

2013

Informe del Curso de Hidrología Superficial :
Monitoreo de Cuencas Hidrográficas



24/05/2013

Contenido

Introducción.....	3
Objetivos.....	3
Anuncio.....	4
Afiche del Seminario.....	5
Cronograma de Actividades.....	6
Expositores.....	7
Anexo 1	9
Informe del Grupo #1	9
Anexo 2.....	26
Informe del Grupo #2	26

Introducción

Panamá forma parte de la región climática tropical, donde se desarrollan procesos hidrológicos de suma importancia para los ecosistemas y las actividades humanas. Mediante el desarrollo del Curso de Hidrología Superficial: Monitoreo de Cuencas Hidrográficas, se presentaron diferentes aspectos del monitoreo de cuencas. Enriquecidos con actividades básicas en el monitoreo de cuerpos de agua, tales como: aforos, colección de muestras de agua en campo, y análisis de laboratorio. Este seminario se realizó con el auspicio de SENACYT a través del proyecto COL07-036: *“Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia tienen en la calidad de agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadoras en la Ciudad de Panamá”*.

Este curso fue dictado por los investigadores internacionales: Dres. Chad Jafvert y Fred Ogden, y por los investigadores nacionales: el Dr. José Fábrega y el MSc. Alexander Esquivel (ambos de la UTP). Se invitó además a personal del Ministerio de Salud, de la Autoridad del Canal de Panamá y del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales.

Objetivos

El curso de Hidrología Superficial: Monitoreo de Cuencas Hidrográficas se enfocó en estudiantes y profesionales panameños de las áreas de ingeniería ambiental, civil y ciencias afines al manejo y monitoreo de los recursos hídricos superficiales. Esta actividad fue de 40 horas y constó: de una fase teórica y otra de práctica de campo y laboratorio. Incluye además el adiestramiento en el uso de equipos de campo para la recolección de muestras de agua (ISCO 6712) y medición de velocidad en los ríos localizados en los sitios de monitoreo. Las clases teóricas fueron dictadas en el edificio de Postgrado de la Universidad Tecnológica de Panamá, la fase de campo se desarrolló en tres sitios de monitoreo previamente identificados dentro de la Cuenca del río Pacora y los análisis de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Sistemas Ambientales del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP.

Otro objetivo del curso, fue la creación de capacidades nacionales en el monitoreo de cuencas hidrográficas; así como la divulgación de los resultados obtenidos mediante diversas actividades de campo y la transferencia de conocimientos.

Este documento incluye toda la documentación utilizada en la ejecución del curso y los resultados de las actividades de campo por parte de los participantes.

Anuncio



Curso de Hidrología Superficial: Monitoreo de Cuencas Hidrográficas Pacora, Panamá 20 - 24 de Mayo de 2013.

Curso dirigido a estudiantes y profesionales del área de medio ambiente:

- Haber aprobado curso de Hidrología
- Índice académico > 2.0
- Dominio del idioma inglés

Este curso se desarrollará dentro del marco del proyecto "COL07-036: Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia tienen en la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadores en la Ciudad de Panamá", financiado por la SENACYT. Los datos recolectados en este seminario serán compartidos entre los participantes, y los facilitadores del seminario.

El curso se dictará para estudiantes y profesionales panameños de las áreas de Ingeniería ambiental, civil y ciencias afines al manejo y monitoreo de los recursos hídricos superficiales. Contará con una carga horaria de 40 horas dentro de las cuales se incluye: una fase teórica (2 días), y una práctica de campo y laboratorio (3 días). Comprende además el adiestramiento en el uso de equipos de campo, recolección de muestras de agua (ISCO 6712), medición de velocidad y caudal en los sitios de monitoreo. Las clases teóricas serán dictadas en el edificio de Postgrado de la Universidad Tecnológica de Panamá; la fase de campo se desarrollará en tres sitios de monitoreo, previamente identificados dentro de la Cuenca del río Pacora, y los análisis de laboratorio se realizarán en el Laboratorio de Sistemas Ambientales del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la UTP.

Instructores

José Fábrega, PhD - Universidad Tecnológica de Panamá
Chad Jafvert, PhD - Purdue University
Fred Ogden, PhD - University of Wyoming
Alexander Esquivel, MSc - Universidad Tecnológica de Panamá

Fechas importantes

- Consultas e inscripciones:
06 de abril al 07 de mayo
- Período de selección:
08 - 10 de Mayo
- Curso:
20 - 24 de Mayo

Inscripción

Curriculum Vitae actualizado
Créditos no oficiales
* Formato de envío: ApellidoNombre.pdf

Enviar documentos por correo electrónico a: alexander.esquivel@utp.ac.pa, gisselle.guerra@utp.ac.pa.

Inscripciones abiertas hasta el **Martes, 30 de abril de 2013**. (Cupos Limitados)

Visitar la página:
www.cihh.utp.ac.pa

Afiche del Seminario

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas
Curso de Hidrología Superficial: Monitoreo de Cuencas Hidrográficas
"Cuenca Alta, Media y Baja del río Pacora"
Proyecto COL07-036

Del 20 al 24 de mayo de 2013





    

The poster features a background image of a river flowing through a lush, green landscape. In the center, a globe is partially visible, showing the Americas. The text is centered and uses a mix of bold and regular fonts. The logos are arranged horizontally across the bottom of the poster.

Cronograma de Actividades

Surface Hydrology Course						
Sites	Conference Room 305, Graduate Building, UTP		Monitoring Sites River Basin Pacora and Research Laboratory CIHH			Conference Room 305, Graduate Building, UTP
Hours	Monday 20		Tuesday 21	Wednesday 22	Thursday 23	Friday 24
07:00 - 09:00	Final last minute details.		Departure from UTP main campus to the Tocumen Campus (CIHH Offices) (7:00 am)			Final last minute details.
			Arrive to CIHH 08:00 am	Arrive to CIHH 08:00 am	Arrive to CIHH 08:00 am	
09:00-09:20	Welcoming words	Dr. José Fábrega Director Encargado del CIHH Dr. Gilberto Chang Vicerrector de Investigación, Postgrado y Extensión - UTP	Field work. Water sampling by different methods at different points in Rio Pacora Basin (Caballeriza, Carriazo and IDAAN). ISCO samplers demonstration. Stream flow measurements (Jafvert, Fábrega and Esquivel).	Protocols for geochemistry, water quality measures, and analysis of water samples on laboratory (COD, Total solids, suspended solids, turbidity and Nitrate (Jafvert and Fábrega).	Lab analysis of water samples at CIHH-UTP Tocumen. Processing of stream flow data. Develop research hypotheses (Jafvert, Fábrega and Esquivel).	Team presentations of observations during field work. Presentations of research hypotheses, and plan to test them (Jafvert and Fábrega).
09:20 - 10:20	Introduction about water resources in Panama and hydroclimate projections.	José Fábrega, PhD.				
10:20 - 10:40	Coffee Break					
10:40 - 12:00	Flooding control program and other measurements intended to mitigate the effects of rainfall extreme events, and integrated watershed management concepts for the Panama Canal basins.	Jorge Espinosa, MSc.				
12:20 - 13:50	Lunch		Lunch	Lunch	Lunch	
14:00 - 15:00	General characteristics about the Pacora basin and Panama Canal watershed.	Fred Ogden, PhD.	Lunch	Lunch	Lab analysis of water samples at CIHH-UTP Tocumen. Processing of stream flow data. Develop research hypotheses (Jafvert, Fábrega and Esquivel).	Team presentations of observations during field work. Presentations of research hypotheses, and plan to test them (Jafvert and Fábrega).
15:00 - 16:00	Explanation and Planning of field activities for next day.	Alexander Esquivel, MSc.	Going back to UTP main campus	Going back to UTP main campus		
16:00			Arrive to UTP campus			

Expositores

	<p>Chad Jafvert, Ph.D. Professor Purdue University School of Civil Engineering 550 Stadium Mall Drive West Lafayette, IN 47907-2051 Phone: (765) 494-2196 Email: jafvert@ecn.purdue.edu</p>
	<p>Fred L. Ogden, Ph.D. Professor of Engineering Cline Distinguished Chair of Engineering WRESE (Water Resources/Environmental Science and Engineering) Environment & Natural Resources Department of Civil & Architectural Engineering Room 3029, Engineering Building Phone: 307-766-6171 Fax: 307-766-2221 E-mail: fogden@uwyo.edu</p>
	<p>Jorge Espinosa, MSc. Canal de Panamá Gerente, Sección de Recursos Hídricos División de agua Phone: (507) 276-1729 Email: jaespinosa@pancanal.com</p>
	<p>José Fábrega, Ph.D. Ingeniero Civil, Doctor en Ingeniería Ambiental Director Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) Universidad Tecnológica de Panamá Phone: (507) 290-8412 Email: jose.fabrega@utp.ac.pa</p>
	<p>Alexander Esquivel, MSc. Licenciado en Tecnología Sanitaria y Ambiental Investigador Especial IV Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) Universidad Tecnológica de Panamá Phone: (507) 290-8412 Email: alexander.esquivel@utp.ac.pa</p>



ANEXOS

Anexo 1

Informe del Grupo #1



Universidad Tecnológica de Panamá
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas



Curso de Hidrología Superficial:
Monitoreo de Cuencas Hidrográficas
“Cuenca Alta, Media y Baja del río Pacora”

Informe Final

Estudiantes: María Fernanda Herrera 8-855-135

Javier Martínez 8-852-128

Claudia V. Ortiz V. 8-856-984

Ana Pérez 8-997-789

Jennifer Salazar 3-721-120

Profesores: Chad Jafvert

José Fábrega

Pablo Martínez

Sidney Saavedra

Alexander Esquivel

Fecha de entrega: 24 de Mayo de 2013

Introducción

En el siguiente informe se presentarán los resultados del curso de “Curso de Hidrología Superficial: Monitoreo de Cuencas Hidrográficas, Cuenca Alta, Media y Baja del Río Pacora” que forma parte del proyecto ““COL07-036: Monitoreo del efecto que los eventos puntuales de lluvia tienen en la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento para potabilizadores en la ciudad de Panamá”, financiado por la SENACYT, y organizada por el Centro de Investigaciones Hidráulica e Hidrotecnias (CIHH)”.

Para el monitoreo se instaló un equipo encargado de recoger muestras cada cierta cantidad de tiempo en la parte baja del río Pacora y en el río Utivé. Además de la realización de un aforo en el río Utivé y la medición de turbiedad y de sólidos suspendidos. Los demás parámetros (nitratos, fosfatos, demanda química de oxígeno, pH, turbiedad, sólidos suspendidos) se midieron en laboratorio.

Cuenca del Río Pacora

La cuenca del río Pacora (Cuenca No.146) se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Panamá entre las coordenadas 8° 00' y 8° 20' de latitud norte y 79° 15' y 79° 30' de longitud oeste. Ocupa una superficie de 388 Km², representando el 0.46% del

territorio nacional. Sus límites naturales son: Por el norte, con la Cuenca del Río Chagres; por el sur, con la Bahía de Panamá; por el este, con la cuenca del Río Bayano; y por el oeste, con la Cuenca del Río Juan Díaz. Es considerada una de las cuencas prioritarias del país.



Está drenada por el río Pacora, con una longitud total de 48 Km, que corre desde las montañas de la Cordillera Central hasta el Océano Pacífico. En su camino recoge aguas procedentes de importantes afluentes, como el Río Tataré, Río Utivé, Río Cabobré y Río Indio. El área de drenaje total de la cuenca es de 364 Km² hasta la desembocadura al mar.

Se presenta una configuración de la superficie caracterizada por montañas, cerros y llanuras. La elevación media de la cuenca es de 230 msnm y el punto más alto se encuentra en el Cerro Jefe, ubicado al oeste de la cuenca, con una elevación máxima de 1,007 msnm.

Se presentan dos tipos de clima, templado tropical de sabana que representa el 60% de la superficie total de la cuenca, y el clima tropical húmedo que representa el 40%. La cuenca registra una precipitación media anual de 2,616 mm; se observa además una disminución gradual desde el interior de la cuenca, donde se presentan valores de 3,000 mm hacia el litoral con lluvias de 2,000 mm. El 89% de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre. Esta cuenca presenta un índice de disponibilidad relativa anual de 5.11, lo que indica que hay disponibilidad del recurso, a pesar que durante la temporada seca experimenta algunos valores bajos en cuanto a la oferta para suministrar la demanda (ANAM, 2007).

Se presentan ecosistemas diversos representados en tres zonas de vida: bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo premontano y bosque húmedo tropical, el más representativo dentro de toda la cuenca. La vegetación está representada por áreas cubiertas por bosque, área de rastrojos, humedales y áreas agrícolas (cultivos anuales).

Metodología

3.1 Aforo

- a) Ubicar una sección uniforme, sin obstáculos.
- b) medir el ancho de la sección.
- c) luego de medido el ancho de la sección, se divide la sog a iguales distancias, los espaciados se obtienen de la tabla establecida por la ANAM.
- d) Colocar una sog a asegurada a ambas orillas del rio.
- e) Se marcan los espaciados en sog a y luego se realizan mediciones verticales, para obtener la profundidad en cada punto.
- f) Con la medición de la profundidad, se determina la elevación a la que se debe tomar la velocidad.
- g) recopilamos los datos del aforo.
- h) Realizamos los cálculos, a fin de obtener el caudal.
- i) Analizamos los resultados para establecer el contenido de sedimentos en el agua.

3.2 Calidad del Agua en Campo y Laboratorio

- a) Ubicamos un punto donde haya cambio de pendiente, un efluente o una plantación que pueda afectar la turbiedad o solidos suspendidos en el agua.
- b) Tomamos las muestras a un promedio de cada 15 metros.
- c) Sacamos el total de sólidos suspendidos, turbiedad, nitratos, fosfatos y ph de las muestras de agua
- d) Comparamos los resultados de cada muestra con las normativas de agua en Panamá.

3.3 Instalación de equipos

- a) Realizó una visita previa al lugar donde se colocara el equipo, debe estar en un lugar seguro y plano.
- b) Revisó que la batería le está proporcionando energía suficiente energía al equipo.
- c) Luego de conectada la batería en el equipo se procedió a verificar si el brazo corre de manera libre.
- d) Se calibró el volumen que debe ser tomado por dentro de las botellas, una vez calibrado se le indica al equipo la cantidad de muestra que debe ser colectada.
- e) Se ingresó el número de muestra que desea coleccionar por evento.
- f) Se tomaron muestras cada 6 horas por un periodo de 24 horas, pasado este tiempo se buscaran las muestras y se refrigeraran, para posteriormente realizar los análisis de la calidad de agua.

Resultados

4.1 Caudal (Río Utivé)

Fecha: 21 de mayo, 2013.
PM

Hora inicial: 12:05

Hora Final: 12:35 PM

LOCALIZACIÓN DEL AFORO

Provincia: Panamá Distrito: Panamá Corregimiento: Pacora			Condiciones Climáticas: Parcialmente nublado	
Coordenadas UTM WSG	N 1012831		E 684305	
84				
Sitio de Aforo: Utivé				
Río: Utivé (Caballeriza)		Cuenca No. 146		

EQUIPO

Aforadores: María F. Herrera, Javier Martínez, Claudia Ortiz, Ana Pérez, Jennifer Salazar.
Instrumentación: SWOFLER 2100

MÉTODO DE AFORO

Vadeo	X	Bote		Condiciones Climáticas: Parcialmente nublado
Cable		Puente		
Guía				

Estación (m)	Velocidad Ui (m/s)	Velocidad Promedio Vi (m/s)	Profundidad Di (m)	Ancho Bi (m)	Área Ai (m ²)	Caudal Qi (m ³ /s)
0.0	0.02	0.02	0.00	0.25	0.0119	0.0002
0.5	0.06	0.06	0.19	0.5	0.0950	0.0057
1.0	0.21	0.21	0.32	0.5	0.1600	0.0336
1.5	0.18	0.18	0.37	0.5	0.1850	0.0333
2.0	0.21	0.21	0.45	0.5	0.2250	0.0473
2.5	0.25	0.25	0.60	0.5	0.3000	0.0750
3.0	0.17 0.20	0.185	0.62	0.5	0.3100	0.0574
3.5	0.18	0.18	0.59	0.5	0.2950	0.0531
4.0	0.19	0.19	0.58	0.5	0.2900	0.0551
4.5	0.13	0.13	0.52	0.5	0.2600	0.0338
5.0	0.14	0.14	0.28	0.5	0.1400	0.0196
5.5	0.04	0.04	0.26	0.5	0.1300	0.0052
6.0	0.03	0.03	0.26	0.5	0.1300	0.0039
6.5	0.03	0.03	0.23	0.5	0.1150	0.0035
7.0	0.01	0.01	0.14	0.5	0.0700	0.0007
7.5	0.003	0.003	0.12	0.25	0.0119	0.0001

$$Q_i = A_i \times V_i \quad Q = \sum Q_i$$

$Q = 0.4273 \text{ m}^3/\text{s}$

4.2 Contenido de sedimentos en río Utiwe, por el tiempo que se estuvo en el sitio de monitoreo.

Muestra	1	2	3	4	5
Turbiedad (FAU)	0	6	4	4	6
Sólidos suspendidos (mg/l)	0	1	3	6	4

Promedio sólidos suspendidos = 3 mg/l

$$M = Q C \Delta t \quad M = (0.4273 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3 \text{ mg/l} \times 1000 \text{ l/m}^3) \times (2 \text{ hr} \times 3600\text{s/hr}) = 9\,229\,680 \text{ mg}$$

M= 9 229 680 mg

4.3 Resultados de laboratorio de Calidad del Agua (Río Pacora)

Muestra	pH	Sólidos Suspendidos (mg/l)	Turbiedad (FAU)	PO ₄ mg/l	DQO
1	7.602	52	65	0.15	18
2	7.304	62	76	0.29	24
3	7.562	61	64	0.15	33
4	7.445	164	194	0.32	21
5	7.472	80	96	0.30	20

4.4 Comparación de los resultados obtenidos de Calidad del Agua con la Norma de Agua Potable de Panamá

- DGNTI-COPANIT 23- 395-99. AGUA POTABLE

Potencial de Hidrógeno (pH) = 6.5 - 8.5

Sólidos Suspendidos = No está definido en la normativa

Turbiedad = 1.0 UNT

PO₄ = No está definido en la normativa

DQO = No está definido en la normativa

- DGNTI- COPANIT 35-2000. Aguas Descargas de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masa de aguas superficiales y subterráneas.

Sólidos Suspendidos = 35 mg/L

Demanda Química de Oxígeno (DQO) = 100 mg/L

+: Cumple rango de la normativa

X: No cumple

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
pH	+	+	+	+	+
Sólidos Suspendidos (mg/L)	52	62	61	164	80
Turbiedad (NTU)	X	X	X	X	X
PO4 (mg/L)	0.15	0.29	0.15	0.32	0.3
DQO (mg/L)	18	24	33	21	20

Conclusiones

Para el monitoreo del río Pacora se puso el equipo en la toma de agua del abastecimiento para la planta de tratamiento de agua potable, para ver las características con las que el agua entra al sistema antes de ser tratada. Se puso en el desarenador, que es un indicio de la alta cantidad de sedimentos con la que llega el agua a la toma de la misma. La turbiedad del agua es un indicador que los bancos del río son bastante erosionables y que por eso traen consigo gran cantidad de sedimentos.

Para el cálculo de transporte de sedimentos, solo de manera “puntual” representativa en ese tiempo, lugar y condiciones; se realizó un aforo para saber el caudal que pasa por el río y se midió los niveles de turbiedad y sólidos suspendidos. Con los sólidos suspendidos nos es posible calcular y determinar la cantidad de sedimentos transportados por ese caudal en ese determinado lapso de tiempo bajo las condiciones descritas en el informe.

En cuanto al trabajo realizado en el laboratorio vimos que el agua cruda no cumple con el parámetro de turbiedad establecido por la norma panameña, sin embargo los demás parámetros sí. A la hora de la medición del pH hubo que esperar una estabilización por un tiempo debido a una reacción de intercambio de dióxido de carbono con el agua que forma ácido carbónico.

Con el número de muestras tomadas pudimos observar un aumento, luego una disminución y luego otro aumento seguido por otra disminución de la cantidad de la turbiedad del agua y sólidos suspendidos del agua causada posiblemente por algún evento que aumento la escorrentía superficial que consigo aumento el número de sedimentos.

Posibles Temas de Investigación Académica y Científica.

- a) Proyecto de Monitoreo de Calidad de Agua en la parte alta de la Cuenca del Rio Pacora.

Bibliografía

Ing. David Cedeño. *Apuntes de Hidrología*. 1997.pags 249.

Infografía

http://www.anam.gob.pa/images/stories/documentos_pdf/Compendio_2002_2008_junio_new.pdf

http://www.hidromet.com.pa/niveles_estaciones.php?id=CARRIAZO

Anexos

RÍO PACORA

Cuadro No. 1. Resultados de parámetros de calidad de agua analizados en el Río Pacora.

Año	Estación 1 Oficina Gesta							
	2005		2006		2007		2008	
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
Temporada								
pH	6.96	8.29	8.35	8.11	7.23	7.83	7.68	7.86
Temp.(°C)	23.70	27.41	26.50	26.45	26.1	26.50	27.35	27.00
Conduc. (mS/m)	17.10	15.87	14.38	27.40	21.7	3.43	16	36.40
Turbiedad (NTU)	ND	162.00	6.98	8.15	0.64	75.50	0	2.00
O.D. (mg/L)	8.78	7.90	9.20	5.68	8.52	7.65	7.8	8.60
O.D. sat. (mg/L)	8.46	7.91	8.05	8.04	8.11	8.04	7.919	7.97
O.D. (% Sat)	104	100	114	71	105	95	98	108
D.O.D (mg/L)	-0.32	0.01	-1.15	2.36	-0.41	0.39	0.12	-0.63
DBO5 (mg/L)	2.00	2.76	2.01	2.34	1.2	2.20	2.95	1.14
S.T. (mg/L)	156.00	119.67	184.00	252.00	96.00	100.32	115.5	101.67
S.S (mg/L)	12.00	5.30	36.50	30.00	3.54	3.62	0.97	0.95
S.D (mg/L)	144.00	114.33	91.00	215.00	90.46	90.33	114.02	83.04
NO ₃ ⁻ (mg/L)	<0.400	0.120	0.61	0.79	0.65	0.44	0.21	0.78
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	N/D	0.13	0.38	0.06	0.17	0.07	0.05	<0.03
Coli.Fec (NMP/100 mL)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coli.Fec	-	-	-	-	265	300	100	1500
E. Coli	<100	493	415	100200	-	-	-	-
E. Coli (UFC/100)	-	-	-	-	-	-	-	-
C. Total	3890	18260	9520	200500	-	-	-	-
C. Total	-	-	-	-	385	450	350	>900
ICA	64	57	57	35	64	82	83	82

ND: Parametro no determinado.

Cuadro No. 2. Resultados de parámetros de calidad de agua analizados en el Río Pacora.

Año	Estación 2 Concesión A. Duran							
	2005		2006		2007		2008	
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
Temporada	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
pH	7.32	7.55	7.86	7.94	6.14	8.18	8.27	7.07
Temp.(°C)	23.10	27.67	27.35	28.30	27.0	26.60	29.1	27.60
Conduc. (mS/m)	18.00	16.00	16.82	40.00	15.6	5.96	17	41.60
Turbiedad (NTU)	ND	23.50	5.32	6.38	1.08	85.55	0.5	25.00
O.D. (mg/L)	8.51	8.06	N/D	9.40	9.02	7.60	8.2	8.60
O.D. sat. (mg/L)	8.56	7.87	7.92	7.79	7.98	8.03	7.71	7.88
O.D. (% Sat)	99	102	ND	121	113	95	106	109
D.O.D (mg/L)	0.05	-0.19	ND	-1.61	-1.04	0.43	-0.49	-0.72
DBO5 (mg/L)	2.34	3.09	106.26	29.25	1.00	3.00	0.48	1.97
S.T. (mg/L)	161.00	128.67	444.00	319.50	169.33	111.88	71.34	91.38
S.S (mg/L)	25.00	17.07	69.00	59.90	3.03	3.97	1.25	4.48
S.D (mg/L)	136.00	111.67	375.00	247.50	162.31	102.90	107.54	85.58
NO ₃ ⁻ (mg/L)	<0.400	0.490	3.96	0.90	0.62	0.450	0.27	0.80
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.05	0.15	4.91	0.06	0.19	0.06	<0.03	<0.03
Coli.Fec (NMP/100 mL)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coli.Fec	-	-	-	-	415	400	50	1000
E. Coli	100	3118	385800	121800	-	-	-	-
E. Coli (UFC/100)	-	-	-	-	-	-	-	-
C. Total	5290	95476	1947960	206800	-	-	-	-
C. Total	-	-	-	-	500	950	150	1700
ICA	67	54	38	18	58	79	89	78

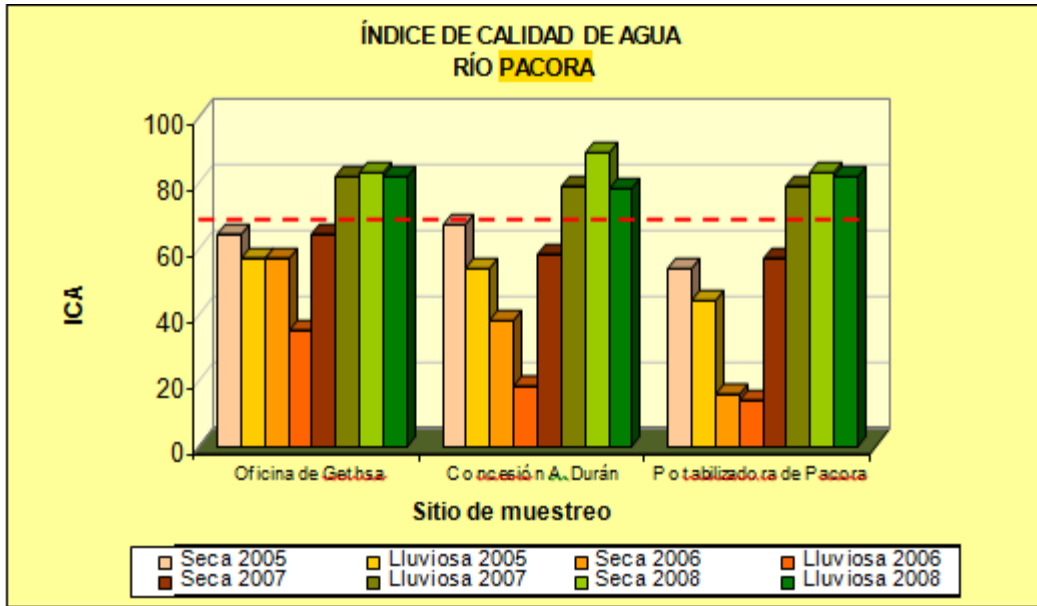
ND: Parametro no determinado.

Cuadro No. 3. Resultados de parámetros de calidad de agua analizados en el Río Pacora.

Año	Estación 3							
	Toma de Agua/Potabilizadora							
	2005		2006		2007		2008	
Temporada	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
pH	8.68	7.81	7.94	8.60	6.32	7.42	7.31	7.33
Temp.(°C)	27.50	27.27	28.30	28.40	28.4	28.00	29.05	28.60
Conduc. (mS/m)	16.50	17.00	40.00	44.40	23.6	11.30	17	88.90
Turbiedad	ND	134.50	6.38	6.85	1.19	80.55	9.17	16.00
O.D. (mg/L)	8.62	7.40	9.40	N/D	9.22	6.90	7.2	6.40
O.D. sat. (mg/L)	7.90	7.93	7.79	7.77	7.80	7.84	7.69	7.75
O.D. (% Sat)	109	93	121	ND	118	88	94	83
D.O.D (mg/L)	-0.72	0.53	-1.61	ND	-1.42	0.94	0.49	1.35
DBO5 (mg/L)	2.00	3.43	100.46	43.93	0.4	3.60	1.15	0.96
S.T. (mg/L)	150.00	147.67	398.00	319.50	106.67	116.64	128.5	98.15
S.S (mg/L)	24.00	23.57	58.50	38.45	3.20	16.85	2.85	8.58
S.D (mg/L)	126.00	124.00	339.50	266.50	103.47	94.07	126.41	80.83
NO ₃ ⁻ (mg/L)	<0.400	1.530	1.60	1.12	0.80	0.750	0.24	1.22
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.06	0.25	4.85	0.07	0.27	0.13	0.04	<0.03
Coli.Fec (NMP/100 mL)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coli.Fec	-	-	-	-	575	600.00	150	200
E. Coli	1210	22347	350700	176000	-	-	-	-
E. Coli (UFC/100)	-	-	-	-	-	-	-	-
C. Total	7940	89680	1699800	231000	-	-	-	-
C. Total	-	-	-	-	760	1100.00	300	300
ICA	54	44	16	14	57	79	83	82

ND: Parametro no determinado.

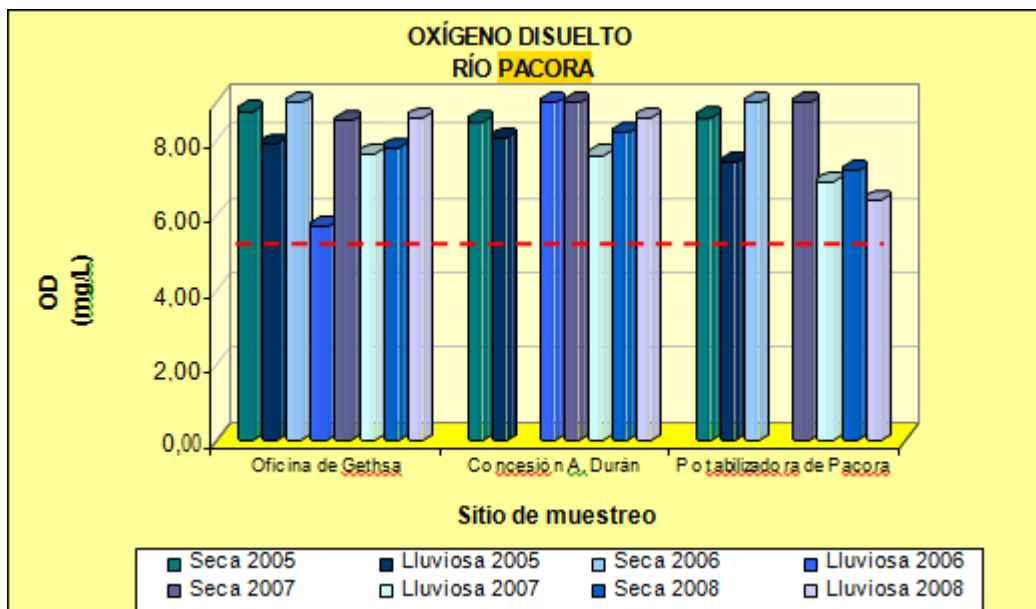
Gráfico No. 1. Índice de calidad de agua en el río Pacora



---- Valor mínimo para aguas de calidad aceptable

El gráfico No. 1 muestra que los índices de calidad de agua estimados para el río Pacora se distribuyen en los rangos de calidad aceptable, calidad de poco contaminada y mala calidad. La mediana se ubica en el rango de calidad de poco contaminada. Se observa que la calidad desmejora a medida que se avanza a los puntos más bajos del cauce. Además se observa un aumento en los índices de calidad en las últimas campañas de muestreo.

Gráfico No. 2. Concentración de oxígeno disuelto en el río Pacora



---- Valor mínimo recomendado para aguas destinadas para abastecimiento para consumo humano con tratamiento convencional

En el gráfico anterior se observa que la concentración de oxígeno disuelto se encuentra por encima del valor mínimo recomendado para aguas para abastecimiento para consumo humano y vida acuática en los tres puntos de muestreo en ambas estaciones climáticas.

Gráfico No. 4. Diagrama de dispersión de la cuenca del río Pacora

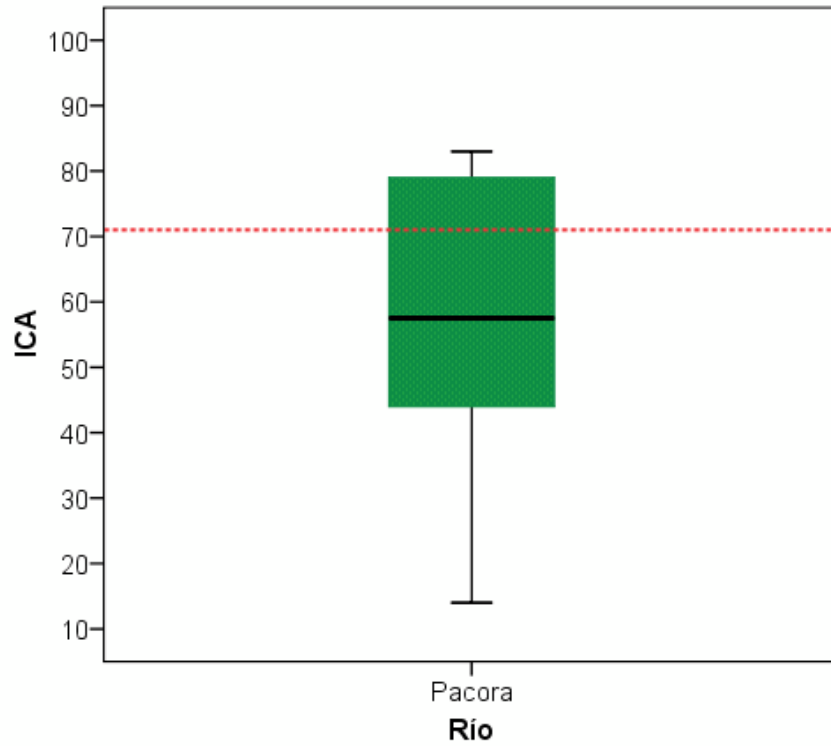
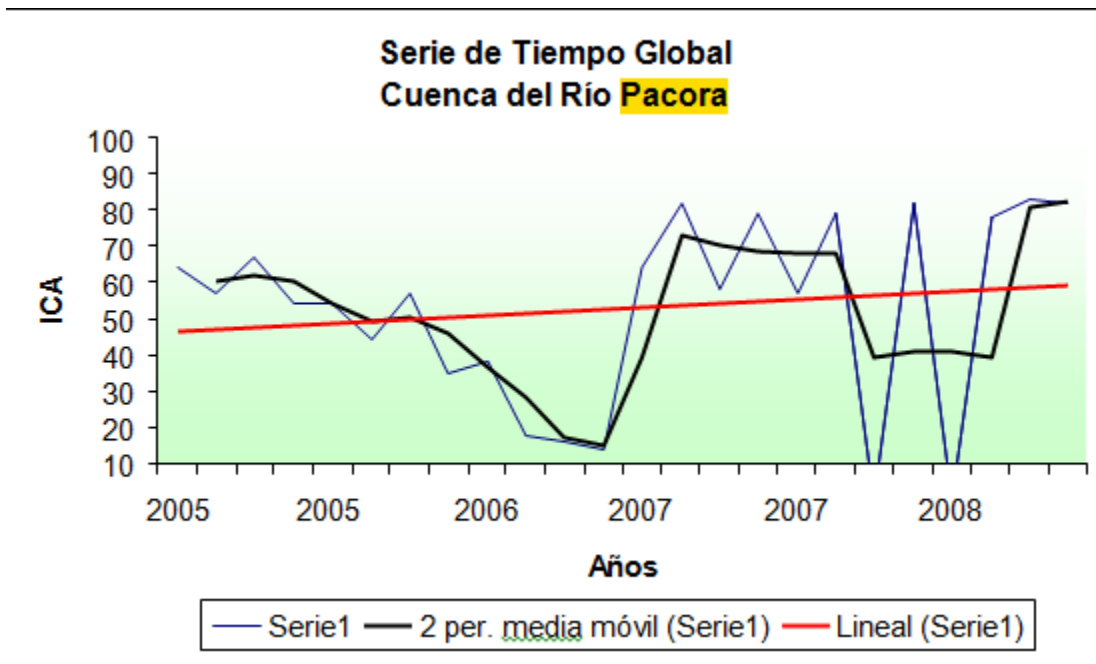


Gráfico No. 5. Serie de tiempo global de la cuenca del río Pacora



- Datos obtenidos de la página web de la ANAM.

En el diagrama de dispersión, gráfico No. 4, se puede observar que la mediana del ICA en el río Pacora se encuentra por debajo de 71 (línea roja), en el rango de calificación del ICA considerado como poco contaminado o calidad regular.

Se observa una alta dispersión en los valores del ICA, donde cerca del 40% de los índices se ubica en el rango de calidad regular o poco contaminado, 25% se encuentra en el rango de contaminado y altamente contaminado o pésima calidad, y el resto, en el rango de buena calidad o calidad aceptable. Aunque los niveles de oxígeno disuelto se encuentran por encima del mínimo recomendado para abastecimiento humano, los niveles de coliformes fecales registrados influenciaron el índice de calidad.

El gráfico No. 325 muestra que la serie de tiempo global presenta variaciones significativas. A pesar de ello, se observa una leve tendencia del ICA a aumentar, lo que sugiere una mejoría en la calidad del agua a través del tiempo.



Niveles del río (msnm) a la altura de carriazo (esta estación forma parte del Sistema de Alerta Temprana (SAT) Pacora) parte de la cuenca alta de pacora del 21 de mayo de 2013 9:00 a.m. al 22 de mayo 12:00 a.m.

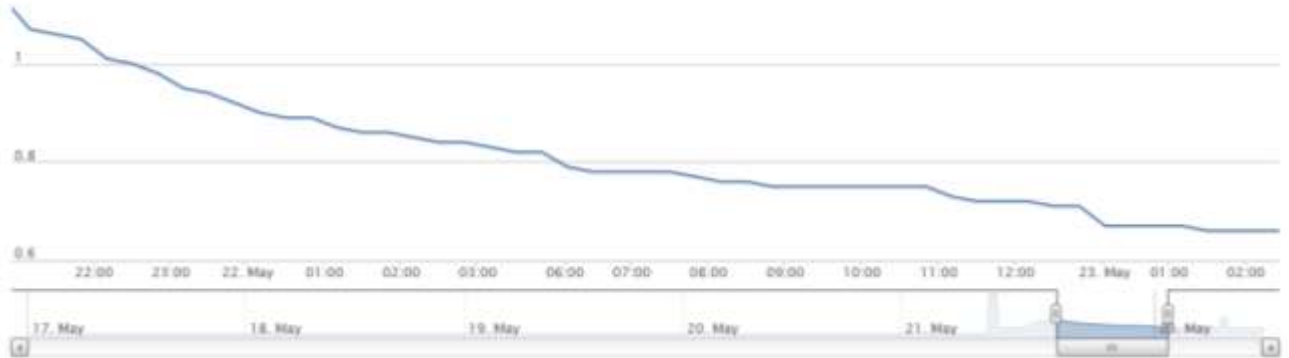


Niveles del río a la altura de la estación de carriazo parte de la cuenca alta de pacora del 22 de mayo de 2013 al 23 de mayo de 2013.

Nivel - Estacion CARRIAZO

Zoom **Sem. Día Todo**

Desde **May 21, 2013** Hasta **May 23, 2013**



Datos sacados de la página de ETESA.

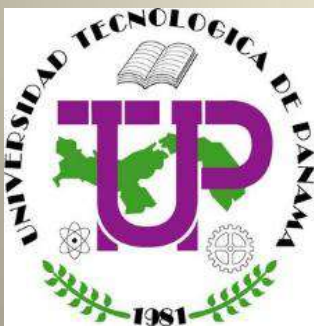
Anexo 2

Informe del Grupo #2

Curso de Hidrología Superficial: Monitoreo de cuencas Hidrográficas

PACORA, PANAMÁ 20-24 DE MAYO
DE 2013

REPORTE FINAL DE LAS ACTIVIDADES DE
CAMPO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRAULICAS E
HIDROTECNICAS

CURSO DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL: MONITOREO DE
CUENCAS HIDROGRÁFICAS “CUENCA ALTA, MEDIA Y BAJA
DEL RIO PACORA”

CIUDAD DE PANAMA, DEL 20 AL 24 DE MAYO DE 2013

INSTRUCTORES:

JOSÉ FÁBREGA, PhD., UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMA

CHAT JAFVERT, PhD., PURDUE UNIVERSITY

FRED OGDEN, PhD., UNIVERSITY OF WYOMING

ALEXANDER ESQUIVEL, MSc., UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

REALIZADO POR:

CASTILLO, VERÓNICA

FRANCO, ANA KAREN

SUGASTI, LOURDES

GONZALEZ, JAIME

NOEL, JOB

VIERNES 24 DE MAYO DE 2013.



INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
I INTRODUCCIÓN.....	
II MARCO TEÓRICO.....	
III METODOLOGÍA.....	
3.1 AFORO	
3.2 CALIDAD DEL AGUA EN CAMPO Y LABORATORIO	
3.3 INSTALACIÓN DE EQUIPOS	
IV RESULTADOS.....	
4.1 CAUDAL	
4.2 CONTENIDO DE SEDIMENTOS EN RÍO UTIVE, POR EL TIEMPO QUE SE ESTUVO EN EL SITIO DE MONITOREO.	
4.3 RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA	
4.4 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE CALIDAD DEL AGUA CON LA NORMA DE AGUA POTABLE DE PANAMÁ	
V CONCLUSIONES.....	
VI POSIBLES TEMAS DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA Y CIENTÍFICA.....	
VII BIBLIOGRAFÍA.....	



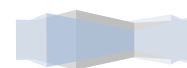
INTRODUCCION

Este documento presenta las experiencias y actividades realizadas durante el Curso de Hidrología Superficial: Monitoreo de Cuencas Hidrográficas “Cuenca Alta, Media y Baja del río Pacora”, realizado por nosotros estudiantes de último año y de tesis, de diversas ingenierías y universidades.

El seminario es parte de las actividades organizadas dentro del marco del proyecto del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH), de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) , COL07-036.

Este se realizó en el salón de conferencias 305 del edificio de Postgrado, en campo en los sitios de toma de agua de la planta potabilizadora del IDAAN en Pacora y en las orillas del río Utivé y en el salón de reuniones del CIHH.

El seminario se realizó del 20 al 24 de mayo y se contó con la participación de expertos nacionales e internacionales, dedicados al estudio del monitoreo de las aguas superficiales, medición e investigación.



MARCO TEORICO

DESCRIPCIÓN Y DATOS GENERALES: CUENCA DEL RIO PACORA

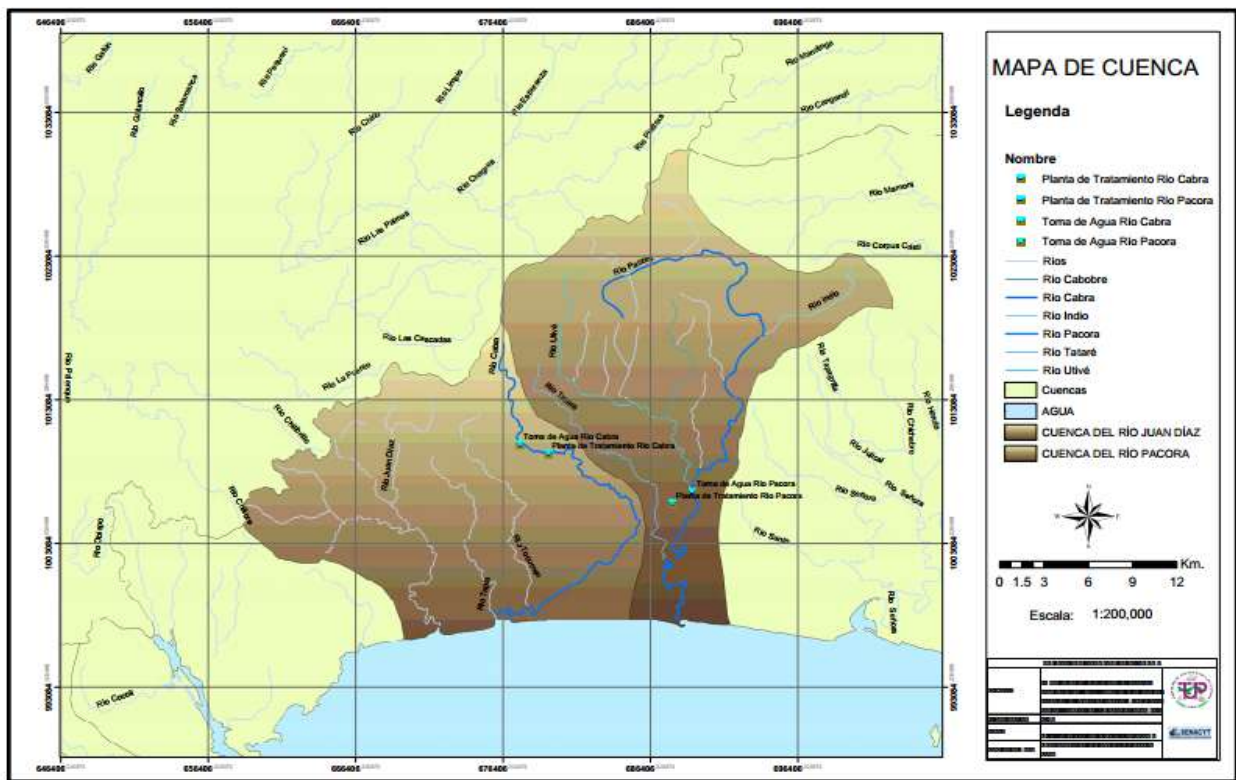
- ❖ **LOCALIZACIÓN:** La cuenca del río Pacora se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Panamá.
- ❖ **COORDENADAS:** Entre las coordenadas 8° 00' y 8° 20' de latitud norte y 79° 15' y 79° 30' de longitud oeste.
- ❖ **SUPERFICIE:** Ocupa una superficie de 388 Km², representando el 0.46% del territorio nacional.
- ❖ **LÍMITES:** Sus límites naturales son: Por el norte, con la Cuenca del Río Chagres; por el sur, con la Bahía de Panamá; por el este, con la cuenca del Río Bayano; y por el oeste, con la Cuenca del Río Juan Díaz. Es considerada una de las cuencas prioritarias del país.
- ❖ **LONGITUD:** Está drenada por el río Pacora, con una longitud total de 48 Km, que corre desde las montañas de la Cordillera Central hasta el Océano Pacífico.
- ❖ **AFLUENTES:** En su camino recoge aguas procedentes de importantes afluentes, como el Río Tataré, Río Utivé, Río Cabobré y Río Indio. El área de drenaje total de la cuenca es de 364 Km² hasta la desembocadura al mar.
- ❖ **CONFIGURACIÓN DE LA SUPERFICIE:** Se presenta una configuración de la superficie caracterizada por montañas, cerros y llanuras.
- ❖ **ELEVACIÓN MEDIA Y PUNTO MÁS ALTO:** La elevación media de la cuenca es de 230 msnm y el punto más alto se encuentra en el Cerro Jefe, ubicado al oeste de la cuenca, con una elevación máxima de 1,007 msnm.
- ❖ **CLIMA:** Se presentan dos tipos de clima, templado tropical de sabana que representa el 60% de la superficie total de la cuenca, y el clima tropical húmedo que representa el 40%.
- ❖ **PRECIPITACIÓN:** La cuenca registra una precipitación media anual de 2,616 mm; se observa además una disminución gradual desde el interior de la cuenca, donde se presentan valores de 3,000 mm hacia el litoral con lluvias de 2,000 mm. El 89% de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre.
- ❖ **ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD:** Esta cuenca presenta un índice de disponibilidad relativa anual de 5.11, lo que indica que hay disponibilidad del recurso, a pesar que durante la temporada seca experimenta algunos valores bajos en cuanto a la oferta para suministrar la demanda (ANAM, 2007).
- ❖ **ECOSISTEMAS:** Se presentan ecosistemas diversos representados en tres zonas de vida: bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo premontano y bosque húmedo tropical, el más representativo dentro de toda la cuenca. La vegetación está representada por áreas cubiertas por bosque, área de rastrojos, humedales y áreas agrícolas (cultivos anuales).



- ❖ **CARACTERÍSTICAS DE POBLACIÓN Y USOS:** Sólo el 8% de la superficie total de la cuenca es utilizada para usos urbanos, como residenciales de baja densidad, comercio y servicios, instituciones, industria, transporte y comunicación, recreación y áreas verdes. El 82% del corregimiento de Pacora y el 100% del corregimiento de San Martín, son utilizados para usos no urbanos.

La población estimada para el año 2000 fue de 60,905 personas. La población se dedica principalmente a la producción de arroz y maíz para su subsistencia, papaya, guayaba, marañón, aguacate, naranja, limón, toronja, café y coco. Además de la explotación de ganado vacuno y porcino.

En esta cuenca no existen áreas protegidas. En esta cuenca se encuentra el distrito de Panamá, corregimiento de Pacora y San Martín. Los grupos humanos que habitan esta área son hispano-indígenas y afro-antillanos.



Cuenca del río Pacora. <http://www.utp.ac.pa/monitoreo/pdf/mapa.pdf>

METODOLOGIA

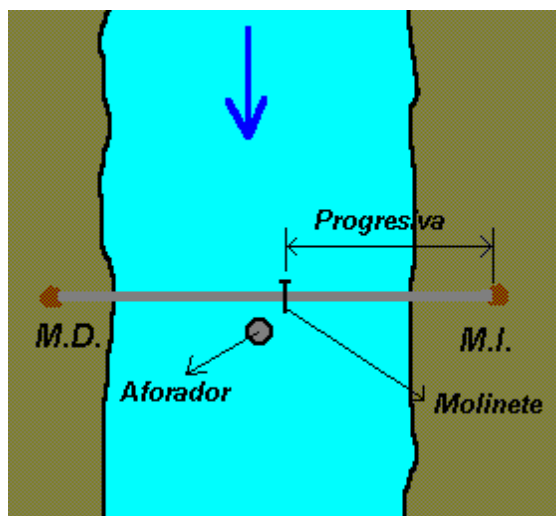
AFORO POR VADEO

Se lo utiliza en ríos de escasa profundidad y velocidad, y casi siempre en canales y acequias.

El equipo utilizado normalmente es un molinete suspendido por barra.

Es un método muy recomendado porque permite que el operador, una vez que identificó el punto de medición, pueda recorrer y detectar cualquier cambio del fondo al detalle, aunque el agua sea turbia.

Para determinar la distancia horizontal se tiende una cinta métrica común de margen a margen, de tal manera que el aforador, donde considere necesario, ubique la vertical directamente leyendo de la cinta (es la progresiva de esa vertical):



Por convención, y para uniformizar criterios, se afora desde la margen izquierda (M.I.) hacia la margen derecha (M.D.). Se las identifica en terreno mirando hacia aguas abajo.

Para efectuar correctamente esta operación debe tratar de:

- Orientar bien el molinete.
- Determinar con cuidado las distancias horizontales (controlar que esté bien tensa la cinta métrica).
- Que la barra no se hunda en el fondo y que se mantenga la verticalidad.
- Situarse lo más lejos posible del molinete (hacia aguas abajo y a un costado de la hélice) para que no se distorsione la corriente de agua.



METODOLOGIA

CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

INSTALACION DE EQUIPOS

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA CON EL EQUIPO ISCO 6712 EN LA PARTE BAJA DEL RÍO PACORA.



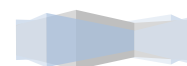
El equipo ISCO, como el de la imagen que se muestra, toma muestras de agua según la programación que se desea y el propósito del estudio. Para la parte baja de la cuenca del río Pacora, la toma de muestra se realiza en la toma de agua de la planta potabilizadora de esta región.

El caudal del río Pacora según expertos que nos acompañaron el día 21 de mayo, el caudal del río se encontraba en entre unos 3 o 4 m³/s. Procedimos a instalar el equipo a un costado de los desarenadores de agua.



Antes de explicar el proceso que se realizó con el equipo ISCO, mostraremos el área de trabajo para este día. Las condiciones climáticas indicaban previos eventos de lluvia y percibimos una alta humedad y un día soleado.

En la imagen que se muestra a la izquierda, se puede observar el río Pacora desde la



toma de agua de la planta del IDAAN. En la siguiente imagen se muestra el sitio de instalación del equipo ISCO. El Lic. Esquivel explicó algunas particularidades de este equipo como: el equipo limpia los tubos de succión entre muestreos, hay que programar el equipo según el largo del tubo de succión, hay que indicarle la altura, tiene una capacidad de muestreo para 24 botellas de 1 litro. Como los análisis que se realizarían serían inorgánicos las botellas eran plásticas, el equipo puede muestrear según el tipo de flujo que se desee, el nivel, la intensidad de los eventos de lluvia y se recibe la información registrada por medio de telemetría; para este punto no hay buena señal por lo que se tiene que ir al sitio a tomar los datos, da reporte virtual del último muestreo y la tubería para este sitio es de 25 pies, se utiliza el programa estándar, se pueden tomar muestras simples y compuestas, utiliza el sistema métrico o internacional.



Explicó también los cuidados que hay que tener al momento de utilizar el equipo como revisar el brazo que gira alrededor de cada botella y la altura de las botellas, porque puede detener el movimiento del brazo giratorio.

PASOS REALIZADOS EN EL SITIO

1. Conexión de la batería al equipo.
2. Verificación de la cantidad de botellas dentro del equipo.
3. Verificación del brazo giratorio.
4. Se utilizó el programa en la función normal y se mando a girar el brazo a la botella 24.
5. Se le indicó al programa el largo de la tubería de succión.
6. Se introdujo la sonda al sitio de toma de muestra.
7. Se tomó una muestra de prueba, para calibrar la cantidad de agua que se requería para las pruebas de laboratorio. Es preferible utilizar una probeta para esta tarea.
8. Se programó para tomar una muestra de 600 ml cada seis horas, una botella por evento de muestreo, esto se hizo a las 10:30 am del 21 de mayo.





En la imagen de la izquierda se muestra el interior del equipo y su caratula y el panel de control, en la imagen de la derecha se muestra el sitio de introducción de la sonda.



El panel de control permite realizar de manera fácil la programación de la toma de muestras, el botón rojo es para detener, el botón con símbolo de interrogación y fondo amarillo es para ayuda, el botón con una flecha apuntando a la izquierda sirve para indicar bombeo o inyección de flujo, tiene botones para desplazarse en el menú a izquierda, derecha, arriba y abajo y poner la bomba en reversa.

Las muestras fueron recogidas al día 22 de mayo a las 11:52 am. Fueron retiradas del equipo ISCO y confinadas en una hielera con hielo, para mantener condiciones estables.



METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA CON EL EQUIPO ISCO 6712 EN EL RÍO UTIVÉ.

La instalación del equipo ISCO en este río se realiza dentro de los terrenos de una caballeriza, el sitio es distinto al antes mencionado y las condiciones climáticas observadas para el día 21 de mayo fueron: alta humedad, suelo lodoso y el cielo parcialmente nublado.

La toma de muestras se realiza directamente en el río, donde es colocada la sonda, el largo de la tubería es de 98 pies unos 30 metros.

PASOS REALIZADOS EN EL SITIO

1. Conexión de la batería al equipo.
2. Verificación de la cantidad de botellas dentro del equipo.
3. Verificación del brazo giratorio.
4. Se utilizó el programa en la función normal y se mando a girar el brazo a la botella 24.
5. Se le indicó al programa el largo de la tubería de succión.
6. Se introdujo la sonda al sitio de toma de muestra.
7. Se tomó una muestra de prueba, para calibrar la cantidad de agua que se requería para las pruebas de laboratorio. Es preferible utilizar una probeta para esta tarea.
8. Se programó para tomar una muestra de 400 ml cada seis horas, una botella por evento de muestreo, esto se hizo a las 11:15 am del 21 de mayo.



En la imagen de la izquierda se puede observar la introducción de la sonda al río Utivé y en la imagen de la derecha la programación del equipo por una compañera del curso.

El día 22 de mayo se recogieron las muestras y se confinaron en una hielera para preservar las muestras, se observó una crecida del río, la fuerza de la corriente cambió la posición de la sonda colocándola en la orilla izquierda del río.





En la imagen de la izquierda se muestra el río con las condiciones encontradas el día de recogida de las muestras, en la imagen de la derecha se muestran las compañeras de curso recogiendo las muestras para refrigerarlas.



En la imagen de la derecha se muestra el sitio en donde se encontró la sonda, arrastrada por la corriente, para este día y condición especial se verificó la condición del equipo y se exploró el área, como se muestra en la imagen de la derecha, la corriente del río arrastró restos orgánicos y removió vegetación de las orillas del río.

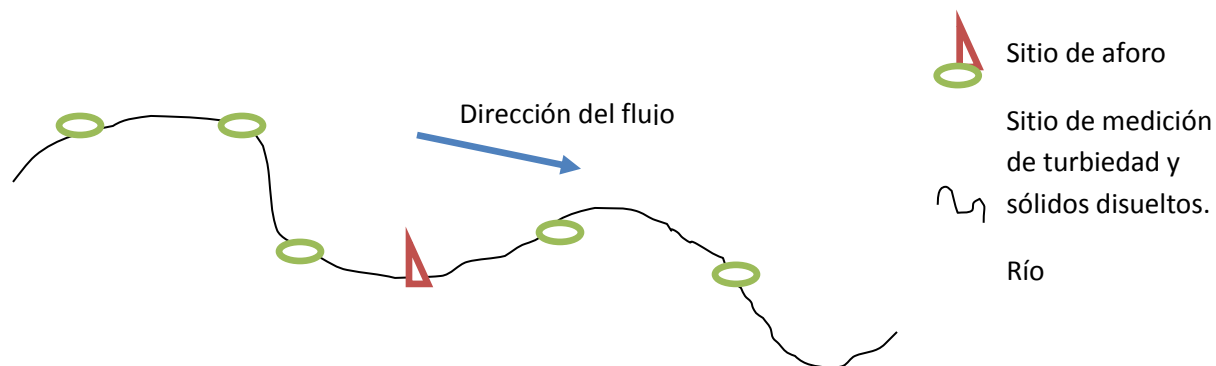


METODOLOGIA

CALIDAD DEL AGUA EN CAMPO

METODOLOGÍA SEGUIDA PARA LA TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA IN SITU EN EL RÍO UTIVÉ.

Se utilizó un colorímetro (DR/890), para medir sólidos suspendidos y turbiedad en 5 puntos tomando como referencia el sitio de aforo. Tres sitios aguas arriba y dos sitios aguas abajo



PRUEBA DE TURBIEDAD

La toma de la muestra se realizó en una celda de muestra de 10 mL, se limpió la celda tres veces con el agua del río y se procedió a tomar la muestra. Para esto se sumerge superficialmente la celda y se toma en dirección a la corriente, como se muestra en la siguiente imagen. Luego de tomar la muestra se procede a analizar, se debe tener un blanco,



con agua destilada para poder calibrar el equipo.

Se siguen los siguientes pasos:

1. se introduce el número del programa en el espectro fotómetro para turbiedad. Que es el PGRM 95. Aparecerán las unidades de FAU que son UNT.
2. Se limpia con un papel toalla la celda para evitar huellas o manchas.
3. Se oprime enter.
4. Se introduce el blanco en el espectro fotómetro, se cubre con la tapa del aparato y se presiona cero.
5. Nuevamente se limpia con un papel toalla la celda para evitar huellas o manchas.
6. Luego se introduce la celda que contiene la muestra de agua del río y se oprime read.



PRUEBA DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS

Para un mismo punto de muestreo in situ se utilizó una sola muestra de agua en la celda de 10 mL. El procedimiento para obtener la muestra fue el mismo que para turbiedad.

Se siguen los siguientes pasos:

1. se introduce el número del programa en el espectro fotómetro para turbiedad. Que es el PGRM 94. Aparecerán las unidades de mg/L que son unidades para este parámetro.
2. Se oprime enter.
3. Se limpia con un papel toalla la celda para evitar huellas o manchas.
4. Se introduce el blanco en el espectro fotómetro, se cubre con la tapa del aparato y se presiona cero.
5. Nuevamente se limpia con un papel toalla la celda para evitar huellas o manchas.
6. Luego se introduce la celda que contiene la muestra de agua del río y se oprime read.



En esta imagen se muestra el espectro fotómetro en el momento que se iba realizar la medición de la muestra y se esperaban los resultados para sólidos suspendidos en un punto aguas abajo del punto de aforo.



METODOLOGIA

CALIDAD DE AGUA EN LABORATORIO

METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL LABORATORIO PARA LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA TOMADAS EN EL RÍO UTIVÉ.

pH

Equipos y materiales:

- Equipo OAKTON pH 6
- Vaso químico
- Agua destilada

Procedimiento:

1. Coloque aproximadamente 200 mL de la muestra en un vaso químico.
2. Limpie los electrodos del sensor del equipo OAKTON pH 6 con agua destilada.
3. Introduzca el sensor de pH en el vaso químico o el recipiente de muestreo con la muestra, espere que se estabilice y anote el resultado.

TURBIEDAD

Equipos y materiales:

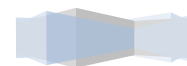
- Colorímetro(DR/890)
- Agua destilada
- Celda de muestra de 10 mL

Procedimiento:

1. Introduzca el número del programa para sólidos suspendidos en el espectro fotómetro. Presione PRGM, 95 y enter.

Mezcle 500 mL de la muestra en un mezclador a alta velocidad por exactamente dos minutos. Nota: de no tener un mezclador, agregue la muestra en un vaso químico y revuelva con un policial.

2. Vierta la muestra mezclada en un vaso químico de 600 mL.



3. Llene una celda de muestra con 10 mL de agua destilada. Nota: Limpie la superficie de la celda con un limpión suave. Para muestras con colores altos, use una porción de la muestra filtrada en lugar de agua destilada.
4. Coloque el blanco en la celda del aparato y cúbralo con la tapa.
5. Presione cero. El aparato mostrará 0 FAU.
6. Coloque 10 mL de la muestra preparada en una celda de muestra preparada en una celda de muestra. Nota: Limpie la superficie de la celda con un limpión suave.
7. Coloque la muestra preparada en la celda del aparato y cúbralo con la tapa.
8. Presione read.
9. Seguidamente el aparato mostrará el resultado en mg/L.
10. Anote los resultados.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (POR MÉTODO FOTOMÉTRICO DE 0 A 750 MG/L

(Colorímetro DR/890. Método 8006, rango de 0 a 750 mg/L, para aguas servidas o de mar)

- a. Inicialmente el analista de pruebas, revisa y verifica que el colorímetro, se encuentre en buen estado y con todos sus elementos anexos presentes;
- b. Luego, procede a escoger la programación del mismo, seleccionando el software de sólidos suspendidos (tecla 7), luego coloca el código 94 (número específico del programa) y presiona enter para continuar, el equipo le mostrara en su pantalla la medida mg/L SuSld para sólidos suspendidos; de esta manera, da inicio a la medición en el colorímetro.
- c. El analista de pruebas, procede a verter el líquido en los dos o más viales (las muestras y el blanco), tomando como medida de requisito, 10mL del vial.
- d. Posteriormente, el blanco (agua destilada) se introduce en la parte superior del equipo, para ser tapado en su totalidad y de esta manera calibrar el colorímetro; se presiona el icono cero y luego de unos segundos el instrumento mostrara en su pantalla la lectura.
- e. Seguidamente, el analista de pruebas, toma la muestra a analizar, para taparla y agitarla aproximadamente por unos 2 min, homogenizando uniformemente la sustancia.
- f. Continuando con la limpieza de los viales con papel toalla o se lavan con agua destilada para eliminar las posibles huellas o marcas, que puedan afectar la medición o lectura.
- g. El analista de pruebas, coloca el vial de la muestra en el equipo, lo tapa y procede a tomar su lectura.



PRUEBA DE DQO (0 A 1500 MG/L COD) (MÉTODO 8000)

Equipo y materiales:

muestras de agua y COD Reactor – HACH

- Viales
- Pipeta de 2 mL
- Agua destilada.
- Gradilla.
- Espectrofotómetro Portátil HACH- DR/6000

Procedimiento:

1. Homogenice 100 mL de la muestra por 30 segundos.
2. Para los rangos de 0 a 1500 mg/l o para mejorar la reproducibilidad de los otros rangos, colocar la muestra homogenizada en un mezclador de 250 mL y mezclar gentilmente.
3. Calentar el Reactor COD. Precalentar a 150 °C, colocar el escudo de protección frente al reactor.
4. Remover las tapas de dos viales de DQO (asegurarse utilizar los viales adecuados para el rango escogido).
5. Inclinar un vial en un rango de 45°. Utilizar una pipeta volumétrica limpia y adicionar 2 mL de la muestra al vial. Esta será la muestra preparada.
6. Inclinar un segundo vial en un ángulo de 45°. Utilizar una pipeta volumétrica limpia y adicionar 2 mL de agua destilada al vial. Este será el blanco.
7. Tapar los viales rápidamente y limpiar el exterior con un papel toalla limpio.
8. Agitar los viales gentilmente, colocarlos en el reactor COD. Las muestras se calentaran durante el mezclado.
9. Luego de colocar los viales en el reactor estos se calentaran por dos horas.
10. Apagar el reactor. Esperar cerca de 20 minutos para que los viales enfrien a 120 °C o menos.
11. Invertir cada vial mientras este caliente. Colocarlos dentro de una gradilla hasta que enfrien totalmente.
12. Proceder con la determinación calorimétrica.

Determinación Colorimétrica

1. Tocar Hach Programs y seleccionar 435 DQO RA. Presionar STAR (inicio).
2. Limpiar el exterior de los viales con un papel toalla limpio para remover las marcas de los dedos u otras marcas.
3. Instalar el adaptador de 16 mm. Colocar el blanco dentro del adaptador.
4. Presionar ZERO. La pantalla mostrará 0 mg/l COD.
5. Cuando el temporizador suene, colocar el vial dentro del adaptador. Presionar READ (leer). Los resultados se mostrarán.



PRUEBA DE FOSFATO (0.06 A 5.00 MG/L DE FOSFATO) (MÉTODO 8048)

Equipo y materiales:

- Viales
- Adaptadores
- Vaso químico
- Espectrofotómetro Portátil HACH- DR/6000
- Reactivo Phos Ver 3

Requisitos de las muestras:

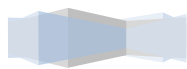
Una vez tomadas las muestras en campo, por un personal idóneo del CIHH, estas deben ser mantenidas en un lugar y ambiente seguro, para que no sufran alteraciones, y ser trasladadas al laboratorio donde se le realizaran las pruebas.

Dichas muestras, deben ser manejadas con precaución, debido a que si está, no se preserva a una temperatura de 4°C, puede alterar la lectura o mediciones de las mismas.

Procedimiento de Reactivo de Fósforo (HACH 8048):

1. Inicialmente el analista de pruebas, revisa y verifica que el espectrofotómetro, se encuentre en buen estado y con todos sus elementos anexos presentes;
2. Luego, procede a seleccionar la programación del mismo, tocando el botón de Hach Programs, para seleccionar el programa de 535 P React. PV TNT.
3. Use una pipeta para verter 5 ml de la muestra en el vial en donde está el reactivo del fósforo, tape el vial y mézclelo.
4. Seguidamente, se limpian los viales con papel toalla o se lavan con agua destilada para eliminar las posibles huellas o marcas, que puedan afectar la medición o lectura.
5. Se instala el adaptador de 16-mm dentro del equipo Hach, luego se coloca el vial dentro del adaptador.
6. Se presiona la tecla *CERO* y en la pantalla se mostrará 0.00 mg/L de fosfato.
7. Con la ayuda de un embudo se le agrega al vial el reactivo en polvo del fosfato (PhosVer3).
8. Se tapa el vial estrechamente y se agita por un tiempo de 10-15 segundos. El polvo no se disolverá por completo.
9. Luego, presiona el icono de tiempo, para que por 2 minutos ocurra el tiempo de reacciones. Las muestras se leen entre los 2 y 8 minutos después de haberle añadido el polvo de fosfato.
10. Limpie nuevamente el vial con una toallita húmeda, luego con una toallita seca, le vuelve a pasar, para remover las huellas de los dedos y cualquier contacto con el vial.

11. Cuando el temporizador suene, se coloca el vial en el adaptador de celdas en el equipo Hach.
12. Presione la tecla *MEDICIÓN* y el resultado le aparecerá en mg/L de fosfato.



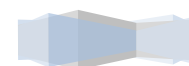
RESULTADOS

CAUDAL

Hoja de Campo
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas
Sección de Hidráulica

Fecha: 21 de mayo, 2013.		Hora inicial: 12:50 PM	
		Hora Final: 1:35 PM	
LOCALIZACION DEL AFORO			
Provincia: Panamá Distrito: Panamá Corregimiento: Pacora		Condiciones Climáticas: Húmedo	
Coordenadas UTM WSG 84	N 1012639	E 684306	
Sitio de Aforo:			
Río Utivé (Caballeriza)		Cuenca No. 146	
EQUIPO			
Aforadores: Castillo Veronica, Franco Ana Karen, Noel Job, Sugasti Lourdes			
Instrumentación: SWOFLER 2100			
METODO DE AFORO			
Vadeo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bote	Condiciones Climáticas: Húmedo
Cable	<input type="checkbox"/>	Puente	
Guía	<input type="checkbox"/>		

DISTANCIA (m)	SECCION		VELOCIDAD MEDIDA (m/s)		
	Profundidad (m)	Ancho (m)	0.2h	0.4h	0.8h
0					
0.5	0.15	0.5		0.08	
1.0	0.33	0.5		0.15	
1.5	0.38	0.5		0.20	
2.0	0.45	0.5		0.24	
2.5	0.61	0.5	0.14		0.21
3.0	0.63	0.5	0.06		0.18
3.5	0.60	0.5	0.15		0.19
4.0	0.62	0.5	0.14		0.18
4.5	0.53	0.5		0.10	
5.0	0.24	0.5		0.14	



5.5	0.36	0.5		0.02	
6.0	0.26	0.5		0.06	
6.5	0.22	0.5		0.01	
7.0	0.10	0.5		0.00	
7.5	0.10	0.6		0.00	

Distancia (m)	Sección		Velocidad medida (m/s)			Velocidad	Area	Caudal parcial	Observaciones
	prof (m)	ancho (m)	0.2 h-Sup	0.4 h	0.8 h Sup	media (m/s)	m ²	m ³ /s	
0.00	0	0.000		0.000		0.040	0.120	0.005	MD
0.50	0.15	0.500		0.080		0.115	0.178	0.020	
1.00	0.33	0.500		0.150		0.175	0.208	0.036	
1.50	0.38	0.500		0.200		0.220	0.265	0.058	
2.00	0.45	0.500		0.240		0.120	0.310	0.037	
2.50	0.61	0.500	0.140		0.210	0.175	0.308	0.054	
3.00	0.63	0.500	0.060		0.180	0.120	0.305	0.037	
3.50	0.60	0.500	0.150		0.190	0.170	0.288	0.049	
4.00	0.62	0.500	0.140		0.180	0.050	0.193	0.010	
4.50	0.53	0.500		0.100		0.120	0.150	0.018	
5.00	0.24	0.500		0.140		0.080	0.155	0.012	
5.50	0.36	0.500		0.020		0.040	0.120	0.005	
6.00	0.26	0.500		0.060		0.035	0.080	0.003	
6.50	0.22	0.500		0.010		0.005	0.050	0.000	
7.00	0.10	0.500		0.000		0.000	0.030	0.000	
7.60	0.10	0.600		0.000		0.000	0.000	0.000	MI
TOTALES	0.37	7.60				0.092	2.76	0.344	



CONTENIDO DE SEDIMENTOS EN RÍO UTIVÉ, POR EL TIEMPO QUE SE ESTUVO EN EL SITIO DE MONITOREO

UBICACIÓN	DISTANCIA (m)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)
RIO ARRIBA	15	3
	15	1
	15	0
PUNTO DE AFORO		
RIO ABAJO	15	6
	15	4

$$\text{contenido de sedimento} = Q * C * \Delta t$$

$$Q = 0.34 \frac{m^3}{s}$$

$$C = \frac{3 + 1 + 0 + 6 + 4}{5} = 2.8 \frac{mg}{L}$$

$$\Delta t = 2 \text{ hr}$$

$$\text{contenido de sedimento} = 0.34 \frac{m^3}{s} * 2.8 \frac{mg}{L} * 2 \text{ hr} * \frac{1000 L}{m^3} * \frac{3600 s}{hr}$$

$$\text{contenido de sedimento} = 6854400 \text{ mg}$$

$$\text{contenido de sedimento} = 6854.4 \text{ gramos}$$



CALIDAD DE AGUA: RESULTADOS DE CAMPO

UBICACIÓN	DISTANCIA (m)	TURBIERDAD (NTU)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)
RIO ARRIBA	15	4	3
	15	6	1
	15	0	0
PUNTO DE AFORO			
RIO ABAJO	15	4	6
	15	6	4

CALIDAD DE AGUA: RESULTADOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE MUESTRAS				
PARAMETRO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
pH	7.44	7.67	7.31	7.38
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)	8	11	225	101
TURBIEDAD (FAU)	9	11	249	135
DQO (mg/L)	144	61	141	30
PO ₄ (mg/L)	0.41	0.19	0.27	0.25



**COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE CALIDAD DEL
AGUA CON LA NORMA DE AGUA POTABLE DE PANAMÁ COPANIT 23-395-99**

ANÁLISIS DE MUESTRAS					COMPARACION
PARAMETRO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	COPANIT 23-395-99
Ph	7.44	7.67	7.31	7.38	6.5 – 8.5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)	8	11	225	101	-
TURBIEDAD (FAU)	9	11	249	135	1
DQO (mg/L)	144	61	141	30	-
PO ₄ (mg/L)	0.41	0.19	0.27	0.25	-

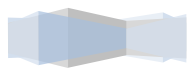
Los valores de pH de las cuatro muestras se encuentran dentro de los valores permitidos por la norma, en cambio los valores de turbiedad de ninguna de las cuatro muestras cumplen con el máximo de 1 UNT, que determina la norma para agua potable. Los demás parámetros no cuentan con valores mínimos ni máximos dentro de la norma de calidad de agua dispuesta por el IDAAN.



CONCLUSIONES

La experiencia de este seminario de hidrología superficial fue muy importante en nuestra formación como ingenieros ya que hemos aplicado in situ técnicas que solamente habíamos aprendido en el salón de clases.

Nos ha dado una nueva visión para realizar futuras investigaciones, como por ejemplo el monitoreo de sustancias químicas en el agua como hormonas, productos farmacéuticos, productos de aseo personal, insecticidas entre otras que serían de suma importancia para la calidad de agua y para la conservación de la biodiversidad.



POSIBLES TEMAS DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA Y CIENTÍFICA

Después de haber experimentado un seminario de hidrología superficial, nosotros como estudiantes hemos visto que el campo de la hidrología superficial es muy grande y por lo tanto hay una variedad de temas para investigación académica y científica.

Sería muy bueno realizar una sistematización de las cuencas hidrográficas del país para mantener un constante estudio de todas las cuencas y poder controlar y saber que ocurre y porque ocurre con mayor exactitud en las cuencas.

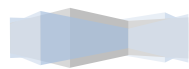
Como posibles temas de investigación estarían como poder mejorar la calidad de agua de los principales ríos de nuestro país para poder tener un mejor manejo de los mismos y utilizarlos como recursos beneficios para los ciudadanos.

Monitoreo de los eventos de lluvia en zonas de inundación para poder estar al tanto de fuertes eventos y poder avisar con anticipación a las poblaciones en peligro.

La realización de estudios de abastecimiento de agua potable para sitios de muy poca accesibilidad y de escasos recursos.

Propagación de técnicas auto sostenibles y de poco valor monetario para mejorar la calidad de agua, como remoción de turbiedad, sólidos suspendidos, bacterias entre otros para comunidades o lugares donde lo necesiten.

Regionalizar las cuencas hidrológicas para estimar la cantidad de agua superficial que se encuentra en los ríos y de esta forma poder tener un control de los caudales de los ríos en las cuencas.



BIBLIOGRAFÍA

- ❖ **INFORME DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE PANAMÁ--COMPENDIO DE RESULTADOS-- AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE--AÑOS 2002 – 2008.** <http://v1.panamacompra.gob.pa/documentosconvertidos/2009-1-08-0-08-LP-008343-ET.Pdf>
- ❖ **AGUA.CALIDAD DE AGUA.TOMA DE MUESTRA PARA ANÁLISIS BIOLÓGICO. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (DGNTI).COMISIÓN PANAMEÑA DE NORMAS INDUSTRIALES Y TÉCNICAS (COPANIT).APDO. 9658 ZONA 4 PANAMÁ REPÚBLICA DE PANAMÁ.** http://www.anam.gob.pa/images/stories/normas_ambientalesdiproca/COPANIT_22_394_ANALISIS_BIOLOGICO.pdf



Vistas Fotográficas





