1	51.51	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	57	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Ligera purificación
I D	74.96		1	74.96	
NITRATOS (NO3)	0.185	mg/l			Navegación
I NO3	289.34		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.05	mg/l			
I N-NH3	127.97		2	200.00	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.7	mg/l			Acceptable
TEMPERATURA (T)	16.9	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	9.685	mg/l			Criterio General
I OD	79.50		5	397.52	Acceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	mg/l			
I DBO	120.00		5	500.00	
SUMA			21.5	1795.98	ICA 84

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas 1987 IMTA

EFLUENTE	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	7	Unidades de pH			
I pH	100		1	100.00	
COLOR	33	Unidades platino			Abastecimiento
I C	43.85		1	43.85	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	10	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	71.68		0.5	35.84	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	20	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SST	87.97		1	87.97	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	190	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	73.92		2	147.83	Excepto para especies muy sensibles
ALCALINIDAD	74	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	47.15		1	47.15	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	72	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Sin tratamiento para la industria
I D	70.59		1	70.59	
NITRATOS (NO3)	0.057	mg/l			Navegación
I NO3	433.30		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.29	mg/l			
I N-NH3	70.03		2	140.05	Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO (OD)	1.6	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	23.4	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.514	mg/l			Criterio General
I OD	18.79		5	93.97	Poco contaminado
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	mg/l			
I DBO	75.26		5	376.32	
SUMA			21.5	1343.57	ICA 62

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

AMANALCO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7.9	Unidades de pH			
I pH	80.41		1	80.41	
COLOR	11	Unidades platino			
I C	60.63		1	60.63	
GRASAS Y ACEITES	1.9	mg/l			
I G y A	72.06		2	144.12	Abastecimiento Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	15	mg/l			
I SST	97.85		1	97.85	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	105	mg/l			
I SDT	107.26		0.5	50.00	Recreación Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	134	µmhos/cm			
I CE	84.38		2	168.75	
ALCALINIDAD	65.3	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	48.26		1	48.26	Pesca y vida Acuática Excepto especies muy sensibles
DUREZA TOTAL	145	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	52.69		1	52.69	
NITRATOS (NO3)	0.2	mg/l			
I NO3	281.71		2	200.00	Industrial y agrícola Sin tratamiento para la industria
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.1	mg/l			
I PO4	98.68		2	200.00	
CLORUROS (CL)	82	mg/l			
I CL	43.34		0.5	21.67	Navegación Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.6	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.744	mg/l			
I OD	86.92		5	434.60	Transporte de desechos tratados Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	10.72	mg/l			
I DBO	24.31		5	121.57	
COLIFORMES TOTALES	33	NMP/100 ml			
I CT	5.00		3	15.00	Criterio General Poco contaminado
DETERGENTES	0.05	mg/l			
I SAAM	99.17		3	297.50	
SUMA			30	1993.05	ICA 66

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

CENTRO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8	Unidades de pH			
I pH	75.16		1	75.16	
COLOR	11	Unidades platino			
I C	60.63		1	60.63	
GRASAS Y ACEITES	1.7	mg/l			Abastecimiento
I G y A	74.49		2	148.98	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	17	mg/l			
I SST	93.42		1	93.42	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	131	mg/l			Recreación
I SDT	106.81		0.5	50.00	Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	129	µmhos/cm			
I CE	85.60		2	171.20	
ALCALINIDAD	62.5	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Pesca y vida Acuática
I A	48.66		1	48.66	Excepto especies muy sensibles
DUREZA TOTAL	148	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	52.06		1	52.06	
NITRATOS (NO3)	0.2	mg/l			Industrial y agrícola
I NO3	281.71		2	200.00	Sin tratamiento para la industria
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.1	mg/l			
I PO4	98.68		2	200.00	
CLORUROS (CL)	75	mg/l			Navegación
I CL	44.25		0.5	22.12	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.6	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.744	mg/l			Transporte de desechos tratados
I OD	86.92		5	434.60	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	4.99	mg/l			
I DBO	40.68		5	203.39	
COLIFORMES TOTALES	210	NMP/100 ml			Criterio General
I CT	5.00		3	15.00	Poco contaminado
DETERGENTES	0.05	mg/l			
I SAAM	99.17		3	297.50	
SUMA			30	2072.72	ICA 69

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

CARRIZAL	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	7.9	Unidades de pH			
I pH	80.41		1	80.41	
COLOR	13	Unidades platino			
I C	57.72		1	57.72	
GRASAS Y ACEITES	1	mg/l			Abastecimiento
I G y A	87.25		2	174.50	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	12	mg/l			
I SST	106.27		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	122	mg/l			Recreación
I SDT	106.97		0.5	50.00	Aceptable para cualquier deporte acuático
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	135	µmhos/cm			
I CE	84.14		2	168.28	
ALCALINIDAD	52	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Pesca y vida Acuática
I A	50.35		1	50.35	Aceptable para todos los organismos
DUREZA TOTAL	144	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	52.90		1	52.90	
NITRATOS (NO3)	0.2	mg/l			Industrial y agrícola
I NO3	281.71		2	200.00	Ligera purificación
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.1	mg/l			
I PO4	98.68		2	200.00	
CLORUROS (CL)	74	mg/l			Navegación
I CL	44.39		0.5	22.19	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.6	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.744	mg/l			Transporte de desechos tratados
I OD	86.92		5	434.60	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5.87	mg/l			
I DBO	36.47		5	182.33	
COLIFORMES TOTALES	30	NMP/100 ml			Criterio General
I CT	5.00		3	15.00	Aceptable
DETERGENTES	0.05	mg/l			
I SAAM	99.17		3	297.50	
SUMA			30	2085.77	ICA 70

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

CORTINA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8	Unidades de pH			
I pH	75.16		1	75.16	
COLOR	12	Unidades platino			
I C	59.09		1	59.09	
GRASAS Y ACEITES	2.2	mg/l			Abastecimiento
I G y A	68.98		2	137.96	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	8	mg/l			
I SST	123.47		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	90	mg/l			Recreación
I SDT	107.53		0.5	50.00	Aceptable para cualquier deporte acuático
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	134	µmhos/cm			
I CE	84.38		2	168.75	
ALCALINIDAD	49.8	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Pesca y vida Acuática
I A	50.76		1	50.76	Aceptable para todos los organismos
DUREZA TOTAL	116	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	59.18		1	59.18	
NITRATOS (NO3)	0.2	mg/l			Industrial y agrícola
I NO3	281.71		2	200.00	Ligera purificación
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.1	mg/l			
I PO4	98.68		2	200.00	
CLORUROS (CL)	51	mg/l			Navegación
I CL	48.41		0.5	24.20	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.5	mg/l			
TEMPERATURA (T)	21	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.915	mg/l			Transporte de desechos tratados
I OD	84.13		5	420.64	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3.75	mg/l			
I DBO	49.30		5	246.51	
COLIFORMES TOTALES	30	NMP/100 ml			Criterio General
I CT	5.00		3	15.00	Aceptable
DETERGENTES	0.05	mg/l			
I SAAM	99.17		3	297.50	
	SUMA		30	2104.75	ICA 70

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

MUELLE MUNICIPAL	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8	Unidades de pH			
I pH	75.16		1	75.16	
COLOR	12	Unidades platino			
I C	59.09		1	59.09	
GRASAS Y ACEITES	1.6	mg/l			Abastecimiento
I G y A	75.85		2	151.69	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	21	mg/l			
I SST	86.39		1	86.39	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	128	mg/l			Recreación
I SDT	106.86		0.5	50.00	Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	134	µmhos/cm			
I CE	84.38		2	168.75	
ALCALINIDAD	61.9	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Pesca y vida Acuática
I A	48.75		1	48.75	Excepto para especies muy sensibles
DUREZA TOTAL	140	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	53.75		1	53.75	
NITRATOS (NO3)	0.2	mg/l			Industrial y agrícola
I NO3	281.71		2	200.00	Sin tratamiento para la industria
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.1	mg/l			
I PO4	98.68		2	200.00	
CLORUROS (CL)	77	mg/l			Navegación
I CL	43.98		0.5	21.99	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	6.7	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.744	mg/l			Transporte de desechos tratados
I OD	76.63		5	383.13	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5.33	mg/l			
I DBO	38.91		5	194.56	
COLIFORMES TOTALES	32	NMP/100 ml			Criterio General
I CT	5.00		3	15.00	Poco contaminado
DETERGENTES	0.05	mg/l			
I SAAM	99.17		3	297.50	
	SUMA		30	2005.78	ICA 67

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

MOLINO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.1	Unidades de pH			
I pH	70.26		1	70.26	
COLOR	11	Unidades platino			
I C	60.63		1	60.63	
GRASAS Y ACEITES	2.2	mg/l			Abastecimiento
I G y A	68.98		2	137.96	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	12	mg/l			
I SST	106.27		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	130	mg/l			Recreación
I SDT	106.83		0.5	50.00	Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	132	µmhos/cm			
I CE	84.86		2	169.72	
ALCALINIDAD	65.3	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Pesca y vida Acuática
I A	48.26		1	48.26	Excepto para especies muy sensibles
DUREZA TOTAL	159	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	49.81		1	49.81	
NITRATOS (NO3)	0.2	mg/l			Industrial y agrícola
I NO3	281.71		2	200.00	Sin tratamiento para la industria
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.1	mg/l			
I PO4	98.68		2	200.00	
CLORUROS (CL)	70	mg/l			Navegación
I CL	44.97		0.5	22.48	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.6	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.744	mg/l			Transporte de desechos tratados
I OD	86.92		5	434.60	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5.65	mg/l			
I DBO	37.42		5	187.08	
COLIFORMES TOTALES	30	NMP/100 ml			Criterio General
I CT	5.00		3	15.00	Poco contaminado
DETERGENTES	0.1	mg/l			
I SAAM	98.33		3	295.00	
	SUMA		30	2040.80	ICA 68

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo 1996, tesis de licenciatura de Ingeniería Civil

GONZALES	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
COLOR	15	Unidades platino			Abastecimiento
I C	55.33		1	55.33	Mayor necesidad de tratamiento
GRASAS Y ACEITES	2.7	mg/l			Recreación
I G y A	64.90		2	129.79	Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	132	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	84.86		2	169.72	Dudoso para peces sensibles
OXIGENO DISUELTO (OD)	6	mg/l			Industrial y agrícola
TEMPERATURA (T)	21	°C			Sin tratamiento para la industria
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.915	mg/l			Navegación
I OD	67.30		5	336.51	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	6.8	mg/l			Transporte de desechos tratados
I DBO	33.03		5	165.15	Aceptable
					Criterio General
					Poco contaminado
	SUMA		15	856.50	ICA
					57

Fuente: Archivo Histórico del Agua

Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del distrito Federal y Estado de México 1998

CORTINA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
Ph	7	Unidades de pH			
I pH	100		1.00	100.00	Abastecimiento
COLOR	7.2	Unidades platino			Mayor necesidad de tratamiento
I C	68.7		1.00	68.71	
TURBIEDAD	49.4	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	53.94		0.50	26.97	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	101	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SDT	107.33		0.50	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	203.7	µmhos/cm			
I CE	71.99		2.00	143.98	Pesca y vida Acuática
DUREZA TOTAL	58.1	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Excepto para especies sensibles
I D	74.62		1.00	74.63	
NITRATOS (NO3)	0.163	mg/l			
I NO3	302.18		2.00	200.00	Industrial y agrícola
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.155	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I N-NH3	86.81		2.00	173.62	
CLORUROS (CL)	3.93	mg/l			
I CL	87.96		0.50	43.98	Navegación
OXIGENO DISUELTO (OD)	4.8	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	22.9	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.59	mg/l			
I OD	55.84		5.00	279.25	Transporte de desechos tratados
COLIFORMES TOTALES	2900	NMP/100 ml			Aceptable
I CT	11.32		3.00	33.98	
COLIFORMES FECALES	104	NMP/100 ml			
I CF	18.01		4.00	72.07	Criterio General
DETERGENTES	0.03	mg/l			Poco contaminado
I SAAM	99.49		3.00	298.47	
SUMA			25.50	1565.70	ICA 61

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Estudio de Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México (1999-2006)

CORTINA (1999)	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	6.80	Unidades de pH			
I pH	100.00		1	100.00	
TURBIEDAD	68.40	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	50.91		0.5	25.45	
GRASAS Y ACEITES	0.20	mg/l			
I G y A	140.94		2	200.00	Abastecimiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	25.00	mg/l			Mayor necesidad de tratamiento
I SST	80.99		1	81.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	82.00	mg/l			Recreación
I SDT	107.67		0.5	50.00	Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	133.00	µmhos/cm			
I CE	84.61		2	169.23	Pesca y vida Acuática
ALCALINIDAD	81.70	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Excepto para especies muy sensibles
I A	46.29		1	46.29	
DUREZA TOTAL	76.10	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Industrial y agrícola
I D	69.43		1	69.44	Sin tratamiento para la industria
NITRATOS (NO3)	0.11	mg/l			
I NO3	350.24		2	200.00	Navegación
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.08	mg/l			Aceptable
I N-NH3	108.91		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.15	mg/l			Transporte de desechos tratados
I PO4	83.17		2	200.00	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5.00	mg/l			
I DBO	40.62		5	203.12	Criterio General
COLIFORMES TOTALES	9000.00	NMP/100 ml			Poco contaminado
I CT	8.34		3	25.03	
COLIFORMES FECALES	120.00	NMP/100 ml			
I CF	17.33		4	69.34	
DETERGENTES	0.10	mg/l			
I SAAM	98.27		3	294.80	
SUMA			30.00	1933.69	ICA 64

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Estudio de Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México (1999-2006)

CORTINA (2000)	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	7.10	Unidades de pH			
I pH	100.00		1	100.00	
TURBIEDAD	72.20	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	50.42		0.5	25.21	
GRASAS Y ACEITES	0.33	mg/l			Abastecimiento
I G y A	121.41		2	200.00	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	34.00	mg/l			
I SST	72.29		1	72.29	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	92.00	mg/l			Aceptable para cualquier deporte acuático
I SDT	107.49		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	126.00	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	86.37		2	172.74	Aceptable para todos los organismos
ALCALINIDAD	92.40	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	45.25		1	45.25	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	84.70	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Ligera purificación
I D	67.08		1	67.08	
NITRATOS (NO3)	0.12	mg/l			Navegación
I NO3	339.58		2	200.00	Aceptable
NITROGENO AMONICAL (N-NH3)	0.12	mg/l			
I N-NH3	94.78		2	189.56	Transporte de desechos tratados
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.07	mg/l			Aceptable
I PO4	119.46		2	200.00	
COLIFORMES TOTALES	19.00	NMP/100 ml			Criterio General
I CT	44.03		3	132.09	Aceptable
COLIFORMES FECALES	4.00	NMP/100 ml			
I CF	43.42		4	173.69	
DETERGENTES	0.00	mg/l			
I SAAM	100.00		3	300.00	
SUMA			25.00	1927.90	ICA 77

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Estudio de Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México (1999-2006)

CORTINA (2003)	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	6.06	Unidades de pH			
I pH	71.62		1	71.62	
TURBIEDAD	170.62	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	43.27		0.5	21.64	
GRASAS Y ACEITES	0.40	mg/l			Abastecimiento
I G y A	114.64		2	200.00	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	9.47	mg/l			
I SST	116.00		1	100.00	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	83.58	mg/l			Acceptable pero no recomendable
I SDT	107.64		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	125.35	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	86.54		2	173.08	Dudoso para especies sensibles
ALCALINIDAD	81.50	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	46.31		1	46.31	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	71.50	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Sin tratamiento para la industria
I D	70.73		1	70.73	
NITRATOS (NO3)	0.18	mg/l			Navegación
I NO3	289.88		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.21	mg/l			
I N-NH3	78.22		2	156.45	Transporte de desechos tratados
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.07	mg/l			Acceptable
I PO4	115.51		2	200.00	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5.80	mg/l			Criterio General
I DBO	36.76		5	183.81	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	6477.91	NMP/100 ml			
I CT	9.12		3	27.36	
COLIFORMES FECALES	4012.75	NMP/100 ml			
I CF	6.72		4	26.88	
SUMA			27.00	1527.86	ICA 57

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Estudio de Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México (1999-2006)

CORTINA (2004)	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.50	Unidades de pH			
I pH	53.64		1	53.64	
TURBIEDAD	451.06	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	36.39		0.5	18.19	
GRASAS Y ACEITES	0.87	mg/l			Abastecimiento
I G y A	90.95		2	181.89	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	8.41	mg/l			
I SST	121.21		1	100.00	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	82.58	mg/l			Acceptable pero no recomendable
I SDT	107.65		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	137.50	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	83.56		2	167.11	Dudoso para especies sensibles
ALCALINIDAD	89.20	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	45.54		1	45.54	Industrial y agrícola
DUREZA TOTAL	59.20	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Sin tratamiento para la industria
I D	74.30		1	74.30	
NITRATOS (NO3)	0.20	mg/l			Navegación
I NO3	281.71		2	200.00	Acceptable
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.24	mg/l			
I N-NH3	74.72		2	149.45	Transporte de desechos tratados
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.03	mg/l			Acceptable
I PO4	162.08		2	200.00	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3.20	mg/l			Criterio General
I DBO	54.85		5	274.27	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	5379.81	NMP/100 ml			
I CT	9.59		3	28.76	
COLIFORMES FECALES	508.18	NMP/100 ml			
I CF	11.74		4	46.96	
SUMA			27.00	1590.12	ICA 59

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Estudio de Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México (1999-2006)

CORTINA (2005)	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	8.77	Unidades de pH			
I pH	44.71		1	44.71	
TURBIEDAD	237.50	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	40.79		0.5	20.40	
GRASAS Y ACEITES	0.75	mg/l			
I G y A	95.06		2	190.12	Abastecimiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	27.05	mg/l			Mayor necesidad de tratamiento
I SST	78.67		1	78.67	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	55.60	mg/l			Recreación
I SDT	108.13		0.5	50.00	Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	14.78	µmhos/cm			
I CE	194.58		2	200.00	Pesca y vida Acuática
ALCALINIDAD	77.84	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Dudoso para especies sensibles
I A	46.71		1	46.71	
DUREZA TOTAL	58.90	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Industrial y agrícola
I D	74.39		1	74.39	Sin tratamiento para la industria
NITRATOS (NO3)	0.20	mg/l			
I NO3	284.16		2	200.00	Navegación
NITROGENO AMONIAICAL (N-NH3)	0.20	mg/l			Aceptable
I N-NH3	79.54		2	159.09	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.05	mg/l			Transporte de desechos tratados
I PO4	132.14		2	200.00	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3.62	mg/l			
I DBO	50.49		5	252.43	Criterio General
COLIFORMES TOTALES	23682.13	NMP/100 ml			Poco contaminado
I CT	6.43		3	19.28	
COLIFORMES FECALES	17127.46	NMP/100 ml			
I CF	4.54		4	18.17	
DETERGENTES	4.57	mg/l			
I SAAM	27.10		3	81.29	
SUMA			30.00	1635.25	ICA 55

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Estudio de Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la cuenca de Valle de Bravo, Estado de México (1999-2006)

CORTINA (2006)	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.48	Unidades de pH			
I pH	54.37		1	54.37	
TURBIEDAD	235.22	Unidades técnicas JACK UTJ			Abastecimiento
I t	40.86		0.5	20.43	Mayor necesidad de tratamiento
GRASAS Y ACEITES	0.70	mg/l			
I G y A	97.03		2	194.07	Recreación
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	20.27	mg/l			Aceptable para cualquier deporte acuático
I SST	87.53		1	87.53	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	84.41	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SDT	107.62		0.5	50.00	Aceptable para todos los organismos
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	150.09	µmhos/cm			
I CE	80.83		2	161.65	Industrial y agrícola
NITRATOS (NO3)	0.43	mg/l			Ligera purificación
I NO3	217.53		2	200.00	
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.22	mg/l			Navegación
I N-NH3	76.99		2	153.97	Aceptable
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.05	mg/l			Transporte de desechos tratados
I PO4	137.00		2	200.00	Aceptable
COLIFORMES FECALES	62313.67	NMP/100 ml			
I CF	3.20		4	12.82	
DETERGENTES	0.23	mg/l			Criterio General
I SAAM	96.17		3	288.52	Aceptable
		SUMA	20.00	1423.36	ICA 71

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2001, tesis de licenciatura en Biología

CLUB DE YATES	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.42	Unidades de pH			
I pH	56.77		1	56.77	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	11.80	mg/l			
I SST	106.93		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	89.31	mg/l			
I SDT	107.54		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	105.04	µmhos/cm			Abastecimiento
I CE	92.53		2	185.07	Mayor necesidad de tratamiento
ALCALINIDAD	69.52	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	47.70		1	47.70	Recreación
DUREZA TOTAL	65.02	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Aceptable pero no recomendable
I D	72.59		1	72.59	
NITRATOS (NO3)	0.48	mg/l			Pesca y vida Acuática
I NO3	208.93		2	200.00	Excepto para especies muy sensibles
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.26	mg/l			
I N-NH3	73.09		2	146.17	Industrial y agrícola
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.07	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I PO4	119.13		2	200.00	
CLORUROS (CL)	3.94	mg/l			Navegación
I CL	87.92		0.5	43.96	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	6.36	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22.20	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.71	mg/l			Aceptable
I OD	73.06		5	365.32	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2.86	mg/l			Criterio General
I DBO	59.11		5	295.53	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	392.80	NMP/100 ml			
I CT	19.43		3	58.30	
COLIFORMES FECALES	152.00	NMP/100 ml			
I CF	16.26		4	65.05	
DETERGENTES	0.01	mg/l			
I SAAM	99.83		3	299.50	
SUMA			33.00	2185.97	ICA 66

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2001, tesis de licenciatura en Biología

CRISTO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.48	Unidades de pH			
I pH	54.37		1	54.37	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	5.20	mg/l			
I SST	144.80		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	87.53	mg/l			
I SDT	107.57		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	102.94	µmhos/cm			
I CE	93.24		2	186.49	Abastecimiento Mayor necesidad de tratamiento
ALCALINIDAD	73.55	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	47.21		1	47.21	Recreación Aceptable para cualquier deporte acuático
DUREZA TOTAL	65.02	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	72.59		1	72.59	
NITRATOS (NO3)	0.43	mg/l			
I NO3	216.66		2	200.00	Pesca y vida Acuática Aceptable para todos los organismos
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.19	mg/l			
I N-NH3	80.99		2	161.97	Industrial y agrícola Ligera purificación
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.06	mg/l			
I PO4	123.50		2	200.00	
CLORUROS (CL)	3.22	mg/l			
I CL	92.14		0.5	46.07	Navegación Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	5.67	mg/l			
TEMPERATURA (T)	21.40	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.85	mg/l			
I OD	64.05		5	320.27	Transporte de desechos tratados Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1.81	mg/l			
I DBO	80.43		5	402.17	Criterio General Aceptable
COLIFORMES TOTALES	116.40	NMP/100 ml			
I CT	26.99		3	80.97	
COLIFORMES FECALES	15.00	NMP/100 ml			
I CF	30.39		4	121.56	
DETERGENTES	0.01	mg/l			
I SAAM	99.83		3	299.50	
SUMA			33.00	2343.16	ICA 71

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2001, tesis de licenciatura en Biología

CENTRO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.28	Unidades de pH			
I pH	62.14		1	62.14	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	11.30	mg/l			
I SST	108.66		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	88.79	mg/l			
I SDT	107.55		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	104.42	µmhos/cm			Abastecimiento
I CE	92.74		2	185.48	Mayor necesidad de tratamiento
ALCALINIDAD	71.00	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Recreación
I A	47.52		1	47.52	Acceptable pero no recomendable
DUREZA TOTAL	65.80	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	72.36		1	72.36	
NITRATOS (NO3)	0.47	mg/l			Pesca y vida Acuática
I NO3	210.15		2	200.00	Excepto para especies muy sensibles
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.43	mg/l			
I N-NH3	61.30		2	122.61	Industrial y agrícola
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.07	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I PO4	119.13		2	200.00	
CLORUROS (CL)	2.93	mg/l			Navegación
I CL	94.19		0.5	47.10	Acceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	5.46	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	20.80	°C			Acceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.95	mg/l			
I OD	61.01		5	305.03	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2.38	mg/l			Criterio General
I DBO	66.91		5	334.56	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	1095.60	NMP/100 ml			
I CT	14.73		3	44.20	
COLIFORMES FECALES	23.25	NMP/100 ml			
I CF	27.00		4	108.00	
DETERGENTES	0.01	mg/l			
I SAAM	99.83		3	299.50	
		SUMA	33.00	2178.49	ICA 66

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2001, tesis de licenciatura en Biología

CORTINA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.21	Unidades de pH			
I pH	65.06		1	65.06	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	5.10	mg/l			
I SST	145.85		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	88.84	mg/l			
I SDT	107.55		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	104.52	µmhos/cm			Abastecimiento
I CE	92.71		2	185.42	Mayor necesidad de tratamiento
ALCALINIDAD	71.76	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Recreación
I A	47.42		1	47.42	Aceptable para cualquier deporte acuático
DUREZA TOTAL	62.00	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	73.47		1	73.47	
NITRATOS (NO3)	0.42	mg/l			Pesca y vida Acuática
I NO3	218.41		2	200.00	Aceptable para todos los organismos
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.41	mg/l			
I N-NH3	62.28		2	124.56	Industrial y agrícola
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.06	mg/l			Ligera purificación
I PO4	122.22		2	200.00	
CLORUROS (CL)	3.07	mg/l			Navegación
I CL	93.16		0.5	46.58	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	5.58	mg/l			
TEMPERATURA (T)	21.20	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.88	mg/l			Aceptable
I OD	62.79		5	313.95	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1.74	mg/l			Criterio General
I DBO	82.66		5	413.30	Aceptable
COLIFORMES TOTALES	407.00	NMP/100 ml			
I CT	19.25		3	57.75	
COLIFORMES FECALES	10.00	NMP/100 ml			
I CF	33.91		4	135.63	
DETERGENTES	0.01	mg/l			
I SAAM	99.83		3	299.50	
SUMA			33.00	2312.63	ICA 70

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2001, tesis de licenciatura en Biología

CASA PUNTA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.16	Unidades de pH			
I pH	67.38		1	67.38	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	5.20	mg/l			
I SST	144.80		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	89.61	mg/l			
I SDT	107.53		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	105.38	µmhos/cm			Abastecimiento
I CE	92.42		2	184.84	Mayor necesidad de tratamiento
ALCALINIDAD	70.56	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I A	47.57		1	47.57	Recreación
DUREZA TOTAL	65.86	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Aceptable pero no recomendable
I D	72.34		1	72.34	
NITRATOS (NO3)	0.16	mg/l			Pesca y vida Acuática
I NO3	306.63		2	200.00	Excepto para especies muy sensibles
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.43	mg/l			
I N-NH3	61.26		2	122.53	Industrial y agrícola
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.07	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I PO4	119.96		2	200.00	
CLORUROS (CL)	2.49	mg/l			Navegación
I CL	97.85		0.5	48.92	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	5.58	mg/l			
TEMPERATURA (T)	21.50	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.83	mg/l			Aceptable
I OD	63.23		5	316.13	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2.03	mg/l			Criterio General
I DBO	74.46		5	372.32	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	508.60	NMP/100 ml			
I CT	18.13		3	54.38	
COLIFORMES FECALES	165.50	NMP/100 ml			
I CF	15.89		4	63.57	
DETERGENTES	0.01	mg/l			
I SAAM	99.83		3	299.50	
		SUMA	33.00	2199.49	ICA 67

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2002, tesis de licenciatura en Biología

CLUB DE YATES	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.84	Unidades de pH			
I pH	42.65		1	42.65	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	5.00	mg/l			
I SST	146.92		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	105.75	mg/l			
I SDT	107.25		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	144.59	µmhos/cm			Abastecimiento Mayor necesidad de tratamiento
I CE	81.98		2	163.96	
ALCALINIDAD	78.29	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Recreación Aceptable para cualquier deporte acuático
I A	46.66		1	46.66	
DUREZA TOTAL	50.47	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	76.95		1	76.95	
NITRATOS (NO3)	0.47	mg/l			Pesca y vida Acuática Aceptable para todos los organismos
I NO3	210.15		2	200.00	
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.08	mg/l			Industrial y agrícola Ligera purificación
I N-NH3	108.92		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.02	mg/l			
I PO4	206.89		2	200.00	
CLORUROS (CL)	3.41	mg/l			Navegación Aceptable
I CL	90.92		0.5	45.46	
OXIGENO DISUELTO (OD)	8.01	mg/l			Transporte de desechos tratados Aceptable
TEMPERATURA (T)	22.21	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.71	mg/l			
I OD	91.98		5	459.90	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1.89	mg/l			Criterio General Aceptable
I DBO	78.18		5	390.92	
COLIFORMES TOTALES	447.14	NMP/100 ml			
I CT	18.77		3	56.30	
COLIFORMES FECALES	189.29	NMP/100 ml			
I CF	15.33		4	61.31	
DETERGENTES	0.02	mg/l			
I SAAM	99.67		3	299.00	
		SUMA	33.00	2393.10	ICA 73

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2002, tesis de licenciatura en Biología

CRISTO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.75	Unidades de pH			
I pH	45.32		1	45.32	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	3.29	mg/l			
I SST	171.53		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	125.38	mg/l			
I SDT	106.91		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	159.70	µmhos/cm			Abastecimiento Mayor necesidad de tratamiento
I CE	78.95		2	157.90	
ALCALINIDAD	77.11	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Recreación Aceptable para cualquier deporte acuático
I A	46.79		1	46.79	
DUREZA TOTAL	52.37	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	76.36		1	76.36	
NITRATOS (NO3)	0.35	mg/l			Pesca y vida Acuática Aceptable para todos los organismos
I NO3	232.51		2	200.00	
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.10	mg/l			Industrial y agrícola Ligera purificación
I N-NH3	100.89		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.02	mg/l			
I PO4	206.89		2	200.00	Navegación Aceptable
CLORUROS (CL)	2.89	mg/l			
I CL	94.49		0.5	47.25	
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.59	mg/l			Transporte de desechos tratados Aceptable
TEMPERATURA (T)	21.93	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.76	mg/l			
I OD	86.69		5	433.44	Criterio General Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1.76	mg/l			
I DBO	82.03		5	410.13	
COLIFORMES TOTALES	42.00	NMP/100 ml			
I CT	35.54		3	106.62	
COLIFORMES FECALES	2.71	NMP/100 ml			
I CF	48.24		4	192.95	
DETERGENTES	0.02	mg/l			
I SAAM	99.67		3	299.00	
SUMA			33.00	2565.75	ICA 78

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2002, tesis de licenciatura en Biología

CENTRO	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.06	Unidades de pH			
I pH	36.76		1	36.76	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	3.11	mg/l			
I SST	175.14		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	105.09	mg/l			
I SDT	107.26		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	134.24	µmhos/cm			Abastecimiento
I CE	84.32		2	168.64	Mayor necesidad de tratamiento
ALCALINIDAD	77.71	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Recreación
I A	46.73		1	46.73	Aceptable para cualquier deporte acuático
DUREZA TOTAL	52.10	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	76.44		1	76.44	
NITRATOS (NO3)	0.34	mg/l			Pesca y vida Acuática
I NO3	234.83		2	200.00	Aceptable para todos los organismos
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.09	mg/l			Industrial y agrícola
I N-NH3	104.61		2	200.00	Ligera purificación
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.02	mg/l			
I PO4	206.89		2	200.00	Navegación
CLORUROS (CL)	2.71	mg/l			Aceptable
I CL	95.92		0.5	47.96	
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.12	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.21	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.71	mg/l			
I OD	81.76		5	408.80	Criterio General
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1.70	mg/l			Aceptable
I DBO	83.96		5	419.82	
COLIFORMES TOTALES	56.86	NMP/100 ml			
I CT	32.75		3	98.25	
COLIFORMES FECALES	16.29	NMP/100 ml			
I CF	29.72		4	118.88	
DETERGENTES	0.02	mg/l			
I SAAM	99.67		3	299.00	
		SUMA	33.00	2471.28	ICA 75

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2002, tesis de licenciatura en Biología

CORTINA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.95	Unidades de pH			
I pH	39.60		1	39.60	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	3.41	mg/l			
I SST	169.27		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	111.16	mg/l			
I SDT	107.15		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	137.53	µmhos/cm			Abastecimiento
I CE	83.55		2	167.10	Mayor necesidad de tratamiento
ALCALINIDAD	79.17	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Recreación
I A	46.56		1	46.56	Aceptable para cualquier deporte acuático
DUREZA TOTAL	53.48	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	76.02		1	76.02	
NITRATOS (NO3)	0.43	mg/l			Pesca y vida Acuática
I NO3	216.66		2	200.00	Aceptable para todos los organismos
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.09	mg/l			Industrial y agrícola
I N-NH3	104.61		2	200.00	Ligera purificación
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.02	mg/l			
I PO4	206.89		2	200.00	Navegación
CLORUROS (CL)	3.06	mg/l			Aceptable
I CL	93.24		0.5	46.62	
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.75	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.79	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.78	mg/l			
I OD	88.28		5	441.38	Criterio General
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1.43	mg/l			Aceptable
I DBO	94.33		5	471.64	
COLIFORMES TOTALES	391.43	NMP/100 ml			
I CT	19.45		3	58.36	
COLIFORMES FECALES	62.57	NMP/100 ml			
I CF	20.67		4	82.67	
DETERGENTES	0.02	mg/l			
I SAAM	99.67		3	299.00	
		SUMA	33.00	2478.95	ICA 75

F Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

Estudio de evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo 2002, tesis de licenciatura en Biología

CASA PUNTA	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	8.92	Unidades de pH			
I pH	40.41		1	40.41	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	4.34	mg/l			
I SST	154.82		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	111.20	mg/l			
I SDT	107.15		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	138.99	µmhos/cm			Abastecimiento Mayor necesidad de tratamiento
I CE	83.22		2	166.43	
ALCALINIDAD	72.83	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			Recreación Aceptable para cualquier deporte acuático
I A	47.29		1	47.29	
DUREZA TOTAL	53.87	mg/l como CaCO3 Carbonato de calcio			
I D	75.90		1	75.90	
NITRATOS (NO3)	0.30	mg/l			Pesca y vida Acuática Aceptable para todos los organismos
I NO3	245.13		2	200.00	
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.18	mg/l			Industrial y agrícola Ligera purificación
I N-NH3	82.47		2	164.94	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.02	mg/l			
I PO4	206.89		2	200.00	Navegación Aceptable
CLORUROS (CL)	2.70	mg/l			
I CL	96.00		0.5	48.00	
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.55	mg/l			Transporte de desechos tratados Aceptable
TEMPERATURA (T)	22.50	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.66	mg/l			
I OD	87.18		5	435.90	Criterio General Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2.44	mg/l			
I DBO	65.84		5	329.18	
COLIFORMES TOTALES	276.43	NMP/100 ml			
I CT	21.37		3	64.11	
COLIFORMES FECALES	58.00	NMP/100 ml			
I CF	21.09		4	84.38	
DETERGENTES	0.02	mg/l			
I SAAM	99.67		3	299.00	
SUMA			33.00	2305.54	ICA 70

Fuente: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

ANEXO C

Cálculo del ICA y calificación del nivel de contaminación a cada una de las estaciones del embalse de la presa de Valle de Bravo 2010

ESTACIÓN 1	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.44	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	28.44		1	28.45	Ligera purificación
TURBIEDAD	8.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	74.58		0.5	37.29	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	14.90	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	98.08		1	98.09	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	69.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.89		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	138.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	83.44		2	166.88	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.37	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.92	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.76	mg/l			Criterio General
I OD	84.15		5	420.80	Aceptable
		SUMA	10	801.51	ICA 80

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 2	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.45	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	28.25		1	28.26	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.47		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	9.20	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	117.24		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	69.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.89		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	138.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	83.44		2	166.88	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.30	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.27	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.69	mg/l			Criterio General
I OD	83.92		5	419.61	Aceptable
		SUMA	10	799.99	ICA 80

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 3	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.4	Unidades de pH			
I pH	29.22		1	29.23	
TURBIEDAD	7.1	Unidades técnicas JACK UTJ			
I t	76.19		0.5	38.10	Abastecimiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	1.5	mg/l			Mayor necesidad de tratamiento
I SST	229.37		1	100.00	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	72	mg/l			Recreación
I SDT	107.84		0.5	50.00	Aceptable pero no recomendable
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	144	µmhos/cm			
I CE	82.1		2	164.21	Pesca y vida Acuática
NITRATOS (NO3)	0.4	mg/l			Dudoso para especies sensibles
I NO3	222.09		2	200.00	
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.06	mg/l			Industrial y agrícola
I N-NH3	120.21		2	200.00	Sin tratamiento para la industria
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.18	mg/l			
I PO4	75.29		2	200.00	Navegación
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.05	mg/l			Aceptable
TEMPERATURA (T)	23.79	°C			
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.45	mg/l			Transporte de desechos tratados
I OD	83.41		5	417.09	Aceptable
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	32	mg/l			
I DBO	11.64		5	58.24	Criterio General
COLIFORMES TOTALES	24	NMP/100 ml			Poco contaminado
I CT	41.33		3	124.01	
COLIFORMES FECALES	150	NMP/100 ml			
I CF	16.32		4	65.28	
SUMA			28.00	1646.16	ICA 59

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 4	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.48	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	27.69		1	27.69	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	8.20	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	74.26		0.5	37.13	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	6.30	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	134.87		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	72.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.84		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	143.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	82.32		2	164.65	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.12	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	23.02	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.57	mg/l			Criterio General
I OD	83.03		5	415.16	Aceptable
SUMA			10	794.63	ICA 79

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 5	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.49	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	27.50		1	27.51	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.47		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	36.50	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	70.41		1	70.41	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	73.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.82		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	145.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	81.89		2	163.78	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.36	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.69	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.79	mg/l			Criterio General
I OD	83.67		5	418.36	Aceptable
SUMA			10	765.30	ICA 77

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 6	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.36	Unidades de pH			
I pH	30.02		1	30.03	
TURBIEDAD	11	Unidades técnicas JACK UTJ			Abastecimiento
I t	70.47		0.5	35.24	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	1008.7	mg/l			
I SST	20.62		1	20.62	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	76	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SDT	107.77		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	151	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	80.64		2	161.28	Dudoso para especies sensibles
NITRATOS (NO3)	0.7	mg/l			
I NO3	183.3		2	200.00	Industrial y agrícola
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.01	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I N-NH3	222.26		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.11	mg/l			Navegación
I PO4	94.44		2	200.00	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	6.55	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22.42	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.67	mg/l			Aceptable
I OD	75.51		5	377.59	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	50	mg/l			Criterio General
I DBO	8.62		5	43.13	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	252	NMP/100 ml			
I CT	21.9		3	65.73	
COLIFORMES FECALES	828	NMP/100 ml			
I CF	10.28		4	41.16	
SUMA			28.00	1424.77	ICA 51

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 7	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.46	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	28.06		1	28.07	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.47		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	410.20	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	28.76		1	28.77	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	71.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.85		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	141.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	82.76		2	165.53	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.33	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.99	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.74	mg/l			Criterio General
I OD	83.81		5	419.08	Aceptable
SUMA			10	726.68	ICA 73

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 8	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.51	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	27.13		1	27.14	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	0.90	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	277.09		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	69.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.89		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	139.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	83.21		2	166.43	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.73	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.58	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.65	mg/l			Criterio General
I OD	89.39		5	446.97	Aceptable
SUMA			10	825.78	ICA 83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 9	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.41	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	29.03		1	29.03	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	6.40	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	134.09		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	72.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.84		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	144.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	82.11		2	164.21	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.61	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.59	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.65	mg/l			Criterio General
I OD	88.02		5	440.12	Aceptable
SUMA			10	818.60	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 10	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.57	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	26.06		1	26.06	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	8.90	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	118.69		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	73.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.82		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	146.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	81.68		2	163.36	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.69	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.55	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.65	mg/l			Criterio General
I OD	88.88		5	444.41	Aceptable
SUMA			10	819.06	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 12	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.48	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	27.69		1	27.69	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	5.50	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	141.83		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	61.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	108.03		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	121.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	87.70		2	175.41	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.67	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.13	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.72	mg/l			Criterio General
I OD	87.94		5	439.70	Aceptable
SUMA			10	828.04	ICA 83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 13	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.49	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	27.51		1	27.51	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	8.90	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	118.69		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	67.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.93		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	134.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	84.38		2	168.75	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.69	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.28	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.70	mg/l			Criterio General
I OD	88.42		5	442.12	Aceptable
SUMA			10	823.61	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 14	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.53	Unidades de pH			Abastecimiento
I pH	26.77		1	26.77	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	6.70				Pesca y vida Acuática
I SST	131.84		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	71.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.86		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	142.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	82.54		2	165.08	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.88	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.91	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.75	mg/l			Criterio General
I OD	89.97		5	449.83	Aceptable
SUMA			10	826.93	ICA 83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 15	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.53				Abastecimiento
I pH	26.77		1	26.77	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	4.40	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	154.04		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	72.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.84		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	144.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	82.11		2	164.21	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.70	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.92	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.76	mg/l			Criterio General
I OD	87.93		5	439.64	Aceptable
SUMA			10	815.86	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 16	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.52				Abastecimiento
I pH	26.96		1	26.96	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	1.50	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	229.37		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	72.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.84		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	145.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	81.89		2	163.78	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.67	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.88	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.76	mg/l			Criterio General
I OD	87.52		5	437.59	Aceptable
SUMA			10	813.56	ICA 81

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 18	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.51				Abastecimiento
I pH	27.14		1	27.14	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	4.60	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	151.52		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	74.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.81		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	148.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	81.26		2	162.52	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.73	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.37	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.68	mg/l			Criterio General
I OD	89.04		5	445.18	Aceptable
SUMA			10	820.08	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 19	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.54				Abastecimiento
I pH	26.59		1	26.59	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	5.60	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	140.89		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	75.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.79		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	150.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	80.85		2	161.69	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.75	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.27	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.70	mg/l			Criterio General
I OD	89.10		5	445.48	Aceptable
SUMA			10	818.46	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 21	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.53				Abastecimiento
I pH	26.77		1	26.77	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	10.50	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	111.65		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	75.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.79		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	150.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	80.85		2	161.69	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.82	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.68	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.63	mg/l			Criterio General
I OD	90.61		5	453.04	Aceptable
SUMA			10	826.20	ICA 83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 22	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.49				Abastecimiento
I pH	27.51		1	27.51	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	9.20	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	117.25		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	76.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.77		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	152.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	80.44		2	160.88	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.58	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.35	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.69	mg/l			Criterio General
I OD	87.28		5	436.38	Aceptable
SUMA			10	809.46	ICA 81

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 23	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.52				Abastecimiento
I pH	26.96		1	26.96	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	791.30	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	22.56		1	22.56	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	78.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.74		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	155.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.85		2	159.69	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.76	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.47	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.67	mg/l			Criterio General
I OD	89.55		5	447.77	Aceptable
SUMA			10	741.67	ICA 74

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 24	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.52				Abastecimiento
I pH	26.96		1	26.96	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	3.80	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	162.62		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	76.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.77		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	152.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	80.44		2	160.88	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.73	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.53	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.66	mg/l			Criterio General
I OD	89.31		5	446.55	Aceptable
SUMA			10	819.08	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 25	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.54				
I pH	26.59		1	26.59	
TURBIEDAD	11	Unidades técnicas JACK UTJ			Abastecimiento
I t	70.47		0.5	35.24	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	12.5	mg/l			
I SST	104.67		1	100.00	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	77	mg/l			Acceptable pero no recomendable
I SDT	107.75		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	155	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	79.84		2	159.69	Dudoso para especies sensibles
NITRATOS (NO3)	0.4	mg/l			
I NO3	222.09		2	200.00	Industrial y agrícola
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.01	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I N-NH3	222.26		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.9	mg/l			Navegación
I PO4	35.91		2	200.00	Acceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.96	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22.53	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.65	mg/l			Acceptable
I OD	91.96		5	459.83	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	30	mg/l			Criterio General
I DBO	12.16		5	60.82	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	1212	NMP/100 ml			
I CT	14.33		3	43.01	
COLIFORMES FECALES	538	NMP/100 ml			
I CF	11.56		4	46.24	
SUMA			28.00	1581.43	ICA 56

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 26	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.56				Abastecimiento
I pH	26.24		1	26.24	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	11.40	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	108.30		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	78.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.74		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	156.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.65		2	159.31	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.84	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.44	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.67	mg/l			Criterio General
I OD	90.42		5	452.12	Aceptable
SUMA			10	822.90	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 27	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.56				Abastecimiento
I pH	26.24		1	26.24	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	45.60	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	64.85		1	64.85	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	75.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.79		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	150.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	80.85		2	161.69	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.78	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.18	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.71	mg/l			Criterio General
I OD	89.29		5	446.43	Aceptable
SUMA			10	784.45	ICA 78

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 28	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.56				Abastecimiento
I pH	26.24		1	26.24	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	6.20	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	135.68		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	75.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.79		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	151.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	80.64		2	161.28	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.85	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.93	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.76	mg/l			Criterio General
I OD	89.66		5	448.29	Aceptable
SUMA			10	821.05	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 29	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.56				Abastecimiento
I pH	26.24		1	26.24	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	1.90	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	210.16		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	75.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.79		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	150.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	80.85		2	161.69	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.61	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.49	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.83	mg/l			Criterio General
I OD	86.18		5	430.90	Aceptable
SUMA			10	804.07	ICA 80

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 31	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.55				
I pH	26.41		1	26.41	
TURBIEDAD	11	Unidades técnicas JACK UTJ			Abastecimiento
I t	70.47		0.5	35.24	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	6	mg/l			
I SST	137.33		1	100.00	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	77	mg/l			Acceptable pero no recomendable
I SDT	107.75		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	154	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	80.04		2	160.09	Dudoso para especies sensibles
NITRATOS (NO3)	0.5	mg/l			
I NO3	205.73		2	200.00	Industrial y agrícola
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.06	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I N-NH3	120.21		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.1	mg/l			Navegación
I PO4	98.67		2	200.00	Acceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.58	mg/l			
TEMPERATURA (T)	21.53	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.82	mg/l			Acceptable
I OD	85.9		5	429.54	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	28	mg/l			Criterio General
I DBO	12.74		5	63.71	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	170	NMP/100 ml			
I CT	24.36		3	73.10	
COLIFORMES FECALES	278	NMP/100 ml			
I CF	13.81		4	55.27	
SUMA			28.00	1593.35	ICA 57

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 32	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.53				Abastecimiento
I pH	26.77		1	26.77	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	9.30	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	116.78		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	78.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.74		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	156.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.65		2	159.31	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.66	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.78	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.78	mg/l			Criterio General
I OD	87.23		5	436.17	Aceptable
SUMA			10	806.95	ICA 81

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 33	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.58				Abastecimiento
I pH	25.89		1	25.89	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	9.30	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	116.78		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	79.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.72		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	157.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.46		2	158.92	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	8.10	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.82	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.77	mg/l			Criterio General
I OD	92.32		5	461.59	Aceptable
SUMA			10	831.09	ICA 83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 34	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.57				Abastecimiento
I pH	26.06		1	26.06	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	7.90	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	124.04		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	79.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.72		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	157.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.46		2	158.92	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	8.03	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	21.68	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.80	mg/l			Criterio General
I OD	91.27		5	456.36	Aceptable
SUMA			10	826.58	ICA 83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 35	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.52				Abastecimiento
I pH	26.96		1	26.96	Ligera purificación
TURBIEDAD	10.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	71.68		0.5	35.84	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	8.40	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	121.26		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	78.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.74		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	156.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.65		2	159.31	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.50	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.37	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.68	mg/l			Criterio General
I OD	86.39		5	431.94	Aceptable
SUMA			10	804.04	ICA 80

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 36	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.51				Abastecimiento
I pH	27.14		1	27.14	Ligera purificación
TURBIEDAD	10.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	71.68		0.5	35.84	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	5.40	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	142.79		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	77.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.75		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	155.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.85		2	159.69	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.70	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.79	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.61	mg/l			Criterio General
I OD	89.40		5	447.02	Aceptable
SUMA			10	819.70	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 37	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.48				Abastecimiento
I pH	27.69		1	27.69	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	16.50	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	94.46		1	94.46	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	81.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.68		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	161.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	78.71		2	157.41	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.70	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.55	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.65	mg/l			Criterio General
I OD	89.00		5	444.98	Aceptable
SUMA			10	809.78	ICA 81

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 39	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.50				Abastecimiento
I pH	27.32		1	27.32	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	9.90	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	114.11		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	79.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.72		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	157.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.46		2	158.92	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.88	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.18	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.71	mg/l			Criterio General
I OD	90.43		5	452.17	Aceptable
SUMA			10	823.11	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 40	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.45				Abastecimiento
I pH	28.26		1	28.26	Ligera purificación
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	9.10	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	117.72		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	79.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.72		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	158.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.27		2	158.54	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.43	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.54	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.65	mg/l			Criterio General
I OD	85.86		5	429.30	Aceptable
SUMA			10	800.79	ICA 80

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 42	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.49				
I pH	27.5		1	27.51	
TURBIEDAD	13	Unidades técnicas JACK UTJ			Abastecimiento
I t	68.41		0.5	34.21	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	27.8	mg/l			
I SST	77.87		1	77.88	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	80	mg/l			Aceptable pero no recomendable
I SDT	107.7		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	161	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	78.7		2	157.41	Dudoso para especies sensibles
NITRATOS (NO3)	0.6	mg/l			
I NO3	193.26		2	200.00	Industrial y agrícola
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I N-NH3	-		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.09	mg/l			Navegación
I PO4	103.57		2	200.00	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.87	mg/l			
TEMPERATURA (T)	22.93	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.58	mg/l			Aceptable
I OD	91.62		5	458.11	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	34	mg/l			Criterio General
I DBO	11.18		5	55.91	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	886	NMP/100 ml			
I CT	15.6		3	46.81	
COLIFORMES FECALES	1564	NMP/100 ml			
I CF	8.66		4	34.67	
SUMA			28.00	1542.49	ICA 55

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 43	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.51				Abastecimiento
I pH	27.14		1	27.14	Mayor necesidad de tratamiento
TURBIEDAD	12.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	69.40		0.5	34.70	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	109.60	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	46.88		1	46.88	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	80.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.70		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	161.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	78.71		2	157.41	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	8.07	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	23.31	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.53	mg/l			Criterio General
I OD	94.63		5	473.14	Aceptable
		SUMA	10	789.27	ICA
					79

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 46	VALOR	UNIDADES	Wi	IiWi	CALIFICACIÓN
pH	9.49				
I pH	27.5		1	27.51	
TURBIEDAD	11	Unidades técnicas JACK UTJ			Abastecimiento
I t	70.47		0.5	35.24	Mayor necesidad de tratamiento
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	7.9	mg/l			
I SST	124.04		1	100.00	Recreación
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	80	mg/l			Acceptable pero no recomendable
I SDT	107.7		0.5	50.00	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	159	µmhos/cm			Pesca y vida Acuática
I CE	79.07		2	158.16	Dudoso para especies sensibles
NITRATOS (NO3)	0.6	mg/l			
I NO3	193.26		2	200.00	Industrial y agrícola
NITROGENO AMONIACAL (N-NH3)	0.01	mg/l			Sin tratamiento para la industria
I N-NH3	222.26		2	200.00	
FOSFATOS TOTALES (PO4)	0.11	mg/l			Navegación
I PO4	94.44		2	200.00	Acceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.96	mg/l			
TEMPERATURA (T)	23.24	°C			Transporte de desechos tratados
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.53	mg/l			Acceptable
I OD	93.21		5	466.08	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	36	mg/l			Criterio General
I DBO	10.75		5	53.80	Poco contaminado
COLIFORMES TOTALES	1566	NMP/100 ml			
I CT	13.37		3	40.14	
COLIFORMES FECALES	Incontable	NMP/100 ml			
I CF	0		4	0.00	
SUMA			28.00	1530.92	ICA 55

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 47	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.54				Abastecimiento
I pH	26.59		1	26.59	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	8.30	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	121.80		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	78.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.74		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	157.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.46		2	158.92	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.99	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.56	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.65	mg/l			Criterio General
I OD	92.37		5	461.83	Aceptable
SUMA			10	832.58	ICA 83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 48	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.52				Abastecimiento
I pH	26.96		1	26.96	Ligera purificación
TURBIEDAD	11.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	70.48		0.5	35.24	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	7.30	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	127.72		1	100.00	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	79.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.72		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	159.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.08		2	158.16	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.84	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.35	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.69	mg/l			Criterio General
I OD	90.27		5	451.35	Aceptable
SUMA			10	821.70	ICA 82

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

ESTACIÓN 50	VALOR	UNIDADES	Wi	liWi	CALIFICACIÓN
pH	9.55				Abastecimiento
I pH	26.41		1	26.41	Ligera purificación
TURBIEDAD	10.00	Unidades técnicas JACK UTJ			Recreación
I t	71.68		0.5	35.84	Aceptable para cualquier deporte acuático
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	16.30	mg/l			Pesca y vida Acuática
I SST	94.88		1	94.88	Aceptable para todos los organismos
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	79.00	mg/l			Industrial y agrícola
I SDT	107.72		0.5	50.00	Ligera purificación
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	158.00	µmhos/cm			Navegación
I CE	79.27		2	158.54	Aceptable
OXIGENO DISUELTO (OD)	7.97	mg/l			Transporte de desechos tratados
TEMPERATURA (T)	22.62	°C			Aceptable
OXIGENO DISUELTO SATURADO (OD SAT)	8.64	mg/l			Criterio General
I OD	92.24		5	461.20	Aceptable
		SUMA	10	826.88	ICA
					83

Fuente: Figura 4.20 del Capítulo 4

REFERENCIAS

- Atlas informativo de la Cuenca Valle de Bravo Amanalco
<http://www.educacionambiental.org.mx/atlas/dondef1.html>
- Blanchet Andrés, Aymes
“Boletín informático + agua”
Fondo Pro Cuenca Valle de Bravo A.C.
2009
- Capella Vizcaíno, Antonio
“Abastecimiento de agua a la Zona Metropolitana del Valle de México”
2000
- Comisión de Cuenca Valle de Bravo-Amanalco
<http://www.cuencaamanalcovalle.org/inic.php>
- Comisión de Cuenca Valle de Bravo-Amanalco
“Plan para la gestión integral de agua y recursos asociados de la cuenca Valle de Bravo –Amanalco”
2010
- Comisión Nacional del Agua
“El Sistema Cutzamala es la única fuente de agua sustentable para el abastecimiento de la ZMVM”
México, D. F., a 19 de febrero de 2008
- Comisión Nacional del Agua
“Estadísticas del Agua 2008. Región Hidrológico Administrativa IV Balsas”
2009
- Comisión Nacional del Agua
“Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México”
1998
- Comisión Nacional del Agua
“Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México”
1999
- Comisión Nacional del Agua
“Estudio de calidad de las fuentes de aprovechamiento del Sistema Cutzamala en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México”
2000

- Comisión Nacional del Agua
"Sistema Cutzamala"
Dirección de agua potable, drenaje y saneamiento
2010
- Comisión Nacional del Agua
"Sistema Cutzamala"
2009
- Cortes Morales, Roberto Salvador
"Evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de la presa Valle de Bravo"
Tesis de licenciatura en Biología, UNAM
Facultad de Ciencias
2002
- Facultad de Geografía
"Ordenamiento ecológico de la cuenca Valle de Bravo"
Universidad Autónoma del Estado de México
2002
- Gustavo Pérez, Ana C. et. Al.
"Calidad del agua en la Cuenca Valle de Bravo Amanalco, una propuesta para su manejo"
Instituto de Ecología, UNAM.
2007
- Informe de la Situación del medio ambiente en México
[Http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/index.shtml](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/index.shtml)
- Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua
"Descripción del medio natural de la cuenca Valle de Bravo, Estado de México"
Coordinación de tecnología de riego y drenaje
2005
- Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua
"Descripción del medio social y económico de la cuenca Valle de Bravo, Estado de México"
Coordinación de tecnología de riego y drenaje
2005
- Jiménez Cisneros, Blanca E.
"La contaminación ambiental en México"
Instituto de Ingeniería UNAM
LIMUSA
2002

- M. I. Menéndez Martínez, Carlos Manuel
"Estudios de la calidad del agua"
Curso de Administración de la Calidad del Agua
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, "Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales"
<http://www.semarnat.gob.mx/tramites/informaciondetramites/sirrep/Normas%20Vigentes/NOM-001-ECOL.pdf>
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>
- Olvera Viascan, Víctor
"Informe final de proyectos de control de malezas acuáticas"
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
1987
- Pro Valle
http://www.provalle.org/index.php?Option=com_frontpage&Itemid=1
- Universidad de Pamplona
"Índices de calidad y de contaminación del agua de importancia mundial, Índices En Centro América"
Colombia
Página 78-81
2000
- Velazco Hernández, Arturo
"Evaluación de la calidad del agua en la presa Valle de Bravo"
Tesis de Licenciatura de Ingeniería Civil, UNAM
Facultad de Estudios Superiores, Acatlán
1996
- Villanueva Beltrán, José Trinidad
"Evaluación de la carga externa de fósforo y nitrógeno en la presa Valle de Bravo y propuesta de solución"
Tesis de Maestría, UNAM
Facultad de Ingeniería, Campus Morelos
- Yáñez García, Maricela
"Atlas de riesgos, Municipio de Valle de Bravo"
Dirección General de Protección Civil del Estado de México
H. Ayuntamiento de Valle de Bravo
2008