



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN



**INVESTIGACION EDAFICA Y DE CALIDAD DE
AGUA DEL LAGO EN EL BOSQUE DE
SAN JUAN DE ARAGON.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
RICARDO CALDERON HERNANDEZ
MARCELINO SALVADOR SARABIA VASQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. EDVINO JOSAFAT VEGA ROJAS

ASESOR DE TESIS: O. CELIA ELENA VALENCIA ISLAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1995



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 está 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.

JURADO

PRESIDENTE: Dr. Edino Josefát Vega Rojas
VOCAL: Q. Celia Elena Valencia Sánchez
SECRETARIO: Ing. Raúl Espinoza Sánchez
PRIMER SUPLENTE: Ing. Salvador del Castillo Rabadan
SEGUNDO SUPLENTE: Ing. Alejandro Brambila Paz

***Gracias al Hacedor de todas las cosas
Porque las cosas invisibles de él, su
eterna potencia y divinidad, se echan
de ver desde la creación, del mundo,
siendo entendidas por las cosas que
son hechas: de modo que son
inexcusables Rom. 1: 20***

***Gracias a mis padres: José Calderón
Ramos y Amelia Hernández Islas por
su apoyo y dedicación en la formación
de mi ser.***

***Dedico este trabajo a mi esposa
Elizabeth Hernández A. y mi amado
hijo Abiam Ephraim Calderón Hernández***

***Dedico el presente a aquel hombre
ejemplar en su trabajo, como persona
y desempeño espiritual Hno. Min.
Santiago Montiel Flores***

*A mi esposa Natalia M. Vásquez Sarabia
y a mis hijos Salvador y Natalia, dedico es-
te trabajo con cariño y amor.*

*Con profundo agradecimiento a mi
hermano Francisco Sarabia Vasquez
por su invaluable apoyo moral y
económico.*

*A mis padres: Simeón Sarabia López
y Catalina A. Vásquez García, por
haberme dado la vida.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Edvino Josafat Vega Rojas por su valioso apoyo y motivación en la conducción del presente trabajo.

A la Q. Celia Elena Valencia Islas por su invaluable y decisiva intervención para la realización y terminación de la presente tesis.

Al Ing. Armando Aguilar por su apoyo en la realización de las gráficas.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Investigación Edáfica y de Calidad de Agua del Lago en el Bosque de San Juan de Aragón".

que presenta el pasante: Ricardo Calderón Hernández
con número de cuenta: 2122694-6 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola ; en colaboración con :
Marcelino Salvador Serebis Vázquez

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 30 de Junio de 1994.

PRESIDENTE	Dr. Edvino Josefát Vega Rojas	<i>[Firma]</i> 30-11-94
VOCAL	Q. Celia Elena Valenc a Islas	<i>[Firma]</i> 30/11/94
SECRETARIO	Ing. Raúl Espinoza Sánchez	<i>[Firma]</i> 30/11/94
PRIMER SUPLENTE	Ing. Salvador del Castillo Rabe	<i>[Firma]</i> 30/11/94
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Alejandro Brambila Paz	<i>[Firma]</i> 30/11/94



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'NI: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Investigación Edáfica y de Calidad de Agua del Lago en el
Pocue de San Juan de Arzón",

que presenta el pasante: Marcelino Salvador Sarabia Vázquez
con número de cuenta: 8010123-7 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola ; en colaboración con :
Ricardo Calderón Hernández

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 30 de Junio de 1994.

PRESIDENTE	Dr. Edvino Joaquin Vega Rojas	<i>[Firma]</i> 30-VI-94
VOCAL	Q. Celia Elena Valencia Islas	<i>[Firma]</i> 30/VI/94
SECRETARIO	Ing. Raúl Espinosa Sánchez	<i>[Firma]</i> 30/VI/94
PRIMER SUPLENTE	Ing. Salvador del Castillo Rabadán	<i>[Firma]</i> 30/VI/94
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Alejandro Brambila Paz	<i>[Firma]</i> 30/VI/94

INDICE GENERAL

	PAGINA
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. OBJETIVOS E HIPOTESIS	5
3.1 Objetivos	5
3.2 Hipótesis	6
4. REVISION DE LITERATURA	7
4.1 Importancia de las zonas recreativas.	7
4.2 Contaminación urbana y repercusión en las zonas recreativas.	8
4.3 Utilización de aguas residuales en el riego de áreas verdes.	14
4.3.1 Características de las aguas residuales.	15
4.3.2 Parámetros que se determinan para evaluar la calidad de las aguas residuales y efecto que cada uno de ellos ocasiona.	19
4.3.2.1 pH.	19
4.3.2.2 Color.	20
4.3.2.3 Turbiedad.	20
4.3.2.4 Alcalinidad.	20
4.3.2.5 Dureza.	21
4.3.2.6 Carbonatos.	21
4.3.2.7 Conductividad Eléctrica.	21
4.3.2.8 Cloruros.	21
4.3.2.9 Boro.	22
4.3.2.10 Sólidos.	22
4.3.2.11 Nitrógeno amoniacal.	22
4.3.2.12 Nitrógeno de nitratos.	22
4.3.2.13 Fósforo.	22
4.3.2.14 Fosfatos.	23
4.3.2.15 Nitrógeno de nitritos.	23
4.3.2.16 Calcio.	23
4.3.2.17 Magnesio.	23
4.3.2.18 Sodio.	24
4.3.2.19 Potasio.	24
4.3.2.20 Hierro.	24
4.3.2.21 Manganeso.	24
4.3.2.22 Plomo.	25
4.3.2.23 Cadmio.	25
4.3.2.24 Mercurio.	25

4.3.2.25	Arsénico.	25
4.3.2.26	Cromo.	26
4.2.3.27	Coliformes.	26
4.3.2.28	Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (D.B.O.5).	26
4.3.2.29	Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.).	27
4.3.2.30	Grasas y aceites.	27
4.3.2.31	Surfactantes.	27
4.3.3	El suelo y las principales propiedades físicas y químicas que se determinan para su caracterización.	28
4.3.3.1	Tuxtura.	29
4.3.3.2	Arcillas.	30
4.3.3.3	Limo.	30
4.3.3.4	Arena.	30
4.3.3.5	Densidad real.	30
4.3.3.6	Densidad aparente	30
4.3.3.7	% de espacio poroso.	31
4.3.3.8	Conductividad eléctrica.	31
4.3.3.9	pH.	31
4.3.3.10	Materia orgánica.	31
4.3.3.11	Carbono.	32
4.3.3.12	Relación carbono / nitrógeno.	33
4.3.3.13	% de nitrógeno total.	33
4.3.3.14	Fósforo.	34
4.3.3.15	Calcio.	34
4.3.3.16	Magnesio.	34
4.3.3.17	Sodio.	35
4.3.3.18	Potasio.	35
4.3.3.19	Capacidad de Intercambio Catiónico Total.	35
5.	MATERIALES Y METODOS	35
5.1	Método para el análisis de suelo.	36
5.2	Método para el análisis del agua.	37
6.	DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	38
6.1	Ubicación.	39
6.2	Clima.	39
6.3	Agua.	39
6.4	Suelo.	40
6.5	Vegetación.	40
7.	RESULTADOS DEL SUELO Y AGUA	45
7.1	Resultados de las determinaciones físicas, químicas y biológicas del suelo.	45
7.1.1	Características físicas zona I	45

7.1.2	Características químicas, fisico-químicas y bioquímicas zona I.	46
7.1.3	Características físicas zona II A.	47
7.1.4	Características químicas, fisico-químicas y bioquímicas zona II A.	48
7.1.5	Características físicas zona II B.	49
7.1.6	Características químicas, fisico-químicas y bioquímicas zona II B.	50
7.1.7	Características físicas zona III.	51
7.1.8	Características químicas, fisico-químicas y bioquímicas zona III.	52
7.1.9	Características físicas zona IV.	53
7.1.10	Características químicas, fisico-químicas y bioquímicas zona IV.	54
7.1.11	Características físicas zona V.	55
7.1.12	Características químicas, fisico-químicas y bioquímicas zona V.	56
7.1.13	Características físicas zona VI.	57
7.1.14	Características químicas, fisico-químicas y bioquímicas zona VI.	58
7.2	Resultados de las determinaciones físicas, químicas y bioquímicas del agua tratada.	59
8.	INTERPRETACION DE RESULTADOS	61
8.1	Interpretación de los resultados del suelo.	61
8.1.1	Zona 1.	61
8.1.2	Zona 2 A.	61
8.1.3	Zona 2 B.	61
8.1.4	Zona 3.	62
8.1.5	Zona 4.	62
8.1.6	Zona 5.	62
8.1.7	Zona 6.	63
8.2	Interpretación de los resultados del agua.	63
8.2.1	pH.	63
8.2.2	Color.	64
8.2.3	Turbiedad.	64
8.2.4	Dureza.	64
8.2.5	Carbonatos	64
8.2.6	Sodio.	65
8.2.7	Hierro.	65
8.2.8	Manganeso.	65
8.2.9	Plomo.	65
8.2.10	Cadmio.	65
8.2.11	Mercurio.	65

8.2.12	Arsénico.	66
8.2.13	Cromo.	66
8.2.14	Coliformes.	66
8.2.15	D:Q:O:	66
8.2.16	Grasas y aceites.	66
8.2.17	Surfactantes.	67
9.	CONCLUSIONES	67
10.	RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	71
11.	REVISION DE LITERATURA	73
12.	ANEXOS	77

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	PAGINA
Cuadro No. 1 Concentración promedio de metales pesados en diferentes zonas de la capital, de acuerdo a la concentración de metales encontrados en muestras foliares no lavadas.	11
Cuadro No. 2 Concentración promedio en diferentes zonas de la capital, de acuerdo a la concentración de metales encontrados en muestras foliares lavadas.	12
Cuadro No. 3 Clasificación por zonas en el Distrito Federal de contaminación alta, media y baja de plomo en el suelo.	13
Cuadro No. 4 Contenido en el suelo de Calcio, Magnesio, Potasio, Fosfatos.	68
Cuadro No. 5 Criterios de calidad de uso para agua tratada .	69
Cuadro No. 6 Calidad del agua del lago de San Juan de Aragón con fines agrícolas.	70
Figura No. 1 Localización del Bosque, Zoológico y Lago de San Juan de Aragón.	44

INDICE DE ANEXOS
(Gráficas de los parámetros analizados en el agua)

	PAGINA
Anexo No. 1	pH y color. 78
Anexo No. 2	Turbiedad y Alcalinidad. 79
Anexo No. 3	Dureza y Carbonatos 80
Anexo No. 4	Bicarbonatos y Conductividad eléctrica. 81
Anexo No. 5	Cloruros y Boro. 82
Anexo No. 6	Sólidos totales y Sólidos disueltos 83
Anexo No. 7	Sólidos suspendibles y Sólidos sedimentables. 84
Anexo No. 8	Nitrógeno amoniacal y nitrógeno de nitratos. 85
Anexo No. 9	Fósforo y fosfatos. 86
Anexo No. 10	Nitrógeno de nitritos y calcio. 87
Anexo No. 11	Magnesio y sodio. 88
Anexo No. 12	Potasio y hierro. 89
Anexo No. 13	Manganeso y plomo. 90
Anexo No. 14	Cadmio y mercurio. 91
Anexo No. 15	Arsénico y cromo. 92
Anexo No. 16	Coliformes y D.B.O.5. 93
Anexo No. 17	D.Q.O. y Grasas - aceites. 94
Anexo No. 18	Surfactantes. 95

1. RESUMEN

Del análisis, a lo largo de siete meses, del agua residual urbana tratada, que se emplea en el llenado del lago y en el mantenimiento de la población arbórea del Bosque de San Juan de Aragón se encuentra que existe un gran número de sales solubles de sodio, calcio, magnesio y potasio; materia orgánica, microorganismos patógenos, metales pesados. A partir del análisis del suelo a tres profundidades: 0 - 20, 20 - 40 y 40 - 60 cm, se proponen medidas para la recuperación y/o rehabilitación de las zonas que están afectadas con problemas de salinidad, sodicidad o ambas.

Los resultados del análisis físico, químico y biológico del suelo y del agua sirven para conocer las condiciones actuales de ésta zona y dar recomendaciones para corregir los problemas que se detectan en ellos, con el fin de no afectar la salud de los visitantes a éste importante parque recreativo.

2. INTRODUCCION

La zona metropolitana de la Cd. de México comprende además, la continuidad urbana del D.F. y diecisiete municipios conurbados del estado de México, en ella habita más del 20% de la población del país, se genera el 36% del producto interno bruto y se consume el 17% del total de la energía generada. Por ella circulan alrededor de 3,000,000 (tres millones) de automóviles que generan el 83% de la contaminación atmosférica mientras que el restante 17%, es producido por más de 42,000 (cuarenta y dos mil) industrias y establecimientos de servicios de diversa índole. Estos procesos urbanos - industriales hacen que se emitan anualmente 4.5 millones de toneladas de contaminantes que se definen claramente por su color café amarillento y se encuentra cubriendo prácticamente toda la ciudad, cabe mencionar que esta enorme capa es una mezcla constituida por microscópicas gotas de agua, partículas sólidas y gases que contienen más de 100 (cien) compuestos químicos distintos, muchos de ellos son irritantes, tóxicos y cancerígenos.

Por su situación geográfica la Cd. de México tiene enormes dificultades para diseminar los contaminantes. La altura del Valle de Anahuac superior a los 2240 msnm, significa 23% menos de oxígeno; su latitud lo toma altamente soleado (es la capital más grande del mundo localizada más cerca del ecuador) y está rodeado por altas cordilleras y por el eje volcánico, de tal modo que los problemas para dispersar la infección, son mayúsculos. Por tales problemas en 1992 la Organización Mundial de la Salud consideró a la Ciudad de México como la megaciudad más contaminada del mundo.

Sin duda que la contaminación atmosférica es uno de los problemas actuales más importantes que enfrenta la humanidad y el cual alcanza matices significativos debido a la cantidad total de materiales contaminantes emitidos en los últimos años. En la Ciudad de México la mayoría de los contaminantes atmosféricos son de origen antropogénico y son generados principalmente por los diversos procesos industriales de combustión, así como por las emisiones vehiculares, los contaminantes más comunes incluyen: hidrocarburos, monóxidos de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos de elementos metálicos. Algunos de estos contaminantes, en particular los óxidos de azufre y nitrógeno en presencia de la humedad dan lugar a reacciones químicas que producen ácidos, principalmente el sulfúrico (H_2SO_4) y el nítrico (HNO_3) entre otros posibles, originando así

uno de los problemas ambientales típico de las grandes urbes sin control atmosférico, las precipitaciones ácidas o lluvia ácida con un pH inferior a 5.6 de igual manera forma la contaminación atmosférica es precursora del efecto invernadero, inversión térmica y el calentamiento global del planeta.

De todas las formas de contaminación, la atmosférica quizás sea la más preocupante por su complejidad de ahí que las medidas que se puedan tomar, el bosque urbano en particular y la vegetación en general juegan un papel muy importante como aminorados de la contaminación.

Es sabido el efecto saludable de las áreas verdes en las ciudades, entre otros beneficios está el de actuar como filtros de aire interceptando una gran cantidad de partículas de todo tipo que flotan en la atmósfera urbana y por ello la conveniencia de ampliar y crear las áreas verdes, ya que los antepasados se olvidaron inconscientemente o de manera intencionada de la importancia de las áreas verdes y éstas lejos de incrementarse, fueron más reducidas.

Las especies arbóreas que se han de utilizar para el equipamiento de cubierta vegetal de las áreas verdes de la ciudad de México deben ser seleccionadas muy cuidadosamente y ubicadas estratégicamente de modo que se obtenga el máximo rendimiento de las mismas, contando para ello de información de las características propias del lugar (clima, suelo, agua) para lograr un mejor prendimiento, desarrollo y reproducción de las especies vegetales a plantar.

Estas son algunas de las razones que conducen a realizar la presente investigación y con el apoyo técnico y financiero obtenidos en la delegación Gustavo A. Madero, por personal del Bosque de San Juan de Aragón, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D.G.C.O.H.), la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y la F.E.S-C UNAM a realizar el análisis del suelo y agua tratada del Bosque de San Juan de Aragón.

Se subraya que la utilización de aguas tratadas con mala calidad como se ha efectuado hasta ahora, no solo pone en riesgo la flora y fauna del lugar sino que también se

expone a las personas que visitan este lugar al peligro de enfermarse por contraer infecciones patógenas contenidas en el agua de riego. El riesgo a la salud asociado con la técnica de riego usando afluentes urbanos tratados se presenta de forma incuestionable, porque en la aplicación del riego y manejo del suelo por los trabajadores (que no cuenten con equipo ni técnicas apropiadas) forman un nexo favorable para la aparición y transmisión de enfermedades principalmente entéricas, otra área susceptible de contaminación bacteriológica lo constituye el manto acuífero por infiltración por exceso de agua de riego. De igual forma ocurre con la gran variedad de hongos contenidas en el agua de riego que pueden dar lugar a una innumerable carga de esporas por unidad, peligro potencial sin lugar a dudas a todas las formas de vida a su alrededor desde plantas hasta los humanos.

La presente tesis se hace con el propósito de contribuir, con la recuperación y mantenimiento de éste patrimonio ambiental capitalino, guiados por los estudios que invitan a practicar la ecología diciendo: que el ecologismo no es una utopía como otras tantas que existen en la humanidad con la diferencia de que sino se ejerce queda como la última de las utopías.

3. OBJETIVOS E HIPOTESIS

3.1 Objetivos

- 1).- Conocer las condiciones físicas, químicas, fisico-químicas y biológicas del agua del lago.

- 2).- Determinar a partir del análisis químicos y físicos de diversas muestras de suelo, las características físicas, químicas, fisico-químicas y bioquímicas de los suelos estudiados.

- 3).- Relacionar las condiciones visibles de la vegetación con las características del agua y del suelo.

- 4).- Sugerir una vez concluidos los estudios morfológicos y analíticos medidas adecuadas para el manejo integrado de los recursos suelo, agua y vegetación presentes en el Bosque de San Juan de Aragón.

3.2 Hipótesis

La vegetación del Bosque de San Juan de Aragón se encuentra lesionada por las características del agua y del suelo, y por mal manejo que se hace de estos recursos.

La utilización de aguas del lago para el riego de áreas verdes del Bosque de San Juan de Aragón influye negativamente en las características del suelo y la vegetación.

El estado de la vegetación del Bosque se debe principalmente al factor suelo.

El depositar en el lago el agua tratada la vuelve inutilizable para fines de riego

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Importancia de las Zonas Recreativas

El crecimiento expansivo y desordenado de la ciudad de México en zonas no aptas al desarrollo urbano o con vocación agrícola y forestal, ha generado en el área urbana serias incongruencias en el uso y aprovechamiento del suelo como en el desequilibrio existente entre los espacios verdes y zonas construidas. La Ciudad de México, cuenta con aproximadamente 2.5 m² de áreas verdes por habitante en tanto la Organización Mundial de la Salud, señala como norma mínima 9.0 m² (Corona Nava V., 1989).

El desarrollo urbano provoca generalmente profundas alteraciones sobre la flora y fauna nativa, y como resultado, gran parte de éste material genético se pierde o bien es reemplazado por especies introducidas. (Lopez Moreno I. et al 1989).

Todas las áreas verdes como son los bosques, parques, jardines, etc., vegetación en general, desempeña un papel muy importante para contrarrestar los efectos de la contaminación. (Lopez Lila A., 1986). Además de ser los lugares donde la población se refugia para encontrarse con un medio mas depurado (Fuentes Aguilar L., 1988).

La vegetación urbana juega un papel importante en la humectación del aire, en la modificación de las vías que sigue la radiación solar en las capas del aire cercanas al suelo, en el acondicionamiento térmico, en la protección que brinda contra el ruido, además en el valor estético, psicológico y en el embellecimiento del paisaje (Cruz Cisneros R., 1989). También, sirve como pantallas que fijan y retiene polvo, alquitranes y aceites, a través del área foliar, los cuales son lavados y llevados al suelo con la lluvia (López Lillo A., 1986).

Por medio de la fotosíntesis los vegetales expuestos a la luminosidad absorben bióxido de carbono y expelen oxígeno en igual volumen. Una hectárea de bosque posee de 50 a 150 mil m² de superficie foliar según la especie, pudiendo fijar de 20 a 30 toneladas de bióxido de carbono por año y liberar de 10 a 25 toneladas de oxígeno. Cinco o seis grandes árboles cubren las necesidades de un hombre (Lopez Lillo A, 1986). por lo cual es primordial impulsar la creación y conservación de las actuales áreas verdes existentes.

Poco se conoce sobre la cantidad de oxígeno que arrojan los árboles a la atmósfera (solo se ha trabajado a nivel experimental, para pocas especies y la mayoría herbáceas) sin embargo, se pasa por alto los propios requerimientos de oxígeno para las actividades metabólicas que mantienen vivos a los árboles, que consumen así una elevada proporción de oxígeno, en comparación con el que producen. La cantidad de este elemento presente en la atmósfera (cerca del 21% del peso seco del aire, es decir, alrededor de 1,200 billones de toneladas), proviene fundamentalmente del fitoplancton marino y sólo una baja proporción de las plantas terrestres (Cruz Cisneros R., 1989).

Es necesario encontrar medidas para proteger el medio ambiente que tanto se ha dañado en todas sus manifestaciones ya que la contaminación no es producto de un solo contaminante (Lopez Lillo A., 1986). La contaminación es un problema económico y social que adopta la apariencia de un problema técnico (Chargoy Z.C. et al, 1989). Por lo cual se debe de tomar conciencia de que la contaminación atmosférica repercute directamente en todos los niveles del ecosistema.

4. 2 Contaminación urbana y repercusión en las Zonas Recreativas

Los contaminantes son todos aquellos productos de la combustión de residuos sólidos industriales, polvos de todo orden y microbios vertidos a la atmósfera, agua y suelo (López Lillo A., 1986). Las partículas suspendidas totales son importantes en relación con la salud, no sólo porque permanecen en la atmósfera durante más tiempo que las partículas más grandes, sino también porque algunas son lo suficientemente pequeñas para ser inhaladas y penetrar profundamente en las vías respiratorias (Bravo A. H. et al, 1987).

La contaminación atmosférica en la ciudad no es homogénea debido a: 1) las fuentes de contaminación se intensifican mas en unos sitios que en otros 2) la distribución de las áreas verdes en la Ciudad de México no es uniforme dado que éstas se hallan mas abundantemente en unos sitios que en otros que están desprotegidos de éstos importantes purificadores del aire (Lopez Lillo A., 1986; González Pérez A., et al 1981).

Es una mentira muy extendida que las plantas actúan como filtro de todos los desechos que se arrojan a la atmósfera y regresando aire purificado. Nada más alejado de la realidad. Si bien es cierto que las plantas fotosintéticas sustraen de la atmósfera dióxido de carbono y que incluso algún enriquecimiento de éste compuesto puede ser benéfico, el resto de los gases considerados como contaminantes, les causa tanto daño como a cualquier ser vivo (Cruz Cisneros R., 1989), por lo consiguiente se hace necesario seleccionar aquella vegetación más tolerante a la contaminación y reemplazarla por la que es más susceptible.

El daño en hojas de las plantas llamado bronceado y plateado es el resultado de la acción sinérgica del cúmulo de oxidantes que se inyectan a la atmósfera (NO_4 , NO_2 , SO_2 , O_3 y otros) que en combinación con la humedad de la atmósfera o por reacciones fotoquímicas se transforman en contaminantes secundarios de mayor capacidad de oxidación (ácido nítrico y sulfúrico, serie Pan-nitratos de peroxidación, de peroxidopropiónilo, feróxibutirilo, etc.) penetran en los tejidos foliares durante el intercambio gaseoso que las plantas realizan en el proceso fotosintético y de respiración. El resultado de la destrucción por oxidación de los parénquimas clorofílico y esponjoso, la ruina de las epidermis, cámaras infraestomáticas y tejido vascular (Cruz Cisneros R., 1985).

Cuando las partículas suspendidas en el aire son inhaladas pueden irritar el sistema respiratorio, o dañar los mecanismos de ventilación en los pulmones. De este modo contribuyen a agudizar enfermedades respiratorias, de la misma manera como los contaminantes gaseosos lo hacen. La inhalación prolongada de ciertos compuestos de las partículas suspendidas pueden incrementar el número de casos y severidad de enfermedades respiratorias crónicas. (Nava Tirado, 1991).

Resalta el efecto causado por partículas suspendidas totales en la atmósfera en la salud. En la región traqueobronquial el carbón provoca la reducción de la función respiratoria, dificultad en respirar y otros agravamientos en padecimientos cardíacos y pulmonares como asma, bronquitis, enfisema, influenza; el plomo se acumula en huesos, dientes, cabellos y uñas, en órganos como el hígado, riñón, pulmón, músculos, cerebro, grasas, piel y tejidos glandulares (OMS, 1979). La amplia distribución que reside el plomo en el organismo hace que se le adjudiquen lesiones en el sistema hematopoyético, sistema

nervioso, en el tejido óseo, en el sistema renal, en la piel y hasta trastornos en la conducta causados por concentraciones tan bajas de plomo en la sangre como 10 microgramos/100mg (Corey y Galvao, 1989; Goodman y Gilman, 1978; Montoya, 1988); las partículas de cobre en el aire causan irritación del tracto respiratorio, fiebre, náuseas y en algunas personas hasta decoloración de la piel y cabello. Si se inhalan partículas de sales de cobre causan congestión fundamentalmente en la membrana mucosa de la faringe (López, 1985). Los efectos por intoxicación con cadmio se caracterizan por trastornos respiratorios con ulceraciones nasales, laringitis, bronquitis y enfisema; trastornos hepáticos digestivos con náuseas, vómitos y diarreas. Así también existen evidencias de que el cadmio puede ser un agente carcinogénico cuando éste se aplica en altas concentraciones a animales de investigación, como también se aplica el cadmio a los carcinomas prostáticos en el humano (Kipling y Waterhouse, 1987).

Estudios recientes han demostrado que las altas concentraciones de N, Zn, Cr, Cd, Cu, y Pb encontradas en los sitios adyacentes de las carreteras y avenidas altamente transitadas, provienen de los vehículos que por ella circulan. Dichos metales tienen su origen en el desgaste mecánico de las partes del motor y en la combustión de gasolina y aceite, siendo descargados a la atmósfera los gases de resiquo (Gonzales Pérez A. et al 1981).

El plomo emitido a la atmósfera y su estancia en ella depende del tamaño de partículas en suspensión donde se adhiere y según se sabe, el tiempo de flotación de tales corpúsculos en el medio ambiente varía de una a cuatro semanas (Gonzales Pérez A. et al, 1981).

En el artículo "Cuantificación de metales pesados en el suelo y en las plantas del D.F." (Gonzales Pérez A. et al 1981), señalan que la contaminación es superficial y depositada por vía aérea; en el mismo se aprecia como el área foliar juega un papel muy importante en la captación de las partículas suspendidas, en éste caso de metales pesados (Pb, Cd, Cu, Cr, Zn) que en comparación con la que recibe el suelo vía directa, la vegetación intercepta del 50% hasta por arriba del 200% de metales pesados que la que recibe el suelo. Corroborando esto con el trabajo de López Lillo antes mencionado (cuadros 1, 2 Y 3)

Cuadro No. 1

**CONCENTRACION PROMEDIO DE METALES PESADOS
EN DIFERENTES ZONAS DE LA CAPITAL, DE
ACUERDO A LA CONCENTRACION DE METALES
ENCONTRADOS EN MUESTRAS FOLIARES
NO LAVADAS**

ZONA	PLOMO (ppm)	CADMIO (ppm)	COBRE (ppm)	CROMO (ppm)	ZINC (ppm)
Aeropuerto	564	1.0	27.5	7.5	9.3
Atzacapozalco	280	1.0	33.5	3.25	7.2
Viaducto	188	1.0	28.5	7.9	4.7
Tlalpen - Centro	164	1.6	25.2	3.7	8.7
Gustavo A. Madero	171	1.0	12.0	0.0	11.2
Refinería	120	1.3	19.5	0.5	9.4
Ixtacaico	123	1.0	9.0	0.0	9.9
Periférico Norte	87.6	2.0	26.5	4.4	11.4
Tlalpen - Ermita	65.0	1.0	25.2	0.0	8.4
Insurgentes - Reforma	48.5	3.0	15.0	8.0	4.7
Centro	37.5	1.0	13.8	1.0	4.9
Estadio Azteca	35.0	1.0	16.0	0.0	9.2
Carr. México - Toluca	38.5	1.0	7.62	2.9	12.1
Churubusco - Ermita	34.0	1.0	4.0	0.0	7.1
Xochimilco	7.0	0.0	3.6	11.4	4.8
Miipe Alta	2.6	0.0	7.4	1.6	5.2
Desierto de los Leones	1.5	0.0	2.6	1.7	10.2

Según : González, Pérez A. (1981)

Cuadro No. 2

**CONCENTRACION PROMEDIO EN DIFERENTES
ZONAS DE LA CAPITAL, DE ACUERDO A LA
CONCENTRACION DE METALES ENCONTRADOS
EN MUESTRAS FOLIARES LAVADAS**

ZONA	PLOMO (ppm)	CADMIO (ppm)	COBRE (ppm)	CROMO (ppm)	ZINC (ppm)
Aeropuerto	19.7	0.0	3.7	2.7	8.2
Atzacapotzalco	13.2	0.0	2.7	1.5	9.2
Viaducto	10.0	0.0	10.3	5.6	5.7
Tlalpen - Centro	12.0	0.0	8.0	2.8	4.5
Gustavo A. Madero	0.0	0.0	1.7	0.0	4.8
Refinería	6.7	0.0	3.7	0.0	6.6
Ixtecalco	2.7	0.0	1.7	0.0	10.9
Periférico Norte	5.6	0.0	6.8	0.7	6.3
Tlalpen - Ermita	0.0	0.0	0.4	0.0	11.0
Insurgentes - Reforma	0.0	0.0	5.8	3.7	5.3
Centro	1.0	0.0	11.7	5.4	4.6
Estadio Azteca	0.0	0.0	7.6	0.0	4.0
Carr. México - Toluca	0.0	0.0	4.1	2.5	4.7
Churubusco - Ermita	1.7	0.0	4.0	0.0	8.7
Xochimilco	1.2	0.0	3.7	7.3	7.2
Milpa Alta	0.0	0.0	2.6	0.6	7.0
Zaragoza	0.0	0.0	6.0	0.7	6.2

Según: González, Pérez A. (1981)

Cuadro No. 3

**CLASIFICACION POR ZONAS EN EL DISTRITO FEDERAL
DE CONTAMINACION ALTA, MEDIA Y BAJA
DE PLOMO EN EL SUELO**

Alta Contaminación	
Aeropuerto	980.0 ppm
Tlalpan - Centro	957.0 ppm
Viaducto	578.0 ppm
Zaragoza	320.0 ppm
Atzacapotzalco	234.0 ppm
Periférico - Norte	192.0 ppm
Insurgentes Centro	176.0 ppm
Tlalpan - Ermita	110.0 ppm
Centro	107.0 ppm
Media Contaminación	
Ermita Churubusco	88.0 ppm
Refinería	68.0 ppm
báscalo	59.9 ppm
Reforma - Chapultepec	54.0 ppm
Carr. México - Toluca	53.0 ppm
Av. Revolución	33.0 ppm
Baja Contaminación	
Gustavo A. Madero	9.0 ppm
Estadio Azteca	2.7 ppm
Xochimilco	2.0 ppm
Miipa Alta	1.7 ppm
Desierto de los Leones	0.5 ppm

Según: González, Pérez A. (1981)

4.3 Utilización de aguas residuales en el riego de áreas verdes

Es evidente que dentro de la lista de deficiencias de la Ciudad está el agua potable, por lo cual el mantenimiento de los pulmones de la misma (áreas verdes) se da a través de aguas residuales, que no requiere forzosamente de agua potable (Moreno Mejía S., 1987).

Se entiende por agua residual a los desechos líquidos que se producen en las diferentes actividades socioeconómicas y productivas: industria, vivienda, instalaciones agropecuarias y otras (Guillermo A., 1982).

Las aguas residuales son también utilizadas en la industria y vertidas de nueva cuenta a las cañerías, por lo que el agua ya va cargada de sales y otras impurezas incluso corrosivas (Martín Campos M., 1983) a partir de esto se puede formular la idea de como se está dañando la vegetación regada por ésta calidad de aguas residuales.

Las aguas negras por ser producto final del agua de desecho van a presentar en su contenido, además de materia orgánica, un sin número de partículas que lejos de favorecer las propiedades de la misma, la toman en un producto más bien indeseable dado que van cargadas de contaminantes que le dan ese aspecto marrón, mal oliente y que en su superficie mantiene un antirreflejo a los rayos del sol, (Dunsterville G. C. K. E., 1984)

El problema de las aguas residuales resulta ser más serio de lo que se piensa, ya que la descarga de aguas parcialmente tratadas ha traído como consecuencia la contaminación de cuerpos de agua como lagos, ríos y otros afluentes de agua natural (Cervantes, C. A., 1982).

La aplicación de agua residual al suelo permite que el líquido llovado siga menos impuro ya que deposita en su paso por el suelo; materia orgánica, compuestos químicos, gérmenes, etc. (Cervantes, C. A., 1982). aunque cuando la concentración es excesiva los mantos acuíferos se contaminan mediante los llovados que arrastran consigo solución y suspensión de gran cantidad de materia orgánica, componentes orgánicos de tipo alcalino (Martínez, 1985) así como microorganismos (Balderas, 1984).

Existen diversas alternativas de tratamiento y disposición del efluente tratado y dado que todos los ríos parecen condenados a transformarse en canales de aguas negras y en vías de dispersión de enfermedades (Chargoy, Z., et al, 1969) lo mas viable, economicamente hablando y considerando que éstos contienen nutrientes útiles a las plantas, una de las alternativas más atractivas resulta ser económicamente hablando el riego agrícola (Hernández-Rossie A., 1980). Con la limitante de si es alta su concentración ésta puede contaminar las aguas subterráneas.

La mayor parte de elementos contenidos en efluentes industriales son fijados en el suelo, por lo que se evita con ello, que éstos vayan a dar a mantos freáticos y por ende su contaminación (Otero L., 1982).

4.3.1 Características de las aguas residuales

El tratamiento de las aguas negras tiene como finalidad separar o descomponer la materia orgánica de manera que el producto final del proceso no permita el desarrollo de microorganismos patógenos y también reducir a niveles permisibles las sustancias o elementos tóxicos (Guillermo A., 1982).

Los objetivos del tratamientos de aguas negras son cumplidos parcialmente ya que éstas contienen al final del tratamiento gran cantidad de elementos tóxicos a la salud (metales pesados), así como elementos patógenos (Hernández-Rossie A., 1980). Por lo que se han elaborado un gran número de trabajos relacionados con el tratamiento de aguas residuales a base de irradiación gamma, con cobalto 60 y otras, que comprueban que son altamente efectivas en destruir e inactivar a la mayoría de los microorganismos patógenos al hombre y animales a dosis relativamente bajas (Colin Cruz A., 1986). Por desgracia éstos tratamientos hasta ahora en México no se realizan.

Una de las repercusiones más importantes que puede traer el riego con efluentes tratados (por el alto contenido de metales pesados), es la posibilidad de su transferencia a la cadena alimenticia, por la acumulación en las plantas regadas con aguas negras (Hernández-Rossie A., 1980).

La liberación de metales pesados al medio ambiente en grandes cantidades puede ser una amenaza insidiosa para la salud humana y uno de los medios en los que se da esta liberación es sin duda el agua residual que arrojan industrias, hogares y pluvial que al reutilizarse contamina el suelo y cuerpos acuíferos subterráneos (García Z., 1960). La productividad y calidad de los suelos se va perdiendo a través del proceso de acumulación de elementos entre otros (Flores Delgado L. et al, 1990).

Un mecanismo para determinar que tan contaminado está un cuerpo de agua es cuantificar a los organismos llamados "coliformes", que son indicadores de la presencia de agentes patógenos tales como: *Streptococcus fecales*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae* entre otros, responsables de causar la tifoidea, paratifoidea, disentería ambiana, disentería bacilar, cólera, gastroenteritis, hepatitis, carbunco, poliomielitis y todo contenido en aguas contaminadas, que superan fácilmente el contenido de bacterias coliformes, que es de 10 bacterias por ml en agua potable (Ocampo, G. J., 1982).

La ameba *Entamoeba histolytica* causante de la disentería ambiana es considerada el organismo más preocupante debido a que sus quistes pueden sobrevivir en el agua de albañal durante semanas y hasta meses (Hernández-Rosale A., 1980).

Entre los helmintos (*Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Necator americanus*, etc.) los huevecillos de *Ascaris* muestran la mayor resistencia a los cambios químicos y ambientales, sobreviven en el suelo entre seis y doce semanas (Hernández-Rosale A., 1980).

La determinación del contenido de metales pesados tales como: Cd, Hg y Pb son parámetros que sirven de referencias en estudios prospectivos de procesos de contaminación ambiental (González M. S., 1986).

Delgado y colaboradores reportan que el limo es la fracción del suelo que mas influye en los contenidos de Zn, Cd y Mn, mientras que por otra parte también consideran que a mayor contenido de arcillas se tendrá una mayor adsorción de metales pesados (Flores Delgado L. et al, 1990).

Mejía Barrón M. y colaboradores, 1990; reportan: altos contenidos de metales

pesados muy por arriba de los rangos normales de tolerancia de Ni, Cd y Co en maíz (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.) regados con aguas residuales, así como concentraciones altas de Zn, Mn, Cd y Co en el suelo

López de Juambelz R., en su estudio que realizó en jitomates (*Lycopersicon esculentum*) que se desarrollan sobre el sustrato del basurero del Bordo de Xochiaca donde se analizó acumulación de metales pesados (Cd, Cu, Fe, Pb, Zn) en los distintos tejidos de dicho vegetal y se encontró que existe una alta acumulación de Cu, Fe y Zn en las partes vegetativas incluyendo la flor, pero que en el fruto, las concentración de cada uno de éstos, está por debajo de los niveles de toxicidad. Para el Cd, se encontró que la acumulación se observa a través del año en hojas y en la etapa de máximo crecimiento; también aparece en el tallo, rebasando los límites de toxicidad, en el fruto éste elemento nunca fue detectado. Sin embargo el Pb no se detectó, siendo que el suelo estaba saturado de éste metal.

López de Juambelz R. , realizó asimismo un análisis foliar en plantas afectadas por el tránsito vehicular, donde se detectaron altas concentraciones de Pb concluyendo que la absorción de éste metal es por vía foliar.

Los metales pesados se van acumulando paulatinamente en el suelo, principalmente en la superficie; no obstante, que sean pequeñas concentraciones, éstas son muy significativas en la incorporación y translocación por las plantas, dependiendo de factores como por ejemplo, la salinidad, el pH, la materia orgánica, los iones, bicarbonatos, la textura, etc. (García Z., et al, 1990).

Los metales pesados como el Mercurio (Hg), el Cadmio (Cd) y el Plomo (Pb) por citar algunos, presentes en toda forma de vida, son los responsables de una buena cantidad de anomalías fisiológicas en el hombre y animales, produciendo malestares en riñones, hígado y tracto digestivos, que provocan además, daños a nivel genético así como causar la muerte (Campos H, 1986).

Las aguas residuales de la Ciudad de México contienen altas concentraciones de detergentes, que son agentes surfactantes derivados de la molécula del tetrapropileno y se caracterizan por ser hidrofóbicos e hidrofílicos además de abatir la tensión superficial. El alquil - aril - sulfonato (A. A. S.) considerado como el primer detergente sintético, fue

sustituido por su alta higroscopicidad, por el alquil - bencen - sulfonato (A. B. S.) que es un detergente no biodegradable que desafortunadamente en México se sigue usando, mientras que en otros países desarrollados de Europa, así como en Estados Unidos y Japón a mediados de los 50's, se cambió la formulación del A. B. S. , por un detergente biodegradable conocido como alquil - lineal - sulfonato (A. B. S.) (Méndez, 1982; 1985).

El detergente A. B. S. utilizado en México ha sido investigado a nivel invernadero, el cual a concentraciones de hasta 25 ppm, estimuló el crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) y el frijol (*Phaseolus* L.); sin embargo, las plantas fueron afectadas severamente al aplicarles 40 ppm de A. B. S. (Juárez, C. M., 1971).

Los aceites y grasas pueden estar presentes en el agua como una emulsión de residuos industriales o fuentes similares que al interactuar con el suelo provocan una serie de reacciones químicas con los coloides hidrófobos, estos quedan cubiertos por una película de grasa estable que impide la formación de las interfaces coloide - solución del suelo y coloide - atmósfera del suelo, modificando los mecanismos naturales de intercambio iónico (Staley, M., 1981).

Méndez, G. T. et al, (1990) en muestras de agua residual del DDR 063 provenientes de la Ciudad de México, obtuvieron valores promedio del orden de 444.5 ppm concluyendo con ello que las aguas negras de la Ciudad de México, se encuentran excedidas en grasas y aceites.

La contaminación con grasas y aceites modifica las propiedades físico - químicas del suelo hasta el grado de transformarlo en un suelo no fértil y la rehabilitación de éste suelo resulta ser lento y costoso, incluso a riesgo de obtener un problema de mayor magnitud debido al uso de agentes tensoactivos para eliminar grasas y aceites (Valera Pérez, M. A. et al, 1990).

Otro problema que hay que considerar es la calidad del agua que si bien es cierto que el riego es una parte importantísima para la producción agrícola y en éste caso para la mantención de las áreas verdes, éste también trae consigo efectos negativos para el suelo y que viene a ser lo que se conoce como salinización secundaria (Szaboles, 1986).

Paralelamente a la aplicación del riego, su influencia en la biosfera en su conjunto. Se observan nuevos fenómenos negativos; por ejemplo la salinización y la contaminación del agua potable, la difusión de parásitos y enfermedades, el efecto tóxico en los microorganismos lo cual representa una gran amenaza para la vida y la salud Szaboles, 1986).

Los elementos químicos y combinaciones que constituyen las fuentes principales de la salinización del subsuelo, suelo y del agua son los cationes Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ y los aniones Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , SiO_3^- (Szaboles, 1986).

La causa principal de la salinización secundaria de los suelos es la aplicación incorrecta del riego, pero, además, puede influir otras medidas y éstas pueden ser: entre otras cosas la aplicación de aguas residuales y salinas (Korda, 1980).

Ecología, medio ambiente, contaminación, calidad de vida, son palabras que en la actualidad se leen y escuchan en forma continua. Esto tiene como aspecto positivo la toma de conciencia a todos los niveles sobre la existencia de un problema, que sin duda es real, pero que tiene, asimismo, como aspecto negativo su utilización para otros fines completamente distintos (Rico, F. G., 1989).

4.3.2 Parámetros que se determinan para evaluar la calidad de las aguas residuales y efecto que cada uno de ellos ocasiona.

4.3.2.1 pH. En el sistema agua - suelo es un factor decisivo que rige la solubilidad de muchos elementos químicos y ejerce una influencia notable sobre la actividad microbiológica. El intervalo de concentración idóneo para la existencia de la mayoría biológica es muy estrecho y crítico. (Rodier J. et al, 1990).

La medida del pH es una de las pruebas frecuentes e importantes usadas en la química del agua. Prácticamente cada reacción, ácido - base, neutralización,

ablandamiento, precipitación, coagulación, desinfección y control de corrosión en agua dependen del pH. (DGCOH, 1982).

4.3.2.2 Color. Para el agua residual reviste gran importancia porque nos describe la edad del mismo. Este parámetro se determina cualitativamente; el agua residual suele ser de color gris, sin embargo, como quiera que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color vira a negro. Algunas aguas residuales de tipo industrial añaden color al agua residual doméstica. (Rodier J. et al, 1990).

El color en agua puede resultar de la presencia de iones metálicos naturales (Hierro, Manganeseo), humus, musgo, plancton, hierba y desechos industriales. Para tener un agua adecuada para uso general e industrial, debe eliminarse el color. (DGCOH, 1982)

4.3.2.3 Turbiedad. Este parámetro ayuda a determinar si el agua tratada fue debidamente estabilizada o filtrada. La turbidez del agua se debe a la presencia de sólidos suspendidos que están dispersos en ella, provocando una reducción de su transferencia, ésta medición indica el grado de opacidad o dispersión de la luz a causa de los sólidos suspendidos. (Rodier J. et al, 1990).

La claridad del agua es importante en la elaboración de productos destinados al consumo humano y en muchos otros usos. La turbiedad del agua es causada por materia suspendida como arcilla, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, compuestos orgánicos solubles coloides así como plancton y otros organismos microscópicos. (DGCOH, 1982).

4.3.2.4 Alcalinidad. La alcalinidad del agua, es la capacidad cuantitativa de reaccionar con un ácido fuerte a un pH determinado.

El valor de la alcalinidad puede variar significativamente en muchos usos y tratamientos del agua natural ya que es una función del contenido de carbonato, bicarbonatos e hidróxidos y se toma como el indicador de esos componentes.

El valor de la alcalinidad puede incluir boratos, fosfatos o silicatos si están presentes. Cuando se encuentran en exceso debido a concentraciones de metales alcalino-terreos, es importante para agua de riego. (DGCOH, 1982)

4.3.2.5 Dureza. En el agua es una característica que se expresa como la concentración total de calcio y magnesio. Aunque otros constituyentes tales como el hierro, manganeso y otros cationes polyvalentes también contribuyen a la dureza, casi siempre tienen concentraciones tan pequeñas que en realidad no afectan a la dureza. (Rodler J. et al, 1990).

Originalmente la dureza del agua se definió como la capacidad del agua para precipitar el jabón actualmente se ha definido a la dureza como la suma de las concentraciones de Calcio y Magnesio expresadas como carbonatos de calcio en mg / lt.

La dureza se encuentra en el agua en un rango desde zeros hasta cientos de mg / lt en términos de carbonatos de calcio dependiendo de la fuente o el tratamiento a que haya sido sometido el agua. (DGCOH, 1982).

4.3.2.6 Carbonatos. Se utiliza en el medio acuático para la amortiguar los cambios de pH en el agua y ayuda a incrementar el CO_2 disponible para la fotosíntesis de las plantas a menos de 5 mg / lt en medio es considerado como pobre mientras que a concentración mayor de 175 mg / lt se clasifica como malo.

4.3.2.7 Conductividad eléctrica. Es una expresión numérica de la facilidad que tiene una solución acuosa de conducir una corriente eléctrica. Esta facilidad depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa así como la temperatura de la medida de la conductividad. (DGCOH, 1982).

4.3.2.8 Cloruros. En forma de ion es uno de los aniones inorgánicos mas comunes en el agua. El sabor salino en el agua potable debido a los cloruros es variable y depende de la composición química del agua. Algunas aguas pueden tener un sabor salino cuando tiene una concentración de cloruros de 250 mg / lt. y predomina el sodio y este sabor puede estar ausente, aun conteniendo 1000 mg / lt cuando los cationes dominantes son calcio y magnesio.

A lo largo de la costa, los cloruros pueden estar en concentraciones muy altas porque el agua salada se filtra dentro del manto freático, también pueden estar incrementados por procesos industriales. Un alto contenido de cloruros puede dañar las tuberías y si el agua es con fines de riego afecta seriamente el crecimiento y desarrollo de la vegetación. (DGCOH, 1982).

4.3.2.9 Boro. Este elemento es necesario para la vida vegetal, y que cuando llega a faltar ésta deficiencia se traduce en muerte de meristemas y aborto de flores, debido a que el boro participa activamente en el transporte y absorción de azúcares pero también se ha observado que existiendo en abundancia en el suelo puede inducir a la producción de sustancias tóxicas a la planta e inhibir su desarrollo. (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.2.10 Sólidos. Se refiere al material sólido suspendido o disuelto en el agua. Los sólidos pueden afectar a la calidad del agua debido a varios factores.

El agua con altos contenidos de sólidos generalmente tienen un mal olor y sabor dependiendo del sólido que se trate. Las aguas altamente mineralizadas también son inapropiadas para muchas aplicaciones industriales, por éstas razones un límite de 500 mg / l es característica apropiada para el agua. (DGCOH, 1982)

4.3.2.11 Nitrógeno amoniacal. En el agua las formas del nitrógeno más importantes son en orden de su decrecimiento estado de oxidación, nitrato, nitrato, amoniacal y nitrógeno orgánico todas esas formas de nitrógeno así como el nitrógeno gas son bioquímicamente intercambiables y son componentes del ciclo del nitrógeno.

El nitrógeno orgánico unido en el estado de oxidación trinegativo, no incluyen todos los compuestos nitrogenados orgánicos.

Análiticamente el nitrógeno amoniacal y orgánico pueden ser determinados juntos y han sido llamados nitrógeno Kjeldahl. El nitrógeno orgánico incluye tanto materiales naturales como proteínas y péptidos, ácidos nucleicos, urea y numerosos materiales orgánicos. (DGCOH, 1982).

4.3.2.12 Nitrógeno de nitratos. Los nitratos se presentan en aguas superficiales en cantidades de traza, pero pueden encontrarse en niveles altos en aguas profundas.

Cuando los nitratos están presentes y en excesivas cantidades contribuyen a la enfermedad conocida como metahemoglobina en los niños, considerando por lo tanto para agua potable 10 mg / l máximo de nitrógeno de nitratos. (DGCOH, 1982)

4.3.2.13 Fósforo. Como el nitrógeno, es muy importante pues forma de las estructuras de muchos compuestos, principalmente de ácidos nucleicos y fosfolípidos.

Además el fósforo desempeña una función indispensable en el metabolismo energético. Su deficiencia afecta todos los aspectos del metabolismo vegetal y el crecimiento, que se manifiesta en pérdida de hojas maduras, desarrollo de antocianinas en tallos y nevaduras foliares incluso en desarrollo de áreas necróticas, plantas con crecimiento lento y a menudo achaparradas. Exceso de calcio provoca deficiencia de fósforo (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.2.14 Fosfatos. Proviene principalmente de desechos humanos, de detergentes fosfatados y fuentes industriales y agrícolas. Los fosfatos unidos a sustancias nitrogenadas dan lugar a problemas especiales, con altas concentraciones crea condiciones favorables para el desarrollo de plantas verdes, por lo que posteriormente favorece a la eutrofización del medio. (DGCOH, 1982).

4.3.2.15 Nitrógeno de nitratos. El nitrato es un estado intermedio en la oxidación de nitrógeno tanto en la oxidación del amoníaco a nitrato como en la reducción del mismo.

Tales oxidaciones y reducciones pueden ocurrir en los sistemas de distribución de agua así como en aguas naturales. El nitrato es un agente etiológico de la metahemoglobinemia.

El ácido nitroso que se forma del nitrato en solución ácida puede reaccionar con las aminas secundarias para formar nitrosaminas muchas de las cuales son conocidas como carcinógenos potenciales. (DGCOH, 1982).

4.3.2.16 Calcio. Este elemento abunda en la mayoría de los suelos, y las plantas raramente muestran su deficiencia en condiciones naturales. Su deficiencia causa hojas quebradizas, clorosis de los márgenes de hojas jóvenes, el encorvamiento de puntas foliares y éstos efecto debido a que el calcio participa en la síntesis de pectina de la lámina media de la pared celular. Es utilizado por las plantas en bajas cantidades. (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.2.17 Magnesio. Es decisivo en las reacciones de metabolismo energético, así como en la síntesis de constituyentes del núcleo, cloroplasto y ribosoma, constituye además una parte integrante de la molécula de clorofila y es por lo tanto, esencial en la fotosíntesis. (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.2.18 Sodio. Desde el punto de vista agrícola el sodio es un elemento de las bases alcalinas y alcalinotérricas que juegan un papel importante en la permeabilidad del suelo por irrigación, independientemente del origen geológico del mismo. La sal puede provenir de la descomposición de sales minerales como son: silicatos de sodio y de aluminio, de depósitos de origen marino, del agua utilizada para fines industriales. Las altas concentraciones de sodio son indeseables en el agua de riego, porque el sodio se adsorbe en los lugares de intercambio catiónico del suelo causando dispersión de los agregados, lo cual sella de esta forma los poros del suelo y que da como resultado un suelo impermeable al flujo de agua. (Campos H. 1986).

4.3.2.19 Potasio. Se encuentra en forma iónica y no entra en la composición de los compuestos orgánicos de las células, mientras que está ausente en el núcleo; cerca del 20% del potasio se encuentra en estado de adsorción cambiante por los coloides del citoplasma. El potasio ejerce influencia ante todo, sobre la intensificación de la hidratación de los coloides del citoplasma, el cual eleva el grado de su dispersidad, lo que favorece a la planta retener mejor el agua y soportar las sequías temporales. El potasio fomenta la resistencia de las plantas al frío y a la invernación (como resultado del aumento de la presión osmótica del jugo celular), así como a la micosis y virosis. (Yágodin, B. A. et al., 1982).

4.3.2.20 Hierro. Se encuentra dentro de los elementos químicos descubiertos por el hombre conocidos como "metales pesados" y que son considerados como una de las formas más peligrosas de contaminación del medio ambiente, porque no presentan ningún tipo de degradación biológica o química, además pueden ser, bioacumulables de diversas formas (como compuestos orgánicos e inorgánicos) y permanecer en los organismos por largos periodos. En la vida vegetal éste elemento es un constituyente importante en algunos procesos de oxidación de las enzimas y su presencia se relaciona con la existencia de clorofila. (Campos H. 1986).

4.3.2.21 Manganeso. Para los vegetales es un activador de enzimas y funciona como regulador de la cantidad de hierro en estado ferroso para disminuir la toxicidad del mismo. Cuando escasea, la clorosis es marcada en hojas jóvenes y se desarrolla sobre las finas venas laterales (Rodier J. et al., 1990).

4.3.2.22 Plomo. En el humano la acción directa del plomo se refleja en alteraciones que se presentan en el metabolismo del organismo tales como, anemia, agotamiento, pérdida de peso y daños crónicos en los riñones, la anemia se produce, ya que la síntesis de la hemoglobina se daña, la etapa del hombre que más afecta es la de la niñez decreciendo seriamente el coeficiente intelectual, como el causar desórdenes de comportamiento. (Campos H., 1986).

4.3.2.23 Cadmio. La toxicidad del cadmio es muy compleja y se basa en las múltiples posibilidades que tiene para formar macromoléculas que reemplazan a otros metales que tienen parte importante en la actividad enzimática que reaccionan con grupos biológicos activos, de esta manera entorpece y causa daños en los riñones, así como en las enzimas e interfiere en el sistema hormonal. Debido a que el cadmio actúa sobre la composición de la sangre, se presenta una eliminación del calcio muy alta, la absorción en el intestino es baja y trae como consecuencia una descalcificación que causa a su vez deformaciones, rupturas óseas y en muchos casos se ha observado una disminución de hasta 30 cm en la altura de las personas afectadas (Campos H., 1986).

4.3.2.24 Mercurio. Está considerado como el veneno metálico más peligroso para el medio ambiente. Su toxicidad la presenta como compuesto orgánico e inorgánico. En el segundo de los casos, el efecto es sobre los procesos metabólicos de los órganos, especialmente en el hígado, riñones y tracto digestivo, en forma de metil-mercurio actúa como una neurotoxina. Las sales del mercurio al ser descargadas a los medios acuáticos son transformadas por acción de actividades bacterianas bajo ciertas condiciones medioambientales (bajo contenido de nutrientes y alto de oxígeno, el proceso es acelerado) en compuestos inorgánicos como el metil-mercurio altamente tóxico y soluble en grasas.

Al afectar el sistema nervioso, presenta disminución tactosensitiva de las extremidades y alrededor de los labios, disminución en la capacidad concéntrica del campo visual, debilitamiento auditivo, trastornos en el habla debido a alteraciones neuromotoras de la lengua y labios, afección muscular, daños en el cerebro y sistema nervioso y sobreviene la muerte por atrofia en el lóbulo occipital del cerebro. (Campos H., 1986).

4.3.2.25 Arsénico. Se encuentra bien repartido en la biósfera, en las rocas ígneas; fosfatos naturales, carbones y pirinas. La existencia de arsénico en el medio

ambiente obedece a la combustión del carbón así como a la existencia de éste elemento en los abonos que contienen fosfatos, presente también en los detergentes. Se supone que la adsorción de arsénico es entre 100 y 300 microgramos por día (por encontrarse en el aire y alimentos) esto sin tomar en cuenta el depositado por la industria a las aguas residuales que al ser utilizadas para el riego, es incorporado el arsénico a la cadena alimenticia. En el humano es un factor cancerígeno. En la vida acuática contenidos superiores a 2 mg / lt pueden desencadenar efectos tóxicos en ciertas especies de peces; en las plantas el arsénico participa activamente sustituyendo al fósforo en los compuestos celulares. (Rodier J. et al, 1990).

4.3.2.26 Cromo. Es poco utilizado en la industria en estado puro. Ciertos compuestos de cromo se añaden algunas veces al agua industrial de enfriamiento como elemento anticorrosivo. Dadas las características cancerígenas del cromo se establece a nivel internacional normas estrictas ya que cuando éste elemento es vertido al agua y logra concentraciones aun mínimas de 0.05 miligramos / litro causa graves trastornos a los peces (Rodier J., et al 1990).

4.3.2.27 Coliformes. El tracto intestinal del hombre alberga a un sin número de bacterias conocidas como organismos coliformes. Cada persona evacua de 100,000 a 400,000 millones de coliformes al día, además de otras bacterias, las bacterias coliformes ayudan a descomponer la materia orgánica. Son indicadores de la presencia de organismos patógenos esto quiere decir que donde existan coliformes también se encontrarán organismos que causan enfermedades en el hombre como: tifoidea, disenteria, cólera por citar algunos. La temperatura del agua juega un papel muy importante en el desarrollo de los coliformes y demás bacterias ya que a mayor temperatura la población de los mismos se incrementa drásticamente. (Hernández - Rossie, 1980).

4.3.2.28 Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (D.B.O. 5) Este parámetro consiste en medir el oxígeno disuelto en el agua residual y que es medido mediante el tiempo que tardan microorganismos en consumir el oxígeno mientras que la asimilación y oxidación se llevan a cabo. Decrementa la concentración de oxígeno disuelto al oxidar la materia orgánica y otros compuestos que no son degradables. (DGCCH, 1982).

4.3.2.29 Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.) La demanda química de oxígeno se define como la cantidad de oxígeno expresada en mg / lit que se consume en ciertas condiciones durante la oxidación de la materia orgánica e inorgánica oxidable presente en el agua de desecho corregido de acuerdo con la influencia de cloruros. Reduce considerablemente la concentración de oxígeno disuelto, al oxidar la materia orgánica y otros compuestos que no son degradables, también indica la cantidad de materia orgánica presente en el agua. En concentraciones elevadas estimula la proliferación de algas y otros vegetales que consumen oxígeno, así como presentar condiciones óptimas para el desarrollo de un gran número de bacterias.

Es una medida de oxidación equivalente a la porción de la materia orgánica en la muestra que es susceptible a oxidación por un oxidante químico enérgico. (DGCOH, 1982).

4.3.2.30 Grasas y aceites. Los ésteres de ácidos grasos que son líquidos a las temperaturas ordinarias se llaman aceites mientras que los que son sólidos se llaman grasas. Son químicamente muy semejantes, se encuentran en combinación con el carbón, hidrógeno y oxígeno en diversas proporciones.

Los aceites y grasas pueden estar presentes en el agua como una emulsión de residuos industriales de afluentes similares que al interaccionar con el suelo provocan una serie de reacciones químicas con los coloides hidrófobos de éste, éstos quedan cubiertos por una película de grasas estable que impide la formación de la interface coloide - solución del suelo y coloide - atmósfera del suelo, modificando los mecanismos naturales de intercambio catiónico. (Valera Pérez, M. A. , et al, 1988). Altas concentraciones de grasas y aceites forman una capa sobrenadante en el agua, impidiendo la penetración de la luz en el agua, reduciendo así la concentración de oxígeno disuelto (DGCOH, 1982).

4.3.2.31 Surfactantes Los agentes tensoactivos son grandes moléculas orgánicas ligeramente solubles en agua que causa espuma en las plantas de tratamiento, así como en las aguas a las que se vierten afluentes residuales. Los agentes tensoactivos tienden a acumularse en las interfaces aire - agua. Por medio de aireación que se aplica al agua residual, éstos compuestos se adhieren a la burbuja de aire siendo arrastrados a la superficie del agua, causando con ello una espuma muy estable. Los detergentes son agentes surfactantes derivados de la molécula del tetrapropileno y se caracterizan por ser

hidrofóbicos e hidrofílicos, además de abatir la tensión superficial, los detergentes pueden ser sintéticos o biodegradables (Valera Pérez, M. A. et al, 1988). La calidad del agua se reduce ya que el detergente forma una capa superficial que impide que entre la luz del sol, también que exista una buena difusión de oxígeno en el agua. Altas concentraciones de detergente causa ulceraciones en los peces.

La determinación de los agentes tensoactivos se realiza midiendo el cambio de color de una solución normalizada de azul de metileno. Otro nombre con el cual se reconoce a los agentes tensoactivos es el de "Sustancias Activas al Azul de Metileno" (SAAM).

4.3.3 El suelo y las principales propiedades físicas y químicas que se determinan para su caracterización

El suelo es un sistema altamente complejo y dinámico, constituido por una capa superficial, relativamente delgada, de material más o menos disperso que se encuentra sobre la litósfera. De éste material depende en buena parte para el crecimiento de las plantas y la alimentación de los seres vivos que habitamos sobre la superficie terrestre.

Numerosos procesos físicos, químicos y biológicos actúan simultáneamente para mejorar o empobrecer la condición del suelo y las funciones que éste desempeña en beneficio de las plantas que crecen en él. Narro Farías, E. (1994) menciona que entre las funciones de más importancia del suelo están :

1. Anclaje para las raíces y soporte mecánico para el follaje, que permite a las plantas realizar una fotosíntesis más eficiente. Además, el suelo protege al sistema radical de una deshidratación brusca, a la que estaría expuesto si recibiera los rayos solares directos y la acción del viento. Una baja resistencia del suelo a la penetración, facilita el crecimiento de las partes subterráneas de las plantas (raíces, tubérculos y otro órganos).

2. Suministra agua a las plantas, gracias a la capacidad de retener humedad en

cantidades adecuadas y con alta disponibilidad, es decir, con alto potencial hídrico (o baja tensión de humedad) que puede permitir a las plantas producir cosechas .

3. Proporciona los nutrientes esenciales para las plantas; éstos pueden provenir de fertilidad nativa del suelo y de las prácticas de fertilización que se realicen. El suelo debe aportar estos nutrientes en las formas químicas en cantidad y oportunidad necesarias para mantener el crecimiento sano de las plantas. Las condiciones físicas del suelo están estrechamente relacionadas con su fertilidad; los suelos más fértiles contiene cantidades significativas de materia orgánica (MO) y de arcilla factores que influyen fuertemente sobre la capacidad de retención de humedad y sobre la capacidad de intercambio catiónico. Los nutrientes entran en contacto con la superficie de absorción en las células radicales, debido a los procesos de difusión, flujo de masa y/o intercepción por crecimiento radical.

4. Suministra oxígeno a las raíces y elimina el dióxido de carbono producido. De la respiración de las raíces depende en buena parte la absorción de nutrientes y agua, y el crecimiento vegetal. El aire del suelo se renueva por difusión de gases y por flujo de masa, procesos dependientes de las características físicas del suelo.

5. Transporta calor y proporciona una temperatura adecuada para el desarrollo de las raíces, germinación de semillas, etcétera. Debido a que el calor se transporta en el suelo principalmente por el proceso de conducción, la densidad aparente, la porosidad y el contenido de humedad del suelo, entre otros factores, afectan al transporte de calor.

6. Un suelo debe ser un medio sano, es decir, relativamente libre de elementos patógenos y parásitos, y debe contener bajos niveles de sales así como bajas cantidades de iones tóxicos para las plantas.

Tomando en cuenta todo lo anterior, es imprescindible considerar los parámetros siguientes y de ninguna manera soslayar a alguno dado que solo así se determinarán, las condiciones reales del suelo que se está tratando:

4.3.3.1 Textura. Es una propiedad física determinante para efecto del manejo del suelo que se trate, dado que a través de ésta característica se pueden tomar medidas

orientadas a: fertilización, riego, abonado, etc. ya que los suelos de acuerdo al triángulo de texturas, estos se van a considerar como pesados, francos y pesados según la partícula dominante. La textura es pues la resultante de las determinaciones en % de las diferentes partículas componentes de un suelo.(Bidwell, R. G. S., 1979). Cuando se refiere al tamaño de las partículas en los suelos se le llama o se usa el término textura; de acuerdo con éste se establecen tres fracciones: Arena, Limo y arcilla.

4.3.3.2 Arcillas. Las partículas de arcilla son suficientemente pequeñas para ser coloidales y muestran las propiedades de los coloides. Su tamaño es de menos de 0.002 mm de diámetro.(Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.3 Limo. Las partículas de limo son intermedias entre las de arcilla y las de arena; sus superficies pueden ser lisas o no intemperizadas, a menudo están cubiertas de arcilla y así exhiben propiedades intermedias entre las de arena y de arcilla. Tienen un tamaño que oscila de 0.02 a 0.002 mm de diámetro.(Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.4 Arena. Estas partículas son fragmentos de roca pequeñas, a menudo no intemperizadas y no interactúan fuertemente con agua o minerales. Su tamaño fluctúa entre 2.0 y 0.002 mm de diámetro.(Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.5 Densidad real. Esto es el peso específico del suelo. El peso de las partículas mismas del suelo se expresa por el peso específico esto es, el peso de las partículas sólidas secas comparadas con un volumen igual de agua; esto no es afectado por el grado de compactación del suelo, aunque se observa un intervalo considerable de valores en el peso específico.

El grado de finura de las partículas parece tener poca influencia en el peso específico de los suelos superficiales, y es generalmente menor que el de los profundos.(SARH 1979).

4.3.3.6 Densidad aparente. Difiere del peso específico o densidad real, en que se compara el peso del suelo seco con el que ocuparía el agua estando en el mismo volumen que las partículas sólidas, solamente no teniendo en cuenta el espacio ocupado por

los poros de modo que éste será mayor que la densidad aparente (peso por unidad de volumen de suelo seco).(SARH 1979).

4.3.3.7 % de Espacio poroso. En un volumen dado de suelo donde la proporción que no está ocupada por material sólido se le denomina "espacio poroso". (SARH 1979).

4.3.3.8 Conductividad eléctrica. Es una expresión numérica de la facilidad que tiene una solución acuosa de conducir una corriente eléctrica. Esta facilidad depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa así como la temperatura de la medida de la conductividad. (DGCOH, 1982).

4.3.3.9 pH. Es el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno. La concentración de iones hidrógeno en la solución se expresa bajo el símbolo pH, los valores se consideran en un rango que va desde 1 al 14, siendo del 1 al 6 ácidos mientras que de 8 a 14 alcalinos y con valor de 7 neutral. Es importante determinarlo porque a partir del valor del pH se conoce su condición del suelo (acidez, neutralidad o alcalinidad), a identificarlo y a clasificarlo y por ende a determinar la disponibilidad de nutrimentos hacia las plantas. El acceso a los elementos por parte de las plantas (complejo de intercambio) depende de su energía de ligamientos, una medida de la firmeza con la cual los iones están retenidos, de manera que elementos tales como aluminio, bario y fósforo tienen alta energía de ligamiento y como consecuencia se presentan en baja concentración en la solución del suelo. Mientras que el calcio, potasio y magnesio poseen energía de ligamiento intermedia y aun más el sodio, los cloruros, sulfatos entre otros tienen débil su energía por lo tanto abundarán mayormente en la solución del suelo.(Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.10 % de Materia Orgánica. La presencia de la materia orgánica del suelo es casi un 5% de nitrógeno, es la razón mas importante para afirmar que la mitad de ella proviene de tejidos microbianos.

Entre los elementos nutritivos para las plantas contenidos en el suelo, el nitrógeno es probablemente el que mas estudiado y se continúa prestando gran atención a sus relaciones con las plantas superiores. Los efectos observados en las plantas por la

aplicación de nitrógeno al suelo son muy marcados y rápidos; de modo que pueden hacerse aplicaciones excesivas que resultan perjudiciales. En conjunto, el nitrógeno es un elemento que no solamente debe conservarse en el suelo, también debe ser regulado.

Una de las principales influencias en el suelo con este aspecto es el mejoramiento de la estructura del suelo, cualquiera que sea su textura, por la presencia de agregados estables, como consecuencia mejora la permeabilidad o aptitud del suelo para, que pese el aire o el agua a través de él, la capacidad de absorción y retención de los elementos nutritivos; es un gran movilizador, transforma el terreno si es muy arcilloso dispersa su estructura, si es muy arenoso estrecha mas las moléculas entre si. Otra influencia mas evidente es el color, en la mayoría de los casos los distintos tonos de gris, pardo y negro, se deben al humus, en general se obtiene una capacidad de laboreo satisfactorio solamente cuando el contenido de humus es apreciable.

La granulación, en condiciones favorables, es una influencia interrelacionada y, es claro, se le debe fomentar especialmente en los suelos pesados, en los que son tan necesarios la aereación y el drenaje.

En general además de aumentar la cantidad de humus el suelo adquirirá con seguridad un mayor poder de retención de agua y aumentará su capacidad total de intercambio.

La M.O. también estimula la actividad de los elementos manteniéndolos en el suelo en forma asimilable para las plantas. Hace que sean mas eficaces los abonos minerales y en definitiva crea un ambiente mas favorable para las raíces. Prueba de esto es que las raíces exploran perfectamente las partes de suelo mas ricas en M.O. .

En cuanto a las características biológicas aporta energía, y provee de elementos nutritivos ya transformados.

4.3.3.11 Carbono. Se encuentra en los suelos formando parte de cuatro tipos de materiales orgánicos y minerales: 1) carbonatos minerales, principalmente CaCO_3 y MgCO_3 y en pequeñas cantidades CO_2 también de HCO_3 y CO_3 derivados de los carbonatos más solubles. 2) Formas muy condensadas de composiciones próximas al carbono elemental (carbón vegetal, grafito, carbón de hulla), 3) Residuos de plantas, animales y microorganismos, alterados y bastantes resistentes también llamados humus, 4) Residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y de microorganismos vivos o muertos. que .

sufren descomposiciones bastante rápidas en los suelos. El contenido de carbono orgánico del suelo puede expresarse directamente como tanto por ciento de carbono o ser calculado en forma de materia orgánica mediante multiplicación por un factor convencional, para pasar de carbono a materia orgánica que es de 1,724 y se basa en la hipótesis de que la materia orgánica del suelo tiene un 58% de carbono.

4.3.3.12 Relación Carbono / Nitrógeno. No todos los residuos vegetales poseen las mismas cantidades de carbono y de nitrógeno, sino que en ellos la relación relativa varía notablemente, dependiendo de las partes constituyentes del vegetal de que se traten y de la planta de la cual provengan.

La menor relación es conveniente para una transformación más rápida de humus y para la liberación en mayor grado de nitrógeno asimilable para los cultivos. Ello se debe a que las primeras transformaciones de la materia orgánica son realizadas por microorganismos, los cuales para vivir necesitan de la presencia de nitrógeno.

De ésta manera cuando el resto vegetal que debe descomponerse posee una cantidad muy limitada de nitrógeno (0.5%), una alta relación carbono / nitrógeno del tipo de la paja de trigo o avena (80 / 1), los procesos son muy lentos al existir suficiente cantidad de aquel elemento que los microorganismos requieren para su vida, su propagación y su actividad. Ello puede determinar que la transformación en humus de esas pajas no solamente no resulten en aportaciones de nitrógeno puestas a disposición del cultivo, sino que la disminución aparente de las cantidades de él, que necesitan ser utilizadas por los microorganismos transformadores.

Sin embargo cuando el resto vegetal contiene una proporción elevada de nitrógeno (3%) y una baja relación carbono / nitrógeno (13 / 1) como la posee la alfalfa, la transformación de él en humus será más rápida ya que los microorganismos disponen de suficiente nitrógeno.

De esta manera la incorporación de esos restos vegetales al suelo redundan con gran rapidez en su mejoramiento físico y químico.

Los valores de la relación carbono / nitrógeno deben ser bajos para lograr una adecuada mineralización de la materia orgánica. Se consideran valores óptimos 10 / 1 a 12 / 1.

4.3.3.13 % de Nitrógeno Total. Tiene un lugar especial en la nutrición no sólo

debido a su alto requerimiento por las plantas, sino porque está casi completamente ausente de la roca madre de la cual se forman los suelos. La presencia de nitrógeno en el suelo es casi totalmente el resultado de la acción biológica, abono artificial o fertilización natural (resultado de las descargas eléctricas atmosféricas). Es probable que la mayoría de las plantas vivan en condiciones naturales en un estado de carencia de nitrógeno que, sin embargo no es crítico debido a su gran adaptabilidad a amplios rangos de nutrición. El contenido de este elemento varía desde menos de 0.02 % en subsuelos a más de 2.5 % en suelos turbosos. La capa superficial de muchos suelos cultivados contienen entre 0.06% y 0.5% de nitrógeno. (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.14 Fósforo. En suelos calcáreos alcalinos o neutros que contienen fosfatos de calcio, disminuye la concentración de calcio en solución por producirse la precipitación del calcio como CaCO_3 dando como resultado, un aumento en la concentración de fósforo en solución. Es tan importante como el nitrógeno ya que forma parte de las estructuras de muchos compuestos como de ácidos nucleicos y fosfolípidos. Además el fósforo desempeña una función indispensable en el metabolismo energético. Su deficiencia afecta todos los aspectos del metabolismo vegetal y el crecimiento, que se manifiesta en; pérdida de hojas maduras, desarrollo de antocianinas en tallos y nervaduras foliares, incluso en el desarrollo de áreas necróticas, plantas con crecimiento lento y a menudo achaparradas. El exceso de calcio provoca deficiencia de fósforo (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.15 Calcio. Este elemento abunda en la mayoría de los suelos, y las plantas raramente muestran su carencia en condiciones naturales, la cual causa hojas quebradizas, clorosis de los márgenes de hojas jóvenes, el encorvamiento de puntas foliares y estos efectos son debido a que el calcio participa en la síntesis de pectina de la lámina media de la pared celular. Es utilizado por las plantas en bajas cantidades. (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.16 Magnesio. Es decisivo en las reacciones de metabolismo energético, así como en la síntesis de constituyentes del núcleo, cloroplasto y ribosoma, constituye además una parte integrante de la molécula de clorofila y es por lo tanto, esencial en la fotosíntesis. (Bidwell, R. G. S., 1979).

4.3.3.17 Sodio. En la mayoría de los suelos el sodio se encuentra combinado con los silicatos minerales insolubles, sin embargo los suelos salinos y/o sódicos contienen grandes cantidades de sodio soluble o intercambiable. La cantidad de sodio total generalmente es inferior a 2 % . El sodio soluble o el intercambiable varía desde concentraciones muy bajas a muy altas, dependiendo de la salinidad y/o sodicidad y de la capacidad de intercambio catiónico del suelo. (SARH 1979).

4.3.3.18 Potasio. Intercambiable es por definición el que se libera por intercambio con los cationes de las soluciones salinas añadidas a los suelos; pero, puesto que la cantidad de potasio intercambiable del suelo depende de la naturaleza de la solución reemplazante, el potasio intercambiable es aquel que se extrae con acetato de amonio. (SARH 1979).

4.3.3.19 Capacidad de Intercambio Catiónico Total. De los suelos es una reacción química reversible. Los cationes absorbidos en la superficie de los minerales y dentro de la red cristalina de algunas especies minerales, sobre todo los que se encuentran formando parte de algunos compuestos orgánicos, pueden ser reemplazados reversiblemente por aquellos de las soluciones salinas y ácidas. Se define como la suma de cationes intercambiables del suelo. (SARH 1979).

5. MATERIALES Y METODOS

El Bosque de San Juan de Aragón cuenta con 170 has. en las cuales se efectuó un muestreo no probabilístico o por criterio para obtener material de 22 sitios diferentes de suelo, con el fin de contar con los mismos para los análisis físicos, fisicoquímicos y químicos; los pozos se hicieron a una profundidad de 70 cm para obtener tres niveles: 0 - 20, 20 - 40 y 40 - 60 , se tomaron las muestras de abajo hacia arriba con el objetivo de no contaminar la muestra, el material fue embolsado y etiquetado con los datos del campo correspondiente para ser enviados a los laboratorios de análisis.

Para la toma de muestras del agua del Lago de San Juan de Aragón se requirió

de botellas limpias con tapa (para análisis físicos y químicos), frascos de vidrio de boca ancha con tapón esmerilado y capacidad de 125 ml (para análisis bacteriológicos), recipientes de plástico con tapa roscada de 1000 ml de capacidad (para análisis de metales), recipientes de vidrio con tapa roscada de 1000 ml de capacidad (para análisis orgánicos), frascos de vidrio de boca ancha con rosca de 1000 ml (para análisis de grasas y aceites) y mediante el uso de una lancha se tomaron las muestras compuestas del sitio a muestrear (cuatro puntos equidistantes de la superficie total del lago) ésta toma de muestras se realizó cuatro veces al mes por siete meses que duró el éste trabajo analítico, con lo que nos dió por resultado 28 muestras con una repetición.

Los datos analíticos obtenidos de las cuatro muestras mensuales se reportan en promedio mensual de mayo a noviembre.

5.1 Metodo para el análisis de suelo

<u>Parámetro</u>	<u>Método</u>
Fósforo	Olsen
Magnesio	Complexometría con EDTA
Calcio	Complexometría con EDTA
% de Nitrogeno total	Macro - Kjendahl
% de Materia Orgánica	Walkley y Black
Potasio	Fotometría de llama
Sodio	Fotometría de llama
Textura	Densímetro Boyoucos
pH	Potenciómetro
pH	Pasta de saturación
Conductividad Eléctrica	Puente Standar de Wheastone
Densidad Aparente	Inmersión en Parafina
Densidad Real	Picnómetro

5.2 Metodo para el análisis del agua

<u>Parámetro</u>	<u>Método</u>
Color	Comparación Visual
Conductividad Eléctrica	Puente de Wheastone
Sólidos (todos)	Gravimétrico
Turbiedad	Nefelométrico
Boro	De la Curcumina
Cloruros	Argentométrico
Fósforo Total	Espectofotométrico por reducción con ácido ascórbico
Fosfatos Totales	Cálculo
Nitrógeno de Nitratos	De Brucina
Nitrogeno de Nitritos	Colorimétrico
Nitrógeno Amoniacal	Destilación y Valorización acidimétrica
DBO ₅	Determinacion de O ₂ por metodo yodométrico modificación ácida
DQO	Reflujo Abierto
Grasa y Aceites	Extracción con soxhlet
Surfactantes	Sustancias Activas al Sulfato de Metileno
Coliformes Totales	Fermentación en tubo múltiple
pH	Potenciómetro
Alcalinidad Total	Potenciómetro
Alcalinidad a la fenofltaeina	Potenciómetro

Através del valor de la Alcalinidad es calculada la cantidad de:

Carbonatos y Bicarbonatos

Dureza total	Volumétrico
Calcio Total	Fotometría de llama
Magnesio Total	Fotometría de llama
Potasio Total	Fotometría de llama
Sodio Total	Fotometría de llama

Parámetro	Método
Fierro Total	Espectrofotometría de absorción atómica
Manganeso Total	Espectrofotometría de absorción atómica
Plomo Total	Espectrofotometría de absorción atómica
Cadmio Total	Espectrofotometría de absorción atómica
Mercurio Total	Espectrofotometría de absorción atómica
Arsénico Total	Espectrofotometría de absorción atómica
Cromo Total	Espectrofotometría de absorción atómica

6. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Bosque y Zoológico de San Juan de Aragón, fue construido durante el periodo presidencial del C. Lic. Adolfo López Mateos, siendo regente de la Ciudad el Lic. Ernesto P. Urriburu e inaugurado el 20 de Noviembre de 1964.

La superficie total aproximada de éstas áreas es de 170 hectareas, de las cuales 67 necesitan una reforestación mayor, 57 una reforestación mediana y 46 una reforestación baja.

Cuenta en sus instalaciones con un lago que sirve de depósito de agua para el riego de las áreas verdes y además de recreo, éste presenta un considerable porcentaje de ensolve efidiendo a esto las malas condiciones en las que se encuentra ya que presenta fisuras en toda su estructura perimetral, también destaca un serradero creado para aprovechar la madera de los árboles muertos del mismo bosque, solo que la mayoría de la población son eucalipto (*Eucalyptus globulus*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), y pirul (*Schinus molle* L.) que por desgracia no son maderables, por lo cual el serradero no es funcional, además de encontrarse en mal estado. Asimismo figura un vivero que por su mala dirección y manejo, resulta absurdo, puesto que en él se producen principalmente las plantas antes citadas (Eucalipto, Casuarina y Pirul). Forman parte importante el Zoológico, un balneario popular, un centro de convivencia infantil, así como una zona de juegos rústicos.

6.1 Ubicación

El Bosque de San Juan de Aragón, se encuentra dentro de la jurisdicción de la Delegación Política Gustavo A. Madero en el Distrito Federal, misma que se ubica al Noreste de la Ciudad de México.

Se limita al norte con la avenida 412; al sur con la avenida 608; al este con la avenida 661 y al oeste con la avenida Oceanía, avenida 508 y avenida 535; con una altitud de 2240 msnm en las coordenadas de 19° 28' latitud norte y 99° 41' longitud oeste. (Figura No. 1)

6.2 Clima

Trujillo T. R. (1989) menciona que el norte del Distrito Federal lo ocupa un clima del tipo BS₁ Kw. Los meses secos de los semisecos o semiáridos, templados; con temperatura media anual entre 12°C y 18°C; con lluvia en verano. mínima precipitación invernal y a veces con presencia de sequía intraestival.

El clima predominante en ésta región es semiseco, templado con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 14°C y los 16°C (INEGI, 1990).

García, E. (1981) complementa lo anterior indicar que la diferencia entre las temperaturas de mes más frío y el más caliente es entre 5°C y 7°C, y una precipitación promedio anuales 550.3 mm.

6.3 Agua

Las áreas verdes del Bosque de San Juan de Aragón reciben el agua a través de las precipitaciones pluviales y las aguas tratadas que son depositadas en el Lago de San Juan de Aragón, éstas provienen de las aguas negras del Gran Canal que después de ser

tratadas por la planta de la DGCOH son enviadas al lago y de ahí es tomada por camiones pipas para regar las áreas verdes (debido a que la red de distribución del agua está obstruida, por falta de mantenimiento)

6.4 Suelo.

Como los suelos del Bosque de San Juan de Aragón fueron producto de relleno no se pueden agrupar dentro de una clasificación genética.

El lugar de estudio está muy próximo a la Zona del Ex-Lago de Texcoco cuyo suelo se clasifica como Solonchack gleyco (Benavides Meza, 1990), aunque también se encuentran suelos del tipo Solonetz (SRH, 1975). Asimismo los suelos Solonchack alto contenido de sales solubles (suelos salinos) se encuentran ubicados como "Zonales" (SARH, 1975 y CETENAL, 1978).

Mientras que los que se clasifican como Solonetz con suelos con un alto contenido de sodio intercambiables "Suelos sódicos" (SRH, 1975).

6.5 Vegetación.

Ropoport E. H., et al (1983) hace mención de la vegetación que prevalece en la parte noreste de la ciudad de México y en la zona donde queda ubicado el Bosque de San Juan de Aragón, describe la siguiente vegetación:

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Orden	Familia
Bledo Quelite	<u>Amaranthus</u> híbridos L	L. Centrospermae	Amaranthaceae

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Orden	Familia
Alnus	<u>Alnus</u> sp	Fagales	Betulaceae
Casuarina	<u>Casuarina equisetifolia</u> L.	Verticillatae	Casuarinaceae
Romerito	<u>Atriplex suberecta</u>	Centrospermae	Chenopodiaceae
Bidens	<u>Bidens odorata</u>	Campanulatae	Compositae
Anisillo	<u>Sehkuia virgata</u>	Campanulatae	Compositae
Jarilla	<u>Florestina pedata</u>	Campanulatae	Compositae
Lepidio	<u>Lepidium virginicum</u> L.	Rhodales	Cruciferaeae
Lepidio	<u>Sisymbrium</u> <u>irio</u>	Rhodales	Cruciferaeae
Lepidio	<u>Eleusine indica</u>	Glumiflorae	Gramineae
Lepidio	<u>Sporobolus pyramidatus</u>	Glumiflorae	Gramineae
Carretilla	<u>Medicago denticulata</u> Willd	Rosales	Leguminosae
Trebol de color	<u>Melilotus indicus</u>	Rosales	Leguminosae
Malva	<u>Malva pariflora</u>	Malvales	Malvaceae
Eucalipto	<u>Eucalyptus</u> sp.	Myrtaflora	Myrtaceae
Ahuejote Sauce	<u>Salix bombladiana</u>	Salicales	Salicaceae
Duraznilo	<u>Solanum rostratum</u> Dum	Tubiflorae	Solanaceae

Asimismo se encuentran además de las plantas nativas antes descritas; las plantas introducidas:

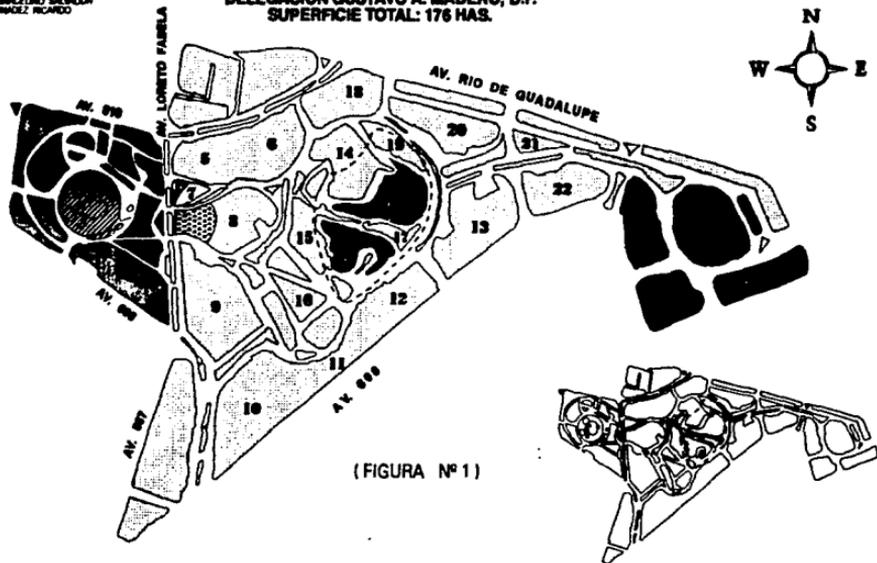
Nombre Vulgar	Nombre Científico	Orden	Familia
Tulipan	<u>Hibiscus rosa-sinensis</u> L.	Malvales	Malvaceae
Trueno	<u>Ligustrum japonicum</u> Thunb.	Contortae	Oleaceae
Rosa Laurel	<u>Nerium oleander</u>	Contortae	Apocynaceae
Piracanto	<u>Pyracantha coccinea</u>	Rosales	Rosaceae
Margarita	<u>Callistephus chinensis</u>	Campanulatae	Compositae
Higuera	<u>Ricinus comunis</u> L.	Geraniales	Euphorbiaceae
Noche buena	<u>Euphorbia pulcherrima</u> Willd	Ferentiales	Euphorbiaceae
Bambú	<u>Bambusa vulgaris</u>	Glumiflorae	Gramineae
Bugambilia	<u>Bougainvillea glabra</u>	Centrospermae	Gramineae
Rosa	<u>Rosa spp</u>	Rosales	Rosaceae
Malvón	<u>Pelargonium hortorum</u>	Geraniales	Geraniaceae
Cedro blanco o cipres	<u>Cupressus lindley</u>	Ciniferae	Pinaceae
Alamo plateado	<u>Populus alba</u> L.	Salicales	Salicaceae
Cipres Arizónica	<u>Copressus glabra</u>	Coniferae	Pinaceae
Colorín	<u>Erythrina americana</u> mill	Rosales	Leguminosae
Fresno	<u>Fraxinus cuspidata</u> Tor	Contortae	Oleacea
Huile	<u>Ficus elastica</u> Roxb	Orticales	Moraceae
Jacaranda	<u>Jacaranda mimosacifolia</u>	Tubiflorae	Bignoneaceae

<u>Nombre Vulgar</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Orden</u>	<u>Familia</u>
Laurel de la India	<u>Ficus nitida Thunb</u>	Urticales	Moraceae
Palma	<u>Phoenix canariensis Hort</u>	Calicinales	Palmæ
Tamerisco	<u>Tamarix plumosa Hort</u>	Celustales	Tamariceae
Ficus laurel	<u>Ficus benamina</u>	Urticales	Moraceae
Pesto kikuyo	<u>Pennisetum clandestinum</u>	Glumiflorae	Gramineae
Pirul ó árbol del Perú	<u>Schinus molle L</u>	Anacardiaceae	Anacardales

LOCALIZACION DEL BOSQUE, ZOOLOGICO Y LAGO DE SAN JUAN DE ARAGON (CROQUIS)

DIBUJO:
DARWIN VASQUEZ MARCELO SALVADOR
GALERICH HERNANDEZ RICARDO

DELEGACION GUSTAVO A. MADERO, D.F.
SUPERFICIE TOTAL: 176 HAS.



(FIGURA N° 1)

SIMBOLOGIA POR AREAS

	ZOOLOGICO		AREAS VERDES		OFICINAS ADMINISTRATIVAS
	VIVERO		ASERRADERO		ANDADORES
	LAGO		AREAS VERDES (DEL ZOOLOGICO)		C.C.I. (CENTRO DE CONVIVENCIA INFANTIL)

ZONA	FIGS
I	1, 2, 3, 4
II-A	10, 11, 12, 13
B-B	5, 6, 7, 8, 9
III	14, 15, 16, 17
IV	18, 19, 20
V	21
VI	22

7. RESULTADOS DEL SUELO Y AGUA

7.1 Resultados de las determinaciones físicas, químicas y biológicas del suelo

7.1.1 CARACTERISTICAS FISICAS ZONA I

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
% ARCILLA	22 - 42	24 - 50	24 - 50
% LIMO	24 - 45	20 - 35	22 - 45
% ARENA	18 - 48	16 - 42	24 - 30
CLASIFICACION	arcilloso franco franco arcilloso	arcilloso franco franco arcilloso	arcilloso franco franco arcilloso
INTERPRETACION	p e	s a	d o
D. APARENTE	0.9 - 1.1	0.9 - 1.1	1.0 - 1.1
D. REAL	2.0 - 2.3	2.1 - 2.3	2.1 - 2.3
% E. POROSO	47.94 - 54.34	48.64 - 57.59	50.00 - 53.36
% DE SATURACION DE HUMEDAD	39 - 54	38 - 48	39 - 49
C.E. a 25 °C. mmhos/cm	0.7432 - 2.3619	0.7179 - 2.2702	0.9533 - 2.3455
INTERPRETACION	n o	s a l i n o	

7.1.2 CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICO - QUIMICAS
Y
BIOQUIMICAS ZONA I

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
pH (PASTA DE SATURACION)	7.7 - 8.4	7.8 - 8.6	8.0 - 8.6
pH (1:2) H ₂ O	8.0 - 8.7	8.0 - 8.9	8.3 - 8.9
INTERPRETACION	fuertemente alcalino	muy fuertemente alcalino	
% MATERIA ORGANICA		1.73	0.81 0.62
INTERPRETACION	mediano	p o b r e	
% CARBONO	1.0035	0.4702	0.3602
% NITROGENO TOTAL	0.1752	0.0405	0.031
INTERPRETACION	Medio	Ext. Pobre	Ext. Pobre
CARBONO / NITROGENO	5.7276	11.6110	11.6196
INTERPRETACION	RAPIDA DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA		
FOSFORO (ppm)	32.0	21.0	22
CALCIO (meq/100g)	30.67	25.96	9.73
MAGNESIO (meq/100g)	4.40	4.57	1.26
SODIO (meq/100g)	7.69	18.03	21.07
POTASIO (100g)	10.85	12.71	12.21
C.I.C.T.	53.61	61.27	44.27
INTERPRETACION	Muy Alta	Ext. Alta	Alta
R.A.S.	1.84	4.61	8.99
P.S.I.	14.34	29.43	47.59
INTERPRETACION	n o s o d i c o	s o d i c o	

7.1.3 CARACTERISTICAS FISICAS ZONA II A

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
% ARCILLA	34 - 58	22 - 62	14 - 54
% LIMO	20 - 28	6 - 28	14 - 32
% ARENA	17 - 40	12 - 72	20 - 72
CLASIFICACION	arcilloso franco arcilloso	arcilloso franco arcillo arenoso	arcilloso franco arcilloso franco-arenoso
INTERPRETACION	p	e	s a d o
D. APARENTE	0.9 - 1.0	1.0 - 1.3	1.0 - 1.3
D. REAL	1.9 - 2.1	2.6 - 2.1	1.9 - 2.4
% E. POROSO	48.99 - 54.25	45.42 - 51.89	48.54 - 55.74
% DE SATURACION DE HUMADAD	45 - 52	35 - 59	37 - 60
C.E. a 25 °C. mmhos/cm	0.4511 - 2.2702	0.4646 - 2.2702	0.1351 - 1.1351
INTERPRETACION	n o	s a l i n o	

7.1.4 CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICO - QUIMICAS Y BIOQUIMICAS ZONA II A

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
pH (PASTA DE SATURACION)	7.9 - 8.1	8.0 - 8.6	8.1 - 8.7
pH (1:2) H ₂ O	8.0 - 8.3	8.3 - 8.9	8.4 - 9.0
INTERPRETACION	medianamente alcalino	muy fuertemente alcalino	
% DE MATERIA ORGANICA	1.3282	1.3282	1.5007
INTERPRETACION	m e d i a n o		
% CARBONO	0.7704	0.7704	0.8701
% NITROGENO TOTAL	0.0662	0.394	0.3534
INTERPRETACION	Pobre	Rico	Rico
CARBONO / NITROGENO	11.6377	1.9554	2.4620
INTERPRETACION	RAPIDA DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA		
FOSFORO (ppm)	21.5	20.25	21.25
CALCIO (meq/100g)	30.45	30.98	15.24
MAGNESIO (meq/100g)	3.63	3.82	3.10
SODIO (meq/100)	9.21	16.42	20.05
POTASIO (meq/100g)	13.06	13.52	13.52
C.I.C.T.	56.36	64.34	51.91
INTERPRETACION	Muy Alta	Ext. Alta	Muy Alta
R.A.S.	2.23	3.94	6.62
P.S.J.	16.35	25.36	38.62
INTERPRETACION	s o d i c o		

7.1.5 CARACTERISTICAS FISICAS ZONA II B

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
% ARCILLA	20 - 42	26 - 50	26 - 50
% LIMO	12 - 44	24 - 45	28 - 44
% ARENA	18 - 68	16 - 44	16 - 46
CLASIFICACION	franco arcilloso franco arcillo arenoso franco arcillo limoso	franco arcilloso franco arcillo limoso	arcilloso arcillo limoso franco
INTERPRETACION	p e s a d o		
D. APARENTE	1.01 - 1.27	1.10 - 1.20	1.05 - 1.28
D. REAL	2.00 - 2.73	2.04 - 2.32	2.08 - 2.58
% E. POROSO	49.50 - 53.47	46.06 - 50.45	46.22 - 50.45
% DE SATURACION DE HUMEDAD	34 - 53	46 - 51	40 - 54
C.E. a 25 °C. mmhos/c	0.1351 - 1.9865	0.6969 - 2.2702	0.5421 - 2.1784
INTERPRETACION	n o s a l i n o		

7.1.6 CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICO - QUIMICAS Y BIOQUIMICAS ZONA II B

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
pH (PASTA DE SATURACION)	7.7 - 8.8	7.8 - 9.0	7.8 - 9.0
pH (1:2) H ₂ O	8.0 - 9.1	8.1 - 9.3	8.0 - 9.3
INTERPRETACION	muy	fuertemente	alcalino
% MATERIA ORGANICA	1.587	1.048	0.759
INTERPRETACION	m e d i a n o		pobre
% CARBONO	1.9205	1.8079	0.4403
% NITROGENO TOTAL	0.0601	0.053	0.037
INTERPRETACION	Pobre	Pobre	En Pobre
CARBONO / NITROGENO	1.1492	1.1470	11.8968
INTERPRETACION	RAPIDA DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA		
FOSFORO (ppm)	33.4	33.2	23.8
CALCIO (meq/100g)	26.75	29.56	22.17
MAGNESIO (meq/100g)	5.26	5.47	4.84
SODIO (meq/100g)	5.29	8.87	15.70
POTASIO (meq/100g)	9.81	10.46	11.11
C.I.C.T.	47.11	54.46	53.62
INTERPRETACION	Alta	Muy Alta	Muy Alta
R.A.S.	1.32	2.14	4.29
P.S.I.	11.23	16.47	29.28
INTERPRETACION	no sodico	s o d i c o	

7.1.7 CARACTERISTICAS FISICAS ZONA III

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
% ARCILLA	32 - 40	40 - 42	28 - 42
% LIMO	32 - 40	30 - 42	20 - 50
% ARENA	24 - 36	18 - 30	16 - 38
CLASIFICACION	arcilloso - franco arcilloso	arcillosos	arcilloso franco arcilloso franco arcillo limoso
INTERPRETACION	p e s a d o		
D. APARENTE	1.0 - 1.1	1.0 - 1.1	1.0 - 1.1
D. REAL	2.06 - 2.27	2.12 - 2.27	2.04 - 2.22
% E. POROSO	50.48 - 54.34	50.69 - 52.99	47.62 - 52.25
% DE SATURACION DE HUMEDAD	45 - 50	41 - 51	39 - 42
C.E. a 25 °C. mmhos/cm	0.5945 - 1.0894	0.6461 - 1.9065	0.4019 - 1.9065
INTERPRETACION	n o s a l i n o		

7.1.8 CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICO - QUIMICAS Y BIOQUIMICAS ZONA III

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
pH (PASTADE SATURACION)	7.5 - 8.4	7.6 - 8.4	7.8 - 8.4
pH (1:2) H ₂ O	7.9 - 8.6	7.9 - 8.7	8.4 - 8.7
INTERPRETACION	f u e r t e m e n t e		a l c a l i n o
% MATERIA ORGANICA	1.518	1.086	0.612
INTERPRETACION	m e d i a n o		p o b r e
% CARBONO	0.8805	0.6299	0.3550
% NITROGENO TOTAL	0.075	0.054	0.038
INTERPRETACION	Pobre	Pobre	Ext. Pobre
CARBONO / NITROGENO	11.6009	11.6654	9.1482
INTERPRETACION	R A P I D A D E S C O M P O S I C I O N D E M A T E R I A O R G A N I C A		
FOSFORO (ppm)	45	50	34
CALCIO (meq/100g)	20.9	30.92	29.12
MAGNESIO (meq/100g)	2.81	3.60	5.24
SODIO (meq/100g)	6.77	11.35	12.52
POTASIO (meq/100g)	10.79	10.51	10.27
C.I.C.T.	41.27	56.38	57.15
INTERPRETACION	Alta	Muy Alta	Muy Alta
R.A.S.	1.97	2.73	3.02
P.S.I.	18.4	20.13	21.91
INTERPRETACION	s o d i c o		

7.1.9 CARACTERISTICAS FISICAS ZONA IV

P R O F U N D I D A D

	0 - 20	20 - 40	40 - 80
ARCILLA	32 - 42	28 - 54	32 - 54
% LIMO	20 - 46	22 - 52	32 - 48
% ARENA	22 - 38	20 - 24	14 - 24
CLASIFICACION	arcilloso franco arcilloso	arcilloso franco arcilloso	arcilloso franco-arcilloso fran. arcillo lim
INTERPRETACION	p e s a d o		
D. APARENTE	0.98 - 1.10	1.01 - 1.10	1.02 - 1.00
D. REAL	2.01 - 2.15	2.15 - 2.24	2.10 - 2.24
% E. POROSO	48.92 - 59.24	40.01 - 54.36	40.50 - 54.40
% DE SATURACION DE HUMEDAD	45 - 59	50 - 51	46 - 55
C.E. a 25 °C. mm/hos/cm	5.1372 - 8.3526	4.5485 - 5.3528	1.6342 - 5.1372
INTERPRETACION	s a l i n o		

7.1.10 CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICO - QUIMICAS Y BIOQUIMICAS ZONA IV

PROFUNDIDAD

	0 - 20	20 - 40	40 - 60
pH (PASTA DE SATURACION)	7.8 - 9.4	8.2 - 9.4	8.3 - 9.3
pH (1:2) H ₂ O	8.1 - 9.4	8.5 - 9.4	8.6 - 9.5
INTERPRETACION	fuertemente		alcalino
% MATERIA ORGANICA	1.702	0.874	0.713
INTERPRETACION	mediano	p o b r e	
% CARBONO	0.9872	0.5070	0.4136
% NITROGENO TOTAL	0.0851	0.0437	0.0350
INTERPRETACION	Pobre	Ext. Pobre	Ext. Pobre
CARBONO / NITROGENO	1.1601	11.8009	11.8164
INTERPRETACION	RAPIDA DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA		
FOSFORO (ppm)	55.0	52.6	41.6
CALCIO (meq/100g)	13.33	31.30	32.59
MAGNESIO (meq/100g)	2.50	5.49	4.18
SODIO (meq/100g)	21.12	25.77	24.90
POTASIO (meq/100g)	12.75	13.06	13.06
C.I.C.T.	49.70	75.62	74.83
INTERPRETACION	Alta	Ext. Alta	Ext. Alta
R.A.S.	7.51	6.01	5.81
P.S.I.	42.49	34.08	33.28
INTERPRETACION	s o d i c o		

7.1.11 CARACTERISTICAS FISICAS ZONA V

P R O F U N D I D A D

		0 -20	20 - 40	40 - 60
% ARCILLA	50	42	30	
% LIMO	18	26	46	
% ARENA	32	32	24	
CLASIFICACION	arcilloso	arcilloso	franco-arcilloso	
INTERPRETACION	p e s a d o			
D. APARENTE	1.15	0.98	1.08	
D. REAL	2.19	2.06	2.08	
% E. POROSO	47.49	52.43	48.08	
% DE SATURACION DE HUMEDAD	51.0	54.0	50.0	
C.E. a 25 °C. mmhos/cm	2.3675	6.4215	6.4215	
INTERPRETACION	no salino	s a l i n o		

7.1.12 CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICO - QUIMICAS Y BIOQUIMICAS ZONA V

P R O F U N D I D A D

	0 - 20	20 - 40	40 - 60
pH (PASTA DE SATURACION)	8.4	8.0	8.7
pH (1:2) H ₂ O	8.6	8.3	9.6
INTERPRETACION	fuertemente - alcalino		muy fuertemente alcalino
% DE MATERIA ORGANICA	1.173	2.691	0.897
INTERPRETACION	mediano	rico	pobre
% CARBONO	0.6804	1.5609	0.5203
% NITROGENO TOTAL	0.058	0.134	0.044
INTERPRETACION	Pobre	Ext. Pobre	Ext. Pobre
CARBONO / NITROGENO	1.1731	11.5966	11.5880
INTERPRETACION	RAPIDA DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA		
FOSFORO (ppm)	21	20	38
CALCIO (meq/100 g)	17.11	29.82	31.
MAGNESIO (meq/100g)	5.41	10.99	7.05
SODIO (meq/100g)	19.64	25.16	24.24
POTASIO (meq/100g)	13.84	13.52	12.59
C.I.C.T.	56.00	79.49	74.97
INTERPRETACION	Muy Alta	Ext. Alta	Ext. Alta
R.S.A.	5.85	5.57	5.55
P.S.I.	35.07	31.65	32.33
INTERPRETACION	s	o	d
		l	c
			o

7.1.13 CARACTERISTICAS FISICAS ZONA VI

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
% ARCILLA	30	34	36
% LIMO	36	32	38
% ARENA	34	34	26
CLASIFICACION	franco-arcilloso	franco-arcilloso	franco-arcilloso
INTERPRETACION	p e s a d o		
D. APARENTE	0.79	0.88	0.95
D. REAL	1.58	1.70	1.94
% E. POROSO	51.90	48.24	51.03
% DE SATURACION DE HUMEDAD	76.0	58.0	60.0
C.E. a 25 °C mmhos/cm	0.6969	0.7744	1.1351
INTERPRETACION	n o s a l i n o		

7.1.14 CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICO-QUIMICAS Y BIOQUIMICAS ZONA VI

	P R O F U N D I D A D		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
pH (PASTA DE SATURACION)	7.5	7.6	7.7
pH (1:2) H ₂ O	7.8	7.9	8.0
INTERPRETACION	medianamente alcalino		
% MATERIA ORGANICA	2.7600	5.7960	3.9330
INTERPRETACION	rico	extremadamente rico	muy rico
% CARBONO	1.8909	3.3619	2.2813
% NITROGENO TOTAL	0.1380	0.2896	0.1966
INTERPRETACION	Med. Pobre	Rico	Mediano
CARBONO / NITROGENO	11.6009	11.6009	11.6039
INTERPRETACION	RAPIDA DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA		
FOSFORO (ppm)	60	40	40
CALCIO (meq / 100g)	31.20	30.79	15.09
MAGNESIO (meq / 100g)	6.34	7.28	3.66
SODIO (meq / 100g)	0.235	0.781	7.69
POTASIO (meq / 100g)	13.84	13.84	13.52
C.I.C.T.	56.61	52.69	39.96
INTERPRETACION	Muy Alta	Muy Alta	Media
R.A.S.	0.05	0.18	2.51
P.S.I.	0.41	1.48	19.24
INTERPRETACION	no sodico	no sodico	sodico

RESULTADOS PROMEDIOS MENSUALES DE MAYO A NOVIEMBRE DE LOS ANALISIS DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS NEGRAS DE SAN JUAN DE ARAGON Y DEL AGUA DEL LAGO DEL BOSQUE DE SAN JUAN DE ARAGON

PARAMETRO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
pH	8.08 10.1	8.09 9.5	7.77 9.7	7.69 9.7	8.06 9.8	7.8 9.7	8.0 9.2
Color	68.3 125.0	60.0 100	67.60 65.6	69.3 55.6	66.0 79.3	60.0 56.2	40.0 38.3
Turbiedad	4.10 80.5	2.6 80.0	2.80 131.3	29.6 81.4	6.26 123.3	3.76 101.7	22.0 85.0
Alcalinidad Total	273.6 225.5	274.0 232.0	272.0 226.3	214.2 202.6	228.0 210.0	229.0 232.2	323.7 272.3
Alcalinidad a la fenolftaleína	— 55.0	— 65.0	— 76.0	— 72.2	— 73.3	— 74.6	— 49.0
Dureza total	162.6 113.0	166.0 103.0	169.0 114.0	163.0 101.4	169.6 88.3	167.0 102.7	147.7 138.7
Carbonatos	— 110.0	— 130.0	— 152.0	— 117.5	— 144.6	— 149.6	— 98.7
Bicarbonatos	273.6 115.5	274.0 102.0	272.0 125.0	214.2 163.0	228.0 63.3	229.0 83.0	323.7 175.3
Cond. Eléctrica	898.0 819.5	920.0 819.0	800.0 733.3	942.0 846.2	948.0 880.0	940.0 895.0	947.0 889.3
Cloruros	79.0 108.5	81.0 83.5	44.8 168.3	92.6 94.2	80.6 97.3	81.0 95.6	76.7 86.6
Boro	0.60 0.85	0.71 0.79	0.79 0.77	0.80 0.70	0.80 0.60	0.74 0.68	— 0.7
Sólidos Totales	698.0 748.0	642.0 696.0	708.0 768.0	672.6 578.0	668.0 713.3	790.4 766.6	660.6 780.0
Sól. Disueltos Tot.	616.0 692.5	633.0 635.5	697.6 631.3	662.6 519.5	643.6 680.0	699.0 632.6	648.0 680.0
Sól Suspensibles Tot	8.33 55.5	9.0 60.5	8.6 136.6	10.0 53.4	12.6 33.3	10.0 134.0	4.6 100.0
Sól Sedimentables	0.10 0.10	0.10 0.10	0.10 0.09	0.32 0.09	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1
Nitrógeno Amoniacal	0.43 0.3	3.30 0.20	1.70 0.20	0.82 0.30	0.2 0.2	0.2 0.2	13.2 0.3
Nitrógeno de Nitratos	1.80 0.10	6.20 0.10	7.90 0.28	11.89 0.80	4.91 0.45	0.21 0.38	0.88 0.18
Fósforo Total	1.26 0.76	0.62 0.57	4.97 2.63	6.66 1.85	4.1 2.4	4.16 2.05	4.27 2.7
Fosfatos Totales	3.87 2.4	1.90 1.75	16.16 8.0	18.0 5.72	12.0 7.5	12.86 6.25	13.12 8.4
Nitrógeno de Nitritos	2.10 0.15	0.61 1.18	0.66 0.05	0.04 0.05	0.07 0.05	0.66 0.06	0.09 0.05

Nota: Los resultados de la planta tratadora de aguas negras aparecen primeramente con número remarcado y el segundo resultado corresponde a los del agua del Lago de San Juan de Aragón, se incluyen los primeros porque con ésta calidad es enviada el agua al Lago durante el mismo período de tiempo considerado.

RESULTADOS PROMEDIOS MENSUALES DE MAYO A NOVIEMBRE DE LOS ANALISIS DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS NEGRAS DE SAN JUAN DE ARAGON Y DEL AGUA DEL LAGO DEL BOSQUE DE SAN JUAN DE ARAGON

PARAMETRO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE							
Calcio Total	39.8	29.8	34.10	24.4	39.10	27.4	33.46	24.9	39.1	23.5	39.6	26.1	92.1	32.2
Magnesio Total	17.23	9.20	17.10	9.90	18.0	11.0	18.89	9.5	18.0	7.3	18.6	8.9	18.4	14.0
Sodio Total	118.2	148.0	122.6	144.7	128.0	129.5	121.7	134.6	133.6	144.6	136.3	148.3	128.6	146.8
Potasio Total	24.06	31.2	26.2	26.2	28.6	27.1	28.46	28.0	26.0	28.1	30.66	28.5	28.3	28.6
Hierro Total	0.06	5.07	0.06	5.06	0.11	0.10	0.28	2.18	0.6	0-13	0.13	0.10	0.06	0.09
Manganeso Total	0.06	10.08	0.02	10.08	0.01	10.10	0.03	10.08	0.01	10.018	0.01	10.018	0.06	10.018
Plomo Total	0.06	10.05	0.06	10.05	0.06	10.05	0.06	10.05	0.06	3.38	0.06	0.07	0.10	0.06
Cadmio Total	0.008	10.008	0.008	10.008	0.008	10.008	0.008	10.008	0.008	3.38	0.008	2.5	0.008	0.008
Mercurio Total	0.0002	7.0	0.0002	10.0	0.0002	10.0	0.0002	10.0	0.008	10.0	0.008	7.0	0.008	5.8
Arsénico Total	0.001	14.0	0.0002	10.0	0.0002	10.0	0.0002	10.0	0.008	4.0	0.008	2.5	0.008	4.0
Cromo Total	0.028	5.02	0.03	5.02	0.009	6.67	0.018	10.008	0.01	3.34	0.01	2.55	0.01	0.01
Coliformes Totales	4.8E8	100E7	4.9E8	560E8	1.0E8	100E8	1.9E8	30E6	7.6E9	940E6	6.7E8	400E8	3.4E4	830E6
DBO 5	7.6	17.5	6.0	21.0	7.8	30.0	6.87	13.24	16.9	15.0	4.0	27.0	8.3	18.3
DQO	86.0	212.0	89.0	194.5	167.8	170.0	48.0	129.8	67.6	257.0	68.6	218.0	49.6	100.3
Aceites y Grasas	3.0	4.0	8.0	3.0	3.0	6.8	9.0	15.6	17.0	30.6	23.0	19.8	12.3	25.6
Surfactantes	6.86	5.3	8.0	5.0	2.4	3.2	3.0	3.28	6.4	4.0	1.76	1.79	9.6	4.3

Nota: Los resultados de la planta tratadora de aguas negras aparecen primeramente con número remarcado y el segundo resultado corresponde a los del agua del Lago de San Juan de Aragón, se incluyen los primeros porque con ésta calidad es enviada el agua al Lago durante el mismo periodo de tiempo considerado.

Los resultados del Lago de San Juan de Aragón presentados en éstas tablas también, se presentan a manera de gráficas con el fin de detallar su tendencia a lo largo del ciclo contemplado.

8. INTERPRETACION DE RESULTADOS

8.1 Interpretación de los resultados del suelo

8.1.1 Zona 1. Son suelos pesados con densidad aparente baja, el % E. Poroso se incrementa con la profundidad indicando ligera compactación, son suelos no salinos con un pH fuertemente alcalino en la profundidad 0 - 20 y de 20 - 60 son muy fuertemente alcalino lo cual concuerda con la interpretación del PSI que indica elevada sodicidad.

El contenido de M.O. va de mediano en la capa 0 - 20, a pobre en 20 - 60 cm. El nitrógeno total va de mediano a extremadamente pobre a medida que aumenta la profundidad, la relación C / N refleja una rápida descomposición de M.O.; en el cuadro No. 4, el fósforo asimilable va de mediano a medianamente pobre de 0 - 20 y 20 - 60 respectivamente, y los contenidos de bases intercambiables Ca, Mg y k son extremadamente rico. Es no sódico a sódico en 0 - 20 y 20 - 60.

Por los contenidos de N, P, K, ésta zona no es fértil y puede presentar más problemas si se mezclan las superficies 40 - 60 con la primera 0 - 20.

8.1.2 Zona 2 A Por textura representan suelos pesados, densidad aparente baja; % de E. Poroso aumenta con la profundidad mayor, refleja una ligera compactación, es no salino ; pH medianamente alcalino en la profundidad 0 - 20 y desde 20 - 60 es muy fuertemente es muy fuertemente alcalino; por contenido de M. O. toda capa de 0 - 60 es mediano; el nitrógeno se ve incrementado a profundidad mayor; la M.O. sufre una rápida descomposición con la relación C / N el fósforo es considerado como medianamente pobre en todo el espesor de 0 - 60; las bases intercambiables contenidas están de manera extremadamente rico (cuadro No. 4). Presenta problemas de sodicidad en toda su profundidad.

En cuanto al contenido de N, P, K, con excepción del N, se encuentra en forma carente.

8.1.3 Zona 2 B. La textura de éstos suelos es pesada; densidad aparente baja; % E. Poroso disminuye a mayor profundidad, no está compactado, es un suelo no salino pero con un pH fuertemente alcalino para toda la profundidad desde 0 - 60; la M.O. disminuye con la profundidad que va de mediano de 0 - 40 y pobre en 40 - 60; está limitado en el % de nitrógeno total el cual se presenta de pobre (0 - 40) a extremadamente pobre (40 - 60); la re- .

lación C / N permite una rápida descomposición de M.O. en todas sus capas; el fósforo se considera mediano (0 - 40) y medianamente pobre a mediano (40 - 60); extremadamente rico son los cationes de bases intercambiables (cuadro No. 4), el problema de sodio se hace presente en las profundidades 20 - 40 y 40 - 60.

En esta zona el macronutriente N no ayuda en la fertilidad del suelo.

8.1.4 Zona 3. Presenta características de suelo pesado; densidad aparente baja; el % E. Poroso es mas o menos uniforme; es un suelo no salino con un pH fuertemente alcalino; la M.O. se abate a medida que aumenta la profundidad de mediano en 0 - 40, mientras que en 40 - 60 se presenta pobre; el % de nitrógeno total es pobre desde 0 - 40 y extremadamente pobre de 40 - 60; la relación C / N facilita una rápida descomposición de la M.O. ; la concentración de fósforo en la profundidad 0 - 20 es mediano, de mediano a medianamente rico en 20 - 40 y mediano en 40 - 60; bases intercambiables (cuadro No. 4) están en cantidades extremadamente ricas; el problema de sodio se intensifica a mayor profundidad.

Los macronutrientes adolecen en cuanto a Nitrógeno se refiere.

8.1.5 Zona 4. Son suelos pesados con densidad aparente baja; el % de E. Poroso aumenta con la profundidad reflejando una ligera compactación; son suelos salinos; con un pH fuertemente alcalino en toda la profundidad de 0 - 60. La M.O. va de mediano (0 - 20) a pobre (20 - 60); el % de carbono es muy bajo lo cual permite una relación C / N apropiada para desmineralizar rápidamente la M.O. ; las bases intercambiables existen en esta zona de manera extremadamente rico y los contenidos de fósforo se hallan de mediano a medianamente rico de 0 - 40 y en 40 - 60 de la calidad de mediano (cuadro No. 4). En esta zona persiste la carencia de nitrógeno, es un suelo también con problemas de sodicidad.

8.1.6 Zona 5. Son suelos con textura pesada, ligera compactación como resultado de la baja densidad aparente; no salino en la paret superior de 0 - 20 y es salino de 20 - 60; el pH por igual fuertemente alcalino de 0 - 40 y muy fuertemente alcalino de 40 - 60, indicando con ello que a mayor profundidad se concentran mas las sales y el sodio representado así éste último por los valores tan altos de PSI; la M.O. ; se encuentra de mediano (0 - 20), rico (20 - 40) y pobre de 40 - 60; hay una rápida descomposición de la M.O., reflejo de la relación C / N; el fósforo asimilable su concentración es de medianamente

pobre en la profundidad 0 - 40, mientras que de mediano de 40 - 60; las bases intercambiables se encuentran como en todas las demás zonas esto quiere decir que su concentración es de extremadamente rico (cuadro No. 4); el sodio se reparte de manera un tanto homogénea en todos los niveles, de manera intensa con valores elevados de PSI indicando con ello sodicidad en toda esta zona.

Carece asimismo de nitrógeno dando una característica a estos suelos de no fértiles.

8.1.7 Zona 6. Posee características de suelo pesado; baja densidad aparente repercutiendo en una ligera compactación; el % de E. Poroso es un tanto homogéneo en todos los niveles; la conductividad eléctrica indica que es un suelo no salino, es también un suelo con un pH representando medianamente alcalinidad en todo el espesor de 0 - 60; la M.O. abunda en esta zona pues se encuentra de rico en 0 - 20, extremadamente rico en 20 - 40 y muy rico en la profundidad de 40 - 60. Hay asimismo una rápida desmineralización de la M.O. resultado de la relación C / N; el fósforo se encuentra por igual en todos los niveles es decir, mediano; bases intercambiables de forma extremadamente rico; el sodio como reflejo del PSI no es problema en las características propias del suelo, ya que es no sódico.

Esta zona es la única que se podría considerar fértil con algunas reservas, por sus contenidos de nitrógeno que van de medianamente pobre, rico y mediano.

8.2 Interpretación de los resultados del agua

Para los resultados del agua fue necesario utilizar los criterios de calidad de agua de la DGCOH (cuadro No. 5), a través del cual se relacionan resultados con los datos de calidad de agua, y para ello se consideran solo aquellos parámetros que revasan los niveles máximo permisibles para la salud humana, arrojando la siguiente interpretación:

8.2.1 pH. Este carácter en el agua tanto de la que es enviada de la planta, como la del lago mismo, supera a los criterios de calidad ya que en los diferentes usos que se citan en el cuadro No. 5 (riego de forrajes y áreas verdes, llenado del lago y agrícola) en todos está por encima del valor permitido. Cabe hacer notar que si bien es cierto que el agua que se envía no cumple con los niveles permitidos, pues está de 1.02 veces en llenado de

lago a 1.21 veces más cuando es utilizada para riego de áreas verdes, al llegar ésta al lago el pH se dispara hasta 1.25 veces más en llenado de lago y 1.5 veces más cuando es para riego de áreas verdes.

8.2.2 Color. La DGCOH envía el agua un color no apto para ser utilizada en el llenado de lago (1.5 veces más), y para el riego si cumple con los requerimientos. El color del agua a pesar se incrementa drásticamente al llegar al lago, porque su calidad supera en 1.8 veces cuando se utiliza para riego, mientras que para llenado de lago se va hasta 2 veces más de lo permitido, siendo inicialmente 56.21 Pt / Co en promedio, que al llegar a su destino (lago) llega hasta 74.31 Pt / Co en promedio, siendo de 37.5 unidades y 60 unidades para llenado de lago y riego respectivamente.

8.2.3 Turbiedad. Para éste parámetro el agua es enviada con buena calidad, al salir con 10.2 unidades (15 mg/l para llenado de lago y 20 mg/l para riego), pero al llegar al lago alcanza en promedio 97.6 mg/l siendo 6.5 y 4.88 veces más para llenado de lago y riego respectivamente que lo permisible.

8.2.4 Dureza. Se aprecia para éste parámetro se dan tres máximos permitidos (en mg/l) que son: 10 para riego de forrajes y áreas verdes, 50 para llenado de lago y 650 para uso agrícola (cuadro No. 5). Los valores obtenidos de la planta tratadora y al llegar al lago son respectivamente en promedio 163.5 y 108.7, dichos resultados son aceptables si se usa para riego agrícola, pero cuando es utilizada con fines de riego de áreas verdes y forrajes, así como para llenado de lago, éste recurso (agua) desde que sale de la planta manifiesta valores muy por encima de lo permisible, 16.3 veces más y 3.3 veces para ser utilizada en áreas verdes y forrajes, y llenado de lago respectivamente.

8.2.5 Carbonatos. Para éste caracter no existen resultados de la planta, siendo el valor promedio del lago de 128.8 mg / l, resultado que hace no permisible al agua, puesto que para el valor mínimo (riego de áreas verdes) solo se permiten 10 unidades y para el valor máximo (en llenado de lago), son autorizadas 50 unidades, siendo 13 veces mas para el primero y 2.57 veces más para el segundo.

8.2.6 Sodio. Este elemento en el agua, se encuentra de manera abundante, debido a que la comparación con el cuadro No. 5 así lo deja ver, 100 mg / l como mínimo para áreas verdes y forrajes, y máximo al utilizarse en el llenado de lago. Siendo el resultado de 127.0 desde que se envía el agua tratada y 142.3 unidades estando ya en el lago, lo cual denota un valor primero de 1.27 veces más y un segundo de 1.42 veces más si se considera el uso para riego de áreas verdes que es el punto que nos ocupa.

8.2.7 Hierro. El agua residual enviada por la planta de la DGCOH, presenta un resultado promedio de 0.18 mg / l lo cual no es problema, debido a que entra dentro de lo permitido 0.3 mg / l, mientras que el resultado en el lago si se observa un valor elevado de 1.8 mg / l (los dos valores para riego de áreas verdes y forrajes) lo cual lo ubica en 6 veces más de lo permisible.

8.2.8 Manganeso. Se considera sobrepasado de lo permisible estando ya en el lago donde como resultado 10.06 en promedio, siendo lo permisible 0.05, 0.10 y 0.20 para áreas verdes, llenado de lago y agrícola respectivamente, representando 50.3 veces más para el mejor de los casos (agrícola, cuadro No. 5), y para uso de áreas verdes 201.2 veces más de lo permitido.

8.2.9 Plomo. Los resultados de la planta están dentro de lo permisible, no así los resultados en el lago (6.24 mg / l) que son de alrededor de 12.48 veces más en riego para áreas verdes y forrajes y 6.24 veces más para llenado de lago, siendo el valor máximo permitido 0.5 mg / l cuando se utiliza para áreas verdes y 1.0 mg / l al utilizarse para llenado de lago.

8.2.10 Cadmio. Para éste elemento, los resultados en el lago de 6.55 mg / l son por demás pasados de lo tolerable cuyo valor límite aceptable se establece en 0.10 unidades, valor superado por 65,5 veces más.

8.2.11 Mercurio. Este elemento sobrepasa lo permisible para ambos casos, ya que en la planta se presentó en promedio 0.003 mg / l, permitiéndose solo 0.0015 mg / l, y

en el caso del lago se presenta 8.57 unidades en promedio, lo cual representa 5,713 veces más para el último resultado del lago.

8.2.12 Arsénico. El lago en este parámetro, refleja un muy elevado resultado que sobrepasa en mucho, como en el caso anterior, el valor máximo permisible dado que el arsénico se encuentra en el lago con una concentración promedio de alrededor de 7.78 mg / l, lo que representa 78.8 veces más pues el valor estimado máximo se ubica en 0.10 mg / l.

8.2.13 Cromo. Como en los anteriores, este parámetro supera el valor máximo permitido (0.10 mg / l), encontrándose en el lago de manera promediada de 4.65 ng / l, lo que significa 46.5 veces más de lo permitido.

8.2.14 Coliformes. Para este parámetro se establece como máximo permisible $3E4$ colonias / 100 ml y $1.6E4$ colonias / 100 ml en cuanto a riego de áreas verdes y forrajes, y llenado de lago se refiere, respectivamente logrando revasarse esa norma máxima, tanto en el agua bombeada ($2.4E6$ colonias / 100 ml) como en la depositada en el lago ($551E6$ colonias / 100 ml), que tomando en cuenta estos resultados promedio se tiene que la bombeada con respecto al máximo permisible es de alrededor de 80 veces más si se considera el uso destinado a las áreas verdes y forrajes y 150 veces más si es para llenado de lago, ahora que si se considera el resultado arrojado en el lago este es de 18,366.6 veces más si su destino es en riego de áreas verdes y forrajes mientras que para el llenado de lago es de alrededor de 34,437.5 veces más.

8.2.15 D.Q.O. . Lo máximo permisible para este parámetro es de 60 mg / l (para riego de áreas verdes y forrajes y llenado de lago), el agua que se bombea sale con 65 unidades y la del lago es de 183.0, lo cual quiere decir, que, el agua desde antes de llegar al lago es 1.08 veces más y 3.05 veces más al ser depositada.

8.2.16 Grasas y aceites. Los resultados arrojados para este caso, los de la planta tratadora una vez más bombean al lago agua que supera lo permisible, que para las grasas y aceites dan un valor de 5 para áreas verdes y forrajes y 10 para llenado de lago, obteniéndose como resultado en la planta 10.84 mg / l y en el lago de 15.02 representando

para el primero 2,16 veces y 3 veces más para el segundo con respecto al riego de áreas verdes y forrajes para ambos resultados.

8.2.17 Surfactantes. Se supera en lo estimado para áreas verdes, con respecto a lo máximo permitido, tanto en la planta tratadora y en el lago dado que para el primero se logra una concentración promedio de alrededor del 5.43 mg / l, mientras que para el lago su concentración es de 3,83, marcandose como límite máximo 1.0 mg / l.

VER CUADROS No. 5 Y 6

9. CONCLUSIONES

Para el propósito de parque recreativo que tiene el mencionado bosque, no es del todo correcto la vegetación que en él existe, porque:

- Carece de valor estético considerando que no cuenta con mucho follaje, lo cual es importante si se toma en cuenta que éste bosque es un pulmón para la ciudad.
- Se pone en riesgo a la gente que asiste a este lugar debido a que el eucalipto y la casuarina, por ejemplo son muy quebradizos y constantemente se desgarran sus ramas cayendo éstas al suelo.
- Cuando se creó este bosque se deseaba aprovechar la madera de los arboles, lo cual no se puede cumplir dado las características fenológicas y genotípicas de los arboles difundidos.

Los análisis realizados en la planta tratadora de aguas negras, indican que el agua enviada presenta graves problemas en cuanto a las siguientes características: pH, Color, Dureza, Sodio, Mercurio, Coliformes, D.Q.O., Grasas y Aceites y Surfactantes (SAAM).

El agua utilizada para regar las áreas verdes del Bosque de San Juan de Aragón no son aptas para el riego y si se siguen utilizando con este fin, se corre el peligro de sodificar y alcalinizar aun más el suelo. Lo cual implicaría acabar con la vegetación existente,

CUADRO No. 4

CONTENIDO EN EL SUELO DE

ZONA	PROF.	Ca ⁺² , Mg ⁺² , K ⁺ y PO ₄ ⁻³ (Kg / Ha)								INTERPRETACION
		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	PO ₄ ⁻³	PO ₄ ⁻³	
		VALORES MINIMOS			VALORES MAXIMOS			MINMO.	MAXIMO.	
1	00 - 20	11564.6	1003.2	8039.8	13985.5	1203.1	9647.8	60.80	72.96	Mediano
	20 - 40	8864.8	1041.9	9418.1	11941.6	1261.3	11400.8	39.90	48.30	Med. Pobre
	40 - 60	3930.9	305.4	9619.4	3930.9	305.4	9619.0	44.44	44.44	Med. Pobre
2A	00 - 20	11814.6	845.0	9881.2	12301.8	879.9	10288.6	41.72	43.43	Med. Pobre
	20 - 40	12515.9	925.9	10651.0	16233.5	1201.0	13814.7	40.91	53.03	Med. Pobre
	40 - 60	6098.0	744.0	10545.6	7924.8	967.2	13709.2	42.50	55.25	Med. Pobre
2B	00 - 20	10807.0	1275.0	7728.3	13589.0	1603.2	9717.7	67.47	84.84	Mediano
	20 - 40	13006.4	1444.0	8974.3	14188.0	1575.3	9790.5	70.84	77.28	Mediano
	40 - 60	9311.4	1169.2	9099.0	11351.0	1425.4	11092.2	49.56	60.42	Med. Pobre-Mediano
3	00 - 20	8360.0	874.4	8416.2	9196.0	741.8	9257.8	90.00	98.00	Mediano
	20 - 40	12368.0	864.0	8197.8	13604.8	950.4	9017.5	100.00	110.00	Med.-Med. Rico
	40 - 60	72348.1	1333.0	8481.2	12614.1	1383.3	8811.6	73.56	78.34	Mediano
4	00 - 20	5225.3	588.0	9748.1	5865.2	660.0	10939.5	107.80	121.00	Med.- Med. Rico
	20 - 40	12845.2	1330.7	10288.8	13772.0	1449.6	11205.4	106.25	115.72	Med.- Med. Rico
	40 - 60	13298.7	1023.2	10470.1	14209.2	1093.4	11188.8	84.68	90.69	Mediano
5	00 - 20	7870.6	1493.1	12414.4	7870.6	1493.1	12414.4	48.30	48.30	Med. Pobre
	20 - 40	11699.8	2584.8	10334.6	11699.4	2584.1	10334.6	39.20	39.20	Med. Pobre
	40 - 60	13430.8	1827.3	10605.8	13430.8	1827.3	10605.8	82.08	82.08	Mediano
6	00 - 20	4171.2	1202.0	11609.2	4171.2	1202.0	11609.2	94.80	94.80	Mediano
	20 - 40	10838.0	1537.5	9499.7	10838.0	1537.5	9499.7	70.40	70.40	Mediano
	40 - 60	5734.2	834.4	10018.3	5734.2	834.4	10018.3	76.00	76.00	Mediano

Nota: La interpretación de Ca⁺², Mg⁺² y K⁺ para todas las zonas y profundidades es extremadamente rico

CUADRO No. 6

**CRITERIOS DE CALIDAD DE USO PARA AGUA TRATADA
(RANGOS MAXIMOS PERMITIDOS)**

U S O

PARAMETRO	UNIDADES	RIEGO DE FORRAJES Y AREAS VERDES	LLENADO DE LAGO DE RECREO	AGRICOLA
pH		6.50	7.70	6-9
COLOR	Pt / Co	60.00	37.50	60.00
TURBIDEZ	UTN	20.00	15.00	15.00
ALCALINIDAD TOTAL	mg / l	7000.00	5000.00	500.00
ALCALINIDAD A LA FENOLTALEINA	mg / l	10.00	50.00	50.00
DUREZA TOTAL	mg / l	10.00	50.00	625.00
CARBONATOS	mg / l	10.00	50.00	15.00
BICARBONATOS	mg / l	500.00	450.00	450.00
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	mmhos / cm ²	3000.00	3000.00	1000.00
CLORUROS	mg / l	500.00	1000.00	250.00
BORO	mg / l	2.00	2.00	
SOLIDOS TOTALES	mg / l	1500.00	2000.00	600.00
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / l	1000.00	1000.00	500.00
SOLIDOS SUSPENDIBLES TOTALES	mg / l	500.00	1000.00	100.00
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg / l	1.00	1.00	0.00
NITROGENO AMONIAICAL	mg / l	5.00	2.50	15.00
NITROGENO DE NITRATOS	mg / l	50.00	50.00	15.00
FOSFORO TOTAL	mg / l	50.00	50.00	5.00
FOSFATOS TOTALES	mg / l			15.00
NITROGENO DE NITRITOS	mg / l			10.00
CALCIO TOTAL	mg / l	150.00	150.00	100.00
MAGNESIO TOTAL	mg / l	100.00	100.00	125.00
SODIO TOTAL	mg / l	100.00	250.00	200.00
POTASIO TOTAL	mg / l	150.00	150.00	250.00
PIERRO TOTAL	mg / l	0.30	0.30	5.00
MANGANESO TOTAL	mg / l	0.05	0.10	0.20
PLOMO TOTAL	mg / l	0.50	1.00	0.10
CADMIO TOTAL	mg / l	0.10	0.10	0.01
MERCURIO TOTAL	mg / l	0.0015	0.0015	0.01
ARSENICO TOTAL	mg / l	0.10	0.10	0.10
CROMO TOTAL	mg / l	0.10	0.10	0.10
COLIFORMES TOTALES	col / 100 ml	30000.00	16000.00	1000.00
D.B.O. 5 TOTAL	mg / l	80.00	80.00	20.00
D.Q.O. TOTAL	mg / l	60.00	60.00	50.00
GRASAS Y ACEITES	mg / l	5.00	10.00	5.00
S.A.A.M.(SURFACTANTES)	mg / l	1.00	5.00	0.50

Tomado de: *Catálogo de Criterios de Calidad de Agua Tratada DGCCH D.D.F.*

CUADRO No. 6

**CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO DE SAN JUAN DE ARAGON
CON FINES AGRICOLAS**

MES	RSC	INTERPRETACION	CIP	INTERPRETACION	B_0^{+3}	INTERPRETACION	RAS	INTERPRETACION	C.E. micromho/cm	INTERPRETACION	CLASIFICACION
MAYO	3.31	ALTO RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO	35.87	INUTIL	0.85	AUSENCIA	8.10	BAJA EN SODIO	919.50	SALINIDAD MEDIA	C3-S1 AGUA NO APROVECHABLE PARA RIEGO
JUNIO	3.97	ALTO RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO	28.49	INUTIL	0.79	AUSENCIA	7.30	BAJA EN SODIO	819.00	SALINIDAD MEDIA	C2-S1 AGUA NO APROVECHABLE PARA RIEGO
JULIO	4.85	ALTO RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO	40.42	INUTIL	0.77	AUSENCIA	6.90	BAJA EN SODIO	733.30	SALINIDAD MEDIA	C2-S1 AGUA NO APROVECHABLE PARA RIEGO
AGOS	4.57	ALTO RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO	29.06	INUTIL	0.70	AUSENCIA	6.76	BAJA EN SODIO	846.20	SALINIDAD MEDIA	C3-S1 AGUA NO APROVECHABLE PARA RIEGO
SEPT	4.09	ALTO RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO	32.18	INUTIL	0.60	AUSENCIA	7.74	MEDIA EN SODIO	880.00	SALINIDAD MEDIA	C3-S2 AGUA NO APROVECHABLE PARA RIEGO
OCT	4.32	ALTO RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO	30.14	INUTIL	0.68	AUSENCIA	7.54	MEDIA EN SODIO	895.70	SALINIDAD MEDIA	C3-S2 AGUA NO APROVECHABLE PARA RIEGO
NOV	3.40	ALTO RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO	30.94	INUTIL	0.70	AUSENCIA	6.58	BAJA EN SODIO	889.30	SALINIDAD MEDIA	C3-S1 AGUA NO APROVECHABLE PARA RIEGO

RAS = RELACION DE ADSORCION DE SODIO

CP = INDICE DEL CONTENIDO EN CLORO EN EL AGUA DE RIEGO

RSC = INDICE DEL CARBONATO SODICO RESIDUAL (RIESGO DE SODIFICAR EL SUELO POR EL AGUA)

B_0^{+3} = CONTENIDO DE BORO

.ya que en su mayoría, las especies que ahí se encuentran no son tolerantes a estas condiciones.

Dentro de los objetivos de este trabajo de tesis no se tenía contemplado indicar cuales deberán ser las dosis de aplicación de mejoradores, sino únicamente la caracterización del estado del agua, suelo y plantas del Bosque de San Juan de Aragón.

10. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Por medio del cuadro No. 6 (Calidad del agua del lago de San Juan de Aragón con fines agrícolas), obtenido de los resultados del análisis del agua, recomendamos:

1.- Solicitar a la DGCOH (Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica) del DDFVigile que la calidad del agua residual que ellos bombean al lago de San Juan de Aragón, estén en los límites permisibles (cuadro No. 5), por ellos establecidos, ya que los análisis realizados en la planta tratadora de aguas negras indican que el agua enviada, presenta graves problemas en cuanto a las siguientes características: pH, Color, Dureza, Sodio, Mercurio, Coliformes, D.Q.O., Grasas y Aceites y Surfactantes (SAAM).

2.- Informar a la Delegación Gustavo A. Madero que requiere el aislamiento del fondo del lago, lo que ocasiona filtraciones y un aumento de la salinidad del agua al verse ésta mezclada con el subsuelo. Además, existen innumerables grietas en las paredes del mismo.

3.- Contando con la asesoría especializada, elaborar un programa que incluya:

a) Aplicación al suelo de materia orgánica de origen avícola (gallinaza), la cual además de favorecer las propiedades físicas y químicas de los suelos salinos junto con la

aplicación del agua de riego de buena calidad, hace posible el lavado de las sales y actúa como mejorador gracias a su elevada acidez.

b) Emplear como mejoradores, los desechos ácidos provenientes de industrias ubicadas en el área metropolitana (por ejemplo Productora de Vinagre "POVISA" en Iztapalapa) con lo cual se contribuiría a utilizar una fuente de basura urbana.

c) Agregar al suelo, junto con el agua de riego, fósforo lo cual traerá como resultado que se decremente la toxicidad de los metales pesados al formar precipitados de fosfatos con varios cationes metálicos.

En vista de que el PSI en 6 de las 7 zonas (excepto zona 6) es elevado, lo que representa problemas de sodicidad se sugiere aplicar mejoradores como: ácido sulfúrico, yeso, cloruro de calcio, cloruro férrico etc..

Parte del arbolado de San Juan de Aragón es resistente a la salinidad (eucalipto, pirul, casuarina y tamarix), lo cual representa una ventaja conociendo las características de los suelos de este parque.

Para evitar accidentes, eficiencia como purificadores naturales y estética del bosque se sugieren algunas especies, que se pueden difundir dado que ya existen en él: Ficus benjamina (laurel de la india), Ficus elastica Roxb (hule), Phoenix canariensis Hort (palma datilera), Liquidambar styraciflua (liquidambar).

11. REVISION DE LITERATURA

- 1.- OCAMPO G. J. (1982) Análisis del grupo coliforme por el método del tubo múltiple. Contaminación Ambiental. vol. 6,10 49 - 57. México D. F.
- 2.- GULLERMO A. (1982) Aguas residuales y sus tratamientos. Cubeazucar. Ene - Mar. 46 - 52. La Habana Cuba.
- 3.- LOPEZ LILLO A. (1986) protección del Medio Ambiente en asentamientos urbanos, efecto sobre el microclima, bosques urbanos. Vivienda. vol. 11,1 90 - 103. México D. F.
- 4.- FUENTES AGUILAR L. (1988) El espacio de la recreación. Geografía y desarrollo. vol. 1,1 46 - 52. México D. F.
- 5.- OTERO L. ; ORTEGA SASTRIQUES F. (1986) Posibilidad de uso de los afluentes ácidos de la empresa "Comandante Pedro Sota de Alba". Ciencias de la Agricultura. No. 27, 156 - 158. La Habana Cuba.
- 6.- HERNANDEZ - ROSSIE A. (1980) Protección contra la contaminación y riesgo a la salud por riego con aguas residuales tratadas. Ingeniería Hidráulica. vol. 1,1 58 - 73. La Habana Cuba.
- 7.- GONZALES PEREZ A. EZQUIVEL - HERNANDEZ B. (1981) Cuantificación de metales pesados en suelos y plantas del D. F. Revista Sociedad Química de México. vol. 25,4 483 - 487. México D. F.
- 8.- CAMPOS H. (1986) Los metales pesados, su contaminación y sus efectos tóxicos. Contaminación Ambiental. vol. 9,17, 63 - 70. México D. F.
- 9.- DUNSTERVILLE GCKE (1984) Aguas negras, lluvia ácida y orquídeas de zonas de ríos de agua negra. Natura - Caracas. No. 76, 23 - 27. Caracas Venezuela.
- 10.- CERVANTES C. A. (1982) Tratamientos de suelos de aguas residuales. Ciencias Ambientales. vol. 3, 4 29 - 37. Puerto Rico.
- 11.- MARTIN CAMPOS M. et al (1983) Estudio de la resina wofatit en el tratamiento de aguas para la industria. Ingeniería Hidráulica. vol. 4,1 17 - 23. La Habana Cuba.
- 12.- MORENO MEJIA S. (1987) Necesario promover el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas. Ingeniería Hidráulica en México. Enero 1987, 20 - 22, México D. F.
- 13.- COLIN CRUZ A. et al (1986) Tratamiento de aguas residuales industriales. Documentos Básicos No. 23, 63 - 80. UAEM. Estado de México.
- 14.- CATALOGO DE CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS TRATADAS (1989) Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. D. D. F. México.

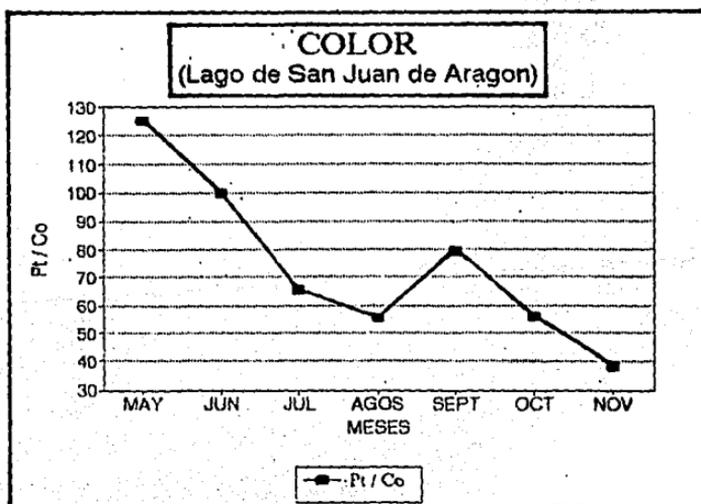
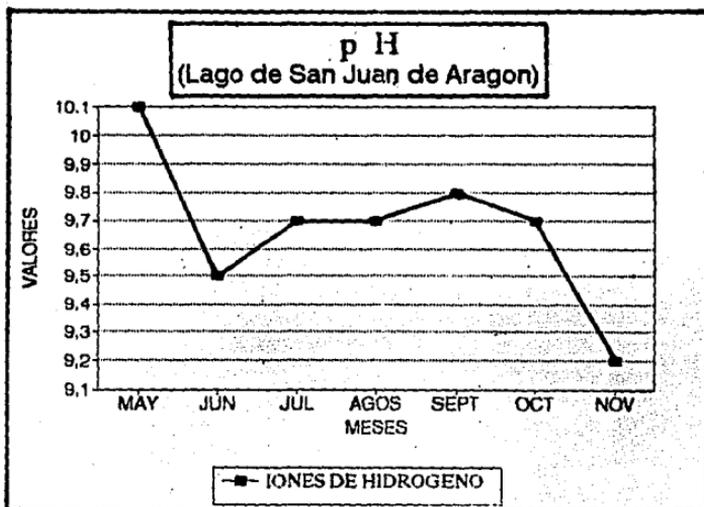
- 15.- LAGUNA DE O. C. (1987) Manual de planeación, diseño y manejo de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal, COCODER, 1 - 881, México.
- 16.- CORONA NAVA V. (1989) Areas verdes. Ecología urbana; Sociedad Mexicana de Historia Natural, volumen especial, 95 - 96, México D. F.
- 17.- LOPEZ MORENO I. (1989) La introducción de especies en la flora de la Ciudad de México. Ecología urbana; Sociedad Mexicana de Historia Natural, volumen especial, 85 - 92, México D. F.
- 18.- CRUZ CISNEROS R. (1989) Necesidad de una adecuación del arbolado urbano del área metropolitana de la Ciudad de México. Ecología urbana; Sociedad Mexicana de Historia Natural, volumen especial, 67 - 70, México D. F.
- 19.- CHARGOY ZAMORA C. I. et al (1989) La problemática Ambiental en la cuenca de la Ciudad de México: Soluciones o paliativos. Ecología urbana; Sociedad Mexicana de Historia Natural, volumen especial, 41 - 44, México D. F.
- 20.- BALDERAS R. (1985) Contribución al estudio de la microfiora del sustrato del extradero de Santa Cruz Meyehualco. Primer curso internacional sobre contaminación ambiental. ENEP - Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- 21.- MARTINEZ , (1985) Análisis preliminar de ibñvados del basurero de Santa Cruz Meyehualco. Rep. invest. COEPIDA, ENEP - Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- 22.- GARCIA ZUÑIGA A. M. et al (1990) Contaminación por Pb, Cd y Cr en suelos y tejidos vegetales de Taxcoapan, Tlahuelilpan y Atlatlaquea, Hidalgo. Primer simposio nacional "Degradación del suelo" Abril 2-7, 48 - 49, Instituto de Geología UNAM. Tesis . FES - Cuernavaca UNAM.
- 23.- FLORES DELGADILLO L. et al (1990) Algunos metales pesados en suelos regados con aguas residuales. Primer simposio nacional "Degradación del suelo", 40 - 41 Instituto de Geología UNAM.
- 24.- MEJIA BARRON M. et al (1990) Metales pesados en maíz (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.) y su correlación con los extractables del DDR 063 Hidalgo. Primer simposio nacional "Degradación del suelo", 42 - 43, Instituto de Geología UNAM.
- 25.- LOPEZ DE JUAMBELZ R. (1982) Las zonas de acumulación de desechos sólidos y la vegetación. Ecología urbana; Sociedad Mexicana de Historia Natural, volumen especial, 81 - 83, México D. F.
- 26.- MENDEZ. G. T. (1982) Estudio sobre contaminación de suelos agrícolas del Valle del Mezquital, Hidalgo por A.B.S., boro y metales pesados por uso de aguas negras de la Ciudad de México. Tesis profesional. Biología, Fac. de Ciencias UNAM.
- 27.- MENDEZ, G. T., GUAJARDO, V. R. (1985) Contaminación de las aguas negras de la Ciudad de México por boro, A.B.S. y metales pesados. Rev. Terra. vol. 3 No. 1. 3 - 6 México D. F.
- 28.- GONZALES M. S. (1986) Contenido natural de metales pesados extraíbles con EDTA en suelos del Valle de Aconcagua. Agricultura Técnica, 46 (3); 323 - 327, Chile.

- 29.- JUAREZ C. M. (1971) Efectos de los componentes de las aguas negras (boro y A.B.S.) en el desarrollo de la lechuga y frijol bajo condiciones de invernadero. Tesis M. en C.C.P. ENA Chapingo, México.
- 30.- STELLY, M. (1981) Chemistry in the soil environment. ASA special publication No. 40, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.
- 31.- MENDEZ G. T. et al (1990) Impacto en los suelos del DDR 063 por el efecto de detergentes, boro, grasas y aceites presentes en las aguas residuales de la zona metropolitana de la Ciudad de México. Primer simposio nacional "Degradación del suelo", 44 - 45, Instituto de Geología UNAM.
- 32.- VALERA PEREZ M. A. et al (1990) Modificación de las propiedades de un suelo por la adición de agua contaminada con grasas y aceites. Primer simposio nacional "Degradación del suelo", 36 - 37, Instituto de Geología UNAM.
- 33.- BRAVO A. H. et al (1987) Contaminación atmosférica por ozono. Propuestas de estrategias de control para el invierno 1987 - 1988 en la zona metropolitana de la Ciudad de México. Elaborado para la comisión Nacional de Ecología, SEDUE.
- 34.- NAVA TIRADO M.D. (1991) Determinación de partículas suspendidas totales y su contenido de carbón, plomo, cobre y cadmio como evaluación de la contaminación atmosférica de la zona metropolitana de la Ciudad de México, 35 - 41, Tesis profesional, Química UNAM.
- 35.- OMS Organización Mundial de la Salud (1979) Criterios de Salud Ambiental; Plomo, Publicación Científica No. 338, 100 - 105, Panamá.
- 36.- COREY O. G. Y GALVAO L. A. C. (1989) Plomo. Serie Vigilancia 8, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, Metepec México.
- 37.- GOODMAN L. S. Y GILMAN A. (1978) Bases farmacológicas de la terapéutica. Ed Nueva Editorial Americana, 5a. Impresión, p. 1099 - 1120, Mexico.
- 38.- MONTOYA C. M. A. (1988) Efectos adversos neuroconductuales del plomo. III elementos clínicos y fisiopatológicos. Presentado en el curso básico sobre contaminación del aire y salud. Oct., ECO/OPS/OMS. México.
- 39.- LOPEZ G. L. (1985) Determinación de algunos metales en fracciones de partículas de la atmósfera en la región ENCB, Tesis ENCB, IPN, México D. F.
- 40.- KIPLING M. M. D., WATERHOUSE J. A. (1987) Cadmium and prostatic carcinoma. *Lan cet* 1, p 730 - 731, Birminghams USA.
- 41.- SZABOLS I. (1986) Influencia del riego en la salinidad de los suelos y las aguas. Ciencia de la Agricultura, 74 - 86, Habana Cuba.
- 42.- KOVDA, V. A. (1980). Problem of combating salinization of irrigated soil. UNEP, Paris.

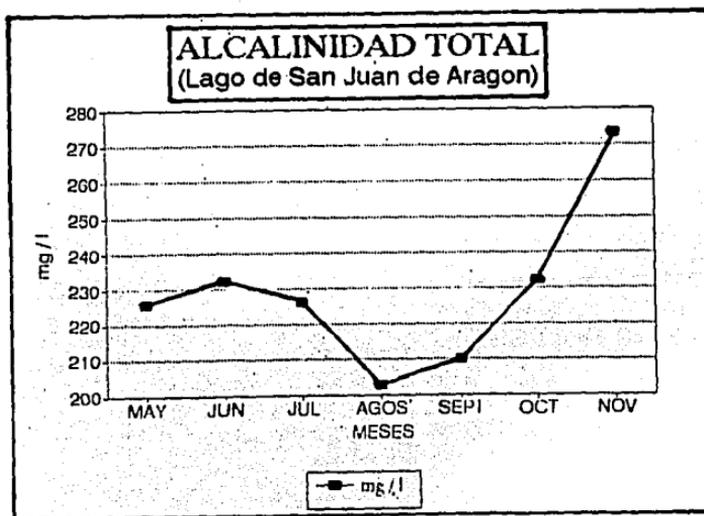
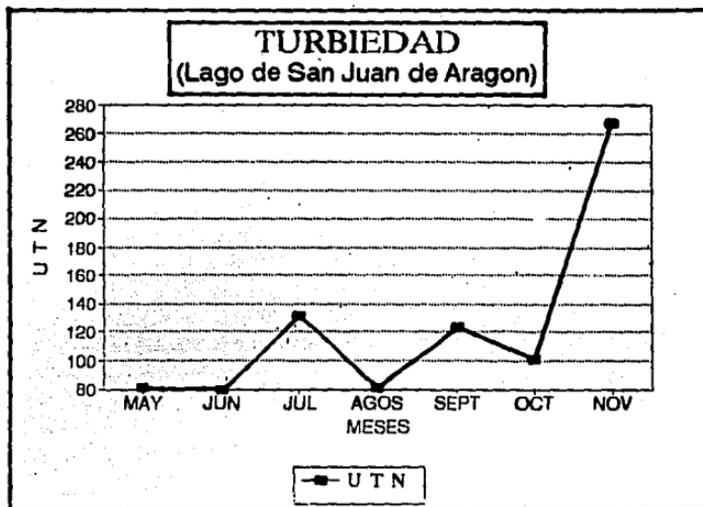
- 43.- RICO, F. G. (1989). Importancia de los protozoarios ciliados como indicadores de la calidad del agua y como depuradores. *Ecología urbana; Sociedad Mexicana de Historia Natural; volumen especial*, 97 - 100, México D. F.
- 44.- TRUJILLO, T. R. (1989). Aspectos climáticos de la cuenca del Valle de México. *Ecología urbana; Sociedad Mexicana de Historia Natural; volumen especial*, 25 - 39, México D. F.
- 45.- INEGI (1990). Gustavo A. Medero. Cuaderno de información básica delegacional, D. D. F.
- 46.- BENAVIDES MEZA, H. M. (1990). Una nueva alternativa para la cobertura de los suelos del Vaso de Texcoco. Primer simposio nacional "Degradación del suelo". Instituto de Geología. 27 - 28. México.
- 47.- SARH (1975). Aspectos agronómicos de la cuenca del Valle de México. Subsecretaría de planeación; México D.F.
- 48.- GARCIA, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Inst. Geografía UNAM.
- 49.- CETENAL (1978). Modificaciones al sistema de clasificación FAO - UNESCO: Una opción ante el problema de la clasificación de suelos para México. Departamento de Edafología, México D. F.
- 50.- RAPOPORT, E. H. (1982). Aspectos de la ecología urbana en la Ciudad de México, flora de las calles y terrenos baldíos. Ed. Limusa, p. 100 - 152, México.
- 51.- VILLA MICHEL M. D. (1984). Amebiasis invasora cutánea en niños. *Fevista Mexicana de Pediatría*; vol. 51, No. 10. p. 437 - 445, México D. F.
- 52.- BIAGINI R. E. et al (1983). Arsenismo crónico en la provincia de Salta. *Archivos Argentinos de dermatología*. vol. 33; No. 4; p. 193 - 197, Buenos Aires, Argentina.
- 53.- MANUAL DE MUESTREO Y ANALISIS DE DE AGUA POTABLE, RESIDUAL Y RENOVADA (1982). Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, D.D.F. México.
- 54.- MANUAL PARA MUESTREO DE AGUA POTABLE Y ANALISIS DE CAMPO (1982). Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, D.D.F. México.
- 55.- NARRO, FARIAS E. (1994). Física de suelos: con enfoque agrícola, 10 - 11, México; Trillas; UNAM.
- 56.- VALDES, M. ET AL (1984) Utilización de aguas con sales en el mejoramiento de suelos salinos. *Ciencias de la Agricultura*, 108 - 113; La Habana Cuba.
- 57.- ZHURAVLIOVA, I. ET AL (1986) Uso de la gallinaza en el lavado de un suelo salino de Guantánamo. *Ciencias de la Agricultura*, v.28; 158 - 160; La Habana Cuba.
- 58.- COLLI MISSET, J. (1990) Renovación de metales pesados y otros compuestos en un tipo de suelo del Distrito de Riego 03, Hidalgo México, Primer simposio nacional "Degradación del suelo"; Instituto de Geología, 27 - 27, México.

ANEXOS

ANEXO No. 1

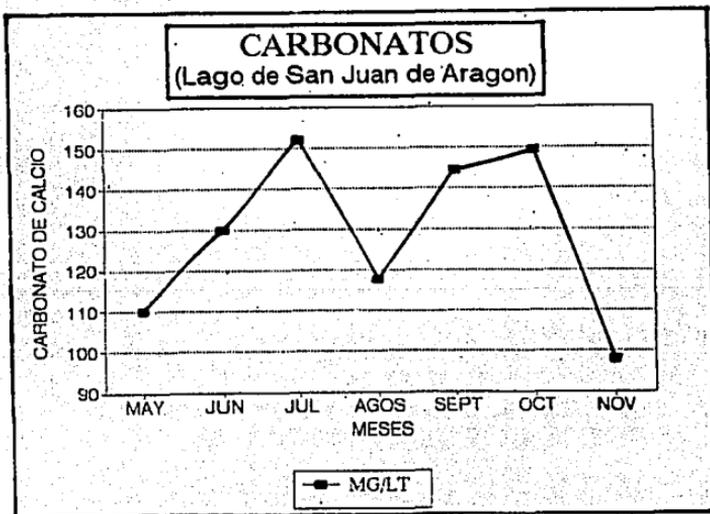
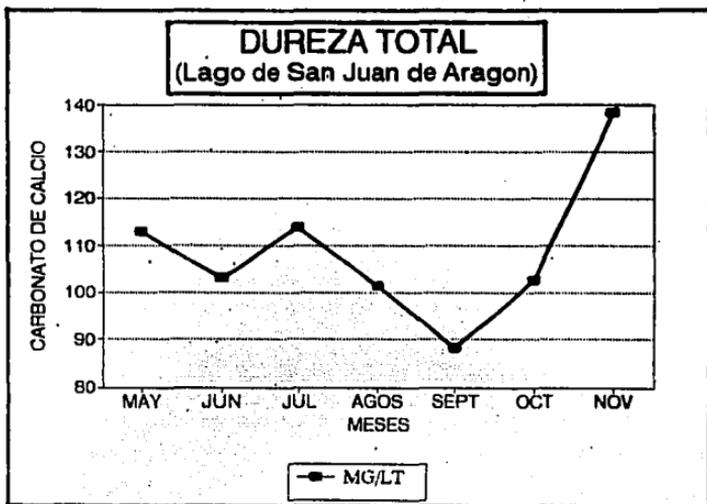


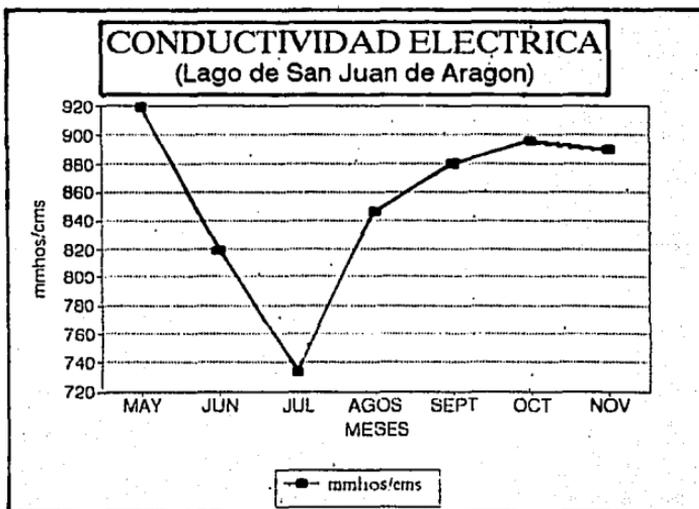
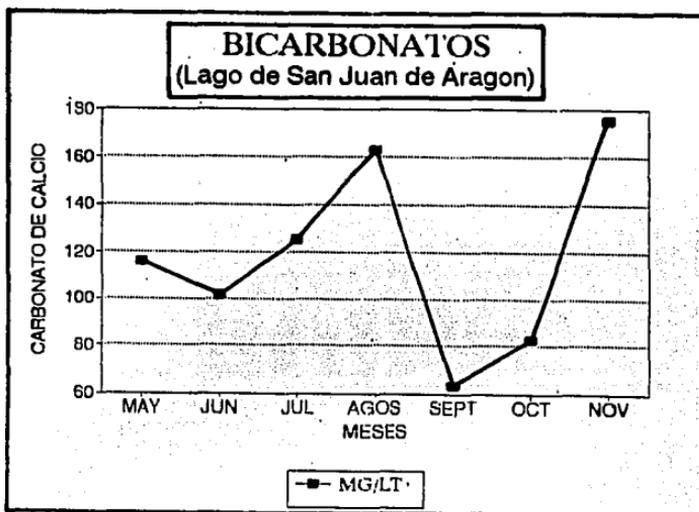
ANEXO No. 2



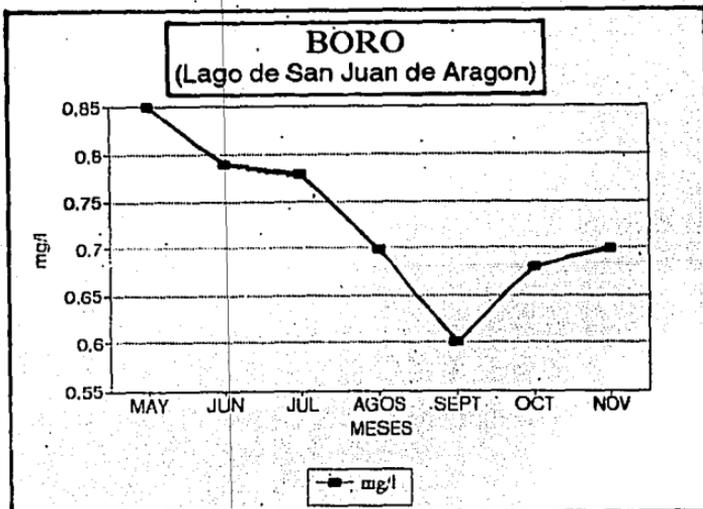
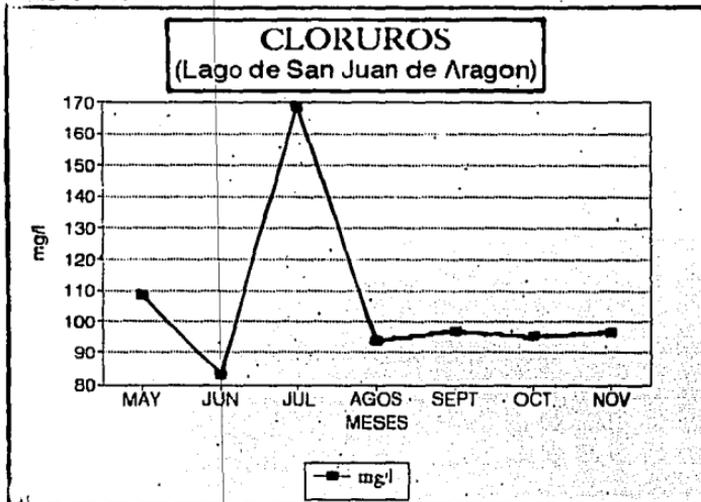
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANEXO No. 3

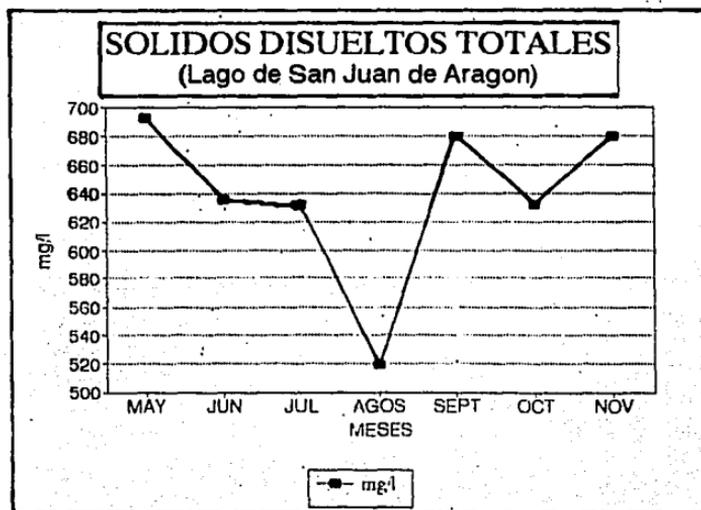
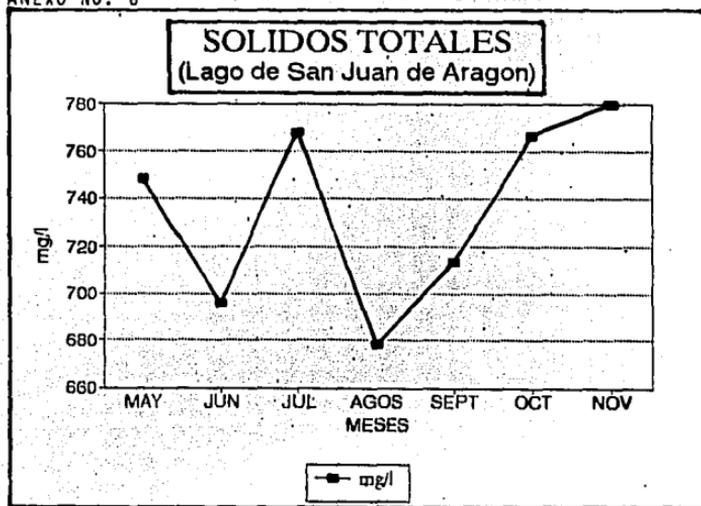




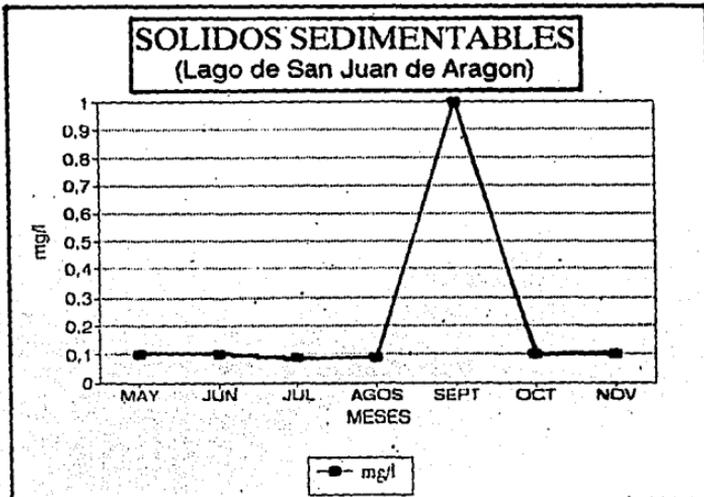
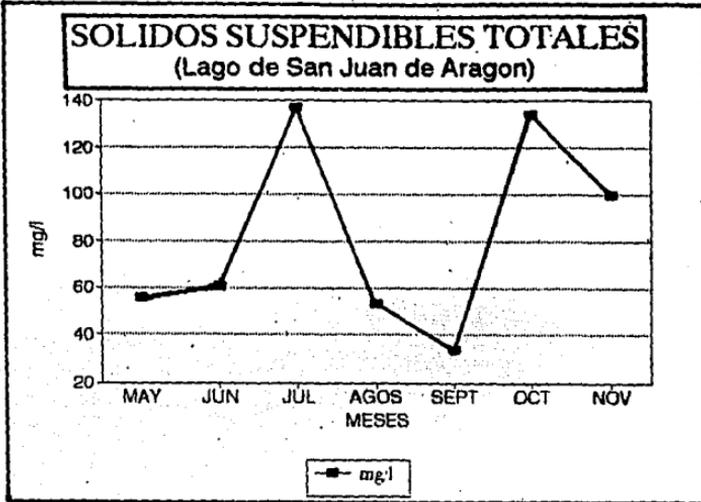
ANEXO No. 5



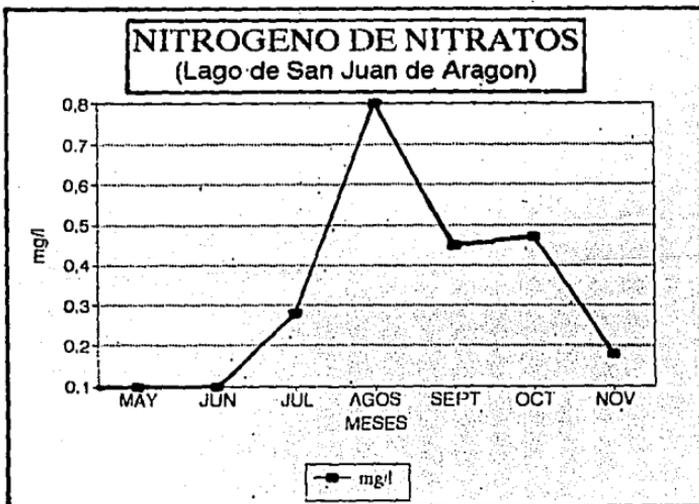
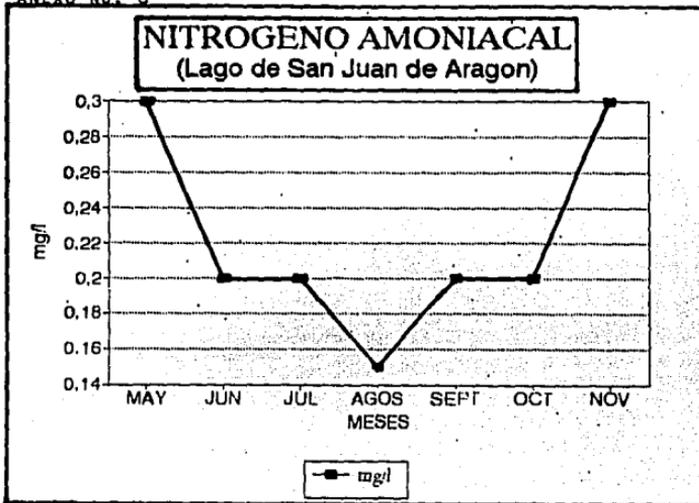
ANEXO No. 6



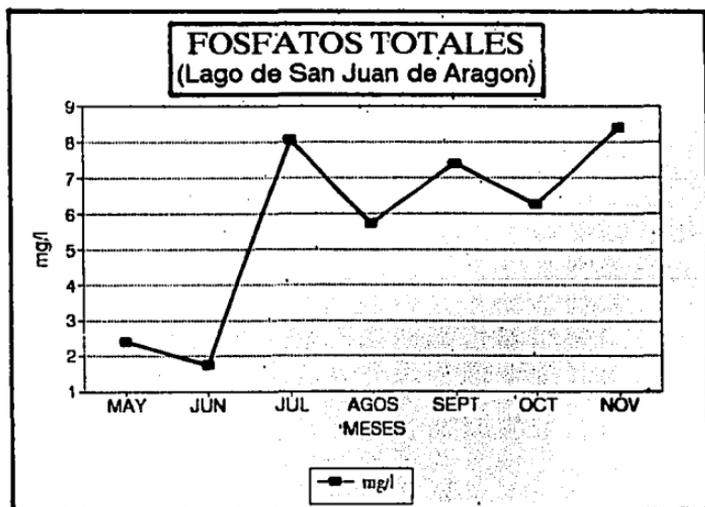
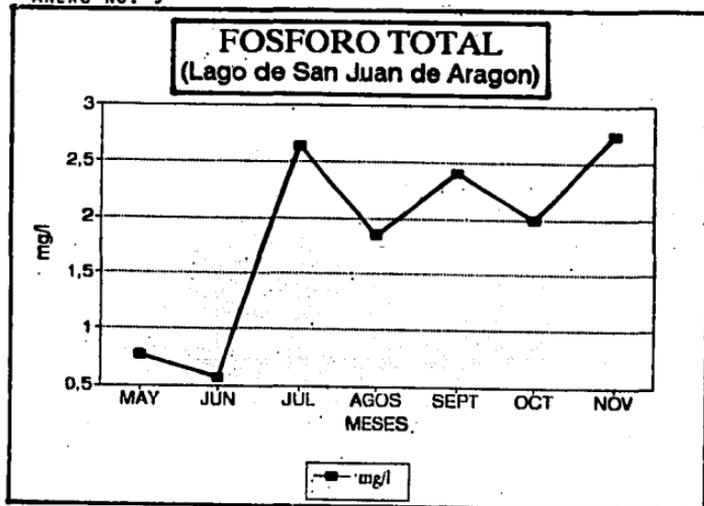
ANEXO 7



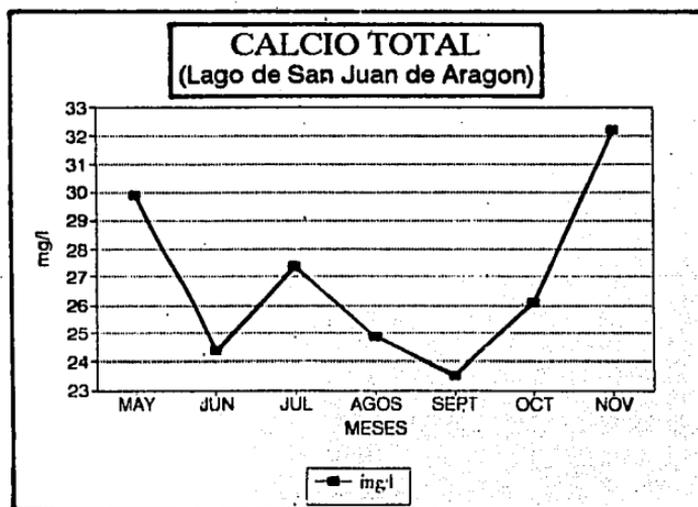
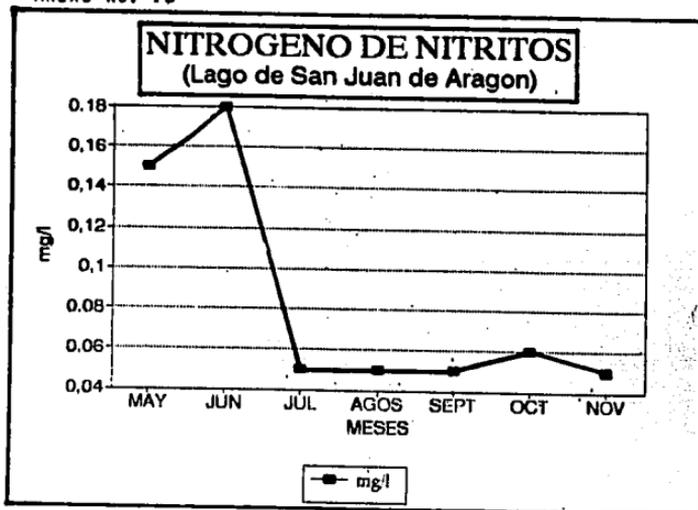
ANEXO No. 8



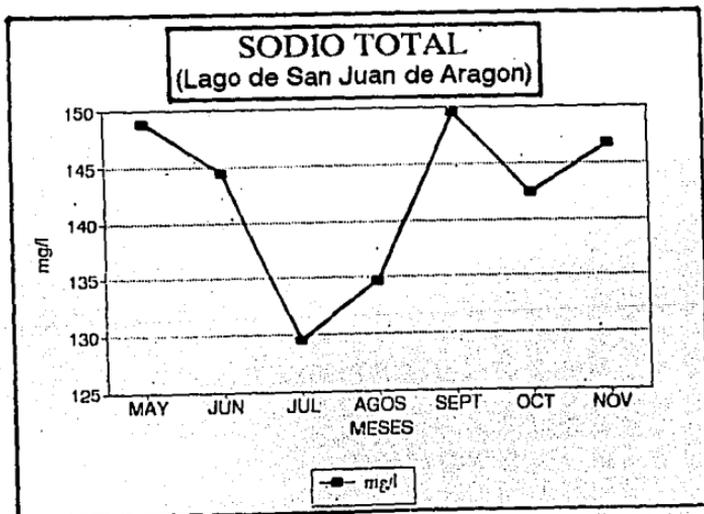
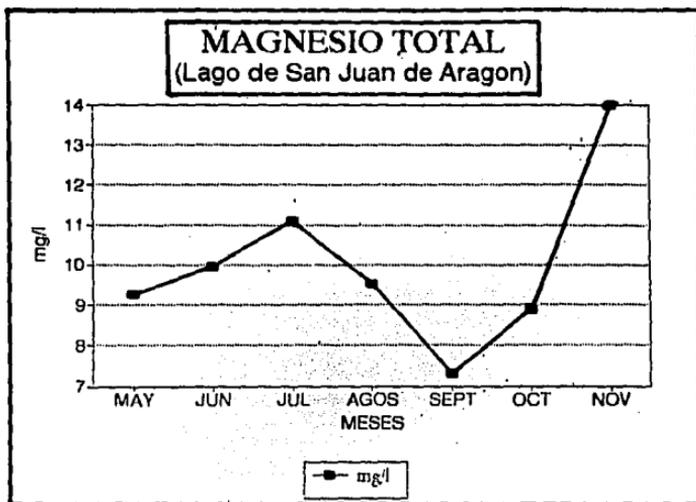
ANEXO No. 9



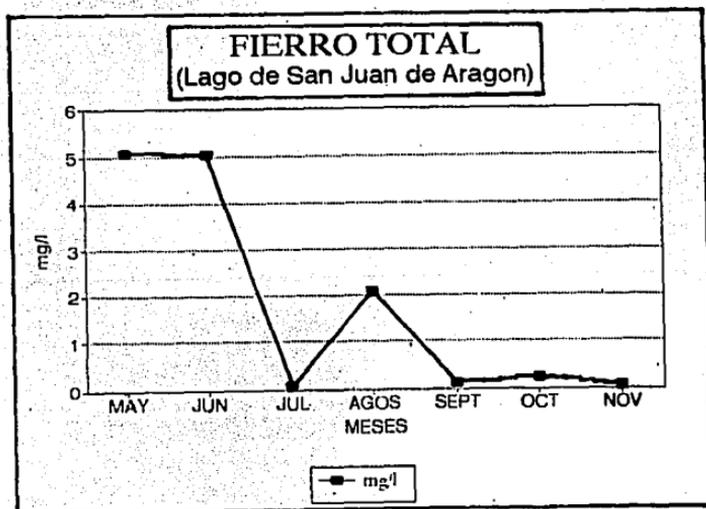
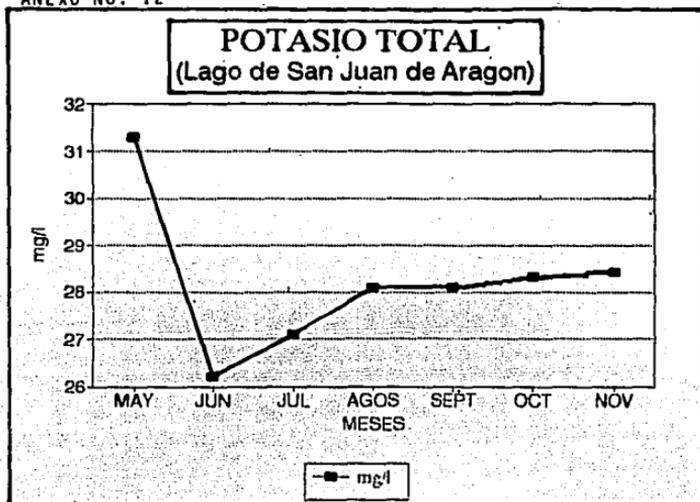
ANEXO No. 10



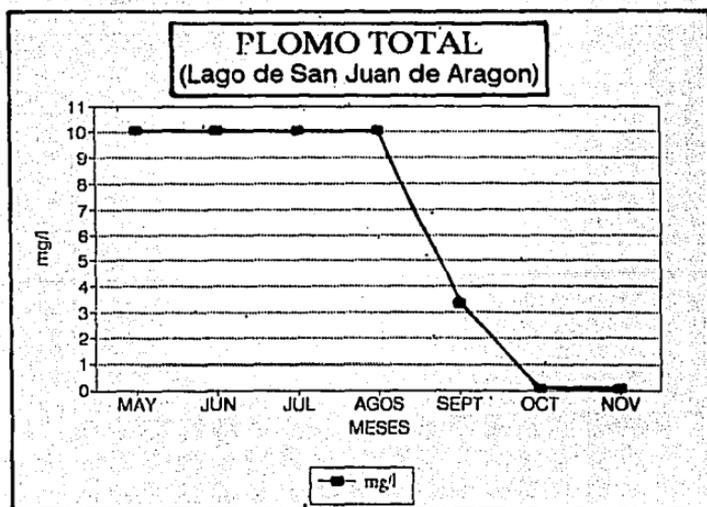
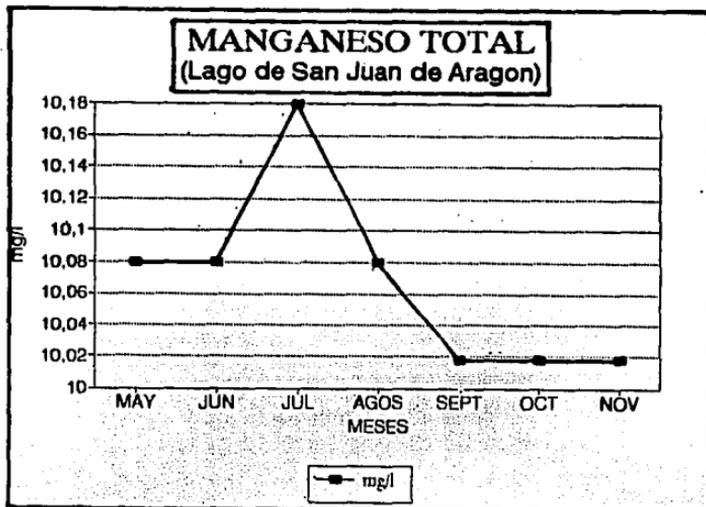
ANEXO No. 11



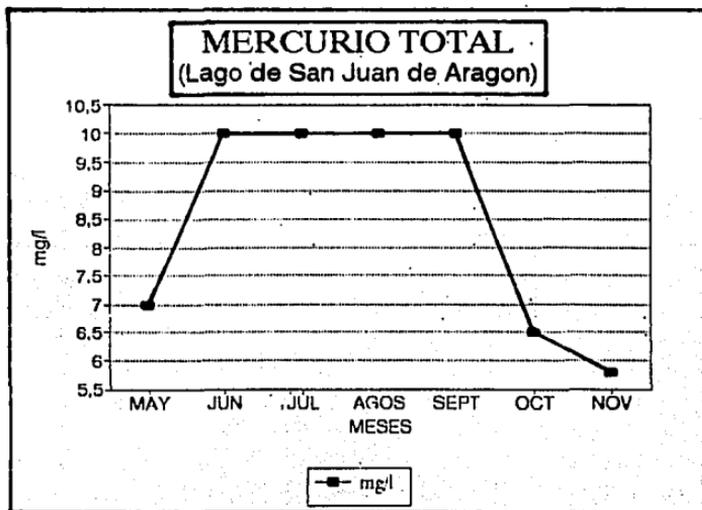
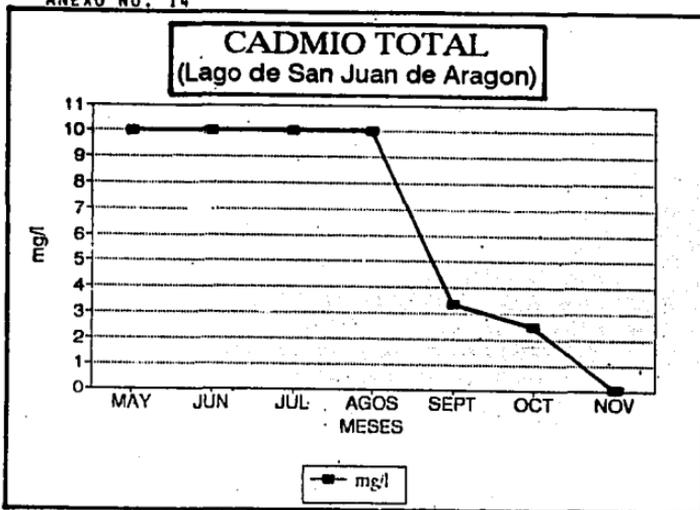
ANEXO No. 12



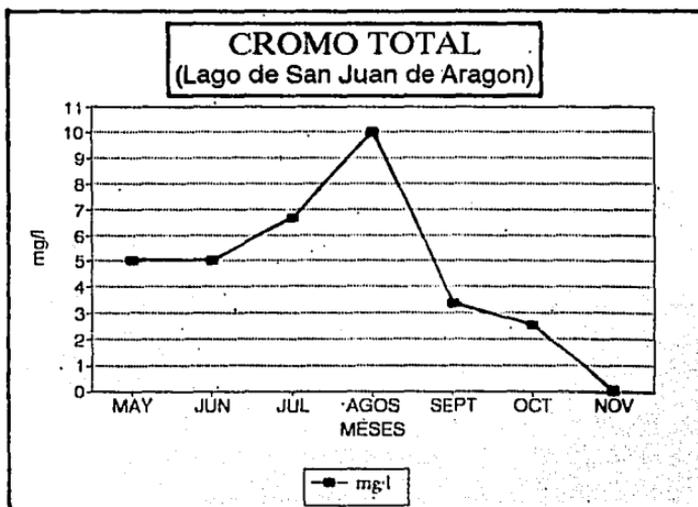
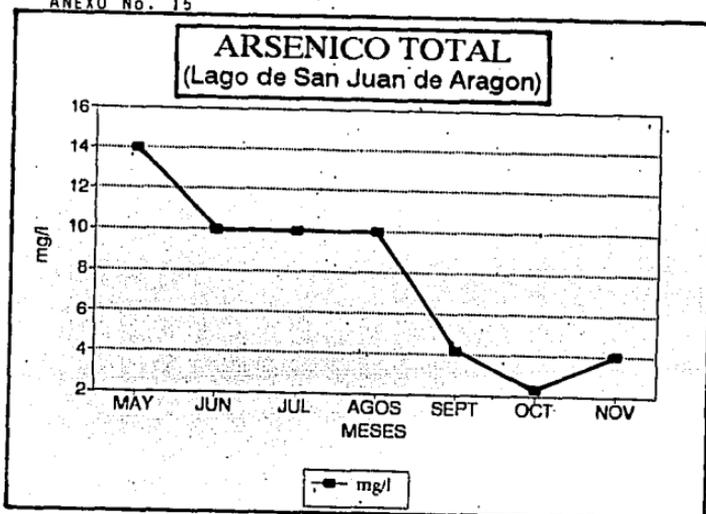
ANEXO No. 13



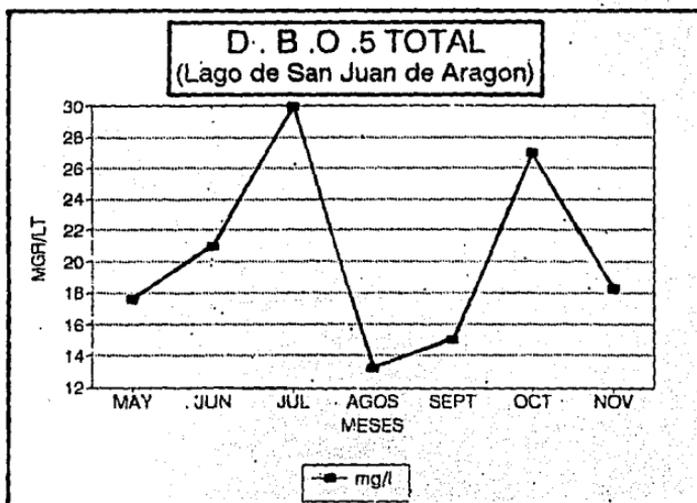
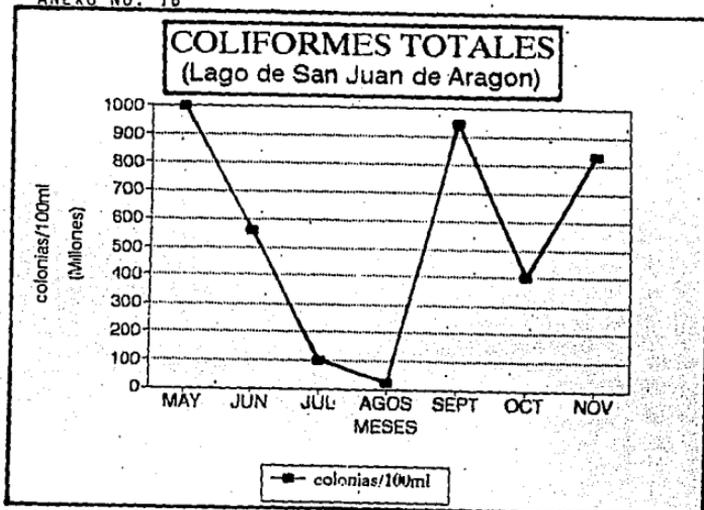
ANEXO No. 14



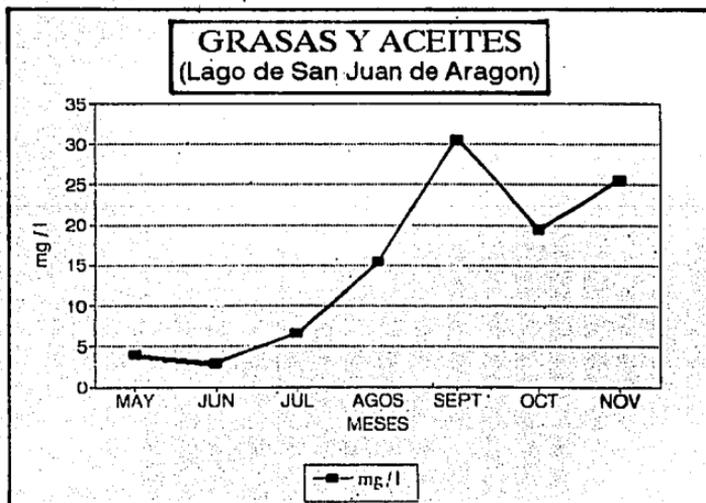
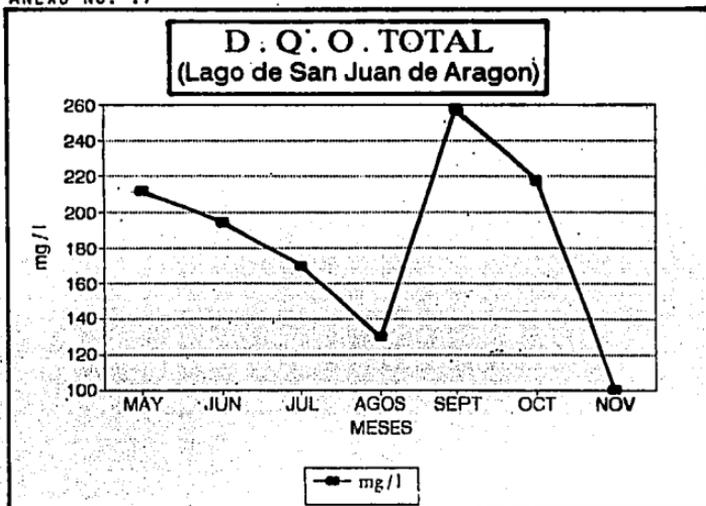
ANEXO No. 15



ANEXO No. 16



ANEXO No. 17



ANEXO No. 18

