

ISBN: 978-99923-988-6-9

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA
DEL RIO SUCIO EN LA ZONA DEL VALLE SAN ANDRÉS**

ESCUELA ACADÉMICA PARTICIPANTE:

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

DIRECTORA COORDINADORA DEL PROYECTO Y

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:

LIC. CECILIA E. REYES DE CABRALES

DOCENTE INVESTIGADORA PARTICIPANTE:

LIC. ALMA VERÓNICA GARCÍA

SANTA TECLA, FEBRERO DEL 2011



ISBN: 978-99923-988-6-9

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA
DEL RIO SUCIO EN LA ZONA DEL VALLE SAN ANDRÉS**

ESCUELA ACADÉMICA PARTICIPANTE:

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

DIRECTORA COORDINADORA DEL PROYECTO Y

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:

LIC. CECILIA E. REYES DE CABRALES

DOCENTE INVESTIGADORA PARTICIPANTE:

LIC. ALMA VERÓNICA GARCÍA

SANTA TECLA, FEBRERO DEL 2011

AUTORIDADES

Rectora

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo

Vicerrector Académico

Ing. José Armando Oliva Muñoz

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo de Zaldaña

EQUIPO EDITORIAL

Lic. Ernesto Girón

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. Jorge Agustín Alfaro

Licda. María Rosa de Benitez

Licda. Vilma Cornejo de Ayala

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. David Emmanuel Agreda

Lic. Ernesto José Andrade

Sra. Edith Cardoza

AUTORES

Lic. Cecilia E. Reyes de Cabrales

Lic. Alma Verónica García

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborado por el Sistema Bibliotecario ITCA – FEPADE

628.161

R494d Reyes de Cabrales, Cecilia E.

Diagnóstico y monitoreo de la calidad del agua del Río Sucio en la zona del Valle San Andrés / Por Cecilia E. Reyes de Cabrales y Alma Verónica García. - 1ª ed. – Santa Tecla, El Salvador: Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, 2011.

26 p. ; il. ; 28 cm.

ISBN: 978-99923-988-6-9 (impreso)

1. Proyectos de investigación. 2. Calidad del agua – Control 3. Purificación del agua I. García, Alma Verónica II. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE. III. Título.

El Documento **Diagnóstico y monitoreo de la calidad del agua del Río Sucio en la zona del Valle San Andrés**, es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. Este informe de investigación ha sido concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de la investigación puede ser reproducida parcial o totalmente, previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE o del autor. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de este documento es responsabilidad de los autores.

Sitio web: www.itca.edu.sv

Correo electrónico: biblioteca@itca.edu.sv

Tiraje: 16 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISBN: 978-99923-988-6-9 (impreso)

Año 2010

Contenido

Página

1. NOMBRE DEL PROYECTO.....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
2.1 Justificación.....	4
2.2 Objetivos.....	5
2.2.1 Objetivo general	5
2.2.2 Objetivos específicos	5
2.3 Hipótesis	6
3. ANTECEDENTES	6
4. MARCO TEÓRICO.....	8
5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
6. ALCANCES / RESULTADOS ESPERADOS	13
7. CONCLUSIÓN PRELIMINAR.....	21
8. GLOSARIO	21
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
10. ANEXOS.....	25

1. NOMBRE DEL PROYECTO

Diagnóstico y Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Sucio en la zona de San Andrés.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Definición del Problema

En El Salvador, la calidad del agua es uno de los principales desafíos socio- ambientales. En las últimas décadas la contaminación de las principales fuentes de agua se ha profundizado, constituyendo un problema generalizado para la población y los ecosistemas. La contaminación de los recursos hídricos disminuye en gran medida la disponibilidad del agua, para las diferentes actividades de la población.

En nuestro país la calidad del agua se ve afectada principalmente por desechos domésticos, industriales, agroindustrias y agrícolas, lo que ha provocado un incremento en los casos de enfermedades de origen hídrico, tales como diarrea y parasitismo intestinal. Por lo que se vuelve necesario conocer y monitorear la calidad del agua utilizada en las diversas actividades humanas. Por lo anteriormente expuesto, ¿Podría esta investigación contribuir a generar propuestas, compromisos y políticas institucionales capaces de encausar más eficazmente los esfuerzos por enfrentar la contaminación del agua en el río Sucio?

2.2 Justificación

La subcuenca del río Sucio tiene un área de 830 Kilómetros cuadrados (Km²), con una superficie de contaminación del 88%, esa contaminación es producida, principalmente, por las descargas de aguas negras de la ciudad de Santa Tecla, Colón y Lourdes, vertidos agroindustriales e industriales, así como, descargas no puntuales de la actividad agropecuaria de la zona. El Río Sucio nace en el Cerro de Plata dentro del Distrito de Riego de Zapotitán y cuenta con más de 68 Kilómetros de longitud antes de su desembocadura al Río Lempa. ⁽¹⁾

De acuerdo a los resultados obtenidos en una encuesta realizada por la Universidad José Simeón Cañas, UCA, se determinó que el 24% de la población que viven cerca del río se les suministra el agua a través de ANDA, el restante 76% se abastecen de agua no potable, utilizando para ello las siguientes fuentes: Nacimiento 33.6%, Pozo propio 33.6% y el 8.8% la obtienen de pozo público; toda el agua obtenida en estas fuentes es agua no potable. A pesar de la contaminación del agua el 33.6% de la población encuestada la utiliza para oficios domésticos, inclusive para beber.

En general, la calidad de agua del Río Sucio representa un riesgo para los pobladores que tienen contacto con sus aguas, principalmente en época seca, la calidad del agua limita el desarrollo de vida acuática y contamina productos generados en la zona por el grado de contaminación en sus aguas.

El problema ambiental generado por la contaminación del Río Sucio sólo puede ser solucionado con la unión de esfuerzos de todos los sectores: empresarial, académico, social y político. Es decir, un esfuerzo de país.

La gran interrogante es acerca del método o estrategia a seguir para integrar la dimensión ambiental en los planes y programas de acción gubernamentales, empresariales y comunitarios. Sin embargo, El Salvador enfrenta obstáculos para hacerlo: poca educación ambiental (costumbre de lanzar papeles y basura al suelo), escasa inversión en investigación (nulo desarrollo científico de las universidades) y débil institucionalidad (lo ambiental es marginal en los programas de gobierno y préstamos internacionales).

Por lo que, esta investigación podría contribuir al desarrollo de propuestas de solución ante la problemática de contaminación del río Sucio y los riesgos que representa para los pobladores que viven en sus alrededores. Así como, apoyar el Sistema de Gestión Ambiental de las empresas situadas en San Andrés que vierten sus aguas directa e indirectamente en la cuenca del río, promoviendo las buenas prácticas del manejo de aguas.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

- Caracterizar y monitorear la calidad del agua del río sucio en la zona de San Juan Opico, en conjunto con el Comité Ambiental Empresarial San Andrés, CAESA, las empresas de la zona asociadas que vierten sus aguas en el río; para ampliar los criterios en el manejo y preservación del recurso hídrico de la cuenca, y apoyar así la iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente para la recuperación del Río Sucio.

2.3.2 Objetivos específicos

- Identificar y definir los puntos y el plan de muestreo adecuado.
- Evaluar y monitorear la calidad físico-química y microbiológica del agua en los puntos de muestreo seleccionados, en diferentes épocas del año (verano-invierno).
- Determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA).

- Evaluar la calidad del agua vertida al río por empresas de la zona.
- Comparar los resultados obtenidos con los establecidos en la Norma Oficial Salvadoreña para aguas residuales (NSO 13.49.01:09)
- Determinar las fuentes de contaminación que más impactan en la calidad del agua.
- Estudiar la evolución de la calidad del agua del río sucio en el tiempo.
- Clasificar la calidad del agua del río sucio en la actualidad.

2.4 Hipótesis

Con el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos y su comparación con los aceptados por normas oficiales se determinara la calidad del agua para los distintos usos: para consumo, para la vida de los peces, para bañarse, para actividades recreativas, para uso industrial, etc.

Los resultados de esta investigación podrán ser utilizados por los organismos municipales o gubernamentales, y empresas de la zona, que tengan como función la gestión del recurso agua, para hacer un uso sustentable y sostenible del mismo.

3. ANTECEDENTES

El Servicio Hidrológico Nacional (SHN) del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) realiza el monitoreo de calidad y cantidad de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate para valorar la calidad de las aguas y su evolución a través del tiempo. La periodicidad del monitoreo es trimestral en 11 puntos de control en las subcuencas de los ríos mencionados.

Para el primer semestre del año 2002 reportó que los valores del ICA determinados califican el agua como de calidad .pésima., situación que se mantiene durante el año 2003, pero con una disminución de sus valores en la escala de valoración del ICA.

Los valores del ICA para el segundo semestre del período 2003 clasifican el agua como de calidad mala; sin embargo, para el año 2003 en el nacimiento y la desembocadura del río, su calidad mejora de clasificación a calidad regular.

El ICA es un valor ponderando en una escala numérica simple y se aplicó a los puntos de monitoreo para estudiar la evolución de la calidad de agua a través del año.

Este índice toma en cuenta los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días, nitrógeno de nitratos, fósforo de fosfatos, incremento de la temperatura, turbidez y sólidos totales.

El Índice de Calidad de Agua (ICA) se expresa de la siguiente manera:

<i>Calidad de Agua</i>	<i>Valor</i>
Excelente	91 a 100
Buena	71 a 90
Regular	51 a 70
Mala	26 a 50
Pésima	0 a 25

Un monitoreo preliminar de la contaminación de las sub cuencas de los ríos Suquiapa, Acelhuate y Sucio, realizado como parte del Programa Ambiental de El Salvador (PAES), demostró que el 88 por ciento del río Sucio está contaminado en niveles muy elevados.

En 1996, la Universidad Técnica Latinoamericana, con apoyo financiero del Fondo Ambiental de El Salvador analizó la calidad del agua para fines de riego y de consumo humano de las aguas superficiales en el Valle de Zapotitán. Con 21 puntos de muestreo sobre los ríos Sucio y Agua Caliente, y sus tributarios, se encontró que los parámetros analizados (recuento microbiológico, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos y turbidez, nitrógeno amoniacal, y demanda bioquímica de oxígeno), rebasaban los niveles permisibles. El 100% de las aguas resultaron contaminadas microbiológicamente en grados alarmante (UTLA-FONAES, 1996).

En 2003, la Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES) encontró que gran parte de las hortalizas producidas en Zapotitán —y comercializadas en San Salvador— tenían cantidades importantes de los famosos metales pesados. Llámenseles bromo, cromo, mercurio, plomo...

Ya es tiempo que se busquen soluciones conjuntas para disminuir la carga contaminante que se arroja a este río, tales como: recolección efectiva de basura en todos los municipios incluyendo las comunidades asentadas a orillas del río, compromiso sincero del gobierno para impulsar la introducción de servicios básicos (aguas negras y potables) a estos asentamientos, concientización profunda en las escuelas a los futuros ciudadanos y a las empresas que contribuyen con sus descargas sin ningún tipo de tratamiento.

Por lo que se considera que esta investigación puede aportar información valiosa y aunar esfuerzos para la toma de decisiones sobre las acciones que deberán ejecutarse por parte de las empresas instaladas en la zona, las comunidades aledañas y el gobierno, para iniciar la recuperación del río.

Como se refleja en estudios anteriores, cada quien por su cuenta (instituciones educativas, gobierno, comunidades y empresa privada) han realizado estudios y monitoreos de la calidad del agua del río y su evolución en el tiempo, pero ha faltado la unión de todos los sectores para plantear soluciones efectivas ante esta problemática.

4. MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL) DE LA INVESTIGACIÓN

El conocimiento de la calidad y la disponibilidad del agua para sus diferentes usos, son factores importantes para el bienestar y el progreso de un país, no solo dependen del tipo de suelo, clima, condiciones de drenaje, técnicas de riego y caudales disponibles, sino también en forma fundamental de la calidad físico-química.

Tanto directamente como a través de sus afluentes, el Río Sucio recibe una alta carga contaminante originada por vertidos **industriales, granjas, tenerías, textiles, fábricas de papel, etc.** Identificándose 93 industrias en el área que vierten sus residuos en este río.

Los ríos de El Salvador están altamente contaminados, según un estudio publicado recientemente por el MARN, que examinó la calidad del agua en 125 puntos de 55 cauces.

Ninguno de los ríos del estudio presentó agua de calidad excelente, mientras que en un 60% de los puntos la calidad fue considerada regular. En tanto, en un 31% de los ríos el recurso es de calidad mala y el resto cae en la categoría de pésima, de acuerdo con la información.

Los ríos con la peor calidad son el Acelhuate, **la zona media del río Sucio**, la parte alta del Suquiapa, las partes bajas del San José de Metapán y la zona media del río Grande de San Miguel.

La clasificación de calidad toma en cuenta el uso que se dará al recurso, señaló la fuente y agregó que algunos de los parámetros consideran si el agua puede utilizarse como agua potable, para riego o actividades recreativas.

¿Qué es la contaminación del agua?

Incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

¿Por qué se contamina el agua?

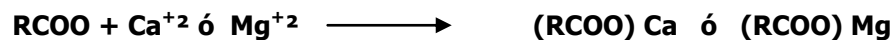
El agua se contamina por culpa de la actividad humana, ya que el hombre se multiplica y necesita cada vez más comida, más agua, vestimenta, transporte, medicinas, entretenimientos, etc. La carga sobre la biosfera, va aumentando y se producen:

- Emisión de gases tóxicos;
- Contaminación por pesticidas, metales, desechos cloacales;
- Accidentes, como los derrames de petróleo;
- Descarga de desechos químicos y material radiactivo;

Agentes contaminantes: Los principales contaminantes de los lagos y ríos son los siguientes:

- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Agentes infecciosos (cólera, disentería) causan trastornos gastrointestinales.
- Nutrientes vegetales que pueden estimular al crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes, jabones y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.

El problema con los jabones (detergentes) es que, cuando se usan en agua dura que contiene iones calcio y magnesio, se pueden formar natas que eliminan al jabón:



Los jabones no actúan bien en agua dura y cuando se usan con esta, dejan natas en los artículos que se lavan.

Se pueden sintetizar otros compuestos orgánicos a partir de compuestos químicos del petróleo, que tienen acción detergente. Estos compuestos se denominan **sindets** (detergentes sintéticos) o simplemente **detergentes**. La mayoría de los sindets son compuestos de sodio del sulfonato de benceno substituido, denominados **sulfatos lineales de alquilo** (LAS).

Los detergentes también contienen pequeñas cantidades de perfumes, blanqueadores y abrillantadores ópticos. Estos últimos son tinturas que le dan a la ropa un aspecto de limpieza, y el principal aditivo de muchos detergentes es el tripolifosfato de sodio. Tal compuesto es lo que se llama **fosfato** de los detergentes.

- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del Urano y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.
- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido de agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.
- El mercurio, un metal líquido muy tóxico, se acumula en el fitoplancton. En él las concentraciones son mil veces mayores que en el agua. Los peces pequeños lo concentran aún más, y en el pez grande puede llegar a límites peligrosos para la salud humana.
- Contaminación cloacal: una contaminación habitual es la que se produce por bacterias fecales. Eso se debe a que muchas ciudades vuelcan sus líquidos cloacales sin purificar, o con purificación deficiente, a los ríos y al mar. Algunas ciudades no tienen plantas depuradoras; otras las tienen demasiado pequeñas o fuera de funcionamiento. Algunas veces aparecen restos cloacales en las playas. Este problema puede surgir por fallas en los sistemas de bombeo.
- Plástico: son materiales estables, útiles y baratos. Habitualmente se usan una vez y se tiran. Son estables o se degradan muy lentamente. Se calcula que muchos de los plásticos pueden durar cientos de años. Son trampas mortales para la fauna marina. Al tragar el plástico, muchos animales ya no pueden bucear normalmente y se mueren de hambre.

Consecuencias de la contaminación de los ríos

Los efectos de la contaminación de los ríos, incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad

infantil que en ocasiones es mortal. El presente en los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas, de ser ingerida en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones.

Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

¿Qué efectos provoca la contaminación de los ríos?

Los ríos, por su capacidad de arrastre y el movimiento de las aguas, son capaces de soportar mayor cantidad de contaminantes. Sin embargo, la presencia de tantos residuos domésticos, fertilizantes, pesticidas y desechos industriales altera la flora y fauna acuáticas. En las aguas no contaminadas existe cierto equilibrio entre los animales y los vegetales, que se rompe por la presencia de materiales extraños. Así, algunas especies desaparecen mientras que otras se reproducen en exceso. Además, las aguas adquieren una apariencia y olor desagradables. Los ríos constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable de las poblaciones humanas. Su contaminación limita la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida.



Una manera de reducir la contaminación, consiste en depurar los desechos, tanto industriales como cloacales, antes de arrojarlos a los ríos, a fin de eliminar las sustancias tóxicas.

Las industrias deben utilizar tecnologías que les permitan reciclar el agua y disminuir el consumo. También es necesario evitar el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos e impedir el desperdicio de aguas destinadas al riego, mediante técnicas adecuadas.

Los efectos de la contaminación en algunos casos se pueden aliviar, pero es costoso y requiere tiempo. Muchas veces no hay oportunidad de solucionar los problemas, ya que el medio ambiente se deteriora de una manera irreversible.

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A. FASE DE CAMPO:

- 1º) Selección de los puntos de muestreo
- 2º) Toma de muestras representativas de acuerdo a normas y técnicas oficiales establecidas.
- 3º) Los parámetros que se analizan en el campo son: Temperatura (T °C), Conductividad Eléctrica (CE, $\mu\text{S}/\text{cm}$), Potencial Hidrógeno (pH)

B. FASE DE LABORATORIO: Siguiendo las marchas analíticas oficiales, los parámetros analizados en el laboratorio serán los siguientes:

- a) DQO;
- b) DBO;
- c) Oxígeno disuelto
- d) Sólidos disueltos;
- e) Turbidez;
- f) Nitrógeno;
- g) Coliformes totales.

C. TRATAMIENTO DE DATOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.

Los datos correspondientes a los análisis físico-químicos y microbiológicos, serán procesados estadísticamente: sacando los promedios, los valores mayores o menores, aplicación de la prueba de "t" de student, etc.

Se realiza el correspondiente análisis de los datos obtenidos en el laboratorio, depurando la información, y luego haciendo una comparación con la tabla de los límites del agua para los diferentes usos, según normas oficiales.

	agost	sept	oct	nov	Dic.	prom	sub _i	w _i	(Sub _i) ^w
Coliformes fecales						Mayores a 3 100 mil		0.15	1.179
DQO ppm	27.4	38	160	244	258	117.35			
DBO ppm	16	11	9.6	6.8	8	10.85	32	0.10	1.414
OD ppm	6.5	7.3	6.6	5.2	3.4	6.4	82	0.17	2.11
pH	7.6	8.06	7.81	7.84	7.8	7.82	8.6	0.12	1.295
T °C	23	24	25	23.4	22.4	23.85	28	0.10	1.4
Turbidez NTU	181000	3150	10100	650	850	48725	5	0.08	1.137
Nitritos ppm	1.91	7.5217	51.117	1.9092	3.1372	15.61	42	0.10	1.453
Fosfatos ppm	1.33	0.9445	1.0533	0.4851	1.0216	3.8126	18	0.10	1.335
ST ppm	500	482	498	678	1694	539.5			
SDT ppm	416	406	400	369	396	397.75	46	0.08	1.358
SST ppm	84	76	98	309	1298	141.75			
						ICA= 19.1 Agua de pésima calidad			

6. ALCANCES / RESULTADOS ESPERADOS

Se hará una evaluación y monitoreo bimensual, de la calidad del agua del río sucio en la zona de San Andrés, por un periodo de un año para observar y documentar su comportamiento en las diferentes estaciones (verano-invierno), en conjunto con el Comité Ambiental Empresarial San Andrés, y las empresas de la zona asociadas.

Se espera que los resultados de esta investigación apoyen los sistemas de gestión ambiental de las comunidades y empresas de la zona.

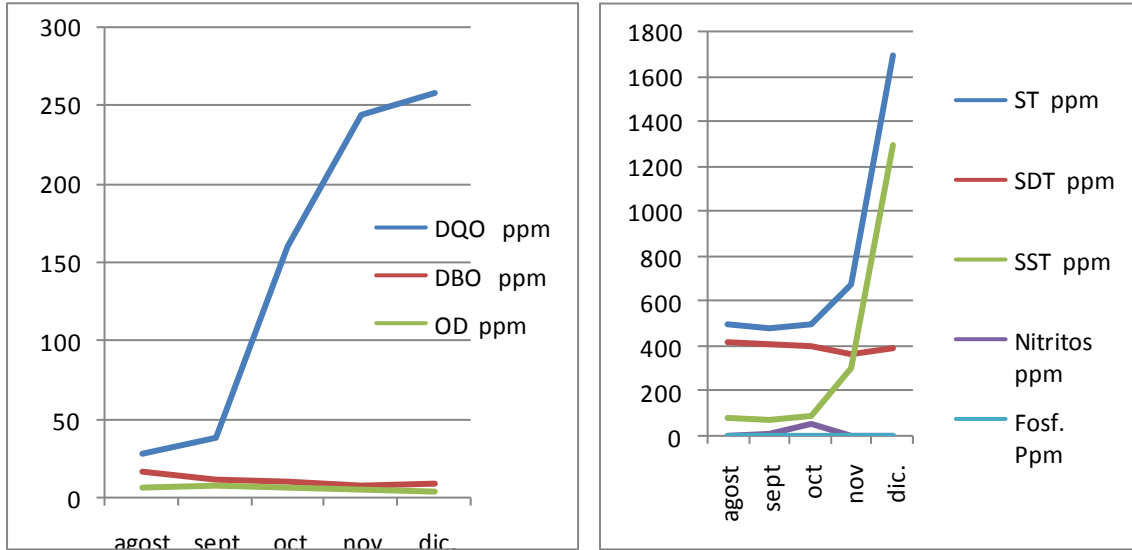
RESULTADOS SEGUNDO SEMESTRE 2010

Determinación del índice de calidad del agua en los puntos muestreados durante el periodo de Julio a Diciembre del 2010.

P1: hannes brand aguas arriba

Ubicación: Km 34 ½ carret a San Juan Opico

Comparación de resultados del punto 1

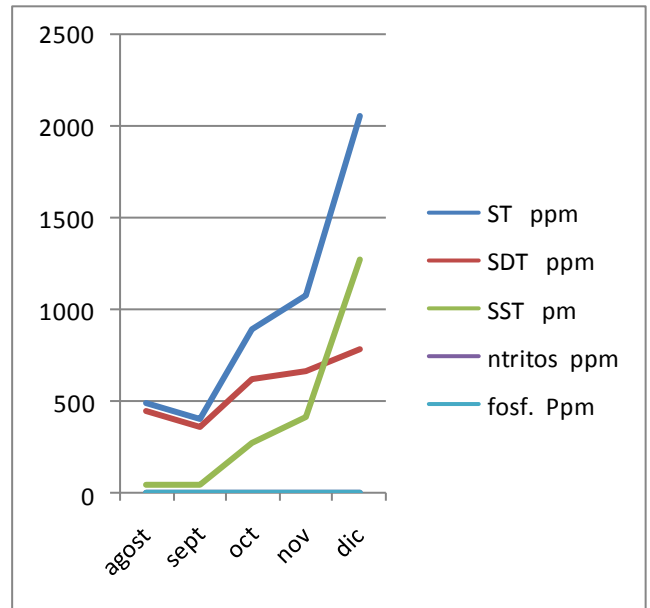
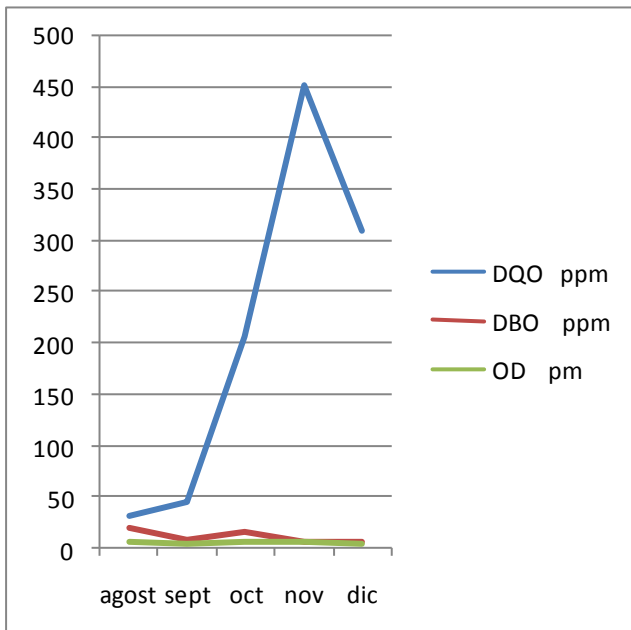


P2: hannes brand aguas abajo

Ubicación: Km 34 ½ carret a San Juan Opico

	agost	sept	oct	nov	Dic.	prom	sub _i	w _i	(Sub _i) ^w
Coliformes fecales						Mayores a 100 mil	3	0.15	1.179
DQO ppm	32.2	45	208	452	310	209.44			
DBO ppm	19	7	14.4	6.8	6	10.64	32	0.10	1.414
OD ppm	6.0	3.9	6.4	5.4	3.5	5.04	4	0.17	1.266
pH	7.7	7.75	7.52	8.04	7.87	7.78	84	0.12	1.702
T °C	23.2	24.2	25	23.9	22.5	23.76	44	0.10	1.46
Turbidez NTU	242000	3550	10300	720	980	51510	5	0.08	1.137
Nitriros ppm	1.86	4.9601	3.1468	2.5232	5.4302	3.584	76	0.10	1.542
Fosfatos ppm	3.92	0.8856	1.0957	0.6317	0.9022	1.487	30	0.10	1.405
ST ppm	486	402	892	1078	2060	983.6			
SDT ppm	440	358	620	660	781	571.8	32	0.08	1.32
SST ppm	46	44	272	418	1279	411.8			
						ICA= 17.05 Agua de pésima calidad			

Comparación de resultados del punto 2

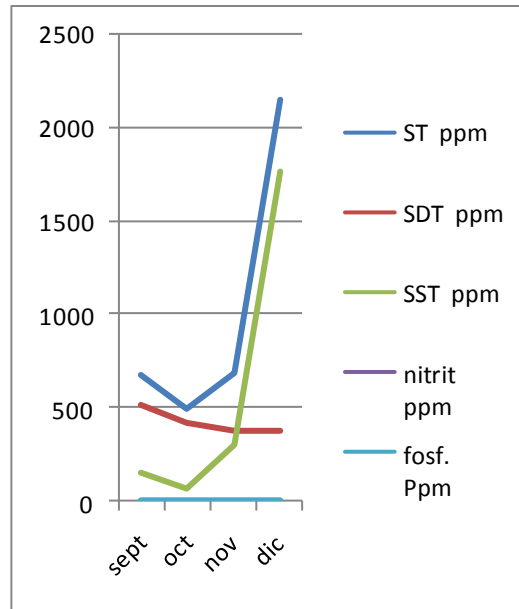
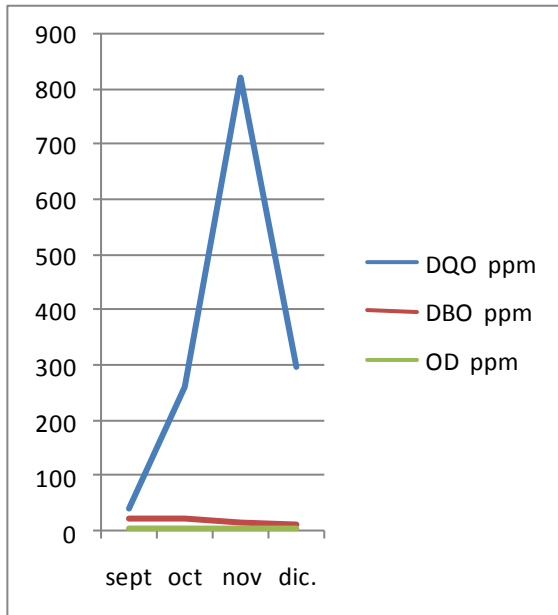


P3: Kimberly Clark aguas arriba

Ubicación: Km 32 carret a San Juan Opico

	sept	oct	nov	Dic.	prom	sub _i	w _i	(Sub _i) ^w
Coliformes fecales					Mayores a 100 mil	3	0.15	1.179
DQO ppm	42	260	820	296	354.5			
DBO ppm	21	19.6	14.4	10	16.25	16	0.10	1.32
OD ppm	5	5.6	5.6	3	4.8	5	0.17	1.315
pH	7.84	7.72	7.83	8.5	7.97	86	0.12	1.71
T °C	23	24	24.2	22.6	23.45	40	0.10	1.446
Turbidez NTU	4040	10600	760	600	4000	5	0.08	1.137
Nitriros ppm	8.5195	3.2044	1.8612	3.1852	4.192	76	0.10	1.542
Fosfatos ppm	1.0654	1.1652	0.5909	0.5123	0.8334	50	0.10	1.479
ST ppm	677	492	686	2148	1000.75			
SDT ppm	518	422	380	381	425.25	44	0.08	1.354
SST ppm	159	70	306	1767	575.5			
						ICA= 17.77 Agua de pésima calidad		

Comparación de resultados del punto 3

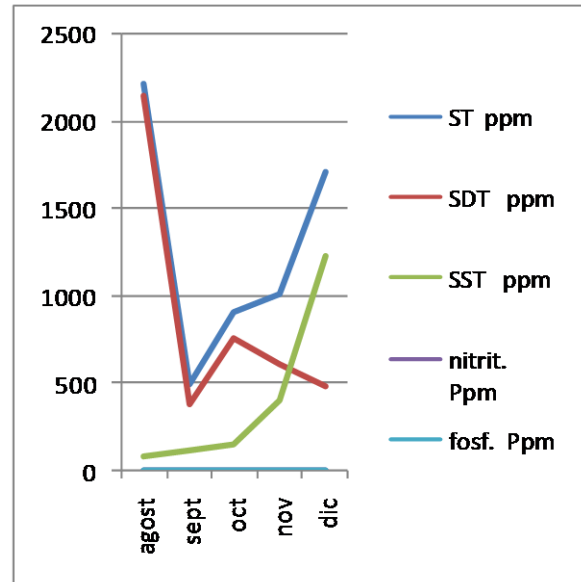
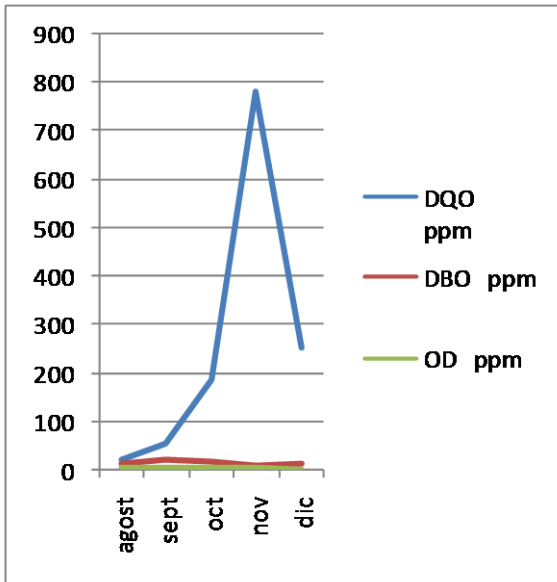


P4: kimberly Clark aguas abajo

Ubicación: Km 32 carret. a San Juan Opico

	agost	sept	oct	nov	Dic.	prom	sub _i	w _i	(Sub _i) ^w
Coliformes fecales						Mayores a 100 mil	3	0.15	1.179
DQO ppm	23.1	55	188	780	253	259.82			
DBO ppm	13.6	20	16	8.4	11.6	13.92	24	0.10	1.374
OD ppm	5.8	5.3	5.1	5.1	2.4	4.74	5	0.17	1.315
pH	6.9	7.87	7.17	7.87	7.64	7.49	93	0.12	1.723
T °C	25	23	24	25.4	22.6	24	44	0.10	1.46
Turbidez NTU	253000	2560	11000	1095	1040	53739	5	0.08	1.137
Nitriros ppm	2.88	5.9675	2.3409	3.9527	4.0391	3.836	75	0.10	1.54
Fosfatos ppm	1.44	1.8981	1.2861	1.2982	0.7783	1.34	60	0.10	1.51
ST ppm	2220	494	904	1010	1710	1267.6			
SDT ppm	2144	382	758	608	482	874.8	32	0.08	1.32
SST ppm	76	112	146	402	1228	392.8			
						ICA= 18.7			
						Agua de pésima calidad			

Comparación de resultados del punto 4

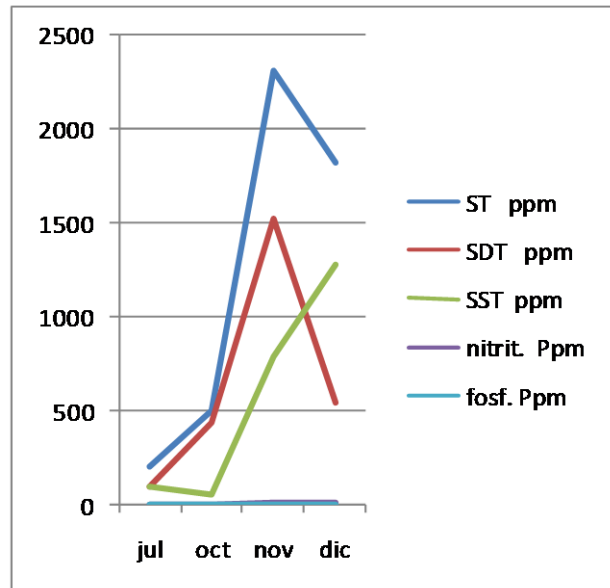
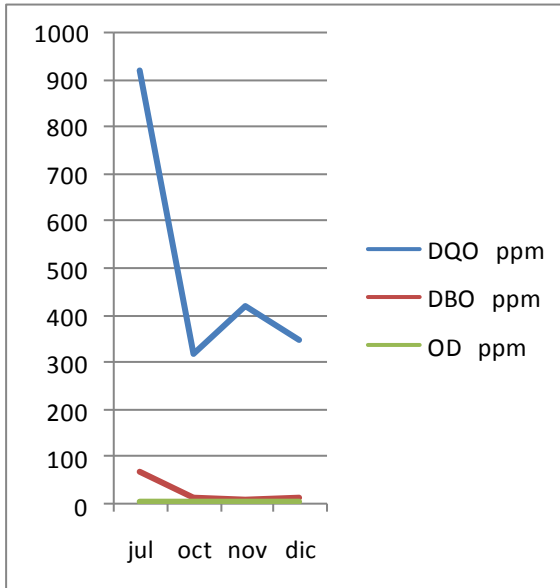


P5: hilasal aguas arriba

Ubicación: Km 32 carret a Santa Ana

	jul	oct	nov	dic.	prom	sub _i	W _i	(Sub _i) ^w
Coliformes fecales	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	3	0.15	1.179
DQO ppm	920.11	320	420	350	553.37			
DBO ppm	70	12.4	9.2	14	30.53	2	0.10	1.072
OD ppm	4.1	5.2	3.8	4.5	4.37	10	0.17	1.479
pH	7.8	7.4	7.4	6.8	7.53	94	0.12	1.725
T °C	25.3	25	24.3	25	24.87	62	0.10	1.511
Turbidez NTU	1850	12100	8010	13100	7320	3	0.08	1.092
Nitrosos ppm	0.11	4.1624	10.160	5.641	4.81	72	0.10	1.534
Fosfatos ppm	0.228	1.2365	3.2628	3.126	1.576	32	0.10	1.414
ST ppm	200	498	2312	1823	1003.33			
SDT ppm	98	438	1521	539	685.67	32	0.08	1.32
SST ppm	102	60	791	1284				
					ICA= 15.23			
					Agua de pésima calidad			

Comparación de resultados del punto 5

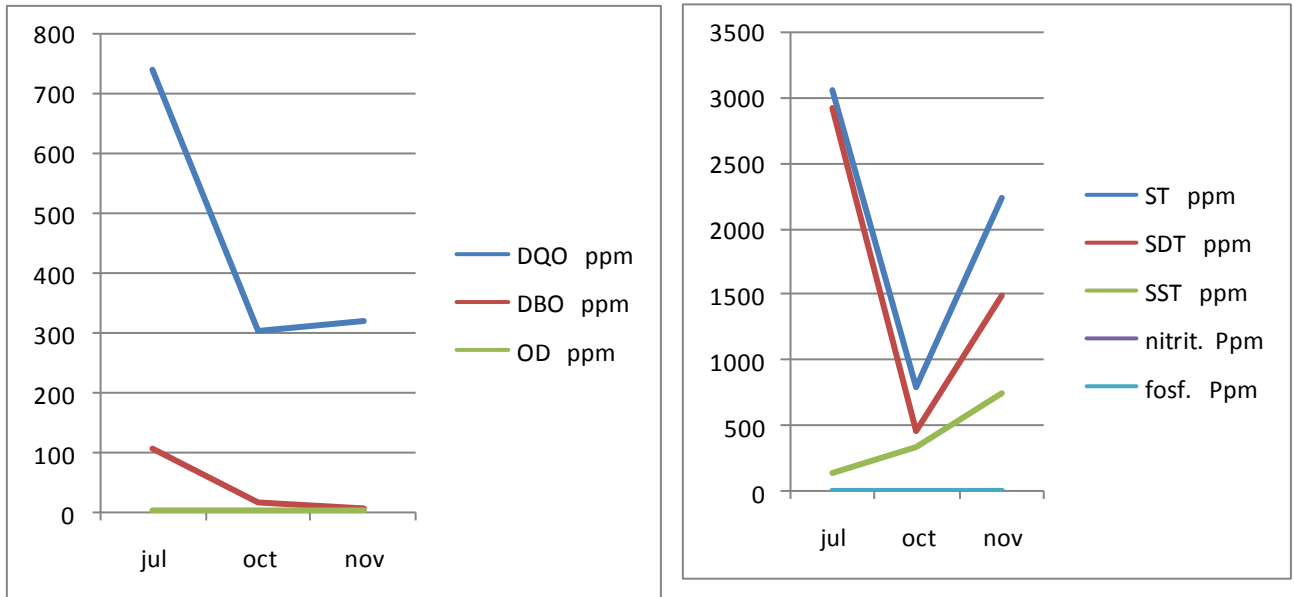


P6: hilasal aguas abajo

Ubicación: Km 32 carret a Santa Ana

	jul	oct	nov	dic	Prom.	sub _i	w _i	(Sub _i) ^w
Coliformes fecales.	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	Mayores a 100 mil	3	0.15	1.179
DQO ppm	741.91	304	320	390	455.3			
DBO ppm	108	18.8	8.8	12	45.2	2	0.10	1.072
OD ppm	3.6	4.9	3.3	4.6	3.93	8	0.17	1.424
pH	6.7	7.9	7.3	7.1	7.3	91	0.12	1.718
T °C	25.2	25	25.1	25	25.1	40	0.10	1.446
Turbidez NTU	68.5	12300	7980	8000	6782.83	5	0.08	1.137
Nitriros ppm	0.094	3.5163	10.198	4.871	4.6	80	0.10	1.55
Fosfatos ppm	1.7168	1.0845	3.2502	2.9543	2.02	26	0.10	1.385
ST ppm	3064	790	2236	1912	2030			
SDT ppm	2922	454	1492	603	1622.67	32	0.08	1.319
SST ppm	142	336	744	1309	407.33			
					ICA= 14.4			
					Agua de pésima calidad			

Comparación de resultados del punto 6



RELACION ENTRE EL ICA Y LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

Relación entre el ICA y el Oxígeno Disuelto.

El oxígeno disuelto es un gas muy relevante en dinámica de aguas. Su solubilidad es función de varios factores: temperatura, presión, coeficiente de solubilidad, tensión de vapor, salinidad y composición fisicoquímica del agua.

Además, el porcentaje de saturación del oxígeno en agua depende de la turbulencia y de la superficie de contacto entre el gas y el agua.

Relación entre el ICA y los Coliformes Fecales.

Los gérmenes patógenos habitualmente transmitidos por el agua viven en los intestinos del hombre y de los animales de sangre caliente (agentes de la fiebre tifoidea, del cólera, etc.). La manifestación de una contaminación fecal constituye una excelente señal de alarma.

Los coliformes fecales influyen directamente en la contaminación del agua debido los vertidos de aguas urbanas al río, aunados a las aguas residuales de los distintos tipos de ganadería y agroindustrias.

Relación entre el ICA y el pH.

El pH del agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos.

La secuencia de equilibrios de disolución de CO₂ en el agua, y la subsiguiente disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos, alteran drásticamente el pH de cualquier agua. Asimismo, la respiración de los organismos heterótrofos en el agua produce dióxido de carbono modificando el pH del medio acuático.

Relación entre el ICA y la demanda bioquímica de oxígeno.

La DBO, es un indicador del contenido de la materia orgánica, la cual incluye sólidos que provienen del reino animal o vegetal, o de actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Estos pueden incluir proteínas, hidratos de carbono, lípidos, agentes tenso activos, pesticidas y productos químicos de uso agrícola.

La DBO indica la cantidad de oxígeno necesaria para destruir, estabilizar o degradar la materia orgánica presente en una muestra de agua por la acción bacteriológica.

La tendencia general es que la calidad del agua es mejor cuando la DBO es menor.

Relación entre el ICA y los Nitratos.

El uso de fertilizantes naturales y artificiales en las zonas agrícolas y los efluentes de granjas animales provocan la aparición de nitratos en las aguas superficiales.

La eutrofización se define como un incremento indeseable en la producción de biomasa acuática, causada por altas cantidades de nutrientes principalmente nitrógeno y fósforo que entran en los cuerpos de agua. Niveles de nitrito superiores a 0,75 ppm en el agua pueden provocar stress en peces y mayores de 5 ppm pueden ser tóxicos.

Relación entre el ICA y el Fósforo total.

El fósforo de un agua puede proceder de:

- a) disolución de rocas y minerales que lo contienen,
- b) lavado de suelos en los que se encuentra como resto de actividades ganaderas o agrícolas,
- c) aguas residuales domésticas vertidas a las aguas naturales.

Dentro de esta última fuente de contaminación, podemos incluir los detergentes utilizados en limpieza doméstica. Estos explican el 50% del fósforo presente en aguas contaminadas por vertidos urbanos.

Relación entre el ICA y la Turbidez.

La presencia de diversas materias en suspensión, arena, limo, coloides orgánicos, plancton y otros organismos microscópicos da lugar a la turbidez del agua.

Relación entre el ICA y los Sólidos Disueltos Totales.

La tendencia general es que la menor concentración de sólidos disueltos totales corresponde a aguas de mejor calidad.

7. CONCLUSION PRELIMINAR

Se desarrolló el índice de calidad del agua como método estandarizado para poder comparar la categoría del agua de manera integral entre diferentes puntos y a través del tiempo.

Los resultados contribuyen a predecir el grado de contaminación y establecer estrategias de planeamiento en el manejo de los recursos hídricos.

El total de los puntos muestreados resultaron con una clasificación de "agua de pésima calidad" con un ICA dentro del rango de 14.4 a 19.1, valores con los que el agua sólo podría tener uso industrial o agrícola con tratamiento.

8. GLOSARIO

Agua potable: Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.

Aguas residuales: También llamadas "aguas negras". Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.

Biosfera: Conjunto de todas las zonas de nuestro planeta (hidrosfera, litosfera y atmósfera) donde viven los organismos, o seres vivos, los cuales presentan una estructura con determinadas relaciones entre sus componentes. Se considera como un mosaico de ecosistemas.

Contaminación: (Del latín *contaminare* = manchar). Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Cuenca hidrográfica: Es una porción del terreno definido, por donde discurren las aguas en forma continua o intermitente hacia un río mayor, un lago o el mar.

Delito ambiental: Es la conducta descrita en una norma de carácter penal cuya consecuencia es la degradación de la salud de la población, de la calidad de vida de la misma o del ambiente, y que se encuentra sancionada con una pena determinada.

Desarrollo sostenible: Es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Al mismo tiempo que distribuye de forma más equitativa las ventajas del progreso económico, preserva el medio ambiente local y global y fomenta una auténtica mejora de la calidad de vida.

Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

Educación ambiental: Acción y efecto de formar e informar a colectividades sobre todo lo relacionado con la definición, conservación y restauración de los distintos elementos que componen el medio ambiente.

Estudio de impacto ambiental: Es el conjunto de información que se deberá presentar ante la autoridad ambiental competente y la petición de la licencia ambiental.

Extinción: Proceso que afecta a muchas especies animales y vegetales, amenazando su supervivencia, principalmente a causa de la acción del hombre, que ha ido transformando y reduciendo su medio natural.

Gestión ambiental: Es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales, como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

Hábitat: Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado. Sinónimo de biotopo.

Medio ambiente: Es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económico y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

Saneamiento ambiental: Una serie de medidas encaminadas a controlar, reducir o eliminar la contaminación, con el fin de lograr mejor calidad de vida para los seres vivos y especialmente para el hombre.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

UCA-FIAES. Investigación aplicada sobre el impacto ambiental de la contaminación del agua en las cuencas de los ríos Sucio, Acelhuate y Cuaya. Informe final.

San Salvador (1998)

UTLA-FONAES. Evaluación del grado de contaminación de las aguas superficiales en el Valle de Zapotitán. Evaluación de la contaminación de los ríos Sucio, Agua Caliente y afluentes en el Valle de Zapotitán.

Nueva San Salvador. (1996)

FUSADES-FIAES. Investigación de la contaminación del río Lempa y sus afluentes, ríos Suquiapa, Acelhuate, Sucio y Quezalapa. ECO-CONSULT S.A. de C.V.

San Salvador (2000).

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) Servicio Hidrológico Nacional. Monitoreo de calidad y cantidad de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate para valorar la calidad de las aguas y su evolución a través del tiempo. San Salvador (2003).

ANEXOS

1- OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

El Ministerio de medio ambiente y Recursos Naturales y el Servicio Nacional de Estudios Territoriales, presentaron un informe de los resultados de la evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Lempa, siendo una de sus principales vertientes la cuenca del Río Sucio. Siendo relevantes para este trabajo la siguiente información:

- El muestreo se realizó del 12 de marzo al 19 de junio del 2009
- Se establecieron 4 puntos de muestreo en el Río Sucio:
 - a) Cerro de Plata, distrito de Riego de Zapotitan
 - b) CEDEFOR, carretera a Santa Ana
 - c) Colonia Joya de Cerén, carretera a Opico
 - d) Hacienda San Francisco los dos Cerros, La Libertad.

De los sitios evaluados se determinó que:

La calidad del agua del río Sucio se encuentra entre regular, mala y pésima, lo que indica que se imposibilita o restringe el desarrollo de la vida acuática.



Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y empresarios.

VALORES

- **Excelencia**
- **Espiritualidad**
- **Comunicación**
- **Integridad**
- **Cooperación**

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

República de El Salvador en la América Central

FORMANDO PROFESIONALES PARA EL FUTURO



Nuestro método "APRENDER HACIENDO" es la diferencia
www.itca.edu.sv