

#### **4.4.2. Contaminación Ambiental**

##### **4.4.2.1. Contaminación del Agua**

El análisis de los parámetros Físico, Químicos y Microbiológicos de una cubeta lacustre son de mucha importancia para conocer las condiciones puntuales existentes en estos ecosistemas, pues de ello depende la cantidad, calidad y clase de vida que en sus aguas se desarrolle.

En base a esto, dentro de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de la Primera etapa de Recuperación de la Laguna de Yahuarcocha, se realizó varias campañas de muestreo de agua en diferentes épocas del año, en distintas condiciones de tiempo y en varios puntos estratégicos, para determinar el estado en que se encuentra el agua de la laguna en esta etapa de su recuperación y dejar un banco de datos para su posterior comparación durante todo el desarrollo del proyecto, su seguimiento y control posterior.

Para esta parte del trabajo se contó con el apoyo de la empresa municipal de agua potable de Ibarra EMAPA, la cual facilitó el laboratorio de calidad de agua con el que cuenta, además de la guía y supervisión del doctor encargado del mismo Dr. Carlos Játiva.

#### **4.4.2.1. Tipo de muestreo y parámetros de medición**

Se realizó un tipo de monitoreo simple en el cual se realizaron los siguientes análisis: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos, y turbidez in situ con los equipos de campo. En el laboratorio se determinó nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, fosfatos y adicionalmente coliformes fecales.

En total fueron 11 parámetros analizados que son los que requiere la matriz de Batelle - Columbus aplicada a la EIA de la laguna y que además son los parámetros mínimos para determinar la calidad de cualquier agua (**Anexo 3: Resultados Laboratorio**) .

En el monitoreo se anotaron las características de tiempo en el sitio, como: temperatura ambiental, si estaba o no soleado, si era o no fuerte el viento y aproximadamente su dirección, si llovía o no. Además se anotó particularidades observadas antes y durante el desarrollo del muestreo (**Anexo 3: Formato de Campañas de muestreo**).

#### **4.4.2.1.2. Puntos y frecuencia de muestreo**

Se establecieron siete puntos de muestreo, escogiéndose las áreas más representativas de la laguna. La ubicación geográfica de los puntos de muestreo

se determinó utilizando un GPS y la carta topográfica de Ibarra del Instituto Geográfico Militar escala 1:25000.

**Cuadro 11:** Posiciones geográficas en la Laguna de Yahuarcocha (**Anexo 5: Mapa 2**)

<b>Punto</b>	<b>Localidad</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>1</b>	Isla	00°21'58.13"	78°06'3.24"
<b>2</b>	IESS	00°22'23.46"	78°05'48.22"
<b>3</b>	Vuelta de la Paloma	00°22'37.36"	78°05'29.42"
<b>4</b>	Bosque Gastronómico	00°22'43.08"	78°05'53.94"
<b>5</b>	Muelle Bar	00°22'41.44"	78°06'12.36"
<b>6</b>	Liceo Aduanero	00°22'47.98"	78°06'18.08"
<b>7</b>	Desfogue del Agua	00°22'42.26"	78°06'28.7"

Se colectaron muestras de agua a nivel superficial (0.5 m). Los muestreos se realizaron a bordo de una embarcación con motor fuera de borda. La frecuencia de las campañas de muestreo se detalla en la siguiente tabla.

**Cuadro 12:** Frecuencia de muestreo

<b>Campaña</b>	<b>Fecha</b>
<b>1</b>	17/07/2004
<b>2</b>	07/11/2004
<b>3</b>	27/11/2004
<b>4</b>	17/12/2004
<b>5</b>	14/01/2005
<b>6</b>	12/02/2005

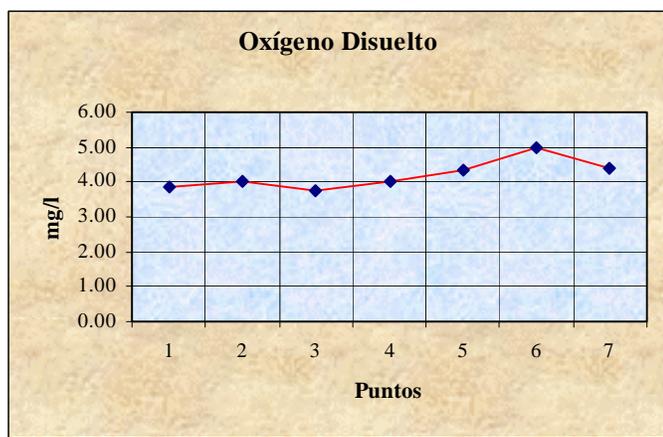
El resultado de los parámetros analizados se detallan a continuación:

#### 4.4.2.1.3. Parámetros Analizados

##### Oxígeno Disuelto

**Cuadro13:** Datos de los resultados y medias de OD(mg/l).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	3.96	3.02	4.45	3.83	3.15	4.81	3.87
2	4.19	4.33	4.78	3.99	3.41	3.55	4.04
3	3.95	4.26	3.60	3.45	4.17	2.80	3.71
4	3.79	4.72	4.82	2.90	4.30	3.45	4.00
5	5.83	5.15	5.07	3.90	3.97	2.21	4.36
6	4.58	5.17	6.17	4.48	8.26	1.22	4.98
7	5.22	5.98	4.86	4.04	3.15	3.26	4.42
							<b>4.20</b>



**Fuente:** Las autoras

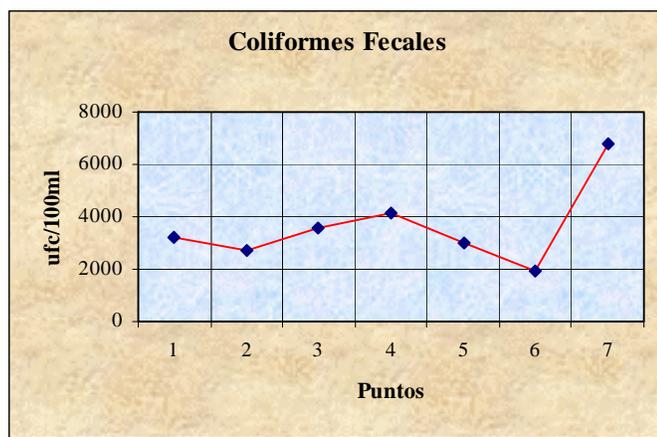
*Gráfico 30:* Distribución de OD en los 7 puntos de muestreo

Por encontrarse la laguna de Yahuarcocha en proceso de eutroficación se explican los niveles de oxígeno obtenidos, por este motivo, cuando el grado de fotosíntesis aumenta, también aumenta la necesidad de oxígeno en los organismos acuáticos y que según el valor porcentual asignado a los parámetros propuestos por Bascaran (Tabla 1) presenta un aspecto normal porque tiene un valor  $> 4$  mg/l y se precisan medidas correctoras. La continuación de los trabajos de recuperación es importante para evitar que el oxígeno siga disminuyendo y más bien tienda a incrementarse. (Ver Gráfico 41)

### Coliformes Fecales

**Cuadro 14:** Datos de los resultados y medias de coliformes fecales(ufc/100ml).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	200	180	4500	3900	4800	5600	3197
2	1340	1220	2800	3100	3500	4200	2693
3	4120	5100	2800	2700	3100	3600	3570
4	140	150	6700	6400	5400	6100	4148
5	100	145	4500	4200	4200	4800	2991
6	80	120	2600	3400	2300	3100	1933
7	8400	9500	10500	7200	2200	2900	6783
							<b>3617</b>



**Fuente:** Las autoras

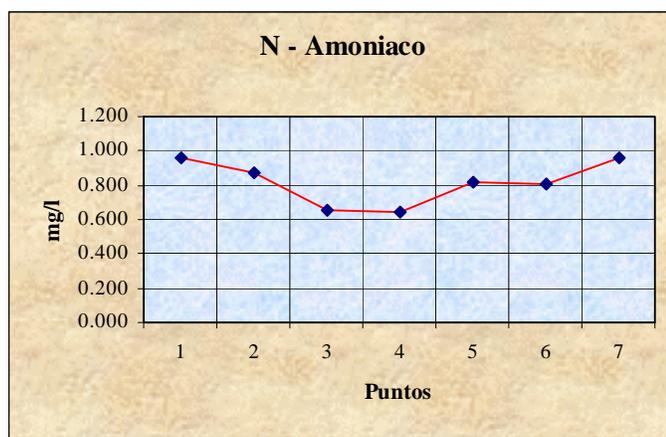
*Gráfico 31:* Distribución de coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales en los cuerpos de agua, indica que hay altas concentraciones de materia orgánica que está siendo aprovechada por este tipo de bacterias para su reproducción. El valor obtenido de este parámetro según el valor porcentual asignado a los parámetros propuestos por Bascaran (Tabla 1) presenta un aspecto de impropio a normal porque se encuentra entre los valores de 3000 a 4000 ufc/100ml, por lo que se precisa también medidas correctoras. (Ver *Grafico 42*)

## Nitrógeno Amoniacal

**Cuadro 15:** Datos de los resultados y medias de Nitrógeno Amoniacal (mg/l).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	0.760	0.760	0.991	0.941	1.205	1.108	0.961
2	1.083	0.852	1.022	0.871	1.047	0.361	0.872
3	0.668	0.291	0.952	0.739	1.108	0.158	0.653
4	0.683	0.452	1.014	0.818	0.792	0.123	0.647
5	0.706	0.929	0.875	1.117	0.308	0.950	0.814
6	0.714	0.791	0.983	1.047	0.308	1.020	0.810
7	1.098	0.991	0.983	1.266	0.624	0.818	0.963
							<b>0.817</b>



**Fuente:** Las autoras

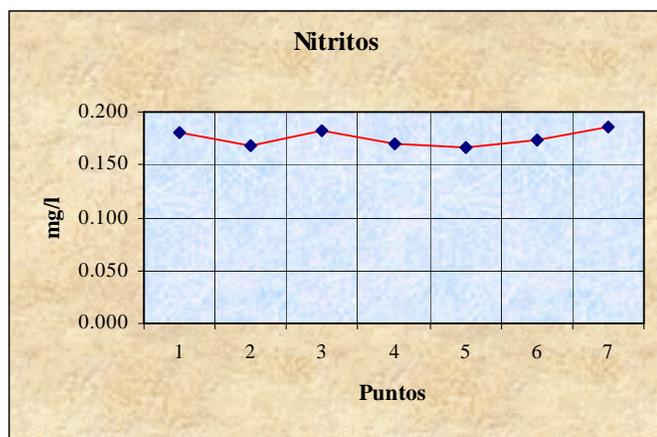
*Gráfico32:* Distribución de N - Amoniaco

Según el valor porcentual asignado a los parámetros propuestos por Bascaran (Tabla 1) el nitrógeno amoniacal presente en la laguna da un aspecto de malo a muy malo porque su valor está sobre 0.75 mg/l, por lo que precisa medidas correctoras. Esto explica la presencia de condiciones anaerobias, que favorece la multiplicación microbiana. Con los trabajos de recuperación se espera que estas concentraciones vayan disminuyendo con el tiempo o que por lo menos no se incrementen sus valores. (Ver Gráfico 43).

## Nitritos

**Cuadro 16:** Datos de los resultados y medias de Nitritos (mg/l).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	0.137	0.175	0.168	0.193	0.184	0.223	0.180
2	0.139	0.146	0.168	0.208	0.184	0.162	0.168
3	0.161	0.182	0.157	0.215	0.190	0.188	0.182
4	0.152	0.153	0.159	0.195	0.186	0.17	0.169
5	0.166	0.146	0.173	0.161	0.190	0.161	0.166
6	0.141	0.168	0.172	0.184	0.184	0.197	0.174
7	0.162	0.199	0.184	0.206	0.181	0.182	0.186
							<b>0.175</b>



**Fuente:** Las autoras

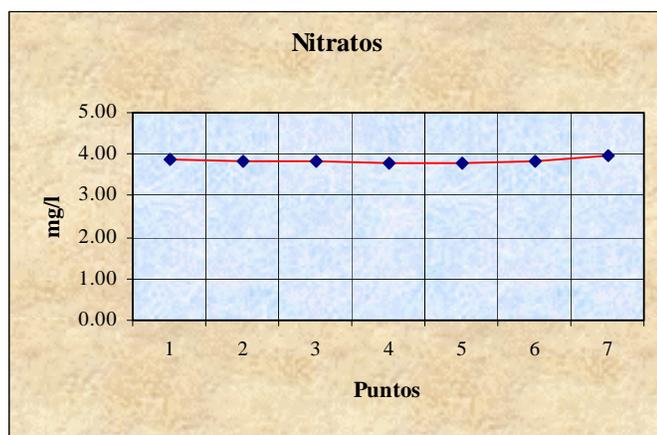
*Gráfico 33:* Distribución de Nitritos

El valor porcentual asignado a las unidades porcentuales de otros parámetros que intervienen en la calidad de agua (Tabla 2) indica que con estos valores de concentraciones de nitritos la laguna presenta un aspecto entre impropio y desagradable por tener un valor entre 0.15 y 0.20 mg/l, por lo que se precisan medidas correctoras. (Ver Gráfico 44)

## Nitratos

**Cuadro 17:** Datos de los resultados y medias de Nitratos(mg/l).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	3.438	3.553	3.799	3.96	3.91	4.49	3.86
2	3.748	3.633	3.770	3.76	3.90	4.12	3.82
3	3.727	3.589	3.719	3.72	3.93	4.28	3.83
4	3.409	3.604	3.748	3.78	4.03	4.12	3.78
5	3.640	3.589	3.806	3.68	3.97	4.04	3.79
6	3.430	3.611	3.799	3.68	3.99	4.50	3.84
7	3.944	4.001	3.973	3.85	3.91	4.20	3.98
							<b>3.84</b>



**Fuente:** Las autoras

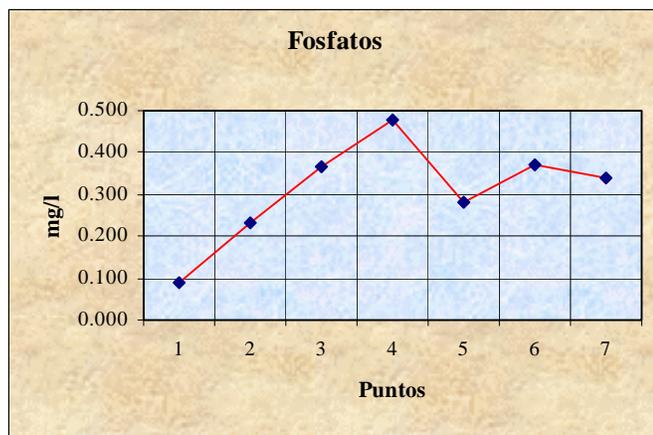
*Gráfico 34:* Distribución de Nitratos

Los nitratos presentes en la laguna son nutrientes que facilitan el rápido crecimiento de las plantas acuáticas proceso que consume oxígeno, ocasionando el deterioro paulatino de la calidad del agua. Los nitratos pueden provenir de los fertilizantes que utilizan los propietarios de los terrenos aledaños a la laguna, de los desechos humanos o de animales de pastoreo que circundan a la misma. (*Ver Gráfica 45*).

## Fosfatos

**Cuadro 18:** Datos de los resultados y medias de Fosfatos (mg/l).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	0.053	0.291	0.601	0.398	0.344	0.539	0.089
2	0.075	0.141	0.296	0.318	0.090	0.477	0.233
3	0.070	0.084	0.194	0.544	0.791	0.508	0.365
4	0.526	0.092	0.429	0.844	0.178	0.787	0.476
5	0.159	0.132	0.362	0.154	0.557	0.336	0.283
6	0.207	0.057	0.305	0.526	0.659	0.482	0.373
7	0.292	0.119	0.212	0.305	0.632	0.468	0.338
							<b>0.308</b>



**Fuente:** Las autoras

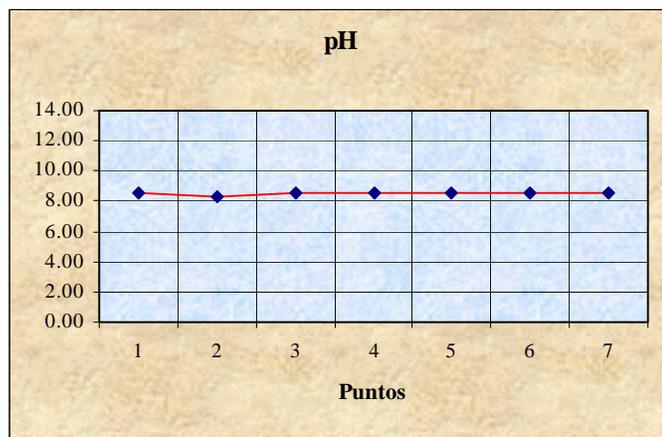
*Gráfico 35:* Distribución de Fosfatos

El fósforo es uno de los principales nutrientes para la vida acuática. Se ha determinado que cuando mayor es la concentración de fosfatos en un lago las plantas crecen más, el agua se pone turbia y de un color verdoso, el cual proviene de la clorofila que contienen las plantas flotantes. El valor asignado a las unidades porcentuales de otros parámetros que intervienen en la calidad de agua (Tabla 2) con esta concentración de fosfatos indica que la laguna presenta un aspecto excelente por tener un valor cercano a 0 mg/l. (Ver Gráfico 46)

## pH

**Cuadro 19:** Datos de los resultados y medias de pH.

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	8.61	8.60	8.46	8.33	8.63	8.42	8.51
2	8.50	8.73	8.54	7.32	8.68	8.36	8.36
3	8.47	8.74	8.48	8.39	8.74	8.46	8.55
4	8.42	8.74	8.57	8.38	8.79	8.39	8.55
5	8.47	8.77	8.58	8.43	8.76	8.39	8.57
6	8.45	8.77	8.61	8.41	8.79	8.47	8.58
7	8.49	8.80	8.59	8.40	8.75	8.47	8.58
							<b>8.53</b>



**Fuente:** Las autoras

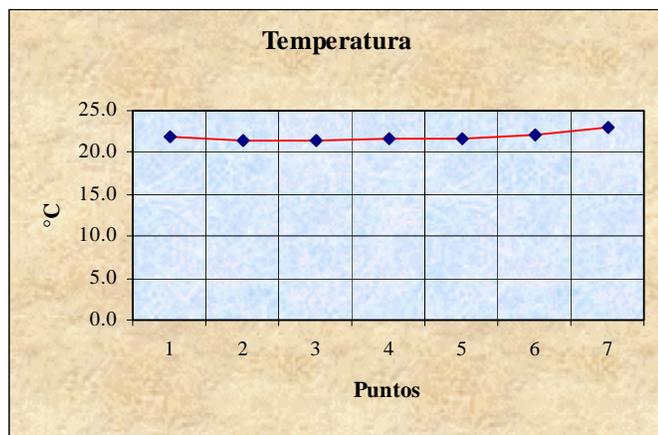
*Gráfico 36:* Distribución de pH

El pH está relacionado con la concentración de iones hidrógeno del agua. Los niveles de pH pueden ser afectados por los escurrimientos agrícolas de los alrededores de la laguna, por la fotosíntesis y los ciclos respiratorios de las algas. El valor porcentual asignado a los parámetros propuestos por Bascaran (Tabla 1) indica que el pH de laguna le da un aspecto de bueno por tener un valor cercano a 8.5. (Ver Gráfico 47).

## Temperatura

**Cuadro 20:** Datos de los resultados y medias de Temperatura (°C).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	20.5	24.0	23.5	20.0	22.2	21.0	21.9
2	20.3	23.7	23.4	20.0	21.8	19.8	21.5
3	20.0	23.5	23.3	20.0	21.7	20.2	21.5
4	20.3	23.5	23.6	20.0	22.9	20.0	21.7
5	20.6	23.5	22.8	19.5	23.6	20.1	21.7
6	21.0	23.9	23.7	20.0	23.6	20.4	22.1
7	21.0	25.5	25.2	22.3	23.5	20.4	23.0
							<b>21.9</b>



**Fuente:** Las autoras

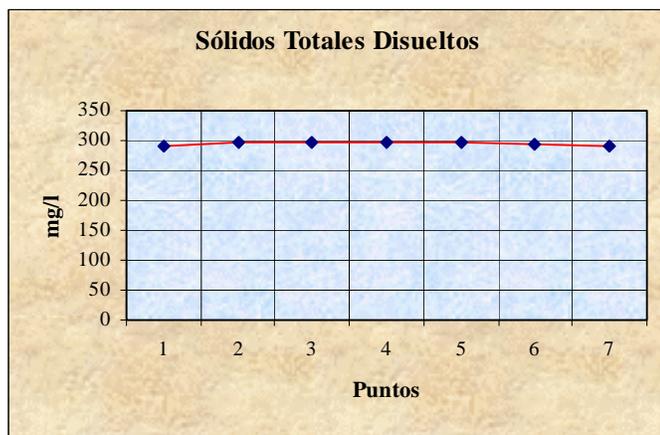
*Gráfico 37:* Distribución de Temperatura

A medida que sube la temperatura, también aumenta el grado de fotosíntesis y el crecimiento de las plantas. Cuando mueren las plantas, los organismos descomponedores consumen sus restos y utilizan oxígeno en el proceso. Para este grado de temperatura el valor porcentual asignado a los parámetros propuestos por Bascaran (Tabla 1) indica que la laguna presenta un aspecto muy bueno por tener valores entre 22 y 15°C. (Ver Gráfico 48).

### Sólidos Disueltos Totales

**Cuadro 21:** Datos de los resultados y medias de STD (mg/l).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	292	302	286	284	287	286	290
2	295	293	295	300	296	295	296
3	294	304	297	301	293	291	297
4	294	304	296	297	293	293	296
5	293	303	293	297	293	297	296
6	300	298	294	298	283	285	293
7	290	297	292	284	294	293	292
							<b>294</b>



**Fuente:** Las autoras

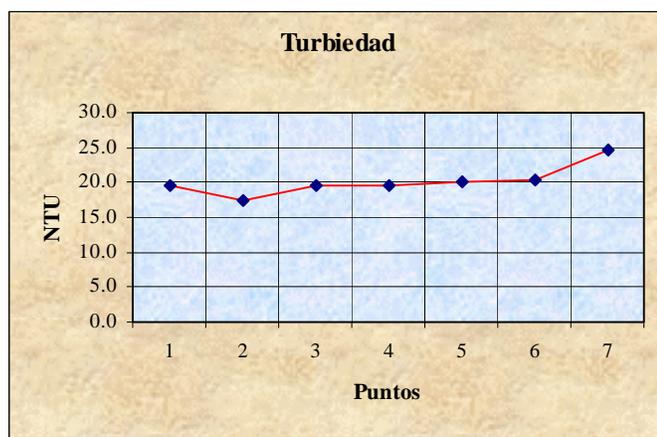
*Gráfico 38:* Distribución de STD

El valor asignado a las unidades porcentuales de otros parámetros que intervienen en la calidad de agua (Tabla 2) indica que en este parámetro la laguna presenta un aspecto entre muy bueno a bueno por tener valores entre 250 a 500 mg/l. (Ver *Grafico 49*).

## Turbiedad

**Cuadro 22:** Datos de los resultados y medias de Turbiedad (NTU).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	13.8	13.0	18.6	19.6	20.9	31.5	19.6
2	14.3	15.3	17.2	16.2	19.5	21.8	17.4
3	14.6	15.4	18.4	19.9	22.2	27.6	19.7
4	13.2	14.8	19.3	23.0	17.6	28.7	19.4
5	17.5	18.5	19.5	21.9	20.7	22.6	20.1
6	13.1	15.1	19.1	21.3	20.2	32.9	20.3
7	16.9	32.4	27.8	25.4	22.0	22.8	24.6
							<b>20.1</b>



**Fuente:** Las autoras

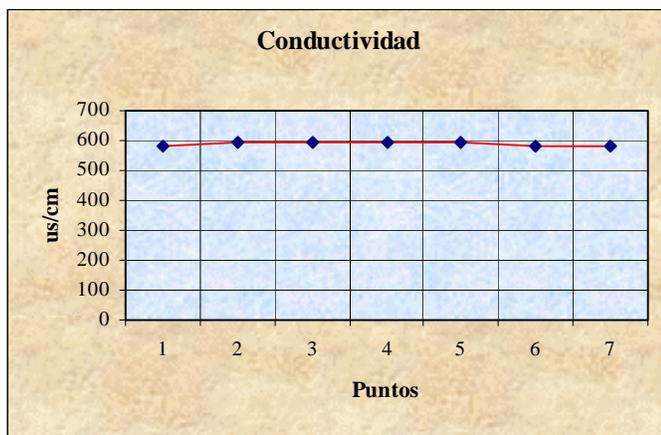
*Gráfico 39:* Distribución de Turbiedad

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua como el fitoplancton, sedimentos procedentes de la erosión, sedimentos suspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan en el fondo, como la carpa), descarga de efluentes, crecimiento de las algas y la escorrentía urbana. Las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. (Ver Gráfico 50).

## Conductividad

**Cuadro 23:** Datos de los resultados y medias de Conductividad (uc/cm).

Punto	17/07/04	7/11/04	27/11/04	17/12/04	14/01/05	12/02/05	x
1	584	605	564	572	576	575	579
2	593	588	586	610	599	596	595
3	587	612	592	605	588	585	595
4	588	612	591	597	588	591	595
5	588	607	585	600	588	598	594
6	598	596	570	598	572	571	584
7	580	585	581	567	589	589	582
							<b>589</b>



**Fuente:** Las autoras

*Gráfico 40:* Distribución de Conductividad

La conductividad, es capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica, esta es sensible a la variación de sólidos. El valor porcentual asignado a los parámetros propuestos por Bascaran (Tabla 1) indica que en este parámetro la laguna presenta un aspecto excelente por tener valores menores a 750 us/cm. (Ver Gráfico 51).

**Cuadro 24:** Cuadro de resultados finales

<b>Nro.</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>x</b>
1	Oxígeno Disuelto	mg/l	3.76	4.98	4.20
2	Coliformes Fecales	ufc/100ml	1933	6788	3167
3	N-Amoníaco	mg/l	0.647	0.963	0.817
4	Nitritos	mg/l	0.166	0.186	0.175
5	Nitratos	mg/l	3.78	4.03	3.84
6	Fosfatos	mg/l	0.089	0.557	0.308
7	PH	-	8.36	8.61	8.53
8	Temperatura	°C	21.5	23.0	21.9
9	Sólidos Totales Disueltos	mg/l	290	297	294
10	Turbiedad	NTU	17.4	24.6	20.2
11	Conductividad	us/cm	579	595	589

Hay que señalar que la diferencia de los resultados en los puntos establecidos de los parámetros analizados a pesar de pertenecer a la misma cubeta lacustre (laguna) se debe a las condiciones de los puntos, como: cercanía a la orilla, movimiento del agua (direcciones de corrientes), dirección del viento, actividad florística y actividad faunística.

#### **4.4.2.2. Contaminación Atmosférica**

##### **Opacidad**

Para el indicador de este factor se utilizó el método visual de opacidad denominado anillo de clasificación de Ringelmann. Este sistema utiliza una tarjeta o una carta de sombras graduadas de grises que se obtienen mediante la variación del ancho de la línea negra de una cuadrícula sobre un fondo blanco. El ancho de la línea varía de tal forma que el negro ocupe el 20, 40, 60, y 80% del área total de la carta. Se refiere a estas sombras como Ringelmann número 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

Se asume que 0 es completamente blanco y que 5 es completamente negro. El procedimiento consistió en observar la corriente de humo que emana la draga a través del orificio central y comparar su percepción del gris de la corriente con los cinco estándares ubicados alrededor del orificio de una cartilla original. (*Ver Gráfico 52*)

#### **4.4.2.3. Contaminación del Suelo**

##### **Uso del Suelo**

Para obtener el indicador de este parámetro se utilizó el porcentaje de suelo que pudo verse afectado con los procesos de recuperación de la laguna. (*Ver Gráfico 53.*)

## **Erosión**

El indicador del factor se determinó mediante el porcentaje de pendiente ponderada por el porcentaje de superficie afectada que nos da la cantidad de sedimentos aportados. (*Ver Gráfico 54*).

### **4.4.2.4. Contaminación por Ruido**

#### **Ruido**

Con la ayuda de un decibelímetro, se determinó el indicador de este parámetro mediante el nivel de presión acústica en decibeles y se lo clasificó en: aceptable, fastidioso y ruidoso. (*Ver Gráfico 55*).