



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

Trabajo de fin de Carrera Titulado:

**DIATOMEAS EPILÍTICAS COMO BIOINDICADORAS DE  
EUTROFIZACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RIO  
“GUANO”, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Realizado por:

**ING. PAOLA NATHALI AREVALO ORTIZ**

Director del proyecto:

**PHD. PABLO CASTILLEJO**

Como requisito para la obtención del título de:

**MÁSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Quito, 7 de Marzo de 2018

## DECLARACION JURAMENTADA

Yo, PAOLA NATHALI AREVALO ORTIZ, con cédula de identidad # 060479826-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



**Paola Nathali Arévalo Ortiz**

**C.C.: 060479826-4**

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DIATOMEAS EPILÍTICAS COMO BIOINDICADORAS DE  
EUTROFIZACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RIO “GUANO”,  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

Realizado por:

**PAOLA NATHALI AREVALO ORTIZ**

Como Requisito para la Obtención del Título de:

**MÁSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

ha sido dirigido por el profesor

**PABLO CASTILLEJO PONS**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Pablo Castillejo Pons

**DIRECTOR**

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**SUSANA CHAMORRO**

**JUAN CARLOS NAVARRO**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador

  
Susana Chamorro

  
Juan Carlos Navarro

QUITO, 7 de Marzo de 2018

## **Resumen.**

**Objetivo:** El objetivo de este estudio es determinar especies de diatomeas epilíticas bioindicadoras de eutrofización en la microcuenca del río “Guano”, perteneciente a la Provincia de Chimborazo, ubicado al noreste de Riobamba, Ecuador. **Métodos:** Se efectuó el monitoreo durante tres meses consecutivos (junio, julio y agosto del 2017) , en dos estaciones de colecta identificadas como punto limpio y punto sucio, se efectuó la recolección e identificación de especies de diatomeas (Clase Bacillariophyceae), para la determinación del ITCA se utilizaron valores tróficos de 1, 2,5 y 4; además se realizó la medición de parámetros fisicoquímicos para determinar el ICA, **Resultados:** Se obtuvieron 50 especies de diatomeas y 11 parámetros físicos químicos, el análisis de correspondencia canónica (CCA) cuyos resultados indicaron que la demanda biológica de oxígeno, coliformes fecales, fosfatos, sólidos disueltos, sólidos totales y turbidez mostraron una correlación significativa en relación con el gradiente de eutrofización de acuerdo a la abundancia de diatomeas epilíticas en cada punto de muestreo.

### ***Palabras clave:***

*Diatomeas epilíticas/ Bioindicador/ Eutrofización/ Guano / Ecuador*

**Abstract.**

**Objective:** The objective of this study is to determine epilithic diatom species bioindicators of eutrophication in the microbasin of the river "Guano", belonging to the Province of Chimborazo, located northeast of Riobamba, Ecuador. **Methods:** Monitoring was carried out during three consecutive months (June, July and August of 2017), in two collection stations identified as clean point and dirty point, the collection and identification of diatom species (Bacillariophyceae Class) was carried out, for the ITCA determination were used trophic values of 1, 2.5 and 4; In addition, the physicochemical parameters were measured to determine the ICA. **Results:** 50 diatomaceous species and 11 physical chemical parameters were obtained, the canonical correspondence analysis (CCA) whose results indicated that the biological oxygen demand, fecal coliforms, phosphates, Dissolved solids, total solids and turbidity showed a significant correlation in relation to the gradient of eutrophication according to the abundance of epilithic diatoms at each sampling point

**Key words**

*Epilithic diatoms / Bioindicator / Eutrophication / Guano / Ecuador*

## 1. INTRODUCCIÓN

La calidad de los ecosistemas fluviales se ven afectados por diversas actividades antropogénicas que se desarrollan limítrofe o directamente en los cuerpos de agua, estas incorporaciones ocasionan degradación de la calidad del agua provocando un impacto negativo a la salud humana y ambiente, además de modificar el dinamismo fluvial pudiendo verse afectadas características físicas, químicas y biológicas alterando de esta forma el equilibrio ambiental social y estético. (SENAGUA, 2012)

El proceso de eutrofización el cual resulta del aumento de nutrientes principalmente fosfatos y nitratos que pueden ser incorporados a los cuerpos de agua de forma natural o antropogénica, de ser natural la aportación de nutrientes por medio de la lluvia es un poco lento, pero cuando es antrópico se vuelve más dinámico (Roldán, 2008). Estas perturbaciones son ampliamente estudiadas estableciéndose así índices de calidad basados en parámetros físico químicos como pH, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, turbidez entre otros, además del estudio de bioindicadores que en la actualidad permiten tener una visión más amplia sobre el nivel de degradación del agua (Ruiz et al., 2007).

Los índices de calidad de agua surgen como una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico que consiste en la integración de uno o más parámetros que sirven como expresión de la calidad de agua (Torres et al., 2010). Reolón, director de la calidad ambiental de Buenos Aires, Argentina en el 2010 estableció que los índices de calidad de agua se clasifican según el parámetro de control utilizado; Índices bióticos: se basan en fauna acuática como microorganismos bentónicos o epilíticos, macroinvertebrados, peces, etc. Índices hidromorfológicos: se basan en el régimen hidrológico, la continuidad del río y sus condiciones morfológicas. Índices fisicoquímicos: se basan en el conjunto de parámetros físicos y químicos para determinar el estado actual de los cuerpos de agua.

Un bioindicador es característico de un medio ambiente, mide y cuantifica la magnitud del estrés, determina características del hábitat. El uso de bioindicadores está enfocado no solo a medir la salud del ecosistema acuático, sino también para determinar el impacto potencial al ámbito humano, especialmente el económico. Los beneficios del uso de bioindicadores son datos fácilmente accesibles, los resultados puede expresarse numéricamente, proveen información mejor que otros descriptores para cierto tipo de contaminación. Entre los grupos de organismos que pueden ser empleados como indicadores de calidad de agua están las bacterias, protozoarios, algas macroinvertebrados, macrófitas, peces.(Lanza et al., 2000).

En los años 70 el uso de diatomeas como bioindicadoras de calidad de agua ya se había extendido a nivel internacional principalmente en Europa donde se desarrollaron índices para evaluar la calidad de agua de ecosistemas fluviales. Estos garantizaron la eficiencia de los índices biológicos basados en diatomeas para la determinación del estado ecológico y monitoreo ambiental de los cuerpos de agua dulce. (Ortega, 2008).

Las diatomeas (Bacillariophyceae) son algas microscópicas unicelulares, eucariotas y autótrofos, presentan características biológicas muy particulares como su distribución en el espacio y elevada capacidad de colonizar aguas con un grado de perturbación extremo (Goma et al., 2003). Su taxonomía y clasificación ha cambiado bastante en las últimas 3 décadas y a raíz del desarrollo de microscopios electrónicos que revelaron un gran número de características morfológicas de la pared celular que no habían sido observadas anteriormente mediante la utilización de la microscopía de luz (Morales et al., 2006). Hasta la fecha existen más de 250 géneros vivos de diatomeas y muchos nuevos géneros (Lobo et al., 2006), junto a un estimado de 50-100 nuevas especies, se publican cada año a través de estudios combinados de microscopía de luz y electrónica, principalmente de barrido (Fourtanier & Kociolek 1999, 2003).

El uso de diatomeas epilíticas como indicadores biológicos de calidad del agua, se debe a su respuesta a perturbaciones ambientales de tipo químico o las ocasionadas por un exceso de materia orgánica. Se constituyen como el grupo más adecuado para desarrollar estudios de calidad del agua, dado que se dispone de una extensa información de las exigencias ecológicas de cada taxón, las muestras son fáciles de recolectar y manipular, además que se pueden fijar y conservar durante mucho tiempo haciéndolas aptas para cualquier posible revisión taxonómica (Farfán, 2016).

Estudios desarrollados a nivel internacional nos sirven como referencia para el seguimiento de la metodología. Algunos ejemplos más destacados de estos trabajos realizados internacionalmente son en Japón el índice biótico Descy que emplea diatomeas epilíticas para el control de la contaminación orgánica en los ríos, México sobre diatomeas epilíticas en la cuenca alta del río Laja, Guanajuato (Mora et al., 2015), Colombia sobre taxonomía y distribución de diatomeas epilíticas (Sala et al., 2015). España, Red de diatomeas en la cuenca del Ebro (Gomà, et al., 2003). A demás del desarrollo de programas de monitoreo, como el de la National Water Quality Assessment en Estados Unidos (Mejía, 2011). El uso de metodologías como: índices bióticos, análisis multivariados, índices de diversidad, relación

abundancia, sirven de base para la ejecución de nuevos proyectos de investigación en países que se cuenta con poca o nula información como es el caso de Ecuador.

En Ecuador hay constancia de investigaciones con diatomeas epilíticas tales como establecimiento del índice biótico para determinar la calidad del agua (Rosero, 2011), caracterización de diatomeas epilíticas (Paz, 2017), caracterización de la composición florística de diatomeas epilíticas (Uvillus, 2017), sobre la composición y distribución del fitoplancton en aguas costeras ecuatorianas durante la niña (septiembre 2001) (Torres, 2010). Distribución y abundancia del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en la bahía de Santa Elena (la libertad – ecuador) durante octubre 2004 – octubre 2005 (Vera, 2007)(Vera, 2007). Diversidad de microalgas y cianobacterias en muestras provenientes de diferentes provincias del Ecuador, destinadas a una colección de cultivos (Morales, et al., 2013).

La microcuenca del río Guano forma parte de la subcuenca del río Chambo, constituye una parte esencial del cantón Guano, la mayoría de sus aguas y ecosistemas endémicos han sido alterados e íntegramente degradados provocando una disminución tanto en su calidad y cantidad hídrica, debido a las prácticas antrópicas, descargas de efluentes sin ningún tipo de tratamiento como las aguas residuales domésticas y de actividades industriales a nivel artesanal (GAD Guano, 2012).

Dentro de los puntos de muestreo se espera encontrar especies de diatomeas epilíticas diferentes tanto para el punto uno como para el punto dos, además dentro de los puntos de muestreo se espera encontrar para el punto inicial condiciones Oligotróficas, que se interpretan como aguas claras casi sin contaminación, y para el punto final condiciones, a mesotrófico que corresponden a aguas con cierto nivel de contaminación originada por actividades antrópicas.

Se determinó el grado de eutrofización del río “Guano” a partir de parámetros físicos químicos sirviendo esto de base para la comparación de posibles diatomeas bioindicadoras.

Además se determinó el valor trófico del río “Guano”, a partir de valores de abundancia de cada especie de diatomeas epilíticas identificados en cada punto de muestreo para establecer el grado de tolerancia de cada especie a la eutrofización.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de trabajo

El río “Guano” está ubicado en el cantón Guano, Provincia de Chimborazo; perteneciente a la Subcuenca del Río Chambo y a la Cuenca del Río Pastaza, tiene un recorrido aproximado de 18,8 Km, originándose de los diferentes drenajes hidrográficos como son las quebradas: Seca, cascajal, chuquipogyo entre otras que forman un drenaje de tipo dendrítico. La Microcuenca del Río Guano se encuentra al noroeste del cantón Guano.(GAD Guano, 2015)

- **Punto 1 Quebrada Chuquipogyo**

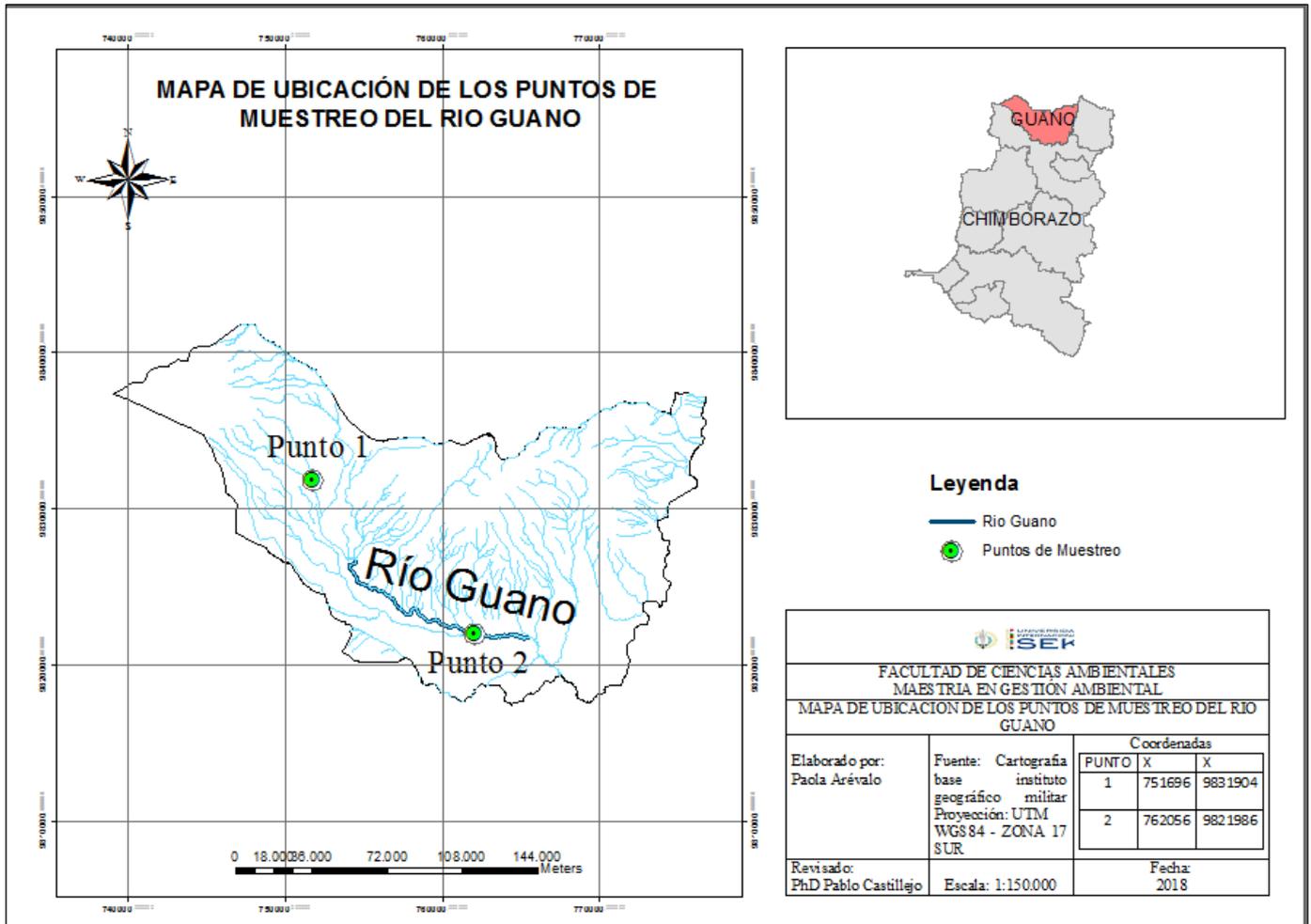
El punto uno se encuentra a un altura de 3320 m.s.n.m., se estableció como el primer punto de monitoreo ya que dados los testimonios de la gente de la comunidad y de los técnicos del GAD del cantón Guano este punto no presentaba una alteración antrópica relevante.

- **Punto 2 Los Elenes**

El punto dos se encuentra ubicado a una altura de 2735 m.s.n.m., fue determinado como el segundo punto de monitoreo, por los testimonios de moradores y gente aledaña aseguraron que este sector del río Guano recibe la gran influencia de actividades ganaderas, agrícolas, industriales, especialmente labores de curtiembres e hilanderías, así como también de descargas de aguas negras y grises.

*Tabla 1. Ubicación de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río “Guano”*

Código	Rio	Ubicación	Calidad	Coordenadas
P1	Guano	Quebrada Chuquipogyo	Regular	751696; 9831904
P2	Guano	Los Elenes	Mala	762056; 9821986



**Figura 1. Mapa del área de estudio y ubicación de la Microcuenca del río “Guano”; Cantón Guano, y los dos puntos de muestreo a lo largo de la microcuenca con los siguientes códigos: P1 (calidad regular), P2 (calidad mala)**

## 2.2 Diseño del muestreo

De acuerdo a la Norma ISO 5667-6 se realizó un muestreo simple cada mes, durante los meses de junio, julio y agosto del 2017 en la época seca, las muestras recolectadas de acuerdo a la norma NTE INEN 2176:2013 fueron puntuales e individuales debido a que el flujo del agua a muestrear no es uniforme, y los valores de los parámetros analizados no son constantes; la muestras se recogieron de forma manual de la superficie del río Guano en los dos puntos identificados.

### 2.3 Colección de datos

De acuerdo a (Mayama, 1982) para el análisis cualitativo y cuantitativo de diatomeas se realizó en cada punto de muestreo la selección de 3 a 5 piedras, posteriormente se procedió a cepillar y lavar con agua destilada la cara superior y fijarlas con formaldehído.

Para la preparación de diatomeas se tomó una muestra de cada punto, y colocó en tubos de ensayo, para el lavado se añadió ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ), ácido clorhídrico (HCl), en cada proceso se usó vortex mixer (Uvillus, 2017) para homogenizar y lograr una mejor limpieza de las muestras.

Para la preparación de placas, se tomó dos gotas de la muestras, se colocó en el portaobjetos se añadió agua ultra pura y alcohol, se agregó resina y se cubrió el cubreobjetos, estas fueron debidamente identificadas. (Lobo, 2016).

Para calcular las especies más abundantes de cada punto se utilizó un microscopio Ollympus, determinando así la abundancia relativa de cada taxón en las muestras (Leighton et al, 1986).

Para calcular el valor trófico de cada especie se hizo uso de un sistema preliminar propuesto por Lobo et al. (1996) el cual estableció valores indicativos de 1, 2,5 y 4 a las diatomeas basándose en los valores de la abundancia relativa de especies y los valores de la DBO<sub>5</sub>, teniendo en cuenta el grado de tolerancia de cada especie a la eutrofización.

Para la identificación taxonómica de especies se usó de la bibliografía de estudios previos realizados en Ecuador de (Rosero Córdova, 2011, Paz, 2017, Uvillus, 2017) complementado con estudios de (Metzelin y Lange-Bertalot, 1998, Metzelin y Lange-Bertalot, 2000).

Se realizaron análisis in situ con el equipo medidor multiparámetro HACH de: Temperatura, pH (4500-B), Oxígeno disuelto y conductividad (2510-B). Se recolectó muestras de agua en cada punto de muestreo para realizar el análisis de los parámetros físicos químicos (demanda bioquímica de Oxígeno, fosfatos, fósforo total, nitratos, turbidez, sólidos disueltos, coliformes fecales) (Lobo, 2016).

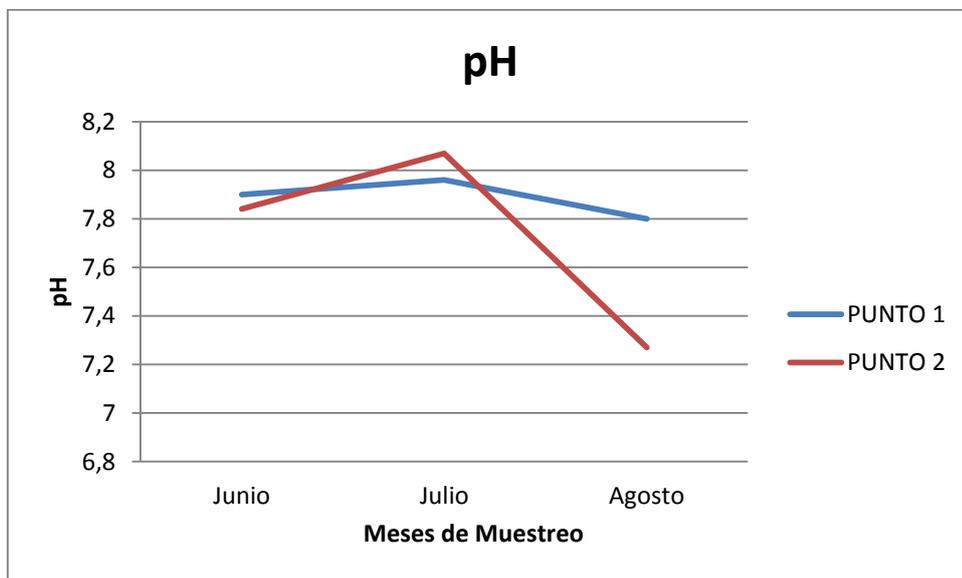
### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Niveles de eutrofización del río Guano a través de indicadores abióticos

##### 3.1.1 Análisis *In Situ*

- pH

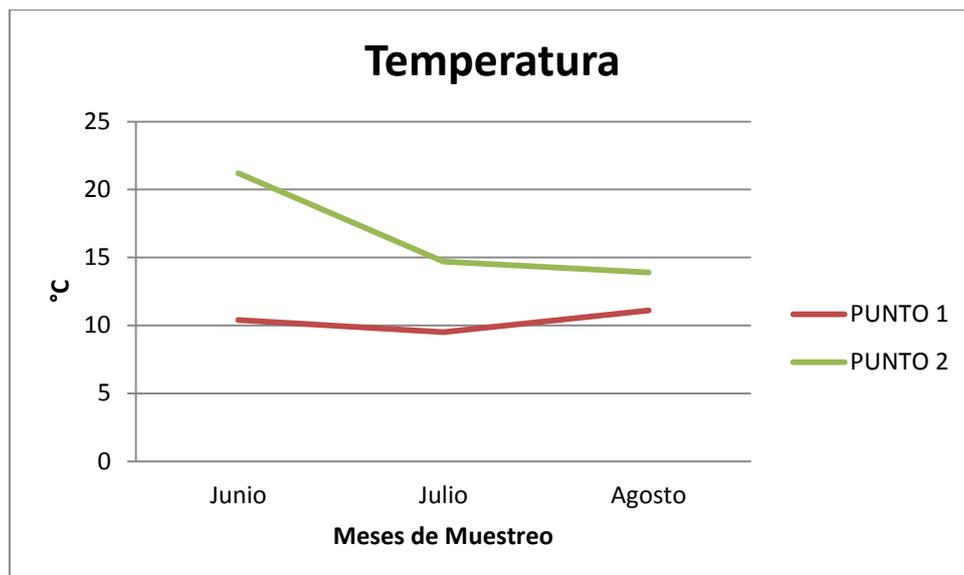
En las etapas de muestreo el pH ha tenido un comportamiento básico para el punto uno con un valor promedio de 7,9 y para el punto dos de 7,7, siendo 8,07 en el mes de julio (punto dos) el valor más alto registrado durante los tres meses en los seis puntos de monitoreo .



*Figura 2. pH obtenido durante los muestreos de junio julio y agosto, del 2017 en el río "Guano"*

- Temperatura

En los puntos de muestreo la temperatura tiene una variación de 2°C para el punto1 y una variación de 7°C para el punto 2.



*Figura 3. Temperatura obtenida en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el rio "Guano"*

- **Conductividad**

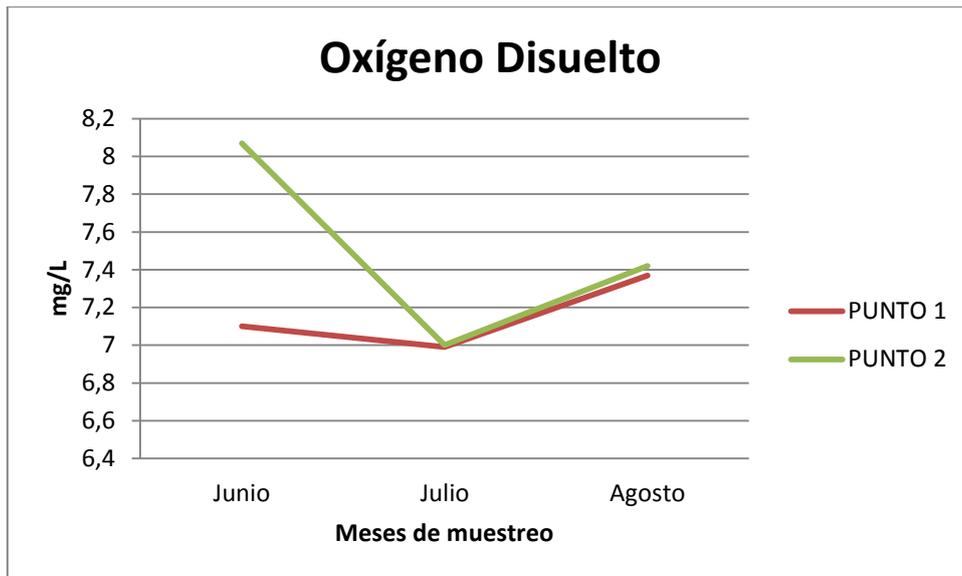
En el punto uno la conductividad se encuentra en rangos de 415us/cm a 416 us/cm manteniéndose, mientras que en el punto dos ha ido disminuyendo progresivamente en rangos de 1030 us/cm. a 347 us/cm.



*Figura 4. Conductividad obtenida en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el rio "Guano"*

- **Oxígeno Disuelto**

En el punto uno el oxígeno disuelto tiene un ligero aumento en el mes de julio con un valor obtenido de 7,15mg/L en relación al mes de agosto con un valor de 7,37mg/L, este incremento se le atribuye al aumento del caudal del río; para el punto dos se presenta una disminución del valor obtenido de 8,07 mg/L en el mes de junio a 7mg/L en el mes de julio mientras que para el mes de agosto aumento a 7,42mg/L.

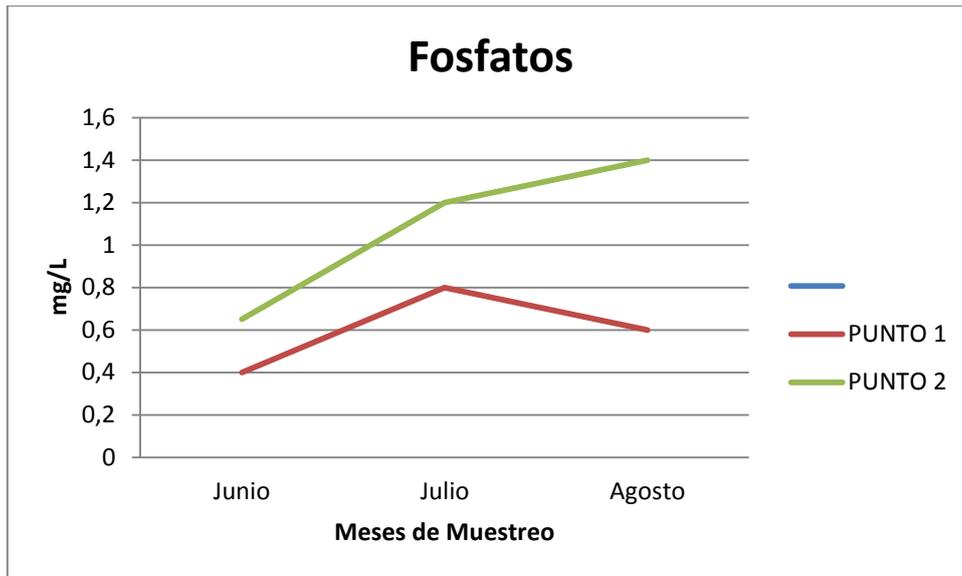


*Figura 5. Oxígeno disuelto obtenido en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río "Guano"*

### 3.2 Análisis en laboratorio

- **Fosfatos**

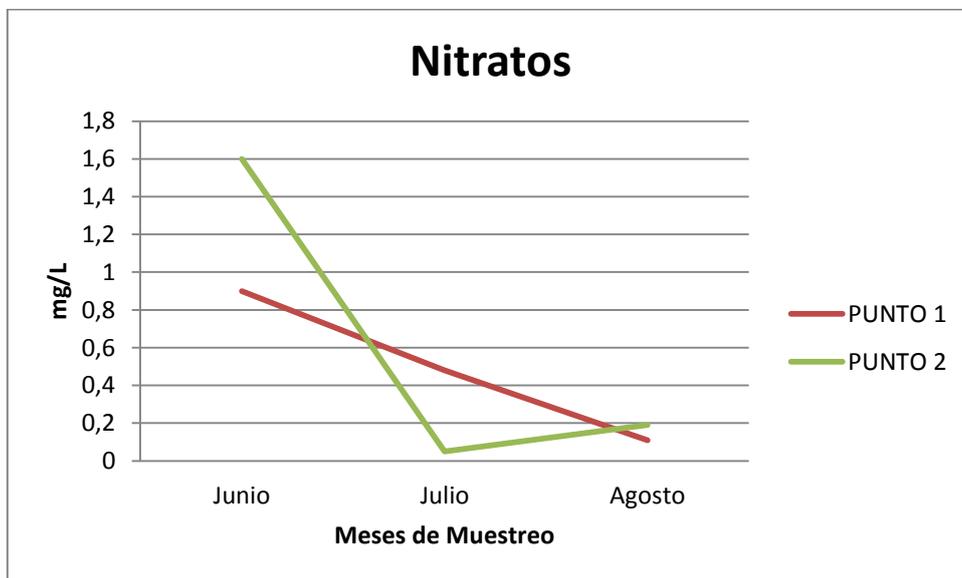
En los puntos de muestreo para el punto uno el valor se ha mantenido en promedio de 0,6mg/L y para el punto dos de 0,8mg/L.



*Figura 6. Fosfatos obtenidos en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el rio "Guano"*

• **Nitratos**

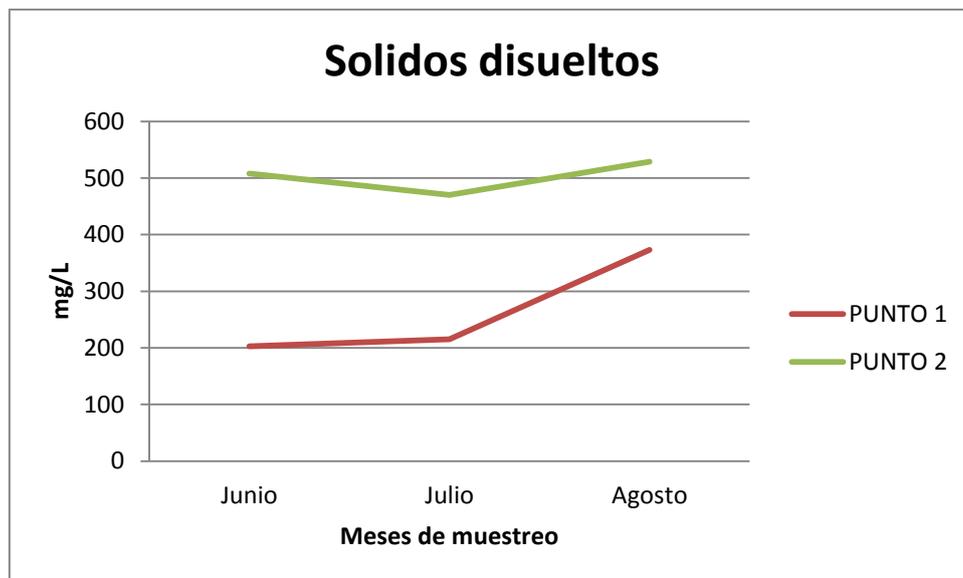
En el punto uno se presenta un valor promedio de 0,50mg/L y para el punto dos de 0,61mg/L, este valor se puede atribuir a la contaminación que el rio presenta.



*Figura 7. Nitrato obtenido en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el rio "Guano"*

### • Sólidos totales disueltos

En el punto uno los valores han tenido aumento de 203mg/L en el mes de junio a 373mg/L en el mes de agosto, para el punto dos en el mes de junio con un valor de 508 mg/L disminuyendo a 470mg/L en julio y volviendo a incrementarse en el mes agosto a 529 mg/L, estos valores no tienen una amplia variación.



*Figura 8. Sólidos Totales disueltos en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río "Guano"*

### • Demanda Bioquímica de Oxígeno

En el punto uno se obtuvo un valor promedio de 6,63mg /L, mientras en el punto dos se presenta en promedio de 18,27 mg /L, estos resultados indican la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para oxidar la materia orgánica presente en la muestra de agua.



**Figura 9. Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenida en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano”**

### 3.3 Índice de calidad del Agua

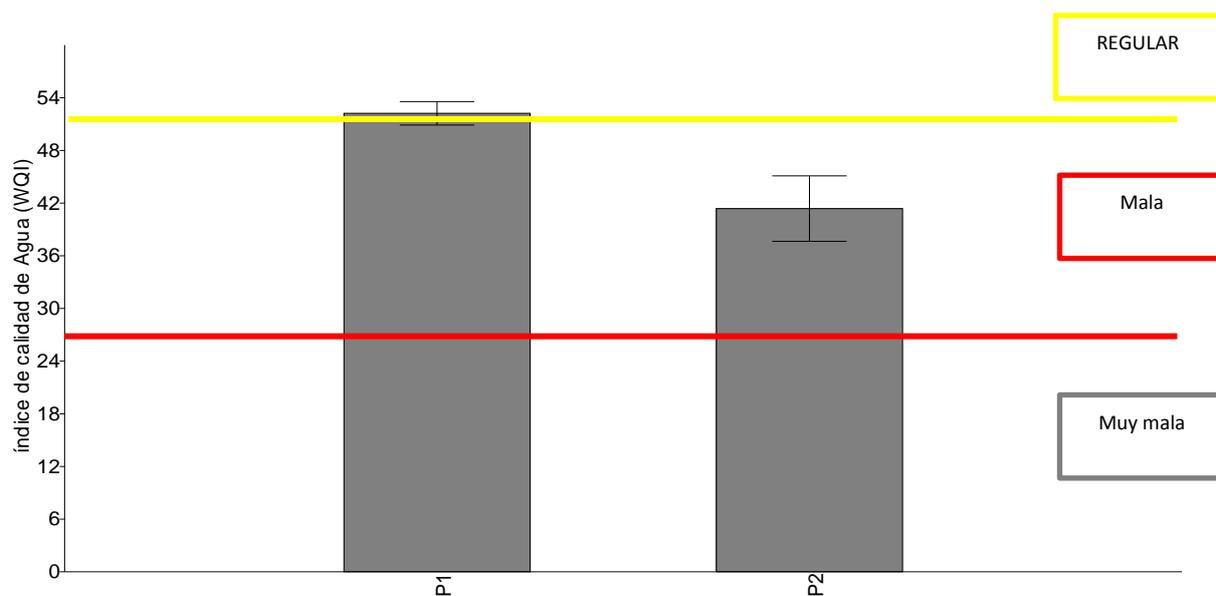
Con los resultados obtenidos de los parámetros físico, químicos y microbiológicos descritos en la tabla 3, se determinó el índice de calidad del agua que según el grado de calificación descrito por (Posselt & Costa, 2010) tabla 2 para el punto uno en los meses de (junio, julio, agosto) se obtuvo la calificación de regular con un promedio de 52, para el punto 2 en los meses de (junio, julio, agosto) la calificación de mala con un promedio de 41 como se muestra en la Figura 10.

**Tabla 2. Rangos para determinar el Índice de calidad del agua**

Valor de ICA	Calificación
Excelente	91 – 100
Bueno	71 --90
Regular	51 – 70
Malo	26 – 50
Muy malo	0 – 25

**Tabla 3. Datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la determinación del IQA del río “Guano”**

Variable	Oxígeno				Sólidos				
	T (°C)	disuelto (mg/L)	Coliformes UFC/100mL	DBO (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	pH	Disueltos (ml/L)	Turbiedad (UNT)
P1j	10,4	7,1	1200	5,3	0,4	0,9	7,9	203	1,3
P2j	21,2	8,07	1730	6	0,65	1,6	7,8	508	1,8
P1jl	9,5	6,99	1200	4,6	0,8	0,48	7,9	215	0,65
P2jl	14,7	7	1600	20,8	1,2	0,05	8,1	470	1,04
P1a	11,1	7,37	400	10	0,6	0,11	7,8	373	1,6
P2a	13,9	7,42	1900	28	1,4	0,19	7,27	529	16,6



**Figura 10. Resultados obtenidos según el IQA-DATA en los puntos de muestreo ubicados en el río “Guano”**

### 3.3.1 Variables abióticas que tienen mayor representación para determinar el índice de calidad del agua en los dos puntos de muestreo

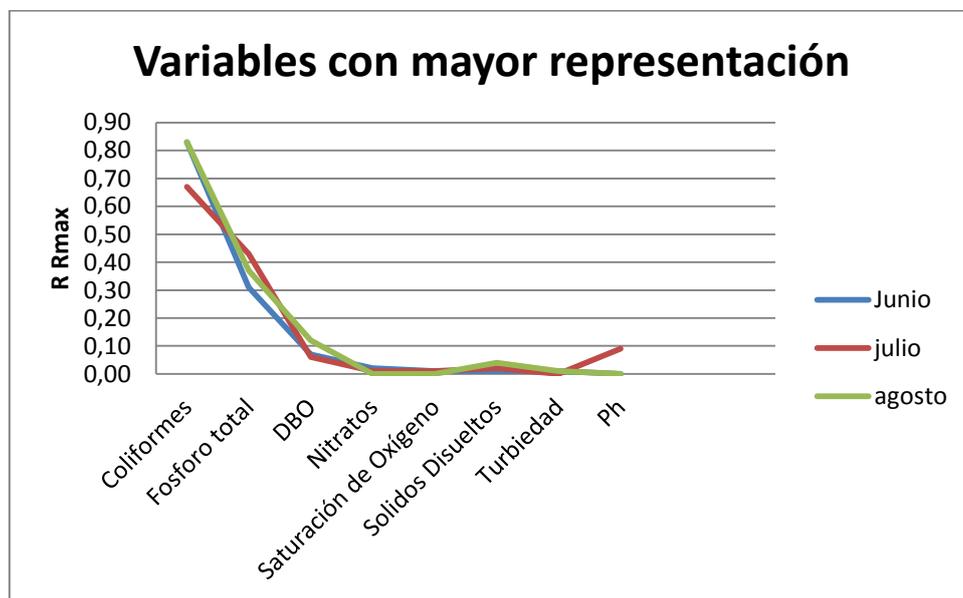
- **Punto uno**

Las variables que tienen mayor representación para la determinación del índice de calidad del agua en el punto uno en el mes de junio son: coliformes fecales que tiene un valor de 0,67 el

cual representa el 65,87% del aporte y el parámetro de fósforo total que tiene un valor de 0,43 el cual representa el 24,6% del aporte para determinar el IQA como se muestra en la figura 11.

En el mes de julio, coliformes fecales tiene un valor de 0,67 lo cual representa el 51,93 % del aporte para determinar el IQA y fósforo total tiene un valor de 0,43 que representa 24,6 %.

En el mes de agosto, coliformes fecales tiene valor de 0,83 que representa el 60,27% y fósforo total con el valor de 0,37 que representa el 27 % del aporte para determinar el IQA.



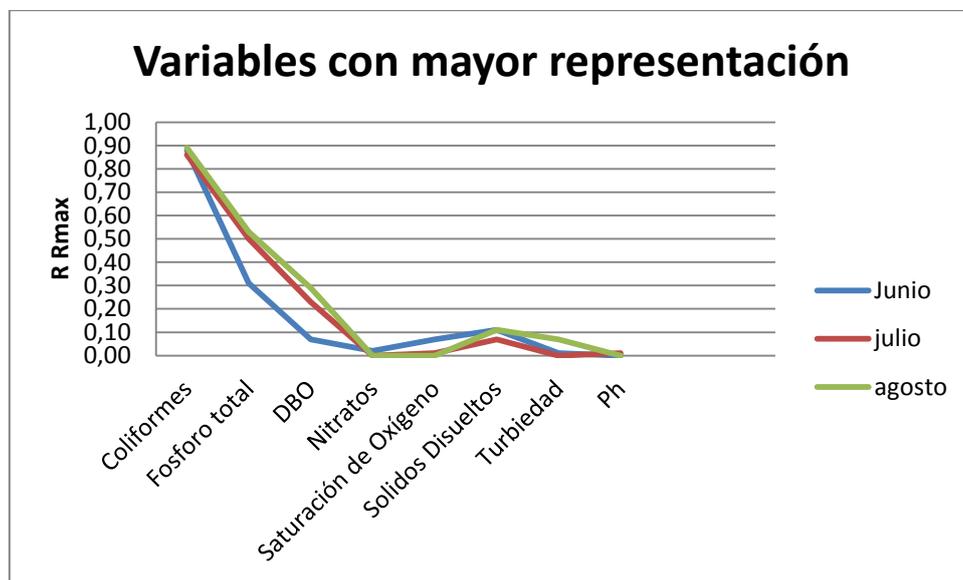
**Figura 11. Variables con mayor representación para el punto uno obtenidas durante los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 en el río “Guano”**

- **Punto dos**

Las variables que tienen mayor representación para la determinación del índice de calidad del agua en el punto dos en el mes de junio son: coliformes fecales que tiene un valor de 0,88 el cual representa el 59,86% del aporte, fósforo total que tiene un valor de 0,31 el cual representa el 21,08% del aporte y el parámetro de sólidos totales disueltos con el valor de 0,11 el cual representa 7,48% de aporte para determinar el IQA como se muestra en la figura 12.

En el mes de julio, coliformes fecales tiene un tiene un valor de 0,86 lo cual representa el 51,19 % del aporte, fósforo total tiene un valor de 0,5 que representa el 29,76 % del aporte y la demanda bioquímica de oxígeno con un valor de 0,23 que representa el 13,69% del aporte para determinar el IQA.

En el mes de agosto, coliformes fecales tiene un tiene un valor de 0,89 lo cual representa el 47,08 % del aporte, fósforo total tiene un valor de 0,53 que representa el 28,04 % del aporte y la demanda bioquímica de oxígeno con un valor de 0,29 que representa el 15,34% del aporte para determinar el IQA.



**Figura 12. Variables con mayor representación para el punto dos obtenidas durante los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 en el río “Guano”**

### 3.4 INDICADORES BIÓTICOS

#### 3.4.1 Diatomeas identificadas en el punto uno

Se identificaron 42 especies de diatomeas de las cuales 14 son abundantes: *achnanthidium minutissimum*, *achnanthidium subhudsonis*, *diatoma mesodon*, *fragilaria vauchariae*, *meridion circulare*, *navicula cf. Gregaria*, *navicula lanceolata*, *navicula riediana*, *nitzschia inconspicua*, *nitzschia palea*, *nitzschia soratensis*, *planothidium biporumun*, *planothidium incuriatum*, *planothidium frequentissimum*.

**Tabla 4. Especies de diatomeas encontradas en el punto uno**

Nombre	Junio	Julio	Agosto	Especies abundantes
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	28	20	25	73
<i>Achnantheidium subhudsonis</i>	22	15	23	60
<i>Amphora coffeaeformis</i>	2	0	0	2
<i>Cytonella meghiniana</i>	0	1	0	1
<i>Ditoma mesodon</i>	14	19	34	67
<i>Eunotia bilunaris</i>	0	2	1	3
<i>Eunotia monodon</i>	0	2	0	2
<i>Encyonema minutum</i>	4	0	0	4
<i>Eolimna Minima</i>	1	0	1	2
<i>Fragilaria arcus</i>	1	0	0	1
<i>Fragilaria recapitellata</i>	4	0	0	4
<i>Fragilaria vauchariae</i>	14	12	18	44
<i>Frustulia vulgaris</i>	0	1	0	1
<i>Gomphonema pumilum</i>	31	8	15	54
<i>Gomphonema turgidum</i>	2	0	0	2
<i>Gomphonema lagemula</i>	2	1	0	3
<i>Gyrosigma obtusatum</i>	1	0	0	1
<i>Gomphonema parvulum</i>		2	0	2
<i>Halamphora montana</i>	2	1	0	3
<i>Luticula goeppertiana</i>	2	2	0	4
<i>Meridion circulare</i>	54	80	60	194
<i>Melosira varians</i>	4	3	4	11
<i>Navicula cryptotenella</i>	18	6	10	34
<i>Navicula cf. gregaria</i>	32	15	26	73
<i>Navicula lanceolata</i>	35	38	34	107
<i>Navicula riediana</i>	40	37	24	101
<i>Nitzschia amphifia.</i>	30	3	4	37
<i>Nitzschia brevissima</i>	2	1	1	4
<i>Nitzschia inconspicua</i>	40	12	31	83
<i>Nitzschia linearis</i>	8	9	2	19
<i>Nitzschia palea</i>	35	28	30	93
<i>Nitzschia soratensis</i>	20	17	24	61
<i>Planothidium biporumun</i>	33	76	60	169
<i>Planothidium dubium</i>	9	10	8	27
<i>Planothidium incuriatum</i>	5	97	83	232
<i>Planothidium frequentissimum</i>	52	78	71	201
<i>Planothidium rostratum</i>		1	6	7
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	2	1	4	7
<i>Sellaphora</i>	1	0	0	1

<i>Surirela angusta</i>	0	1	1	2
<i>Surirella ovalis</i>	1	0	0	1
<i>Stauroneis conspicua</i>	0	1	0	1
<i>Tabellaria flocculosa</i>	2	0	0	2
<b>TOTAL</b>	1800			

### 3.4.2 Especies de diatomeas identificadas en el punto dos

Se identificaron 33 especies de diatomeas de las cuales 8 son abundantes: *luticola mutica* var. *ventricos.*, *navicula cryptotenella*, *navicula gregaria*, *navicula lanceolata*, *navicula riediana*, *nitzschia amphifia*, *nitzschia inconspicua*, *nitzschia palea*.

**Tabla 5. Especies de diatomeas encontradas en el punto dos**

Nombre	Junio	Julio	Agosto	Especies abundantes
<i>Achanthidium minutissimum</i>	0	0	8	8
<i>Achnantes inconspicua</i>	2	2	3	7
<i>Achnanthidium subhudsonis</i>	1	5	0	6
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	1	0	1
<i>Encyonema minutum</i>	1	1	0	2
<i>Eutonia bilunaris</i>	1	0	0	1
<i>Fragilaria arcus.</i>	1	0	1	2
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	2	3	2	7
<i>Gomphonema lagemula</i>	2	3	1	6
<i>Gomphonema pumilum</i>	3	4	1	8
<i>Gomphonema turgidum</i>	0	0	2	2
<i>Gyrosigma obtusatum</i>	2	0	0	2
<i>Halmaphora montana</i>	1	1	0	2
<i>Hantzschia abunda</i>	0	0	2	2
<i>Luticola mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	0	26	110	136
<i>Luticula goeppertiana</i>	6	2	3	11
<i>Melosira varians</i>	0	1	2	3
<i>Planothidium frequentissimum</i>	1	1	2	4
<i>Navicula cryptotenella</i>	67	96	86	249
<i>Navicula gregaria</i>	60	84	81	225
<i>Navicula lanceolata</i>	110	72	52	234
<i>Navicula riediana.</i>	92	70	42	204
<i>Navicula tripunctata.</i>	12	16	0	28
<i>Nitzschia amphifia</i>	58	30	33	121
<i>Nitzschia brevissima</i>	1	6	1	8
<i>Nitzschia dissipata</i>	1	0	0	1

<i>Nitzschia inconspicua</i>	101	94	82	277
<i>Nitzschia linearis</i>	4	4	3	11
<i>Nitzschia palea</i>	60	76	72	208
<i>Nitzschia soratensis</i>	3	2	6	11
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	4	0	0	4
<i>Sin identificar</i>	3	0	3	6
<i>Tabellaria flocculosa</i>	1	0	2	3
<b>TOTAL</b>	1800			

### 3.5 Índice trófico de calidad del agua

Para la determinación del índice trófico de calidad del agua se asignaron valores tróficos a las especies abundantes encontradas en cada punto de muestreo, obteniendo los siguientes resultados:

$$ITCA = (vt * \%h) / h$$

**Tabla 6. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto uno**

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	73	1	4,05
<i>Achnantheidium subhudsonis</i>	60	1	3,33
<i>Diatoma mesodon</i>	105	2,5	3,72
<i>Fragilaria vauchariae</i>	44	2,5	2,44
<i>Meridion circulare</i>	194	2,5	10,77
<i>Navicula cf. gregaria</i>	73	4	4,05
<i>Navicula lanceolata</i>	107	4	5,94
<i>Navicula riediana</i>	101	3,2	5,61
<i>Nitzschia inconspicua</i>	83	1	4,61
<i>Nitzschia palea</i>	93	4	5,16
<i>Nitzschia soratensis</i>	61	2,5	3,39
<i>Planothidium biporumun</i>	169	2,5	9,38
<i>Planothidium incuriatum.</i>	233	2,5	12,94
<i>Planothidium frequentissimum</i>	201	1	11,16
<b>ITCA</b>	2,1	$\beta$ -mesotrófico (Polución moderada)	

**Tabla 7. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto dos**

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Luticola mutica var. ventricosa</i>	136	4	7,52
<i>Navicula cryptotenella</i>	249	2,5	13,77
<i>Navicula gregaria</i>	225	4	12,44
<i>Navicula lanceolata</i>	234	4	13,00
<i>Navicula riediana</i>	204	3,2	11,28
<i>Nitzschia amphifia</i>	121	2,5	6,72
<i>Nitzschia inconspicua</i>	277	1	15,39
<i>Nitzschia palea</i>	208	4	11,56
ITCA	2,8	$\alpha$ -mesotrófico (Polución fuerte)	

De las especies abundantes encontradas se consideró como bioindicadoras a las presentes exclusivamente en cada punto de muestreo como se muestra en la tabla 8:

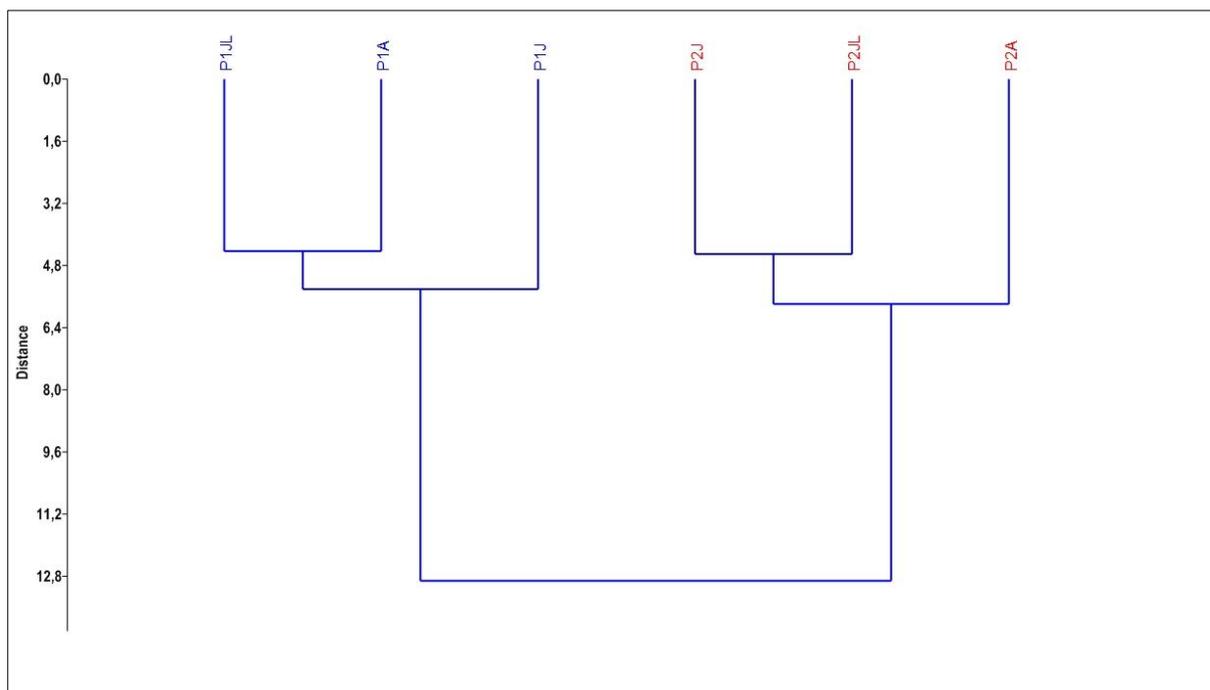
**Tabla 8. Especies de diatomeas bioindicadoras en cada punto de muestreo**

Especies Punto uno	Especies Punto dos	Especies en los dos puntos
<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Luticola mutica var. ventricosa</i>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>
<i>Meridion circulare</i>		<i>Achnantheidium subhudsonis</i>
<i>Planothidium biporumun</i>		<i>Fragilaria vauchariae</i>
<i>Planothidium frequentissimum</i>		<i>Navicula gregaria</i>
<i>Planothidium incuriatum</i>		<i>Navicula lanceolata</i>
		<i>Navicula riediana</i>
		<i>Nitzschia amphifia</i>
		<i>Nitzschia palea</i>
		<i>Nitzschia inconspicua</i>

### 3.6 Análisis multivariado

#### 3.6.1 Análisis de conglomerados o análisis cluster

Como se evidencia en la figura 11, se han creado dos grupos, el primer grupo contiene los puntos P1 de los meses de junio, julio y agosto, el segundo grupo que se forma corresponde a los puntos P2 que involucran los meses de junio, julio y agosto.

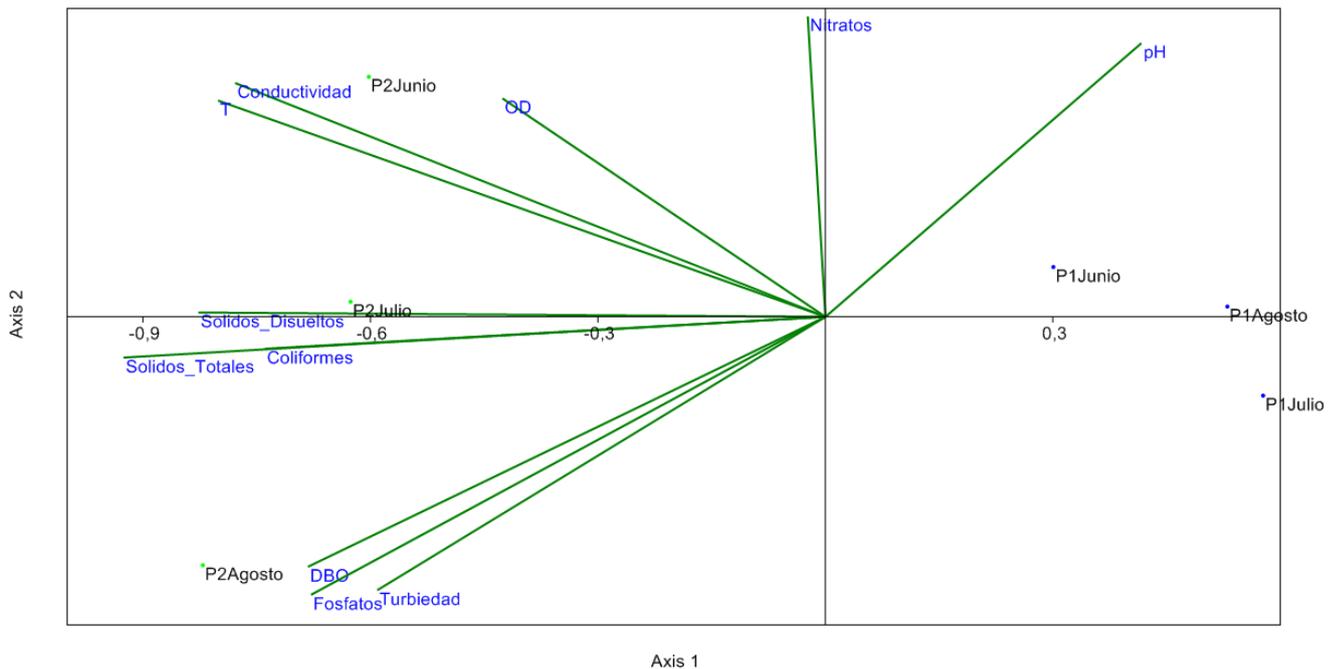


**Figura 13.** *Dendrograma de los puntos de muestreo y las especies de diatomeas epilíticas encontradas en los meses de junio, julio y agosto en la Microcuenca del río “Guano”*

### 3.6.2 Análisis canónico de correspondencia

Se utilizó el análisis de correspondencia canónica con el fin de identificar la relación que existe entre las diatomeas encontradas en los meses de junio, julio y agosto y los datos de los parámetros abióticos analizados en las dos estaciones de muestreo.

Mediante el análisis de correspondencia canónica según (Legendry & Legendry, 1998), se pueden analizar las relaciones de dependencia e independencia de un conjunto de variables, en este estudio se analizaron las variables físicas, químicas y microbiológicas con las especies de diatomeas encontradas en el río “Guano”, como se muestra en la figura 14. El análisis cluster reveló el 56.6% de variabilidad total de los datos en los 3 primeros ejes (tabla 9). El análisis de correspondencia canónico reveló un 72,48%, de la variación total en los dos ejes referenciados para el estudio, con valores para los ejes de 32,5% y 9% respectivamente.



**Figura 14. Diagrama de dispersión basado en la CCA de las muestras de diatomeas de dos estaciones de muestreo, correlacionadas con las variables ambientales con relación a los ejes 1 y 2: Temperatura, pH, Conductividad (us/cm), Oxígeno Disuelto (mg/L), DBO5, Nitratos (mg/l), Fosfatos (mg/L), Coliformes fecales UFC/ml, Sólidos disueltos totales (mg/L), Sólidos totales (mg/L), Turbidez (FTU).**

**Tabla 9. Resumen de resultados del análisis Canónico de Correspondencia de la matriz de propiedades fisicoquímicas y diatomeas epilíticas en los dos puntos de muestreo.**

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Autovalores ( $\lambda$ )	0,32526	0,091254	0,070863
Porcentaje de varianza explicada	56,6	15,88	12,33
Varianza acumulada	56,6	72,48	84,81
Test de Monte Carlo (p) Autovalores	0,75	0,08333	0,5

Con las permutaciones de Monte Carlo se reveló que la ordenación fue significativa ( $p < 0,57$ ) para los ejes 1,2 y 3. En cuanto a los coeficientes canónicos, a lo largo del eje 1, con el 56,6% de la varianza explicada revelan que el pH tiene un valor de ( $r = 0,41$ ), se correlacionan fuertemente con las especies de color azul punto uno (calidad regular) como se muestra en la figura 14. En este eje podemos observar la variables más importantes que representan a los puntos dos (calidad mala): oxígeno disuelto ( $r = -0,42$ ), coliformes fecales ( $r = -0,73$ ), DBO ( $r = -0,68$ ), fosfatos ( $r = -0,67$ ), turbiedad ( $r = -0,59$ ), conductividad ( $r = -0,77$ ) sólidos disueltos ( $r = -0,82$ ), sólidos totales con un valor de ( $r = -0,92$ ).

**Tabla 10. Coeficientes canónicos y correlaciones de interés de once parámetros fisicoquímicos con los ejes 1,2 y 3, utilizando 50 variables bióticas.**

	Axis	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Temperatura (C°)		-0,801205	0,491174	-0,203794
Oxígeno disuelto(mg/L)		-0,425981	0,49607	-0,0879357
Coliformes(UFC/100mL)		-0,739601	-0,0726468	0,12561
DBO(mg/L)		-0,68262	-0,567714	-0,0201755
Fosfatos(mg/L)		-0,678398	-0,631219	-0,322298
Nitratos(mg/L)		-0,0232822	0,682399	0,227989
pH		0,416631	0,621349	-0,304179
Sólidos Disueltos(mg/L)		-0,827055	0,00985271	-0,308984
Turbiedad(FTU)		-0,591124	-0,620901	0,309081
Conductividad(μS/cm)		-0,778643	0,531063	-0,309827
Sólidos Totales(mg/L)		-0,92585	-0,0925322	-0,0251968

#### 4. DISCUSIÓN

Se analizaron once parámetros fisicoquímicos pero se consideraron nueve para la determinación del índice de calidad del agua (ICA) como se muestra en la tabla 3: para el punto uno se obtuvo una calificación de calidad regular y el punto dos una calificación de calidad mala como se muestra en la figura 2. Las variables físicas, químicas y microbiológicas que presentan mayor impacto en el grado de calificación para determinar el índice de calidad como se describe en la figura 11 y 12, son coliformes fecales y fósforo total en los seis puntos de muestreo de los meses de junio, julio y agosto, esto se debe a la presencia de materia orgánica debido a las descargas de agua residual de diferentes actividades domésticas, industriales y agrícolas, estos resultados tienen relación con el estudio previo realizado por (Cevallos, 2011), sobre caracterización de la calidad hídrica de la microcuenca del río guano, señala que la calidad del agua en la microcuenca del río Guano, a través del Índice WQI, efectuado en cinco puntos diferentes de muestreo corresponde al criterio de agua de calidad “MEDIA”. Mientras que el Índice Biológico Andino proporciona como resultado corresponde a aguas de calidad “DUDOSA”, estos resultados tienen relación con los obtenidos en este trabajo de investigación.

De las 15 especies abundantes de diatomeas encontradas en el punto uno el 73,3% tienen un valor trófico de 2.5 a 4 y para el punto dos el 87,5% tiene valores tróficos de 2.5 a 4, indicando que en su mayoría son resistentes a cambios drásticos del agua, considerando así

que las interacciones espaciales y temporales de los factores fisicoquímicos son el principal elemento a la hora de determinar la composición de las especies.(Segura et al., 2016)

Las especies *Meridion circulare* y *Diatoma mesodon*, se ha reportado como habitantes frecuentes de ríos oligotróficos a  $\beta$ -mesotróficos, estas se encuentran presentes exclusivamente en el punto uno, estos resultados coinciden con (Carmona et al., 2016) que desarrollo el estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: una propuesta de evaluación y aplicación en el río Magdalena, ciudad de México donde afirma que *Diatoma mesodon* son habitantes frecuentes de ríos oligotróficos a mesotróficos teniendo como principal característica su adaptación a bajas temperatura y flujo de agua continuo.

*Planothidium biporum* y *Planothidium incuriatum* son abundantes y exclusivas en el punto uno, según (Villalobos, 2010) estas especies se adaptan a medios poco contaminados con altas concentraciones de oxígeno y escasez de materia orgánica, además del estudio realizado por (Wetzel et al., 2013), el cual sugiere que son un taxón alcalino (pH 7,8), que se produce en el nivel de conductividad media (157,4  $\mu$ S/ cm), esto coincide los datos de los parámetros físico químicos obtenidos para este punto.

La especie *Luticola mutica* var. *ventricosa*, según (Céspedes, 2014) en el estudio desarrollado sobre análisis taxonómico de las principales especies de diatomeas (Bacillariophyceae) en seis sitios en la cuenca del río Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, esta especie se encuentra presente en agua salobre hasta aguas muy puras, con un amplio rango de diferencias osmóticas, con una tolerancia a la contaminación,  $\alpha - \beta$  mesotrófico sin llegar a un grado de contaminación crítico, se relaciona a áreas de escorrentía de terrenos agrícolas o con altas concentraciones de nitratos y fosfatos, esta se han encontrado únicamente en el punto dos durante los muestreos en los meses de junio, julio y agosto.

Las especies *Nitzschia palea* y *Nitzschia inconspicua*, son consideradas especies cosmopolitas, se demostró que son tolerantes a la contaminación ya que se encuentra presente en los dos puntos de monitoreo, estos resultados coinciden con los trabajos realizados por (Alarcón et al., 2012) sobre Calidad del agua del río Sendamal, donde se argumenta que son especies cosmopolitas presentes en una amplia variedad de ríos y con tolerancia a la contaminación, además de los estudios de (Lobo, 2014) donde afirma que *Nitzschia palea* representa un amplio intervalo de tolerancia a la contaminación.

De acuerdo con los valores obtenidos con el Índice trófico de calidad del agua (ITCA) como se muestra en la tabla 6 y 7, para cada punto existe una similitud con la determinación del índice de calidad de agua (IQA) figura 10, puesto que los dos índices presentaron clasificaciones del estado del agua para cada punto. En el IQA con calificaciones de regular y malo, y en el ITQA con niveles de contaminación  $\beta$ -mesotrófico y  $\alpha$ -mesotrófico. Estos resultados coinciden con los estudios desarrollados por (Paz, 2017), encontrando condiciones: Xenosapróbica, Oligosapróbica y  $\beta$  mesosapróbica, además, el estudio realizado por (Rosero, 2016), el cual estableció un índice biótico de calidad del agua, concluyendo que existen variaciones espaciales y temporales de especies de diatomeas epilíticas que se relacionan con los parámetros fisicoquímicos y ambientales, y el estudio más reciente de (Uvillus, 2017) sobre caracterización de la composición florística de diatomeas epilíticas asociadas al grado de eutrofización en el río “la compañía”, cantón mejía, concluyendo que la composición florística diatomeas del río la compañía varía en función del grado de contaminación.

En cuanto a análisis cluster o análisis de conglomerados se determinó la diferencia que existe en los 6 puntos de muestreo en función de la diversidad de especies de diatomeas epilíticas encontradas en los muestreos de junio, julio y agosto, obteniendo dos agrupamientos en función de la distancia medida, el primero que reúne los puntos uno (calidad regular) y el segundo que agrupa a los puntos dos (calidad mala) como se muestra en la figura 13. Estos resultados son respaldados con el análisis de correspondencia canónica como se muestra en la figura 14, los puntos dos (calidad mala) están relacionados directamente con los variables ambientales, por lo tanto determinan las variables de eutrofización.

## 5. CONCLUSIONES

- El río “Guano” se encuentra en dos estados tróficos,  $\beta$ -mesotrófico en el cauce alto y  $\alpha$ - mesotrófico en el cauce bajo. Los niveles de contaminación se deben a las actividades antropogénicas desarrolladas, rechazando con esto la hipótesis que estable que en el punto inicial se encuentra en condiciones oligotrófica y el punto final en condiciones  $\alpha$  mesotróficas.
- La composición de especies de diatomeas del río “Guano” varía en función del grado de eutrofización.

- Los métodos biológicos, físicos, químicos y microbiológicos propuestos en conjunto establecen una base para la correcta evaluación de la calidad del agua del río “Guano”, y puede ser aplicado para otros ríos del Ecuador.
- El punto uno presenta una mayor abundancia de especies con relación al punto dos.
- Existen especies no abundantes en el río “Guano” que son características de cada punto de muestreo.
- Las especies *Meridion circulare*, *Diatoma mesodon*, *Planothidium biporumun*, *Planothidium incuriatum*, son susceptibles de ser consideradas como especies bioindicadores de aguas en condiciones  $\beta$ -mesotrófico.
- *Luticola mutica var. Ventricosa*, se considera como especie bioindicadora de condiciones de calidad de agua  $\alpha$ -mesotrófico.
- *Navicula Gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Navicula riediana*, *Nitzschia amphifia*, se encuentran en abundancia en los dos puntos de monitoreo.
- El punto dos presenta menor abundancia de especies de diatomeas.
- Los valores tróficos asignados a las especies abundantes de diatomeas epilíticas en este proyecto de investigación coinciden con los valores asignados a estas mismas especies en otros trabajos descritos en la literatura consultada.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda continuar con la investigación para ampliar la base de datos de diatomeas epilíticas del río Guano.
- Efectuar el análisis en más de dos puntos de monitoreo, para tener una mejor diferenciación de diatomeas epilíticas bioindicadoras del grado de eutrofización a lo largo de la microcuenca del río Guano.
- Se recomienda efectuar el muestreo periódico de cada punto durante un año aproximadamente, para evitar las fluctuaciones que los factores ambientales puedan ocasionar en los cuerpos de agua.
- Efectuar el análisis de las muestras de agua en el laboratorio lo más pronto posible para evitar errores en los datos obtenidos.
- Establecer periodos de muestreo cada mes en horario establecidos, para evitar altas fluctuaciones en los datos de parámetros físicos, químicos y biológicos.
- Al efectuar el trabajo de campo se debe tomar las debidas precauciones de seguridad, para evitar accidentes para lo cual se debe utilizar equipo de protección personal (botas y guantes) para la recolección de muestras del río.
- Los residuos resultantes del análisis de los parámetros físico, químicos y bilógicos, así como del lavado y preparación de diatomeas generados en el laboratorio deben ser etiquetados y manejados como residuos tóxicos peligrosos para su adecuada disposición final.

## **7. AGRADECIMIENTOS**

- A mis padres, por siempre brindarme su apoyo incondicional para cumplir mis sueños y metas.

- AL PhD Pablo Castillejo, por sus conocimientos y guía para el desarrollo de este trabajo de investigación
- Al PhD Juan Carlos Navarro y a la Ms.C Susana Chamorro, por la revisión de este trabajo de investigación.

## 8. BILIOGRAFÍA

- Alarcón Rojas, N., & Peláez Peláez, F. (2012). Calidad del Agua del Río Sendamal ( Celendín , Cajamarca , Perú ): determinación mediante Uso de Diatomeas. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Biológicas*, 34(2), 29–37. Retrieved from <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/766>
- Carmona Jiménez, J., Ramírez Rodríguez, R., Bojorge-García, M. G., González Hidalgo, B., Cantoral-Uriza, E. A., Carmona Jiménez, J., ... Cantoral-Uriza, E. A. (2016). Estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: una propuesta de evaluación y aplicación en el río magdalena, ciudad de méxico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 139–152. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.02.01>
- Céspedes, E. (2014). Análisis taxonómico de las principales especies de diatomeas (Bacillariophyceae) en seis sitios en la cuenca del río Sarapiquí, Heredia, Costa Rica., 1–200.
- Cevallos, C. F. (2011). Caracterización de la calidad hídrica de la microcuenca del Río Guano, 159. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4061#sthash.wnNuvVpV.dpuf>
- GAD GUANO. (2015). Plan de ordenamiento territorial del canton guano. Retrieved from [http://www.municipiodeguano.gob.ec/kickstart/images/lotaip\\_anexos/lit\\_k/Anexo\\_1/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_Y\\_ORDENAMIENTO\\_TERRITORIAL\\_GADM-C\\_GUANO.pdf](http://www.municipiodeguano.gob.ec/kickstart/images/lotaip_anexos/lit_k/Anexo_1/PLAN_DE_DESARROLLO_Y_ORDENAMIENTO_TERRITORIAL_GADM-C_GUANO.pdf)
- Gomà, J., Cambra, J., Ector, L. T. L., & Tudesque, L. (2003). Red de diatomeas en la Cuenca del Ebro. Campaña de muestreo verano 2002. Informe final, 37. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Loic\\_Tudesque/publication/228558409\\_RED\\_DE\\_DIATOMEAS\\_EN\\_LA\\_CUENCA\\_DEL\\_EBRO\\_CAMPANA\\_DE\\_MUESTREO\\_VERANO\\_2002/links/09e4150f647ecd6b79000000/RED-DE-DIATOMEAS-EN-LA-CUENCA-DEL-EBRO-CAMPANA-DE-MUESTREO-VERANO-2002.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Loic_Tudesque/publication/228558409_RED_DE_DIATOMEAS_EN_LA_CUENCA_DEL_EBRO_CAMPANA_DE_MUESTREO_VERANO_2002/links/09e4150f647ecd6b79000000/RED-DE-DIATOMEAS-EN-LA-CUENCA-DEL-EBRO-CAMPANA-DE-MUESTREO-VERANO-2002.pdf)
- Lanza-Espino, G. de la., Hernández Pulido, S., & Carbajal Pérez, J. L. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Plaza y Valdés.
- Legendry, P., & Legendry, L. (1998). Numerical Ecology. *Developments in*

*Environmental Modelling*. Retrieved from [http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/R/Biblio/Statistic/Legendre P., Legendre L. Numerical ecology.pdf](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/R/Biblio/Statistic/Legendre_P.,_Legendre_L.Numerical%20ecology.pdf)

- Lobo, E., Heinrich, C., & Schuch, M. (n.d.). *Diatoma vulgaris* Bory. Algaebase. Retrieved October 26, 2017, from [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=33389](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=33389)
- Martín Farfán, G. (2016). Las Diatomeas del perifiton de la cuenca del Guadalquivir y sus implicaciones en el diagnóstico de la calidad del agua, 194p.
- Mejía Rodríguez, D. M. (2011). Diatomeas perifíticas y algunas características limnológicas de un humedal urbano en la sabana de Bogotá. *Director*, 126.
- Mora, D., Carmona, J., & Cantoral-Uriza, E. A. (2015). Diatomeas epilíticas de la cuenca alta del río Laja, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 1024–1040. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.004>
- Morales, E. A., Fernández, E., & Chávez, V. S. (n.d.). Inventarios y documentación de la biodiversidad en bolivia diatomeas (bacillariophyta): ¿por qué debemos incorporarlas en estudios de la biodiversidad boliviana? Retrieved from [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34701666/Morales\\_et\\_al\\_\\_2010\\_\\_IE.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1507575333&Signature=7ygvJbCxPOgPoGA97An1cCNNsMA%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DDiatoms\\_and\\_diversity\\_in\\_Bolivia.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34701666/Morales_et_al__2010__IE.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1507575333&Signature=7ygvJbCxPOgPoGA97An1cCNNsMA%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DDiatoms_and_diversity_in_Bolivia.pdf)
- Ortega, J. L. G. (2008). Colectores de algas de México (1787-1954). *Acta Botanica Mexicana*, 85(1), 75–97.
- Paz, L. E. (2017). Identificación de especies abundantes de diatomeas epilíticas asociadas al grado de eutrofización del río pita en la provincia de pichincha.
- Posselt, E. L., & Costa, A. B. da. (2010). Manual IQA DATA. Retrieved January 2, 2018, from <https://es.scribd.com/document/355256726/Manual-IQA-DATA>
- Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Rosero Córdova, K. J. (2011). establecimiento de un índice biótico para determinar la calidad de aguas de los ríos andinos presentes en el ecuador basado en poblaciones de diatomeas epilíticas. Universidad Internacional Sek. *Books.Google.Com*, 1–57.
- Sala, S. E., A., V., Plata-Díaz, Y., Pedraza, E., & Pimienta, A. (2015). Taxonomía y distribución de diatomeas epilíticas registradas por primera vez en colombia.

*Caldasia*, 37(1), 125–141. <https://doi.org/10.15446/caldasia/v37n1.50814>

- Samboni, E., Escobar, Y. C., & Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. A review of physical-chemical parameters as water quality and contaminati, 27(3), 172–181. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v27n3/v27n3a19.pdf>
- Segura, V., Almanza Álvarez, J. S., & Ponce-Saavedra, J. (2016). *Hidrobiológica : [revista del Departamento de Hidrobiología]*. *Hidrobiológica* (Vol. 26). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972016000200187](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000200187)
- SENAGUA. (2012). Analisis de la Calidad del Agua Rio Coca. *Books.Google.Com*, 7.
- Torres, G. (2010). Composición y distribución del fitoplancton en aguas costeras ecuatorianas durante la niña (septiembre 2001)”. Retrieved from [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/820/1/Composici3n y distribuci3n del fitoplancton en aguas costeras ecuatorianas durante la niña %28septiembre 2001.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/820/1/Composici3n%20y%20distribuci3n%20del%20fitoplancton%20en%20aguas%20costeras%20ecuatorianas%20durante%20la%20ni%C3%B1a%20septiembre%202001.pdf)
- Uvillus, S., & Chamorro, M. S. (2017). Caracterización de la composición florística de diatomeas epilíticas asociadas al grado de eutrofización en el río “la compañía”, cant3n mejía. Retrieved from <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2637/1/TESIS.pdf>
- Vera, E. (2007). “Distribuci3n y abundancia del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en la bahía de santa elena (la libertad – ecuador) durante octubre 2004 – octubre 2005. Retrieved from [http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/831/1/VERA BORBOR ETELVINA-2007.pdf](http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/831/1/VERA%20BORBOR%20ETELVINA-2007.pdf)
- Villalobos, J., & Albendiz, L. (2010). Control Biológico del agua. Retrieved January 4, 2018, from <http://www.encuentros.uma.es/encuentros32/control.html>
- WetzeL, C. E., DE Vijver, B. VAN, Hoffmann, L., & Ector, L. (2013). *Planothidium incuriatum* sp. nov. una especie de diatomea ampliamente distribuida(Bacillariophyta) y análisis de tipo de P<sub>l</sub>Anothidium biporomum. *Phytotaxa*, 138(1), 43. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.138.1.6>

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río “Guano” .....	10
Tabla 2. Rangos para determinar el Índice de calidad del agua .....	18
Tabla 3. Datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la determinación del IQA del río “Guano” .....	19
Tabla 4. Especies de diatomeas encontradas en el punto uno .....	22
Tabla 5. Especies de diatomeas encontradas en el punto dos .....	23
Tabla 6. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto uno .....	24
Tabla 7. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto dos.....	25
Tabla 8. Especies bioindicadoras en cada punto de muestreo.....	25
Tabla 9. Resumen de resultados del análisis Canónico de Correspondencia de la matriz de propiedades fisicoquímicas y diatomeas epilíticas en los dos puntos de muestreo. ....	27
Tabla 10. Coeficientes canónicos y correlaciones de interés de once parámetros fisicoquímicos con los ejes 1,2 y 3, utilizando 50 variables bióticas.....	28

## 9. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área de estudio y ubicación de la Microcuenca del río “Guano”; Cantón Guano, y los dos puntos de muestreo a lo largo de la microcuenca con los siguientes códigos: P1 (calidad regular), P2 (calidad mala) .....	11
Figura 2. pH obtenido durante los muestreos de junio julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	13
Figura 3. Temperatura obtenida en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	14
Figura 4. Conductividad obtenida en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	14
Figura 5. Oxígeno disuelto obtenido en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	15
Figura 6. Fosfatos obtenidos en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	16
Figura 7. Nitrato obtenido en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	16

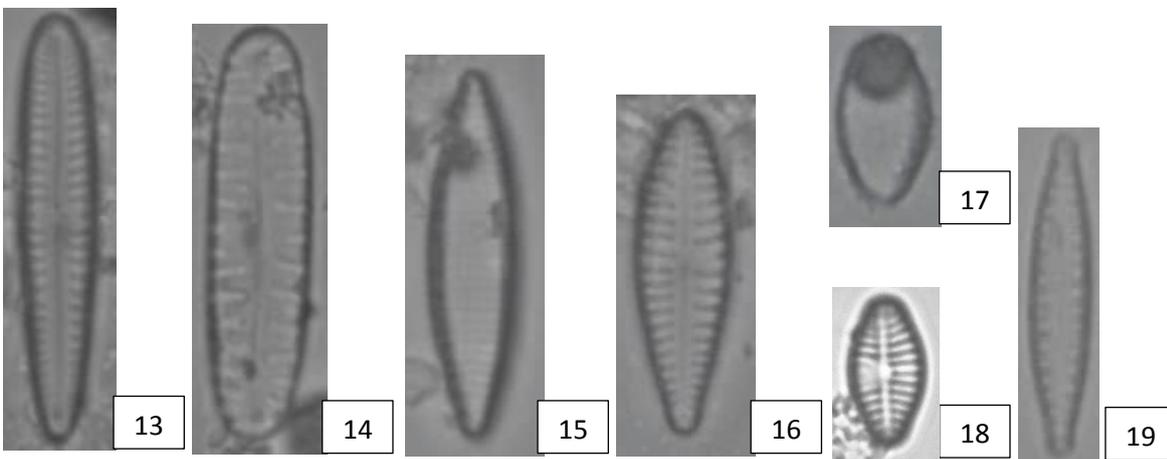
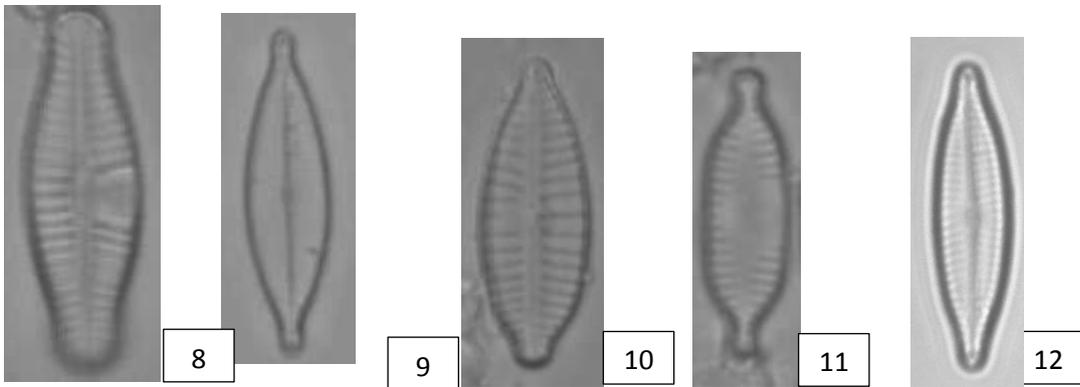
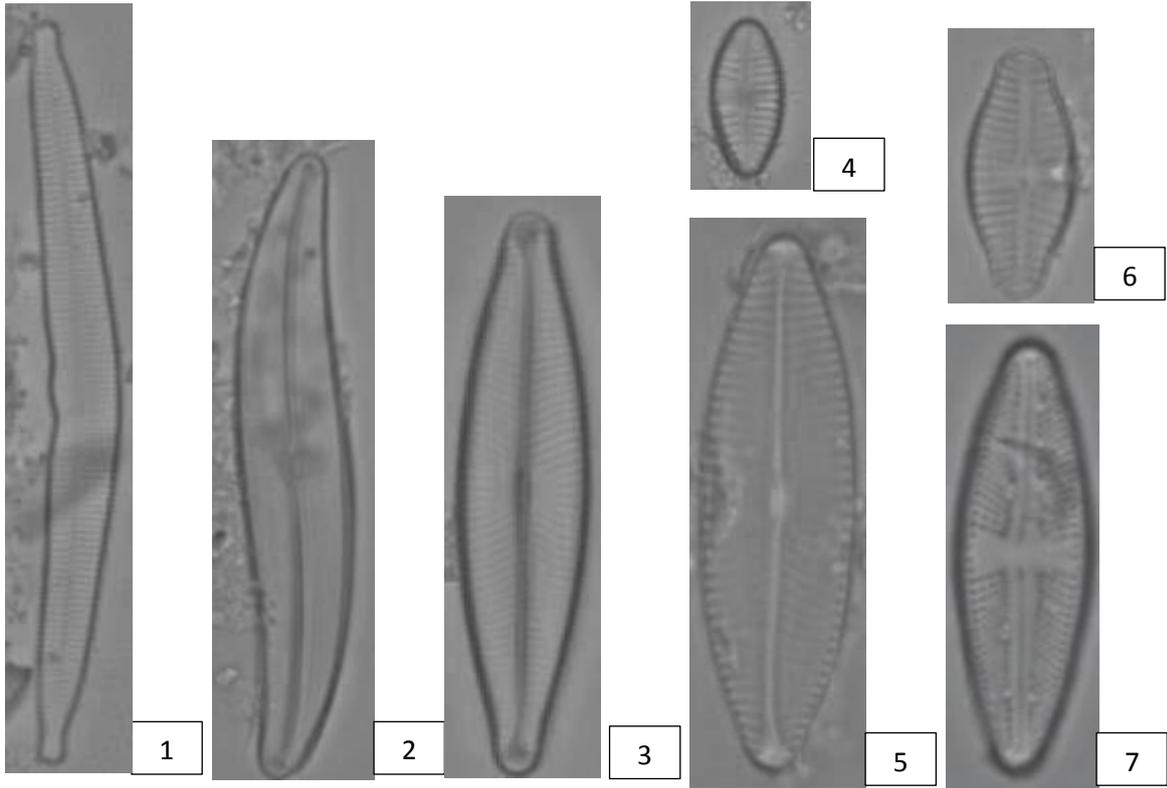
Figura 8. Sólidos Totales disueltos en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	17
Figura 9. Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenida en los muestreos de junio, julio y agosto, del 2017 en el río “Guano” .....	18
Figura 10. Resultados obtenidos según el IQA-DATA en los puntos de muestreo ubicados en el río “Guano” .....	19
Figura 11. Variables con mayor representación para el punto uno obtenidas durante los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 en el río “Guano” .....	20
Figura 12. Variables con mayor representación para el punto dos obtenidas durante los muestreos de junio, julio y agosto de 2017 en el río “Guano” .....	21
Figura 13. Dendrograma de los puntos de muestreo y las especies de diatomeas epilíticas encontradas en los meses de junio, julio agosto en la Microcuenca del río “Guano” .....	26
Figura 14. Diagrama de dispersión basado en la CCA de las muestras de diatomeas de dos estaciones de muestreo, correlacionadas con las variables ambientales con relación a los ejes 1 y 2: Temperatura, pH, Conductividad (us/cm), Oxígeno Disuelto (mg/L), DBO5, nitratos (mg/l), Fosfatos (mg/L), Coliformes fecales UFC/ml, Solidos disueltos totales (mg/L), Solidos totales (mg/L), Turbidez (FTU). .....	27

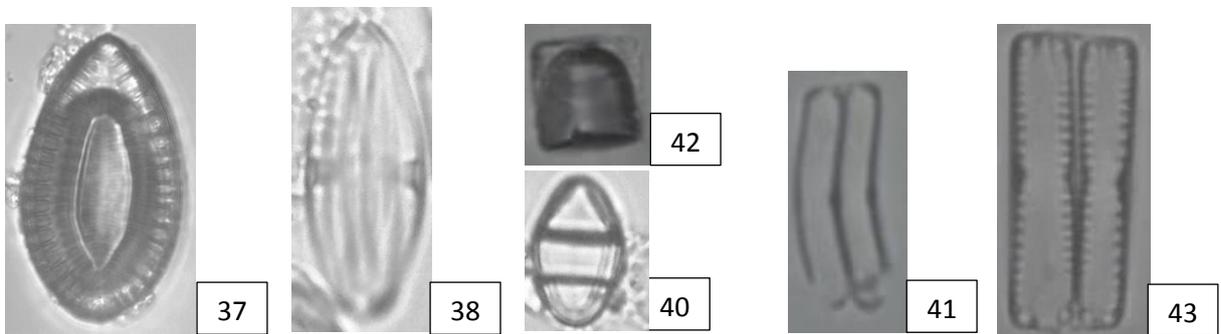
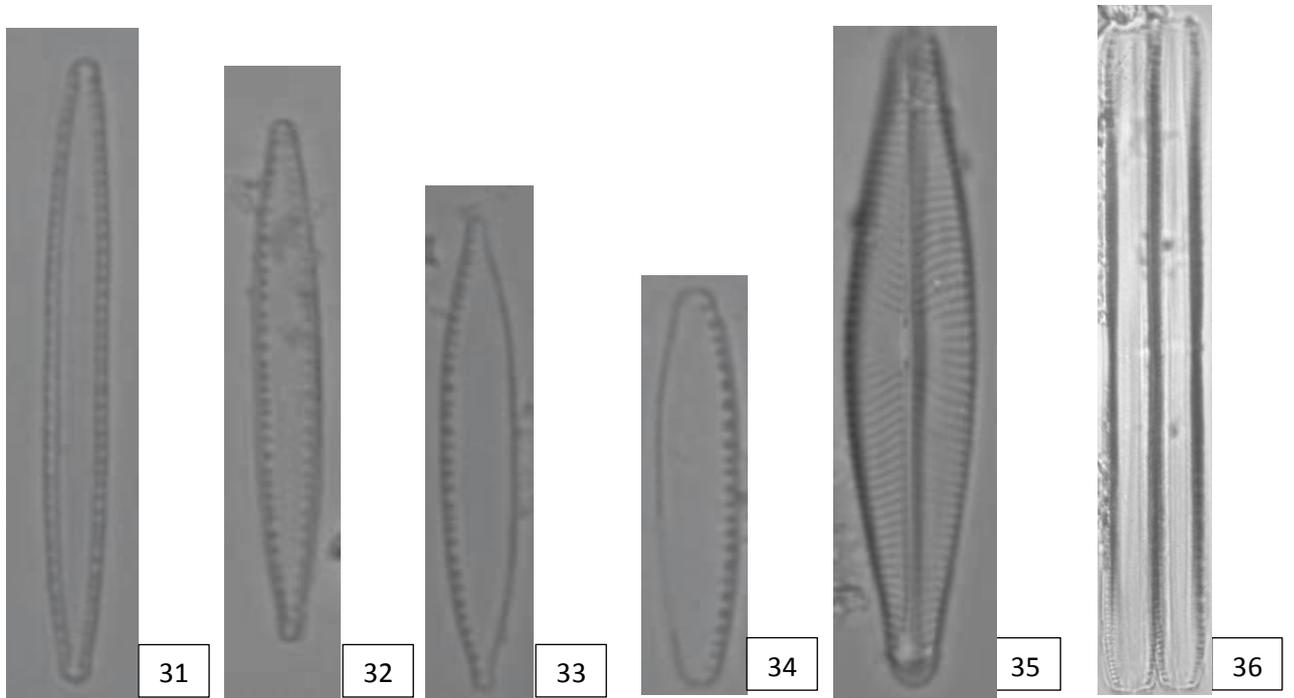
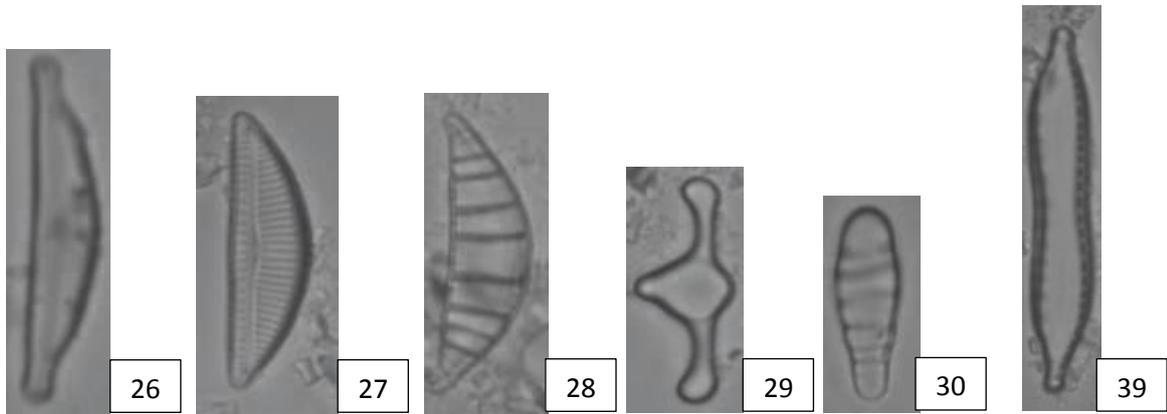
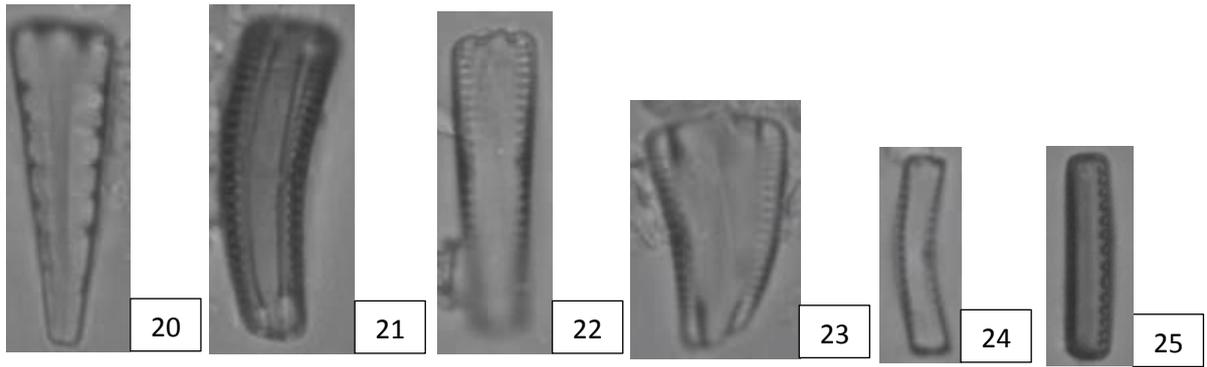
## 10. ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Diatomeas encontradas en el primer muestreo del 12/06/17 en el punto 1 del río Guano. ....	39
ANEXO B Diatomeas encontradas en el primer muestreo del 12/06/17 en el punto 2 del río Guano. ....	42
ANEXO C Diatomeas encontradas en el segundo muestreo del 15/07/17 en el punto 1 del río Guano. ....	45
ANEXO D Diatomeas encontradas en el segundo muestreo del 15/07/17 en el punto 2 del río Guano. ....	49
ANEXO E Diatomeas encontradas en el tercer muestreo del 10/08/17 en el punto 1 del río Guano. ....	52
ANEXO F Diatomeas encontradas en el tercer muestreo del 10/08/17 en el punto 2 del río Guano. ....	55

**ANEXO A Diatomeas encontradas en el primer muestreo del 12/06/17 en el punto 1 del rio Guano.**

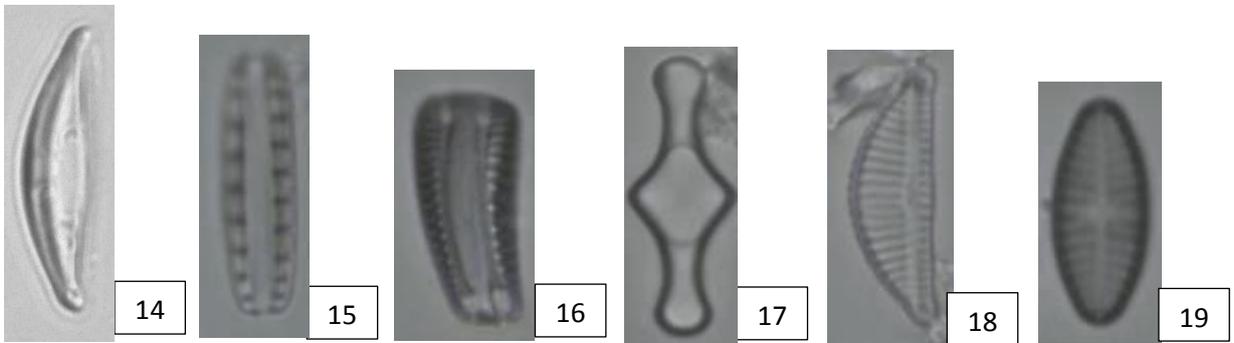
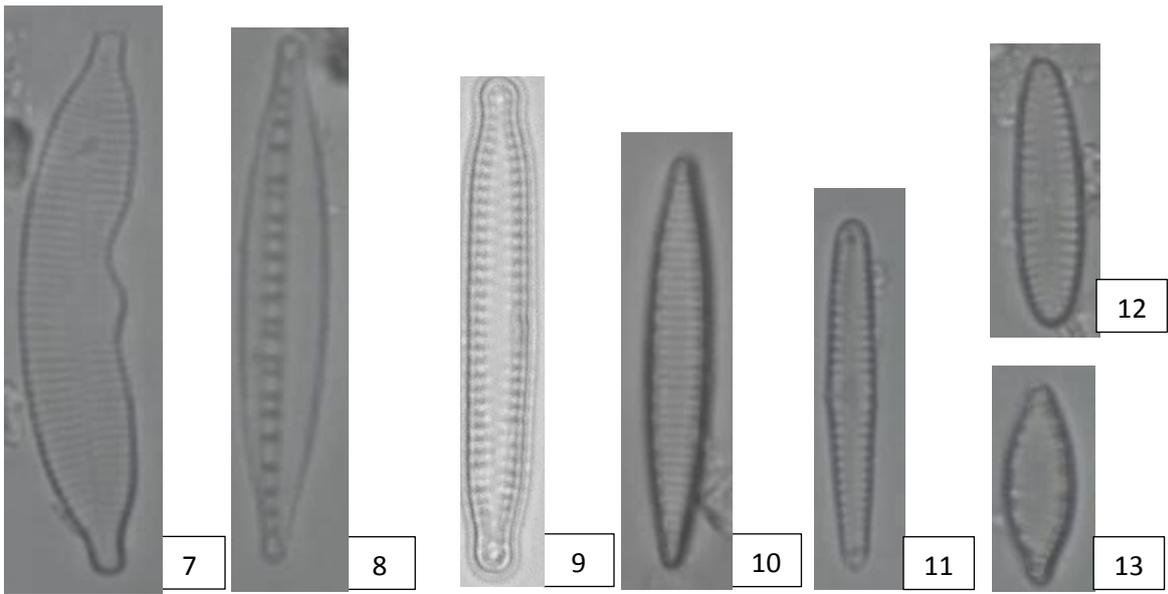
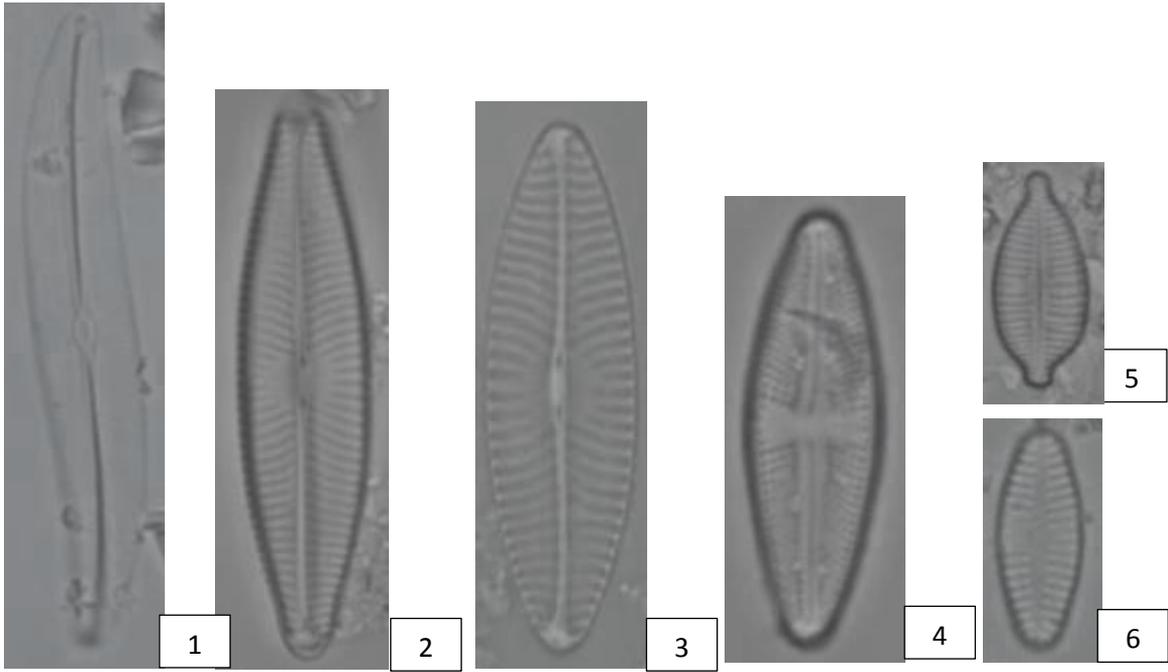
N.E	Nombre	Número ID	C.E
1	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	41	34
2	<i>Achnantheidium subhudsonis</i>	24	24
3	<i>Amphora coffeaeformis</i>	26	2
4	<i>Ditoma mesodon</i>	30	16
5	<i>Encyonema minutum</i>	27	4
6	<i>Fragilaria arcus. (Ehrenberg) cleve</i>	1	1
7	<i>Fragilaria recapitellata. Lange-Bertalot</i>	11	4
8	<i>Fragilaria vauchariae</i>	43	16
9	<i>Gomphonema pumilum var. rigidum.</i>	13,16,22	33
10	<i>Gomphonema turgidum. Ehrenberg</i>	28	2
12	<i>Gomphonema lagemula. Kützing</i>	10	2
13	<i>Gyrosigma obtusatum</i>	2	1
14	<i>Halamphora montana</i>	38	2
15	<i>Luticula goeppertiana (Bleisch) Mann</i>	7	2
16	<i>Meridion circulare</i>	20,30	54
17	<i>Melosira varians</i>	40	4
18	<i>Navicula cryptotenella. Lange-Bertalot</i>	12	18
19	<i>Navicula cf. Gregaria. Donkin</i>	9,36	46
20	<i>Navicula lanceolata. (Agardh) Kützing</i>	5,35	38
25	<i>Navicula riediana. Lange - Bertalot</i>	3	50
26	<i>Nitzschia amphifia. Grunow</i>	15,19	32
27	<i>Nitzschia brevissima</i>	39	2
28	<i>Nitzschia inconspicua. Grunow</i>	34	54
29	<i>Nitzschia linearis. (Agardh) W. Smith</i>	36	8
30	<i>Nitzschia palea</i>	31,32, 33	42
31	<i>Nitzschia soratensis</i>	25	20
32	<i>Planothidium biporomun</i>	8	63
33	<i>Planothidium dubium</i>	18	9
34	<i>Planothidium incuriatum. Wetzel et al. 2013</i>	6	84
35	<i>Planothidium frequentissimum. Lange-Bertalot</i>	4	59
36	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	21,23	2
37	<i>Surirella ovalis. Brébisson</i>	37	1
38	<i>Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing</i>	29	2





**ANEXO B** Diatomeas encontradas en el primer muestreo del 12/06/17 en el punto 2 del rio Guano.

<b>N.E</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número ID</b>	<b>C.E</b>
1	<i>Achnantes inconspicua</i>	19	2
2	<i>Achnanthidium subhudsonis</i>	26	1
5	<i>Encyonema minutum</i>	18	1
6	<i>Eutonia bilunaris</i>	25	1
7	<i>Fragilaria arcus. (Ehrenberg) Cleve</i>	7	1
8	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	9	2
10	<i>Gomphonema lagemula</i>	5	2
11	<i>Gomphonema pumilum var. rigidum.</i>	11,12,21	3
12	<i>Gyrosigma obtusatum</i>	1	2
13	<i>Halmaphora montana</i>	14	1
14	<i>Luticula goeppertiana (Bleisch) Mann</i>	4,23	6
15	<i>Planothidium frequentissimum .Lange-Bertalot</i>	6	1
16	<i>Navicula cryptotenella</i>	32	68
17	<i>Navicula gregaria</i>	27	60
18	<i>Navicula lanceolata</i>	3	120
19	<i>Navicula riediana. Lange - Bertalot</i>	2	96
20	<i>Navicula tripunctata. (Müller) Bory</i>	31	12
21	<i>Nitzschia amphifia</i>	15,10,13	58
22	<i>Nitzschia brevissima</i>	28	1
23	<i>Nitzschia dissipata</i>	8	1
24	<i>Nitzschia inconspicua.Grunow</i>	20,22	108
25	<i>Nitzschia linearis</i>	33	4
26	<i>Nitzschia palea</i>	24	60
27	<i>Nitzschia soratensis</i>	30	3
28	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	16	4
29	<i>Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing</i>	17	3
30	<i>Sin identificar</i>	29	1





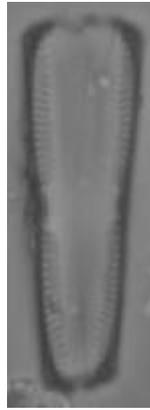
20



21



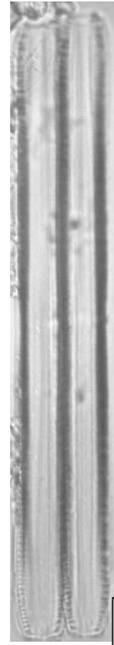
22



23



24



33



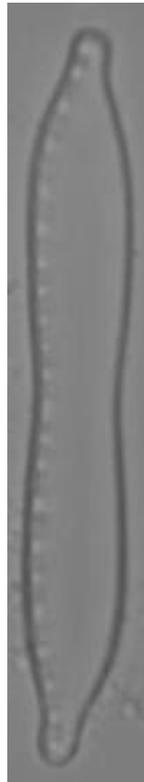
25



26



27



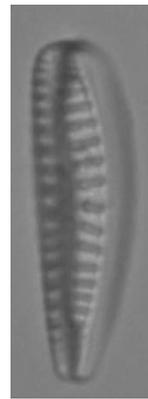
28



31



30



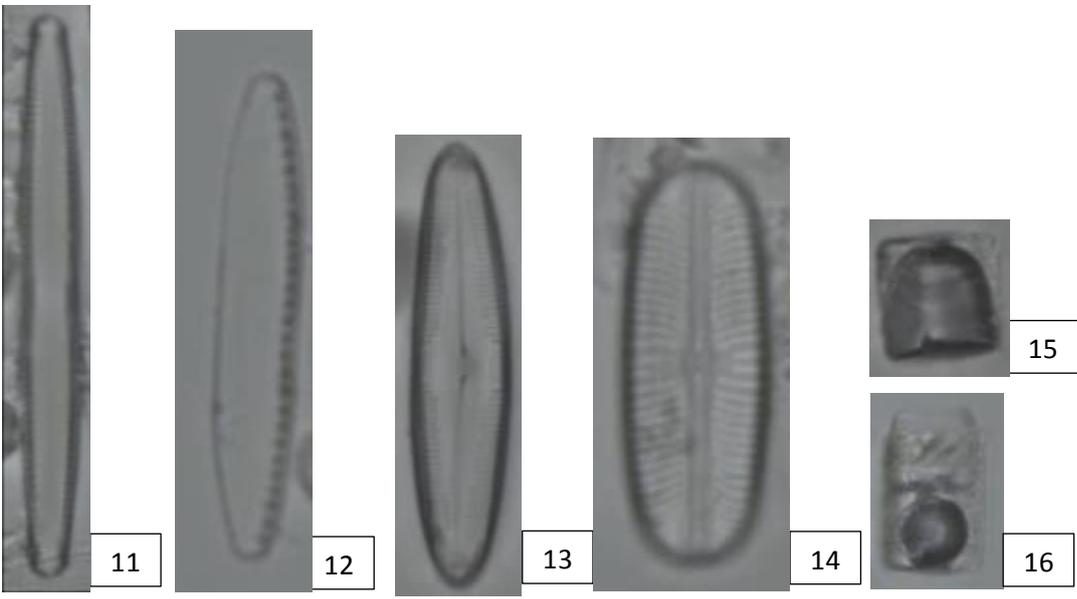
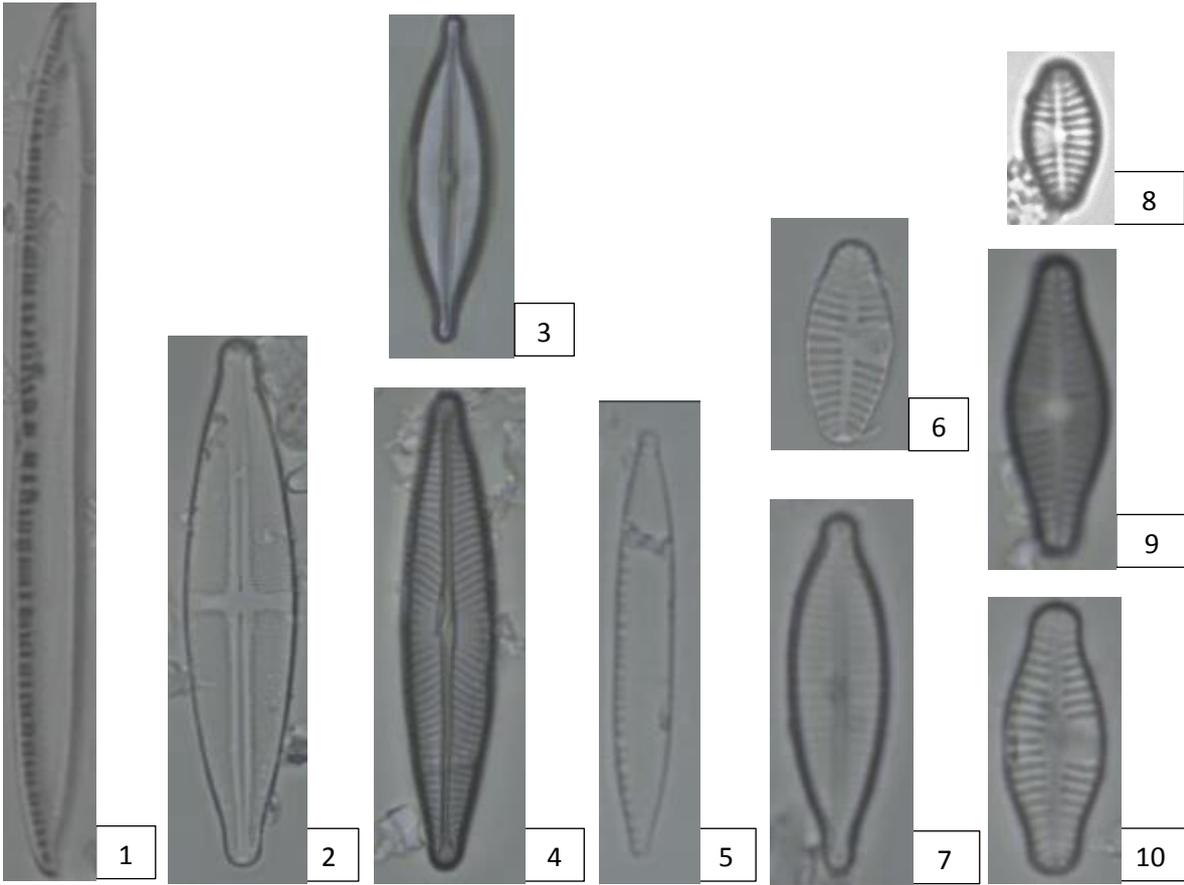
29

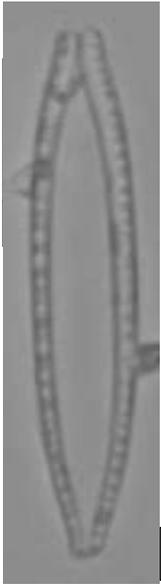


32

**ANEXO C** Diatomeas encontradas en el segundo muestreo del 15/07/17 en el punto 1 del rio Guano.

<b>N.E</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número ID</b>	<b>C.E</b>
<b>1</b>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	39	28
<b>2</b>	<i>Achnantheidium subhudsonis</i>	36	20
<b>3</b>	<i>Cytonella meghiniana</i>	25	1
<b>4</b>	<i>Diatoma mesodon</i>	21,28,29	54
<b>5</b>	<i>Eunotia mosodon</i>	33	2
<b>6</b>	<i>Fragilaria voucheriae</i>	25	21
<b>7</b>	<i>Frustulia vulgaris</i>	30, 31	1
<b>8</b>	<i>Gomphonema parvulum</i>	7	1
<b>9</b>	<i>Gomphonema lagenula</i>	35	2
<b>10</b>	<i>Gomphonema pumilum</i>	26	8
<b>11</b>	<i>Halamphora montana</i>	34	2
<b>12</b>	<i>Luticula geoppertiana</i>	40	2
<b>13</b>	<i>Melosira varians. Agardh</i>	15,16	3
<b>14</b>	<i>Meridion circulare</i>	19,20,22,23	120
<b>15</b>	<i>Navicula cryptotenella. Lange-Bertalot</i>	41	6
<b>16</b>	<i>Navicula cf. Gregaria. Donkin</i>	3	19
<b>17</b>	<i>Navicula lanceolata (Agarth) Kutzing</i>	4	60
<b>18</b>	<i>Navicula riedona Lange - Bertalot</i>	27	48
<b>19</b>	<i>Nitzschia amphifia</i>	18	3
<b>20</b>	<i>Nitzschia brevissima</i>	42	1
<b>21</b>	<i>Nitzschia inconspicua. Grunow</i>	12	14
<b>22</b>	<i>Nitzschia linearis</i>	1,32	9
<b>23</b>	<i>Nitzschia plaea</i>	5,17,32	42
<b>24</b>	<i>Nitzschia soratensis</i>	39	17
<b>25</b>	<i>Pinnularia subbrevistriatta</i>	13	2
<b>26</b>	<i>Planothidium dubium</i>	8	10
<b>27</b>	<i>Planothidium biporomun</i>	9,10	190
<b>28</b>	<i>Planothidium frequentissimum</i>	38	130
<b>29</b>	<i>Planothidium incuriatum</i>	6	192
<b>30</b>	<i>Rhoicospemia abbreviata</i>	24	1
<b>31</b>	<i>Sellaphora</i>	14	1
<b>32</b>	<i>Stauroneis conspicua</i>	2	1





17



18



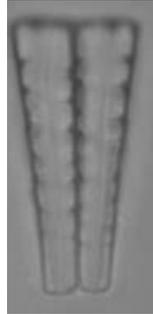
19



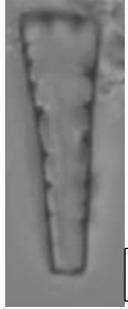
21



20



22



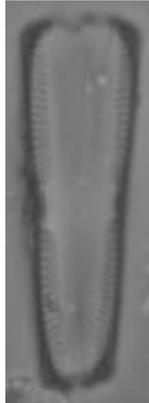
23



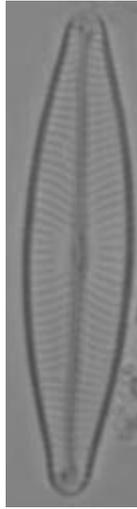
25



24



26



27



28



29



30



31



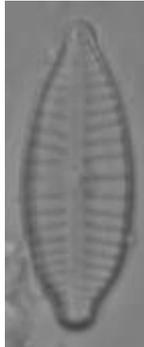
32



33



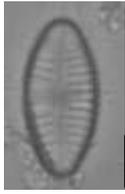
34



35



36



38



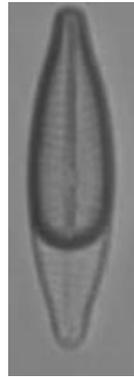
37



39



40



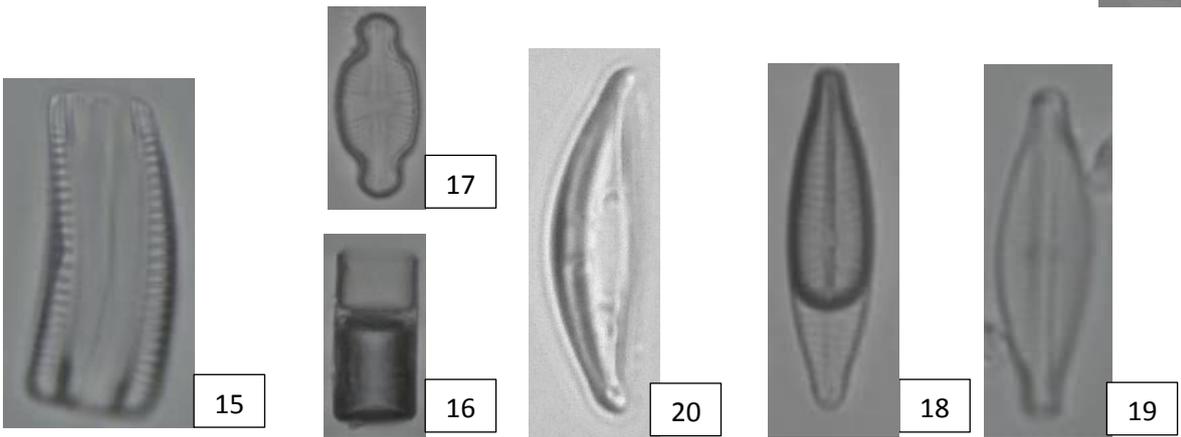
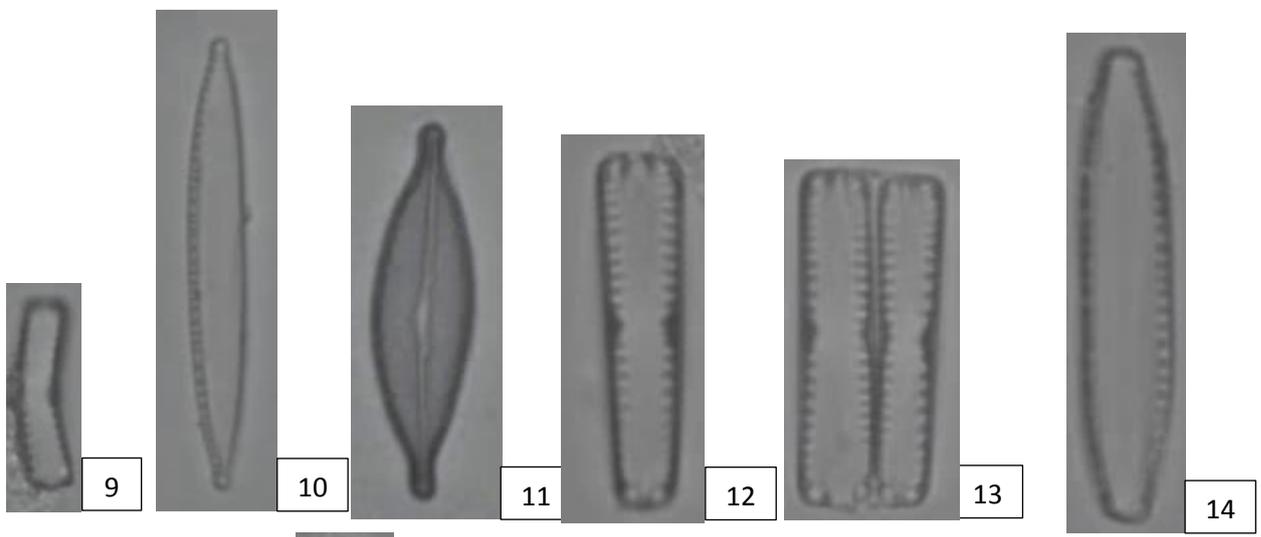
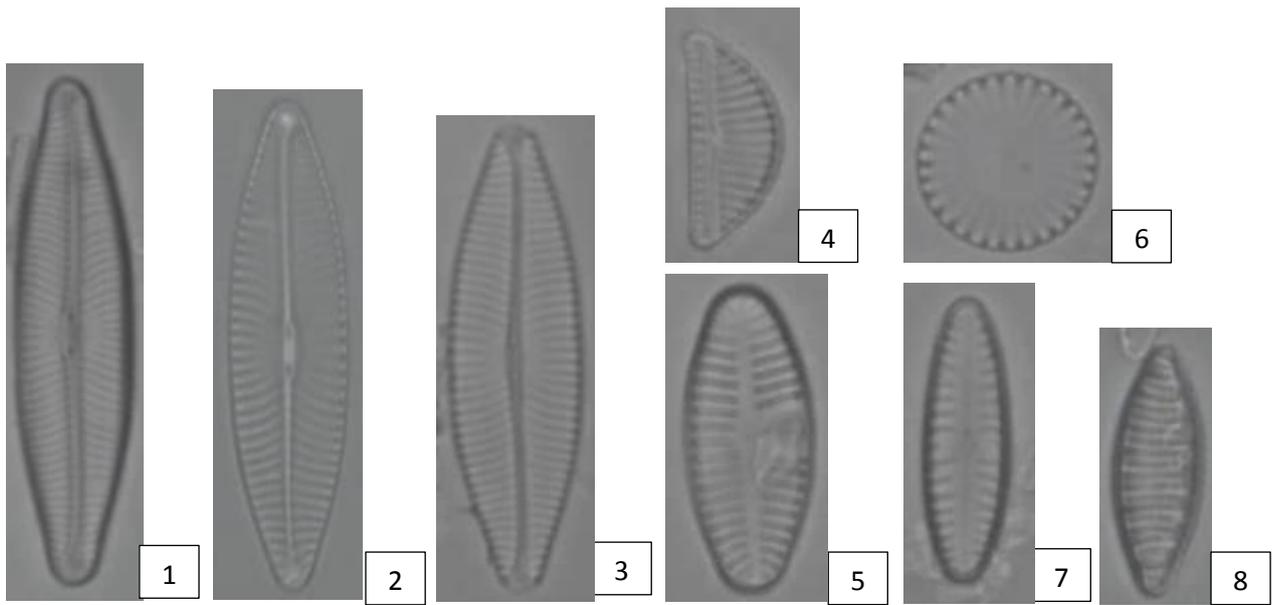
41

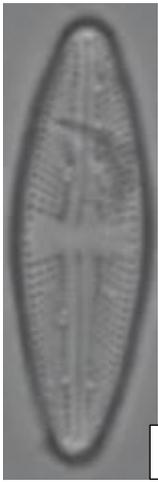


42

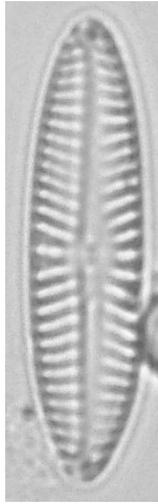
**ANEXO D** Diatomeas encontradas en el segundo muestreo del 15/07/17 en el punto 2 del río Guano.

	<b>Nombre</b>	<b>Número ID</b>	<b>C.E</b>
<b>1</b>	<i>Achnantes inconspicua</i>	28	2
<b>2</b>	<i>Achnanthidium subhudsonis</i>	9	5
<b>3</b>	<i>Encyonema minutum</i>	4	1
<b>4</b>	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	6	1
<b>5</b>	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	13	3
<b>6</b>	<i>Gomphonema lagemula</i>	27	3
<b>7</b>	<i>Gomphonema pumilum</i>	7,12	4
<b>8</b>	<i>Halmaphora montana</i>	20	1
<b>9</b>	<i>Luticola mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	17	24
<b>10</b>	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) Mann	21	2
<b>11</b>	<i>Melosira varians</i>	16	1
<b>12</b>	<i>Navicula cryptotenella</i>	18	92
<b>13</b>	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	11,19	84
<b>14</b>	<i>Navicula lanceolata</i> /Agardh) Kitzing	2,3	72
<b>15</b>	<i>Navicula riediana</i> . Lange - Bertalot	1	70
<b>16</b>	<i>Navicula tripunctata</i> . (Müller) Bory	22	10
<b>17</b>	<i>Nitzschia amphifia</i> Grunow	8	30
<b>18</b>	<i>Nitzschia linearis</i>	23	4
<b>19</b>	<i>Nitzschia brevissima</i>	26	96
<b>20</b>	<i>Nitzschia inconspícua</i> Grunow	14	84
<b>21</b>	<i>Nitzschia palea</i>	10	70
<b>22</b>	<i>Nitzschia soratensis</i>	24	2
<b>23</b>	<i>Planothidium frequentissimum</i>	5	1
<b>24</b>	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	15	1
<b>25</b>	<i>Sin identificar</i>	25	2

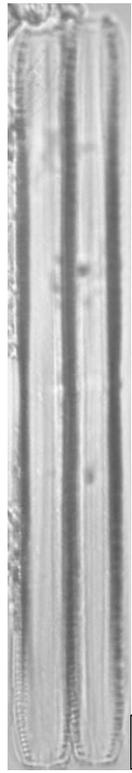




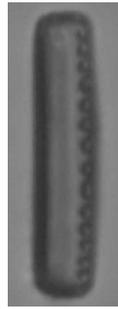
21



22



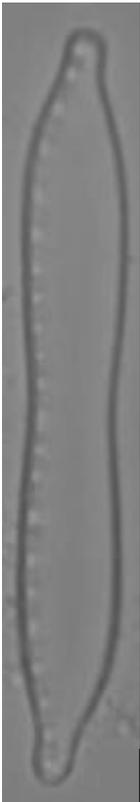
23



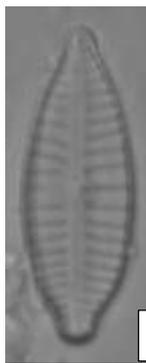
24



25



26



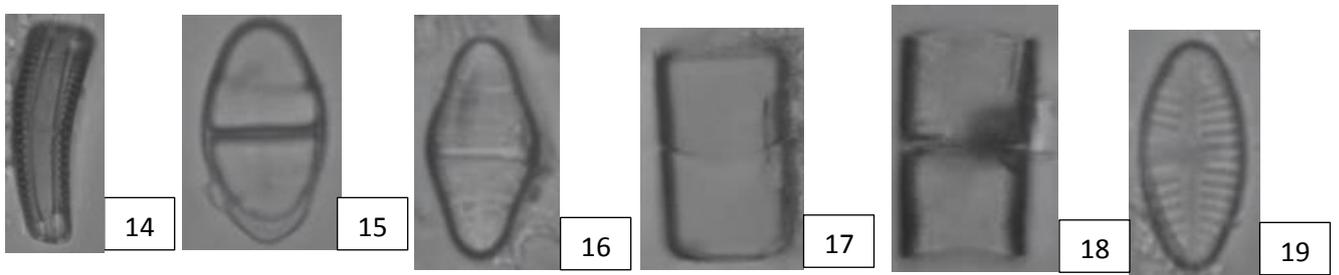
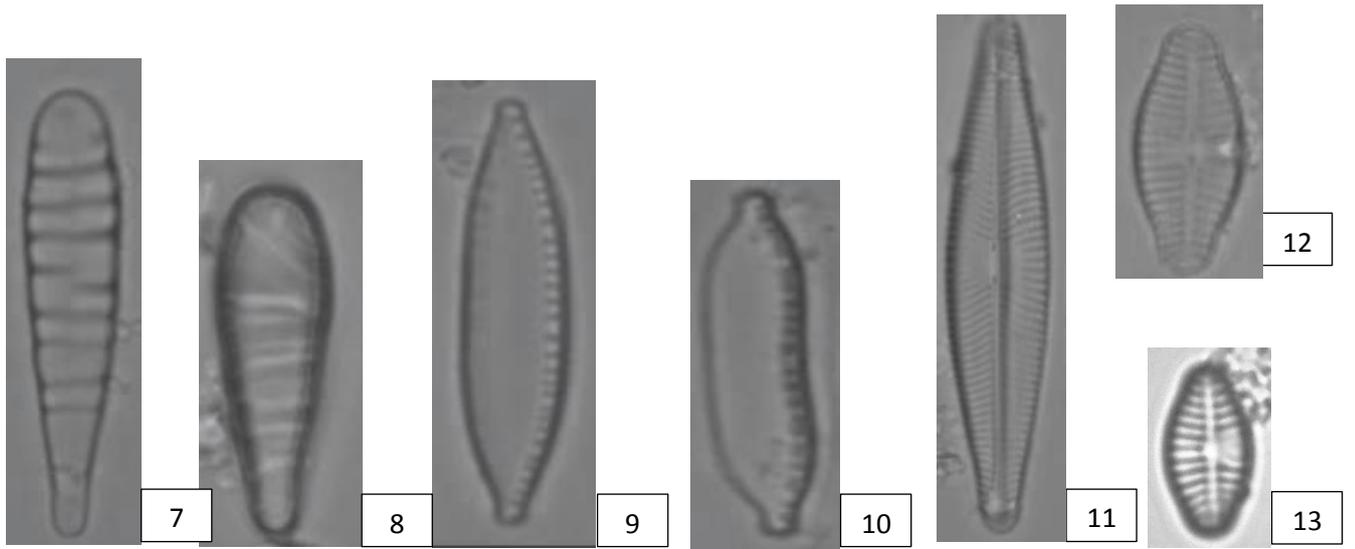
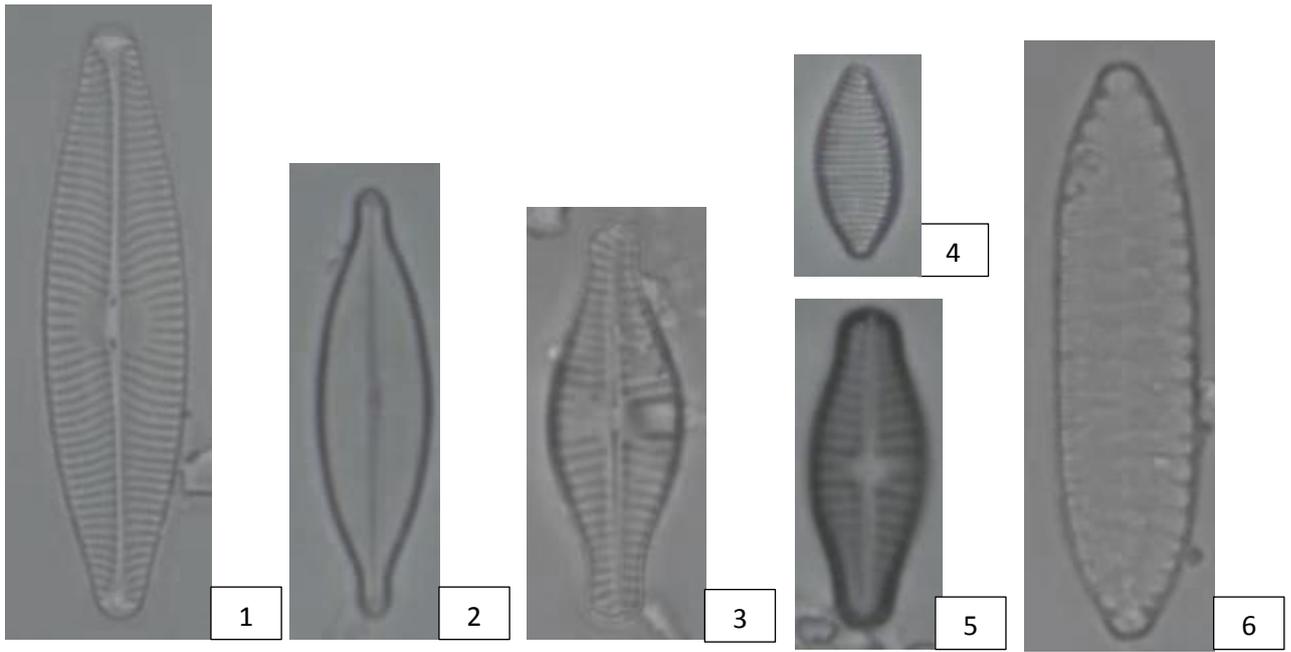
27

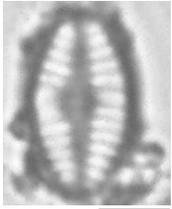


28

**ANEXO E** Diatomeas encontradas en el tercer muestreo del 10/08/17 en el punto 1 del río Guano.

<b>N.E</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número ID</b>	<b>C.E</b>
1	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	23	25
2	<i>Achnantheidium subhudsonis</i>	32	23
3	<i>Diatoma mesodon</i>	15,16	35
4	<i>Eolimna Minima</i>	20	1
5	<i>Eunotia bilunaris</i>	28	1
6	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	22	20
7	<i>Gomphonema pumilum</i>	21	15
8	<i>Melosira varians</i>	17,18	4
9	<i>Meridion circulare</i>	7,8,24,25	80
10	<i>Navicula cryptonella</i>	31	10
11	<i>Navicula gregaria</i>	2	28
12	<i>Navicula lanceolata</i>	1	40
13	<i>Navicula riediana</i>	11	28
14	<i>Nitzschia amphifia. Grunow</i>	4	4
15	<i>Nitzschia brevissima</i>	10	1
16	<i>Nitzschia inconspicua.</i>	29	38
17	<i>Nitzschia linearis</i>	26,27	2
18	<i>Nitzschia palea</i>	9	38
19	<i>Nitzschia soratensis</i>	30	24
20	<i>Planothidium biporomun</i>	5	70
21	<i>Planothidium dubium</i>	13	8
22	<i>Planothidium frequentissimum</i>	19	90
23	<i>Planothidium incuriatum.</i>	12	87
24	<i>Planothidium rostratum</i>	3	6
25	<i>Rhoicospemia abbreviata</i>	14	4
26	<i>Surirela angusta</i>	6	1

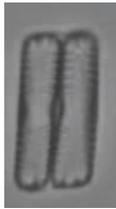




20



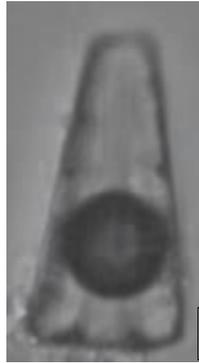
21



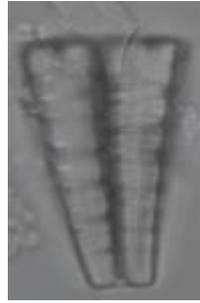
22



23



24



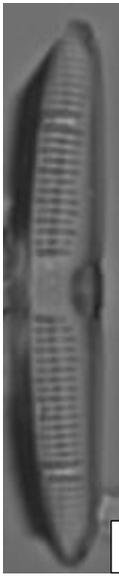
25



26



27



28



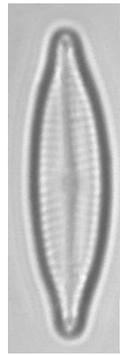
29



30



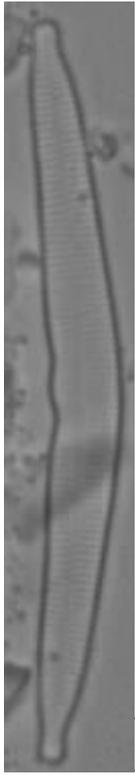
32



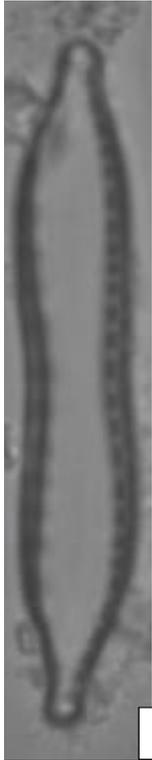
31

**ANEXO F** Diatomeas encontradas en el tercer muestreo del 10/08/17 en el punto 2 del río Guano.

<b>N.E</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número ID</b>	<b>C.E</b>
<b>1</b>	<i>Achanthidium minutissimum</i>	8	1
<b>2</b>	<i>Achnantes inconspicua</i>	24	3
<b>3</b>	<i>Gomphonema pimulum</i>	11	1
<b>4</b>	<i>Gomphonema lagemula</i> Kutzing	9	2
<b>5</b>	<i>Gomphonema turgidum</i> Ehreberg	6	1
<b>6</b>	<i>Fragilaria arcus</i>	1	1
<b>7</b>	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	10	2
<b>8</b>	<i>Hantzschia abunda</i>	3	2
<b>9</b>	<i>Luticola mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	14	120
<b>10</b>	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) Mann	21	3
<b>11</b>	<i>Melosira varians</i>	7	2
<b>12</b>	<i>Navicula cryptotenella</i>	15	100
<b>13</b>	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	16	98
<b>14</b>	<i>Navicula lanceolata</i>	4	56
<b>15</b>	<i>Navicula riediana</i> . Lange - Bertalot	19	42
<b>16</b>	<i>Nitzschia amphifia</i> Grunow	22	3
<b>17</b>	<i>Nitzschia linearis</i>	18	3
<b>18</b>	<i>Nitzschia brevissima</i>	2	1
<b>19</b>	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	20	82
<b>20</b>	<i>Nitzschia palea</i>	17	78
<b>21</b>	<i>Nitzschia soratensis</i>	24	6
<b>22</b>	<i>Planothidium frequentissimum</i>	5	2
<b>23</b>	Sin identificar	23	2
<b>24</b>	<i>Tabellaria focculosa</i> (Roth) Kutzing	13	3



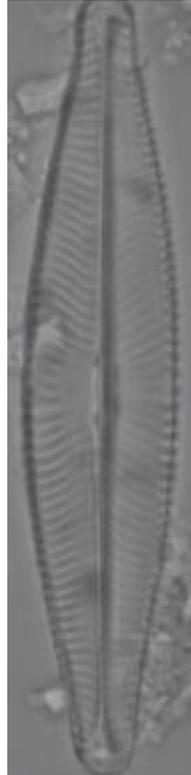
1



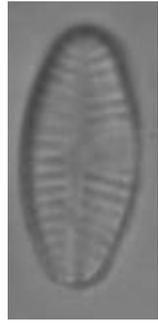
2



3



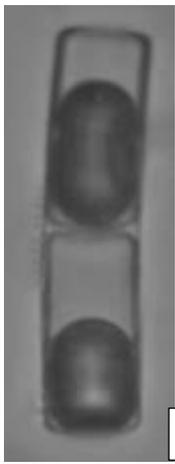
4



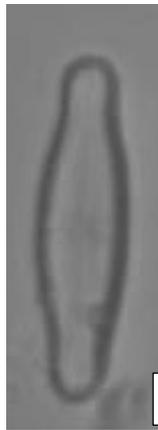
5



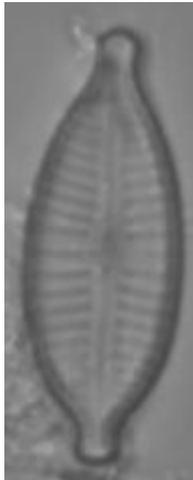
6



7



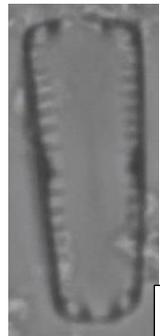
8



9



10



11



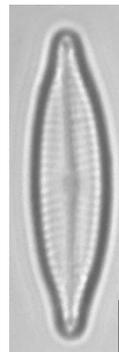
12



13



14



15



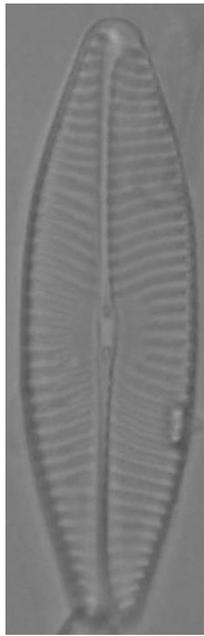
16



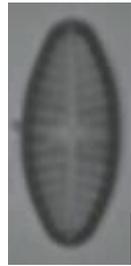
17



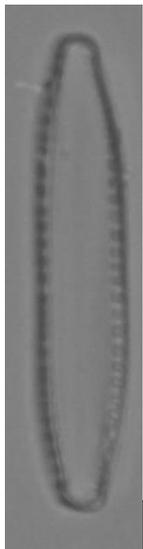
18



19



24



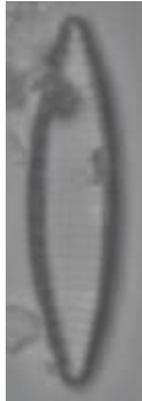
20



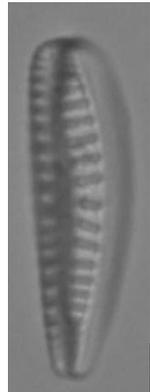
21



24



22



23