

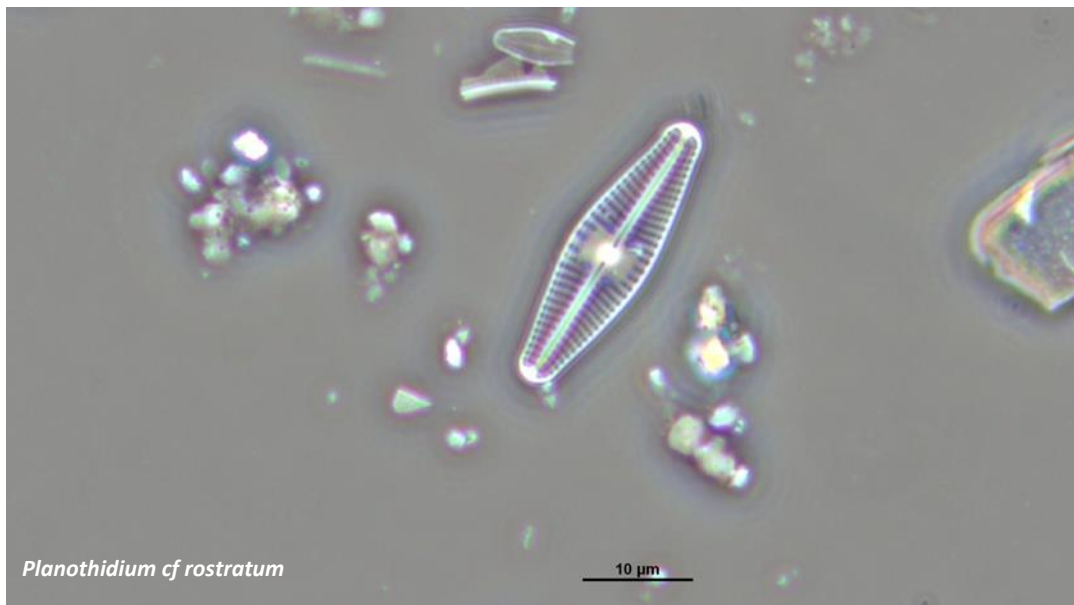


**DESARROLLAR UN SISTEMA DE INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ USANDO LA COMUNIDAD DE DIATOMIAS.**

**CONTRATO No. 1 - 2 - 26200 - 0568 - 2021**

**PRODUCTO 2.**

**PERIODO: 24 OCTUBRE 2021 - 23 FEBRERO DEL 2022**



### PROFESIONALES PARTICIPANTES

<b>CPA INGENIERIA S.A.S</b>	<b>Director</b>	Yasmin Plata Díaz
	<b>Experto en biología-Categoría 5</b>	Yasmín Plata Díaz
	<b>Biólogo-Categoría 8</b>	Laura Leandra Garzón Salamanca
	<b>Biólogo-Categoría 7</b>	María Isabel Ospina
	<b>Ingeniero ambiental-Categoría 7</b>	Diana del Pilar Roa Angarita
	<b>Biólogo-Categoría 5</b>	Catalina Rodríguez Flórez
	<b>Profesional ingeniería Categoría 5</b>	Yisell Viviana Herrera Charry
	<b>Profesional logístico y administrativo-Categoría 7</b>	Julián Héctor López
	<b>Director HSEQ</b>	Víctor Moreno Reina
	<b>EAAB-ESP</b>	<b>Supervisor</b>
<b>Asesor</b>		Ángela Maria Zapata Anzola
<b>Asesor</b>		Carlos Alberto Rivera Rondón
<b>Equipo de Aguas y Saneamiento Básico (DIE)</b>		Ing. William Villamil Barahona Diana Carolina V. Pasito Lina Fernanda Mora

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INFORME EJECUTIVO PRODUCTO 2</b> .....	<b>9</b>
<b>1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS TAXONÓMICA Y REGISTRO FOTOGRAFÍCO</b> .....	<b>14</b>
1.1.1 Caracteres diagnósticos y registro fotográfico de los morfotipos.....	14
<b>1.2 REVISIÓN TAXONÓMICA Y LISTADO DE ESPECIES</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3 RESULTADOS A LA FECHA</b> .....	<b>16</b>
1.3.1 Conteos muestras del Sistema Sur y El Delirio .....	16
1.3.1.1 Sistema El Delirio .....	18
1.3.2 Conteo Sistema Sur.....	23
1.3.2.1 Zona regadera .....	30
1.3.2.2 Zona Chisacá .....	34
1.3.2.3 Zona Yomasa .....	35
1.3.3 Conteos Sistema Norte-Zona Chuza .....	37
1.3.3.1 Zona Chuza.....	37
<b>1.4 SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN</b> .....	<b>47</b>
<b>1.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN FISCOQUÍMICA</b> .....	<b>49</b>
1.5.1 Análisis estadístico por Zona de estudio.....	58
1.5.1.1 Sistema El Delirio .....	58
1.5.1.2 Sistema Sur- Zona Regadera .....	62
1.5.1.3 Sistema Sur- Zona Chisacá .....	66
1.5.1.4 Sistema Sur- Zona Yomasa.....	70
1.5.1.5 Sistema Norte- Zona Chuza .....	75
1.5.1.6 Sistema Norte- Zona Río Blanco .....	80
1.5.1.7 Sistema Norte- Zona San Rafael .....	85
1.5.1.8 Sistema Tibitoc.....	89
<b>1.6 AVANCE DEL CATÁLOGO DE ESPECIES</b> .....	<b>92</b>
<b>1.7 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>93</b>
<b>1.8 LISTADO DE ESPECIES CON SUS RESPECTIVOS CONTEOS</b> .....	<b>95</b>

<b>2. REVISIÓN PRELIMINAR DE MUESTRAS HISTÓRICAS .....</b>	<b>96</b>
2.1 SELECCIÓN .....	96
2.2 PRE-CONTEO .....	96
2.3 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS .....	96
2.4 DIGESTIÓN DE MATERIA ORGÁNICA .....	97
2.5 LAVADOS .....	97
2.6 PREPARACIÓN LÁMINAS.....	97
2.7 BALANCE DEL NÚMERO DE MUESTRAS PROCESADAS, MONTAJES AL MICROSCOPIO ÓPTICO Y MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO .....	98
2.8 NÚMERO DE MUESTRAS EN DETERMINACION TAXÓNOMICA.....	99
2.9 MONTAJES PARA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB).....	100
<b>3. SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>101</b>
3.1 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE RESIDUOS .....	103
3.2 SEGUIMIENTO A LOS INDICADORES.....	105
3.2.1 Riesgo Químico .....	108
3.2.2 Afiliaciones a seguridad social y riesgos laborales.....	108
3.2.3 Actividades de capacitación.....	109
3.2.4 Auto reportes de salud.....	110
3.2.5 Gestión de la matriz de riesgos.....	112
3.2.6 Monitoreo al cumplimiento de los planes de acción .....	113

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. LISTADO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN TODAS LAS MUESTRAS ANALIZADAS DEL SISTEMA EL DELIRIO CON SU CORRESPONDIENTE ACRONIMO (SP ID) .....	19
TABLA 2. LISTADO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN TODAS LAS MUESTRAS ANALIZADAS DEL SISTEMA SUR CON SU CORRESPONDIENTE ACRONIMO (SP ID) .....	24
TABLA 3. LISTADO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN TODAS LAS MUESTRAS ANALIZADAS DEL SISTEMA NORTE – ZONA CHUZA CON SU CORRESPONDIENTE ACRONIMO (SP ID) ...	38
TABLA 4. NÚMERO DE MUESTRAS CONTADAS Y ESPECIES REGISTRADAS POR PUNTO, ZONA Y SISTEMA. ....	48
TABLA 5. LISTADO DE LAS 250 MUESTRAS INLCUIDAS PARA EL ANÁLISIS FISICOQUÍMICO. ....	49
TABLA 6. LISTADO DE VARIABLES INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA INFORMACIÓN JUNTO CON LOS RESPECTIVOS ACRÓNIMOS USADOS EN LOS DISTINTOS GRÁFICOS. ....	57
TABLA 7. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA EL DELIRIO - ZONA SAN CRISTÓBAL. ....	59
TABLA 8. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA SUR - ZONA REGADERA. ....	63
TABLA 9. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA SUR - ZONA CHISACÁ.....	67
TABLA 10 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA SUR - ZONA YOMASA. ....	71
TABLA 11. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA NORTE - ZONA CHUZA. ....	76
TABLA 12 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA NORTE - ZONA RÍO BLANCO. ....	81
TABLA 13. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA NORTE - ZONA SAN RAFAEL. ....	85
TABLA 14. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA NORTE - ZONA TIBITOC. ....	89
TABLA 15. ESTADO DE MUESTRAS PROCESADAS EN EL PERIODO .....	98
TABLA 16. INDICADORES ACCIDENTALIDAD .....	105
TABLA 17. RIESGO QUÍMICO .....	108
TABLA 18. INDICADOR AFILIACIONES A SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS LABORALES ....	108
TABLA 19. INDICADORES ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN.....	109
TABLA 20. MATRIZ RIESGOS MATERIALIZADOS.....	114

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MANEJO DE LOS ARCHIVOS DE IMÁGENES EN EL PROYECTO.....	14
FIGURA 2. NÚMERO DE ESPECIES POR GÉNERO REGISTRADAS EN LOS SISTEMAS SUR Y EL DELIRIO.....	17
FIGURA 3. PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS 107 MUESTRAS ANALIZADAS DE LOS SISTEMAS SUR Y EL DELIRIO. SE MUESTRAN LAS ESPECIES CUYA OCURRENCIA FUE SUPERIOR O IGUAL AL 5%.....	18
FIGURA 4. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE DECANTADORES SAN CRISTÓBAL. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	21
FIGURA 5. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE INTERSECCIÓN UPATÁ PALO BLANCO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	22
FIGURA 6. FORMAS TERATOLÓGICAS DE <i>HANNAEA ARCUS</i> REGISTRADAS LA MUESTRA 2020174 PUNTO INTERSECCIÓN UPATÁ PALO BLANCO.....	22
FIGURA 7. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE QUEBRADA LA OSA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	23
FIGURA 8. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO CHISACÁ-REGADERA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	30
FIGURA 9. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO CHISACÁ-REGADERA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	32
FIGURA 10. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DESCARGA DE FONDO DEL EMBALSE REGADERA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	33
FIGURA 11. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO MUGORSO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	34
FIGURA 12. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO CHISACÁ-CHISACÁ. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	35
FIGURA 13. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA YOMASA PUNTO AGUAS ARRIBA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	36
FIGURA 14. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA YOMASA PUNTO AGUAS ABAJO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. .....	37
FIGURA 15. NÚMERO DE ESPECIES POR GÉNERO REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA ZONA CHUZA – SISTEMA NORTE.....	41
FIGURA 16. PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS 36 MUESTRAS ANALIZADAS DE LA ZONA CHUZA, SISTEMA NORTE. SE MUESTRAN LAS ESPECIES CUYA OCURRENCIA FUE SUPERIOR O IGUAL AL 5%.....	42

FIGURA 17. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA BABILONIA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5% ..... 43

FIGURA 18. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA YOMASA PUNTO AGUAS ABAJO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5% ..... 44

FIGURA 19. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO GUATIQUEA PUNTO AGUAS ARRIBA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. ..... 45

FIGURA 20. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO GUATIQUEA PUNTO AGUAS ARRIBA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. ..... 45

FIGURA 21. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA LETICIA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. ..... 46

FIGURA 22. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA DESCARGA DE FONDO DEL EMBALSE DE CHUZA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%. ..... 47

FIGURA 23. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA EL DELIRIO60

FIGURA 24. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA EL DELIRIO..... 61

FIGURA 25. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL SISTEMA EL DELIRIO ..... 62

FIGURA 26. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA REGADERA ..... 64

FIGURA 27. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA REGADERA ..... 65

FIGURA 28. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL SISTEMA SUR - ZONA REGADERA. .... 66

FIGURA 29. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA CHISACÁ..... 68

FIGURA 30 VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA CHISACÁ..... 69

FIGURA 31. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL SISTEMA SUR - ZONA CHISACÁ..... 70

FIGURA 32. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL SISTEMA SUR - ZONA YOMASA ..... 74

FIGURA 33. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE TODOS LOS RÍOS DEL SISTEMA SUR ..... 75

FIGURA 34. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE – ZONA CHUZA ..... 78

FIGURA 35. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE -ZONA CHUZA ..... 79

FIGURA 36. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL TODAS LOS RÍOS DEL SISTEMA NORTE- ZONA CHUZA..... 80

FIGURA 37. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE -ZONA RIO BLANCO ..... 82

FIGURA 38. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE – ZONA RÍO BLANCO .....	83
FIGURA 39. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL TODAS LOS RÍOS DEL SISTEMA NORTE – ZONA RÍO BLANCO .....	84
FIGURA 40. ESTADO DE MUESTRAS PROCESADAS.....	99
FIGURA 41. NUMERO DE LAMINAS ENVIADAS POR FECHA .....	100
FIGURA 42. MONTAJES MEB POR ZONAS .....	100
FIGURA 43. MILILITROS GENERADOS POR CADA UNA DE LAS SOLUCIONES QUÍMICAS RESIDUALES.....	105
FIGURA 44. SÍNTOMAS PRESENTADOS.....	110
FIGURA 45. CONTACTO CON PERSONAS POSITIVAS .....	111
FIGURA 46. MODALIDAD DE TRABAJO.....	111
FIGURA 47. CONDICIONES DE SALUD .....	112



## INFORME EJECUTIVO PRODUCTO 2

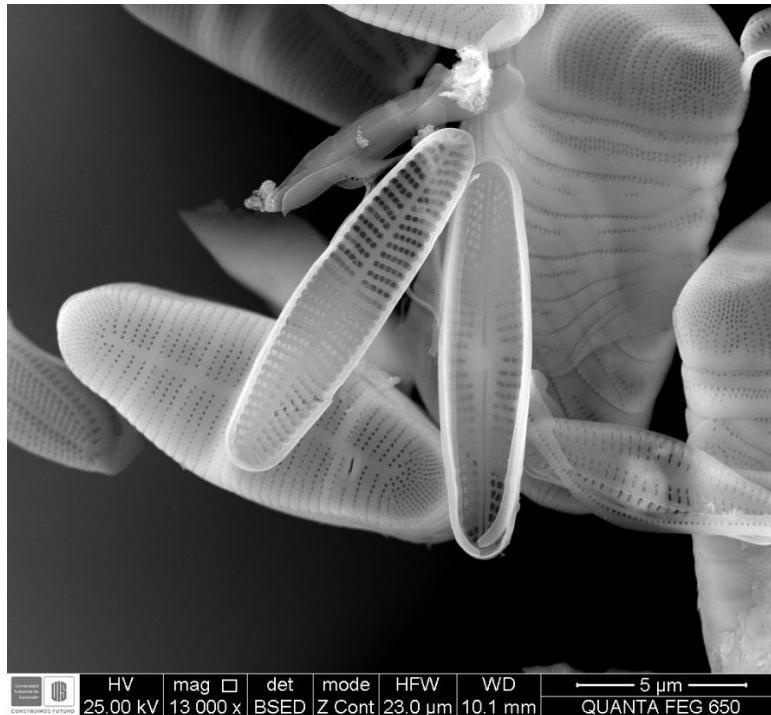
<b>OBJETO DEL CONTRATO</b>	DESARROLLAR UN SISTEMA DE INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ USANDO LA COMUNIDAD DE DIATOMEAS.
<b>NÚMERO DEL CONTRATO</b>	1 - 2 - 26200 - 0568 - 2021
<b>CONTRATISTA</b>	COMPAÑÍA DE PROYECTOS AMBIENTALES E INGENIERÍA S.A.S - CPA INGENIERÍA S.A.S
<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>	DOCE (12) MESES

El presente documento contiene el desarrollo de las actividades descritas para los meses 5, 6, 7 y 8, las cuales incluye:

1. Construcción de la base de datos en donde relaciona la clasificación taxonómica la base de datos de los morfotipos (diatomeas) hallados con sus caracteres diagnósticos (catálogo) así como el registro fotográfico de todos los morfotipos.
2. Elaboración de la base de datos en donde relacione la clasificación taxonómica con los parámetros físicos, químicos e hidrológicos de los ríos de abastecimiento de la EAAB-ESP.
3. Análisis estadístico preliminar de las variables físicas, químicas e hidrológicas de las muestras analizadas a la fecha.
4. Seguimiento y gestión a los aspectos ambientales, bioseguridad y de SST.

## • Introducción

Las algas microscópicas, son organismos que se encargan de soportar las redes tróficas en los ecosistemas acuáticos, cumpliendo el mismo rol que las plantas en los ecosistemas terrestres. Estos organismos son altamente diversificados y tienen una gran variedad de especies, adaptadas a diferentes condiciones ambientales. Dentro de las algas, el grupo de las diatomeas sobresale no solo por su belleza estética (**Figura 1**), sino por su gran valor en la bioindicación de la calidad del agua y del estado ecológico de los ríos. Las diatomeas tienen una pared externa, que está hecha de sílice, por lo que se asemejan a un estuche de cristal. Su tamaño es muy pequeño y para poderlas observar se requiere usar microscopio. La pared externa rígida, permite que su gran cantidad de especies puedan ser identificadas por las ornamentaciones de su superficie. Este grupo de algas ha sido ampliamente usado, desde hace varias décadas en Estados Unidos y Europa, para construir índices de la calidad del agua. De hecho, en Europa su uso es obligatorio por el Marco Normativo Europeo, que deben seguir todos los países de la Unión Europea para monitorear de manera regular los ríos.

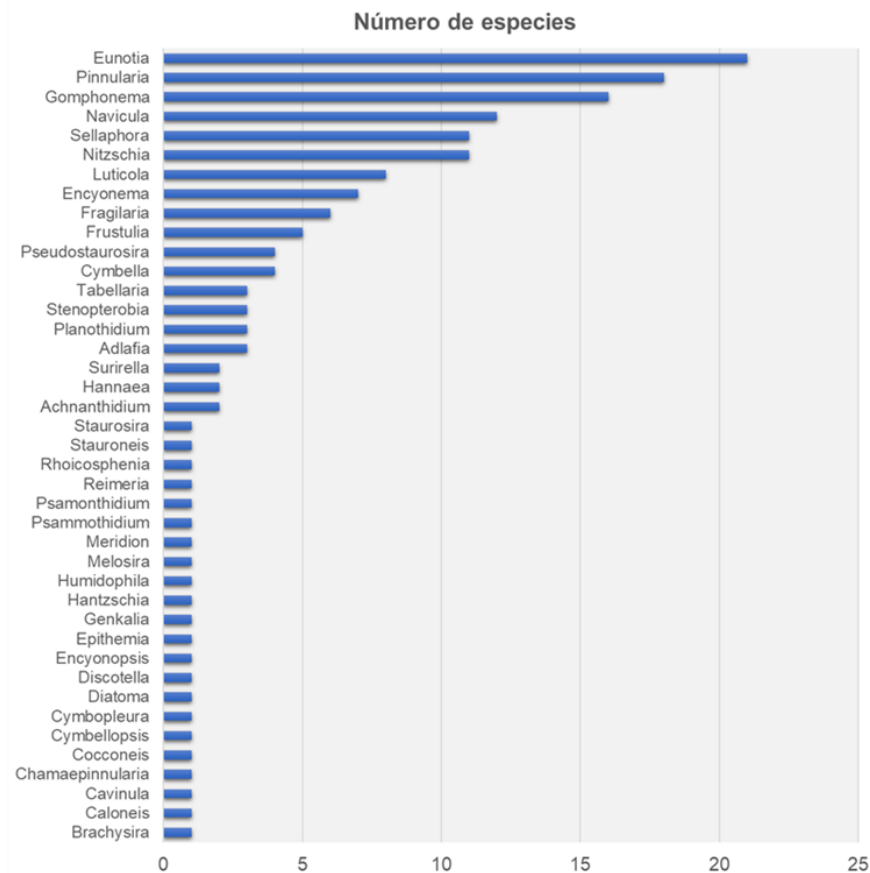


**FIGURA 1. MICROFOTOGRAFÍA DE ALGUNAS DE LAS DIATOMEAS QUE SON ENCONTRADAS EN LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO.**

Con el objeto de desarrollar el modelo, se seleccionaron 391 muestras que incluyen todos los ríos y diferentes años del monitoreo de los últimos 16 años. Estas muestras fueron procesadas para remover toda la materia orgánica y hacer micropreparados que fueron usados para el análisis taxonómico y el conteo de las diatomeas. Para estas mismas muestras se tiene una matriz con las variables físicas, químicas y microbiológicas que son analizadas durante el monitoreo. En este documento se presentan los resultados de los

meses de ejecución 5 al 8, incluyendo los conteos de 144 muestras, correspondientes a los sistemas Sur (zonas Regadera, Chisacá y Yomasa), El Delirio y Sistema Norte (zona Chuza). Asimismo, se describen los cambios en la composición taxonómica de la comunidad de diatomeas en cada una de las quebradas y se presentan los anexos correspondientes a los conteos. La información relacionada con la morfometría de las especies, así como sus fotografías se encuentra disponible en el One Drive de la EAAB-ESP.

A la fecha se han identificado 120 especies de diatomeas y 58 taxones fueron nombrados como morfotipos. Este resultado es explicado por el hecho de que la composición de diatomeas de los ríos de la región ha sido poco estudiada. El género Eunotia es el que cuenta con mayor número de especies identificadas (18 especies). La mayor diversidad de este género es explicada por la tendencia de las aguas de montaña de la Cordillera, que se caracterizan por ser naturalmente de pH ácido y tener alto contenido de materia orgánica. No obstante, la presencia de otras especies de géneros como Fragilaria y Pseudostaurosira, sugiere que algunas de las fuentes de agua también son ligeramente alcalinas. Esta interpretación se confirmará y ampliará cuando las especies de cada género se correlacionen con las variables físicas, químicas y microbiológicas en el producto final.



**Figura 2. Número de especies por género registradas en los sistemas sur y el delirio**

En los siguientes meses se consolidará la identificación de las especies, se correlacionarán con las variables físicas, químicas y microbiológicas, y a partir de este análisis se construirá un modelo que represente la calidad del agua. Este modelo será construido usando la presencia y abundancia de todas las especies, por lo que podrá ser utilizada en las diferentes fuentes.

Este proyecto generará como productos un protocolo para el monitoreo de las comunidades de diatomeas como indicadores en las fuentes de abastecimiento y el catálogo (iconográfico) de las diatomeas presentes en las fuentes superficiales de abastecimiento de la EAAB-ESP, que aportarán a la batería de bioindicadores que tendrá la EAAB-ESP para calificar la calidad del agua y los cambios de esta relacionados con la variabilidad y cambio climático.

Igualmente, este proyecto brindará los siguientes beneficios:

- Cumplir el requerimiento No 44 del ANLA
- Generar un modelo bioindicador propio para los ríos y quebradas (sistemas lóticos) que son los afluentes de las fuentes de suministro de la Empresa (embalses)
- Aportar este conocimiento a los grupos de valor que sirva para los protocolos que generen las autoridades ambientales o entes competentes
- Generar una herramienta de consulta (iconografía) para el laboratorio de aguas de la Dirección de Servicios Técnicos para confirmar las especies de algas en las fuentes superficiales afluentes de los embalses
- Generar la base de datos de las diatomeas propias de las fuentes de suministro superficiales con soporte científico
- Documentar todo el conocimiento logrado en el proyecto como parte de la norma NS-013 del Sistema de Normalización de la Empresa denominado SISTEC.

### • Conclusiones Preliminares

Los resultados muestran que existen diferencias en la composición de diatomeas de las diferentes subzonas del sistema de abastecimiento, por lo que se espera que exista una respuesta de estas algas ante las diferencias en la calidad del agua. Por lo tanto, el conjunto de muestras seleccionadas permitirá construir el modelo de bioindicación esperado.

Si bien la composición de las muestras es variable, algunas especies son muy comunes (e.g. *Achnanthes minutissimum*, *Psammodium subatomoides*, *Fragilaria capucina* var. *rumpens*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Stenopterobia delicatissima* y *Tabellaria flocculosa*) y son indicadoras de ambientes pobres en nutrientes. Esto es coherente con las características de las fuentes de Chuza y el sistema Río Blanco.

- **Recomendaciones Preliminares**

El manejo de grandes volúmenes de fotos, así como de la información autoecológica de las especies que se generará en el proyecto, ha visibilizado la necesidad de contar un sistema de información para este tipo de datos y que se pueda integrar a los sistemas que ya utiliza la Empresa.

Por otro lado, con el objeto de ir avanzando en la aplicación de este conocimiento en los procesos de monitoreo de la Empresa, es necesario comenzar el proceso de inversión de equipos (microscopio de contraste) y la transferencia del conocimiento con el área encargada del análisis de muestras.

- **Lecciones aprendidas en el desarrollo del proyecto**

La necesidad de un intercambio de conocimiento taxonómico activo entre la empresa CPA Ingeniería y el equipo de la Dirección de Ingeniería Especializada.

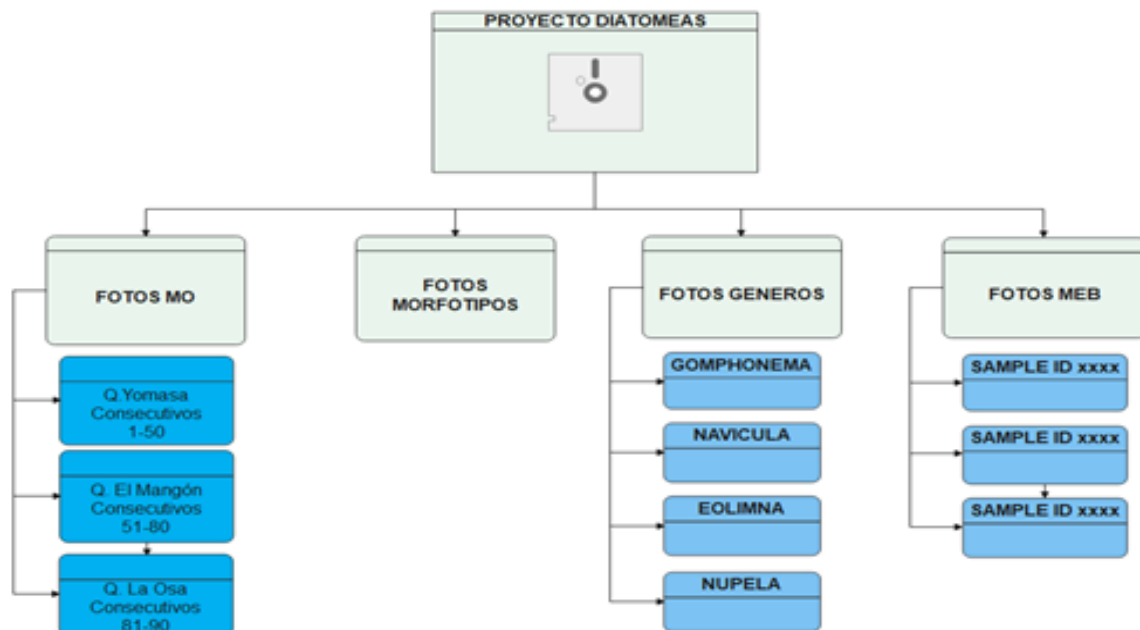
Los encuentros de trabajo entre el equipo de especialistas de la DIE y de CPA han permitido delimitar de manera más fehaciente las especies presentes en las fuentes de abastecimiento del Acueducto. Como resultado de ello se ha avanzado de manera significativa en el diseño del catálogo de especies y contribuirá a disminuir el ruido en los análisis estadísticos posteriores.

## PRODUCTO 2.

### 1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

#### 1.1 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS TAXONÓMICA Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

La organización de toda la información correspondiente a conteos, morfometría y fotografías están organizadas de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Calidad versión 1, siguiendo la estructura presentada en la **Figura 2**.



**FIGURA 2. MANEJO DE LOS ARCHIVOS DE IMÁGENES EN EL PROYECTO**

##### 1.1.1 Caracteres diagnósticos y registro fotográfico de los morfotipos

El listado de morfometría de todas las especies identificadas comprende una lista de 12 columnas x 723 filas, razón por la cual no es anexada en el presente informe, pero se incluye la ruta de acceso para su consulta. En la columna 10 de dicho archivo se incluye la ruta de acceso a la fotografía de cada uno de los especímenes fotografiados y medidos.

Toda la información relacionada de los conteos y morfometría del sistema Sur y El Delirio se encuentra disponible en el Drive en el archivo Drive denominado “Conteos y Morfometría\_Sistema Sur y El Delirio con rutas” en la siguiente ruta

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nH5uZl2pluig2SMmgVIKTiHz3SmaZ4X3/edit?rt=pof=true#gid=1121264642>

Para el Sistema Norte, el archivo correspondiente es “Formato\_Conteos y Morfometría-Sistema Norte con rutas” y se encuentra en el siguiente link: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1rSulrT62jbSAArmr1Xx0\\_IsBUJWSqTw1/edit#gid=140252101](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1rSulrT62jbSAArmr1Xx0_IsBUJWSqTw1/edit#gid=140252101). En ambos se incluye la columna “Ruta de acceso” para ubicar de manera precisa las microfotografías originales.

Las fotografías relacionadas por muestras (Fotos MO) se encuentra en la siguiente ruta: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1vrzJ9bNTpu4NHZlhNgnwZGYHdBO2N3Hu>

Las fotografías de las especies identificadas se encuentran en la siguiente ruta: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1JvnjPBjDkx0P-o0RjrfKvZxA21zGQnXu>

## 1.2 REVISIÓN TAXONÓMICA Y LISTADO DE ESPECIES

Durante varias sesiones de trabajo de intercambio de conocimiento con el asesor del proyecto Carlos Rivera, se han revisado y confirmado varias de las especies determinadas por la experta del equipo de CPA Ingeniería S.A.S. Este intercambio ha permitido delimitar de manera más consistente algunos de los taxones identificados en los conteos y ayudará a definir las especies a ser incluidas tanto en el modelo como en el catálogo de especies.

A la fecha, se han revisado 27 taxones del género Eunotia y 18 taxones del género Pinnularia, lo que ha reducido el número de las especies y morfoespecies inicialmente delimitadas. Varias de las especies que ya se encuentran fehacientemente delimitadas no han sido asignadas a especies preexistentes, dado que existe un alto número de especies andinas no descritas para la ciencia. Es por esto que a la fecha se cuenta con 120 especies determinadas, mientras que el resto (58 taxones) se encuentran delimitados como morfotipos. Actualmente el género Eunotia es el que cuenta con mayor número de especies identificadas (21 especies).

El sistema de clasificación de diatomeas considerado para categorías supra específicas es el Catalogue of Diatom Names ([www.diatombase.org](http://www.diatombase.org)) (Kociolek et. al. 2022). Para la determinación taxonómica se tuvo en cuenta literatura especializada, específicamente los trabajos de la flora de diatomeas de Suramérica (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007; Rumrich et al., 2000; Wetzel, 2011), así como revisiones importantes de los géneros Navicula, Eunotia y Luticola (Lange-Bertalot, 2001; Lange-Bertalot et al., 2011; Levkov et al., 2013) y floras específicas de diferentes condiciones de trofia nivel mundial (Lange-Bertalot & Metzeltin, 1996; Lange-Bertalot et al., 2017) y floras pantropicales (Taylor et al., 2007). Asimismo, se tuvieron en cuenta varios trabajos publicados en el país con floras regionales (Sala et al., 2008, 2014, 2015; Vouilloud et al., 2014, 2016; Blanco et al., 2020; Simonato et al., 2020).

Diversos recursos electrónicos para consulta taxonómica también fueron tenidos en cuenta, como <https://diatoms.org/> (Spaulding et al., 2021) y <http://symbiont.ansp.org/dntf/index.php> (Potapova et al., 2022).

El conteo de especies teratológicas se realizó tomándolo como un taxón distinto a la especie, con el fin de corroborar en la etapa de análisis estadístico si tiene alguna relación con la fisicoquímica. Sin embargo, para el registro del número de especies, no fueron tenidos en cuenta.

### 1.3 RESULTADOS A LA FECHA

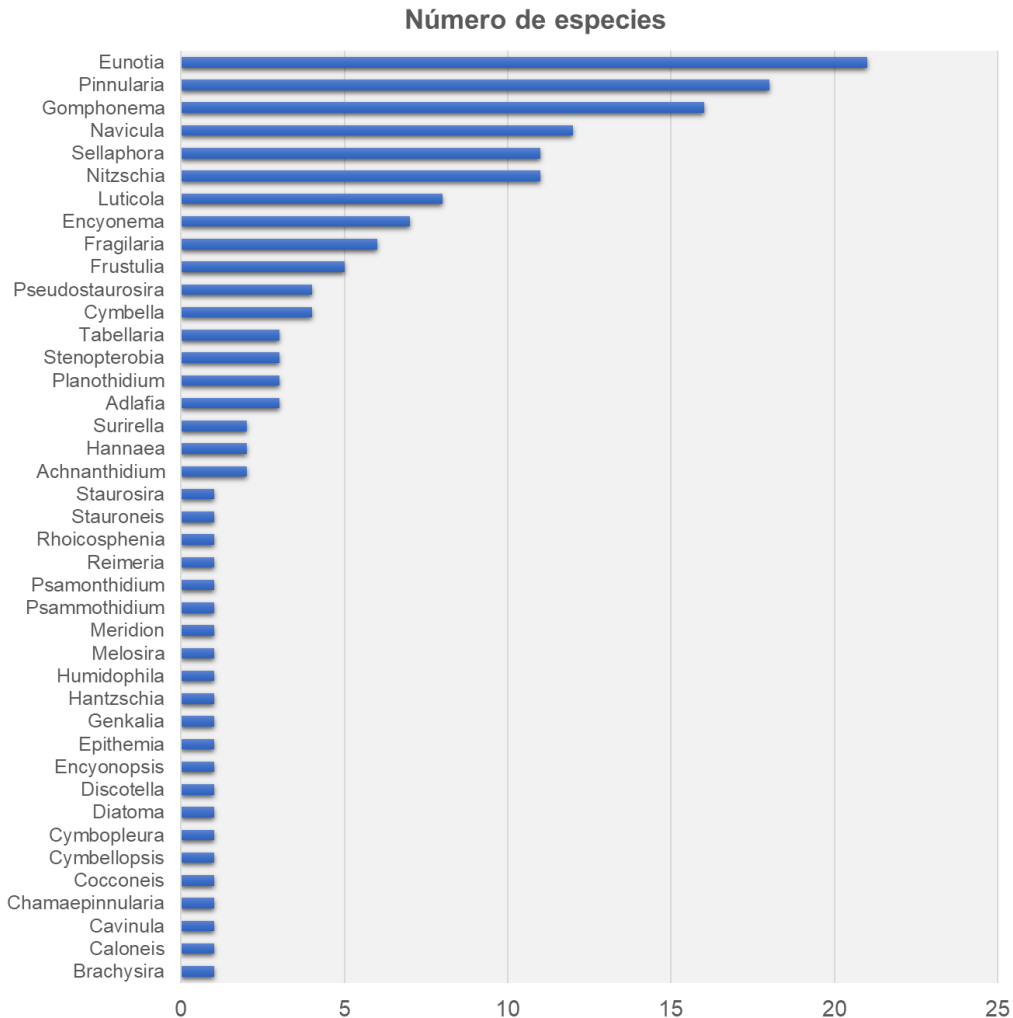
#### 1.3.1 Conteos muestras del Sistema Sur y El Delirio

Un total de 107 muestras correspondientes a los sistemas Sur y El Delirio fueron analizadas. Para dichos sistemas se identificaron 155 especies, distribuidas en 11 órdenes, 22 familias y 41 géneros.

Los géneros con mayor número de especies corresponden a Eunotia con 21 especies, seguido de Pinnularia y Gomphonema con 18 y 16 especies, respectivamente, Nitzschia (12 especies), Sellaphora y Nitzschia (11 especies) (**Figura 3**).

En el **Anexo 1** se presenta el listado completo de todos los conteos por zonas.

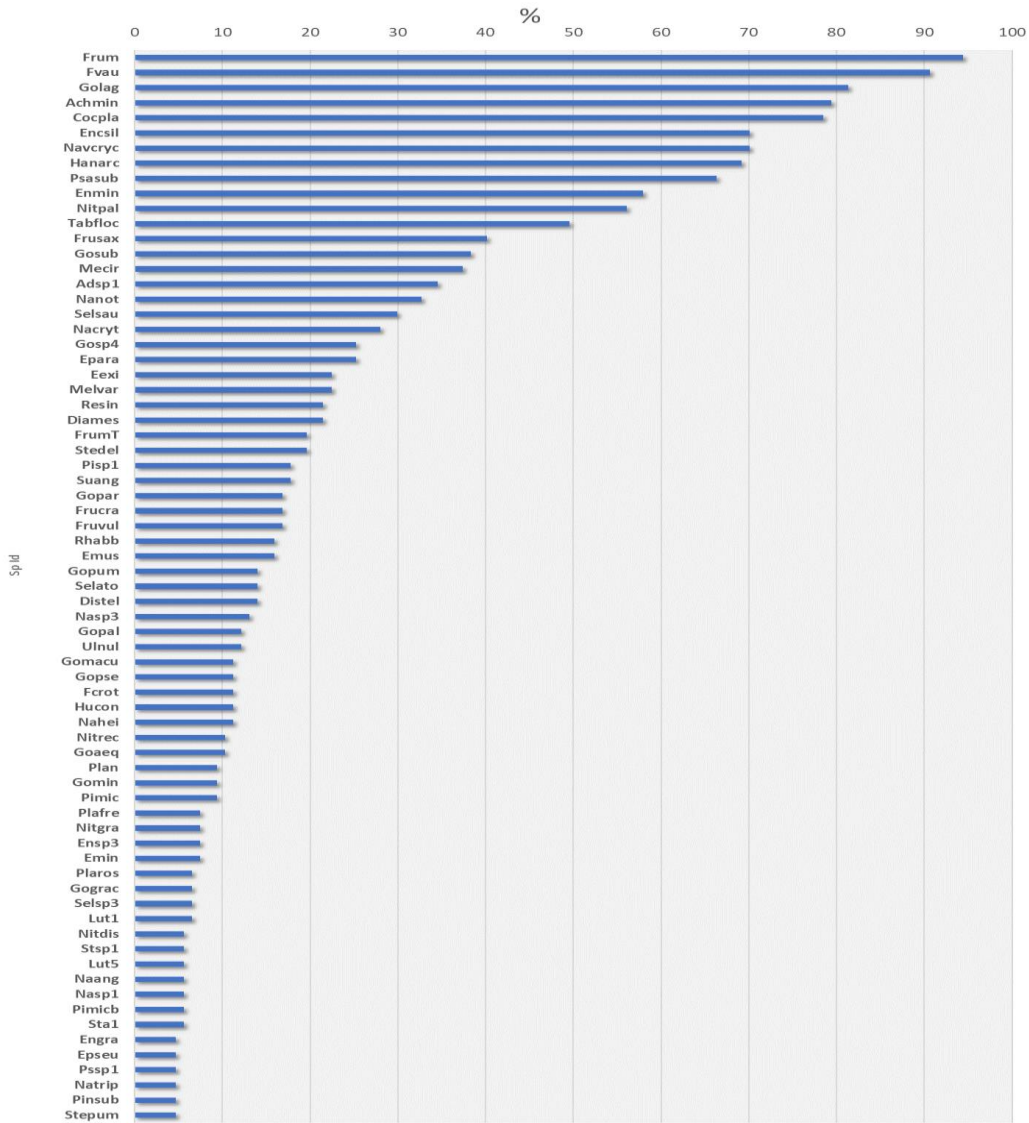




**FIGURA 3. NÚMERO DE ESPECIES POR GÉNERO REGISTRADAS EN LOS SISTEMAS SUR Y EL DELIRIO**

Con el fin de evidenciar cuáles especies presentaron mayor recurrencia en las muestras analizadas se cuantificó el número de muestras en el que cada especie fue registrada y se expresó en términos de porcentaje. En la **Figura 4** se presenta dicho porcentaje de ocurrencia en los dos sistemas evaluados.

De acuerdo con lo observado, de las 155 especies, solo 7 se registraron en el 70% de las muestras analizadas: *Fragilaria capucina* var. *rumpens*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Gomphonema lagenula* Kützing, *A.minutissimum*, *C.placentula*, *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann y *Navicula cryptocephala* Kützing. Otras especies también muy frecuentes registradas en más del 40% de las muestras son: *Hannaea arcus*, *Psammothidium subatomoides*, *Encyonema minutum*, *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith, *Tabellaria flocculosa* y *Frustulia* aff. *saxonica* Rabenhorst.



**FIGURA 4. PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS 107 MUESTRAS ANALIZADAS DE LOS SISTEMAS SUR Y EL DELIRIO. SE MUESTRAN LAS ESPECIES CUYA OCURRENCIA FUE SUPERIOR O IGUAL AL 5%.**

1.3.1.1 Sistema El Delirio

En las 17 muestras analizadas del sistema El Delirio se registraron 59 especies, 23 géneros, 15 familias y 9 órdenes. En la **Tabla 1** se presenta el listado total de especies registradas en ambos sistemas junto con los acrónimos de las especies (Sp Id) utilizados a lo largo del informe en las gráficas.

- **Decantadores San Cristóbal**

16 géneros y 19 especies fueron registrados en las tres muestras analizadas de Decantadores San Cristóbal, de las cuales 13 especies registraron abundancias relativas igual o superior al 5%. La especie dominante en dos de las tres muestras analizadas fue *H. arcus* y como especies codominantes *F. capucina var rumpens* y *P. subatomoides*, ésta última dominante en el muestreo de marzo del 2021 (**Figura 5**).

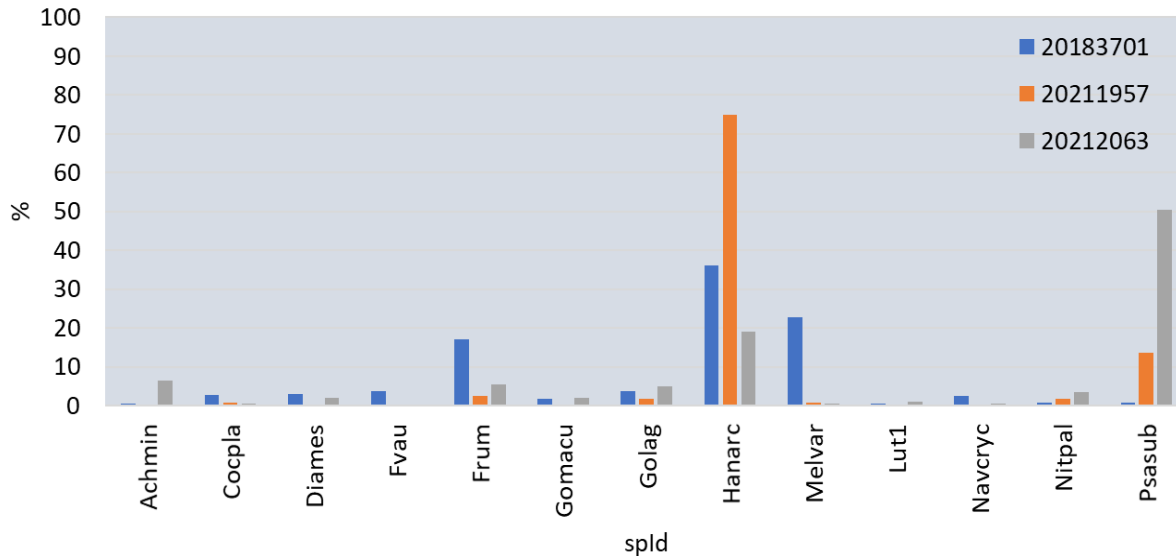
La abundancia de *P. subatomoides* y *Melosira varians* varían de acuerdo con la temporalidad. *Melosira varians* C. Agardh, registró una abundancia relativa del 22% en el muestreo de marzo y *P. subatomoides* representó el 50% de la abundancia total también para el mismo mes en el muestreo de 2021, lo cual podría estar asociado con el periodo de lluvias en la zona de estudio.

**TABLA 1. LISTADO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN TODAS LAS MUESTRAS ANALIZADAS DEL SISTEMA EL DELIRIO CON SU CORRESPONDIENTE ACRONIMO (SP ID)**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Achnanthesium	<i>Achnanthesium minutissimum</i>	Achmin
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Planothidium	<i>Planothidium lanceolatum</i>	Plan
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Planothidium	<i>Planothidium frequentissimum</i>	Plafre
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesaceae	Psammothidium	<i>Psammothidium subatomoides</i>	Psasub
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia cf. paela var debilis</i>	Nitpae
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia aff. gracilis</i>	Nitgra
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia recta</i>	Nitrec
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia palea</i>	Nitpal
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia sp. 1</i>	Nit1
Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	Cocconeis	<i>Cocconeis placentula</i>	Cocpla
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema minutum</i>	Enmin
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema silesiacum</i>	Encsil
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema acuminatum</i>	Gomacu
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema aff. affine var rhombicum</i>	Gomafr
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. gracile</i>	Gograc
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. subclavatum</i>	Gosub
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. aequirostrum</i>	Goaeq
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema lagenula</i>	Golag
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema minutum</i>	Gomin
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema parvulum</i>	Gopar
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema pumilum</i>	Gopum
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. exigua</i>	Eexi
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia muscicola</i>	Emus
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. pseudosudetica</i>	Epseu

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia nymanniana</i>	Eunyma
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. parasiolii</i>	Epara
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia minor</i>	Emin
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp. 1 Upatá</i>	Esp1Upa
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp. 4</i>	Eusp4
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp. 5 cf. camelus</i>	Ecam
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma	<i>Diatoma mesodon</i>	Diames
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var. vaucheriae</i>	Fvau
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var. rumpens</i>	Frum
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria cf. capucina var. vaucheriae (teratológica)</i>	FravauTER
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Hannaea	<i>Hannaea arcus</i>	Hanarc
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Hannaea	<i>Hannaea arcus (teratológica)</i>	HaTER
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Meridion	<i>Meridion circulare var constrictum</i>	Mecir
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Pseudostaurosira	<i>Pseudostaurosira sp. 1</i>	Pssp1
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Adlafia	<i>Adlafia sp. 1</i>	Adsp1
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Caloneis	<i>Caloneis bacillum</i>	Cabac
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia aff. pararhomboides</i>	Frupar
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia aff. saxonica</i>	Frusax
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia cf. crassinervia</i>	Frucra
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia vulgaris</i>	Fruvul
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Humidophila	<i>Humidophila contenta</i>	Hucon
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp. 2</i>	Lut2
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp. 3</i>	Lut3
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp. 4</i>	Lut4
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp. 1 aff. deniseae</i>	Lut1
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula aff. cryptotenella</i>	Nacryt
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula cryptocephala</i>	Nacryc
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia cf. pisciculus</i>	Pinpis
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia sp. 1</i>	Pisp1
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia aff. subcapitata</i>	Pinsub
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora cf. seminulum</i>	Sessem
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora cf. aggerica</i>	Selagg
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora saugerresii</i>	Selsau
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Cf. Sellaphora sp. 3</i>	Selssp3
Bacillariophyceae	Surirelales	Surirellaceae	Stenopterobia	<i>Stenopterobia aff. delicatissima</i>	Stedel
Bacillariophyceae	Surirelales	Surirellaceae	Stenopterobia	<i>Stenopterobia aff. pumila</i>	Stepum
Bacillariophyceae	Thalassiosirales	Melosiraceae	Melosira	<i>Melosira varians</i>	Melvar

**Decantadores San Cristobal**

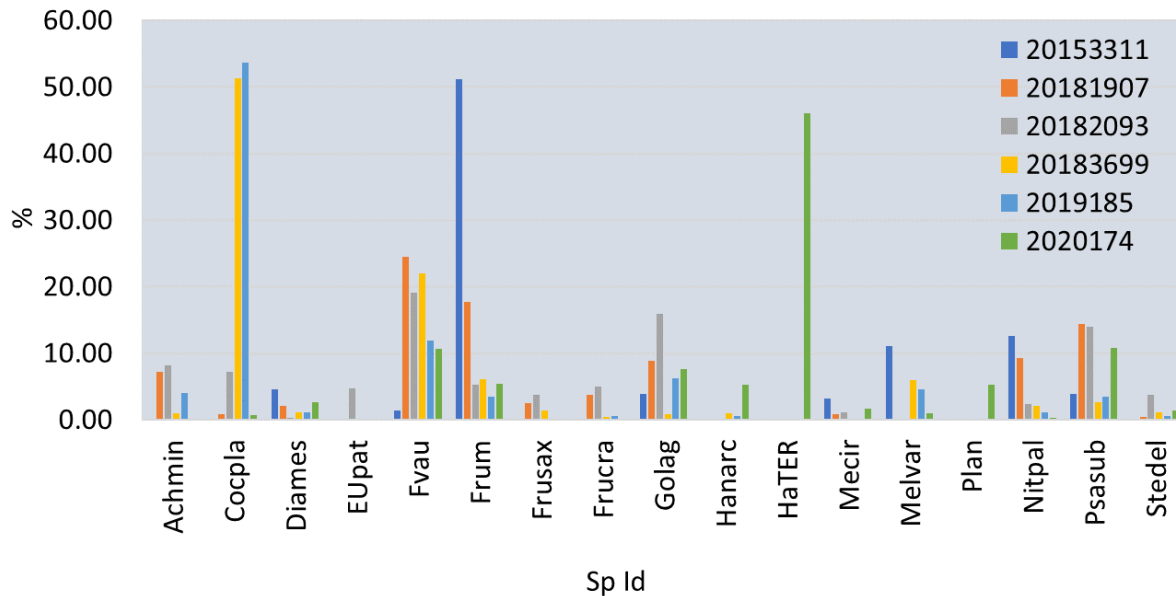


**FIGURA 5. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE DECANTADORES SAN CRISTÓBAL. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

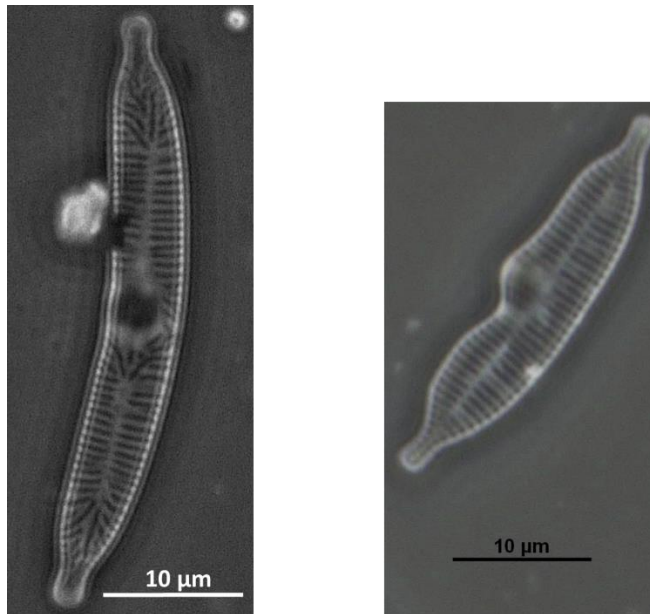
- **Intersección Upatá Palo Blanco**

Un total de 22 especies y 15 familias fueron registradas en este sector. En las 5 muestras de la Intersección Upatá Palo Blanco las especies dominantes varían con la temporalidad. En todas las muestras de 2015 y dos de las tres muestras de 2018 la especie dominante fue *F.rumpens* y *F.capucina* var *vaucheriae* (**Figura 6**). En el muestreo de diciembre de 2018 (20182699) y enero de 2019 (2019185) se observa un cambio importante en la composición destacándose *C.placentula* como especie dominante. Se desataca el muestreo de 2020 en el mes de febrero (2020174) por presentar dominancia de formas teratológicas de *H. arcus* (HaTER), con alteraciones en el contorno valvar y patrón de estriación irregular (**Figura 7**).

### Intersección Upatá Palo Blanco



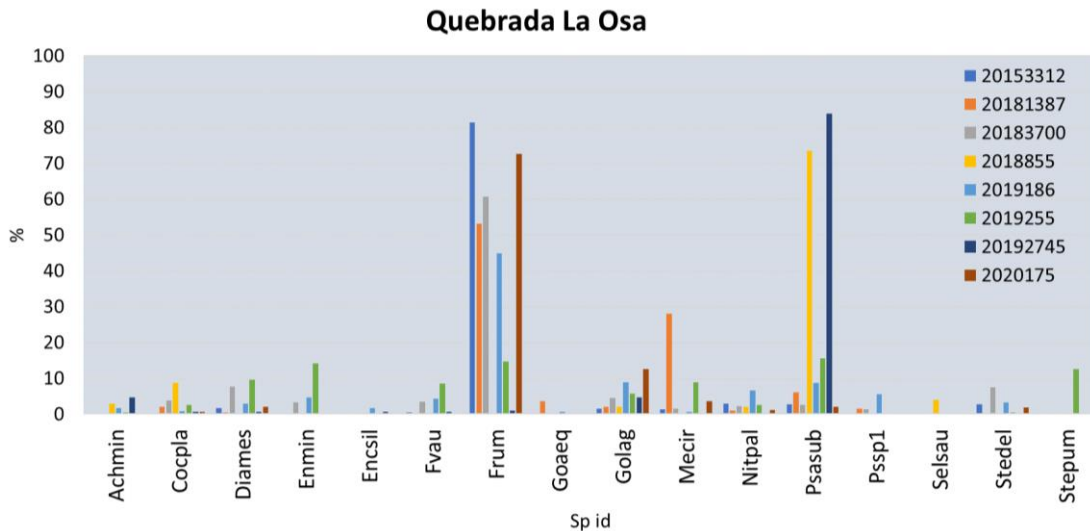
**FIGURA 6. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE INTERSECCIÓN UPATÁ PALO BLANCO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**



**FIGURA 7. FORMAS TERATOLÓGICAS DE *HANNAEA ARCUS* REGISTRADAS LA MUESTRA 2020174 PUNTO INTERSECCIÓN UPATÁ PALO BLANCO.**

• **Quebrada La Osa**

En total se registraron 38 especies y 22 géneros. En cinco de las ocho muestras analizadas de Quebrada La Osa *F.capucina var rumpens* fue altamente dominante en la mayoría de las muestras analizadas, excepto en los muestreos de abril de 2018 (2018855) y diciembre de 2019 (20192745), en donde *P.subatomoides* registró abundancias superiores al 70% del total (Figura 8).



**FIGURA 8. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE QUEBRADA LA OSA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

**1.3.2 Conteo Sistema Sur**

Los ríos del sistema Sur fueron más diversos en términos de composición en comparación con los del Sistema El Delirio. En total se registraron 142 especies distribuidas en 11 órdenes, 22 familias y 39 géneros. A continuación, se describen la distribución de las especies en las diferentes zonas evaluadas. En la **Tabla 2** se presenta el listado de todas las especies registradas en las muestras del Sistema Sur junto con sus respectivos acrónimos (Sp Id).



**TABLA 2. LISTADO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN TODAS LAS MUESTRAS ANALIZADAS DEL SISTEMA SUR CON SU CORRESPONDIENTE ACRONIMO (SP ID)**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Achnanthesidium	<i>Achnanthesidium minutissimum</i>	Achmin
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesaceae	Achnanthesidium	<i>Achnanthesidium cf eutrophilum</i>	Acheut
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Planothidium	<i>Planothidium frequentissimum</i>	Plafre
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Planothidium	<i>Planothidium lanceolatum</i>	Plan
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesaceae	Psammothidium	<i>Psammothidium subatomoides</i>	Psasub
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Psammothidium	<i>Psammothidium subatomoides (teratológica)</i>	PsasubTER
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Hantzschia	<i>Hantzschia amphioxys</i>	Haam
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia aff capitellata</i>	Nitcap
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia aff gracilis</i>	Nitgra
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia gracilis</i>	Nigr
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia amphibia</i>	Niam
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia recta</i>	Nitrec
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia dissipata</i>	Nitdis
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia palea</i>	Nitpal
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia sp. 1</i>	Nit1
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia sp.2</i>	Nit2
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia sp.3</i>	Nit3
Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	Cocconeis	<i>Cocconeis placentula</i>	Cocpla
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella aff. turgidula</i>	Cymtur
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella sp.</i>	Cymbbsp
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella tumida</i>	Cytum
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbellopsis	<i>Cymbellopsis terminis</i>	Cyterm
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbopleura	<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	Cynav



CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema minutum</i>	Enmin
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema neogracile</i>	Engra
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema silesiacum</i>	Encsil
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema sp.3</i>	Ensp3
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema sp. 1</i>	Ensp1
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Encyonema sp. 10</i>	Ensp10
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema venezolanum</i>	Enve
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonopsis	<i>Encyonopsis cf difficilis</i>	Encdif
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema acuminatum</i>	Gomacu
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema aff. affine</i>	Goaff
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. gracile</i>	Gograc
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf subclavatum</i>	Gosub
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. aequirostrum</i>	Goaeq
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema lagenula</i>	Golag
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema minutum</i>	Gomin
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema parvulum</i>	Gopar
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	Gopse
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema pumilum</i>	Gopum
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema sp. 4</i>	Gosp4
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema sp. 5</i>	Gosp5
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema sp. 6</i>	Gosp6
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema sp.1 aff paludosum</i>	Gopal
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema sp.2</i>	Gosp2
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Reimeria	<i>Reimeria sinuata</i>	Resin
Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	Rhabb

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia aff andinofrequens</i>	Eandi
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia aff hirudo</i>	Ehiru
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia aff scheneideri</i>	Eschen
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia aff. donatoi</i>	Edon
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. exigua</i>	Eexi
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf metamonodon</i>	Emeta
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia muscicola</i>	Emus
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf pseudosudetica</i>	Epseu
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf xystriformis</i>	Eunxys
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia nymanniana</i>	Eunyma
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. parasiolii</i>	Epara
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. pseudosudetica</i>	Epseu
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia incisa</i>	Eenc
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia minor</i>	Emin
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia aff genuflexa</i>	Esp10
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp.4</i>	Eusp4
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. acutinasuta</i>	Euacu
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia subarcuatooides</i>	Esub
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma	<i>Diatoma mesodon</i>	Diames
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var. vaucheriae</i>	Fvau
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var. rumpens</i>	Frum
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var.rumpes (teratológica)</i>	FrumTER
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria cf. capucina var. vaucheriae (teratológica)</i>	FravauTER
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria crotonensis</i>	Fcrot

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Hannaea	<i>Hannaea arcus</i>	Hanarc
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Hannaea	<i>Hannaea arcus (teratológica)</i>	HaTER
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Meridion	<i>Meridion circulare var constrictum</i>	Mecir
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Pseudostaurosira	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	Psbre
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Pseudostaurosira	<i>Pseudostaurosira sp. 3</i>	Pstap3
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Pseudostaurosira	<i>Pseudostaurosira sp. 4</i>	Pstasp4
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Pseudostaurosira	<i>Pseudostaurosira sp. 1</i>	Pssp1
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Staurosira	<i>Staurosira sp. 1</i>	Stsp1
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Ulnaria ulna</i>	Ulnul
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia subcapitata</i>	Pisub
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Adlafia	<i>Adlafia sp. 1</i>	Adsp1
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Adlafia	<i>Adlafia sp. 2</i>	Adsp2
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Adlafia	<i>Adlafia sp. 3</i>	Adsp3
Bacillariophyceae	Naviculales	Brachysiraceae	Brachysira	<i>Brachysira sp.4 (Br. aff brebissonii)</i>	Brasp4
Bacillariophyceae	Naviculales	Cavinulaceae	Cavinula	<i>Cavinula sp CF</i>	Cavsp
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>cf. Sellaphora sp.3</i>	Selsp3
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>CF. Sellaphora cf. sp.2</i>	Selsp2
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>cf. Sellaphora sp. 1</i>	Selsp1
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>cf. Sellaphora sp. 5</i>	Selsp5
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Chamaepinnularia	<i>Chamaepinnularia CF</i>	Cham
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia aff. saxonica</i>	Frusax
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia cf. crassinervia</i>	Frucra
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia vulgaris</i>	Fruvul
Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia sp.2</i>	Fru2

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Genkalia	<i>Genkalia sp.</i>	Gen
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Humidophila	<i>Humidophila contenta</i>	Hucon
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticoa aff mutica</i>	Lutmut
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola aff acidoclinata</i>	Lutac
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp. 5</i>	Lut5
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp. 6</i>	Lu6
Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp. 1 aff deniseae Wetzel</i>	Lut1
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula aff cryptotenella</i>	Nacryt
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula aff tripunctata</i>	Natrip
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula aff. angusta</i>	Naang
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula capitatoradiata</i>	Nacap
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula cf. gregaria</i>	Nagre
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula cf heimansioides</i>	Nahei
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula cryptocephala</i>	Nacryc
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula longicephala</i>	Nalon
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula notha</i>	Nanot
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula sp. 1</i>	Nasp1
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula sp.3</i>	Nasp3
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula sp.4</i>	Nasp4
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia borealis sensu lato</i>	Pinbo
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia aff. notabilis</i>	Pinnot
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia cf microstauron</i>	Pimic
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia cf microstauron var brasiliensis</i>	Pimicb
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia sp. 7</i>	Pisp7
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia sp.1</i>	Pisp1

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia cf. obscura_Pinnularia sp. 10</i>	Pinobs
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia aff schoenfelderi</i>	Pinsch
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia aff divergens</i>	Pidiv
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia aff subcapitata</i>	Pinsub
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia johndonatoi</i>	Pijon
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia sp. 13</i>	Pisp13
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia sp. 6 aff notabilis</i>	Pinot
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia sp. 9</i>	Pisp9
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora cf atomoides</i>	Selato
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora cf seminulum</i>	Selsem
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora pupula</i>	Selpup
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora saugerresii</i>	Selsau
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora sp. 1</i>	Sel1
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora sp. 2</i>	Sel2
Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	Stauroneis	<i>Stauroneis sp. 1</i>	Sta1
Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Epithemia	<i>Epithemia adnata</i>	Epad
Bacillariophyceae	Surireralles	Surirellaceae	Stenopterobia	<i>Stenopterobia aff delicatissima</i>	Stedel
Bacillariophyceae	Surireralles	Surirellaceae	Stenopterobia	<i>Stenopterobia cf. pseudodelicatissima</i>	Stepse
Bacillariophyceae	Surireralles	Surirellaceae	Stenopterobia	<i>Stenopterobia aff pumila</i>	Stepum
Bacillariophyceae	Surireralles	Surirellaceae	Surirella	<i>Surirella angusta</i>	Suang
Bacillariophyceae	Surireralles	Surirellaceae	Surirella	<i>Surirella sp. 1</i>	Sur1
Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria	<i>Tabellaria flocculosa</i>	Tabfloc
Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria	<i>Tabellaria flocculosa (teratológica)</i>	TabflocTER
Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria	<i>Tabellaria sp. 2</i>	Tabsp2

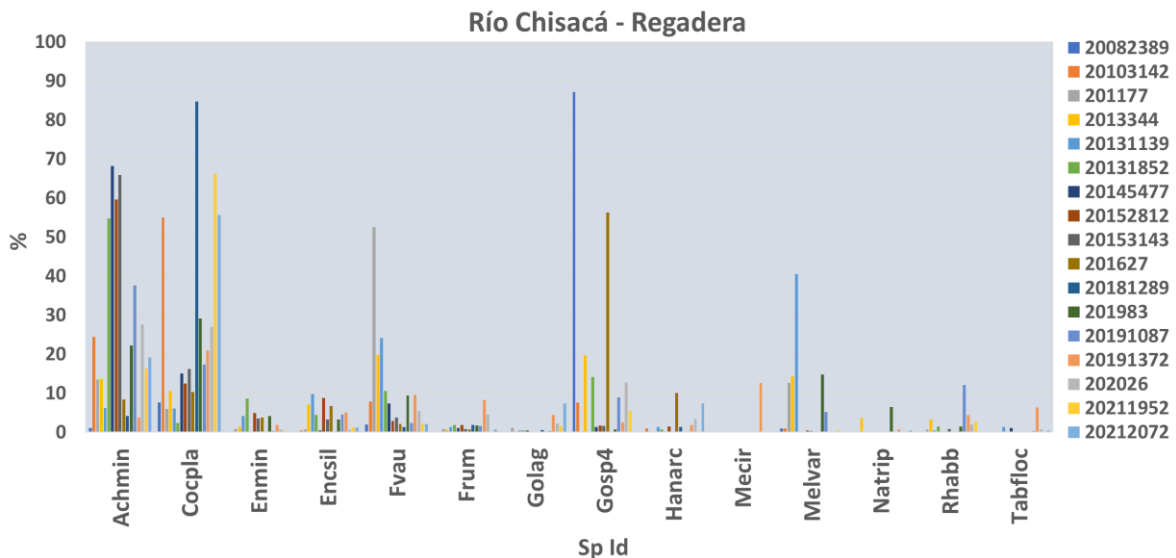
CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Discostella	<i>Discostella stelligera</i>	Distel
Bacillariophyceae	Thalassiosirales	Melosiraceae	Melosira	<i>Melosira varians</i>	Melvar

1.3.2.1 Zona regadera

• **Río Chisacá-Regadera**

En este punto de muestreo se registraron 59 especies y 25 géneros. En la gran mayoría de las muestras del Río Chisacá-Regadera *C.placentula* y *A. minutissimum* son especies codominantes que se presentan de manera recurrente, con excepción de algunas muestras.

En particular, en el muestreo de enero de 2011 (201177) *F.capucina var. vaucheriae* representó más del 50% de la abundancia. Para los muestreos de noviembre-2008 y enero-2016 *Gomphonema* sp.4 fue la especie dominante, mientras que más recientemente en marzo-2021(20212072), *Melosira varians* representó más del 40% de la abundancia total registrada (**Figura 9**).



**FIGURA 9. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO CHISACÁ-REGADERA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

• **Río Curubital**

En el río Curubital la comunidad de diatomeas está representada por 52 especies. En este punto se observa una alta recurrencia y dominancia de *F.capucina var rumpens* y *P.subatomoides*, especies codominantes para la mayoría de las muestras (**Figura 10**). Sin embargo, en algunos muestreos dicha composición cambia, encontrándose una comunidad

dominada por *H. arcus* y *Gomphonema aff paludosum* E. Reichardt, específicamente en el muestreo de febrero de 2016 (2016199).

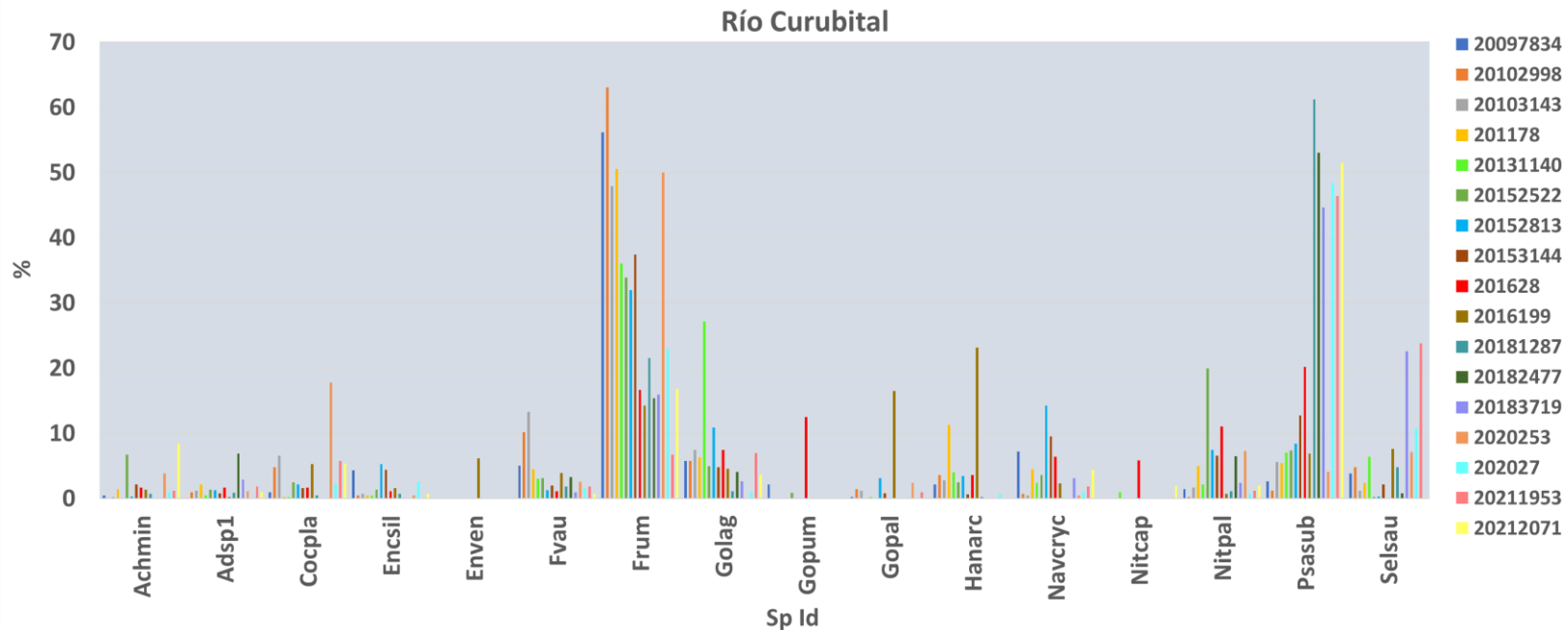
Se destacan las muestras correspondientes a diciembre de 2018 (20183719) y más recientemente en febrero de 2021 (20211953) por presentar una alta recurrencia de *Sellaphora saugerresii* (Desmazières) C.E. Wetzel & D.G. Mann in Wetzel et al, una especie con amplia distribución que podría estar altamente asociada con detritus orgánico (Taylor et al., 2007).

- **Descarga de Fondo-Regadera**

En las 13 muestras analizadas de la Descarga de Fondo del embalse se registraron 59 especies y 22 géneros. En la mayoría de las muestras analizadas *F. capucina* var *vaucheriae* y *F. capucina* var *rumpens* son especies dominantes, sin un patrón temporal claro, dado que tanto en muestreos de 2010 a 2020 son altamente frecuentes.

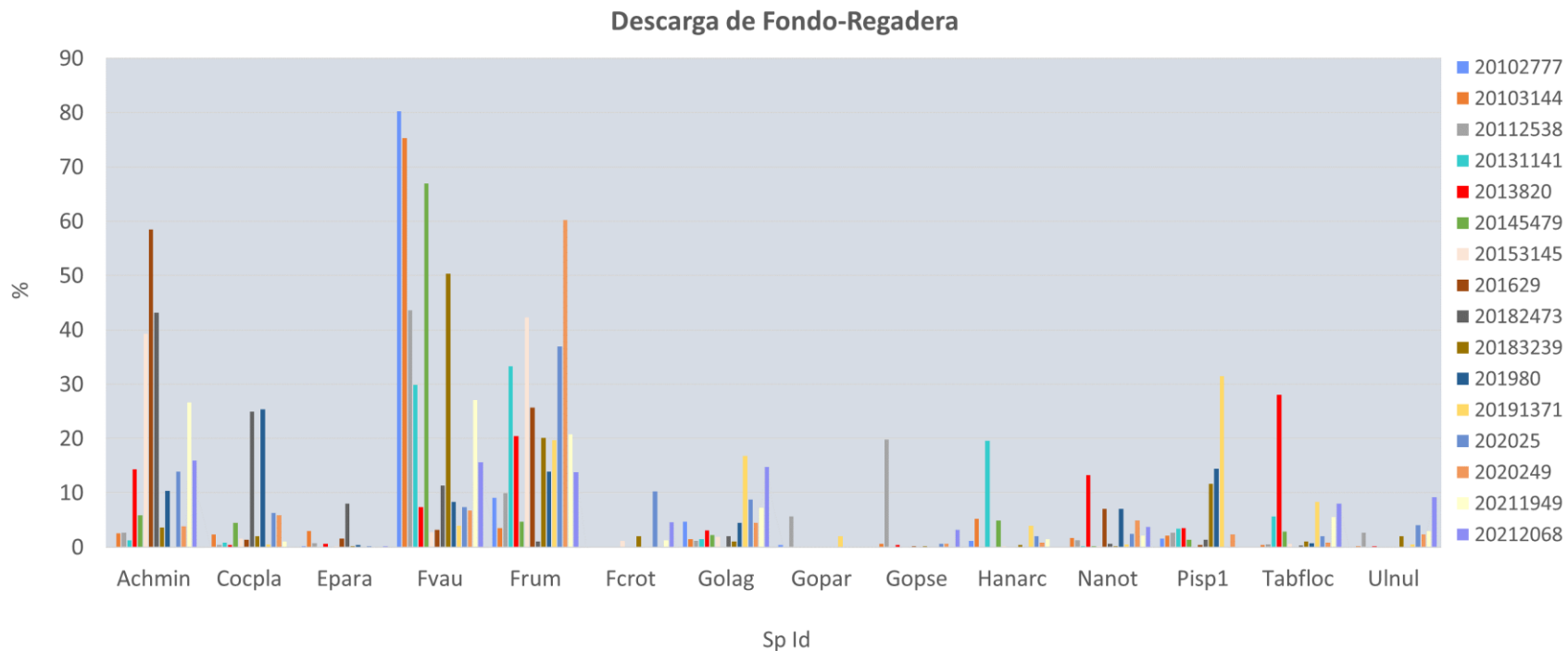
Sin embargo, algunas muestras mostraron cambios interesantes en términos de composición. En el muestreo de marzo en 2013 *H. arcus* aparece como especie codominante y para los muestreos de febrero de 2016 y septiembre de (20182473) *A. minutissimum* representó más del 50% de la abundancia total registrada. Se destaca la muestra 20133820 de febrero en 2013 por presentar un cambio súbito de composición, con una alta abundancia de *T. flocculosa*, así como en el muestreo de julio de 2019 -20191371, en donde *Pinnularia sp. 1* fue la especie dominante.

Según la literatura todas las especies anteriormente descritas, o bien presentan rangos de distribución muy amplios, como en el caso de *F. capucina* var *vaucheriae* o suelen reportarse como taxones típicos de zonas frías, ambientes oligotróficos, bien oxigenados y en general de ambientes con aguas limpias, como *A. minutissimum*, *T. flocculosa*, *F. capucina* var *rumpens* (Taylor et al., 2007).



**FIGURA 10. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO CHISACÁ-REGADERA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**





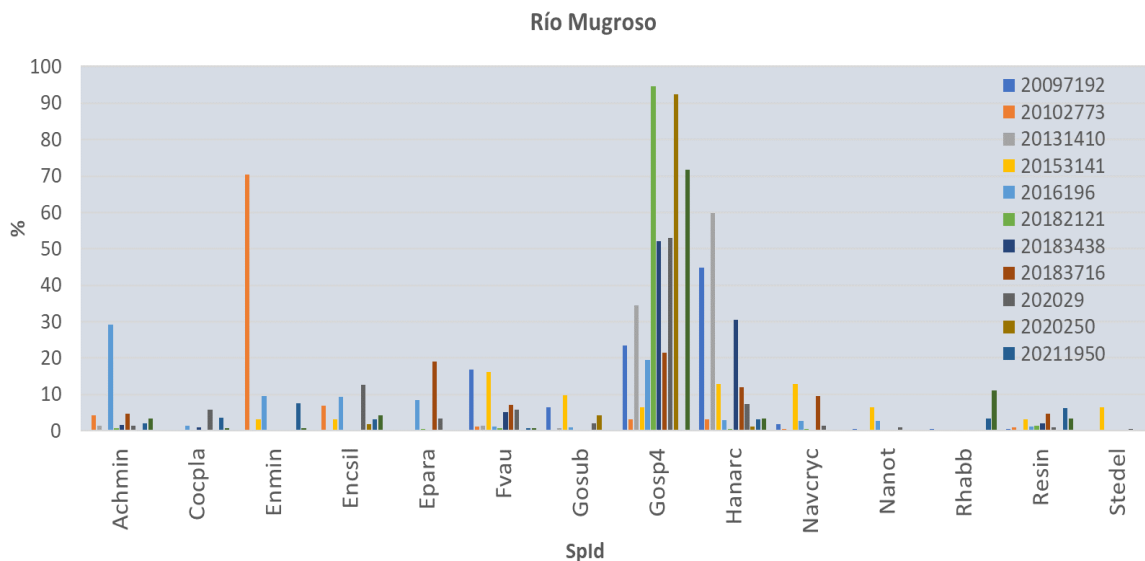
**FIGURA 11. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DESCARGA DE FONDO DEL EMBALSE REGADERA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

### 1.3.2.2 Zona Chisacá

- **Río Mugroso**

En el río Mugroso el número de especies registrado fue considerablemente menor en comparación con los demás puntos de muestreo del Sistema Sur. En las 12 muestras analizadas de este sector se registraron 33 especies, de las cuales 14 presentaron abundancias igual o superior al 5% del total (**Figura 12**).

La composición de la comunidad es muy distinta a lo descrito anteriormente, encontrándose una alta dominancia de *Gomphonema* sp.4 en la mayoría de las muestras indistintamente del periodo de muestreo. Solo tres muestras presentan una composición distinta, en el muestreo de octubre de 2010 (20102773) se observó una alta dominancia de *Encyonema mintum*, mientras que en diciembre de 2015 (20153141) aunque las abundancias fueron bajas, *F.capucina var vaucheriae* y *N.cryptocephala* fueron codominantes.

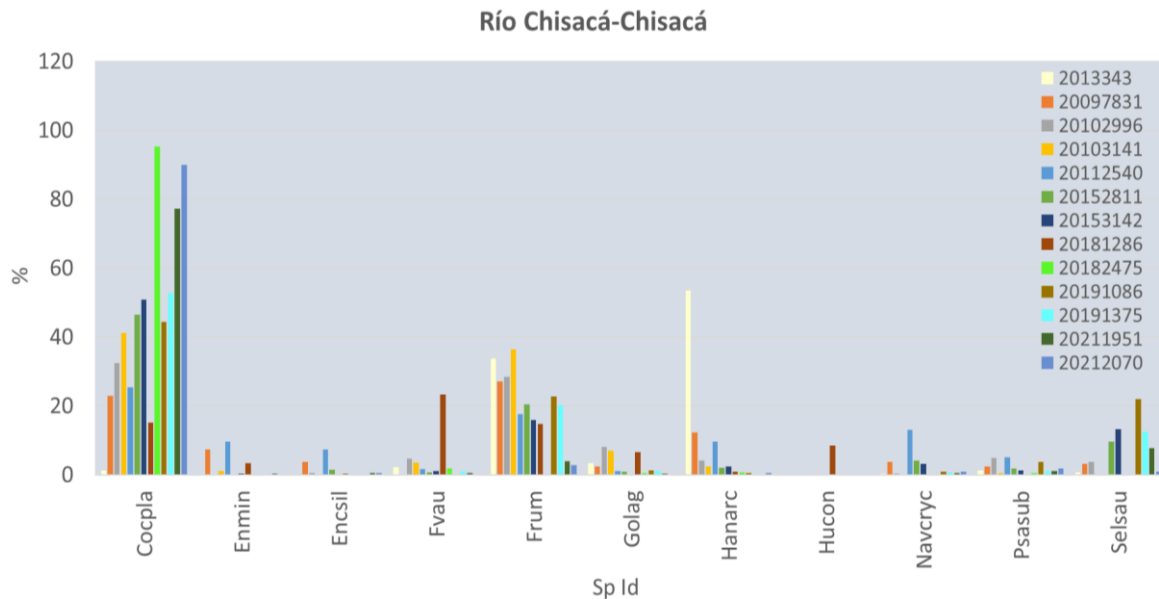


**FIGURA 12. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO MUGROSO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

• **Río Chisacá-Chisacá**

Un total de 13 muestras conformaron en set de datos para esta zona, en la cual fueron registradas 47 especies, 26 géneros, 17 familias y 9 órdenes. Del total de especies registradas en este sector del río Chisacá, solo 11 especies registraron abundancias mayores o iguales 5% en al menos una de las muestras analizadas (**Figura 13**).

*Cocconeis placentula* fue dominante en la gran mayoría de las muestras y en particular muy abundante en los muestreos de septiembre en 2018 (20182475), marzo de 2021(20212070) y febrero de 2021 (20211951). En las muestras de diciembre 2009 y mayo de 20018 la composición cambia, pasando a una comunidad dominada por *F.capucina var rumpens* y *F.capucina var vaucheriae*, en codominancia con *C.placentula*. De igual manera, en el muestreo de enero de 2013 *H.arcus* alcanza abundancias superiores al 53% del total registrado.



**FIGURA 13. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO CHISACÁ-CHISACÁ. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

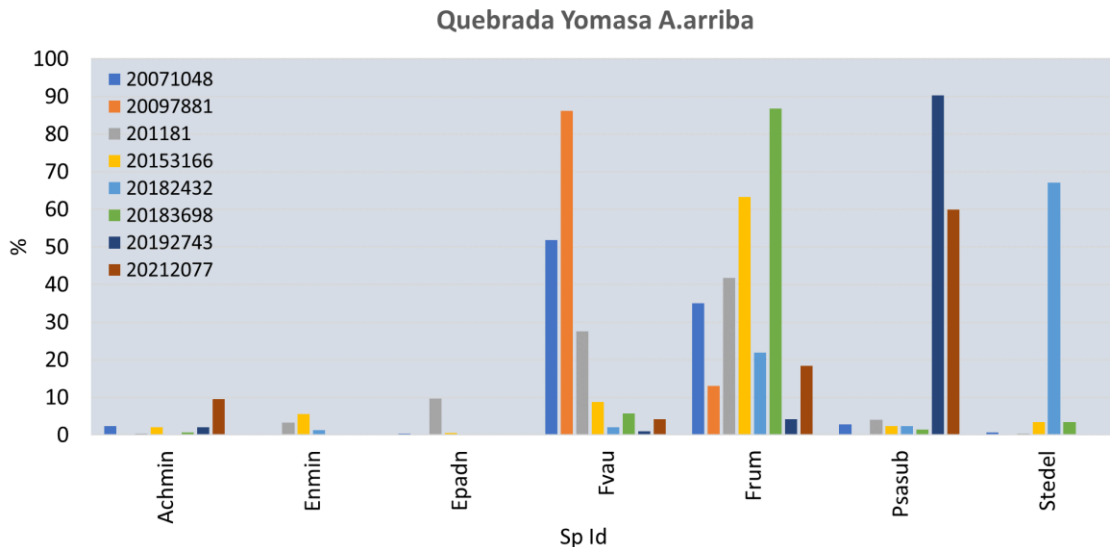
1.3.2.3 Zona Yomasa

En las 15 muestras analizadas en esta zona se registraron 61 especies, distribuidas en 24 géneros, 17 familias y 9 órdenes.

• **Quebrada Yomasa aguas arriba**

En el punto aguas arriba de la quebrada Yomasa se observó una clara tendencia temporal en la composición de especies de la comunidad de diatomeas. En los muestreos de 2009 a 2015 y en diciembre de 2018, las especies dominantes son *F.capucina var vaucheriae* y *F.capucina var rumpens* (Figura 14).

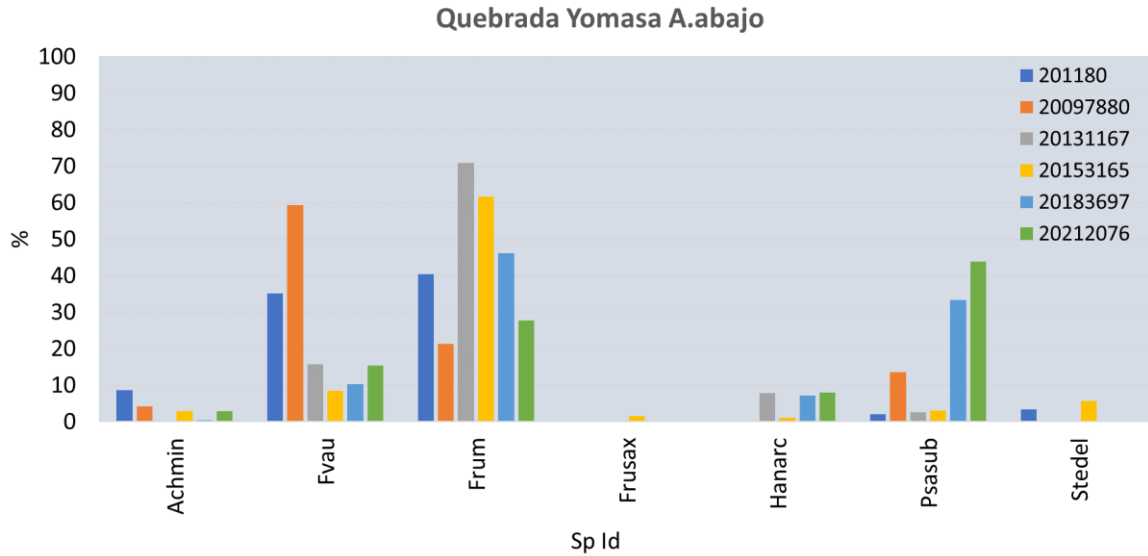
En la muestra de septiembre de 2018-20182432- *Steneopteroberia delicatissima* representó el 67% de la abundancia total mientras que en las muestras de diciembre de 2019 y marzo de 2021 *P.subatomoides* fue ampliamente dominante. Ambas especies en la literatura han sido comúnmente reportadas en ríos de montaña, con ambientes oligotróficos y baja conductividad (Taylor et al., 2007; Pinheiro et al., 2020).



**FIGURA 14. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA YOMASA PUNTO AGUAS ARRIBA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

• **Quebrada Yomasa aguas abajo**

En el punto aguas abajo se registraron 40 especies, de las cuales, solo 7 registraron abundancias superiores al 5%. La composición taxonómica de la comunidad coincide con la tendencia observada en el punto aguas arriba, con dominancia de las dos variedades de *F.capucina* en la mayoría de las muestras, excepto en la muestra de marzo -20212076- en donde *P.subatomoides* representó el 43% de la abundancia total (Figura 15).



**FIGURA 15. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA YOMASA PUNTO AGUAS ABAJO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

### 1.3.3 Conteos Sistema Norte-Zona Chuza

#### 1.3.3.1 Zona Chuza

El número de muestras analizadas en esta zona fue 37, dentro de las cuales se registraron 74 especies, 29 géneros, 19 familias, y 10 órdenes. En la **Tabla 3** se presenta el listado de especies con sus correspondientes acrónimos (Sp Id) utilizados en las figuras.

De manera similar a lo registrado en el sistema Sur y El Delirio, los géneros con mayor número de especies corresponden a Eunotia y Gomphonema con 12 y 8 especies, respectivamente. Se destacan otros géneros con alta riqueza en particular para esta zona como Encyonema con 7, Navicula con 6 y Frustulia y Fragilaria con 4 especies (**Figura 16**).

**TABLA 3. LISTADO DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN TODAS LAS MUESTRAS ANALIZADAS DEL SISTEMA NORTE – ZONA CHUZA CON SU CORRESPONDIENTE ACRONIMO (SP ID)**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Achnanthes	<i>Achnanthes minutissimum</i>	Achmin
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthesiaceae	Achnanthes	<i>Achnanthes minutissimum_TER</i>	AchminTER
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Adlafia	<i>Adlafia sp. 2</i>	Adsp2
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Adlafia	<i>Adlafia sp. 4</i>	Adsp4
Bacillariophyceae	Naviculales	Neidiineae	Brachysira	<i>Brachysira aff. brebissonii</i>	Brabre
Bacillariophyceae	Naviculales	Brachysiraceae	Brachysira	<i>Brachysira sp. 1</i>	Brasp1
Bacillariophyceae	Naviculales	Brachysiraceae	Brachysira	<i>cf. Craticula riparia 1</i>	Brasp3
Bacillariophyceae	Naviculales	Cavinulaceae	Cavinula	<i>Cavinula sp.</i>	Cavsp
Bacillariophyceae	Naviculales	Cavinulaceae	Cavinula	<i>Cavinula sp. 2 aff. lapidosa</i>	Cavlap
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp. 1 Q.Leticia</i>	Esp1LET
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Hippodonta	<i>cf. Hippodonta sp.</i>	CfHipsp
Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>cf. Sellaphora sp. 4</i>	CfSelsp4
Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	Cocconeis	<i>Cocconeis placentula</i>	Cocpla
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella aff. Turgidula</i>	Cymtur
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella aff. tumida</i>	Cytum
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella cf. cymbiformis</i>	Cycym
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbopleura	<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	Cynav
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma	<i>Diatoma mesodon</i>	Diames
Bacillariophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Discostella	<i>Discostella stelligera</i>	Distel
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema vulgare</i>	Envul
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema sp. 2</i>	Ensp2
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema aff. venezolanum</i>	Enven

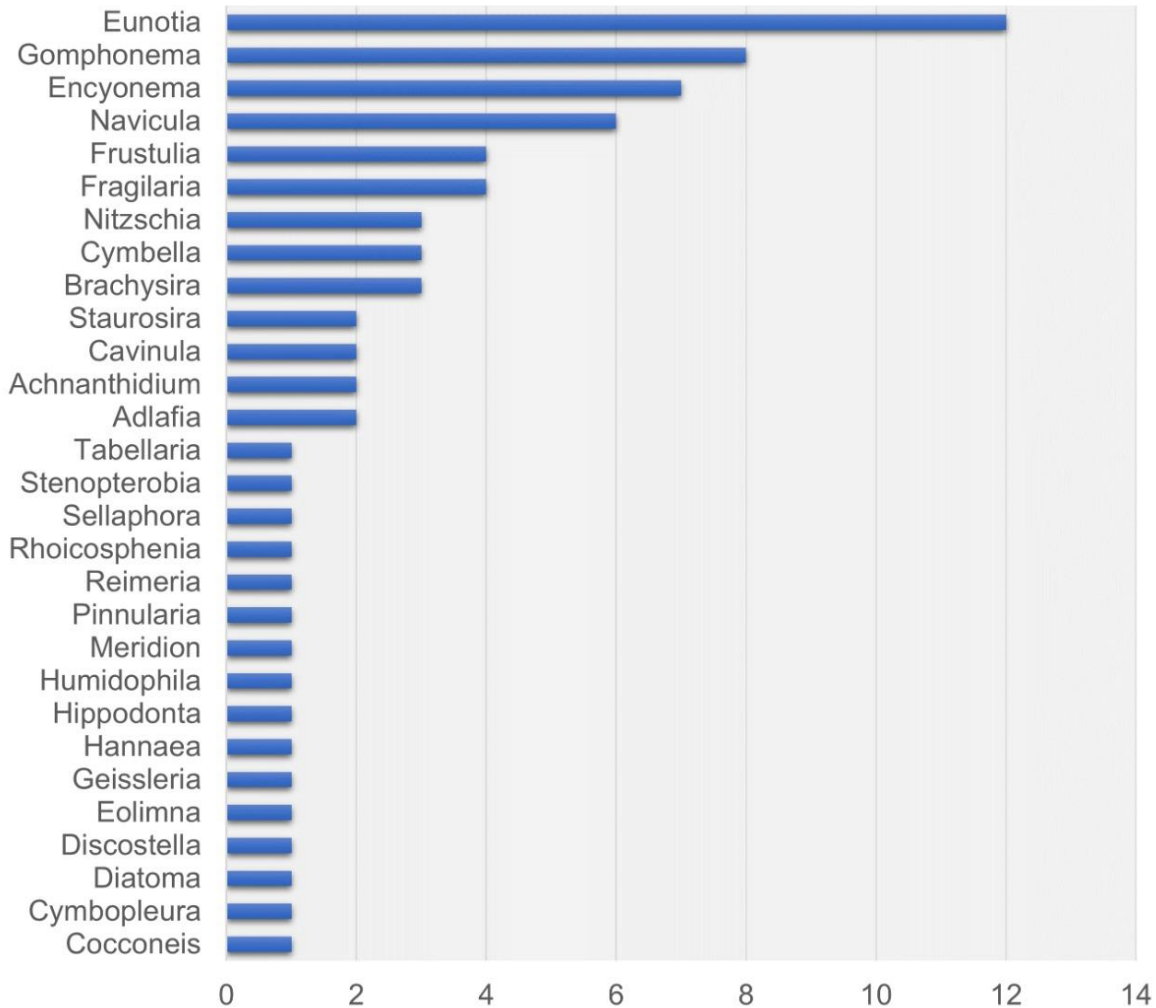
CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema minutum</i>	Enmin
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema silesiacum</i>	Ensil
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema sp. 7</i>	Ensp7
Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema	<i>Encyonema sp. 8</i>	Ensp8
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Eolimna	<i>Sellaphora saugerresii</i>	Selsau
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp. 8</i>	Esp8
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia parasiolii</i>	Epar
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp. 6</i>	Esp6
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp.2 Qda Leticia</i>	Esp2LET
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia aff donatoi</i>	Edona
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp. 7</i>	Esp7
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia muscicola</i>	Emus
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia exigua</i>	Eexi
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia minor</i>	Emin
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia cf. Pseudosudetica</i>	Epseu
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia subarcuatoides</i>	Esub
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var. rumpes</i>	Frum
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var. rumpes (teratológica)</i>	FrumTER
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria capucina var. vaucheriae</i>	Fvau
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria crotonensis</i>	Fcrot
Bacillariophyceae	Navicuales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia sp. 3</i>	Frusp3
Bacillariophyceae	Navicuales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia aff. saxonica</i>	Frusax
Bacillariophyceae	Navicuales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia cf. crassinervia</i>	Frucra
Bacillariophyceae	Navicuales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia vulgaris</i>	Fruvul

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema acuminatum</i>	Gomacu
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema aff. affine</i>	Goaff
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. gracile</i>	Gograc
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. aequirostrum</i>	Goaeq
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema cf. lateripunctatum</i>	Golat
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema lagenula</i>	Golag
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema parvulum</i>	Gopar
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema subclavatum</i>	Gosub
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Hannaea	<i>Hannaea arcus</i>	Hanarc
Bacillariophyceae	Navicuales	Diadesmidaceae	Humidophila	<i>Humidophila contenta</i>	Hucon
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Meridion	<i>Meridion circulare var. constrictum</i>	Mercir
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Geissleria	<i>Geissleria sp. 1</i>	Geissp
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula aff. angusta</i>	Naang
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula cryptocephala</i>	Nacryc
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula aff. cryptotenella</i>	Nacryt
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula cf. tripunctata</i>	Natri
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula sp. 6</i>	Nasp6
Bacillariophyceae	Navicuales	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula sp. 7</i>	Nasp7
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia palea</i>	Nitpal
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia cf. palea</i>	NitCFpal
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia dissipata</i>	Nitdis
Bacillariophyceae	Navicuales	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia aff. Subcapitata</i>	Pisub
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Reimeria	<i>Reimeria sinuata</i>	Resin
Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	Rhabb



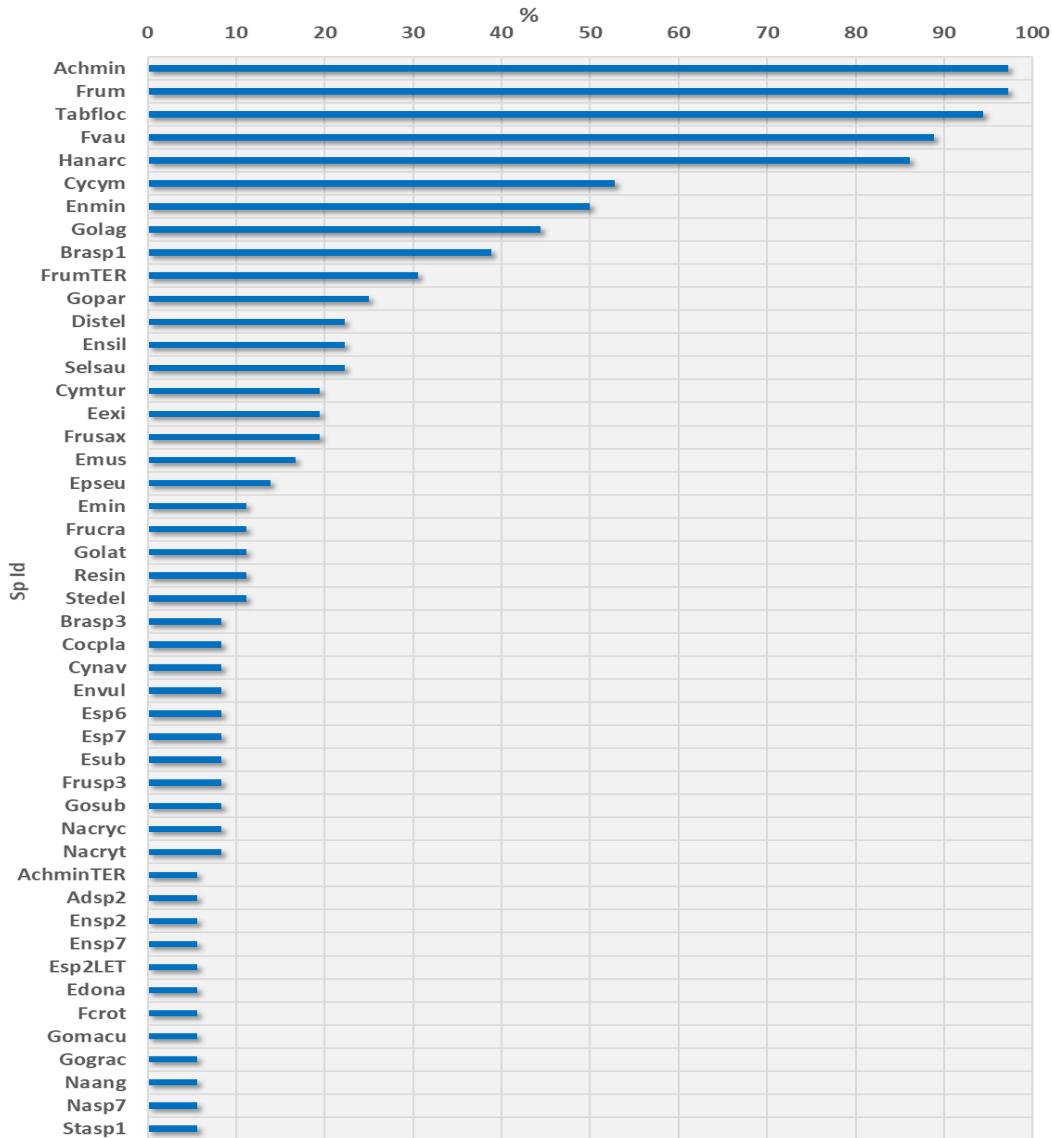
CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SP ID
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Stausosira	<i>Stausosira sp. 1</i>	Stasp1
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Stausosira	<i>Stausosira sp. 3</i>	Stasp3
Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	Stenopterobia	<i>Stenopterobia aff. delicatissima</i>	Stedel
Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria	<i>Tabellaria flocculosa</i>	Tabfloc

### Numero de especies



**FIGURA 16. NÚMERO DE ESPECIES POR GÉNERO REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA ZONA CHUZA – SISTEMA NORTE.**

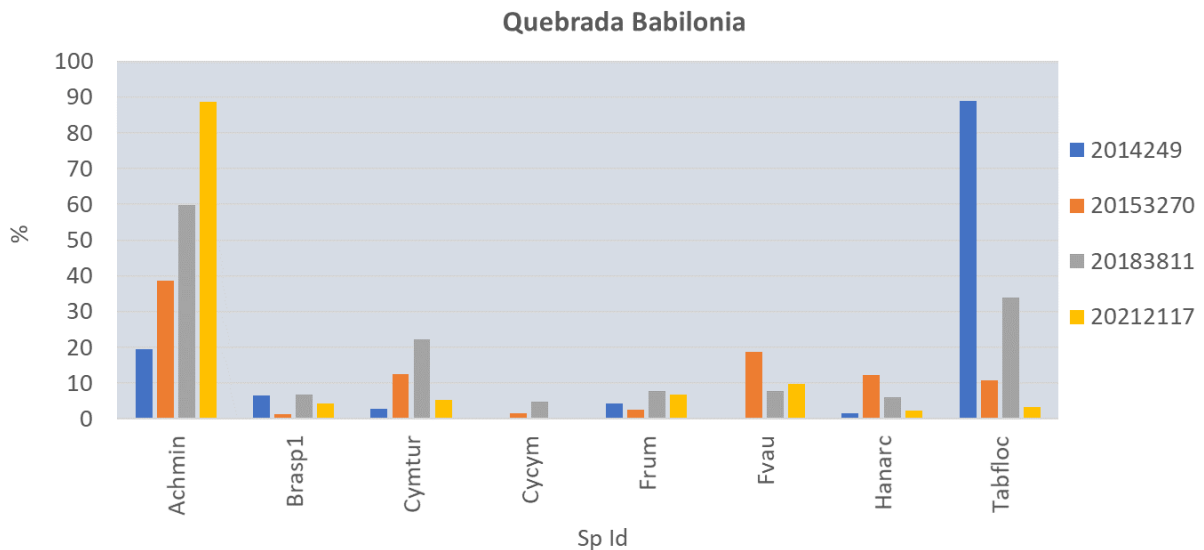
En relación con el número de muestras en el que cada especie fue registrada, en la **Figura 17** se presenta el porcentaje de ocurrencia para cada especie en la zona de Chuza. De acuerdo con lo observado, de las 74 especies registradas para esta zona, solo 7 fueron recurrentes en más del 50% de las muestras analizadas: *A.minutissimum*, *F.capucina var rumpens*, *Tabellaria flocculosa*, *F.capucina var vaucheriae*, *Hannaea arcus* y *Cymbella cf cymbiformis* (Ehrenberg) Grunow in Van Heurck. 50 especies fueron muy poco recurrentes, registrándose en menos del 10% de las muestras.



**FIGURA 17. PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS 36 MUESTRAS ANALIZADAS DE LA ZONA CHUZA, SISTEMA NORTE. SE MUESTRAN LAS ESPECIES CUYA OCURRENCIA FUE SUPERIOR O IGUAL AL 5%.**

- **Quebrada Babilonia**

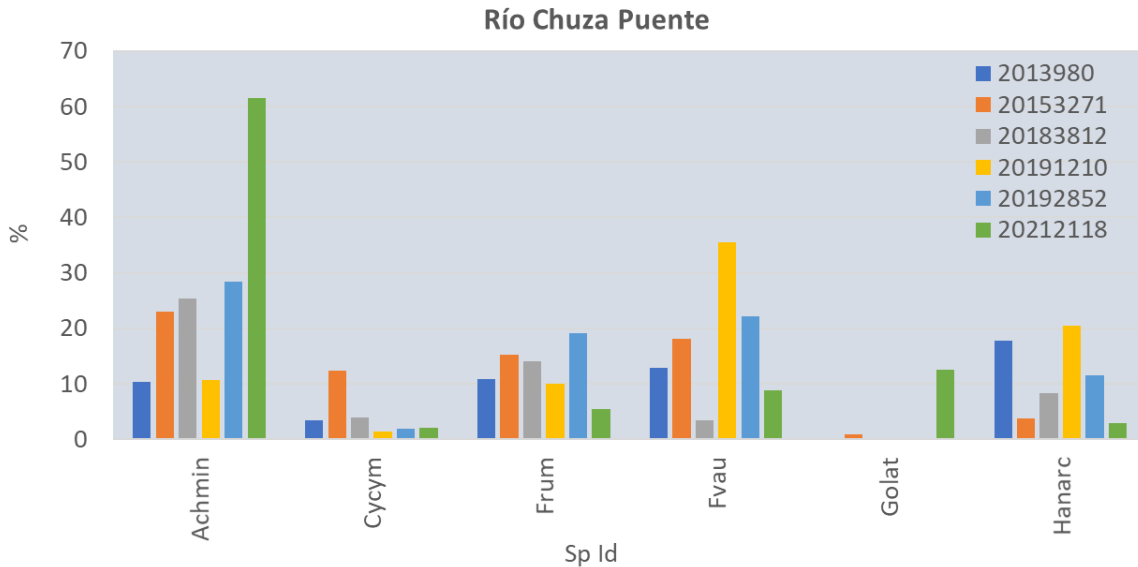
En la quebrada Babilonia se registraron 18 especies, de las cuales solo 8 alcanzaron abundancias superiores al 5%. En 3 de las cuatro muestras analizadas la especie dominante fue *A.minutissimum*, mientras que en el muestreo de marzo de 2014 la comunidad de diatomeas estuvo ampliamente dominada por *T. flocculosa* alcanzando más del 90% de la abundancia total (**Figura 18**).



**FIGURA 18. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA BABILONIA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%**

- **Río Chuza-Puente**

En el río Chuza sector Puente, la comunidad estuvo representada por 14 géneros y 23 especies de las cuales solo 6 fueron frecuentes en todas las muestras. Al igual que en la quebrada Babilonia, *A.minutissimum* fue altamente dominante en la mayoría de las muestras analizadas, en particular en el muestreo de marzo de 2021, con abundancias superiores al 60%. Las especies *F.capucina var rumpens* y *F.capucina var vaucheriae* fueron codominantes en la mayoría de los muestreos. Se destaca el mes de junio en 2019 (20191210), en donde la especie dominante es *F.vaucheriae* en codominancia con *H. arcus* (**Figura 19**).



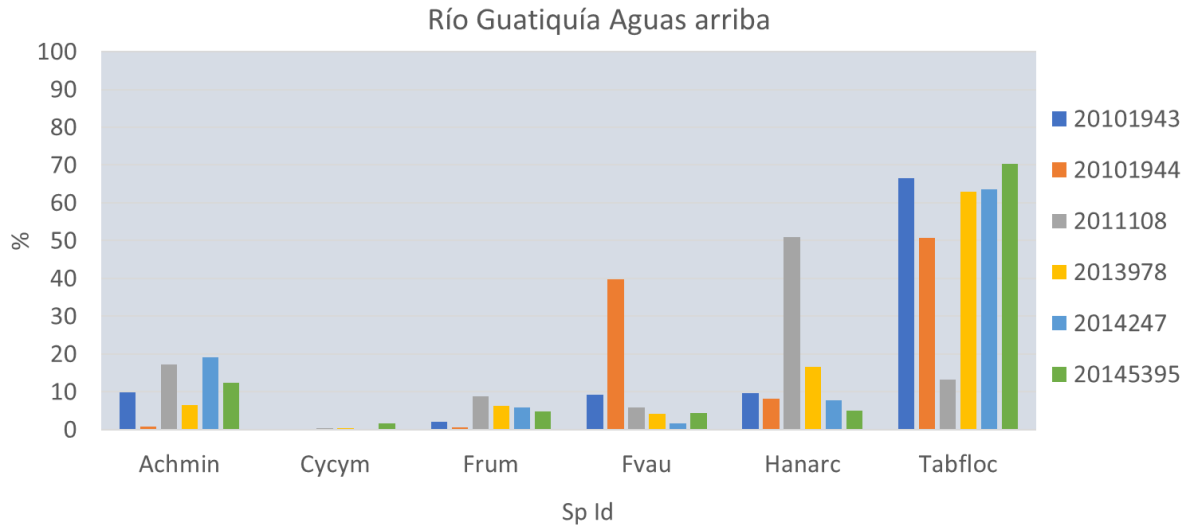
**FIGURA 19. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA YOMASA PUNTO AGUAS ABAJO. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%**

- **Río Guatiquía Aguas arriba**

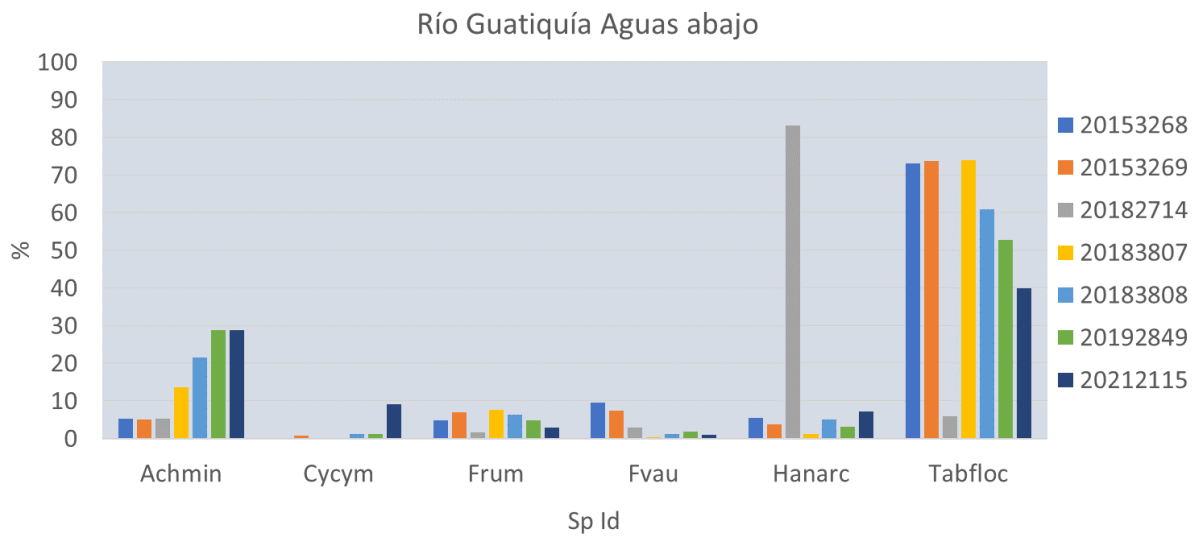
En el punto aguas arriba del Río Guatiquía se registraron 18 especies y 13 géneros. Del total de especies registradas solo 6 fueron recurrentes en este sector. En cinco de las seis muestras analizadas, *T. flocculosa* fue dominante, mientras que en el muestreo de enero de 2011 la especie dominante en la comunidad de diatomeas fue *H. arcus*, representando el 50% de la abundancia total registrada (**Figura 20**).

- **Río Guatiquía Aguas abajo**

En el punto aguas presentó mayor número de taxones en comparación aguas arriba: 31 especies y 16 géneros. En general, se observa la misma tendencia, una alta dominancia de *T. flocculosa* con codominancia de *A. minutissimum* en la mayoría de las muestras y con pocos cambios temporales. Se destaca el muestreo de septiembre de 2018 (20182714) en donde la comunidad está representada en un 83% por *H. arcus* (**Figura 21**).



**FIGURA 20. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO GUATIQÚÍA PUNTO AGUAS ARRIBA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

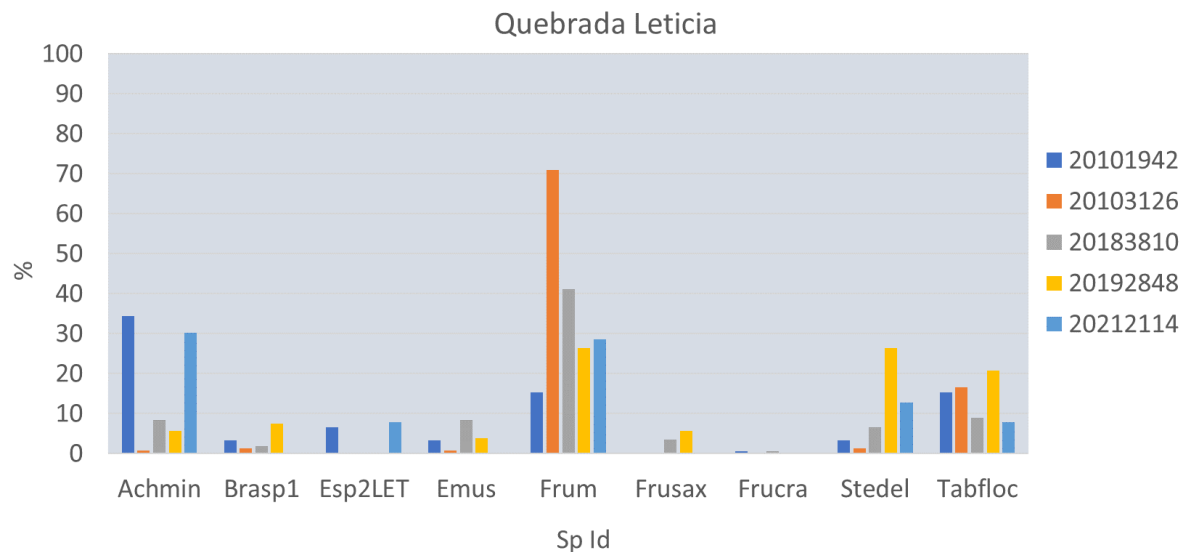


**FIGURA 21. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DEL RÍO GUATIQÚÍA PUNTO AGUAS ARRIBA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

### • Quebrada Leticia

En las 5 muestras analizadas de la Quebrada Leticia se registraron 35 especies y 15 géneros. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *A.minutissimum* y *F.capucina var rumpens*. Esta última especie fue particularmente abundante en los muestreos de diciembre de 2018 (20183810) y 2010 (20103126), en este último alcanzando la mayor abundancia relativa (71%). En los muestreos de junio (20101942) y marzo de 2021 (20212114) fue abundante *A.minutissimum*, mientras que en el mes de diciembre de 2019 fue particularmente abundante las especies *Stenopterobia aff delicatissima*, alcanzando el 26% de la abundancia total al igual que *F.capucina var rumpens*, ambas codominantes.

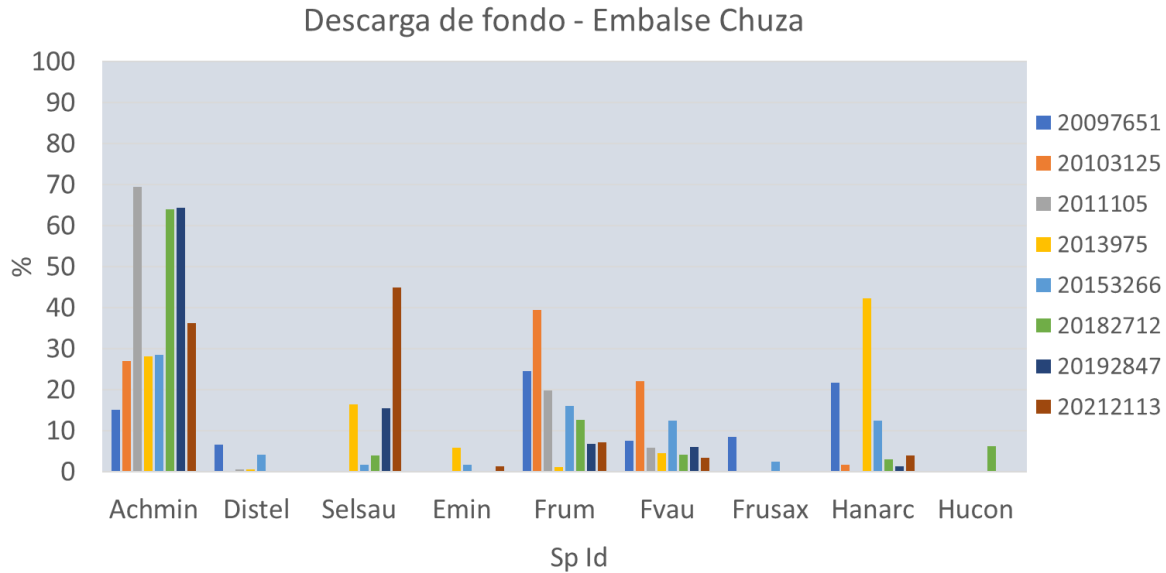
Se destaca el muestreo de diciembre de 2019 (20192848) por presentar una muy baja abundancia de diatomeas en la muestra, en donde a pesar de contar el duplicado de la muestra, el número de valvas fue inferior a 60.



**FIGURA 22. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA LETICIA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

### • Descarga de Fondo

En este punto se registraron en total se registraron 32 especies y 19 géneros en las ocho muestras analizadas. *A.minutissimum* fue abundante en las muestras de enero de 2011, septiembre 2018 y diciembre de 2019, representando más del 60% de la abundancia total de la comunidad. En enero de 2012 la especie dominante es *F.capucina var rumpens*, mientras que marzo de 2013 la comunidad pasa a estar dominada por *H.arcus* en codominancia con *A.minutissimum*. Se destaca el muestreo de enero de 2021 por la alta abundancia de *S.saugerresii* (45%).



**FIGURA 23. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS REGISTRADAS EN LAS MUESTRAS DE LA DESCARGA DE FONDO DEL EMBALSE DE CHUZA. ESPECIES CON ABUNDANCIAS MAYORES O IGUALES AL 5%.**

#### 1.4 SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN

La comunidad de diatomeas en las quebradas del Sistema El Delirio está representada por 61 especies, de las cuales, *H.arcus*, *C.placentula*, *F.capucina var rumpens*, *F.capucina var vaucheriae* y *P.subatomoides*, son dominantes.

En el sistema Sur se registraron 147 especies. Las especies altamente recurrentes fueron: *C.placentula*, *A.minutissimum* y *F.capucina var vaucheriae* y *F.capucina var rumpens*. *A.minutissimum*, *St.delicatissima*, *E.minutum* y *Gomphonema sp.4*, fueron dominantes especies dominantes particularmente en las muestras del Río Mugroso y Chisacá-Regadera. *P.subatomoides* fue altamente dominante en las muestras del río Curubital desde los muestreos de 2018.

En el sistema Norte *F. capucina var rumpens* y *C.placentula* son muy recurrentes en la mayoría de las muestras. También se destaca la alta recurrencia en todas las muestras de *T.flocculosa*, dominante en las muestras Q.Babilonia, Chuza-Puente y en las dos estaciones sobre el Río Guatiquía.

*A.minutissimum*, *P.subatomoides*, *F.capucina var rumpens*, *F.capucina var vaucheriae*, *Stenopterobia delicatissima* y *T.flocculosa*, son especies ampliamente registradas en la literatura por ser indicadoras de ambientes oligotróficos (Lange-Bertalot y Metzeltin, 1996).

En la **Tabla 4** se relaciona número de muestras identificadas, el número de especies por punto y por sistema, así como el número de muestras que poseen conteos subóptimos, las cuales requieren completar el conteo de una réplica.

**TABLA 4. NÚMERO DE MUESTRAS CONTADAS Y ESPECIES REGISTRADAS POR PUNTO, ZONA Y SISTEMA.**

Sistema	Zona	Punto	Número de especies registradas	Número de muestras contadas	Número de muestras con conteos subóptimos
El Delirio	San Cristóbal	Decantadores San Cristobal	27	3	0
		Quebrada La Osa	22	8	0
		Intersección Upatá Palo Blanco	27	7	2
<b>Muestras totales Sistema El Delirio</b>				<b>18</b>	<b>2</b>
Sur	Regadera	Río Chisacá-Regadera	28	17	0
		Río Curubital	35	17	0
		Descarga de Fondo	26	16	0
	Chisacá	Río Chisacá-Chisacá	26	13	2
		Río Mugroso	26	12	4
	Yomasa	Quebrada Yomasa Aguas arriba	27	8	0
Quebrada Yomasa Aguas abajo		26	7	2	
<b>Muestras totales Sistema Sur</b>				<b>90</b>	<b>8</b>
Norte	Chuzá	Quebrada Babilonia	12	4	0
		Río Chuzá -Puente	16	6	0
		Quebrada Leticia	25	5	2
		Descarga de Fondo	21	8	2
		Río Guatiquía Aguas arriba	10	6	0
		Río Guatiquía Aguas abajo	16	7	0
<b>Muestras totales Sistema Norte-Chuzá</b>				<b>36</b>	<b>4</b>



## 1.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN FÍSICOQUÍMICA

A partir de la base de datos proporcionada por el Acueducto de Bogotá, se procedió a filtrar y seleccionar las muestras que fueron analizadas para la determinación y conteo de especies. Este listado comprende 250 muestras, las cuales serán utilizadas para la construcción del modelo. En la **Tabla 5** se presenta el listado y sobre dichas muestras se presenta a continuación la estadística descriptiva y multivariada para cada Sistema y Zona de estudio.

En el Anexo 2 se presentan las bases de datos por zonas con la información fisicoquímica filtrada para las 250 muestras.

**TABLA 5. LISTADO DE LAS 250 MUESTRAS INLCUIDAS PARA EL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.**

**IdPunto:** Acrónimo asignado para cada punto de muestreo usado a lo largo del documento.

Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
20097831	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20102996	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20103141	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20112540	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
2013343	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20152811	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20153142	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20182475	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20181286	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20191375	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20191086	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20211951	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20212070	Sur	Chisacá	Río Chisacá	Rchis
20097192	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20102773	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20131410	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20153141	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
2016196	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20183716	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20182121	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20183438	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug

Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
2020250	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
202029	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20211950	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20212069	Sur	Chisacá	Río Mugroso	Rmug
20082389	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20153143	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20152812	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
201627	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20181289	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20191372	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20191087	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
201983	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20211952	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
202026	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20103142	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
201177	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20131852	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20131139	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
2013344	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20145477	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20212072	Sur	Regadera	Río Chisacá Regadera	RChiR
20097834	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20103143	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20102998	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
201178	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20131140	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20152522	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20153144	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20152813	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
201628	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
2016199	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20182477	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20183719	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru

Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
20181287	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
2020253	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
202027	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20211953	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20212071	Sur	Regadera	Río Curubital	Rcuru
20102777	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20103144	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20112538	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20131141	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
2013820	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20145479	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20153145	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
201629	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20182473	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20183239	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
201980	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20191371	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
2020249	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
202025	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20211949	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20212068	Sur	Regadera	Descarga de fondo	DFReg
20071048	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
20097881	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
20097880	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas abajo	Qyaba
201181	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
201180	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas abajo	Qyaba
20131167	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas abajo	Qyaba
20153165	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas abajo	Qyaba
20153166	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
20183697	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas abajo	Qyaba
20182432	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
20183698	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
20182431	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas abajo	Qyaba

Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
20192743	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
20212077	Sur	Yomasa	Q. Yomasa aguas arriba	Qyarr
20212076	Sur	Yomasa	Q. Yomasa Aguas Abajo	Qyaba
20153270	Norte	Chuza	Quebrada Babilonia	Qbab
20183811	Norte	Chuza	Quebrada Babilonia	Qbab
20212117	Norte	Chuza	Quebrada Babilonia	Qbab
2014249	Norte	Chuza	Quebrada Babilonia	Qbab
20153271	Norte	Chuza	Río Chuza Puente	RchuP
20192852	Norte	Chuza	Río Chuza Puente	RchuP
20212118	Norte	Chuza	Río Chuza Puente	RchuP
20183812	Norte	Chuza	Río Chuza Puente	RchuP
20191210	Norte	Chuza	Río Chuza Puente	RchuP
2013980	Norte	Chuza	Río Chuza Puente	RchuP
20212114	Norte	Chuza	Quebrada Leticia	Qlet
20101942	Norte	Chuza	Quebrada Leticia	Qlet
20183810	Norte	Chuza	Quebrada Leticia	Qlet
20103126	Norte	Chuza	Quebrada Leticia	Qlet
20192848	Norte	Chuza	Quebrada Leticia	Qlet
2011105	Norte	Chuza	Descarga de fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
2013975	Norte	Chuza	Descarga de fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
20192847	Norte	Chuza	Descarga de Fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
20103125	Norte	Chuza	Descarga de fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
20182712	Norte	Chuza	Descarga de Fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
20212113	Norte	Chuza	Descarga de Fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
20153266	Norte	Chuza	Descarga de Fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
20097651	Norte	Chuza	Descarga de fondo Embalse de Chuza	Dfchuz
20153268	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas arriba	Rguarr
20145395	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas arriba	Rguarr
20101944	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas arriba	Rguarr
2013978	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas arriba	Rguarr
20183807	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas arriba	Rguarr
2011108	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas arriba	Rguarr
20153269	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas abajo	Rguaba

Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
20182714	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas abajo	Rguaba
20192849	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas abajo	Rguaba
20212115	Norte	Chuza	Río Guatiquia, Aguas Abajo	Rguaba
2014247	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas abajo	Rguaba
20183808	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas abajo	Rguaba
20101943	Norte	Chuza	Río Guatiquia aguas abajo	Rguaba
20182805	Norte	R.Blanco	QuebradaBlanca	Qblan
20153294	Norte	R.Blanco	QuebradaBlanca	Qblan
20183836	Norte	R.Blanco	QuebradaBlanca	Qblan
20192873	Norte	R.Blanco	QuebradaBlanca	Qblan
20097665	Norte	R.Blanco	QuebradaBlanca	Qblan
2019557	Norte	R.Blanco	QuebradaBlanca	Qblan
20153296	Norte	R.Blanco	QuebradaElMangón	Qman
20192875	Norte	R.Blanco	QuebradaElMangón	Qman
20191271	Norte	R.Blanco	QuebradaElMangón	Qman
20131006	Norte	R.Blanco	QuebradaElMangón	Qman
20182807	Norte	R.Blanco	QuebradaElMangón	Qman
20103052	Norte	R.Blanco	QuebradaElMangón	Qman
20183833	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradal	Qcol-I
20192870	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradal	Qcol-I
20153291	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradal	Qcol-I
20191266	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradal	Qcol-I
20153292	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradall	Qcol-II
20183834	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradall	Qcol-II
20103047	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradall	Qcol-II
2011137	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradall	Qcol-II
20145455	Norte	R.Blanco	QuebradaColoradall	Qcol-II
20097654	Norte	R.Blanco	QuebradaPiedrasGordas	Qpgor
20192856	Norte	R.Blanco	QuebradaPiedrasGordas	Qpgor
20097655	Norte	R.Blanco	QuebradaLaHorquetaI	Qhor-I
20182743	Norte	R.Blanco	QuebradaLaHorquetaI	Qhor-I
20153276	Norte	R.Blanco	QuebradaLaHorquetaI	Qhor-I
20074039	Norte	R.Blanco	QuebradaLaHorquetaI	Qhor-I

Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
20183823	Norte	R.Blanco	QuebradaLaHorquetal	Qhor-I
2011131	Norte	R.Blanco	QuebradaCalostros	Qcals
20103053	Norte	R.Blanco	QuebradaCalostros	Qcals
20097668	Norte	R.Blanco	QuebradaCalostros	Qcals
20153297	Norte	R.Blanco	QuebradaCalostros	Qcals
20101924	Norte	R.Blanco	QuebradaCalostros	Qcals
20153279	Norte	R.Blanco	QuebradaCortadera	Qcor
20183829	Norte	R.Blanco	QuebradaCortadera	Qcor
20192860	Norte	R.Blanco	QuebradaCortadera	Qcor
20082666	Norte	R.Blanco	QuebradaCortadera	Qcor
2013994	Norte	R.Blanco	QuebradaCortadera	Qcor
2011127	Norte	R.Blanco	QuebradaCortadera	Qcor
20153295	Norte	R.Blanco	QuebradaPlumaraña	Qplu
20192874	Norte	R.Blanco	QuebradaPlumaraña	Qplu
20131005	Norte	R.Blanco	QuebradaPlumaraña	Qplu
20191270	Norte	R.Blanco	QuebradaPlumaraña	Qplu
20097666	Norte	R.Blanco	QuebradaPlumaraña	Qplu
2011133	Norte	R.Blanco	QuebradaPlumaraña	Qplu
20103051	Norte	R.Blanco	QuebradaPlumaraña	Qplu
20183830	Norte	R.Blanco	QuebradaPeñasBlancas	Qpbla
20152347	Norte	R.Blanco	QuebradaPeñasBlancas	Qpbla
20145442	Norte	R.Blanco	QuebradaPeñasBlancas	Qpbla
20153280	Norte	R.Blanco	QuebradaPeñasBlancas	Qpbla
20103042	Norte	R.Blanco	QuebradaPeñasBlancas	Qpbla
20192862	Norte	R.Blanco	QuebradaCarrascales	Qcarr
20097661	Norte	R.Blanco	QuebradaCarrascales	Qcarr
2013997	Norte	R.Blanco	QuebradaCarrascales	Qcarr
20153298	Norte	R.Blanco	QuebradaCarrascales	Qcarr
20152349	Norte	R.Blanco	QuebradaCarrascales	Qcarr
20101920	Norte	R.Blanco	QuebradaSiberial	Qsibe-I
2011135	Norte	R.Blanco	QuebradaSiberial	Qsibe-I
20131003	Norte	R.Blanco	QuebradaSiberial	Qsibe-I
20153293	Norte	R.Blanco	QuebradaSiberial	Qsibe-I

Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
20182804	Norte	R.Blanco	QuebradaSiberial	Qsibe-I
20192872	Norte	R.Blanco	QuebradaSiberial	Qsibe-I
20097660	Norte	R.Blanco	QuebradaChocolatal	Qcho
20101926	Norte	R.Blanco	QuebradaChocolatal	Qcho
20183832	Norte	R.Blanco	QuebradaChocolatal	Qcho
20074832	Norte	R.Blanco	QuebradaBuitrago	Qbui
20097657	Norte	R.Blanco	QuebradaBuitrago	Qbui
2013993	Norte	R.Blanco	QuebradaBuitrago	Qbui
20192859	Norte	R.Blanco	QuebradaBuitrago	Qbui
20152507	Norte	SanRafael	Nacimiento Río Teusacá	Nteu
2019231	Norte	SanRafael	Nacimiento Río Teusacá	Nteu
2020261	Norte	SanRafael	Nacimiento Río Teusacá	Nteu
20211930	Norte	SanRafael	Nacimiento Río Teusacá	Nteu
2019119	Norte	SanRafael	Nacimiento Río Teusacá	Nteu
20181444	Norte	SanRafael	Nacimiento Río Teusacá	Nteu
2019332	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente Adobes	RtePAD
20183771	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente Adobes	RtePAD
201993	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente Adobes	RtePAD
2019331	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente La Violeta	RtePV
20183770	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente La Violeta	RtePV
202063	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente La Violeta	RtePV
2020262	Norte	SanRafael	Río Teusaca La Cabaña	RteCab
20182817	Norte	SanRafael	Río Teusaca La Cabaña	RteCab
20183769	Norte	SanRafael	Río Teusaca Entrada La Calera	RteCal
20212047	Norte	SanRafael	Río Teusaca Entrada La Calera	RteCal
20211940	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente Sopo	RtePS
20183772	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente Sopo	RtePS
20182027	Norte	SanRafael	Río Teusacá Confluencia Quebrada Simaya	RteSi
2020263	Norte	SanRafael	Río Teusacá Confluencia Quebrada Simaya	RteSi
20211933	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente Francis	RtePF
20097517	Norte	SanRafael	Río Teusacá Puente Francis	RtePF
20153200	Norte	SanRafael	Descarga de Fondo Embalse San Rafael	DfSR
2019329	Norte	SanRafael	Descarga de Fondo Embalse San Rafael	DfSR



Sample ID	Sistema	Zona/Embalse	Punto	Id.Punto
20082525	Norte	SanRafael	Descarga de Fondo Embalse San Rafael	DfSR
20191101	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes del Sisga	RbogAS
2020206	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes del Sisga	RbogAS
2019136	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes del Sisga	RbogAS
20212008	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes del Sisga	RbogAS
20211958	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Después del Sisga	RbogDS
202078	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Después del Sisga	RbogDS
2018845	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Después del Sisga	RbogDS
20181081	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes de Tominé	RbogAT
202079	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes de Tominé	RbogAT
20183679	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes de Tominé	RbogAT
2020208	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes de Tominé	RbogAT
20183328	Norte	Tibitoc	Río Bogotá Antes de Tominé	RbogAT
20183701	EIDelirio	SanCristobal	Decantadores San Cristobal	Dsan
20212063	EIDelirio	SanCristobal	Decantadores San Cristobal	Dsan
20211957	EIDelirio	SanCristobal	Decantadores San Cristobal	Dsan
20181907	EIDelirio	SanCristobal	Intersección Q. La Upata - Q. Palo Blanco	lupb
20182093	EIDelirio	SanCristobal	Intersección Q. La Upata - Q. Palo Blanco	lupb
20183699	EIDelirio	SanCristobal	Intersección Q. La Upata - Q. Palo Blanco	lupb
20153311	EIDelirio	SanCristobal	Intersección Q. La Upata - Q. Palo Blanco	lupb
2019185	EIDelirio	SanCristobal	Intersección Q. La Upata - Q. Palo Blanco	lupb
2020174	EIDelirio	SanCristobal	Intersección Q. La Upata - Q. Palo Blanco	lupb
20181042	EIDelirio	SanCristobal	Intersección Q. La Upata - Q. Palo Blanco	lupb
20153312	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa
20192745	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa
2018855	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa
20183700	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa
20181387	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa
2019186	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa
2019255	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa
2020175	EIDelirio	SanCristobal	Quebrada La Osa	Qosa



De la matriz original proporcionada, con 411 muestras y 64 variables evaluadas en las diferentes corrientes del sistema de abastecimiento del Acueducto, se descartaron todas las variables relacionadas con metales pesados, pesticidas, hidrocarburos (PCB's), grasas y aceites, fenoles y color, dejando un total de 29 variables, las cuales son listadas a continuación con sus respectivos acrónimos (**Tabla 6**).

**TABLA 6. LISTADO DE VARIABLES INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA INFORMACIÓN JUNTO CON LOS RESPECTIVOS ACRÓNIMOS USADOS EN LOS DISTINTOS GRÁFICOS.**

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE	ACRÓNIMO
Nutrientes	Fosforo Reactivo Soluble	PRS
	Fósforo Total	PT
	Nitrógeno Amoniacal	NH4
	Nitratos	NO3
	Nitritos	NO2
	Nitrógeno orgánico Total Kjelhald	NKJ
	Sílice disuelto	SiO2
In situ	pH	pH
	Conductividad	Cond
	Oxígeno Disuelto	OD
	Temperatura	Temp
Sólidos	Sólidos disueltos Totales	SDT
	Sólidos suspendidos Totales	SST
	Solidos Totales	ST
Turbidez	Turbidez	Turb
Iones	Calcio Total	CaT
	Sodio Total	NaT
	Cloruros	CL
	Sulfatos	SO4
Dureza	Dureza Total	Dur
Alcalinidad	Alcalinidad	Alca
Carbono	Carbono Inorgánico disuelto	CID
	Carbono Orgánico Total	COT
Materia Orgánica	Demanda química de Oxígeno	DQO
	Demanda biológica de Oxígeno	DBO5
	Coliformes Totales	ColiT

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE	ACRÓNIMO
Coliformes	Coliformes Fecales	ColiF
	<i>Escherichia coli</i>	Ecoli
Caudal	Caudal	Q

Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el Software R (R Core Team, 2021).

El resumen estadístico de la información se realizó para cada Zona de monitoreo sin imputar datos, calculando los valores centrales y de dispersión de todas las variables. Asimismo, se realizaron gráficos de boxplot para evidenciar la variación de cada variable entre los diferentes puntos de muestreo.

Atendiendo las recomendaciones de los profesionales de la DIE de la EAAB, los valores reportados como *No Cuantificables*, fueron reemplazados por la mitad del valor del límite de cuantificación registrado en la base datos.

Posteriormente, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para las variables físicas y químicas para cada Zona, como análisis exploratorio de la distribución y comparación de la variabilidad espacial y temporal de las muestras. Dado que las técnicas multivariadas requieren datos completos -sin vacíos de información-, se procedió a imputar los datos. Los vacíos de información fueron completados mediante la técnica por componentes principales (CP) con la función `imputePCA` de la librería `missMDA` (Jose & Husson, 2016). Mediante dicha técnica los valores que faltan se predicen mediante un algoritmo iterativo de análisis de componentes principales (ACP) para un número predefinido de dimensiones. Posterior a ello, se realizó el ACP en el conjunto de datos completos mediante la librería `FactoExtra` (Kassambara y Mundt, 2020).

## 1.5.1 Análisis estadístico por Zona de estudio

### 1.5.1.1 Sistema El Delirio

Las 18 muestras que conforman el conjunto de datos del sistema El Delirio en su mayoría presentan datos completos para un gran número de variables, exceptuando CID, COT y Q, variables que poseen tres muestras con ausencia de datos, mientras que el PRS y el NaT solo dos muestras no poseen datos (**Tabla 7**).

De manera general se puede observar que las muestras del sistema El Delirio poseen muy aguas muy poco mineralizadas, reflejándose en bajos valores de conductividad ( $\bar{X}=25.4 \mu\text{S.cm}$ ), Sólidos totales ( $\bar{X}=37.5 \text{ mgL}$ ), aguas circumneutrales ( $\bar{X}=6.8$  unidades pH), así como bajo contenido de nutrientes.

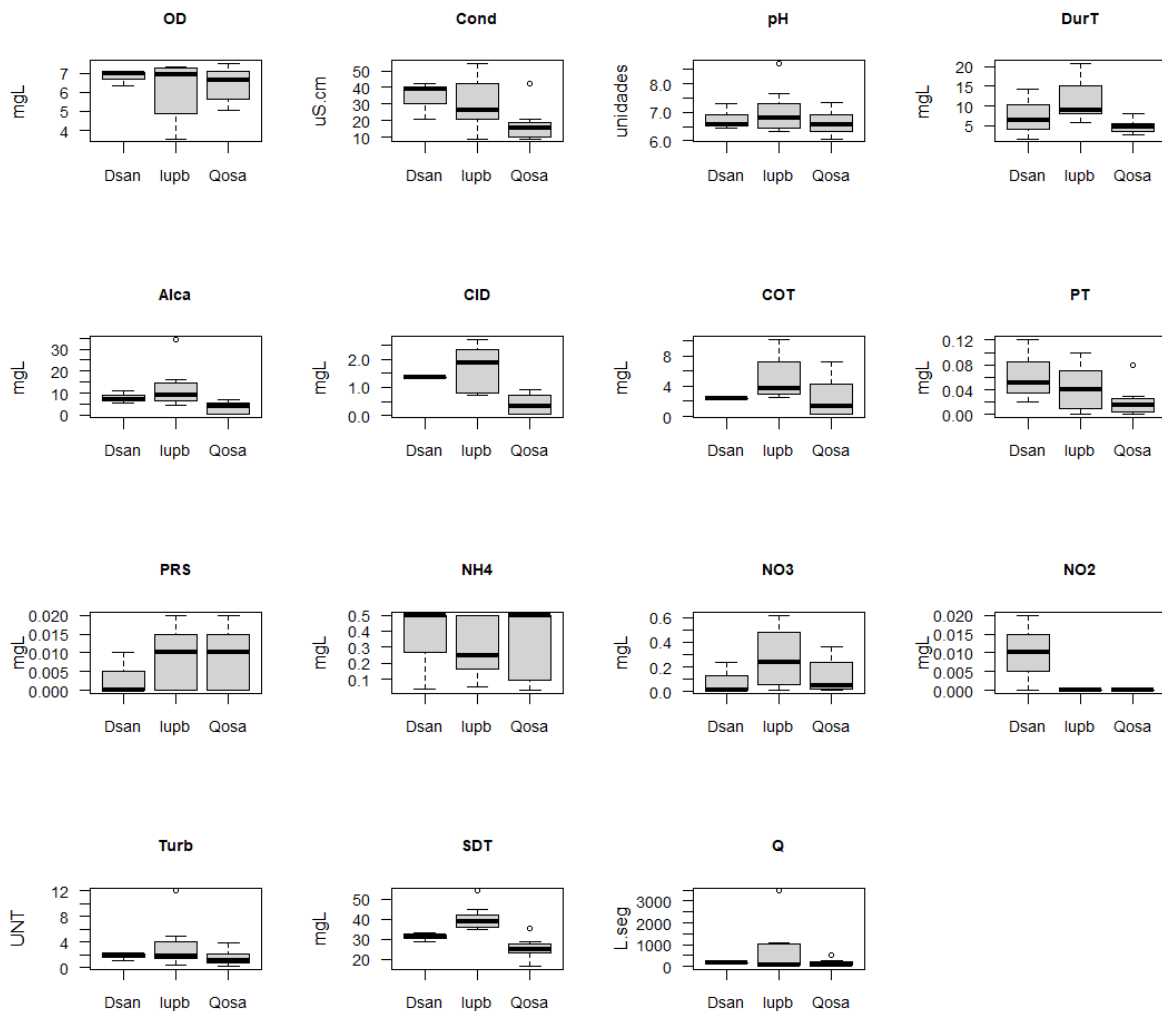
**TABLA 7. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA EL DELIRIO - ZONA SAN CRISTÓBAL.**

**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar. Se resaltan las variables con vacíos de información en el set de datos.

Variable	Zona Rio San Cristóbal							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
Alca	1	18	7.85	7.85	5.8	0.25	34.42	1.85
NH4	2	18	0.33	0.21	0.5	0.03	0.5	0.05
CaT	3	18	2.5	1.87	1.77	0.72	6.98	0.44
CL	4	18	1.21	1.79	0.5	0.5	7.7	0.42
ColiT	5	18	648.31	601.29	387.3	121	2419.6	141.73
ColiF	6	18	10.52	9.66	6.85	0.5	29.5	2.28
Cond	7	18	25.41	14.48	21	9	54.3	3.41
<b>CID</b>	8	<b>16</b>	1	0.88	0.76	0.03	2.71	0.22
<b>COT</b>	9	<b>16</b>	3.64	3.06	2.96	0.25	10.16	0.76
DBO5	10	18	1.12	0.36	1	1	2.2	0.08
DQO	11	18	10.77	8.18	7.5	7.5	37.5	1.93
DurT	12	18	7.91	5.39	6.05	1.73	20.7	1.27
Ecoli	13	18	7.31	7.84	4.1	1	28.8	1.85
PT	14	18	0.04	0.04	0.02	0	0.12	0.01
<b>PRS</b>	15	<b>17</b>	0.01	0.01	0.01	0	0.02	0
NO3	16	18	0.18	0.2	0.07	0.01	0.62	0.05
NO2	17	18	0	0.01	0	0	0.02	0
NKJ	18	18	0.66	0.65	0.4	0.06	2.41	0.15
OD	19	18	6.32	1.13	6.81	3.56	7.49	0.27
pH	20	18	6.81	0.63	6.62	6.07	8.71	0.15
SiO2	21	18	4.36	1.81	5.23	1.53	7.03	0.43
SDT	22	18	32.27	8.96	32.2	16.6	54.07	2.11
SST	23	18	5.84	14.51	2.2	1	63.33	3.42
ST	24	18	37.52	21.39	32.26	18.8	117.4	5.04
SO4	25	18	6.14	3.61	6.7	1	11.79	0.85
Temp	26	18	11.02	0.75	10.9	10.09	13	0.18
Turb	27	18	2.39	2.7	1.5	0.25	12	0.64
<b>Q</b>	28	<b>16</b>	445.19	869.05	88.5	20	3460	217.26

Variable	Zona Rio San Cristóbal							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
NaT	29	17	0.9	0.86	0.54	0.02	3.25	0.21

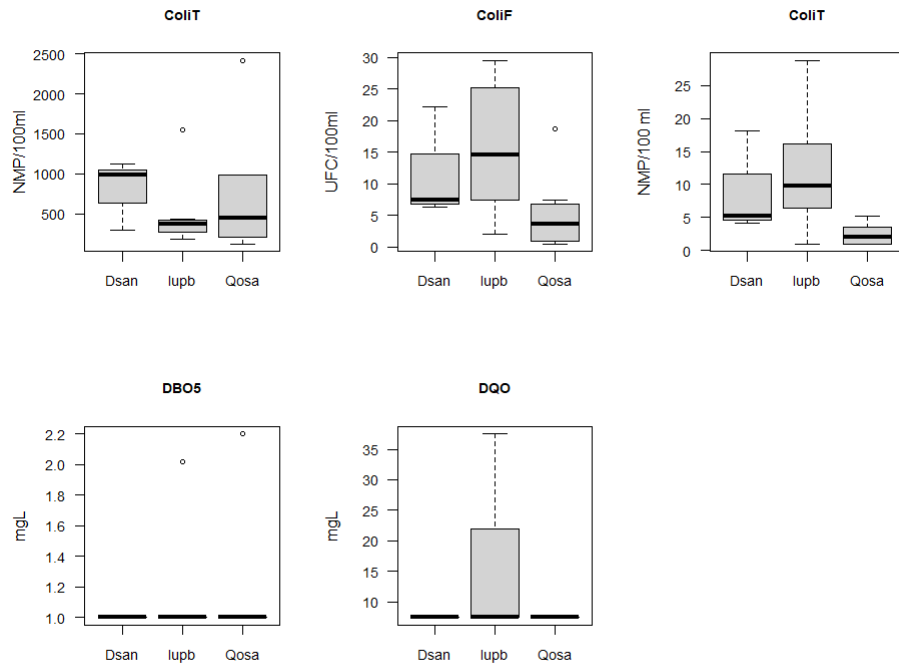
Cuando se compara la variabilidad de dichos parámetros entre las estaciones (**Figura 24 y Figura 25**) se puede observar que en general el punto Intersección Upatá Palo Blanco-lupb presenta valores levemente mayores de COT, CID, Dur, Turb, Alca y SDT en comparación con los demás puntos, mientras que en el punto Decantadores San Cristóbal-DSan el PT y los NO<sub>2</sub> tienden a ser levemente mayores.



**FIGURA 24. VARIABLES FISIQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA EL DELIRIO**

Si bien los valores de Coliformes (Totales, Fecales, E.coli) se encuentran en muy baja concentración, demostrando una alta calidad bacteriológica, se observan valores levemente

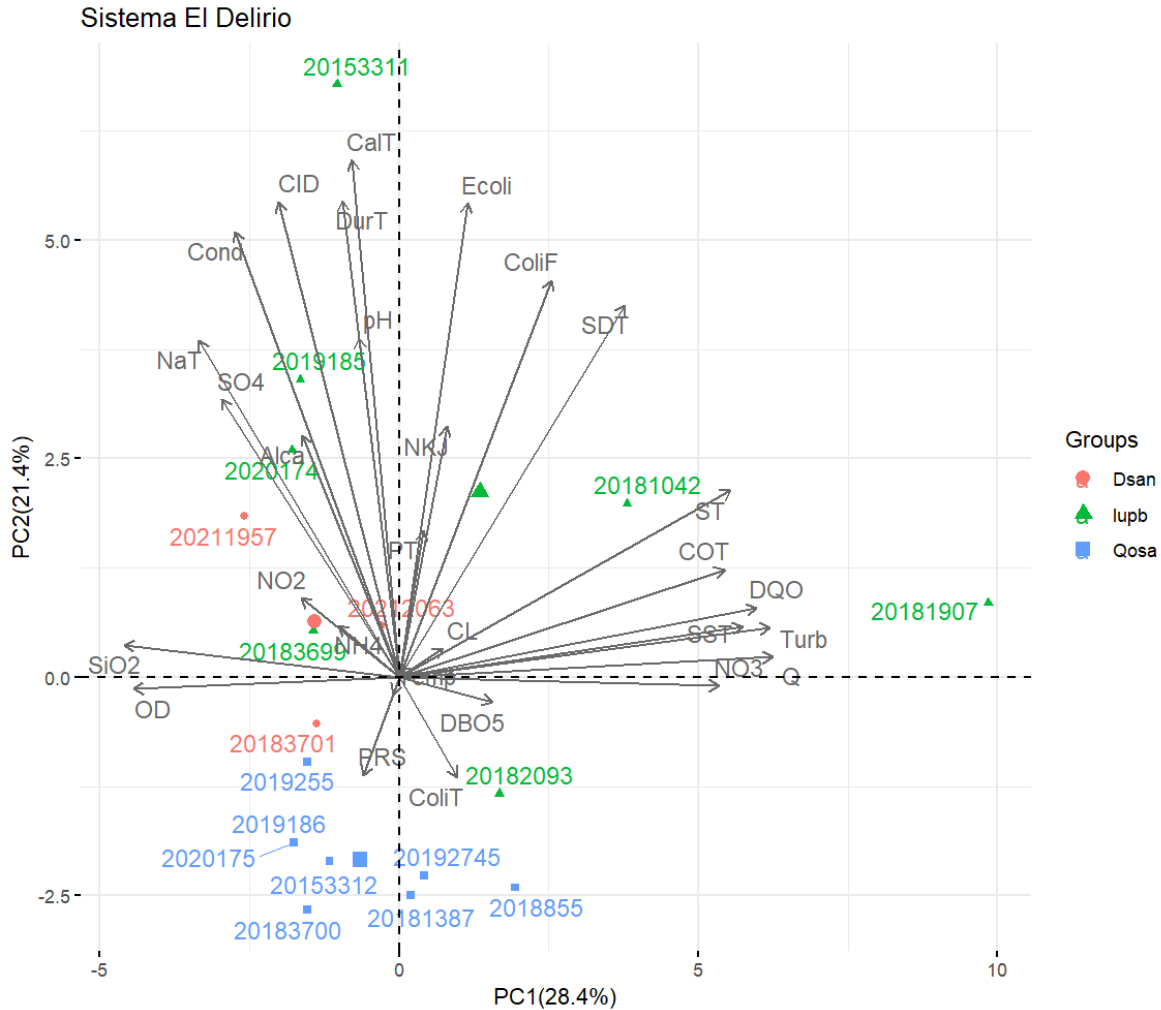
mayores de ColiF y E.coli en el punto lupb. En las muestras del sistema El Delirio la materia orgánica biodegradable (DBO5) en la mayoría de las muestras está por debajo de los límites de cuantificación, presentándose muy pocos datos atípicos principalmente en los puntos lupb y Qosa. En el caso de la materia orgánica total (DQO), la QDO alcanza valores máximos de 35mgL (**Figura 25**).



**FIGURA 25. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA EL DELIRIO**

El ACP realizado con las variables fisicoquímicas de las muestras del Sistema El Delirio resume el 61% de la varianza en los tres primeros ejes de ordenación (**Figura 26**). En el primer componente explicó el 28% de la varianza y se encuentra asociado con la DQO, Turb, SST y Q. El segundo componente explicó el 21.43% de la varianza y estuvo asociado con la mineralización (CaT, Dur, CID), mientras que el tercer componente explicó el 11.7% y estuvo asociado con el PT.

Se destaca la baja variabilidad temporal de las muestras de la Quebrada La Osa-Qosa y su ubicación dentro del extremo inferior del gradiente de mineralización.



**FIGURA 26. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL SISTEMA EL DELIRIO**

### 1.5.1.2 Sistema Sur- Zona Regadera

Las 50 muestras que conforman el conjunto de datos de la Zona Regadera también presenta pocos vacíos de información, exceptuando el COT y CID, con ausencia de datos en 6 muestras. Se destaca que todas las variables relacionadas con nutrientes no presentan vacíos información en este set (**Tabla 8**).

En promedio los ríos de la zona Regadera presentan un caudal promedio de 716 L/seg, poseen baja Conductividad ( $\bar{X}$ =33.6  $\mu$ S.cm), bajo contenido de sólidos (SDT, SST, ST), muy baja turbidez ( $\bar{X}$ =9.4 UNT) y pH circumneutrales ( $\bar{X}$ =6.94 unidades).

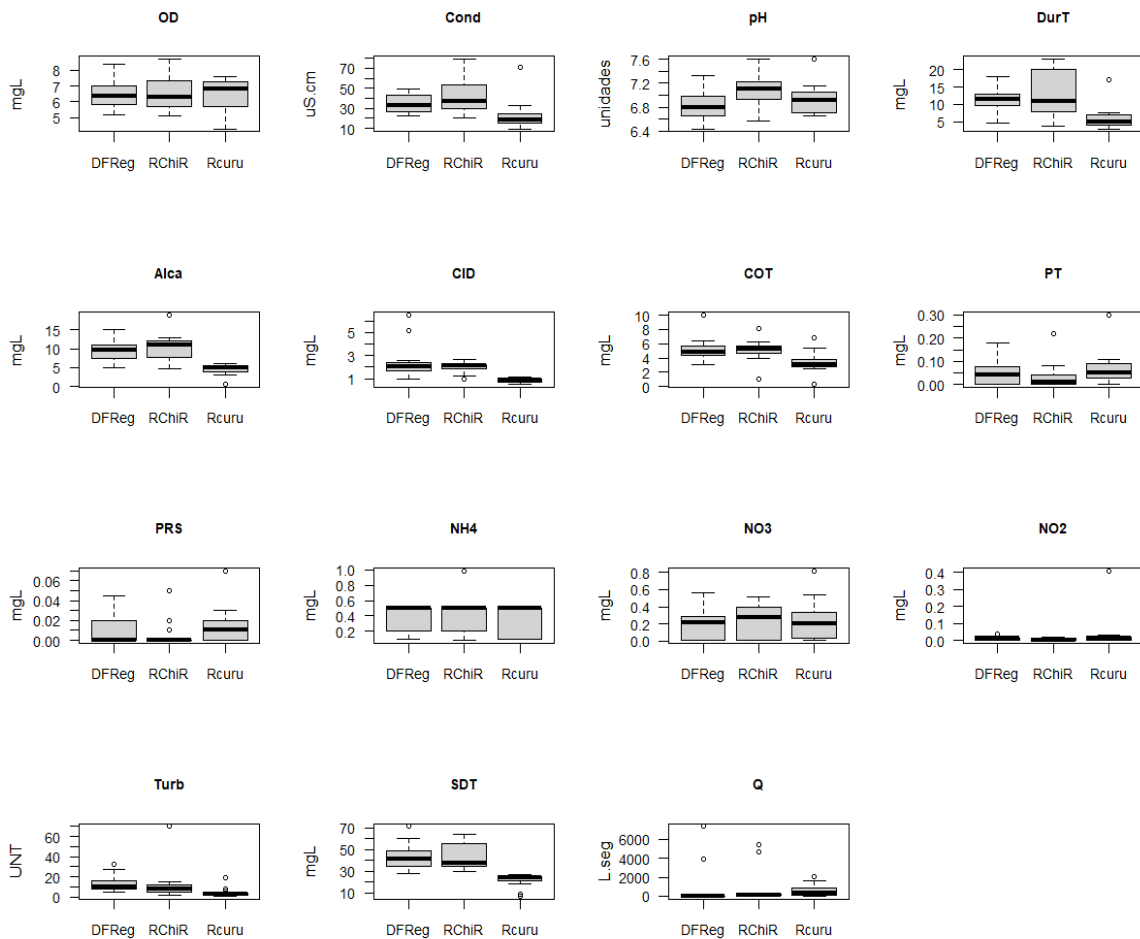
**TABLA 8. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA SUR - ZONA REGADERA.**

**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar. Se resaltan las variables con vacíos de información en el set de datos.

Variables	Regadera							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
Alca	1	50	8.13	3.81	7.56	0.5	19	0.54
NH4	2	50	0.37	0.19	0.5	0.08	0.99	0.03
CaIT	3	50	2.59	1.41	2.38	0.79	5.85	0.2
CL	4	50	3.54	2.51	2.88	0.5	10	0.36
ColiT	5	50	3815.96	3831.75	2420	461.1	17329	541.89
ColiF	6	49	183.59	428.87	56	1	2419.6	61.27
Cond	7	50	33.65	16.83	30	9.6	79	2.38
CID	8	44	1.75	1.11	1.75	0.5	6.5	0.17
COT	9	44	4.55	1.74	4.6	0.25	10.05	0.26
DBO5	10	50	1.56	1.94	1	1	13.82	0.27
DQO	11	50	17.42	9.4	16.5	7	61.87	1.33
DurT	12	50	9.96	5.4	9.41	3	23	0.76
Ecoli	13	50	180.97	393.56	39.4	1	1986.3	55.66
PT	14	50	0.05	0.06	0.04	0	0.3	0.01
PRS	15	50	0.01	0.02	0	0	0.07	0
NO3	16	50	0.23	0.19	0.23	0.01	0.82	0.03
NO2	17	50	0.02	0.06	0	0	0.41	0.01
NKJ	18	50	0.82	0.6	0.6	0.1	2.86	0.08
OD	19	50	6.49	0.96	6.29	4.29	8.7	0.14
pH	20	50	6.94	0.28	6.94	6.44	7.6	0.04
SiO2	21	50	4.09	2.07	3.74	0.01	8.78	0.29
SDT	22	50	35.62	14.2	34.1	6.87	71.2	2.01
SST	23	50	7.94	8.65	5	1	51.2	1.22
ST	24	50	42.9	16.99	39	12	95.4	2.4
SO4	25	49	3.36	3.93	2.19	0	20.85	0.56
Temp	26	47	14.42	2.24	13.7	10.5	20.1	0.33
Turb	27	50	9.42	11	6.47	1	70	1.56
Q	28	44	716.08	1587.56	105	10	7358	239.33

Variables	Regadera							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
NaT	29	50	1.42	0.77	1.37	0.17	3.63	0.11

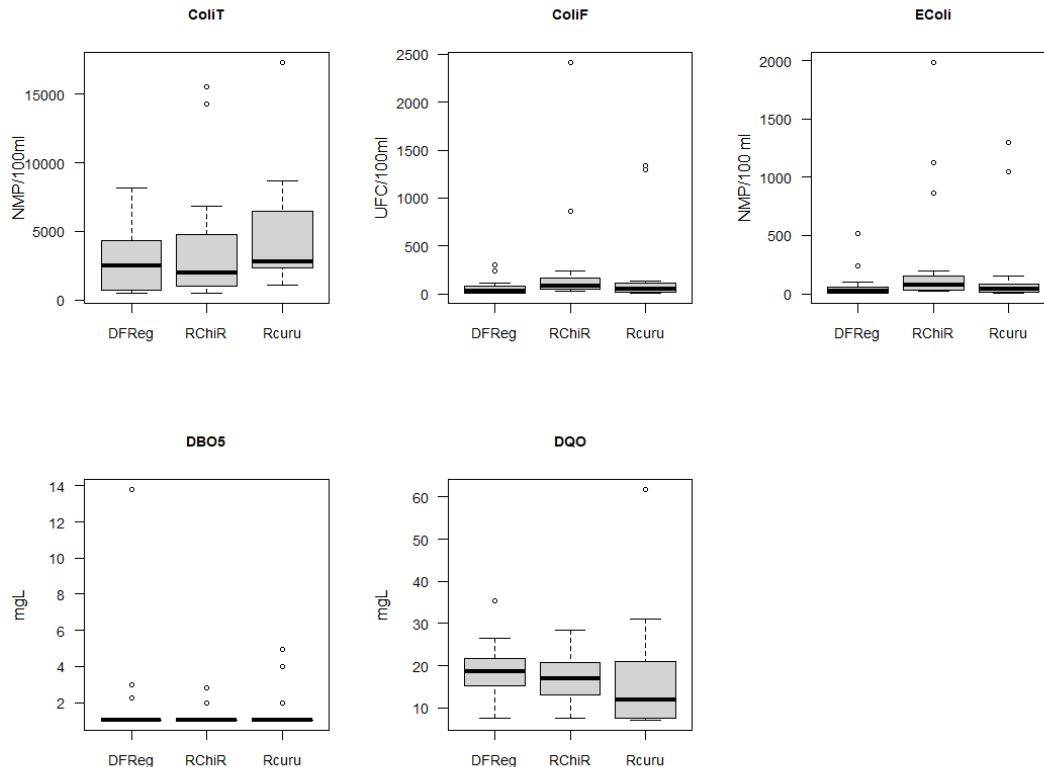
En general todas las estaciones de la zona Regadera presentan una baja mineralización. Cuando se compara la variabilidad de los datos entre las estaciones (**Figura 27**), se puede observar que el punto RChiR presenta, en general, valores mayores de conductividad, Alcalinidad, Dureza y pH. El punto RCuru, en general presenta aguas menos mineralizadas en comparación con el resto de las estaciones. En relación con los nutrientes, si bien presenta concentraciones bajas, los valores de PRS y PT son levemente mayores en el RCuru. Los valores de NO<sub>2</sub> son bajos registrándose valores atípicos en el RCuru. La Turbidez es levemente mayor en el punto DFReg.



**FIGURA 27. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA REGADERA**



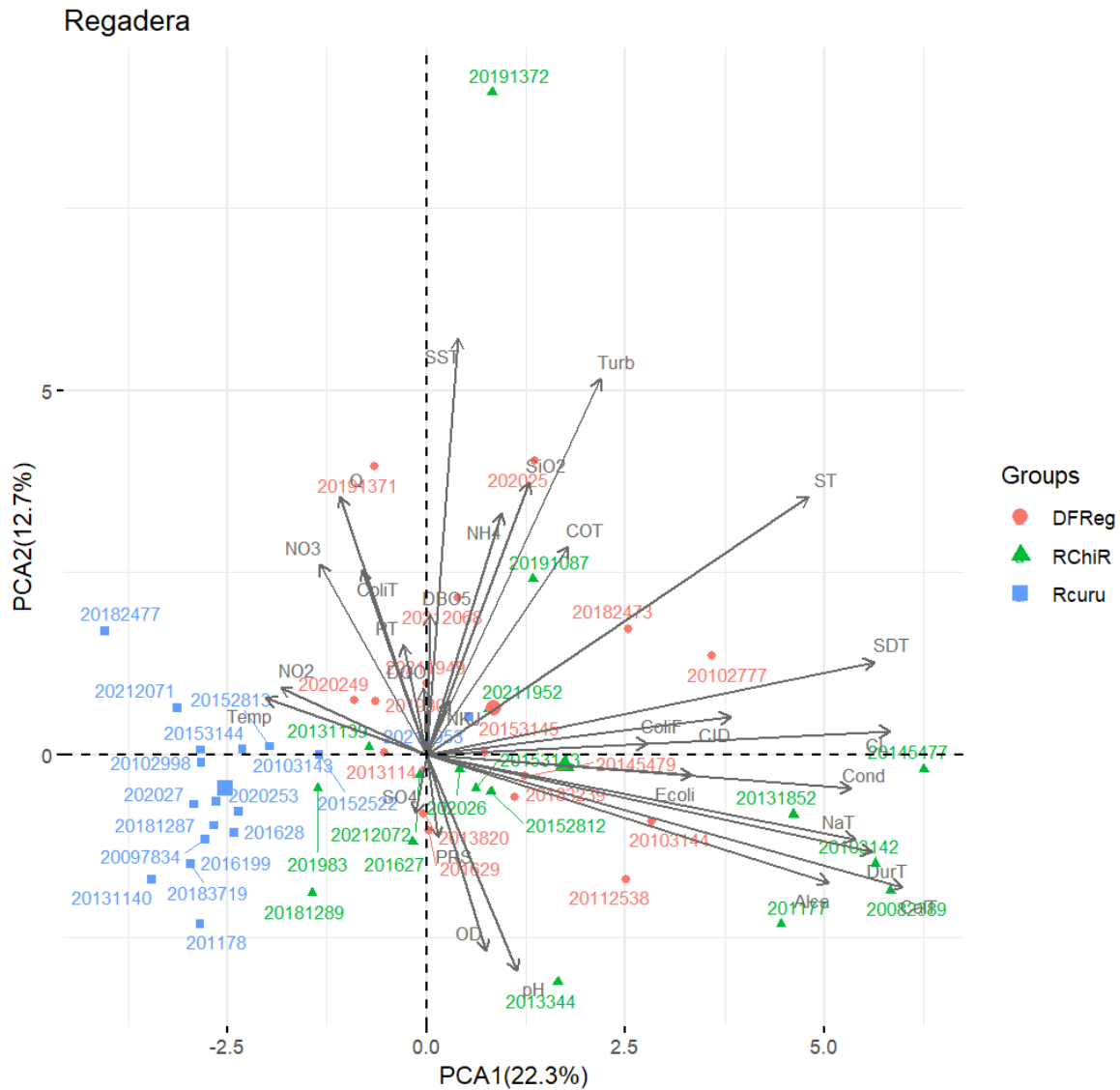
La materia orgánica biodegradable (DBO5) en las tres estaciones se encuentra por debajo del límite de detección, con presencia de algunos datos atípicos, pero concentraciones bajas en términos de calidad. La materia orgánica total (DQO) es levemente mayor en el punto DFReg aunque con valores máximos de 20mgL y con valores atípicos superiores a 60mgL en el RCuru. Los ColiF son muy bajos en las tres estaciones y los ColiT aunque muestran mayor variabilidad, tienden a ser mayores en el Rcuru, sin embargo tanto los valores máximos como los valores atípicos se encuentran dentro del rango de buena calidad bacteriológica (**Figura 28**).



**FIGURA 28. VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA REGADERA**

El ACP para las estaciones del sector Regadera reunió el 42.9% de la varianza en los tres primeros componentes. El primer componente resumió el 22.3% de la varianza y estuvo asociado con la mineralización, específicamente con las variables CaT, Cl, Dur, SDT y Cond. El segundo componente abarcó el 12.1% y estuvo asociado con los SST y la Turb. El tercer componente reunió el 7.96% y estuvo asociado con los ColiF, E.Coli (**Figura 29**).

De acuerdo con el análisis, las muestras del RChisR tienden a ser más mineralizadas, las muestras de DFReg poseen mayor contenido de SST y Turbidez, mientras que las muestras del RCuru son menos mineralizadas aunque con mayores valores de NO3 y NO2.



**FIGURA 29. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL SISTEMA SUR - ZONA REGADERA.**

### 1.5.1.3 Sistema Sur- Zona Chisacá

25 muestras conforman el conjunto de datos de la Zona Chisacá, de las cuales tanto el CID, COT, Temp y Q presentan algunos datos faltantes. Los ríos de esta zona poseen pH neutro ( $\bar{X}=7.18$ ), aguas con baja conductividad ( $\bar{X}=50.1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) y concentración de PT ( $\bar{X}=0.05$ ) (Tabla 9).

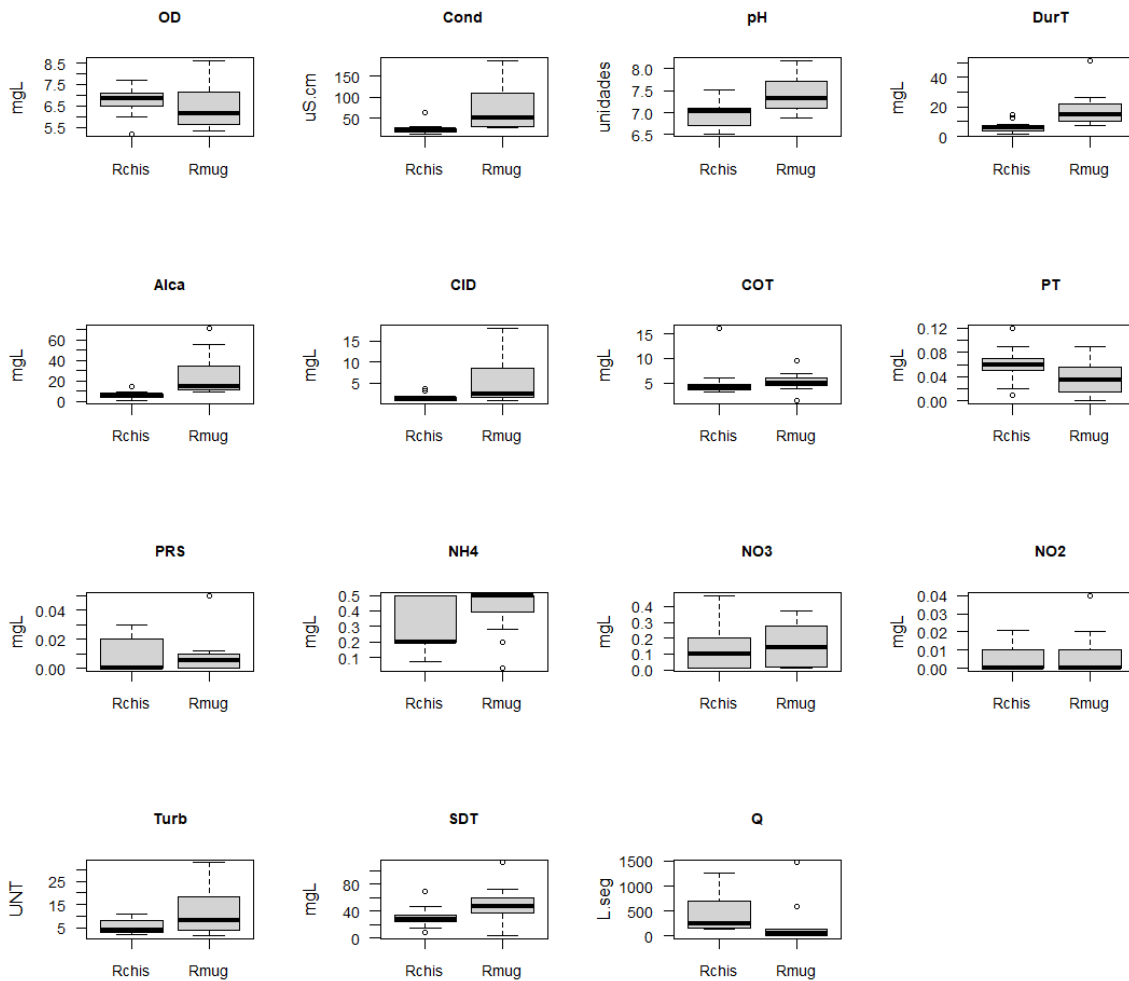
**TABLA 9. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FÍSICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA SUR - ZONA CHISACÁ.**

**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar. Se resaltan las variables con vacíos de información en el set de datos.

Variable	Chisacá							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	Mínimo	Máximo	se
Alca	1	25	15.26	17.08	9.39	0.5	71.43	3.42
NH4	2	25	0.36	0.18	0.5	0.03	0.5	0.04
CaIT	3	25	3.77	3.36	2.39	0.46	15.16	0.67
CL	4	25	2.39	2.2	1.9	0.5	11.23	0.44
ColiT	5	25	5284.61	5545.07	2481	1014	24196	1109.01
ColiF	6	25	528.9	789.2	193.5	20	3255	157.84
Cond	7	25	50.1	48.57	28	13	187	9.71
CID	8	21	3.26	4.21	1.55	0.7	17.98	0.92
COT	9	21	5.23	3	4.58	1.3	16.2	0.65
DBO5	10	25	4.87	14.71	1	1	75.05	2.94
DQO	11	25	20.28	17.81	16	3	93	3.56
DurT	12	25	11.92	10.35	8	1.8	51	2.07
Ecoli	13	25	371.79	531.49	172	12.1	1918	106.3
PT	14	25	0.05	0.03	0.05	0	0.12	0.01
PRS	15	25	0.01	0.01	0	0	0.05	0
NO3	16	25	0.14	0.13	0.13	0.01	0.47	0.03
NO2	17	25	0.01	0.01	0	0	0.04	0
NKJ	18	25	0.88	0.67	0.6	0.37	3.44	0.13
OD	19	25	6.58	0.82	6.64	5.2	8.6	0.16
pH	20	25	7.18	0.42	7.1	6.52	8.18	0.08
SiO2	21	25	3.95	1.79	3.6	1.03	7.46	0.36
SDT	22	25	39.99	22.71	36	4	111.4	4.54
SST	23	25	13.12	15.4	8	2	73.33	3.08
ST	24	25	53.12	29.1	44	10	116.2	5.82
SO4	25	25	3.83	4.2	3	1	21.88	0.84
Temp	26	24	13.6	1.81	13.2	10	18.9	0.37
Turb	27	25	8.56	8.36	5.6	1.7	33	1.67
Q	28	21	373.86	447.89	150	7	1470	97.74

Variable	Chisacá							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	Mínimo	Máximo	se
NaT	29	25	2.79	3.27	1.64	0.21	14.62	0.65

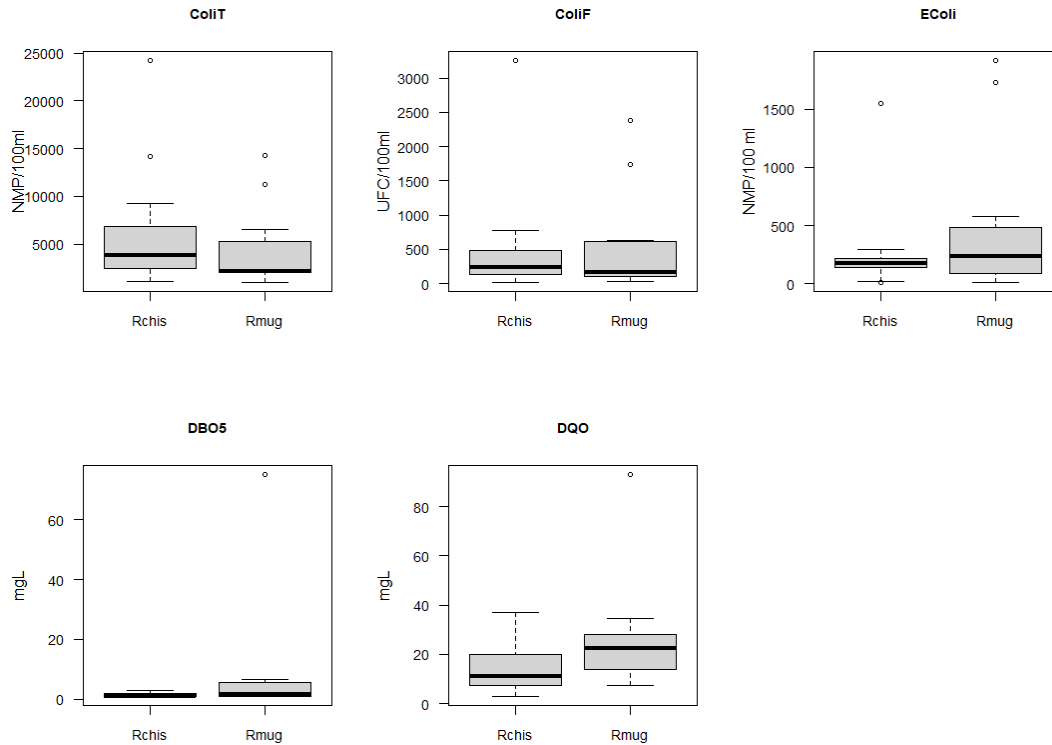
Las muestras del río Mugroso-RMug presentan aguas turbias con mayor mineralización, reflejándose en mayores valores de Cond, Dur, Alca, CID, pH, SDT, Turb en comparación con las muestras del RChis, así como mayor contenido de NH<sub>4</sub> y NO<sub>3</sub>. Por su parte las muestras del RChis presentan mayor caudal, aguas más oxigenadas, menos mineralizadas, pH neutro, con mayor contenido de PRS y PT en comparación con el RMug (**Figura 30**).



**FIGURA 30. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA CHISACÁ**

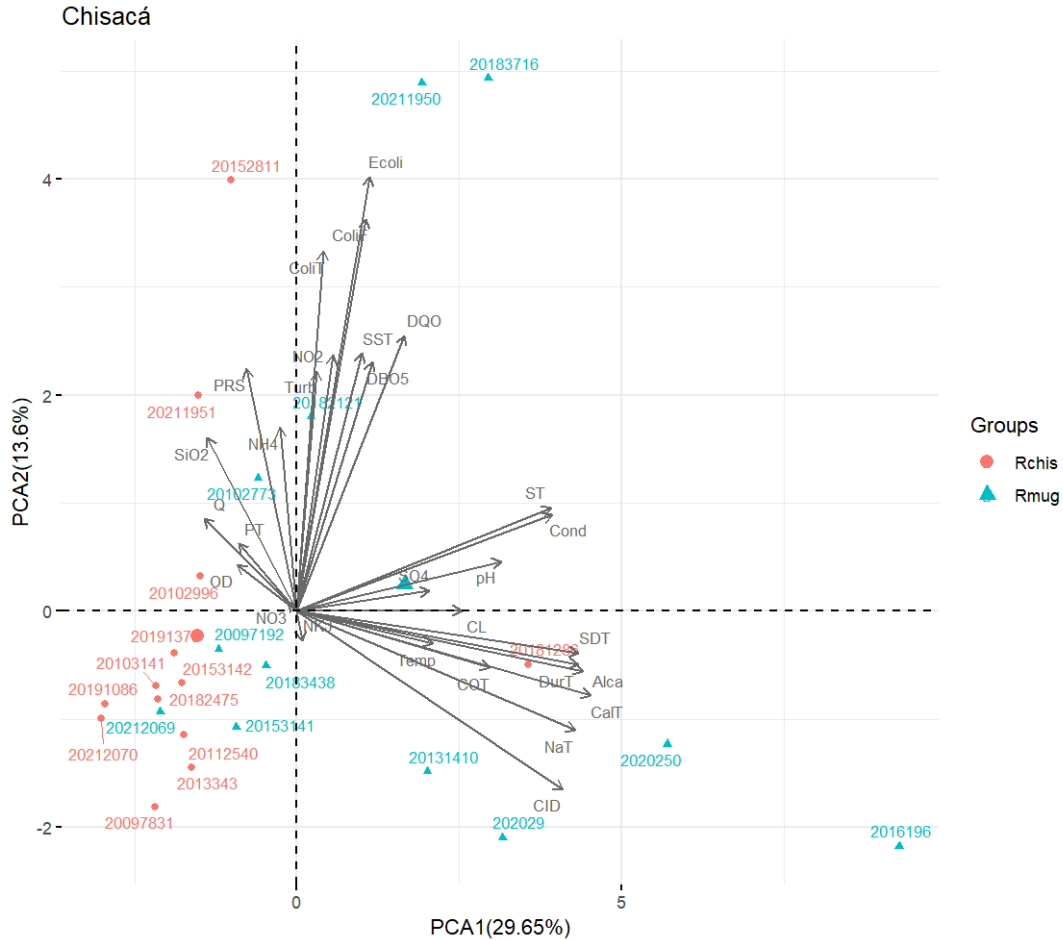
En general, la materia orgánica biodegradable es baja tanto en RChis como en RMug, en el caso de la DQO, posee valores atípicos en el RMug, superiores a los 80mg/L. Se destaca

que a nivel bacteriológico ambos ríos presentan valores de ColiT por encima de 10.000NMP/100 ml, mientras que los valores de EColi y ColiF se encuentran en niveles bajos, lo que sugiere buena calidad bacteriológica (**Figura 31**).



**FIGURA 31 VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA CHISACÁ**

El ACP realizado para las muestras de la zona Chisacá reunió el 55.3% de la varianza en los tres primeros ejes de ordenación. El primer componente resumió el 29.65% y se encuentra asociado con la mineralización, mientras que el segundo componente reunió el 13.6% de la variación y está asociado con los SST y la calidad bacteriológica. En general, varias de las muestras del río Mugroso presentan mayor mineralización y microorganismos, mientras que las muestras del río Chisacá son menos mineralizadas, con mayor Q y OD (**Figura 32**)



**FIGURA 32. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL SISTEMA SUR - ZONA CHISACÁ**

#### 1.5.1.4 Sistema Sur- Zona Yomasa

De las 15 muestras analizadas de la quebrada Yomasa pocas poseen vacíos de información, particularmente en las variables CID, COT, ColiF, SO<sub>4</sub> y Q. En general los valores promedio de conductividad son bajos ( $\bar{X}=28.1\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), así como las concentraciones de iones y PRS ( $\bar{X}=0.04\text{mgL}$ ) (Tabla 11).

**TABLA 10 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISIQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA SUR - ZONA YOMASA.**

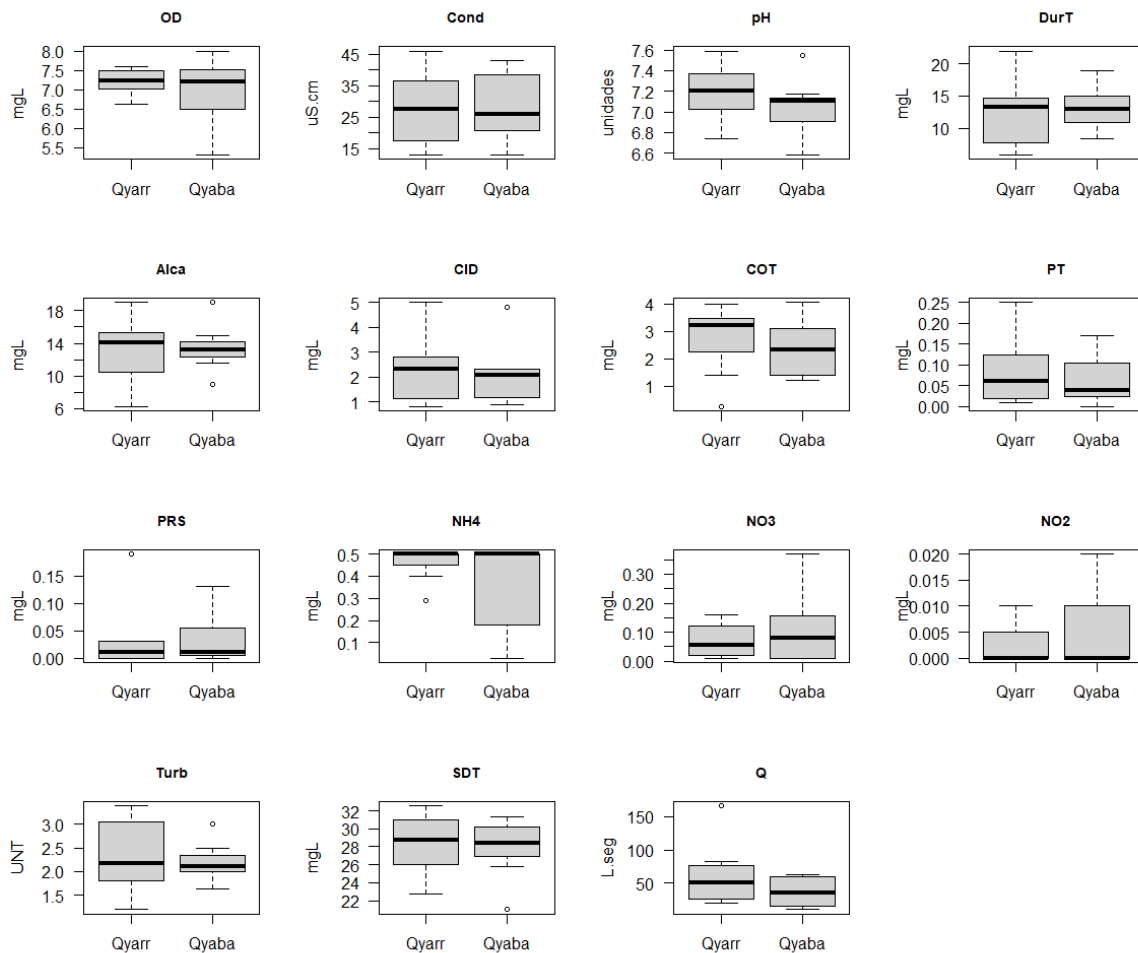
**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar. Se resaltan las variables con vacíos de información en el set de datos.

Variable	Yomasa							
	Var.Id	n	Media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
Alca	1	15	13.27	3.47	13.39	6.24	19	0.9
NH4	2	15	0.41	0.16	0.5	0.03	0.5	0.04
CalT	3	15	4.55	1.99	4.08	1.95	8.49	0.51
CL	4	15	0.57	0.18	0.5	0.5	1	0.05
ColiT	5	15	504.41	466.26	305	69.1	1553.1	120.39
ColiF	6	14	7.69	5.78	8.05	0.5	23	1.55
Cond	7	15	28.16	11.19	26	13	46	2.89
CID	8	13	2.25	1.38	2.1	0.8	5	0.38
COT	9	13	2.56	1.19	3.09	0.25	4.05	0.33
DBO5	10	15	1.27	1.03	1	1	5	0.27
DQO	11	15	10.73	5.49	7.5	6	20.06	1.42
DurT	12	15	12.73	4.46	13	5.8	22	1.15
Ecoli	13	15	5.72	6.56	3	1	26	1.69
PT	14	15	0.08	0.07	0.04	0	0.25	0.02
PRS	15	15	0.04	0.06	0.01	0	0.19	0.01
NO3	16	15	0.09	0.1	0.07	0.01	0.37	0.03
NO2	17	15	0	0.01	0	0	0.02	0
NKJ	18	15	0.71	0.55	0.5	0.2	2.1	0.14
OD	19	15	7.08	0.68	7.2	5.3	8	0.18
pH	20	15	7.12	0.28	7.1	6.58	7.59	0.07
SiO2	21	15	2.93	2.12	2.34	0.07	7.29	0.55
SDT	22	15	28.12	3.31	28.4	21	32.6	0.85
SST	23	15	2.51	1.29	2.12	1	6	0.33
ST	24	15	30.5	3.51	32	23	34.8	0.91
SO4	25	14	4.02	1.77	3.93	1	6.38	0.47
Temp	26	15	10.07	1.06	9.5	9.1	13	0.27
Turb	27	15	2.27	0.62	2.1	1.19	3.4	0.16
Q	28	13	50.77	41.53	40	10	167	11.52

Variable	Yomasa							
	Var.Id	n	Media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
NaT	29	15	0.48	0.43	0.42	0.08	1.41	0.11

El punto aguas arriba de la quebrada Yomasa posee pH levemente mayores, mayor Turbidez, CID, COT y NH4 en comparación con el punto aguas abajo. En relación con el NH4, se destaca en el punto aguas arriba por su baja variación y con rangos más estrechos en comparación con el punto aguas abajo (**Figura 33**).

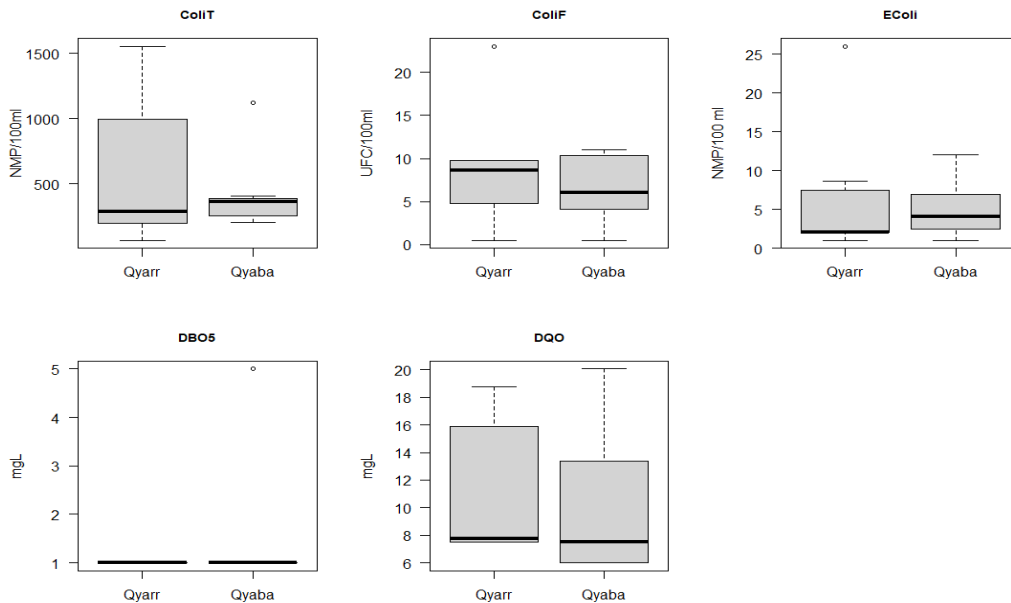
A pesar de estas diferencias los valores de Conductividad, Alcalinidad y Dureza son similares. Si bien ambos puntos poseen concentraciones de OD similares, en el punto aguas abajo éste presenta un mayor rango de variación ( $\bar{X}$ =5.0-8.0 mg/L).



**FIGURA 33. VARIABLES FISIQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA YOMASA.**

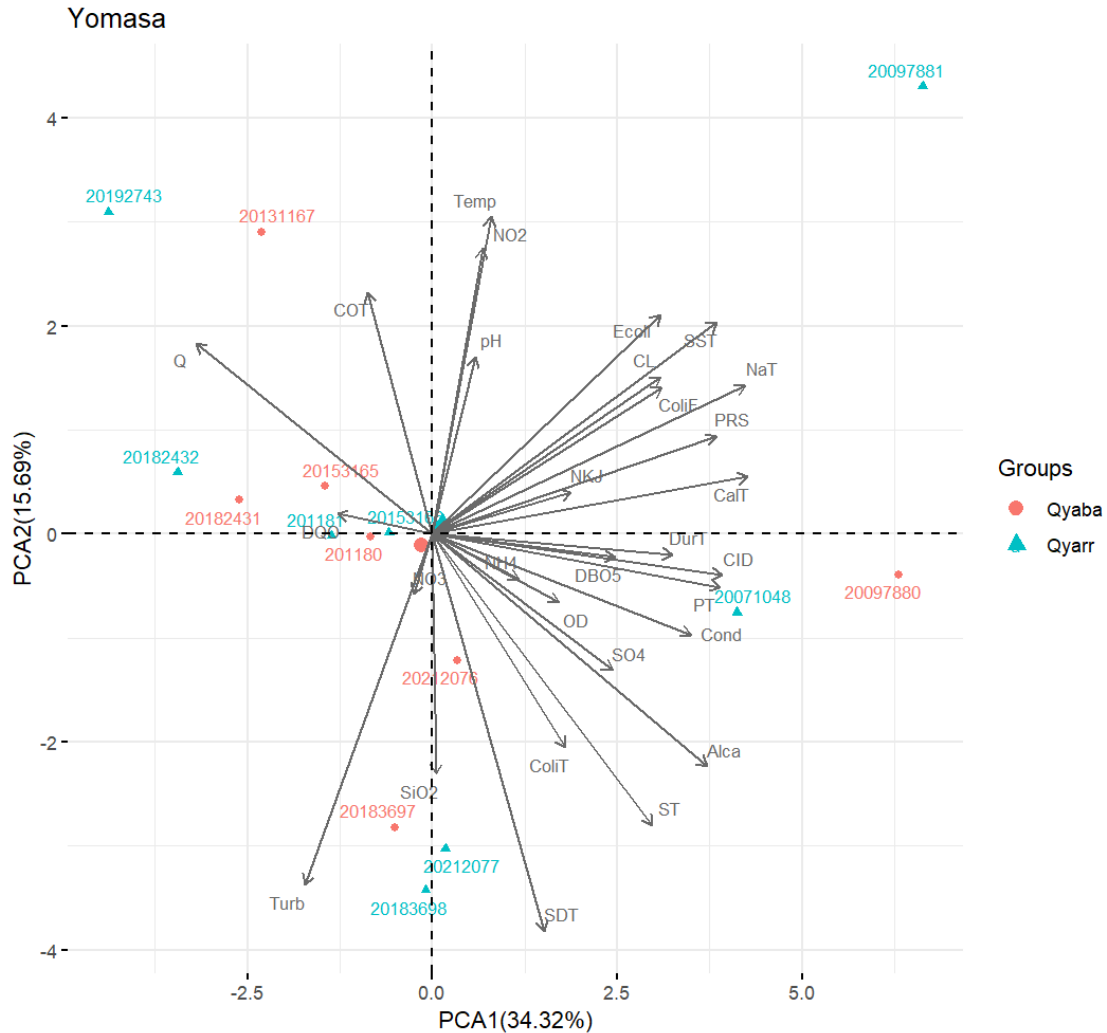


La materia orgánica total es altamente variable en ambas estaciones, aunque con valores máximos bajos y relacionados con ausencia de impacto. La materia orgánica biodegradable se encuentra en valores no detectables y los valores de coliformes son bajos en ambas estaciones (**Figura 34**).



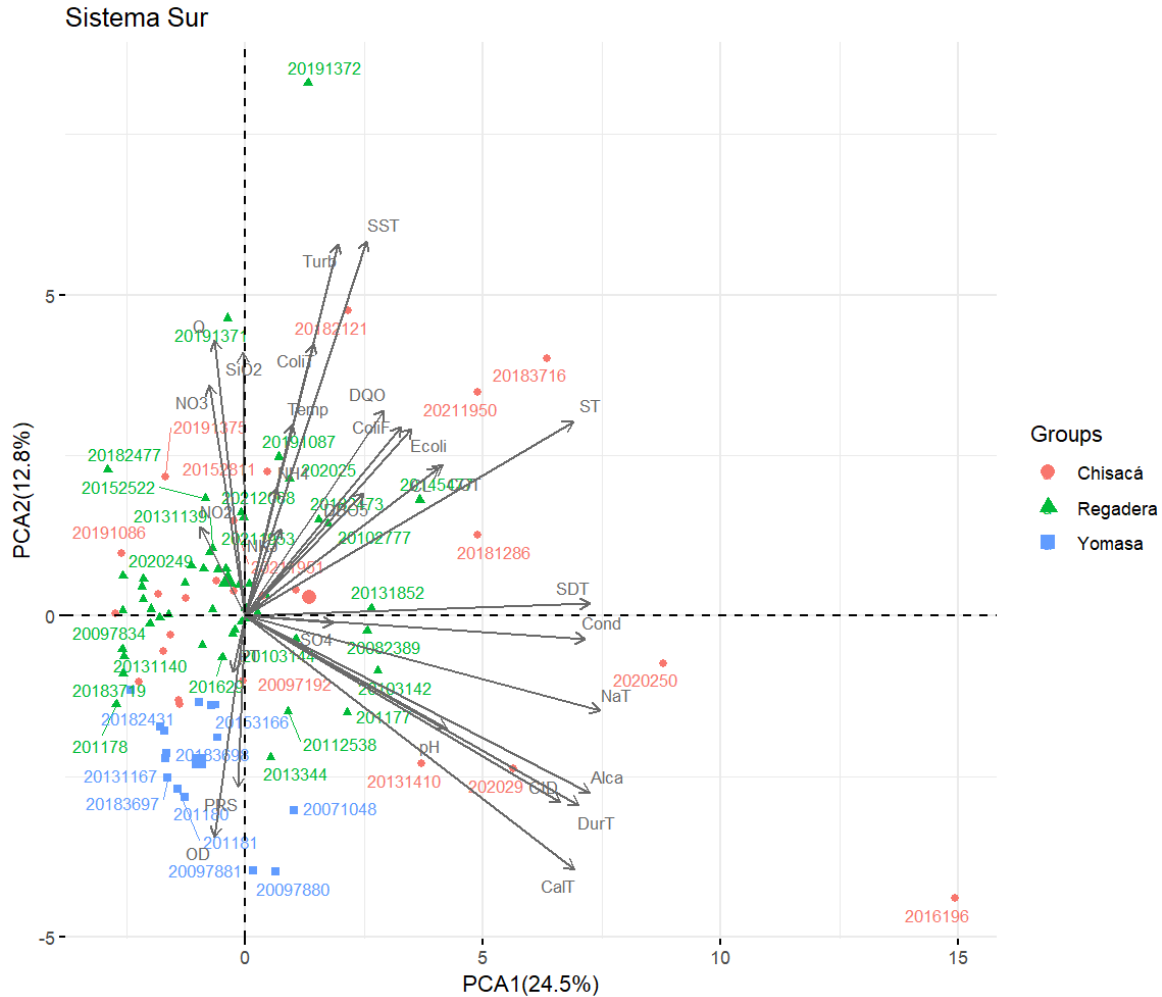
**FIGURA 34. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA SUR – ZONA YOMASA.**

El ACP realizado con las muestras de Yomasa reunió el 60.78% de la varianza en las tres primeras tendencias de variación. El primer componente reunió el 34.3% y estuvo asociado con la mineralización y el PT. El segundo componente reunió el 15.69% de la variación y estuvo asociado de manera positiva con los NO<sub>2</sub> y el COT y de manera negativa con los SDT y la Turb. El tercer componente reunió el 10.7% y estuvo asociado con la DQO y el pH (**Figura 35**). De manera general los puntos aguas arriba y aguas abajo presentan una alta variabilidad temporal y no se observa una tendencia espacial relacionada con la fisicoquímica del agua.



**FIGURA 35. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL SISTEMA SUR - ZONA YOMASA**

Al comparar todas las estaciones del sistema Sur se observa una tendencia más clara (**Figura 36**). De manera general se puede observar que la quebrada Yomasa presenta poca variación temporal, con aguas menos mineralizadas, más oxigenadas y con mayores valores de PRS en comparación con las demás zonas, mientras que las muestras de la zona Chisacá y Regadera presentan mayor mineralización y contenido de sólidos, y este comportamiento es temporalmente variable.



**FIGURA 36. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DE TODOS LOS RÍOS DEL SISTEMA SUR**

### 1.5.1.5 Sistema Norte- Zona Chuza

El conjunto de datos para la Zona Chuza son 36 muestras, la mayoría de las variables no poseen vacíos de información, excepto para el CID, COT y Q. En general las muestras de la zona Chuza presentan caudales altos ( $\bar{X}=1012$  L.seg), aguas transparentes con muy baja turbidez ( $\bar{X}=1.99$  mgL) y bajo contenido de Sólidos y PT ( $\bar{X}=0.05$  mgL). El rango de pH es amplio en esta zona (6.3 – 8.56 unidades pH) (Tabla 11).

**TABLA 11. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISCOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA NORTE - ZONA CHUZA.**

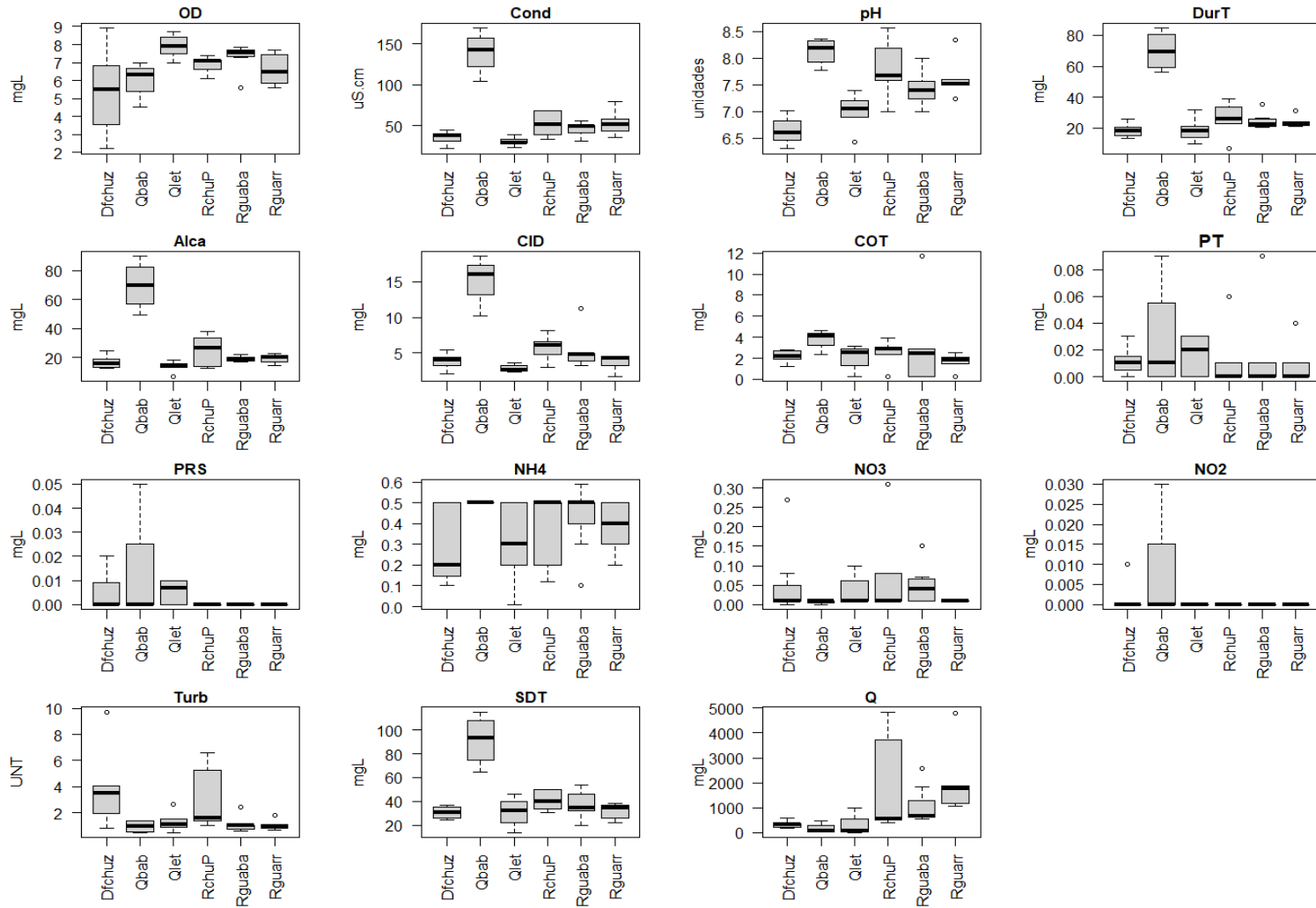
**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar. Se resaltan las variables con vacíos de información en el set de datos.

Variable	Chuzá							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
Alca	1	36	24.49	17.97	18.69	6.92	89.8	3
NH4	2	36	0.37	0.17	0.5	0.01	0.59	0.03
CaIT	3	36	9.21	7.7	6.92	2.13	42.23	1.28
CL	4	36	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0
ColiT	5	36	339.46	491.63	174.8	32.3	2481	81.94
ColiF	6	36	10.27	27.11	1	0.5	135.4	4.52
Cond	7	36	54.26	34.07	44.5	22	168.9	5.68
CID	8	31	5.38	3.84	4.37	1.7	18.55	0.69
COT	9	31	2.49	2.04	2.39	0.25	11.69	0.37
DBO5	10	36	1.67	2.54	1	1	15.91	0.42
DQO	11	36	9.73	7.99	7.5	3	47	1.33
DurT	12	36	27.48	16.98	22.1	6.7	84.38	2.83
Ecoli	13	36	9.46	26.8	1	1	135.4	4.47
PT	14	36	0.01	0.02	0	0	0.09	0
PRS	15	36	0	0.01	0	0	0.05	0
NO3	16	36	0.04	0.07	0.01	0	0.31	0.01
NO2	17	36	0	0.01	0	0	0.03	0
NKJ	18	36	0.65	0.5	0.5	0.1	3.06	0.08
OD	19	36	6.63	1.46	7	2.21	8.9	0.24
pH	20	36	7.36	0.6	7.4	6.3	8.56	0.1
SiO2	21	36	1.5	0.85	1.35	0.02	3.13	0.14
SDT	22	34	40.96	21.62	34.3	14	115	3.71
SST	23	36	2.51	2.11	2	1	10.4	0.35
ST	24	36	42.53	21.01	35.8	14.4	115	3.5
SO4	25	36	5.73	3.15	5	2	13.59	0.53
Temp	26	36	12.29	1.3	12.25	9.2	16.3	0.22
Turb	27	36	1.99	1.95	1.1	0.5	9.72	0.33
Q	28	34	1012.29	1263.58	555	9	4839	216.7

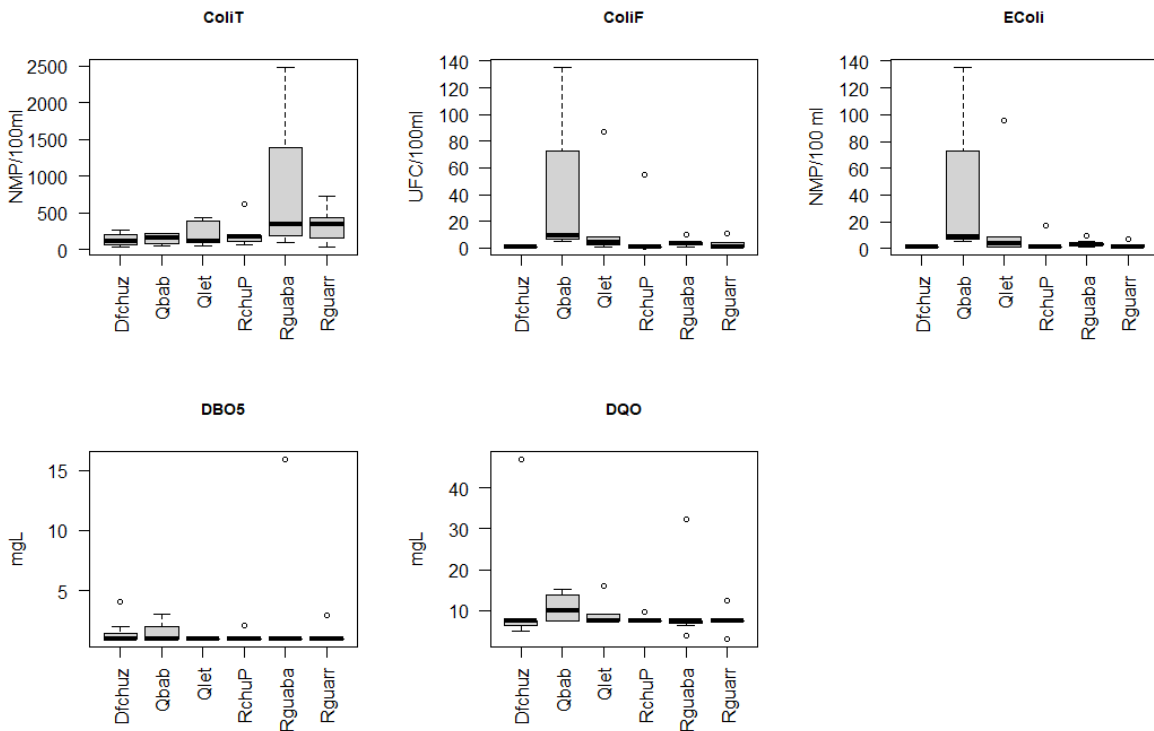
Variable	Chuza							
	Var.Id	n	media	sd	mediana	mínimo	máximo	se
NaT	29	36	0.33	0.4	0.26	0.02	2.46	0.07

Al observar el comportamiento de cada variable entre las distintas estaciones se observa que la quebrada Babilonia-QBab presenta los mayores valores de conductividad, CID, Dureza, Alcalinidad, Amonio, PRS y SDT. El pH es muy variable entre estaciones, registrándose valores débilmente ácidos en la DFChuz, valores neutros en la quebrada Leticia-Qlet y medianamente alcalinos en la quebrada Babilonia-Qbab, río Chuza-Puente-RChuP, y en las dos estaciones del río Guatiquía -Rguaba y Rguarr (**Figura 37**).

En general los valores de materia orgánica (total y biodegradable) son bajos en todas las quebradas, así como la cantidad de coliformes (**Figura 38**).



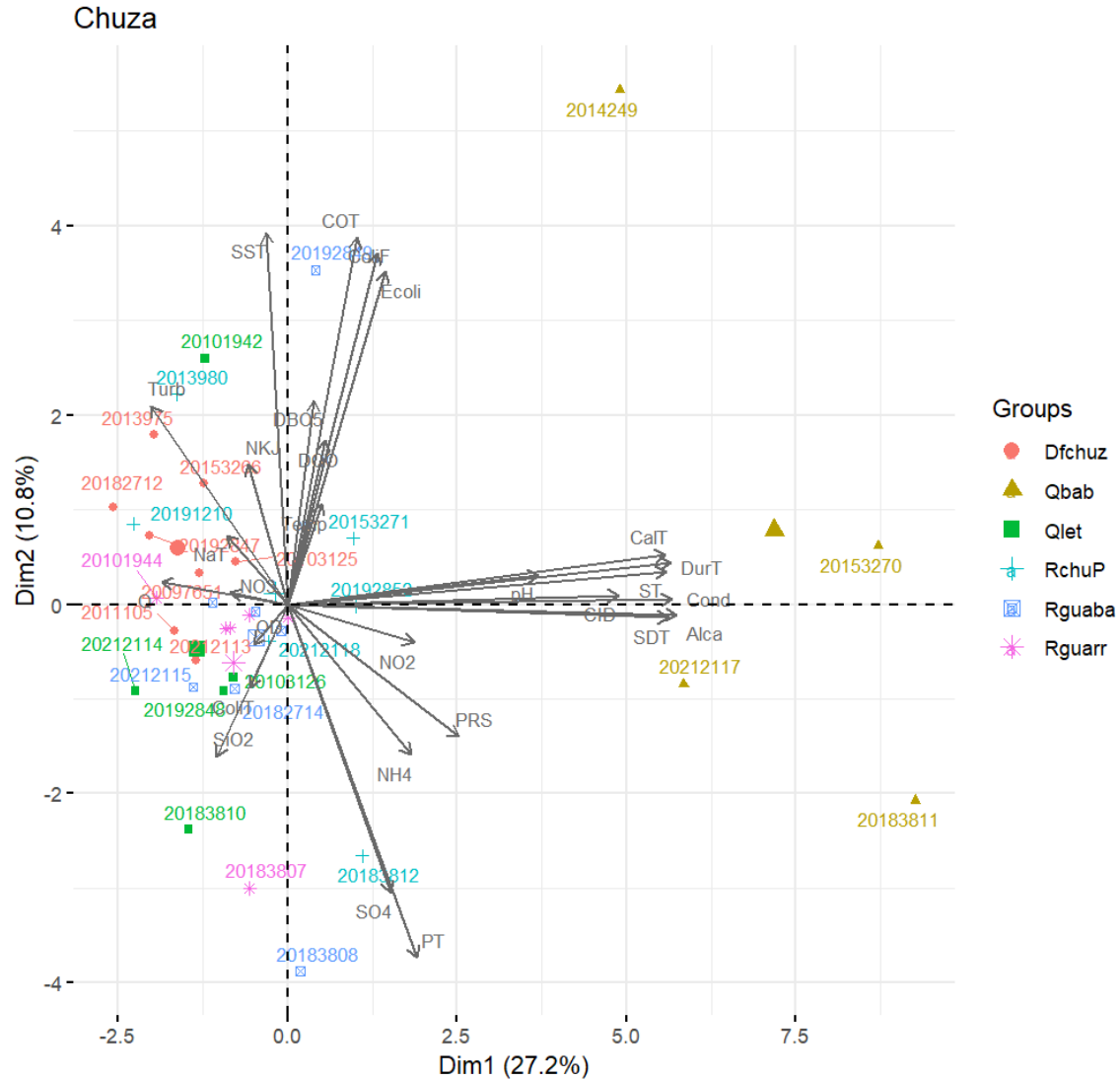
**FIGURA 37. VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE – ZONA CHUZA**



**FIGURA 38. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE -ZONA CHUZA**

El análisis de ordenación de las variables fisicoquímicas de la zona Chuza reunió el 46.85% de la varianza de los datos en los tres primeros ejes de ordenación. El primer componente explicó el 27.2% y estuvo asociado a la mineralización, el segundo componente reunió el 10.7% de la varianza y estuvo asociado de manera positiva con el COT, los SST. El tercer componente reunió el 8.9% de la varianza y estuvo asociado a la materia orgánica (DBO y DQO).

Al comparar la fisicoquímica de todas las quebradas de la zona del embalse Chuza en el análisis de ordenación, se puede observar que todas las muestras de la Qbab difieren de manera consistente del resto de quebradas, dada su mayor concentración de iones, CID, conductividad, Alcalinidad, Dureza y Sólidos (ST y SDT) (**Figura 39**).



**FIGURA 39. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISIQUÍMICAS DEL TODAS LOS RÍOS DEL SISTEMA NORTE- ZONA CHUZA**

**1.5.1.6 Sistema Norte- Zona Río Blanco**

De las 69 muestras que conforman el conjunto de datos de Río Blanco en un alto porcentaje poseen datos completos de todas las variables, y particularmente las variables relacionadas con nutrientes y mineralización no presentan vacíos de información. Como en la mayoría de los sistemas, se observan algunos datos ausentes en las variables CID, SDT y SO4 (Tabla 12).



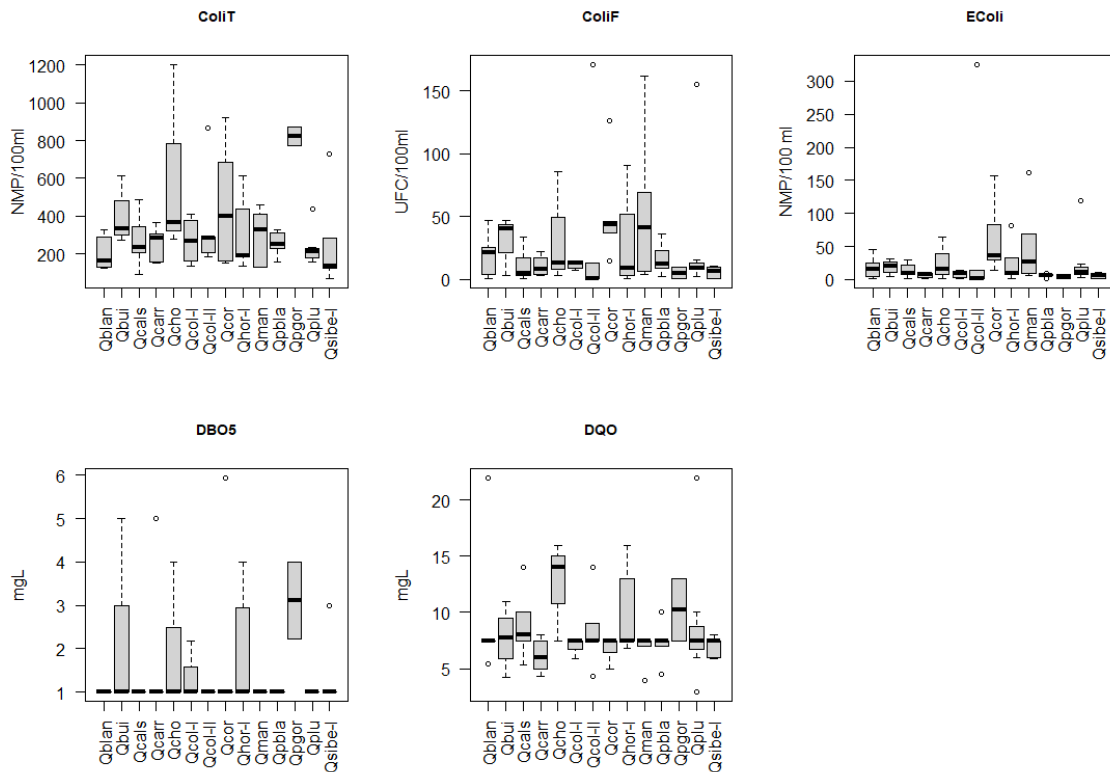
**TABLA 12 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA NORTE - ZONA RÍO BLANCO.**

**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar. Se resaltan las variables con vacíos de información en el set de datos.

Variable	Río Blanco							
	Var.Id	n	mean	sd	mediana	Mínimo	Máximo	se
Alca	1	69	33.53	20.87	31.21	0.5	96	2.51
NH4	2	69	0.35	0.2	0.4	0.02	0.95	0.02
CalT	3	69	12.09	9.55	11.53	0.78	45.84	1.15
CL	4	69	0.69	1.27	0.5	0.5	11	0.15
ColiT	5	69	322.09	223.11	272.3	67.7	1203	26.86
ColiF	6	66	25.74	38.28	11	0.5	171	4.71
Cond	7	69	70.76	41.19	72	7.5	186	4.96
CID	8	68	6.91	4.72	6.38	0.03	21.26	0.57
COT	9	69	2.46	1.44	2.4	0.25	6.8	0.17
DBO5	10	69	1.41	1.1	1	1	5.94	0.13
DQO	11	69	8.23	3.56	7.5	2.9	22	0.43
DurT	12	69	34.41	21.68	35.5	2	99	2.61
Ecoli	13	69	25.96	48.97	9.8	1	325.5	5.9
PT	14	69	0.01	0.02	0	0	0.12	0
PRS	15	69	0	0.01	0	0	0.05	0
NO3	16	69	0.06	0.09	0.01	0.01	0.38	0.01
NO2	17	69	0	0.01	0	0	0.05	0
NKJ	18	69	0.58	0.46	0.5	0.05	3.02	0.06
OD	19	69	7.19	1.34	7.5	2.37	9.4	0.16
pH	20	69	7.62	0.5	7.7	6.36	8.5	0.06
SiO2	21	69	2.7	1.38	2.31	0.54	6.84	0.17
SDT	22	58	55.04	25.11	53.9	10	134	3.3
SST	23	69	2.2	1.98	1	1	12.8	0.24
ST	24	69	55.75	24.57	55	12	137	2.96
SO4	25	66	5.94	3.66	5	1	23.08	0.45
Temp	26	69	10.66	1.17	10.4	8.7	13.8	0.14
Turb	27	69	1.68	1.19	1.47	0.2	7	0.14
Q	28	69	75.45	95.49	42	10	670	11.5

Variable	Río Blanco							
	Var.Id	n	mean	sd	mediana	Mínimo	Máximo	se
NaT	29	69	1.24	0.82	1.02	0.12	3.68	0.1

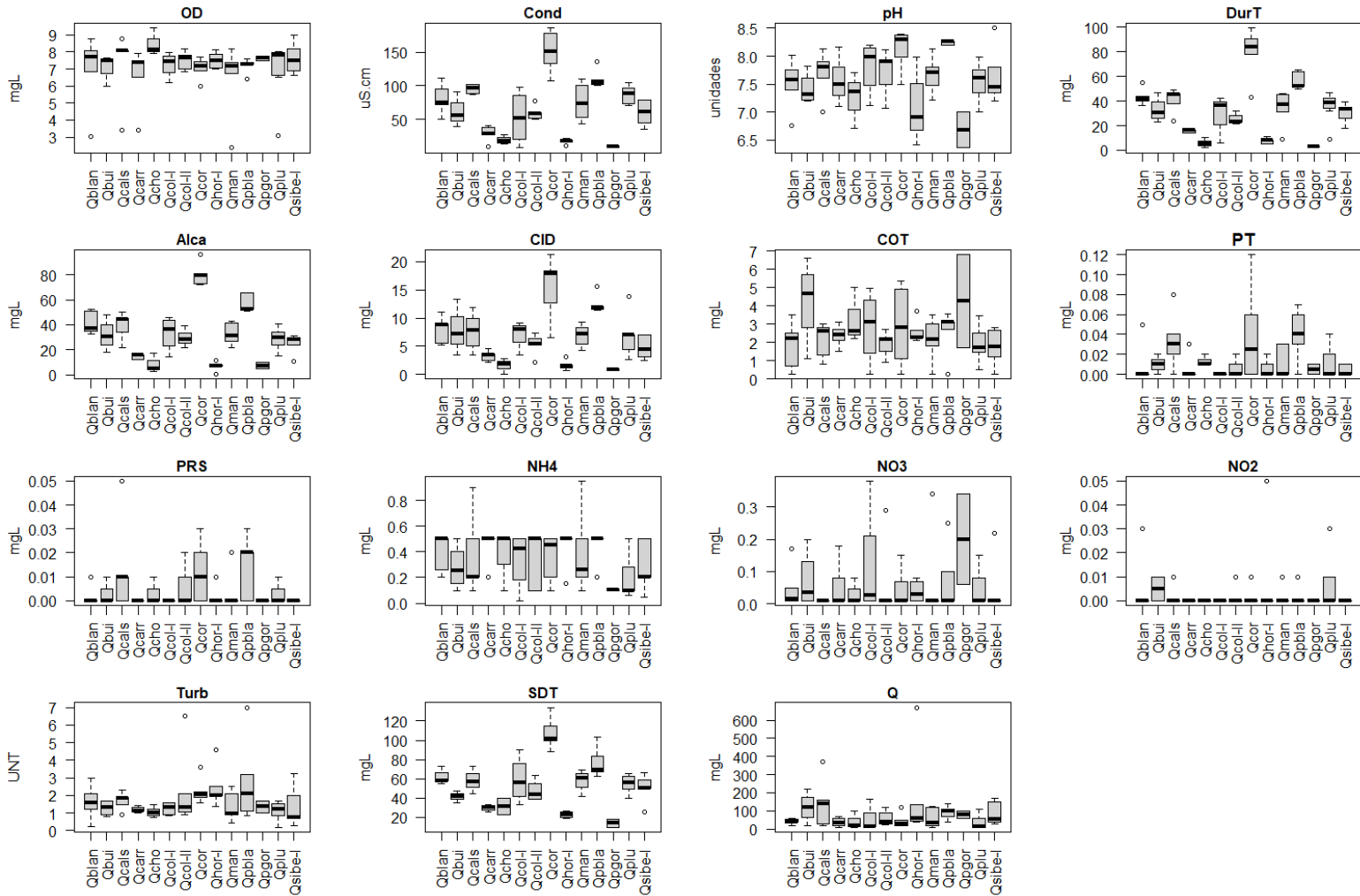
A nivel microbiológico todas las quebradas del sistema Río Blanco presentan bajos valores de coliformes, muy bajo contenido de materia orgánica total y biodegradable (**Figura 40**).



**FIGURA 40. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE -ZONA RIO BLANCO**

En general, las quebradas del sistema Rio Blanco son en promedio altamente oxigenadas, aunque en algunos puntos se observan datos atípicos de oxígeno en concentraciones inferiores 3mgL, particularmente en los quebradas Qblan y Qman.

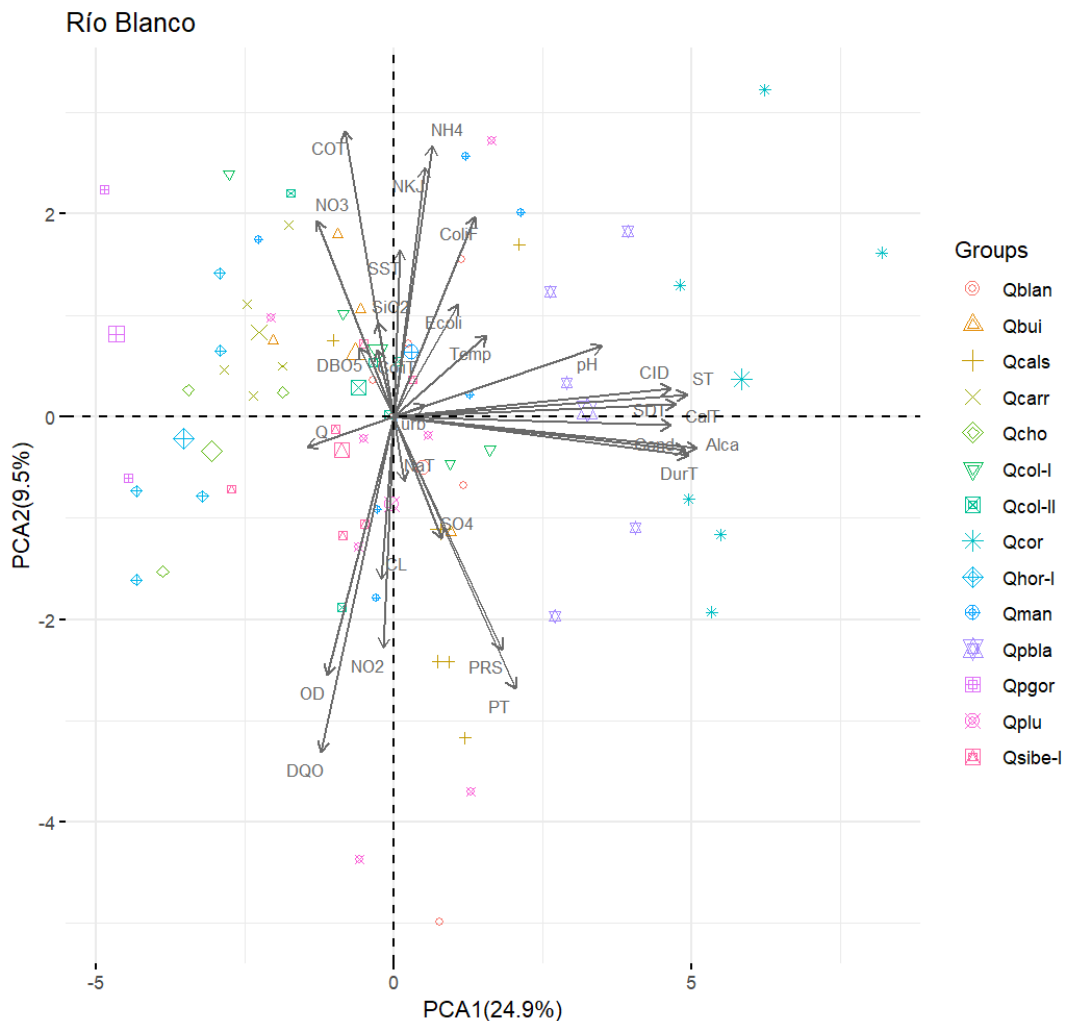
Las quebradas Qcarr, Qcho, Qhor-I, Qpgor presentan aguas menos mineralizadas, con bajo contenido de Sólidos, Alcalinidad y bajas concentraciones de PRS, mientras que las quebradas QCor y Qpbla presentan conductividades superiores a 100  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , pH básicos y mayor contenido de PT (**Figura 41**).



**FIGURA 41. VARIABLES FISIQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE – ZONA RÍO BLANCO**

El análisis de ordenación realizado con las variables del sector Río Blanco reunió el 43.32% de la varianza en los tres primeros ejes de ordenación. El primer componente explicó el 24.9% y reunió las variables asociadas con la mineralización (Cond, Alca, DurT, CalT, ST), el segundo componente reunió el 9.5% y estuvo asociado al COT y el Nitrógeno, y de manera negativa con el Fósforo (PRS, PT) y la DQO. El tercer componente reunió el 9% de la variación estuvo asociado con la Turbidez.

El ACP resume las tendencias anteriormente descritas: las quebradas QCor, y Qpbla presentan aguas más mineralizadas del sector Río Blanco, mientras que las quebradas La Horqueta-I, Chocolatal y Piedras gordas son menos mineralizadas y la quebrada Qcals presenta mayores concentraciones de NH4 y PRS.



**FIGURA 42. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL TODAS LOS RÍOS DEL SISTEMA NORTE – ZONA RÍO BLANCO**

### 1.5.1.7 Sistema Norte- Zona San Rafael

El total de muestras evaluadas de esta zona fueron 25. Al revisar la base de datos fisicoquímica para dichas muestras se observaron algunos vacíos de información, particularmente de CID, COT, SO<sub>4</sub> y NaT. Las muestras de esta zona tienen en promedio conductividades altas (200  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) en comparación con las muestras de la Zona Chuza y Rio Blanco. Un comportamiento similar es observado en las concentraciones promedio de PT ( $\bar{X}=0.21$  mgL) (Tabla 13).

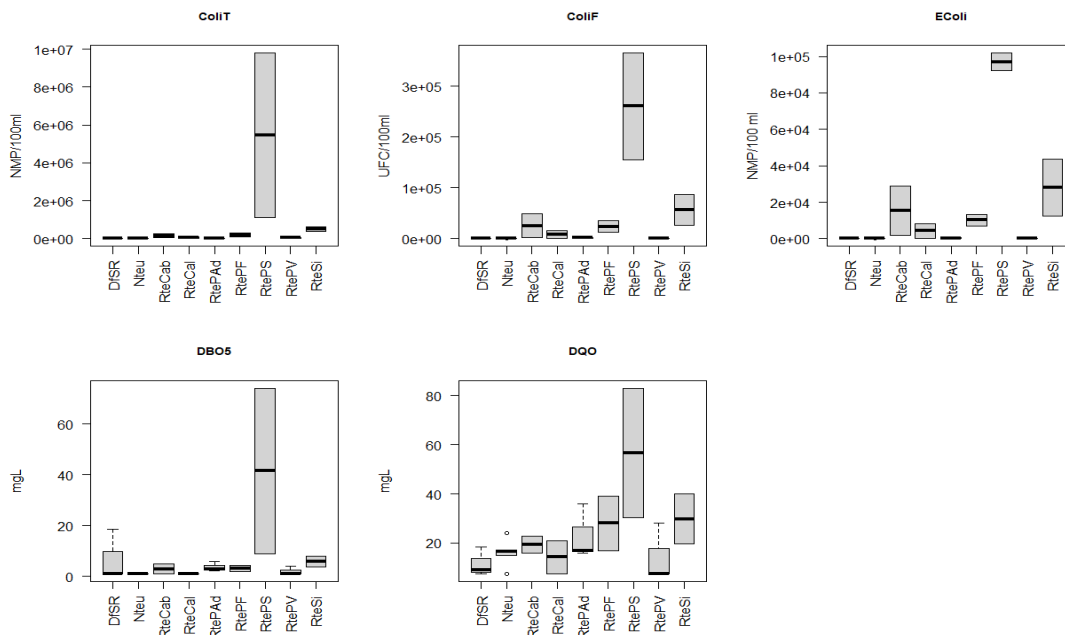
**TABLA 13. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FISICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA NORTE - ZONA SAN RAFAEL.**

**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar. Se resaltan las variables con vacíos de información en el set de datos.

Variable	San Rafael							
	Var.Id	n	media	sd	median	mínimo	máximo	se
Alca	1	25	30.76	48.32	20	0.5	247.39	9.66
NH <sub>4</sub>	2	25	1.11	2.77	0.5	0	13.92	0.55
CaT	3	25	7.84	6.13	7.68	0.11	22.69	1.23
CL	4	25	35.75	56.96	16.48	0.5	254	11.39
ColiT	5	25	515651.02	1951813.8	11000	137	9804000	390362.8
ColiF	6	24	31467.03	79715.21	1350	0.5	365400	16271.8
Cond	7	25	200.41	269.7	126	4.7	1299	53.94
CID	8	21	4.03	3.94	3.44	0.03	16.3	0.86
COT	9	21	4.99	1.57	4.58	2.74	8.89	0.34
DBO <sub>5</sub>	10	25	6.08	14.69	1	1	74.1	2.94
DQO	11	25	21.58	15.99	17	7.5	83	3.2
DurT	12	25	24.71	19.3	24.4	0.5	72.09	3.86
Ecoli	13	25	12439.98	27526.76	100	1	101900	5505.35
PT	14	25	0.21	0.42	0.1	0	2.03	0.08
PRS	15	25	0.1	0.19	0.03	0	0.87	0.04
NO <sub>3</sub>	16	25	0.77	0.86	0.28	0.01	3.05	0.17
NO <sub>2</sub>	17	25	0.06	0.08	0.02	0	0.25	0.02
NKJ	18	25	1.84	2.87	1.07	0.2	14.58	0.57
OD	19	25	5.91	1.73	6.37	0.05	8.23	0.35
pH	20	25	7.13	0.88	7.31	5.09	8.54	0.18
SiO <sub>2</sub>	21	25	4.28	1.83	3.98	1.44	8.61	0.37
SDT	22	25	123.73	155.4	96.6	14.4	765	31.08
SST	23	25	23.85	29.98	10	1	106.67	6
ST	24	25	147.48	165.27	114	17	786	33.05

Variable	San Rafael							
	Var.Id	n	media	sd	median	mínimo	máximo	se
SO4	25	24	15.59	14.11	9.15	1	47.24	2.88
Temp	26	25	15.76	3.03	15.8	10.9	19.8	0.61
Turb	27	25	18.37	23.46	7.8	0.5	95	4.69
Q	28	22	493.77	524.98	441.5	3	2252	111.93
NaT	29	24	27.62	51.74	7.75	0.02	235.64	10.56

A nivel microbiológico en la mayoría de las estaciones de San Rafael la concentración de coliformes es bajo, excepto en el punto río Teusacá Puente Sopó-RtePS. La misma tendencia se observa con el contenido de materia orgánica (total y biodegradable) (**Figura 43**).



**FIGURA 43. VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE -ZONA SAN RAFAEL**

Las corrientes analizadas de la Zona San Rafael presentan contrastes muy evidentes en la fisicoquímica (**Figura 44**). La mayoría de las estaciones las aguas son bien oxigenadas con bajo contenido de nitrógeno y PRS. El punto Nacimiento del río Teusacá-Nteu es muy poco mineralizado y con pH levemente ácido. Se destaca el punto Puente Sopó por presentar los más altos valores de conductividad ( $\text{max}=1299 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) y nutrientes, principalmente de PT ( $\text{max}=2.03 \text{ mg/L}$ ),  $\text{NH}_4$  ( $\text{max}=14.58 \text{ mg/L}$ ), así como alta Dureza y SDT. Se destaca el punto Puente adobes-RtePAd por registrar los mayores valores de  $\text{NO}_3$  ( $\text{max}=3.05 \text{ mg/L}$ ) y  $\text{NO}_2$  ( $\text{max}=0.25 \text{ mg/L}$ ) en esta zona.

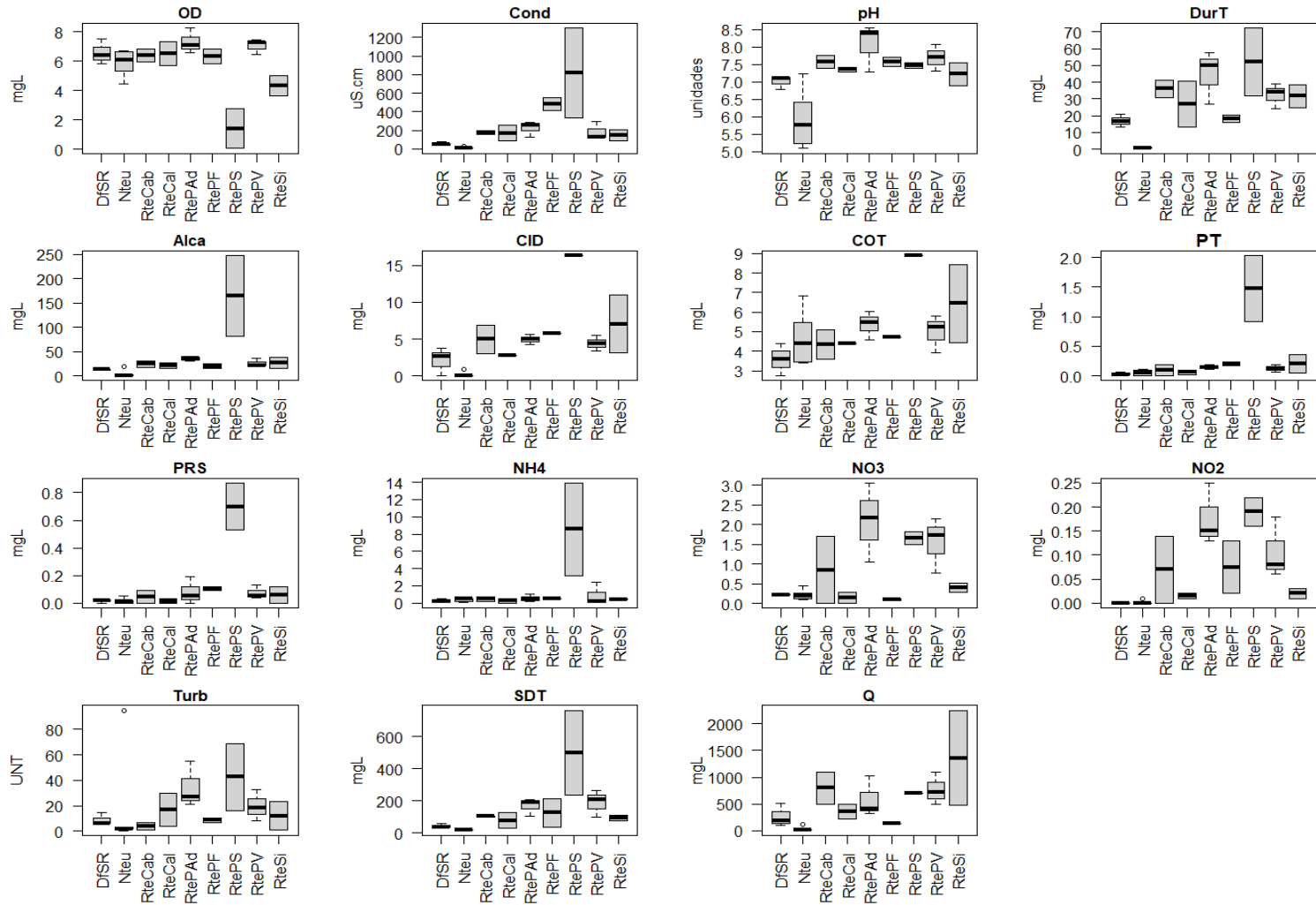
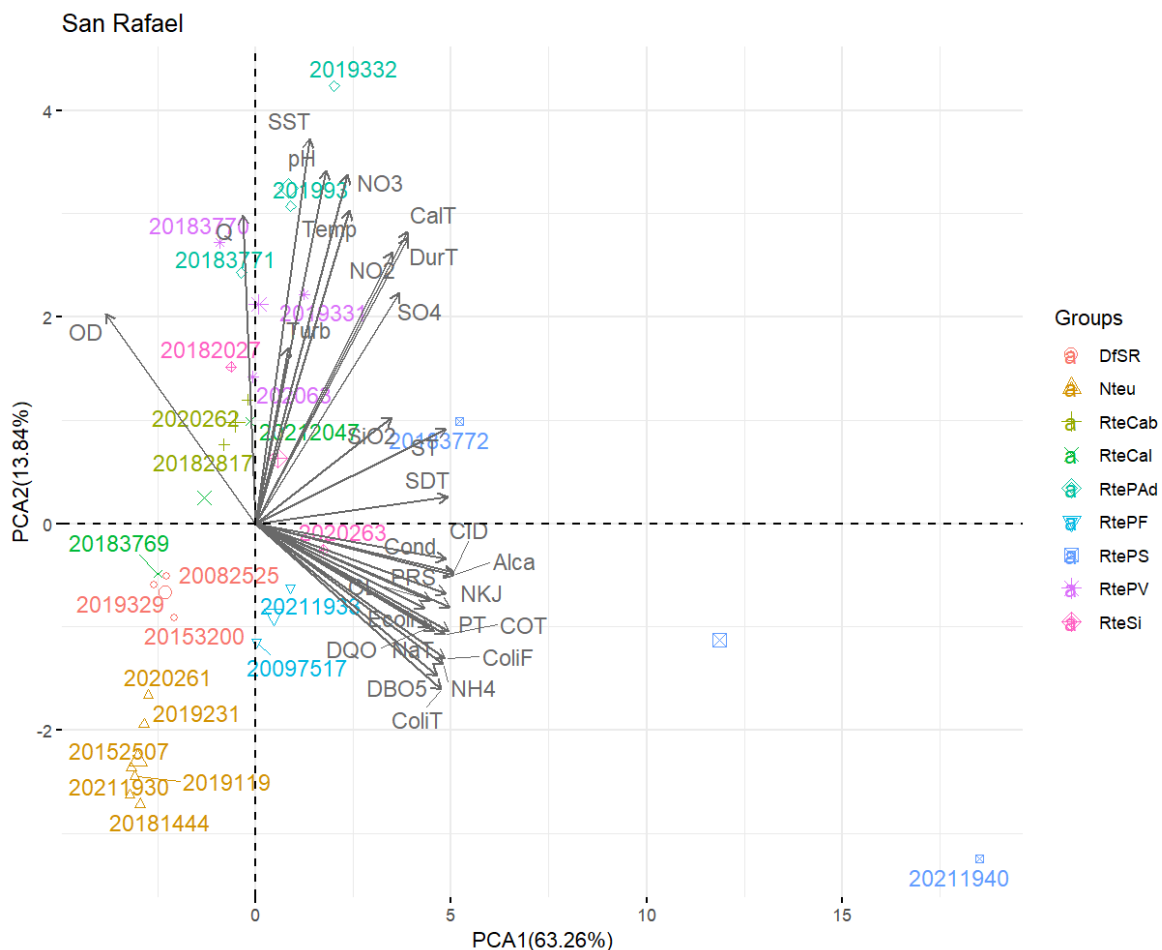


FIGURA 44. VARIABLES FISIQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NORTE – ZONA SAN RAFAEL

El ACP realizado con la información fisicoquímica de la zona San Rafael muestra las tendencias anteriormente descritas (**Figura 45**). Los tres primeros componentes del análisis reunieron el 82.6% de la varianza de los datos. El primer componente reunió el 63% de la varianza y estuvo asociado con la materia orgánica, la conductividad, la alcalinidad y la calidad microbiológica. El segundo componente reunió el 13.8% de la variación de los datos y estuvo asociado con los SST y el pH, mientras que el tercer componentes reunió el 5% de la varianza y estuvo asociado con la Turbidez.

Los puntos con mayor contenido de NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> y Dureza corresponden a las muestras RtePAd, RtePV, mientras que en el extremo inferior del gradiente se encuentran todas las muestras de la zona de nacimiento del río Teusacá, con muy baja mineralización. Las muestras de la descarga de fondo del embalse-DfSR y Puente Francis-RtePF son similares a las del nacimiento en términos de concentración de sólidos y nutrientes.



**FIGURA 45. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LOS RÍOS DEL SISTEMA NORTE – ZONA SAN RAFAEL**



### 1.5.1.8 Sistema Tibitoc

El conjunto de muestras de la zona Tibitoc está conformado por 12 muestras, dentro de las cuales se observan vacíos de información importantes en la base de datos, con solo 3 datos válidos en las variables PRF, DurT y CalT, (**Tabla 14**). El resumen estadístico muestra que las muestras del río Bogotá presentan en promedio bajos valores de OD ( $\bar{X}$ =3.51mgL), alta Conductividad ( $\bar{X}$ =223.7  $\mu$ S.cm<sup>-1</sup>), registrando los valores altos de NKJ (max=24 mgL) y de materia orgánica (max=129 mgL) de todo el set de datos.

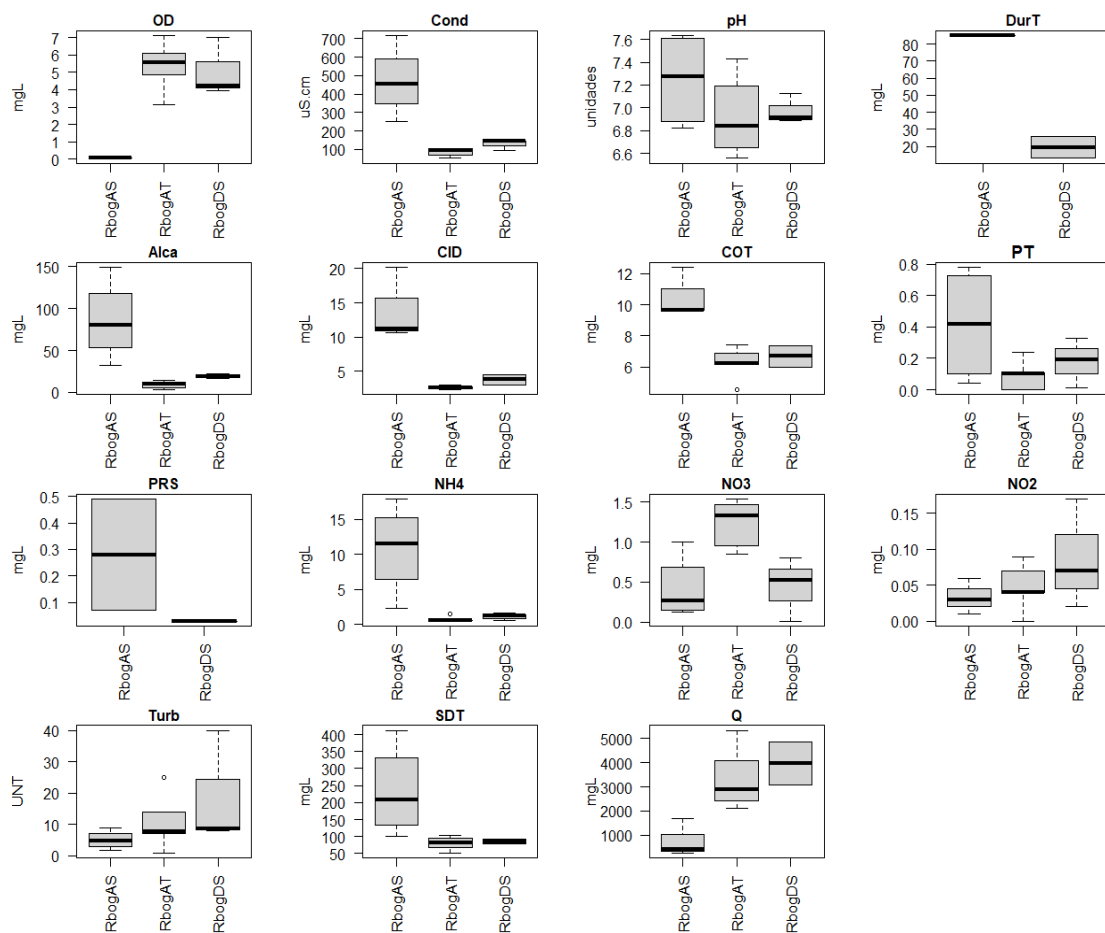
**TABLA 14. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LOS DATOS FÍSICOQUÍMICOS PARA LAS MUESTRAS DEL SISTEMA TIBITOC.**

**Var.Id**= ítem numérico de la variable, **n**: Número de casos válidos (sin vacíos de información), **sd**: Desviación estándar, **se**=Error estándar.

Variable	Tibitoc							
	var.Id	n	mean	sd	median	mínimo	máximo	se
Alca	1	12	37.18	44.05	18.12	3.22	148.92	12.72
NH4	2	12	4.17	5.96	1.35	0.44	17.89	1.72
<b>CalT</b>	3	<b>3</b>	13.97	13.79	8.2	4	29.7	7.96
CL	4	12	32.09	32.41	17.64	7.07	105.2	9.36
ColiT	5	12	23495.25	24520.05	23200	1460	90500	7078.33
ColiF	6	12	5412.82	12118.13	2170	12.1	43520	3498.2
Cond	7	12	223.7	208.42	123.85	53	715	60.17
CID	8	10	6.28	5.92	3.04	2.32	20.16	1.87
COT	9	10	7.63	2.31	7.15	4.54	12.4	0.73
DBO5	10	12	11.45	21.15	4.42	1	77.7	6.11
DQO	11	12	35.09	30.73	25.84	15	129	8.87
<b>DurT</b>	12	<b>3</b>	41.27	38.21	25.97	13.08	84.76	22.06
Ecoli	13	12	4080.07	9647.03	1408.5	9.7	34480	2784.86
PT	14	12	0.22	0.26	0.14	0	0.78	0.07
<b>PRS</b>	15	<b>3</b>	0.2	0.25	0.07	0.03	0.49	0.15
NO3	16	12	0.76	0.53	0.82	0.01	1.54	0.15
NO2	17	12	0.05	0.05	0.04	0	0.17	0.01
NKJ	18	12	6.39	7.12	3.36	0.58	24	2.06
OD	19	12	3.51	2.81	4.08	0.05	7.1	0.81
pH	20	12	7.05	0.35	6.93	6.56	7.63	0.1
SiO2	21	12	5.94	2.2	5.78	2.9	10.85	0.64
SDT	22	11	136.51	106.88	94.76	52.6	412.1	32.23
SST	23	12	22.61	19.18	15.68	7.6	76.84	5.54

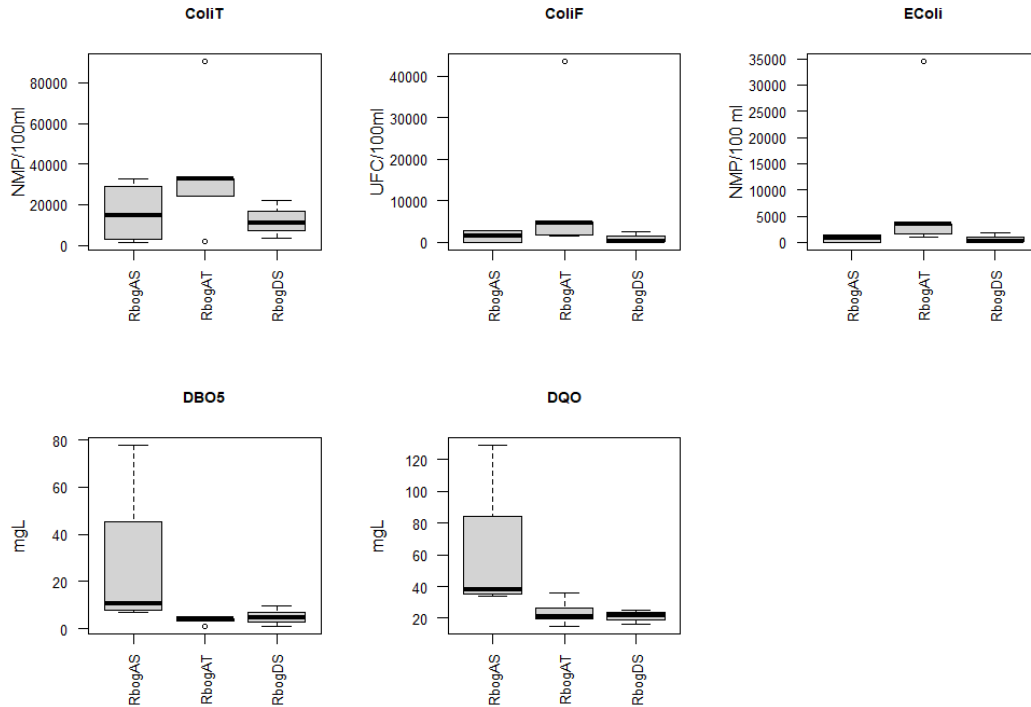
Variable	Tibitoc							
	var.Id	n	mean	sd	median	mínimo	máximo	se
ST	24	12	155.33	101.42	121.6	66.4	429.6	29.28
SO4	25	12	16.1	10.9	13.44	2.4	35.2	3.15
Temp	26	12	17.95	1.68	18.05	14.8	20.7	0.49
Turb	27	12	10.92	11.12	7.8	0.95	40	3.21
<b>Q</b>	28	<b>11</b>	2501.64	1762.46	2415	281	5330	531.4
NaT	29	12	26.49	31.75	10.92	3.42	104.53	9.17

En el punto Antes del Sisga-RbogAS se registraron valores de oxígeno disuelto por debajo del límite de cuantificación (0.1mgL), así como altos valores de Conductividad, NH<sub>4</sub>, fósforo (PRT y PRS) y Dureza en comparación con las otras dos estaciones de monitoreo (**Figura 46**). Los valores más altos de NO<sub>3</sub> son registrados en el punto Antes del Tominé, mientras que en el punto Después del Sisga-RbogDS registran las mayores concentraciones de NO<sub>3</sub> y Turbidez (**Figura 46**).



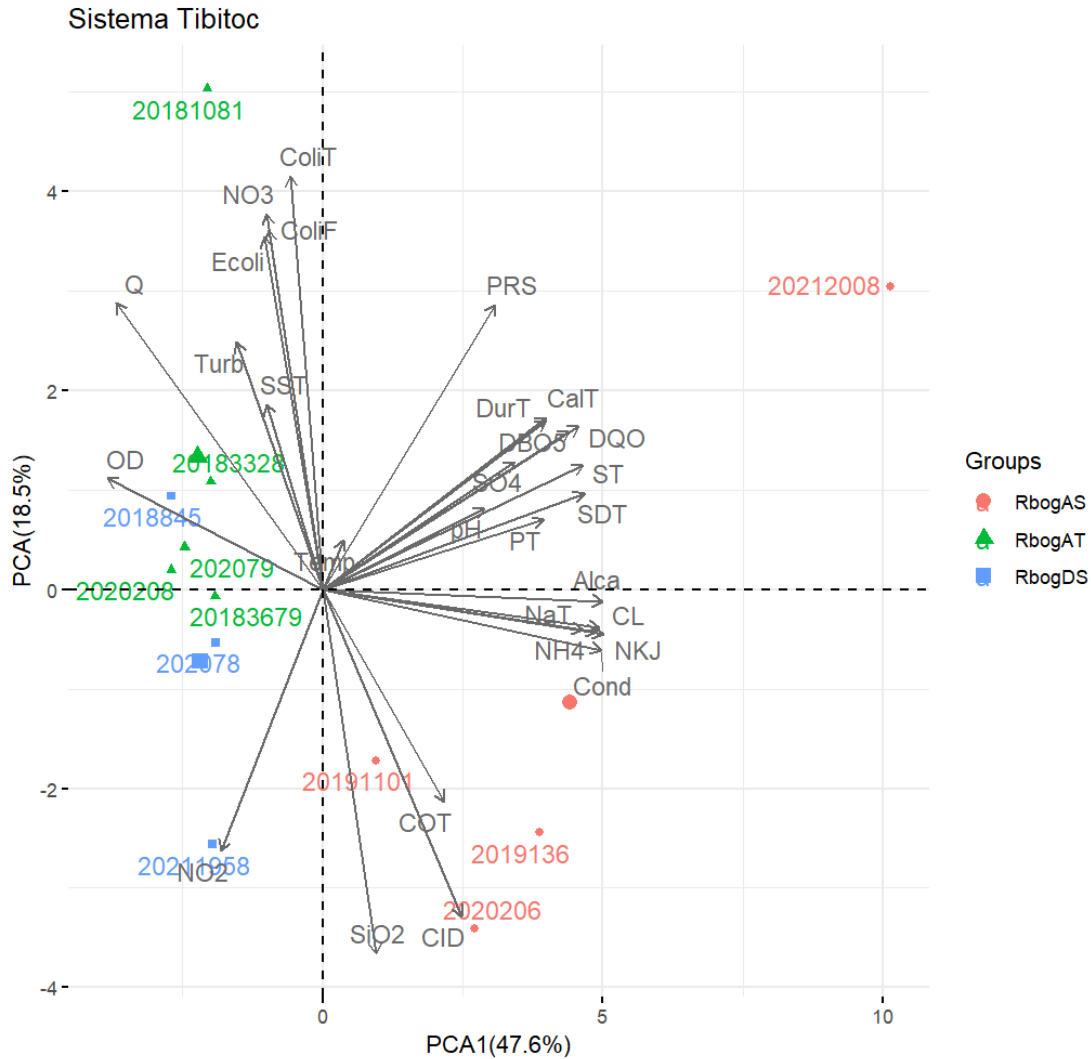
**FIGURA 46. VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA TIBITOC**

En el punto RbogAS se observan los más altos valores de materia orgánica (total y biodegradable) de todo el estudio, mientras que la concentración de coliformes se observaron valores atípicamente altos en el RboAT (**Figura 47**). Tanto los ColiF como los ColiT en general fueron menores a lo registrado en las muestras del río Teusacá-puente Sopó.



**FIGURA 47. VARIABLES FISICOQUÍMICAS RELACIONADAS CON MATERIA ORGÁNICA Y COLIFORMES EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA TIBITOC**

El ACP realizado con las variables fisicoquímicas del sistema Tibitoc reunió el 75% de la varianza en los tres primeros componentes (**Figura 48**). El primer componente reunió el 47% de la varianza y estuvo asociado con la mineralización el nitrógeno orgánico y los sólidos. El segundo componente reunió el 18.5% de la variación de los datos y estuvo asociado de manera positiva con los NO<sub>3</sub> y la calidad microbiológica, y de manera negativa con los NO<sub>2</sub>. El tercer componente reunió 9.5% y se asoció con el COT. De acuerdo con el análisis de ordenación, se puede observar que las muestras del río Bogotá antes del Sisga-RbogAS presentan un mayor contenido de iones y carga orgánica, en particular en el muestreo de marzo 2021(20212008), mientras que en el punto Antes del embalse Tominé en el muestreo de mayo 2018 (20181081), presentó la más baja calidad microbiológica en comparación con los demás muestreos.



**FIGURA 48. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DE LOS RÍOS DEL SISTEMA TIBITOC**

### 1.6 AVANCE DEL CATÁLOGO DE ESPECIES

En el Anexo 3 se adjunta el avance a la fecha del catálogo de especies con las microfotografías de los géneros *Psammothidium*, *Nitzschia*, *Eunotia*, *Hannaea*, *Meridion*, *Gomphonema*, *Navicula* y *Pinnularia*. Dicho material se comparte con comentarios de prueba de edición.

## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

Blanco, S., C. L. Munoz-Lopez, & C. A. Rivera-Rondon, 2020. *Nupela eremica* sp. nov. (Bacillariophyta, Naviculaceae) from a páramo lake in the Colombian Andes. *Phytotaxa* 455: 295–300.

Lange-Bertalot, H., 2001. *Navicula sensu stricto*, 10 genera separated from *Navicula sensu lato*, *Frustulia*. *Diatoms of Europe* ARG Gantner Verlag KG.

Lange-Bertalot, H., M. Bak, A. Witkowski, & N. Tagliaventi, 2011. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Vol. 6: Eunotia and some related genera.* ARG Gantner Verlag KG, Ruggell 14: 237–254.

Lange-Bertalot, H., G. Hofmann, M. Werum, M. Cantonati, & M. G. Kelly, 2017. *Freshwater benthic diatoms of Central Europe: over 800 common species used in ecological assessment.* Koeltz Botanical Books Schmittgen-Oberreifenberg.

Lange-Bertalot, H., & D. Metzeltin, 1996. *Ecology–Diversity–Taxonomy. Indicators of oligotrophy–800 taxa representative of three ecologically distinct lake types.* *Iconographia diatomologica* Koeltz Scientific Books Koenigstein 2: 1–390.

Levkov, Z., D. Metzeltin, & A. Pavlov, 2013. *Diatoms of Europe: Luticola and Luticolopsis.* Koeltz Scientific Books. Koenigstein.

Metzeltin, D., & H. Lange-Bertalot, 1998. *Tropical Diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora.* *Iconographia Diatomologica* 5. Koeltz, Konigstein, Germany .

Metzeltin, D., & H. Lange-Bertalot, 2007. *Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction.* *Iconographia Diatomologica* 18. Koeltz Scientific Books. Koenigstein.

Pinheiro, C., U. Oliveira, T. Rodrigues, L. Oliva-Teles, & M. N. D. Vieira, 2020. *Assessing the ecological status of a mediterranean river: Benthic invertebrates and diatoms as complementary bioindicators.* *Limnetica* 39: 299–315.

Potapova, M., J. Veselá, C. Smith, A. Minerovic, & L. Aycock, 2022. *Diatom New Taxon File at the Academy of Natural Sciences (DNTF-ANS).*

Rumrich, U., H. Lange-Bertalot, & M. Rumrich, 2000. *Diatomeen der Anden: von Venezuela bis Patagonien/Feuerland: und zwei weitere Beiträge.* ARG Gantner Verlag KG.

Sala, S. E., V. A., Y. Plata-Díaz, E. Pedraza, & A. Pimienta, 2015. *Taxonomy and distribution*

of epilithic diatoms reported for the first time in. *Caldasia* 37: 125–141.

Sala, S. E., J. J. Ramírez, & Y. Plata, 2008. Diatoms from lentic and lotic systems in Antioquia, Chocó and Santander Departments in Colombia. 56: 1159–1178.

Sala, S., A. A. Vouilloud, Y. Plata-díaz, E. Pedraza, & A. Pimienta, 2014. Nupela species ( Naviculales : Bacillariophyceae ) from Colombian lowland waters including *N. acaciensis* nov. sp. and *N. catatumbensis* nov. sp. *Revista de Biología Tropical* 62: 241–255.

Simonato, J., J. P. Kociolek, S. E. Sala, Y. P. Díaz, & M. Núñez-Avellaneda, 2020. Three new *Luticola* species from the Andean-Amazonian transition in Colombia: taxonomy, morphology and preliminary considerations of the biogeography of the genus. *Diatom Research Taylor & Francis* 1–17, <https://doi.org/10.1080/0269249X.2020.1813205>.

Spaulding, S. A., M. G. Potapova, I. W. Bishop, S. S. Lee, T. S. Gasperak, E. Jovanoska, P. C. Furey, & M. B. Edlund, 2021. Diatoms.org: supporting taxonomists, connecting communities. *Diatom Research Taylor & Francis* 36: 291–304, <https://doi.org/10.1080/0269249X.2021.2006790>.

Taylor, J. C., W. R. Harding, & C. G. M. Archibald, 2007. An illustrated guide to some common diatom species from South Africa. Water Research Commission Pretoria.

Vouilloud, A. A., Y. Plata-díaz, E. Pedraza, A. Pimienta, S. Heguilor, A. Lamaro, & E. Sala, 2016. Distribución de *Eunotia parasiolii* ( Bacillariophyceae ) en ríos neotropicales ( Colombia ) y su implicancia en la taxonomía de la especie Distribution of *Eunotia parasiolii* ( Bacillariophyceae ) in Neotropical rivers ( Colombia ) and its implication on t. *Hidrobiológica (México, DF)* 26: 241–250.

Vouilloud, A. A., S. E. Sala, M. Núñez-Avellaneda, Y. Montoya-Moreno, & S. R. Duque, 2014. *Brachysira* (Naviculales, Bacillariophyceae) in lowland waters from Colombia. *Diatom Research* 29: 147–163.

Wetzel, C. E., 2011. Biodiversidade e distribuição de diatomáceas (Ochrophyta, Bacillariophyceae) na bacia hidrográfica do Rio Negro, Amazonas, Brasil. São Paulo. Vol. 1-3. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica, São Paulo. 1922p

## 1.8 LISTADO DE ESPECIES CON SUS RESPECTIVOS CONTEOS

### ANEXO 1. LISTADO DE CONTEO POR ZONAS

- Conteos\_El Delirio (Exel)
- Conteos\_Sistema Sur (Excel)
- Conteos\_Chuzá (Excel)

### ANEXO 2. BASE DE DATOS FISICOQUÍMICA

- Fqcos Chisacá (FqChisaca.csv)
- Fqcos Chuza (FqChuza.csv)
- Fqcos El Delirio (FqcosDelirio.csv)
- Fqcos Regadera (FqRegadera.csv)
- Fqcos Río Blanco (FqRioBlanco.csv)
- Fqcos San Rafael (FqSanRaf.csv)
- Fqcos Tibitoc (FqTibitoc.csv)
- Fqcos Yomasa (FqYomasa.csv)

## **2. REVISIÓN PRELIMINAR DE MUESTRAS HISTÓRICAS**

### **2.1 SELECCIÓN**

El día viernes 16 julio/21 mediante oficio S.2610001-2021-208104 la empresa de Acueducto hace entrega de 411 muestras físicas de perifiton y 32 de fitoplancton de las fuentes lóxicas y lénticas que hacen parte del sistema de suministro de la EAAB-ESP. Teniendo en cuenta que CPA INGENIERIA SAS es un laboratorio acreditado ante el IDEAM, se realiza la recepción de muestras según lo estipulado en la Norma 17025 de 2017.

La recepción es realizada los días 19, 21 y 22 de julio de 2021 por las profesionales LAURA GARZON (Bióloga) y YISELL HERRERA (Analista de laboratorio), para lo cual registran los datos de las muestras en el formato LF49 CADENA DE CUSTODIA Y VIGILANCIA.MATRIZ AGUA V01.

Una vez ingresadas las muestras se dio inicio a la revisión y pre-conteo inicial de valvas.

### **2.2 PRE-CONTEO**

Las muestras son observadas en un microscopio óptico a 400 aumentos para establecer la presencia y densidad de frústulos vacíos. Para esto se toma 100 microlitros de la muestra y se disponen sobre una lámina. En caso de observarse más de un 50% de diatomeas vacías, con muy baja densidad y sin posibilidad de concentrar la muestra y se descartará.

### **2.3 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Se toman 5 ml de la muestra y 7 ml en el caso de muestras con baja densidad de diatomeas. Con el objetivo de evitar la contaminación, cada pipeta, frasco o tubo se debe marcar con el código asignado en laboratorio. Luego se procede a retirar la solución fijadora realizando lavados sucesivos, y centrifugando a 1000 revoluciones por minuto durante 15 min, para finalmente remover el sobrenadante.



## 2.4 DIGESTIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

La digestión se realiza con peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) 30% en un horno a una temperatura de  $80^{\circ}C$ . Se agregan 1-3 gotas de HCl 1N, para acelerar la reacción. El volumen de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), tiempo y temperatura requeridos para la digestión depende de la cantidad de materia orgánica presente en la muestra. En muestras con gran cantidad de metales la reacción puede ser fuerte, por lo tanto, inicialmente la digestión se realiza a temperatura ambiente, agregando un volumen de  $H_2O_2$  a un volumen de muestra en proporción 1:1 y se observa la reacción (IDEAM 2017). IDEAM (2017) sugiere que, si la reacción no es muy fuerte, se continúa con la adición de  $H_2O_2$  hasta completar 5 volúmenes de la muestra inicial. En caso contrario dar tiempo (horas a días) para que la reacción ocurra antes de adicionar más  $H_2O_2$ . Si la materia orgánica no se ha digerido por completo, es necesario sustituir el  $H_2O_2$ , retirando el sobrenadante, sedimentando por centrifugación a 1000 rpm por 15 minutos o dejando la muestra en reposo por 24 horas (IDEAM 2017). Al finalizar la digestión se adicionan 1-2 ml de HCl 1N para eliminar el carbonato de calcio en caliente para abrir las valvas.

## 2.5 LAVADOS

Los productos químicos residuales son eliminados por medio de sucesivos lavados, hasta alcanzar un pH cercano a 6, el cual es verificado con tiras de papel indicador de pH. Es importante aclarar que se deben realizar los lavados necesarios, generalmente 5 lavados, hasta alcanzar el pH deseado.

## 2.6 PREPARACIÓN LÁMINAS

Se observa una preparación al microscopio y si se presenta alta densidad de diatomeas, se diluye agregando más agua; si la preparación tiene baja densidad de diatomeas, se centrifuga y se re-suspende en un volumen menor al que se tenía inicialmente. Con esta muestra se procede a realizar la preparación de láminas. Sobre una lámina cubreobjetos se dispensa 1-2 ml de muestra con una pipeta pasteur y se distribuye de manera homogénea (IDEAM, 2017).

La evaporación de la muestra se acelera en una plancha de calentamiento que se encuentre a  $5^{\circ}C$  por encima de la temperatura ambiente. Se verifica que la distribución de las valvas en la lámina cubreobjetos permita su conteo en un campo de 400X, es decir, que las valvas no estén superpuestas y se puedan observar con claridad sus características morfológicas.

Se alistan láminas portaobjetos marcadas con el código de la muestra, se colocan sobre la placa de calentamiento (máximo  $130^{\circ}C$ ) y se deposita sobre ellas 1-3 gotas del medio de montaje. Cuando se observa la formación de burbujas en el medio de montaje Naphrax®, se coloca la lámina cubreobjetos de tal forma que la cara que contiene la muestra quede inmersa en el medio de montaje. Se retira la lámina del calor y se espera que la resina se distribuya de manera homogénea sobre toda la lámina cubreobjetos; si permanecen

burbujas, se eliminan con presión suave. Se preparan como mínimo dos láminas por muestra.

Hasta la fecha, de 391 muestras procesadas y fijadas en láminas con el medio de montaje Naphrax®, 41 muestras fueron determinadas no aptas para el análisis. (Ver Anexo 4. Actividades de laboratorio / Formato Análisis Muestras)

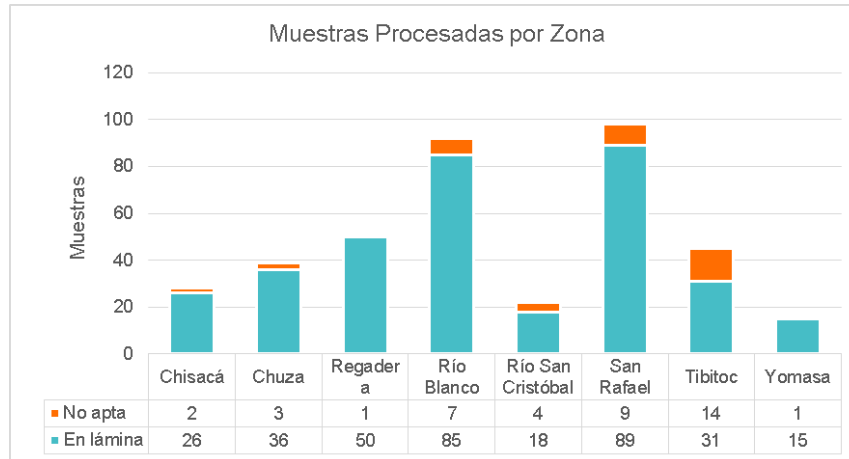
## 2.7 BALANCE DEL NÚMERO DE MUESTRAS PROCESADAS, MONTAJES AL MICROSCOPIO ÓPTICO Y MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Las muestras procesadas entre el 24 de octubre de 2021 y el 23 de febrero de 2022 fueron 301 y corresponden a los sistemas Chisacá, Chuza, Regadera, Río Blanco, San Rafael y Yomasa, siendo San Rafael el sistema con más muestras procesadas (32%) y Chisacá con menos muestras (5%).

Con relación al estado de las muestras, fueron procesadas en su totalidad, del total de las muestras 9% fueron No Aptas y el resto (275) completaron el proceso y se encuentran en montajes permanentes (TABLA 15).

**TABLA 15. ESTADO DE MUESTRAS PROCESADAS EN EL PERIODO**

MUESTRAS PROCESADAS	EN LÁMINA	NO APTA	TOTAL GENERAL	%
Chisacá	14		14	5%
Chuza	24	2	26	9%
Regadera	32		32	11%
Río Blanco	85	3	88	29%
San Rafael	89	7	96	32%
Tibitoc	31	14	45	15%
<b>Total general</b>	<b>275</b>	<b>26</b>	<b>301</b>	<b>/</b>
<b>%</b>	<b>91%</b>	<b>9%</b>	<b>/</b>	<b>/</b>



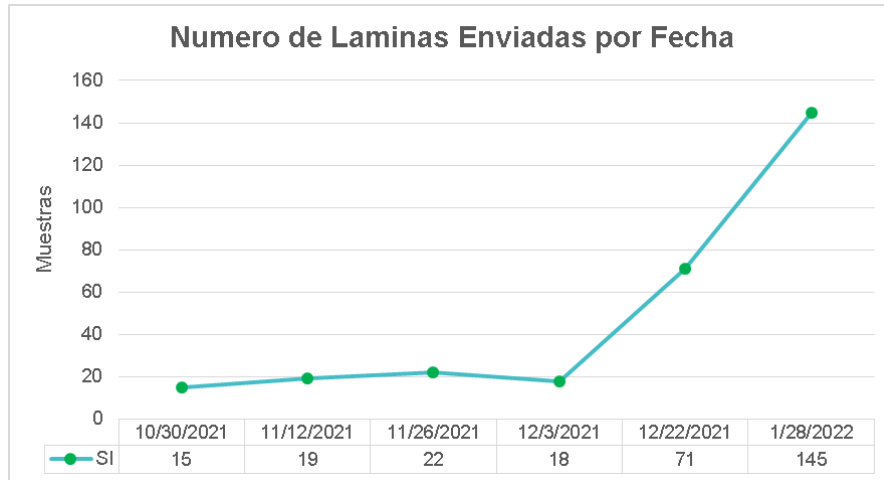
**FIGURA 49. ESTADO DE MUESTRAS PROCESADAS**

## 2.8 NÚMERO DE MUESTRAS EN DETERMINACION TAXÓNOMICA

Durante el periodo del Segundo Producto que corresponde entre octubre de 2021 y febrero de 2022, se han realizado 6 envíos de láminas para análisis de determinación taxonómica a la Bióloga Maria Isabel Ospina los cuales se han hecho de la siguiente manera:

- 30 de octubre de 2021, 15 muestras enviadas.
- 12 de noviembre de 2021, 19 muestras enviadas.
- 26 de noviembre de 2021, 22 muestras enviadas.
- 03 de diciembre de 2021, 18 muestras enviadas.
- 22 de diciembre de 2021, 71 muestras enviadas.
- 28 de enero de 2022, 145 muestras enviadas.

Los soportes de las mismas se puede ver en [Anexo 4. Actividades de laboratorio\Envío de Muestras](#)

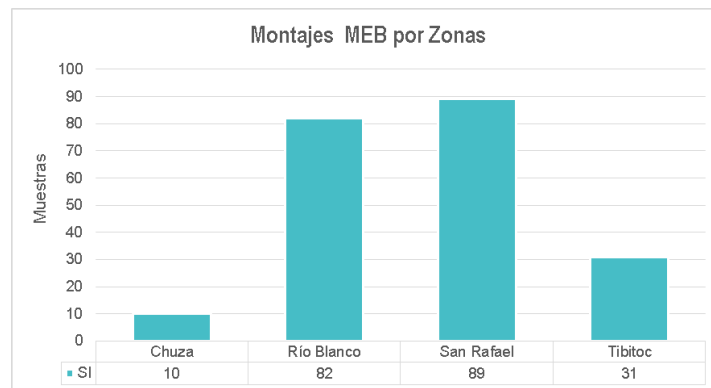


**FIGURA 50. NUMERO DE LAMINAS ENVIADAS POR FECHA**

De las 290 muestras en montaje, se realizó montaje en un total de 580 láminas ya que se montaron por duplicado de acuerdo a las condiciones de la muestras con el propósito de tener una mejor calidad de las imágenes al momento de generar el producto final.

## 2.9 MONTAJES PARA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)

Materiales: Láminas, Láminas cortadas 9x9mm, Cinta doble faz. Se coloca la cinta doble faz sobre la lámina. Sobre esta se ponen dos láminas de 9x9mm. Encima de las láminas se dispone media gota de la muestra que ha pasado previamente el proceso de oxidación. La muestra se seca y se guarda en las cajas para láminas portaobjetos, las cuales deben cubrirse con papel de arroz. Para el periodo del presente seguimiento, se realizó montaje en Microscopia Electrónica De Barrido (MEB) de 212 muestras para Chuza, Rio Blanco, San Rafael y Tibitoc (**Figura 51**).



**FIGURA 51. MONTAJES MEB POR ZONAS**

### 3. SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

PLAN DE TRABAJO	
<b>MES 5</b>	<p>Las actividades de pre conteo de diatomeas se ejecutan de manera idónea con un rendimiento óptimo de los equipos y herramientas de trabajo. Las actividades se llevan a cabo de acuerdo a los tiempos proyectados y no se reportan fallas que comprometan la entrega de los productos esperados en los tiempos programados.</p> <p>Se realiza seguimiento al cumplimiento de los pagos de seguridad social y ARL de las personas que participan en el proyecto.</p> <p>Durante el desarrollo de las actividades del proyecto no se presentaron accidentes en el periodo evaluado.</p> <p>Respecto al programa de capacitación ejecutado durante el periodo se realiza de manera presencial con apoyo de la ARL Colmena formación en lo referente a primeros auxilios básicos y manejo de botiquín, la cual tiene como objetivo general garantizar la disposición de los elementos adecuados y su uso correcto y sobre Accidente Ofídico.</p> <p>Se garantiza que el personal continúe realizando el formulario de auto reporte de condiciones de salud a fin de prevenir cualquier foco de contagio entre la población trabajadora. De igual manera la compañía dispone del tiempo necesario para que el personal realice su proceso de vacunación satisfactoriamente.</p> <p>Se dispone el espacio de tiempo para realizar conjuntamente con todo el personal pausa activa durante 15 minutos en horas de la tarde, la metodología utilizada es a través de video conferencia delegando semanalmente a un trabajador para liderar la actividad.</p> <p>Los residuos generados durante los procesos de digestión de las diatomeas, se almacenan temporalmente en bidón, el cual será entregado a gestor una vez haya superado el 80% de su capacidad.</p> <p>La capacidad máxima es de 80 litros, de tal forma que con los residuos actuales se tiene un uso de la capacidad de un 6.1%, de tal forma que no se han dispuesto residuos con el gestor. Los bidones son almacenados de manera temporal en la zona de acopio de residuos peligrosos, hasta que son recogidos por el gestor seleccionado.</p>
<b>MES 6</b>	<p>Se realiza seguimiento al cumplimiento de los pagos de seguridad social y ARL de las personas que participan en el proyecto.</p> <p>Desde el proceso de HSEQ se realizó el seguimiento respectivo al personal a fin de garantizar su cobertura en cuanto al sistema general de seguridad social y ARL. Los indicadores referentes a accidentalidad continúan siendo nulos a la fecha dado que no se han registrado eventos asociados a las actividades del proyecto, mismo caso aplica frente a las enfermedades laborales.</p> <p>El personal interno y externo participante en el proyecto continúa aplicando el formulario de encuesta para el auto reporte de condiciones de salud, con el cual se realiza seguimiento continuo para identificar posibles síntomas presentados asociados al COVID-19 y la cual se exponen los resultados en el subtítulo "AUTOREPORTES DE SALUD". Se realiza seguimiento al proceso de vacunación teniendo un balance a la fecha del 100% de cobertura frente al esquema para todos los trabajadores que participan del proyecto.</p>

	<p>La totalidad del personal que participa en el proyecto se encuentra afiliado a seguridad social y Riesgos Laborales.</p> <p>Respecto al programa de capacitación ejecutado durante el periodo se realiza de manera presencial con apoyo de la ARL Colmena formación en lo referente a Prevención de Incendios.</p> <p>Los Productos Químicos identificados de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado.</p> <p>Los residuos generados durante los procesos de digestión de las diatomeas se almacenan temporalmente en un bidón, el cual será entregado a gestor una vez haya superado el 80% de su capacidad (20 Lt).</p> <p>Al cierre del presente periodo se validó que el bidón en que se almacenan los residuos químicos superó el 80% de su capacidad con 18,7 Lt. Por tal razón se solicita al proveedor del servicio la disposición de los residuos peligrosos.</p> <p>En el anexo 4 del mes se adjunta el manifiesto entregado por el proveedor del servicio.</p> <p>En el manifiesto se registran 214 kg, los cuales corresponden a la totalidad de los RESPEL generados por la compañía, de los cuales 18 corresponden al proyecto <i>Sistema de indicadores de la calidad del agua de los ríos del sistema de abastecimiento del acueducto de Bogotá utilizando la comunidad de diatomeas.</i></p> <p>Acorde a la normatividad nacional vigente se realiza la disposición de los residuos según el código de colores establecido. Los bidones son almacenados de manera temporal en la zona de acopio de residuos peligrosos, hasta que son recogidos por el gestor seleccionado.</p> <p>En este periodo se realizó recolección de Residuos por parte de Nuestro gestor en Disposición final DESCONT.</p>
<b>MES 7</b>	<p>El equipo de profesionales ejecuta sus actividades de manera idónea y sin contratiempos tanto de manera remota como en el laboratorio, periódicamente se realizan reuniones de seguimiento donde se evalúan los porcentajes de avance y se evalúan los riesgos que se puedan materializar durante la ejecución de las actividades propias del proyecto.</p> <p>El proceso de gestión humana garantiza que el equipo mantenga cobertura respecto a riesgos laborales, mientras que desde el proceso de HSEQ se solicitan los pagos de seguridad social en los tiempos definidos.</p> <p>Los indicadores referentes a accidentalidad continúan siendo nulos a la fecha dado que no se han registrado eventos asociados a las actividades del proyecto, mismo caso aplica frente a las enfermedades laborales.</p> <p>El personal interno y externo participante en el proyecto continúa aplicando el formulario de encuesta para el auto reporte de condiciones de salud, con el cual se realiza seguimiento continuo para identificar posibles síntomas presentados asociados al COVID-19 y la cual se exponen los resultados en el subtítulo “<b>AUTOREPORTES DE SALUD</b>”.</p> <p>Para garantizar una ventilación natural adecuada en las áreas de trabajo se mantienen puertas y ventanas abiertas continuamente, garantizando un flujo de aire suficiente evitando la recirculación del mismo.</p>

	<p>El personal interno y externo participante en el proyecto participando en el Cronograma de Capacitaciones de la compañía en este periodo se realizó en temas de Plan de Emergencias Familiar, con el objetivo de que todos nuestros profesionales apliquen también la actuación en caso de una emergencia en cas con sus familiares como se ha venido realizando para las áreas de su trabajo.</p> <p>El Programa de medicina preventiva y del trabajo en cuanto a Promoción y Prevención se ha venido ejecutando de manera exitosa en el periodo.</p> <p>Durante el periodo se han generado 2400ml de residuos peligroso, dado que en el sexto periodo del proyecto se realizó la disposición de los residuos existentes se cuenta con capacidad disponible de almacenamiento para su posterior entrega al proveedor contratado.</p>
<p><b>MES 8</b></p>	<p>El equipo de profesionales ejecuta sus actividades de manera idónea y sin contratiempos tanto de manera remota como en el laboratorio, periódicamente se realizan reuniones de seguimiento donde se evalúan los porcentajes de avance y se realiza requerimiento a los riesgos que se puedan materializar durante la ejecución de las actividades propias del proyecto.</p> <p>El proceso de gestión humana garantiza que el equipo mantenga cobertura respecto a riesgos laborales, mientras que desde el proceso de HSEQ se solicitan los pagos de seguridad social en los tiempos definidos.</p> <p>Los indicadores referentes a accidentalidad continúan siendo nulos a la fecha dado que no se han registrado eventos asociados a las actividades del proyecto, mismo caso aplica frente a las enfermedades laborales.</p> <p>El personal interno y externo participante en el proyecto continúa aplicando el formulario de encuesta para el auto reporte de condiciones de salud, con el cual se realiza seguimiento continuo para identificar posibles síntomas presentados asociados al COVID-19 y la cual se exponen los resultados en el subtítulo “<b>AUTOREPORTES DE SALUD</b>”.</p> <p>Para garantizar una ventilación natural adecuada en las áreas de trabajo se mantienen puertas y ventanas abiertas continuamente, garantizando un flujo de aire suficiente evitando la recirculación del mismo.</p> <p><b>Programa de medicina preventiva y del trabajo:</b> Se dispone el espacio de tiempo para realizar conjuntamente con todo el personal pausa activa durante 15 minutos en horas de la tarde, la metodología utilizada es a través de video conferencia delegando semanalmente a un trabajador para liderar la actividad.</p> <p>Durante el último periodo se han generado 1060ml de residuos peligroso, dado que en el mes de Diciembre se realizó la disposición de los residuos existentes. Se cuenta con capacidad disponible de almacenamiento para su posterior entrega al proveedor contratado.</p>

### 3.1 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE RESIDUOS

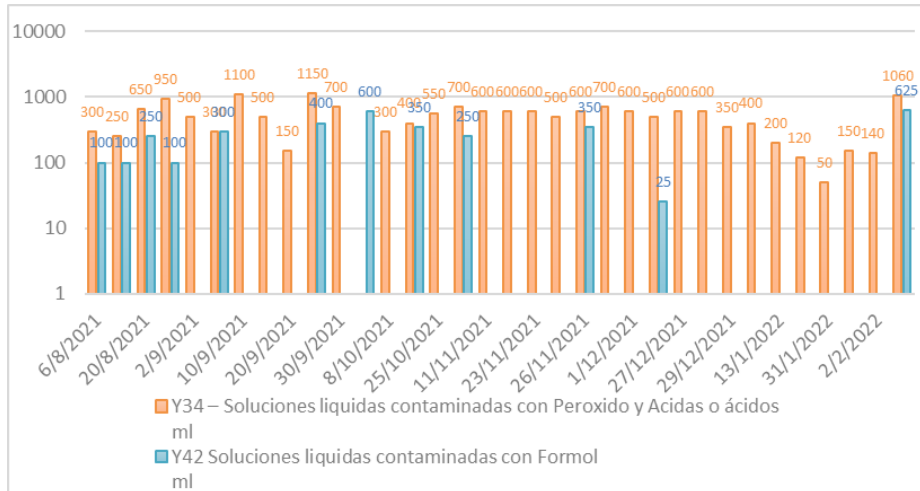
La Compañía CPA INGENIERIA S.A.S en cumplimiento de su Política HSEQ, así como de los requisitos legales ambientales que le aplican, ha identificado el tipo de residuo que se genera durante las diferentes actividades realizadas en el laboratorio, para su respectivo manejo y disposición final.



<p>Los residuos generados durante los procesos de digestión de las diatomeas se almacenan temporalmente en un bidón, el cual será entregado a gestor una vez haya superado el 80% de su capacidad (20 Lt).</p> <p>En los periodos evaluados se validó que el bidón en que se almacenan los residuos químicos superó el 80% de su capacidad con 18,7 Lt, Por tal razón se solicita al proveedor del servicio la disposición de los residuos peligrosos.</p>	
<p>En los respectivos informes mensuales se adjunta el manifiesto entregado por el proveedor del servicio.</p> <p>En el manifiesto se registran 214 kg, los cuales corresponden a la totalidad de los RESPEL generados por la compañía, de los cuales 18 corresponden al proyecto <i>Sistema de indicadores de la calidad del agua de los ríos del sistema de abastecimiento del acueducto de Bogotá utilizando la comunidad de diatomeas.</i></p>	
<p>Acorde a la normatividad nacional vigente se realiza la disposición de los residuos según el código de colores establecido. Los bidones son almacenados de manera temporal en la zona de acopio de residuos peligrosos, hasta que son recogidos por el gestor seleccionado.</p>	

En la **FIGURA 52** se relacionan la cantidad de mililitros generados por cada una de las soluciones químicas residuales identificadas durante el proceso.





**FIGURA 52. MILILITROS GENERADOS POR CADA UNA DE LAS SOLUCIONES QUÍMICAS RESIDUALES**

### 3.2 SEGUIMIENTO A LOS INDICADORES

Durante el periodo evaluado correspondiente al producto 2 no se presentaron accidentes durante el desarrollo de las actividades del proyecto, tampoco se reportaron enfermedades laborales.

Mediante los siguientes indicadores se evidencia que en los 4 meses de ejecución no se han presentados accidentes. (Tabla 16)

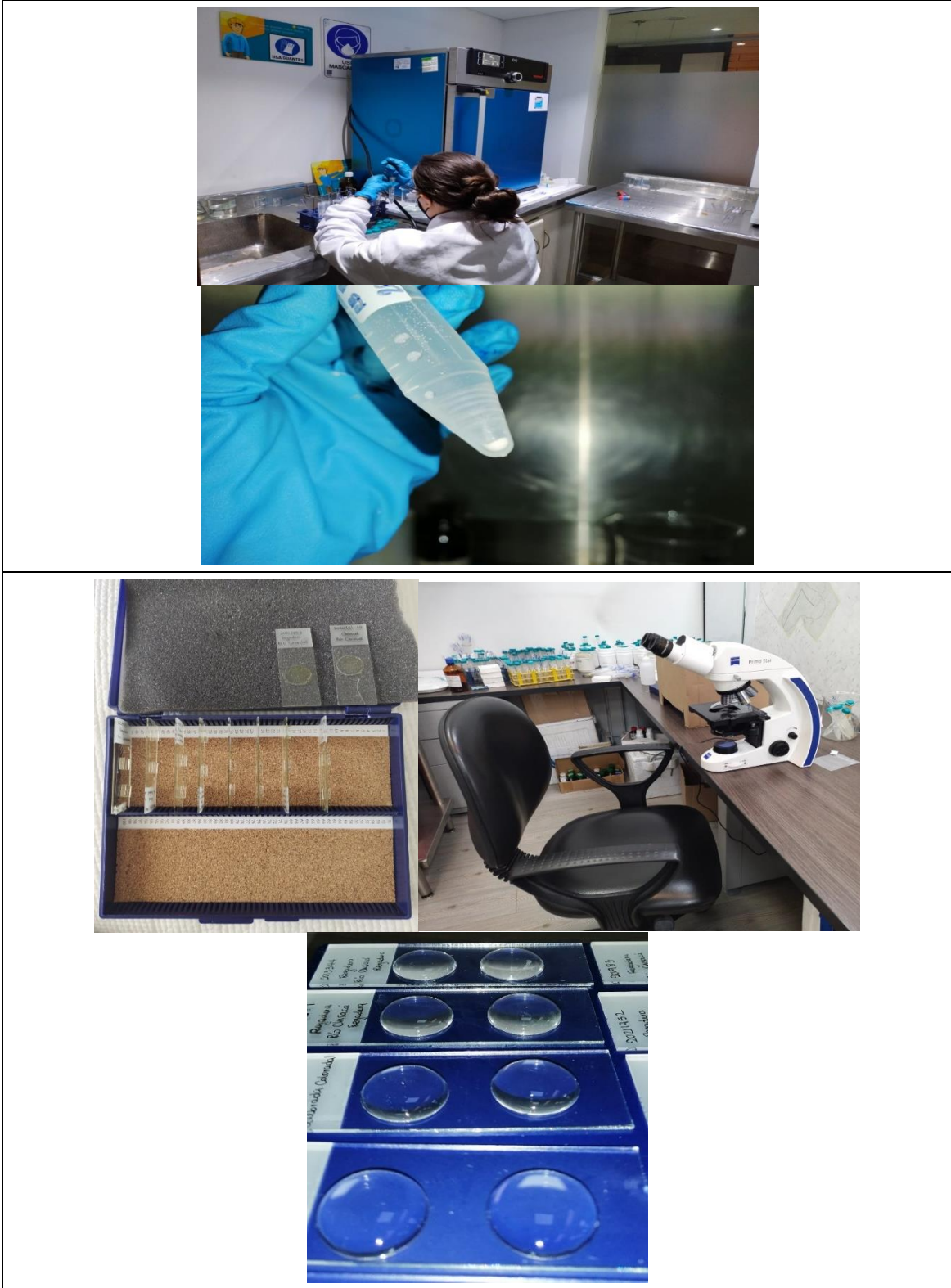
**TABLA 16. INDICADORES ACCIDENTALIDAD**

NOMBRE DEL INDICADOR	FORMULA DEL INDICADOR	INTERPRETACIÓN	RESULTADOS EN EL PERIODO
Frecuencia de accidentalidad	No. de AT que se presentaron en el mes*100 / N° de trabajadores en el mes	Por cada cien (100) trabajadores que laboraron en el mes, se presentaron X accidentes de trabajo	0
Severidad de accidentalidad	No. de días perdidos o cargados por causa de los casos ATEL reportados durante el periodo + # de días cargados en el mes *100/ # de trabajadores en el mes	Por cada cien (100) trabajadores que laboraron en el mes, se perdieron X días por accidente de trabajo	0
Proporción de accidentes mortales	No. de AT mortales que se presentaron en el mes*100 / N° accidentes que se presentaron en el año	En el año, el X% de accidentes de trabajo fueron mortales	0

Ausentismo por causa medica		# de días de ausencia por incapacidad laboral o común en el mes*100/# de días de trabajo programados en el mes	En el mes se perdió X% de días programados de trabajo por incapacidad médica	0
Programa de Vigilancia Epidemiológica Osteomuscular	Prevalencia	(Número de casos nuevos + antiguos / No. De Expuestos) *100.000	Por cada 100.000 trabajadores existen X casos de enfermedad laboral en el periodo Z	0
	Nivel de Incidencia	(Número de casos nuevos en el periodo / Población expuesta en el periodo) /100.000	Por cada 100.000 trabajadores existen X casos nuevos de enfermedad laboral en el periodo Z	0




**CONDICIONES DEL PUESTO DE TRABAJO**





### 3.2.1 Riesgo Químico

**TABLA 17. RIESGO QUÍMICO**

Productos Químicos identificados de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado	(No. de productos químicos que cumplen con el rotulado*100 / No. de productos químicos utilizados)	$3*100/3=100\%$
<b>PERÓXIDO DE HIDRÓGENO 30%</b>	<b>SOLUCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO</b>	<b>NAPHRAX</b>
		

### 3.2.2 Afiliaciones a seguridad social y riesgos laborales

Las encuestas de condiciones de salud reflejan que no se presentó ausentismo por ninguno de estos motivos.

Mediante los siguientes indicadores se evidencia el seguimiento al Programa de Vigilancia Epidemiológica Osteomuscular. (TABLA 18)

**TABLA 18. INDICADOR AFILIACIONES A SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS LABORALES**

<b>AFILIACIONES A SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS LABORALES</b>		
La totalidad del personal que participa en el proyecto se encuentra afiliado a seguridad social y Riesgos Laborales.	(No. de trabajadores afiliados* 100 / N° de trabajadores en el mes)	$10*100/10 = 100\%$

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S

### 3.2.3 Actividades de capacitación

Las capacitaciones realizadas al personal del proyecto se han realizado de manera virtual, teniendo en cuenta que aún nos encontramos en emergencia sanitaria.

Estas se han orientado a la prevención y el control de los riesgos evaluados para el proyecto, abarcando las diferentes áreas como son emergencias, residuos peligrosos (RESPEL), riesgo psicosocial. En la TABLA 19 se presentan los indicadores de capacitación desarrollados de manera mensual.

**TABLA 19. INDICADORES ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN**

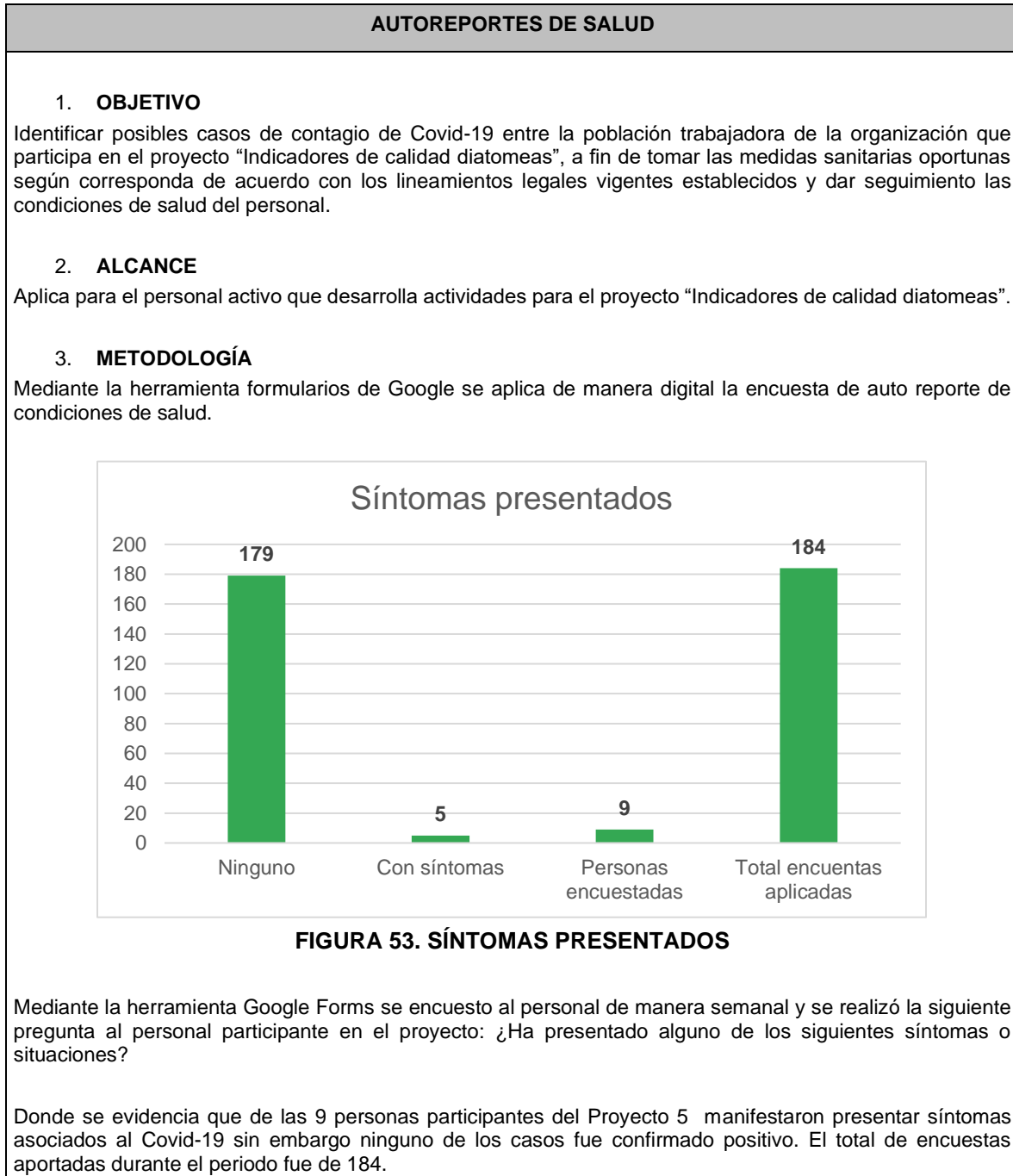
ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN		
<b>MES 5</b>		
Capacitación en primeros auxilios básicos	(No. de trabajadores afiliados* 100 / N° de trabajadores en el mes)	$2*100/9 = 22\%$
Capacitación sobre accidente ofídico	(No. de trabajadores afiliados* 100 / N° de trabajadores en el mes)	$5*100/9 = 55\%$
Programa de medicina preventiva y del trabajo	Se dispone el espacio de tiempo para realizar conjuntamente con todo el personal pausa activa durante 15 minutos en horas de la tarde, la metodología utilizada es a través de video conferencia delegando semanalmente a un trabajador para liderar la actividad.	
<b>MES 6</b>		
Capacitación en Prevención de Incendios	(No. de trabajadores afiliados* 100 / N° de trabajadores en el mes)	$2*100/9 = 22\%$
Programa de medicina preventiva y del trabajo	Se dispone el espacio de tiempo para realizar conjuntamente con todo el personal pausa activa durante 15 minutos en horas de la tarde, la metodología utilizada es a través de video conferencia delegando semanalmente a un trabajador para liderar la actividad.	
<b>MES 7</b>		
Capacitación en Plan de Emergencias Familiar	(No. de trabajadores afiliados* 100 / N° de trabajadores en el mes)	$4*100/9 = 44\%$
Programa de medicina preventiva y del trabajo	Se dispone el espacio de tiempo para realizar conjuntamente con todo el personal pausa activa durante 20 minutos en horas de la tarde, la metodología es a través de dinámicas donde se realice movilidad articular de todo el cuerpo.	
<b>MES 8</b>		
Programa de medicina preventiva y del trabajo	Se dispone el espacio de tiempo para realizar conjuntamente con todo el personal pausa activa durante 20 minutos en horas de la tarde, la metodología es a través de dinámicas donde se realice movilidad articular de todo el cuerpo.	

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S



### 3.2.4 Auto reportes de salud

A continuación se presenta el objetivo, alcance, metodología y resultados de los reportes realizados durante los 4 meses de ejecución del Producto 2 por los diferentes profesionales que hacen parte del mismo.

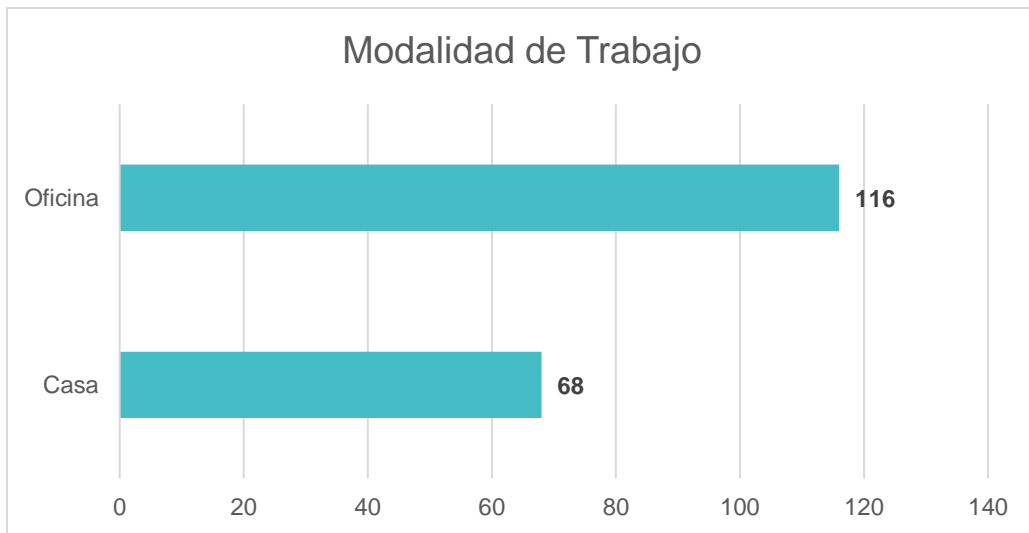




**FIGURA 54. CONTACTO CON PERSONAS POSITIVAS**

Se formulo la pregunta: ¿Ha tenido contacto con personas que hayan presentado los Síntomas o Positivos para COVID en los últimos 14 días?

A la cual 2 personas manifestaron haber tenido contacto con casos sospechosos de ser positivos, durante dichos periodos en que se registraron los reportes se estableció comunicación continua para garantizar el cumplimiento de los protocolos de bioseguridad, dichos casos no fueron confirmados positivos.

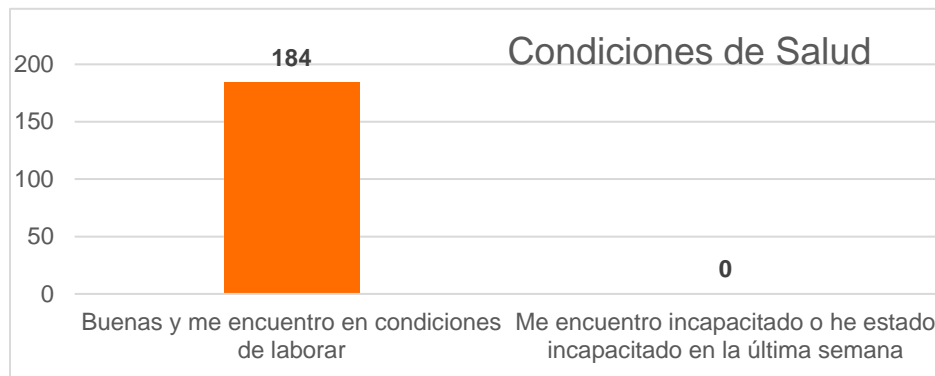


**FIGURA 55. MODALIDAD DE TRABAJO**

Durante el seguimiento se ejecutaron actividades en campo las cuales tuvieron cobertura en Seguridad y Salud en el Trabajo según los estándares normativos y contractuales establecidos.

La modalidad de trabajo que prevaleció fue presencial, dado que para el mes de septiembre se retornó a la presencialidad en la mayoría de casos cumpliendo con los protocolos de bioseguridad definidos en el marco

normativo con un alcance para la totalidad del personal, sin embargo se observa que gran parte de las actividades realizadas se ejecutaron desde casa.



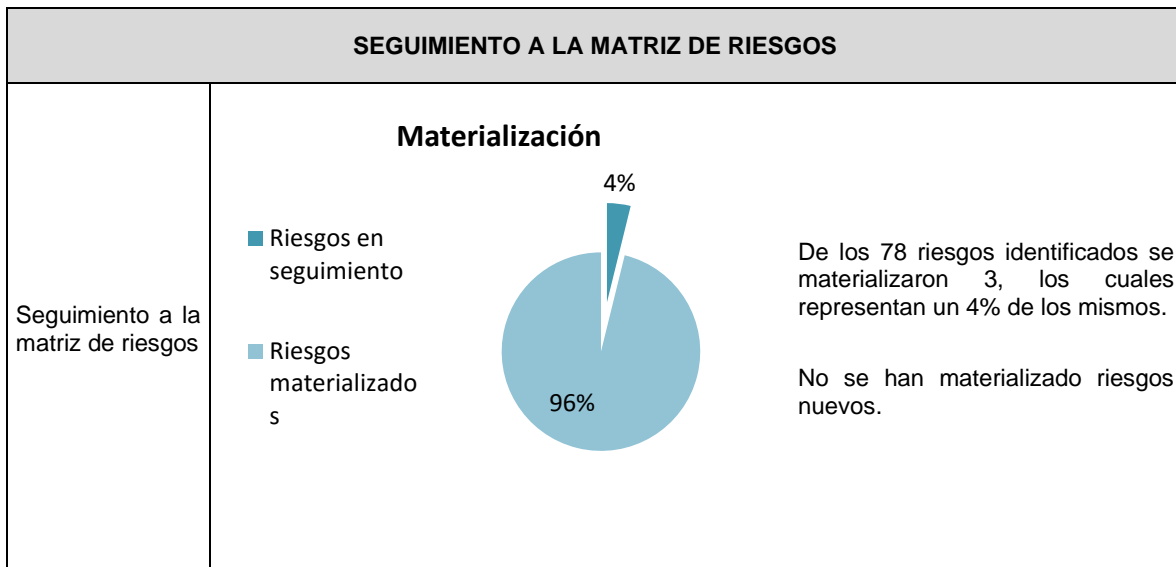
**FIGURA 56. CONDICIONES DE SALUD**

Se solicitó al personal referir mediante el formulario indicar sus condiciones de salud son, donde podían referir una de las siguientes afirmaciones:

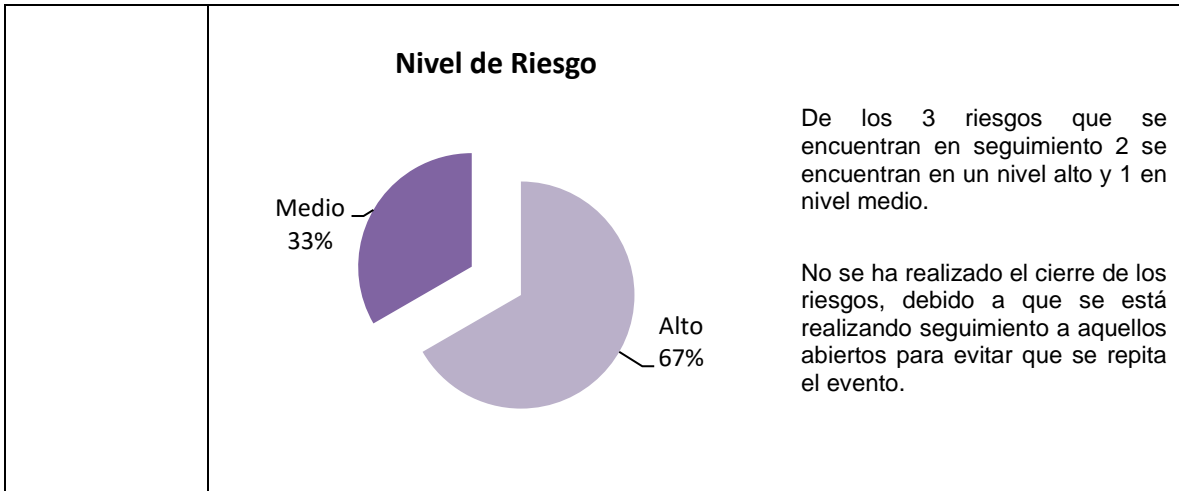
- Buenas y me encuentro en condiciones de laborar
- Me encuentro incapacitado o he estado incapacitado en la última semana

La grafica refleja los resultados obtenidos, donde no se presentaron incapacidades en el personal participante del proyecto.

### 3.2.5 Gestión de la matriz de riesgos







### 3.2.6 Monitoreo al cumplimiento de los planes de acción

La matriz presenta la trazabilidad de los planes de acción realizados para el cierre de los riesgos materializados.

**TABLA 20. MATRIZ RIESGOS MATERIALIZADOS**

SEGUIMIENTO A LA MATRIZ DE RIESGOS							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA DE LA OCURRENCIA DEL EVENTO	ESTADO	NIVEL DE RIESGO	PLAN DE ACCIÓN	ESTADO DE SEGUIMIENTO	FECHA PROGRAMADA DE CIERRE
31	Demoras en los procesos de selección y contratación del personal.	Retrasos en la ejecución del contrato. Reprogramación de actividades. Incremento en costos. Tiempos muertos.	Seguimiento	Alto	<p>Contar con un listado de profesionales suplentes para cada uno de los perfiles del proyecto.</p> <p>Realizar la contratación de los profesionales del proyecto, estableciendo los productos y los tiempos de entrega de común acuerdo con cada profesional</p> <p>Asegurar que cada uno de los contratos de los profesionales críticos cuente con la respectiva clausula penal por incumplimiento del contrato</p>	<p>Todo el personal del proyecto se encuentra contratado de manera formal por parte de la compañía.</p> <p>Los profesionales críticos, quienes se encuentra por prestación de servicios cuentan en su contrato con la respectiva cláusula de penalidad</p> <p>06-09-2021 Se está ubicando el personal suplente para el proyecto.</p> <p>16-09-2021 En el transcurso de la semana se realiza revisión de bases de datos de profesionales, sin embargo no se encuentran profesionales que cumplan. Para el viernes 17 de septiembre se programa la publicación para la consecución de personal de back up.</p>	
40	Errores u omisiones en la coordinación e integración de equipos, materiales, recurso humano y demás bienes requeridos para la ejecución de las	Reprogramación de actividades. Demoras en la ejecución del contrato. Incremento en costos. Tiempos muertos.	Seguimiento	Alto	<p>Ajuste del Plan de Calidad que incluye la programación de actividades.</p> <p>Seguimiento semanal al cronograma de actividades</p>	<p>07-09-2021 Se encuentra ajustado el Plan de Calidad y será entregado para revisión por parte del EAAB el día 09 - 09-2021.</p> <p>Se realiza seguimiento semanal al Cronograma de Actividades identificando posibles retrasos y estableciendo planes de acción.</p> <p>16/09/2021 Se continúa con la</p>	<p>Se continuará con el monitoreo de manera semanal, con el fin de prevenir posibles retrasos</p>

SEGUIMIENTO A LA MATRIZ DE RIESGOS							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA DE LA OCURRENCIA DEL EVENTO	ESTADO	NIVEL DE RIESGO	PLAN DE ACCIÓN	ESTADO DE SEGUIMIENTO	FECHA PROGRAMADA DE CIERRE
	actividades del contrato.					realización de ajuste del cronograma de acuerdo con las observaciones emitidas por EAAB.	
78	Ineficiencia en el manejo de equipos. Daños o pérdida de equipos por falta de habilidad y/o conocimiento de proveedores / Subcontratistas.	Reprogramación de actividades. Demoras en la ejecución del contrato. Incremento en costos.	Seguimiento	Medio	Se revisa el tipo de empaque utilizado para el envío de las placas y se refuerza. Se realiza el cambio de proveedor de servicio de transporte.	Se envían nuevamente las placas sin reportarse novedades.	Cada uno de los servicios de transporte de placas deben ser monitoreados con el fin de verificar si se materializa el riesgo o no.