	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>	
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(156)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	<b>JENNIFER DEL ROSARIO RINCON ATUESTA ANDREA JULIETH PEREZ QUIÑONES</b>		
FACULTAD	<b>CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>		
PLAN DE ESTUDIOS	<b>INGENIERIA AMBIENTAL</b>		
DIRECTOR	<b>LOZANO LAZARO YEENY</b>		
TITULO DE LA TESIS	<b>ESTIMACION DE VARIACIONES EN LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEL AGUA, MEDIANTE EL ANALISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RIO “RIO DE ORO”, COMO FUENTE RECEPTORA DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE RIO DE ORO CESAR.</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
SE REALIZO ANALISIS MULTIVARIABLE DURANTE TEMPORADA SECA Y LLUVIOSA, ALREDEDOR DEL CAUCE DEL RIO DE ORO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE UN PUNTO DEL AFLUENTE ANTES DEL CASCO URBANO Y UNO SITUADO EN EL VERTIMIENTO DE AGUA RESIDUAL, PARA DETERMINAR VARIACIONES EN LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEL CUERPO HIDRICO, ASI COMO LA ESTRUCTURACION DE LAS CAUSAS DE LA PROBLEMÁTICA Y SUS CONSECUENCIAS POTENCIALES EN EL MEDIO AMBIENTE.			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PAGINAS: 154	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 0	CD-ROM: 1



ESTIMACIÓN DE VARIACIONES EN LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA,  
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y  
MICROBIOLÓGICAS DEL RIO “RIO DE ORO”, COMO FUENTE RECEPTORA DE LAS  
AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE RIO DE ORO CESAR.

AUTORES:

JENNIFER RINCON ATUESTA

ANDREA PEREZ QUIÑONES

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director.

M. Sc. YEENY LOZANO LAZARO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

OCAÑA, NORTE DE SANTANER, COLOMBIA

OCTUBRE

2020

## Tabla de contenido

1.	Planteamiento del problema.....	1
2.	Formulación del problema. ....	3
3.	Justificación .....	4
4.	Objetivos.....	6
4.1.	Objetivo general. ....	6
4.2.	Objetivos específicos.....	6
5.	Marco referencial. ....	7
5.1.	Marco histórico. ....	7
5.2.	Marco teórico.....	9
5.2.1.	Agua. ....	9
5.2.2.	Ciclo hidrológico.....	10
5.2.3.	Contaminación del agua .....	10
5.2.4.	Tipos de contaminantes del agua. ....	11
5.2.5.	Causas de la contaminación del agua. ....	12
5.2.5.1.	Residuos domésticos. ....	13
5.2.5.2.	Residuos industriales. ....	13
5.2.5.3.	Residuos de producción de productos alimenticios .....	13
5.2.5.4.	Procesos de sedimentación. ....	14
5.2.6.	Calidad del agua.....	14
5.2.6.1.	Los parámetros físicos .....	14
5.2.6.2.	Parámetros químicos .....	15
5.2.6.3.	Parámetros biológicos .....	17
5.3.	Marco contextual.....	17
5.4.	Marco conceptual. ....	20

5.4.1. Índices de contaminación del agua. ....	21
5.4.1.1 ICOMI .....	22
5.4.1.2 ICOMO .....	23
5.4.1.3 ICOSUS .....	23
5.4.1.4 ICOTRO .....	23
5.4.1.5 ICOTEMP .....	23
5.4.1.6 ICOpH .....	23
5.4.2. Importancia del modelo ICO. ....	23
5.5. Marco legal .....	24
5.5.1. Constitución política de Colombia. ....	24
5.5.2. Leyes. ....	25
5.5.3. Decretos. ....	26
5.5.4. Resoluciones. ....	27
6. Diseño metodológico. ....	28
6.1. Tipo de investigación .....	28
6.1.1. Tipo de investigación según su finalidad. ....	28
6.1.2. Tipo de investigación según el carácter de la investigación. ....	28
6.2. Hipótesis. ....	28
6.2.1. Hipótesis Descriptiva .....	28
6.2.2. Hipótesis Explicativa. ....	28
6.3. Población .....	29
6.4. Muestra. ....	29
6.4.1. Técnica para la obtención de muestras. ....	30
6.5. Fases de la investigación. ....	31

6.5.1. Fase 1. Búsqueda de información secundaria e información del área de estudio para la formación de una línea base. ....	31
6.5.2. Fase 2. Selección, localización, descripción y realización de muestreo. ....	32
6.5.3. Fase 3. Determinación de los niveles de contaminación del río. ....	34
6.5.4. Fase 4. Análisis de causas de la contaminación y consecuencias que genera en el río aguas abajo para la construcción de alternativas para el mejoramiento de la calidad del agua. ....	35
6.6. Técnicas para la recolección de información. ....	36
6.6.1. Técnicas para la recolección de información relacionada con características hidrológicas del afluente hídrico. (Caudal, pendiente del cauce, cuenca o unidad a la cual pertenece). ....	36
6.6.2. Técnicas para la descripción de las características climáticas en la zona de estudio. ....	37
6.6.3. Técnica para la determinación de los usos del agua del afluente hídrico e identificación de puntos de descargas de contaminantes en el tramo de estudio. ....	37
6.6.4. Selección de puntos y criterios de muestreo. ....	38
6.6.5. Técnicas para el análisis de características fisicoquímicas y microbiológicas de cada muestra de agua. ....	39
6.6.5.1. ICOMO. ....	40
6.6.5.2. ICOSUS. ....	40
6.6.5.3. ICOTEM. ....	41
6.6.5.4. ICOpH. ....	41
6.6.6. Técnica para el establecimiento de los niveles de contaminación del río. ....	41
6.6.7. Técnica para la modelación de los resultados obtenidos. ....	42
6.6.8. Técnica para el análisis de causas de la contaminación y consecuencias que genera en el río aguas abajo. ....	42
7. Administración del proyecto. ....	44
7.1. Participantes. ....	44
7.1.1. Investigadores principales. ....	44

7.1.2. Director de investigación.....	44
7.1.3. Apoyo profesional.....	44
7.2. Recursos disponibles.....	44
7.2.1. Recursos institucionales.....	44
7.2.2. Recursos financieros.....	45
7.2.2.1 Presupuesto.....	45
8. Cronograma de actividades.....	47
9. Resultados.....	48
9.1 Caracterización inicial y generalidades del afluente hídrico.....	48
9.1.1. propiedades hidrológicas.....	48
9.1.1.1. cuenca o unidad a la cual pertenece.....	48
9.1.1.2. pendiente del cauce.....	49
9.1.2. características climáticas.....	49
9.1.2.1. Precipitación. Y régimen de lluvias.....	49
9.1.3. Usos del agua.....	51
9.2 Puntos de muestreo.....	53
9.2.1. Selección de puntos de muestreo.....	53
9.2.2. Localización geográfica de los puntos de muestreo.....	54
9.2.3. Descripción de puntos de muestreo.....	55
9.2.3.1. Punto de muestreo No1. Aguas arriba del casco urbano del municipio. ...	56
9.2.3.2. Punto de muestreo No2. Aguas abajo del casco urbano del municipio....	57
9.2.3.3. Punto de muestreo No3. Punto de vertimientos de aguas residuales provenientes de la red de alcantarillado del municipio.....	59
9.3 Muestreo.....	60
9.3.1. Caudal.....	61

9.3.1.1.	Punto de muestreo 1. ....	62
9.3.1.2.	Punto de muestreo 2. ....	63
9.3.1.3.	Punto de muestreo 3. ....	64
9.3.1.4.	Comportamiento del caudal en temporada seca. ....	65
9.3.1.5.	Comportamiento del caudal en temporada lluviosa. ....	66
9.4	Determinación de los niveles de contaminación del río. ....	66
9.4.1.	Métodos de análisis. ....	67
9.4.2.	Descripción de resultados de análisis de laboratorio fisicoquímico y microbiológico de las propiedades del agua. ....	68
9.4.2.1.	pH. ....	68
9.4.2.2.	Temperatura. ....	70
9.4.2.3.	Solidos sedimentables. ....	72
9.4.2.4.	Oxígeno disuelto. ....	75
9.4.2.5.	DBO <sub>5</sub> ....	77
9.4.2.6.	DQO ....	79
9.4.2.7.	Solidos suspendidos totales. ....	81
9.4.2.8.	Alcalinidad. ....	83
9.4.2.9.	Dureza Total. ....	85
9.4.2.10.	Coliformes totales. ....	87
9.4.2.11.	Coliformes fecales. ....	89
9.5	Índices ICOS. ....	90
9.5.1.	ICOMO. ....	90
	Tiempo seco ....	90
	Tiempo lluvioso. ....	90
9.5.2.	ICOSUS. ....	91

Tiempo seco.....	91
Tiempo lluvioso.....	92
9.5.3. ICOTEMP.....	92
Temporada seca.....	92
Temporada lluviosa.....	92
9.5.4. ICOpH.....	93
Temporada seca.....	93
Temporada lluviosa.....	93
9.6    Resultados encuestas a la comunidad.....	93
9.7    Análisis consecuencias que genera en el rio aguas abajo.....	99
10.    Conclusiones.....	101
11.    Recomendaciones.....	105
Referencias.....	106
Apéndices.....	111
Apéndice A. Registro fotográfico.....	111
Apéndice B. Resultados análisis de laboratorio.....	115
Apéndice C. Formato encuesta aplicada a la comunidad.....	139



## Lista de figuras

<i>Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Rio de Oro Cesar.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2. Ubicación geográfica sección del cauce del rio de oro que atraviesa el municipio.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3. Descripción fase uno de la investigación. ....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4. Descripción fase dos de la investigación.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 5. Descripción fase tres de la investigación. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6. Descripción fase cuatro de la investigación. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 7. Localización geográfica puntos de muestreo. Fuente: Autores. Software: Qgis. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 8. Ubicación geográfica cuenca del Rio de oro.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 9. Régimen de precipitación municipio de rio de oro. Año 2018. Fuente: IDEAM. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 10 Régimen de precipitación municipio de rio de oro. Año 2019. Fuente: IDEAM.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 11. Ubicación geográfica estación meteorológica de rio de oro. Fuente: Elaboración propia. Software: ArcGis. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 12. Usos de los recursos, bienes y servicios ambientales que oferta el rio de oro según encuesta aplicada. ....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 13. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo establecidos para el estudio. Fuente: Autores. Software: ArcGis. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 14. Punto de muestreo No. 1.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 15. Mapa de pendientes, punto de muestreo No 1. Fuente: Elaboración propia. Software:ArcGis. ....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 16. Punto de muestreo No. 2.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 17. Mapa de pendientes, punto de muestreo No 2. Fuente: Autores. Software: ArcGis. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 18. Punto de muestreo No. 3.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 19. Mapa de pendientes, punto de muestreo No 3. Fuente: Autores. Software: ArcGis ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 20. Comportamiento del caudal en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca. ....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 21. Comportamiento del caudal en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa. ....</i>	<i>66</i>

<i>Figura 22. Comportamiento del pH en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	68
<i>Figura 23. Comportamiento del pH en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	69
<i>Figura 24. Comportamiento del pH en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	70
<i>Figura 25. Comportamiento de la temperatura en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	71
<i>Figura 26. Comportamiento de los sólidos sedimentables en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	73
<i>Figura 27. Comportamiento de los sólidos sedimentables en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	74
<i>Figura 28. Comportamiento del O<sub>2</sub> disuelto en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	75
<i>Figura 29. Comportamiento del O<sub>2</sub> disuelto en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	76
<i>Figura 30. Comportamiento de la DBO<sub>5</sub> en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	77
<i>Figura 31. Comportamiento del O<sub>2</sub> disuelto en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	78
<i>Figura 32. Comportamiento de la DQO en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	79
<i>Figura 33. Comportamiento de la DQO en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	80
<i>Figura 34. Comportamiento de los SST en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	81
<i>Figura 35. Comportamiento de los SST en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	82
<i>Figura 36. Comportamiento de la alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	84
<i>Figura 37. Comportamiento de la alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i>	85
<i>Figura 38. Comportamiento de la dureza en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.</i>	85

<i>Figura 39. Comportamiento de la dureza en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 40. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Considera usted que el río se encuentra en buenas condiciones?.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 41. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Considera usted que el río debe ser protegido para evitar su contaminación?.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 42. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Alguna vez ha arrojado basuras al río?..</i>	<i>95</i>
<i>Figura 43. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿tiene usted alguna conexión para aguas residuales que vierta directamente al río? .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 44. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Alguna vez ha visto a algún vecino o a alguien perteneciente a la comunidad, tirar basuras o cualquier material contaminante al río?.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 45. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿De quién cree es usted que es la responsabilidad del cuidado del río? .....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 46. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Se comprometería usted a defender el río frente a personas que llegaran con intención de contaminarlo? .....</i>	<i>99</i>

## Lista de tablas.

<i>Tabla 1</i> Descripción distribución temporal del muestreo para cada temporada del régimen de precipitación. ....	39
<i>Tabla 2.</i> Categorías para la clasificación del grado de contaminación según los índices ICO's .....	42
<i>Tabla 3.</i> Presupuesto personal Científico. ....	45
<i>Tabla 4.</i> Presupuesto personal de apoyo en la investigación. ....	45
<i>Tabla 5.</i> Presupuesto para la adquisición de materiales e insumos del proyecto. ....	45
<i>Tabla 6.</i> Presupuesto requerido para la adquisición de equipos necesarios para el desarrollo de la investigación.....	46
<i>Tabla 7.</i> Presupuesto proyectado para costos de viáticos necesarios en el proceso investigativo.....	46
<i>Tabla 8.</i> Presupuesto general proyectado para el desarrollo de la investigación.....	46
<i>Tabla 9.</i> Cronograma de actividades.....	47
<i>Tabla 10.</i> Clasificación usos del rio de oro según encuesta. ....	52
<i>Tabla 11.</i> Coordenadas puntos de muestreo de agua, para latitud y longitud, coordenadas en sistema de coordenadas WGS84 tomadas en campo mediante uso de GPS. Para Coor X y Coor Y, coordenadas calculadas a partir de proyección cartográfica en el sistema de coordenadas Magna Colombia Bogotá origen central.....	54
<i>Tabla 12</i> Muestreo para la temporada seca.....	61
<i>Tabla 13.</i> Muestreo para la temporada lluviosa. ....	61
<i>Tabla 14.</i> Medición de caudal en temporada seca para el punto de muestreo antes del casco urbano.....	62
<i>Tabla 15.</i> Medición de caudal en temporada lluviosa para el punto de muestreo antes del casco urbano.....	62
<i>Tabla 16.</i> Medición de caudal en temporada seca para el punto de muestreo después del casco urbano.....	63
<i>Tabla 17.</i> Medición de caudal en temporada lluviosa para el punto de muestreo después del casco urbano.....	63

<i>Tabla 18. Medición de caudal en temporada seca para el punto de muestreo ubicado en el vertimiento.</i>	64
<i>Tabla 19. Medición de caudal en temporada lluviosa para el punto de muestreo ubicado en el vertimiento.</i>	64
<i>Tabla 20. Comportamiento del caudal en los diferentes puntos de muestreo durante la temporada seca.</i>	65
<i>Tabla 21. Comportamiento del caudal en los diferentes puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.</i>	66
<i>Tabla 22. Descripción métodos de análisis para cada uno de los parámetros estudiados en la investigación.</i>	67
<i>Tabla 23. Comportamiento del parametro del pH durante la temporada seca.</i>	68
<i>Tabla 24. Comportamiento del parametro del pH durante la temporada lluviosa.</i>	69
<i>Tabla 25. Comportamiento de la temperatura en cada uno de los puntos de medicion durante tiempo seco.</i>	70
<i>Tabla 26. Comportamiento de la temperatura en cada uno de los puntos de medicion durante tiempo de lluvias.</i>	71
<i>Tabla 27. Comportamiento del parametro solidos sedimentables en cada uno de los puntos de medicion durante tiempo seco.</i>	72
<i>Tabla 28. Comportamiento del parámetro sólidos sedimentables en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i>	73
<i>Tabla 29. Comportamiento del parámetro oxígeno disuelto en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i>	75
<i>Tabla 30. Comportamiento del parámetro oxígeno disuelto en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i>	76
<i>Tabla 31. Comportamiento del parámetro DBO5 en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i>	77
<i>Tabla 32. Comportamiento del parámetro DBO5 en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i>	78
<i>Tabla 33. Comportamiento del parámetro DQO en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i>	79
<i>Tabla 34. Comportamiento del parámetro DQO en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i>	80

<i>Tabla 35. Comportamiento del parámetro SST en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i> .....	81
<i>Tabla 36. Comportamiento del parámetro SST en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i> .....	82
<i>Tabla 37. Comportamiento del parámetro Alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i> .....	83
<i>Tabla 38. Comportamiento del parámetro Alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso. Figura 37. Comportamiento de la alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.</i> .....	84
<i>Tabla 39. Comportamiento del parámetro dureza en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i> .....	85
<i>Tabla 40. Comportamiento del parámetro dureza en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i> .....	86
<i>Tabla 41. Comportamiento del parámetro Coliformes totales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i> .....	87
<i>Tabla 42. Comportamiento del parámetro Coliformes totales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i> .....	88
<i>Tabla 43. Comportamiento del parámetro Coliformes fecales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.</i> .....	89
<i>Tabla 44. Comportamiento del parámetro Coliformes fecales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.</i> .....	89
<i>Tabla 45. Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) para el rio de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca.</i> .....	90
<i>Tabla 46. Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) para el rio de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.</i> .....	90
<i>Tabla 47. Índice de contaminación solidos suspendidos (ICOSUS) para el rio de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca.</i> .....	91
<i>Tabla 48. Índice de contaminación solidos suspendidos (ICOSUS) para el rio de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.</i> .....	92
<i>Tabla 49. Índice de contaminación por temperatura (ICOTEMP) para el rio de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca.</i> .....	92
<i>Tabla 50. Índice de contaminación por temperatura (ICOTEMP) para el rio de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.</i> .....	92

*Tabla 51. Índice de contaminación por pH (ICOpH) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca. ....93*

*Tabla 52. Índice de contaminación por temperatura (ICOpH) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa. ....93*

## 1. Planteamiento del problema

Los hábitos y necesidades básicas del hombre demandan grandes volúmenes de agua, y aunque la tecnología actual nos permite reducir considerablemente este consumo, aún se necesita promover el conocimiento de la misma, pues ningún ser vivo existente en el planeta tierra puede sobrevivir sin el preciado líquido (Conservemos, 2017).

Sabiendo que el agua es el principal componente del cuerpo humano Y que en su dieta juega un papel esencial en los procesos fisiológicos de la digestión, absorción y eliminación de desechos metabólicos no digeribles, también para la estructura y función del aparato circulatorio, entre otras, el consumo de esta bebida, ha de garantizar nuestra correcta hidratación a cualquier edad o circunstancia vital, en consecuencia, es muy importante asegurar el aporte en cantidad y calidad adecuada, especialmente cuando conocemos la influencia que el grado de hidratación puede tener sobre la salud y el bienestar de los seres vivos (Iglesias, y otros, 2011).

Por otro lado, el aumento de la población en las últimas décadas y el incremento de actividades productivas excesivamente demandantes de agua, incrementan su consumo y por cierto la contaminación de la misma, acelerando la explotación de los recursos hídricos y de la tierra (Acosta & Martínez, 2010), En el municipio de Rio de oro, existe un afluente hídrico cuyo nombre al del municipio “Rio de oro”, este al atravesar el casco urbano del ente territorial, es objeto o receptor de vertimientos de aguas domesticas a lo largo de su trayecto, además de ser receptor también de la totalidad de los residuos líquidos generados en el municipio y dispuesto en este cauce aguas abajo. Por lo tanto, este rio no se encuentra exento a la problemática relacionada con la contaminación del recurso hídrico, es por ello que el presente estudio se basó



en la estimación de las variaciones en los niveles de contaminación del agua, mediante el análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas, además del análisis causa efecto de las mismas, para la indagación y formulación de estrategias o alternativas que permitan la estabilidad del ecosistema circundante del Rio de oro perteneciente al municipio de Rio de oro, Cesar.

## **2. Formulación del problema.**

¿Qué alteraciones en el recurso hídrico se están generando a raíz de la contaminación del río Río de Oro perteneciente al municipio de Río de Oro Cesar?

### 3. Justificación

El agua es una molécula esencial para la formación y mantenimiento de la biota en nuestro planeta, puesto que es la sustancia que sostiene los procesos biológicos (IICA, 1983). De esta dependen todas las formas de vida conocidas y por lo tanto de su calidad y disponibilidad.

La protección del agua y el ambiente se hace entonces necesaria para el alcance de los objetivos del desarrollo sostenible, de tal forma que la formulación de medidas orientadas al cuidado del recurso hídrico deben ser prioridad en el transcurrir del siglo XXI, al mismo tiempo los esfuerzos en la investigación y el cuidado del agua, son el paradigma a seguir en los próximos años.

El desarrollo del presente proyecto de investigación, pretendió obtener conocimientos relacionados con la alteración de las características fisicoquímicas y microbiológicas en el agua, así como la determinación de las causas y consecuencias de la contaminación en el río de oro y los sistemas que se relacionen con él, de tal forma que los resultados de esta investigación puedan ser usados en algún momento como herramienta para la formulación de estrategias y mecanismos que contribuyan a la descontaminación del afluente hídrico.

El empleo de la información producto de la presente investigación, es una valiosa herramienta para la concienciación de la comunidad local con el fin de demostrar los efectos ambientales causados por los ciudadanos del municipio.

El estudio estableció una metodología pertinente para verificar el desarrollo en la calidad de afluentes a través del tiempo además de ser aplicable en otras circunstancias.



## **4. Objetivos.**

### **4.1. Objetivo general.**

Estimar las variaciones en los niveles de contaminación del agua, mediante el análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas en el tramo del río que atraviesa el casco urbano del municipio de Rio de Oro.

### **4.2. Objetivos específicos.**

Elaborar un diagnóstico relacionado con las generalidades del afluente hídrico (características hidrológicas, características climáticas. Usos de agua).

Determinar los niveles de contaminación del agua en la parte alta, media y baja de la sección de interés (Puntos de muestreo antes del casco urbano, después del casco urbano y en el vertimiento).

Analizar las causas, consecuencias e impactos que genera la contaminación en el río, en el tramo que atraviesa el casco urbano en el municipio de Rio de oro.

## 5. Marco referencial.

### 5.1. Marco histórico.

La gran mayoría de los académicos, quienes estudian los fragmentos de la historia, han demostrado que el origen de la organización humana, el origen de nuestra especie como civilización, ha traído consigo a su vez el origen de lo que conocemos como contaminación, ya que la producción de desechos es y ha sido una de las características con las cuales podemos distinguir a la humanidad. Si bien en un comienzo, la dinámica ecosistémica era capaz de mitigar rápidamente los efectos de la contaminación, los problemas se intensificaron a medida que la población aumento, de tal forma que surgió la vida urbana y se estableció el asentamiento humano como forma de vida de la mayoría de las culturas (Sarlingo, 1998).

El desarrollo tecnológico, otra característica propia de nuestra especie, ha cambiado también la forma en la cual se realizan las cosas, los esfuerzos que nuestros antepasados realizaban para la obtención de los recursos necesarios para su subsistencia ya no son los mismos, aun así, este avance tecnológico nos ha costado la destrucción en gran medida el deterioro ambiental de nuestros días.

Los procesos intensos de contaminación que se viven hoy en día, tienen su origen en la revolución industrial, con este fenómeno el ser humano logro elevar la cantidad de sustancias contaminantes al ambiente, de tal forma que este no es capaz de asimilarlas o de gradarlas en su totalidad. (Albert, 1995) En su libro, nos muestra la forma en la cual la humanidad a partir de la finalización de la segunda guerra mundial, ha sido capaz de generar enormes cantidades de

desechos, a través de procesos de extracción, producción y uso de diversas sustancias, tanto naturales como sintéticas.

La contaminación del recurso hídrico en Colombia, se ha desarrollado a lo largo de los años siguiendo un patrón relacionado con las actividades productivas, el crecimiento poblacional y el nivel de gestión ambiental de cada región, afectado diversidad de afluentes en diferentes grados y en diferentes cuencas.

Para el año 2004, (Segura, 2007), afirma que en materia de saneamiento básico, Colombia presentaba un enorme déficit, ya que las actividades correspondientes a la gestión de los residuos líquidos (recolección, transporte, tratamiento) adecuada tan solo se llevaban a cabo en alrededor de un 12% de los vertimientos totales del país, lo cual evidenciaba incumplimiento altísimo de la normatividad nacional ambiental vigente.

Para el año 2010 según muestra el (Departamento Nacional de Planeación, 2015) en el plan nacional de desarrollo 2010-2014 “prosperidad para todos”, en el país se trataban un 36,68% de las aguas residuales generadas, lo cual muestra con respecto al año 2004 una mejora en las labores de saneamiento básico.

Por otra parte, en las bases del plan nacional de desarrollo 2018-2022 (Departamento Nacional de Planeación, 2019), se evidencia que desde el 2010 hasta el 2016, pasaron de tratarse el 36,68% de las aguas residuales del país a solo el 42,2%, un aumento muy poco significativo para un lapso tan amplio de tiempo.

Lo anterior demuestra que históricamente el tratamiento de las aguas residuales no parece ser una prioridad para los gobiernos nacionales, departamentales ni municipales. El país entonces está dependiendo únicamente de la depuración natural de las aguas. Sin embargo, con el aumento poblacional de nuestro país, y por consiguiente el aumento de la demanda de recursos y producción de desechos, los efectos en la contaminación de las aguas serán aún mayores, haciendo más necesaria mejorar las cifras de tratamiento de aguas residuales, por medio de la aplicación de estrategias para la gestión de las mismas.

El municipio de rio de oro, históricamente ha carecido de sistemas de tratamiento de agua residual, tal y como lo señala el plan de desarrollo municipal 2012-2015 (Alcaldía municipal de Rio de Oro, 2012), no se hace tratamiento a estas aguas en ningún grado. Por otro lado, como la mayoría de los centros urbanos, siempre existe en el cierto nivel de incremento poblacional, lo cual hace que cada vez el problema de la incorrecta disposición de los residuos líquidos se agudice, contribuyendo al deterioro del Rio de oro.

## **5.2. Marco teórico.**

**5.2.1. Agua.** (IDEAM, 2001) Define al agua como un compuesto que presenta características únicas y esenciales para el desarrollo de la vida, cuantioso en la naturaleza y responsable de los ciclos biogeoquímicos. De tal manera que es agua es uno de los componentes esenciales para funcionamiento del sistema de nuestro planeta tierra.

Desde el punto de vista químico, el agua es una molécula formada a partir de enlaces entre dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno en la forma de (H<sub>2</sub>O), esta sustancia cubre alrededor del 71% de la superficie de nuestro planeta y se encuentra en sus formas sólida, líquida y gaseosa



desde las profundidades de las capas internas, hasta las capas atmosféricas de la tierra. Es además responsable de la formación de numerosos ecosistemas en el globo terrestre por ser contenedora y disolvente de otras sustancias orgánicas (IDEAM, 2001).

**5.2.2. Ciclo hidrológico.** Se refiere al proceso continuo en el cambio de estado que sufre el recurso hídrico a través del tiempo, influenciado por las condiciones climáticas y en especial por la radiación solar (Instituto geológico y minero de España, 2002). Por lo tanto, se estudia el agua en cada uno de sus estados y se entiende mediante estos mecanismos el funcionamiento y la importancia de este compuesto en los ecosistemas y la vida.

A pesar de la importancia que tiene el agua en los procesos bioquímicos que hacen posible la vida en nuestro planeta, las actividades humanas han deteriorado la calidad de la misma a través de los años, de tal forma que gradualmente se contaminan grandes cantidades de agua ya que son los ríos y demás fuentes las receptoras de nuestros desechos.

**5.2.3. Contaminación del agua.** Cada una de las sustancias que puedan alterar la calidad normal del recurso hídrico o su relación con los demás componentes del ambiente en presencia de cierta cantidad, es considerada contaminante, como tal, estos producen ciertos efectos ambientales relacionados con su composición y la forma en que estos pueden interactuar con el medio.

Como cualquier otro tipo de contaminación, esta puede presentarse en efectos adversos relacionados con el detrimento de los bienes y servicios ambientales, los ecosistemas y la salud humana (Albert, 1995).

**5.2.4. Tipos de contaminantes del agua.** según (Manahan, 2007). Entre los tipos de contaminantes que las actividades humanas vierten en las fuentes de agua tenemos:

- Contaminantes elementales:
- Metales pesados.
- Radionúclidos.
- Contaminantes inorgánicos
- Asbesto:
- Nutrientes de algas.
- Sustancias alteradoras del pH.
- Trazas de contaminantes orgánicos
- Medicamentos
- Bifenilos policlorados
- Plaguicidas
- Residuos de petróleo
- Residuos humanos de alcantarillado

- Materia orgánica medida en DBO.
- Patógenos.
- Detergentes
- Compuestos carcinógenos químicos.
- Sedimentos
- Sustancias que dan sabor, olor y color.

Estos, notablemente son una clasificación de contaminantes, determinada por la naturaleza misma de la sustancia, Por otro lado, (Da Ros, 1995), clasifica los contaminantes del agua en 4 categorías, estos, contrarios a la clasificación de Manahan están clasificados teniendo en cuenta el origen o sector fuente del contaminante:

- Residuos domésticos.
- Residuos Industriales.
- Productos alimenticios
- Procesos de sedimentación.

**5.2.5. Causas de la contaminación del agua.** Las causas de la contaminación del agua se relacionan directamente con las actividades humanas, principalmente las actividades productivas

de la industria (Albert, 1995). Por consiguiente, las causas de la contaminación del agua se relacionan con los siguientes:

**5.2.5.1. Residuos domésticos.** Derivados de las actividades cotidianas de cada ser humano, también llamadas aguas negras, son principalmente grandes cantidades de materiales orgánicos, representan a su vez elevadas cargas de DBO y su mal manejo además de contaminar las aguas representan un problema de salubridad pública, ya que son generadoras de ambientes propicios para la generación de microorganismos y vectores peligrosos (Da Ros, 1995).

**5.2.5.2. Residuos industriales.** Generados por vertimientos químicos producto de las actividades industriales, esta causa de contaminación es más frecuente en las grandes ciudades, donde se concentra la mayoría de las actividades productivas de este tipo.

Los vertimientos industriales se caracterizan por contener sustancias contaminantes inorgánicas, en su mayoría tóxicas con presencia de elementos peligrosos para el ser humano y los ecosistemas en general (Da Ros, 1995).

**5.2.5.3. Residuos de producción de productos alimenticios.** Se relacionan directamente con la producción y explotación agrícola, pecuaria, pesca, además de las actividades de procesamiento de estos alimentos previos a su consumo, en las cuales, durante cada una de las etapas del ciclo productivo se utilizan sustancias químicas para la maximización de la producción, las cuales por procesos biogeoquímicos terminan por disponerse en las corrientes hídricas, por otro lado la gran cantidad de residuos biológicos generados durante el procesamiento de los mismos (Da Ros, 1995).

**5.2.5.4. Procesos de sedimentación.** Carga contaminante derivada de los procesos de erosión sobre la superficie terrestre. Está influenciada por los procesos de deforestación los cuales dejan el suelo desprovisto de cobertura vegetal haciendo que la erodabilidad del suelo aumente, arrastrando con el agua grandes cantidades de sedimentos hacia las corrientes de agua (Da Ros, 1995).

**5.2.6. Calidad del agua.** Es entendida como el resultado de la caracterización de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua (Ramos, Sepulveda, & Villalobos, 2003).

**5.2.6.1. Los parámetros físicos.** Se definen como aquellas características que podemos percibir con el uso de los sentidos, tales como los sólidos suspendidos, turbiedad, color, olor, sabor, y temperatura (Campos I. , Parametros fisicos, 2003).

*Solidos suspendidos.* Conjunto conformado por todas las partículas orgánicas e inorgánicas y líquidos inmiscibles que se encuentran mezclados con el agua (Campos I. , Parametros fisicos, 2003).

*Turbiedad.* Medida relacionada directamente con la presencia y cantidad de solidos suspendidos, en este se mide el grado de absorción o reflejo de la luz del material en suspensión. (Campos I. , Parametros fisicos, 2003).

*Color.* Se denomina color aparente a la percepción del mismo por medio del sentido de la vista, determinado por la presencia de solidos suspendidos en el agua. Por otra parte se denomina color real al color determinado por los sólidos disueltos en el agua (Campos I. , 2003).

*Sabor y olor.* Tanto el olor y el sabor en el agua son inexistentes, ya que esta se trata de una sustancia inodora y sinsabor. por tal razón, el olor y sabor del agua es atribuido a las sustancias suspendidas en el líquido (Campos I. , 2003).

*Temperatura.* Es uno de los parámetros responsables de la fluctuación de las actividades bioquímicas en el agua. La presencia de las diferentes formas de biota acuática dependen directamente de la temperatura, además, este parámetro cumple un papel importante en las reacciones químicas (Campos I. , 2003).

**5.2.6.2. Parámetros químicos.** Los parámetros químicos son aquellos relacionados con las sustancias disueltas en el agua, las cuales no se pueden percibir con los sentidos, de tal forma que se requiere el uso de laboratorios especializados para su determinación (Campos I. , 2003).

Entre los parámetros químicos más importantes con respecto a la determinación de calidad de agua encontramos:

*Sólidos disueltos.* Son aquellas sustancias presentes en el agua, las cuales permanecen en esta incluso después de un proceso de filtrado. La presencia de estas sustancias en el agua puede ser peligrosa, ya que muchos de los sólidos disueltos pueden tener características tóxicas y/o cancerígenas (Campos I. , 2003).

*Alcalinidad.* (Campos I. , 2003), lo define la alcalinidad como una medida de la cantidad de iones presentes en el agua, los cuales interactúan con los iones de hidrógeno para la neutralización del pH.

*Dureza.* Es el parámetro utilizado para la medición de los cationes  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , a mayor presencia de estos cationes en el agua, mayor dureza presentara la misma (Baird, 2004).

*Metales.* Son aquellos elementos metálicos presentes en el agua, los cuales pueden ser tóxicos o no dependiendo de su naturaleza y concentración. Entre los metales presentes en el agua se pueden encontrar los siguientes: Sodio, Hierro, Manganeseo, Plomo, Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Etc (Campos I. , Metales, 2003).

*Elementos orgánicos.* (Campos I. , 2003) clasifica a estas sustancias en dos categorías, estas pueden ser: Biodegradables y no biodegradables.

- **Biodegradables:** son las sustancias que tienen la capacidad de ser asimiladas por los microorganismos, de tal forma que se degradan gradualmente con el tiempo, entre estas tenemos a los azúcares, proteínas, lípidos, entre otros.
- **No biodegradables:** De forma contraria a las biodegradables, estas no pueden ser descompuestas por los microorganismos, entre estas tenemos a la celulosa, el benceno, entre otros.

*Nutrientes.* Dentro de esta categoría se sitúan parámetros de gran importancia como lo son el Nitrógeno y el Fósforo. Estos elementos son los responsables de los problemas de eutrofización de las aguas, además, la ingesta en elevadas concentraciones de estas sustancias puede traer problemas de salud en el ser humano (Campos I. , 2003).

**5.2.6.3. Parámetros biológicos.** Los parámetros biológicos indican la presencia, ausencia y concentración de microorganismos en el agua, generalmente se analizan organismos de interés como los patógenos o demás capaces de poner en riesgo la salud humana. A su vez los parámetros biológicos con indicadores de calidad de agua y por consiguiente de presencia de ciertos contaminantes.

### **5.3. Marco contextual.**

Colombia es un país rico en cuanto a recurso hídrico, su relieve único atravesado por 3 cordilleras las cuales generan una enorme cantidad de ríos y arroyos que transportan el agua desde las montañas a los largos y caudalosos ríos. Se presenta en este país entonces cuatro grandes vertientes, Caribe, Pacifico, Orinoco y Amazonas además de la delimitación especial de la cuenca magdalena-cauca como área hidrográfica (IDEAM, 2013).

Colombia, como en cualquier otro lugar del mundo en el cual existe un “desarrollo” de la industria en términos de globalización, y que este se maneje a su vez un ritmo globalizado de vida, trae como consecuencia la contaminación del ambiente circundante. Por tal razón, el agua como uno de los medios que componen el ambiente, es objeto de contaminación en nuestro país, determinado por la destinación de desechos provenientes de distintas fuentes.

(FAO, 1990), En su informe “La contaminación de las aguas continentales”, plantea que en nuestro país, las fuentes de contaminación de agua superficial se relacionan con las siguientes fuentes: Residuos líquidos municipales, Vertimientos industriales, Vertimientos agrícolas y la sedimentación producto de la erosión del suelo, además de lo anterior, se considera como la



corriente hídrica más afectada por esta situación al río Magdalena ya que la mayoría de la población y de las actividades productivas se concentran en esta cuenca.

Quizá uno de los casos más conocidos de contaminación del recurso hídrico de fuentes superficiales, puede ser encontrado en la ciudad de Bogotá, la capital de Colombia. Si bien a pesar de su estatus de ser en términos de desarrollo una de las ciudades más avanzadas del país, presenta un gran déficit en cuanto a la gestión de los residuos. Como resultado, su principal afluente hídrico el río Bogotá presenta altos índices de contaminación en el cual destaca la presencia de microorganismos patógenos, los cuales son un riesgo de salud pública (Campos, Cardenas, & Guerrero, 2008).

Si bien, son claras las problemáticas que atraviesa la capital de nuestro país en materia de contaminación del recurso hídrico, el resto del territorio nacional nos muestra que no es una situación localizada, por el contrario es una realidad de toda Colombia, tal y como lo demuestra el informe nacional de calidad ambiental urbana (Ministerio de medio ambiente, 2015). En el cual se evidencia que la problemática de la contaminación del recurso hídrico es generalizada. Ciudades como Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali, presentaban para la fecha niveles malos de contaminación según la metodología aplicada en el ICAU, mientras que las demás estudiadas presentaban niveles de contaminación un poco mejores, pero no muy diferentes.

En el departamento del Cesar, en la ciudad de Valledupar, se determinó de la misma forma el ICA para sus afluentes hídricos, esta a su vez fue la única revisión de calidad de agua realizada en el departamento, los resultados obtenidos indican que la calidad del agua superficial para el ente territorial es mala, determinado por la incorrecta disposición de las aguas residuales.

Ubicado en el nororiente colombiano, dentro del departamento del Cesar, el municipio de rio de oro no es ajeno a este tipo de problemáticas, ya que se caracteriza por ser un ente territorial con escasas fuentes hídricas y población dispersa, lo cual hace de este ampliamente susceptible a la contaminación de diversos cuerpos de agua.

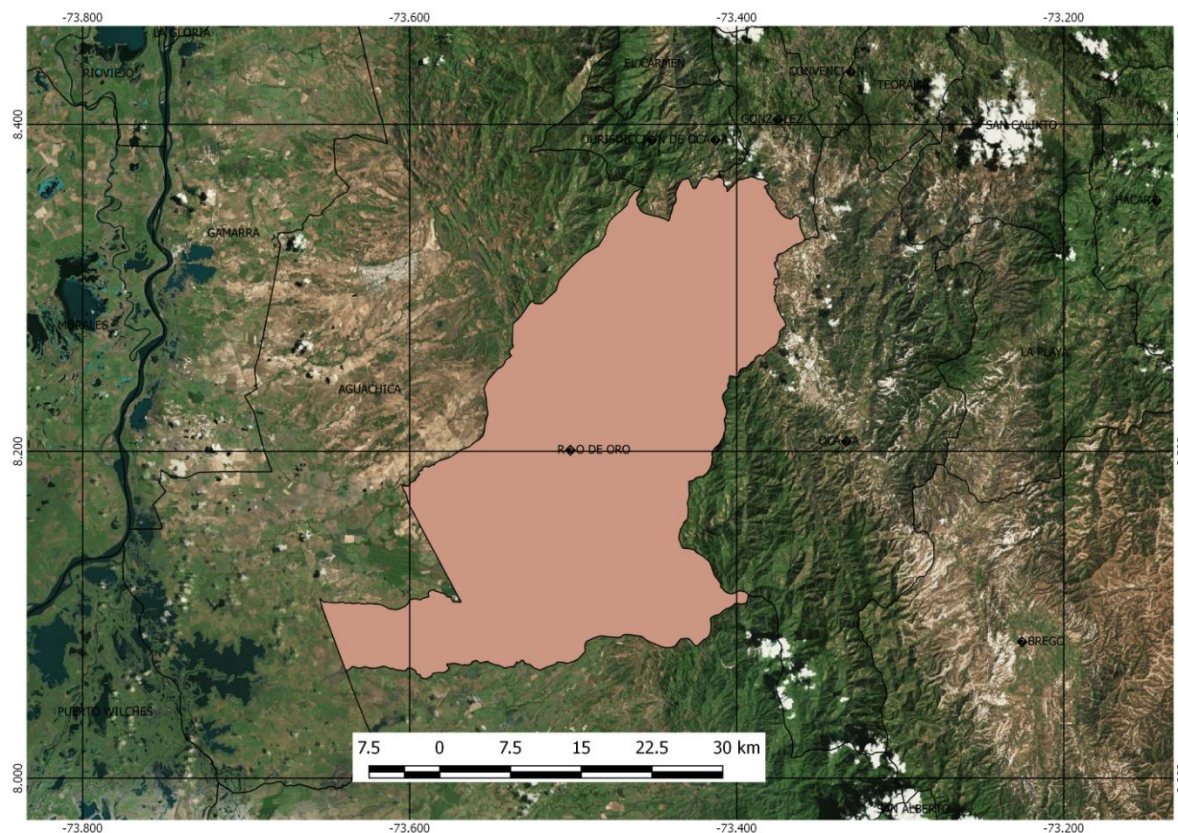


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Río de Oro Cesar.

Quizá no tan grave como en otras partes del país, pero de forma similar, el río de oro ubicado en el municipio del mismo nombre, atraviesa el casco urbano del pueblo, el cual por ende es utilizado como canal natural para los vertimientos municipales. Como consecuencia el afluente está siendo contaminado.

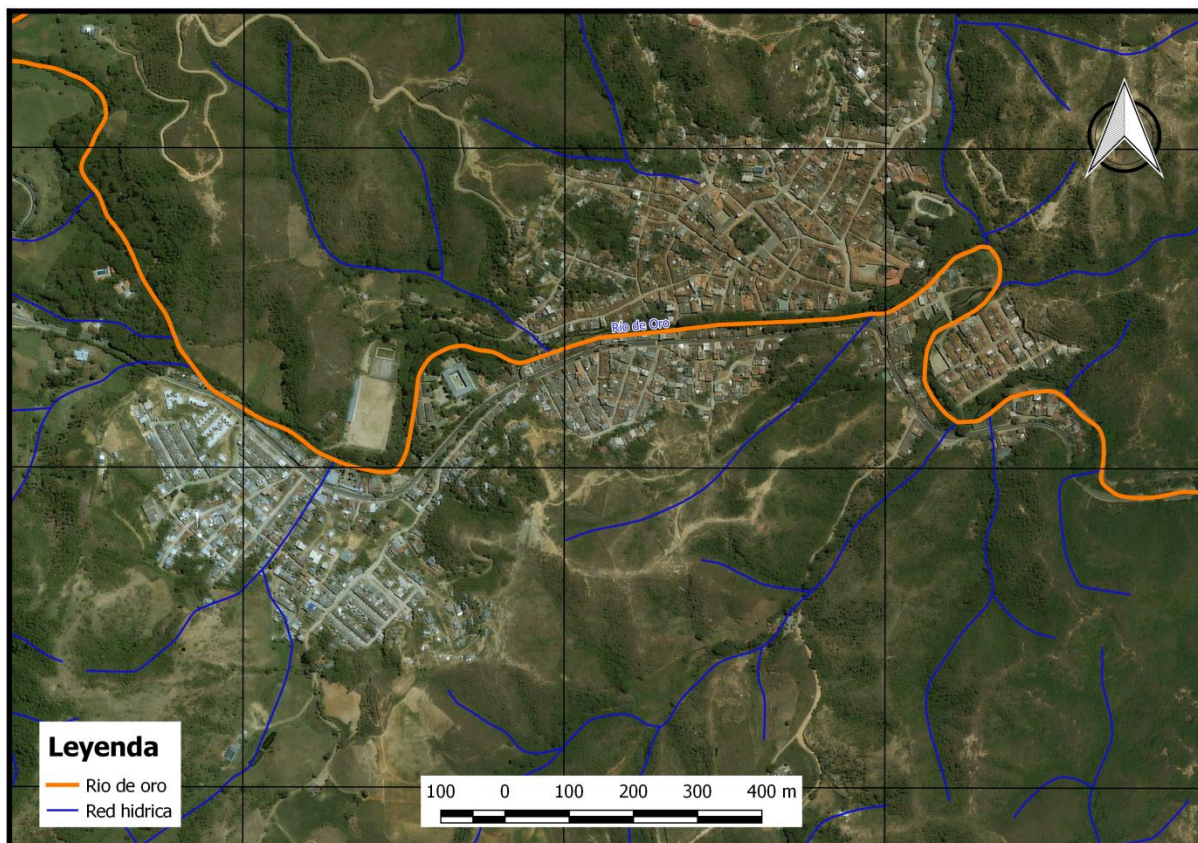


Figura 2. Ubicación geográfica sección del cauce del río de oro que atraviesa el municipio.

Ante la problemática, dentro de los diferentes planes de desarrollo municipales de los últimos años se ha incluido la necesidad de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, esta aún sigue sin ser construida, por tal razón, las aguas residuales son vertidas directamente a el Río de oro.

#### 5.4. Marco conceptual.

Desde la antigüedad, en el comienzo de lo que hoy en día conocemos como civilización, el ser humano ha llevado consigo una tendencia, la cual consiste en asentarse temporal o permanentemente en zonas cercanas a fuentes de agua dulce limpia para su consumo (Hamey &

Hamey, 1990). Con el tiempo, el desarrollo de la tecnología permitió el aprovechamiento del agua sin necesidad de asentarse muy cercanamente a las fuentes, esto gracias a la invención de los sistemas de conducción y tratamiento, mecanismos con los cuales el ser humano también se ha permitido el consumir agua de gran calidad. A su vez y en conjunto con el desarrollo de los mecanismos para la potabilización de agua, la humanidad debía tener claro que características del líquido eran optimas tanto para el consumo como para su extracción y su uso en otras labores de tipo productivas, de tal forma que entonces surgió la necesidad de realizar análisis al agua previo a su utilización. Si bien en un principio la calidad de agua era evaluada únicamente teniendo en cuenta sus características organolépticas, teniendo en cuenta que la contaminación existente era muy baja. Con el pasar del tiempo, el surgimiento de nuevos mecanismos contaminantes y la gran diversidad de usos acuñados al agua con la evolución de la civilización, han producido cada vez más presiones sobre el ambiente en diversas formas, una de ellas es la contaminación a los cuerpos hídricos, situación que ha generado una nueva necesidad, la de evaluar la calidad del agua con mayor rigurosidad no solo para buscar la mejor calidad para el consumo, sino también para evaluar el daño la ambiente causado por las actividades humanas en el medio acuático.

**5.4.1. Índices de contaminación del agua.** Los índices de calidad de agua, son los instrumentos utilizados para expresar cuantitativa o cualitativamente el estado del recurso. En nuestro país, (IDEAM, 2014) los define como la forma en la cual se puede explicar en términos de calidad y cantidad el agua dentro del territorio nacional y que tienen como objetivo responder a las preguntas relacionadas con la disponibilidad, oferta y calidad del recurso hídrico.

Dentro del grupo de indicadores relacionados con el estudio del agua en Colombia, encontramos el ICA, el cual es definido como la forma en la cual se puede determinar el nivel de calidad de un cuerpo hídrico, sin tener en cuenta su uso. Su valor oscila entre 0 y 1 y Este es calculado o estimado a partir de la determinación de condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del agua (IDEAM, 2014).

El Índice de calidad del agua (ICA) Clasifica la calidad del agua en una corriente hídrica en una de cinco posibles categorías (buena, aceptable, regular, mala ó muy mala), teniendo en cuenta como base para su estimación los resultados obtenidos de las mediciones realizadas a cinco o seis variables registradas en un tiempo determinado (IDEAM, 2014).

En nuestro país, la determinación de índices de calidad de agua, se basa en una serie de metodologías relacionadas con la obtención de valores que permiten identificar la calidad del agua del afluente respecto a diferentes puntos de vista. Por tal razón se utiliza un conjunto de índices denominados ICO o índices de contaminación (Ramírez Et al, 1999), cuya calificación se realiza de igual forma que el ICA, sin embargo, ICO clasifica los parámetros del agua en diferentes metodologías para determinar diferentes clases de contaminación relacionada, que permiten interpretar la calidad del agua desde diferentes perspectivas. como se cita en (Universida de Pamplona, 2005). Dichas metodologías son:

**5.4.1.1 ICOMI.** Este índice integra los siguientes parámetros: Conductividad, dureza y alcalinidad. Es el índice relacionado con el cálculo de contaminación por mineralización (Ramirez, Restrepo, & Cardeñosa, 1999).

**5.4.1.2 ICOMO.** Este índice integra los parámetros: DBO5, Coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno. Este índice se relaciona con procesos de contaminación con materia orgánica (Ramirez, Restrepo, & Cardeñosa, 1999).

**5.4.1.3 ICOSUS.** Es el índice relacionado con la contaminación causada por sólidos suspendidos totales (Ramirez, Restrepo, & Cardeñosa, 1999).

**5.4.1.4 ICOTRO.** Este índice toma como base para su cálculo los niveles de concentración de fósforo en el agua, el cual es indicador de presencia de nutrientes en el agua, cuanto mayor la concentración de fósforo, mayor probabilidad de problemas por eutrofización de cuerpos hídricos (Ramirez, Restrepo, & Cardeñosa, 1999).

**5.4.1.5 ICOTEMP.** Este índice se enfoca en la comparación de la temperatura de vertimientos con la temperatura del cuerpo hídrico receptor. Por tanto se usa exclusivamente en afluentes con procesos de contaminación relacionados con la descarga de residuos líquidos (Ramirez, Restrepo, & Cardeñosa, 1999).

**5.4.1.6 ICOpH.** Utiliza los resultados obtenidos en el análisis de agua para el parámetro pH, usando una ecuación para realizar conversión a términos de grado de contaminación ICO, de tal forma que su valor no es expresado en un número entre 0 y 14 sino entre 0 y 1. Estableciendo cinco categorías de contaminación por este parámetro (Ninguna, baja, media, alta, muy alta) (Ramirez, Restrepo, & Cardeñosa, 1999).

**5.4.2. Importancia del modelo ICO.** La utilización de los índices de contaminación (ICOs), para la determinación de la calidad del agua son importantes debido a múltiples aspectos.

El primero se relaciona con su fácil utilización e interpretación, debido a que la conversión de los resultados de análisis de laboratorio se realiza a una escala comprendida entre 0 y 1, cuyo resultado se puede comparar con su respectiva tabla guía.

El segundo aspecto se enmarca en la versatilidad de los ICO respecto a los ICA, ya que los primeros están diseñados para ser utilizados bajo problemáticas ambientales de diferentes naturalezas y son complementarios entre sí.

Por otro lado, como tercer aspecto tenemos que los índices ICOs (ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOTRO e ICOpH) son calculados a partir del uso de las propiedades más fundamentales en los análisis de aguas, lo cual otorga mayor facilidad de aplicación.

## **5.5. Marco legal**

### **5.5.1. Constitución política de Colombia.**

Artículo 8: Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Artículo 49: La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado.

Artículo 79: Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Artículo 95: Son deberes de la persona y del ciudadano: Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Artículo 366: El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.

#### **5.5.2. Leyes.**

Ley 9 de 1979 – Por la cual se dictan medidas sanitarias. Artículo 1º.- Para la protección del Medio Ambiente la presente Ley establece:

a. Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana;

b. Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.

Ley 79 de 1986 – Se prevé la conservación del agua.

Por la cual se provee a la conservación del agua y se dictan otras disposiciones



Ley 99 de 1993 – Ley de Medio Ambiente.

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

Ley 142 de 1994 – Por la cual se rigen los Servicios Públicos Domiciliarios.

Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

Ley 373 de 1997 – Por la que se establece el programa para el uso eficiente del agua.

### **5.5.3. Decretos.**

Decreto 2811 de 1974 – Código de Recursos Naturales

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Artículo 1o.

1. El dominio de las aguas, cauces y riberas, y las normas que rigen su aprovechamiento sujeto a prioridades, en orden a asegurar el desarrollo humano, económico y social, con arreglo al interés general de la comunidad.

6. La conservación de las aguas y sus cauces, en orden a asegurar la preservación cualitativa del recurso y a proteger los demás recursos que dependen de ella.

#### **5.5.4. Resoluciones.**

Resolución 1433 de 2004

Artículo 1°. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV. Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. El PSMV será aprobado por la autoridad ambiental competente.

## 6. Diseño metodológico.

### 6.1. Tipo de investigación.

**6.1.1. Tipo de investigación según su finalidad.** Teniendo en cuenta los tipos de investigación según la finalidad, consignados por (Landeau, 2007) en su libro, el tipo de investigación para el presente trabajo es de tipo aplicado, ya que en esta se pretendió resolver un problema específico enfocado en la generación de información relevante para la resolución de la problemática inicial, sin abordar niveles de conocimiento mucho más avanzados.

**6.1.2. Tipo de investigación según el carácter de la investigación.** Según el carácter de la investigación, (Landeau, 2007) clasifica en esta categoría en 3 tipos, de los cuales, la presente investigación se categoriza como correlacional, puesto que se pretendió determinar la variación de un medio teniendo en cuenta la incidencia de ciertos factores o presiones sobre el mismo, de tal forma que se indago la causa y efecto de un fenómeno presenciado, así como la incidencia de ciertas variables sobre el problema central.

### 6.2. Hipótesis.

**6.2.1. Hipótesis Descriptiva.** La calidad del agua del afluente hídrico Rio de oro está siendo deteriorada por la continua disposición final de residuos sólidos y líquidos provenientes del municipio.

**6.2.2. Hipótesis Explicativa.** Si los residuos líquidos municipales siguen siendo dispuestos en el rio de oro, entonces la calidad del afluente hídrico se reducirá en gran medida debido a la contaminación.

### **6.3. Población.**

La población en cualquier investigación se asocia con el conjunto de individuos los cuales son objeto de análisis para la obtención de información, teniendo en cuenta lo anterior, en la presente investigación podemos encontrar dos tipos de poblaciones de interés. La primera población objeto de estudio se relaciona con el agua del cauce del río de oro que ocupa el tramo que atraviesa su casco urbano, ya que de dicha población serán extraídas las muestras para el análisis fisicoquímico del agua.

El segundo tipo de población que aborda la presente investigación es la población representada por todas las personas que habitan en las inmediaciones del río de oro, esta población está compuesta por los habitantes de los barrios San Miguel, El llanito, Maicao, La avenida, Los cristales y La Quinta, de esta población de interés será extraída la muestra de personas a las cuales se les aplicará la encuesta a diseñar.

### **6.4. Muestra.**

Podemos afirmar que una muestra es la fracción representativa de la población. Para el caso del presente proyecto se han identificado 2 tipos de población, por lo cual también se identifican con estas, dos tipos de muestra. Para el caso de las muestras de agua, entonces hablaríamos de pequeñas porciones del líquido recolectadas en diversos puntos del afluente hídrico Río de Oro. Este tipo de muestras, fue de tipo compuestas ya que los niveles de contaminación en las descargas de aguas residuales varían con respecto al momento y lugar en el cual se presentan.

Por otro lado, tenemos al segundo tipo de población de la cual se debe extraer la muestra. Esta población está compuesta por las personas que habitan los barrios en las inmediaciones del río de oro, la muestra en este caso fue aquella porción de individuos seleccionados al azar a los cuales se les aplicará una encuesta.

La obtención de la muestra extraída de la población conformada por las personas que viven en las cercanías del río de oro fue obtenida, de forma aleatoria simple, siguiendo las directrices de (Triola, 2004) y utilizando como herramienta de estimación la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q)}{(d^2 \cdot (N-1)) + (Z^2 \cdot p \cdot q)}$$

Dónde:

- N = Total de la población
- $Z_{\alpha} = 1.96$  al cuadrado (seguridad del 95%)
- p = proporción esperada (5% = 0.05)
- q = 1 – p (1-0.05 = 0.95)
- d = precisión (5%)

**6.4.1. Técnica para la obtención de muestras.** La toma de muestras fue llevada a cabo mediante el seguimiento de las directrices del laboratorio de aguas de la universidad francisco de paula Santander Ocaña, de tal forma que se procede a seguir las siguientes pautas:

- Llenado de recipiente plástico de capacidad entre 500 y 1000 ml.
- El recipiente a utilizar debe estar bien limpio.
- Una vez realizada la toma de la muestra asegurarse de que el recipiente este totalmente llenos, con la menor cantidad de aire posible.
- La muestra debe ser analizada en el menor tiempo posible.
- La muestra debe ir debidamente rotulada.

Además de lo anterior, para aguas evidentemente muy contaminadas se tomaron en cuenta las directrices consignadas en el instructivo para la toma de muestras de aguas residuales del IDEAM T10187 versión 3, mediante el cual se utilizaron los equipos y materiales, y se adoptaron los respectivos procedimientos para tomas de muestra.

En cuanto a los aspectos relacionados con: la toma y conservación de la muestra, aforo de caudal, rotulación, transporte, recipientes a usar y cantidad a tomar, se siguieron también dependiendo de la situación las directrices consignadas en el RAS 2000 en su sección II título E capítulo E2, de igual manera la NTC-ISO 5667-10 sobre muestreo de aguas residuales.

## **6.5. Fases de la investigación.**

**6.5.1. Fase 1. Búsqueda de información secundaria e información del área de estudio para la formación de una línea base.** La búsqueda de este tipo de información es necesaria para la estructuración de un documento que permita el desarrollo óptimo de la investigación.

En esta primera fase, se desarrollaron actividades relacionadas con las consultas a diferentes fuentes bibliográficas, obtenidas de diversas fuentes ya sean de carácter público o

privado, visitas a campo, así como la revisión de las diferentes investigaciones o estudios que se han realizado en el área de interés.

El desarrollo de la primera fase permitió la realización de la caracterización inicial de las generalidades del afluente hídrico, como lo son sus propiedades hidrológicas, características climáticas y usos del agua mediante el uso entre otras herramientas del software SIG.

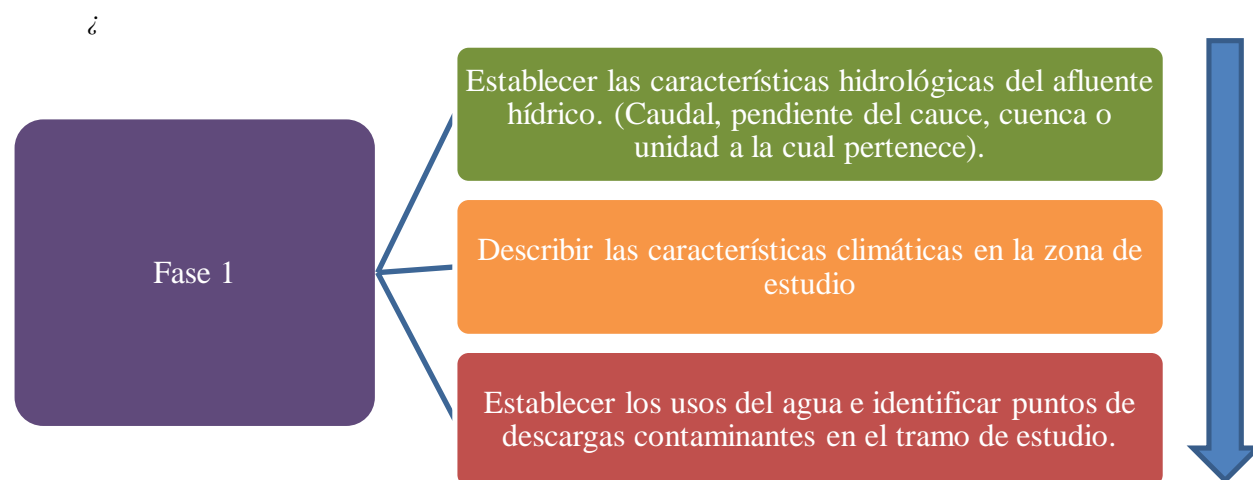


Figura 3. Descripción fase uno de la investigación.

**6.5.2. Fase 2. Selección, localización, descripción y realización de muestreo.** En esta fase se desarrollaron las actividades correspondientes a las acciones necesarias antes de la realización de análisis de aguas, estas comprendieron en primer lugar la selección de los puntos de muestreo, los cuales fueron sido localizados teniendo en cuenta la pertinencia con respecto a la información que su ubicación permite, la accesibilidad al sitio y los materiales y reactivos disponibles. La localización geográfica de cada uno de los puntos de muestreo fue realizada a partir del uso de software de sistemas de información geográfico tales como QGis, ArcGis, Google Earth, Sas Planet, entre otros. En segundo lugar, dentro de esta fase tenemos la selección de los recipientes para muestras, determinación de velocidad de flujo, caudal, profundidad en

cada punto, toma de muestra, selección e implementación de directrices para la conservación de la muestra y transporte de la misma.

Teniendo en cuenta que dependiendo de la naturaleza y nivel de contaminación evidenciada organolépticamente en el agua se procederá a la selección de equipos y recipientes adecuados, se tomarán en cuenta las diferentes medidas pertinentes previamente consultadas, los contenedores de cada una de las muestras fueron entonces de plástico con capacidad para almacenar un volumen de al menos un litro, y recipientes de vidrio con una capacidad mínima de 250 mililitros. En cuanto al aforo de caudales en los diferentes puntos de muestreo, se utilizó el método flotador. Las muestras de agua a recolectar fueron de tipo compuestas, en las cuales para cada una de ellas se procedió a tomar por intervalos de 15 minutos submuestras durante un periodo de una hora, las cuales fueron depositadas en un balde previamente esterilizado, posteriormente, a partir de las submuestras se debió tomar un litro del líquido, dentro de una botella con la misma capacidad, completamente lleno, el cual fue entonces la muestra a estudiar. El transporte de cada muestra se realizó de tal manera que se conservó la temperatura del agua y se evitó el contacto con el ambiente, por tal razón se utilizó una cava que aisló las muestras del exterior.



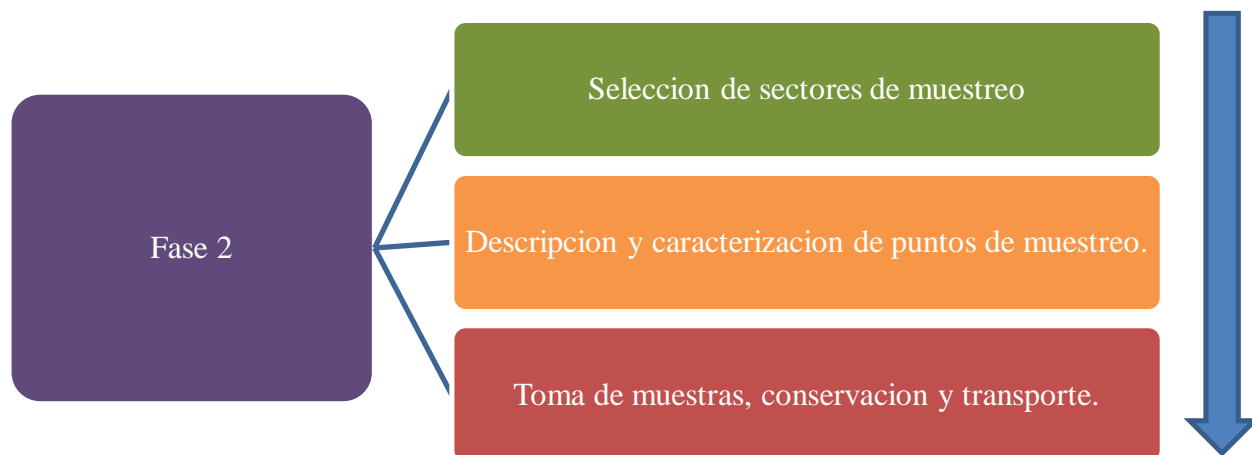


Figura 4. Descripción fase dos de la investigación.

**6.5.3. Fase 3. Determinación de los niveles de contaminación del río.** Mediante el análisis de laboratorio fisicoquímico y microbiológico de las propiedades del agua, se establecieron los niveles de contaminación del río en la parte alta, media y baja de la sección de interés.

En esta fase se realizó en primer lugar el análisis de laboratorio de las muestras de agua, realización y tabulación de encuestas realizadas a la comunidad, Dentro de las acciones desarrolladas en la fase 3 tenemos lo siguiente:

La determinación de características fisicoquímicas e índices ICOS correspondientes. Se desarrollaron los procedimientos de laboratorio necesarios para determinar: Oxígeno disuelto (OD), (pH), dureza, turbidez, alcalinidad, (DBO), (DQO) y (SST).

En cuanto a las características microbiológicas de las muestras de agua, se realizaron análisis de: Coliformes totales.

Con la información obtenida una vez realizados los análisis correspondientes, se procedió con la evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de los índices ICOS y su comparación con los parámetros conforme a la resolución 0631 del 2015.

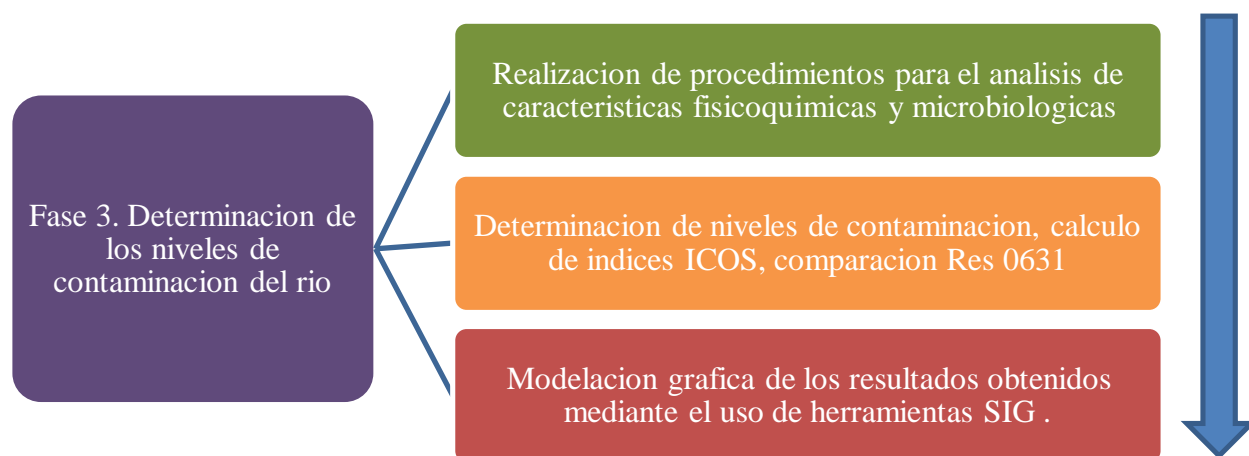


Figura 5. Descripción fase tres de la investigación.

**6.5.4. Fase 4. Análisis de causas de la contaminación y consecuencias que genera en el río aguas abajo para la construcción de alternativas para el mejoramiento de la calidad del agua.** Una vez establecidos los niveles de contaminación existentes en el río y determinados los índices ICOS, se procedió con el análisis de encuestas realizadas y de la información producto de las visitas a campo desarrolladas en el área de estudio, con esta información, se indago sobre las causas detrás de los niveles de contaminación a presentarse además de las consecuencias ambientales aguas abajo.

De acuerdo a la información y resultados obtenidos, se formularon escenarios o alternativas dirigidas a la aplicación de medidas pertinentes con el fin de generar impactos positivos sobre la calidad del agua y del ambiente.

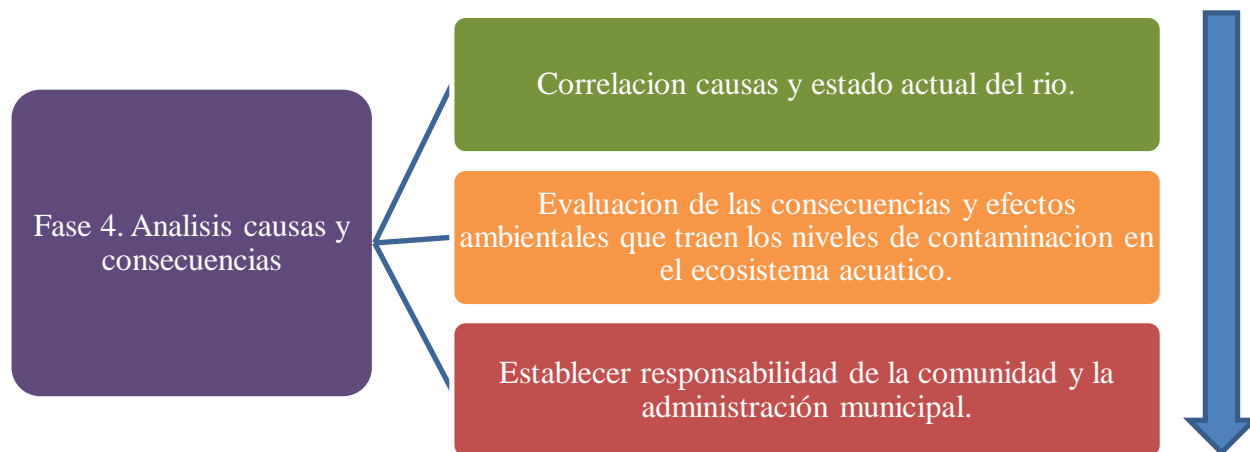


Figura 6. Descripción fase cuatro de la investigación.

## 6.6. Técnicas para la recolección de información.

Para la recolección de la información relacionada con el proyecto, se tuvo en cuenta diversas técnicas, las cuales dependerán del tipo de información a obtener.

**6.6.1. Técnicas para la recolección de información relacionada con características hidrológicas del afluente hídrico. (Caudal, pendiente del cauce, cuenca o unidad a la cual pertenece).** El caudal del afluente hídrico fue determinado en cada punto de muestreo utilizando el método del flotador, el cual consiste en el cálculo de la velocidad del flujo y la determinación del área transversal aproximada de una sección del cauce de tal forma que se puedan obtener valores en unidades de velocidad y área con las cuales se calculará el caudal mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$Q = \text{Área (m}^2\text{)} * \text{Velocidad (m/s)}$$

Para la determinación de las características hidrológicas del afluente hídrico se procedió con la utilización de software SIG, con el cual mediante el análisis de información geográfica

como lo son los modelos de elevación digital (DEM), permitirán la determinación de diversas variables intrínsecas del afluente en el tramo de estudio.

Con la identificación de la ubicación geográfica y el nombre de la cuenca se procedió con la revisión de documentación oficial del IDEAM para obtener la unidad hidrográfica a la cual pertenece el afluente.

**6.6.2. Técnicas para la descripción de las características climáticas en la zona de estudio.** Para la obtención de la información relacionada con las características climáticas en el área de estudio, se procedió con la radicación de una solicitud de información ante el IDEAM, teniendo como fuente de información a la red nacional de estaciones meteorológicas. tomando como potenciales proveedores de información a las estacione meteorológicas más cercanas al área de estudio, las cuales proporcionaron datos relacionados con la precipitación y regímenes de lluvia.

**6.6.3. Técnica para la determinación de los usos del agua del afluente hídrico e identificación de puntos de descargas de contaminantes en el tramo de estudio.** Para la determinación de los usos del agua, se procedió a realizar encuestas a la población que habita en las inmediaciones del río, con el fin de consultarles los usos que cada uno de los encuestados le da al afluente hídrico, Así como consultas a la coordinación ambiental del municipio sobre los usos ajenos a la población en general, existentes sobre el río de oro.

Por otro lado, para la identificación de descargas contaminantes, se procedió a realizar encuesta a las personas que habitan en las cercanías del cauce de estudio, además de inspección del tramo con el fin de localizar cada uno de los puntos de descargas contaminantes al río.

**6.6.4. Selección de puntos y criterios de muestreo.** Para la selección de los puntos de muestreo se toman en cuenta la distribución espacial de las posibles descargas directas de residuos al afluente, además de la accesibilidad a los potenciales sitios., de tal manera que fueron seleccionados teniendo en cuenta su aporte de información a la investigación, los siguientes:

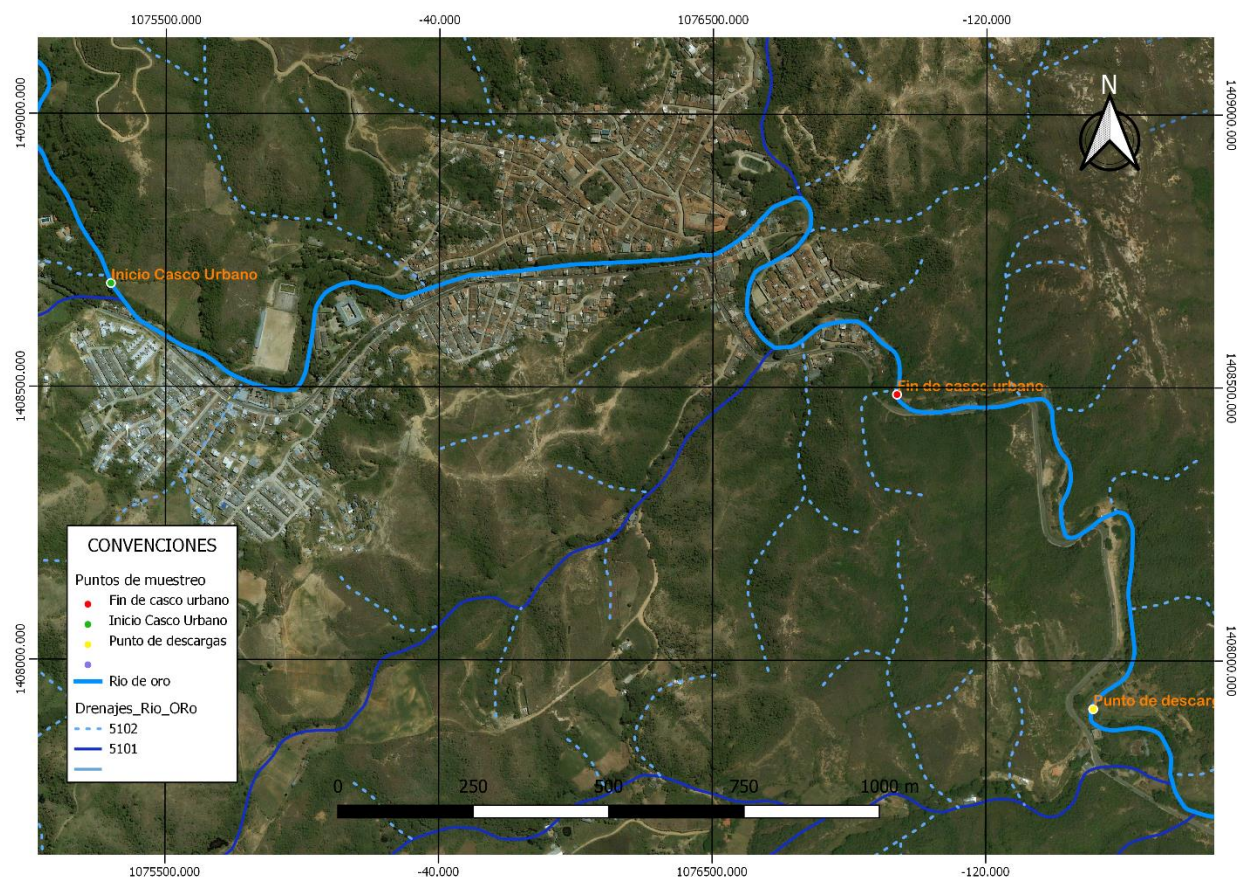


Figura 7. Localización geográfica puntos de muestreo. Fuente: Autores. Software: Qgis.

Punto 1 Inicio casco urbano: Se encuentra localizado antes de que el agua del cauce atraviese el casco urbano del municipio, de tal manera que este punto inicial proporcione información sobre la calidad del agua antes de su intervención a través de las diferentes localidades del municipio.

Punto 2 Salida del casco urbano: Este punto de muestreo se localiza al salir del casco urbano del municipio, este punto es de gran importancia al permitir obtener información relacionada con la contribución total a la contaminación del río por parte de las conexiones directas al cauce existentes en el municipio.

Punto 3 Descarga de aguas residuales: en este sitio se localizan las descargas de aguas residuales de la red de alcantarillado del municipio, en este sector se pudo obtener información sobre la contribución real del municipio en la contaminación y alteración de la calidad del agua del río de Oro.

Localizados los puntos de muestreo, se comenzó con las actividades de toma de muestras, sin embargo, estas acciones requirieron el seguimiento de ciertos criterios de muestreo, los cuales a su vez siguen directrices del laboratorio de aguas de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

La periodicidad de la toma de muestras, tomo en cuenta los recursos disponibles para el análisis de agua y las características del área de estudio, de tal manera que el muestreo se realizó en dos temporadas, temporada seca y temporada lluviosa, a su vez el muestreo en cada punto se realizó una vez a la semana durante un mes en cada una de las temporadas de la siguiente forma:

Temporada							
Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
Muestreo	Análisis	Muestreo	Análisis	Muestreo	Análisis	Muestreo	Análisis

*Tabla 1 Descripción distribución temporal del muestreo para cada temporada del régimen de precipitación.*

**6.6.5. Técnicas para el análisis de características fisicoquímicas y microbiológicas de cada muestra de agua.** Las técnicas usadas para el análisis de los niveles de contaminación

del agua se enfocan en la implementación los índices ICOs (ICOMO, ICOSUS, ICOTEMP e ICOpH) los cuales a su vez requieren de la determinación previa de diferentes características fisicoquímicas y microbiológicas del agua (Conductividad, Dureza, Alcalinidad, DBO5, Coliformes totales, OD, SST, P, Temperatura, pH). El cálculo de los índices ICOs para la presente investigación, se determinó de la siguiente forma:

**6.6.5.1. ICOMO.** En el cálculo de este índice de contaminación intervienen los parámetros de DBO5, Coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno, se determina de la siguiente forma:

$$ICOMO = 1/3( I_{DBO5} + I_{Coliformes} + I_{\%Oxigeno})$$

Dónde:

$$I_{DBO5} = (-0.05 + (0.7 \text{Log}_{10} DBO))$$

$$I_{Coliformes} = (-1.44 + (0.56 \text{Log}_{10} \text{Col Totales}))$$

$$I_{\%Oxigeno} = ((0.01 * \%Oxigeno) - 1)$$

**6.6.5.2. ICOSUS.** Para el cálculo de este índice se necesita únicamente el parámetro solidos suspendidos totales. El ICOSUS se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$ICOSUS = (-0.02 + (0.003 \text{SST}))$$

$$Icosus > 340 \text{ mg/l} = 1$$

Icosus <10 mg/l = 0

**6.6.5.3. ICOTEMP.** El ICOTEMP, utiliza mediciones de la temperatura registrada en un vertimiento y del cuerpo de agua receptor. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{ICOTEMP} = -0.49 + 1.27 \text{Log} (\text{Temp Vertimiento} - \text{Temp Receptor})$$

**6.6.5.4. ICOpH.** Este índice utiliza la medición del parámetro del pH en conjunto con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{ICOpH} = (e^{-31.08+3.45+\text{pH}})/(1+ e^{-31.08+3.45+\text{pH}})$$

Una vez obtenidos y analizados los resultados, se realizó una comparación de la calidad de agua en los diferentes puntos de muestreo con lo consignado en la resolución 0631 de 2015, identificando puntos críticos de contaminación, niveles anómalos y repercusiones en la calidad de vida de los habitantes de cada sector.

**6.6.6. Técnica para el establecimiento de los niveles de contaminación del río.** A partir de los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y posterior cálculo de los índices ICOs, se procedió con la elaboración y determinación de niveles de variabilidad y grados de contaminación generales en los diferentes puntos de muestreo, para la definición de puntos críticos de contaminación en el río.

Teniendo en cuenta que los índices ICOs clasifican los niveles de contaminación del agua en 5 categorías, se utilizó como herramienta de análisis gráfico la siguiente tabla:







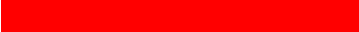
ICO	Grado de contaminación	Clave de color
0,0 - 0,2	Ninguna	
0,2 - 0,4	Baja	
0,4 - 0,6	Media	
0,6 - 0,8	Alta	
0,8 - 1	Muy Alta	

Tabla 2. Categorías para la clasificación del grado de contaminación según los índices ICO's

Con relación al cálculo de los parámetros ICOs en el agua y con el fin de minimizar esfuerzos y reducir la probabilidad de error humano, se utilizó del software ICATEST, el cual facilita los procedimientos de cálculo de los índices de calidad de agua y contaminación.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de laboratorio permitieron comparar la situación evidenciada en el área de estudio con los valores de los límites máximos permisibles para aguas residuales, establecidos en la resolución 0631 del 2015.

**6.6.7. Técnica para la modelación de los resultados obtenidos.** Durante las labores de tomas de muestras, cada sitio fue georreferenciado y cargado al sistema de información geográfica QGis, ArcGis en el cual se actualiza la información sobre los niveles de contaminación, además de generar salidas graficas de los resultados obtenidos, con el fin de obtener mecanismos para la evaluación de la contaminación que permitan tomar decisiones relacionadas con la mejora de la calidad del recurso hídrico.

**6.6.8. Técnica para el análisis de causas de la contaminación y consecuencias que genera en el rio aguas abajo.** La técnica para el desarrollo de este punto, se basó en el análisis situacional, teniendo en cuenta la información adquirida, usos del agua, población servida, parámetros e índices de contaminación, entro otros, para determinar principales causas o

contribuyentes de la problemática y posteriormente evaluación de las consecuencias en el cuerpo de agua desde un punto de vista crítico que permitieron identificar las causas probables y los efectos ambientales sobre el afluente además de permitir la asignación de roles o responsabilidades de los diferentes actores relacionados con la degradación del recurso hídrico, que permitieron la idealización de escenarios encaminadas a la solución de la problemática.

## **7. Administración del proyecto.**

### **7.1. Participantes**

#### **7.1.1. Investigadores principales.**

Jennifer Rincón Atuesta.

Andrea Pérez Quiñones.

#### **7.1.2. Director de investigación.**

Ing. Yeeny Lozano Lázaro.

#### **7.1.3. Apoyo profesional.**

Químico. Carlos Alberto Patiño

### **7.2. Recursos disponibles.**

#### **7.2.1. Recursos institucionales.**

Biblioteca Argemiro Bayona, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Hemeroteca de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Laboratorio de aguas UFPSO

## 7.2.2. Recursos financieros.

### 7.2.2.1 Presupuesto.

1. PERSONAL CIENTIFICO									
Nombres y Apellidos	Tipo de vinculación	Función dentro del Proyecto	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento			
						Recursos propios	Facultad / Programa	Otras Fuentes Externas	SUB-TOTAL
1. Ing. Yeeny Lozano Lázaro	Director Científico	Co-Investigador	\$ 0,00	2	25				\$ 0
2. Jennifer Rincón Atuesta	Investigador	Investigador Principal	\$ 0,00	12	25				\$ 0
3. Andrea Pérez Quiñones	Investigador	Investigador Principal	\$ 0,00	12	25				\$ 0
<b>SUB-TOTAL</b>						<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>

Tabla 3. Presupuesto personal Científico.

2. PERSONAL DE APOYO									
Nombres y Apellidos	Tipo de Vinculación	Función dentro del Proyecto	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento			
						Recursos propios	Facultad / Programa	Otras fuentes	SUB-TOTAL
1. Carlos Alberto Patiño.	Orientativa	Orientación procesos de laboratorio	\$ 0,00	Variables	Variables	\$ 0			\$ 0
2.			\$ 0,00			\$ 0			\$ 0
3.			\$ 0,00			\$ 0			\$ 0
<b>SUB-TOTAL</b>						<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>		<b>\$ 0</b>

Tabla 4. Presupuesto personal de apoyo en la investigación.

3. MATERIALES E INSUMOS							
Descripción	Justificación	Forma de adquisición	Fuentes de Financiamiento				
			Recursos propios	Facultad / Programa	Otras fuentes	SUB-TOTAL	
1. Frascos de muestras	Necesarias para el almacenamiento de muestras de agua	Compra	\$ 45000	\$ 0	\$ 0	\$ 45000	
2. Cinta marcado	Necesaria para marcado y diferenciación de muestras de agua.	Compra	\$ 5.000	\$ 0	\$ 0	\$ 5.000	
3. Marcadores	Necesario para marcado y diferenciación de muestras de agua	Compra	\$ 15000	\$ 0	\$ 0	\$ 15000	
4. EPP	Mecanismo de protección ante situaciones de riesgo en campo	Compra	\$ 40000	\$ 0	\$ 0	\$ 40000	
5. Papelería, formatos, otros	Necesario para la consignación de información.	Compra	\$ 20000	\$ 0	\$ 0	\$ 20000	
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>\$ 125000</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 125.000</b>	

Tabla 5. Presupuesto para la adquisición de materiales e insumos del proyecto.

4. EQUIPOS								
Descripción	Justificación	Cantidad	Fuentes de Financiamiento				SUB-TOTAL	
			Forma de adquisición	Recursos propios	Recursos institucionales	Otras fuentes		
1. Espectrofotómetro	Necesario para la determinación de elementos en el agua	1	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
2. Potenciómetro	Necesario para la determinación del pH	1	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
3. Nefelómetro	Equipo necesario para la determinación de turbidez	1	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
4. Conductivímetro	Necesario para la determinación de la conductividad eléctrica	1	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
5. Equipo de destilación	Necesario para la obtención de agua destilada	1	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
6. Computador	Consignación, análisis e interpretación de resultados	1	Propio	\$ 1000000	\$	\$ 0	\$ 1000000	
7. Material de vidrio	Necesario para la realización de ensayos	N/A	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
8. Equipo de esterilización.	Necesario para la eliminación de interferencias	1	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
9. GPS	Necesario para la georreferenciación de la información.	1	Préstamo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$ 0</b>	<b>\$ 1000000</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 1000000</b>

Tabla 6. Presupuesto requerido para la adquisición de equipos necesarios para el desarrollo de la investigación..

5. VIATICOS					
Descripción	Justificación	Fuentes de Financiamiento			SUB-TOTAL
		Recursos propios	Facultad / Programa	Otras Fuentes	
1. Transportes	Movilización hacia el área de estudio	\$ 150000	\$ 0	\$ 0	\$ 150.000
2. Gastos imprevistos		\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
<b>SUB-TOTAL</b>		<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 200.000</b>

Tabla 7. Presupuesto proyectado para costos de viáticos necesarios en el proceso investigativo.

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO		
RUBROS	Fuentes de Financiamiento	
	Total	
1. Personal Científico	0	
2. Personal de Apoyo	0	
3. Materiales e Insumos	125.000	
4. Equipos	1.000.000	
5. Viáticos	200.000	
<b>TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	<b>\$ 1.425.000</b>	

Tabla 8. Presupuesto general proyectado para el desarrollo de la investigación.

## 8. Cronograma de actividades

Actividades	Año 2020																	
	Mes		1				2				3				4			
	Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Objetivo 1. Elaborar un diagnóstico relacionado con las generalidades del afluente hídrico (características hidrológicas, características climáticas. Usos de agua).																		
Establecer las características hidrológicas del afluente hídrico. (Caudal, pendiente del cauce, cuenca o unidad a la cual pertenece).			X	X														
Describir las características climáticas en la zona de estudio					X													
Establecer los usos del agua e identificar puntos de descargas contaminantes en el tramo de estudio.					X													
En caso de uso para consumo humano, determinar la población servida.								X										
Objetivo 2. Determinar los niveles de contaminación del agua en la parte alta, media y baja de la sección de interés.																		
Identificar puntos y criterios de muestreo.			X	X														
Realizar toma de muestras					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Realizar análisis de características fisicoquímicas y microbiológicas de cada muestra de agua.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Establecer de los niveles de contaminación del agua					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Modelar resultados de análisis y niveles de contaminación mediante el uso de herramientas SIG					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Objetivo 3. Analizar las causas y consecuencias que genera la contaminación en el río, en el tramo que atraviesa el casco urbano en el municipio de Rio de oro.																		
Identificar Causas de la contaminación														X	X			
Definir la correlación de causas y estado actual del río															X			
Describir las consecuencias de la situación																X		
Establecer responsabilidad de la comunidad y la administración municipal.																	X	

Tabla 9. Cronograma de actividades

## 9. Resultados

### 9.1 Caracterización inicial y generalidades del afluente hídrico.

#### 9.1.1. propiedades hidrológicas

##### 9.1.1.1. *cuenca o unidad a la cual pertenece.*

El río de oro, se forma en la cordillera oriental de Colombia, en el área hidrográfica del caribe, dentro de la zona hidrográfica nacional del Catatumbo. La cuenca presenta un área de 9194 ha y un perímetro de 91,94 km.

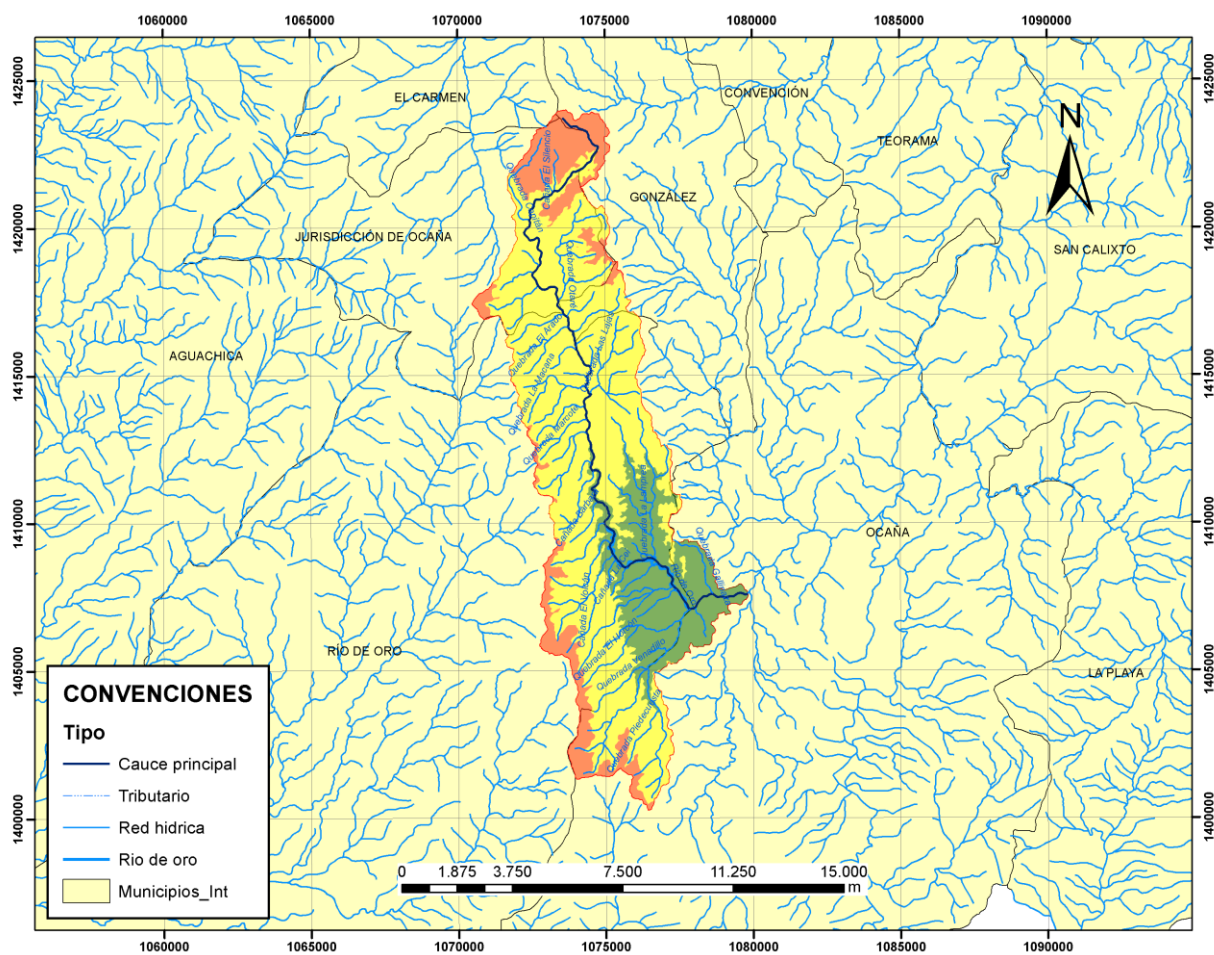


Figura 8. Ubicación geográfica cuenca del Río de oro.

### **9.1.1.2. pendiente del cauce.**

A partir del análisis mediante el uso de herramientas SIG, se midió en primer lugar La pendiente del cauce principal del río de oro, dentro del área de estudio, la cual es la siguiente:

Cota máxima: 1923 m

Cota mínima: 1081 m

Longitud del cauce principal: 26337,964231 m

Pendiente=  $(1923\text{m} - 1081\text{m}) / 26337,964231\text{ m} \times 100\% = 3,19\%$

### **9.1.2. características climáticas.**

#### **9.1.2.1. Precipitación. Y régimen de lluvias.**

Para el municipio de río de oro, la precipitación suele enmarcarse en régimen de lluvias bimodal, el cual caracteriza a la gran mayoría del territorio colombiano. Esta forma en la cual se distribuye la precipitación a lo largo de un año calendario, supone la existencia de dos temporadas fuertemente diferenciadas, las cuales son la temporada seca y la temporada lluviosa. Por otro lado, también marca la existencia de una periodicidad de los eventos climáticos, de tal forma que cada una de estas temporadas (seca y lluviosa) se presenta dos veces al año. La temporada seca, usualmente se encuentra comprendida en primera instancia entre los meses de diciembre finalizando el año y marzo o abril al inicio del año siguiente, mientras que la segunda temporada seca se encuentra entre los meses de julio, agosto y septiembre.



Entre tanto, las temporadas lluviosas se presentan en los demás meses, correspondiendo entonces a la primera temporada lluviosa del año en el periodo correspondido entre abril y finalizando en julio, por otro lado, la segunda temporada lluviosa del año puede estar situada entre los meses de agosto y noviembre o inicios de diciembre. Cabe resaltar que, aunque el comportamiento climático del régimen de lluvias presenta una tendencia marcada, las estimaciones en cuanto a su inicio o fin, presentan un margen de error alto, influenciado por los fenómenos climáticos globales como lo son el fenómeno del niño, la niña y el cambio climático.

A continuación, se presenta gráficamente el comportamiento de las precipitaciones en el municipio de rio de oro para los años anteriores (2018 y 2019).

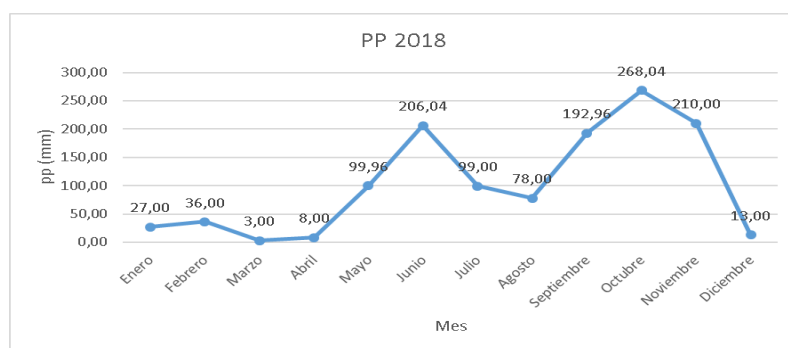


Figura 9. Régimen de precipitación municipio de rio de oro. Año 2018. Fuente: IDEAM.

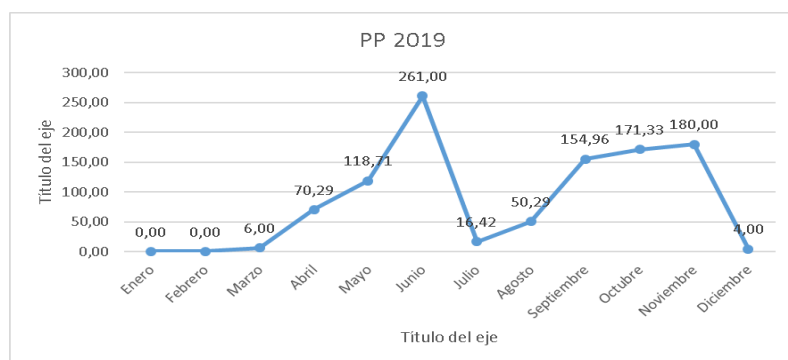


Figura 10 Régimen de precipitación municipio de rio de oro. Año 2019. Fuente: IDEAM

Los datos de la precipitación incluidos, fueron solicitados mediante búsqueda web en el portal del IDEAM, sobre la estación climatológica rio de oro, identificada con numero de

estación 16050060 y ubicada en la proximidad del casco urbano a una altitud de 1200 msnm, en coordenadas Latitud  $8,2930555560^{\circ}$  Norte y Longitud  $7,338833333^{\circ}$  Oeste.

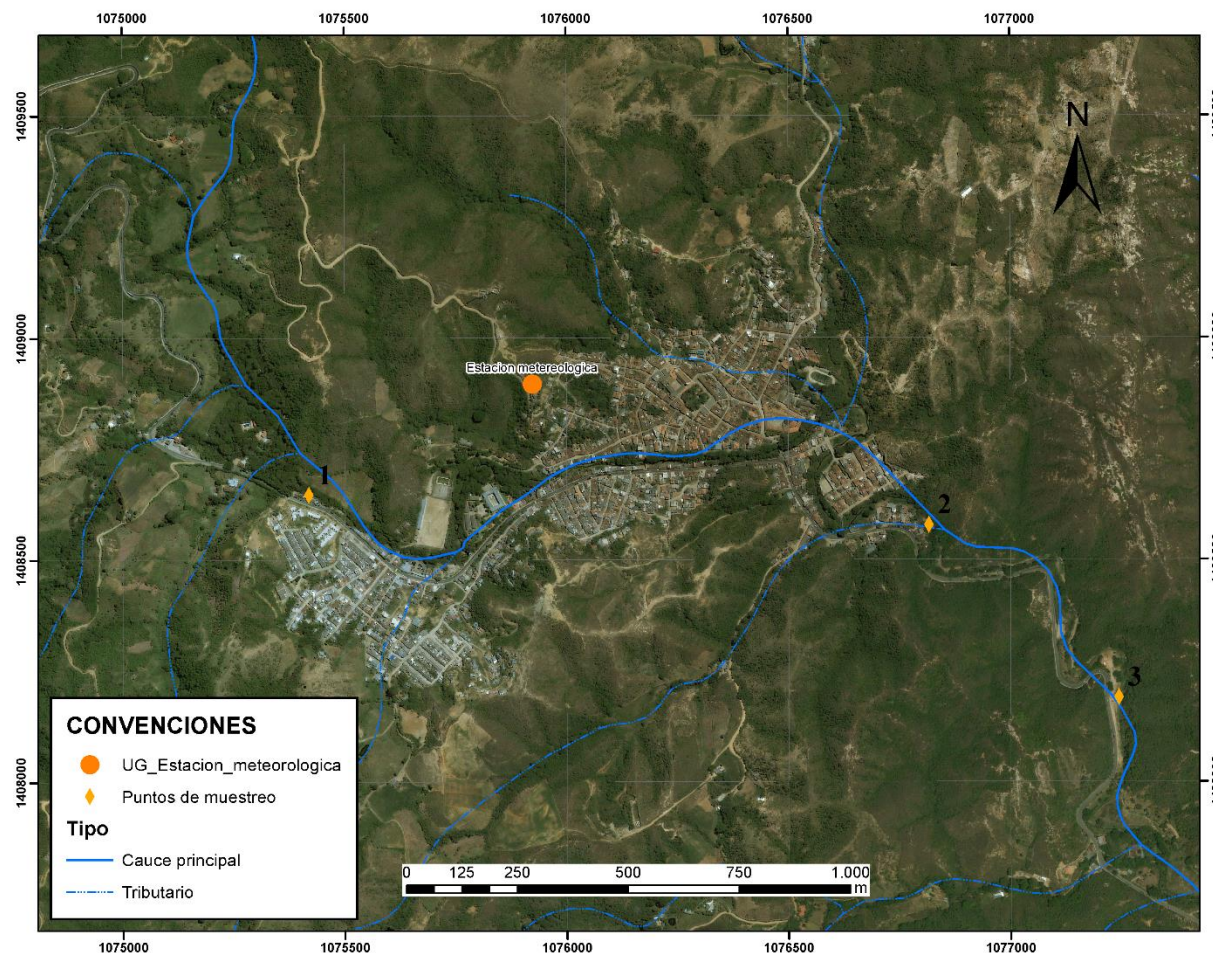


Figura 11. Ubicación geográfica estación meteorológica de río de oro. Fuente: Elaboración propia. Software: ArcGis.

### 9.1.3. Usos del agua.

Los usos del agua que la población le da al afluente hídrico del río de oro, fueron establecidos mediante la aplicación de un total de 69 encuestas, en las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Pregunta realizada:

¿Qué uso le da usted al río?

Respuesta	Cantidad	Porcentaje (%)
Lavado vehículo	9	13,04347826
Riego	3	4,347826087
Recreativo	11	15,94202899
Extracción material granular	22	31,88405797
lavar ropa	1	1,449275362
Todos	23	33,33333333
Total	69	100

Tabla 10. Clasificación usos del río de oro según encuesta.



Figura 12. Usos de los recursos, bienes y servicios ambientales que oferta el río de oro según encuesta aplicada.

En cuanto a los resultados de la pregunta relacionada con los usos que la población le da al río, podemos evidenciar en primer lugar que todos los encuestados manifestaron dar al menos un uso al río, esto da una luz de lo que culturalmente significa este afluente para la población local.

En segundo lugar, a partir de la información establecida mediante las respuestas que la población dio sobre el uso que le dan al río, se puede establecer también que aproximadamente una tercera parte de los encuestados (33,33%) manifestó darle todos los usos propuestos, lo cual

sugiere que una de cada tres personas, quienes viven en las inmediaciones del río, dependen en gran medida de este afluente para sus tareas diarias.

Otro de los resultados destacables en esta pregunta de la encuesta, es el uso del río relacionado con la extracción de material granular, 22 personas manifestaron extraer materiales pétreos destinados a la construcción, uso que, si bien beneficia a la comunidad, se realiza de forma ilegal y representa gran impacto para la integridad del lecho del afluente hídrico.

Representando un 4,34% respecto a las respuestas de los demás encuestados respecto a los usos del río, la destinación del agua del río para riego de cultivos, quizá es la actividad que reduce en mayor medida el caudal del afluente. El aprovechamiento del agua para este fin, usualmente se realiza mediante desvíos del cauce, lo cual afecta la integridad del mismo y puede causar alteraciones en los ecosistemas.

Si bien la encuesta revela que probablemente todas las personas o al menos todas las familias que viven en las inmediaciones del río utilizan de alguna forma los recursos o servicios que este provee, es evidente que estos usos son momentáneos e intermitentes ya que durante las visitas a campo, muy pocas veces se observó a las personas ejerciendo dichos usos sobre el afluente.

## **9.2 Puntos de muestreo.**

### **9.2.1 Selección de puntos de muestreo.**

Punto 1. Antes casco urbano: Se encuentra localizado antes de que el agua del cauce atraviese el casco urbano del municipio, de tal manera que este punto inicial proporciona

información sobre la calidad del agua antes de su intervención a través de las diferentes localidades del municipio.

Punto 2. Después del casco urbano: Este punto de muestreo se localiza al salir del casco urbano del municipio, este punto es de gran importancia al permitir obtener información relacionada con la contribución total a la contaminación del río por parte de las conexiones directas al cauce existentes en el municipio.

Punto 3. Vertimientos de aguas residuales: en este sitio se localizan las descargas de aguas residuales de la red de alcantarillado del municipio, en este sector se puede obtener información sobre la contribución real del municipio en la contaminación y alteración de la calidad del agua del río de Oro.

### 9.2.2. Localización geográfica de los puntos de muestreo.

Fueron localizados 3 puntos de muestreo en los sitios previamente establecidos, en los cuales se tomó registro de las coordenadas por medio de GPS para ser ubicadas en un mapa utilizando el software ArcGis.

Las coordenadas de los puntos de muestreo fueron las siguientes:

Punto	Descripción	Latitud	Longitud	CoorX	CoorY
1	Aguas arriba antes del casco urbano	8,2906092	73,392852	1075419,68	1408646,704
2	Aguas abajo después del casco urbano	8,2913085	73,379992	1076816,68	1408578,047
3	Aguas abajo Punto de descarga de agua residual	8,2866326	73,376476	1077244,63	1408189,001

*Tabla 11. Coordenadas puntos de muestreo de agua, para latitud y longitud, coordenadas en sistema de coordenadas WGS84 tomadas en campo mediante uso de GPS. Para Coor X y Coor Y, coordenadas calculadas a partir de proyección cartográfica en el sistema de coordenadas Magna Colombia Bogotá origen central.*

Las ubicaciones geográficas de los puntos de muestreo tomados en campo, fueron convertidas a coordenadas planas en sistema de coordenadas Magna Sirgas, dichas coordenadas corresponden en la anterior tabla a las columnas CoorX y CoorY respectivamente.

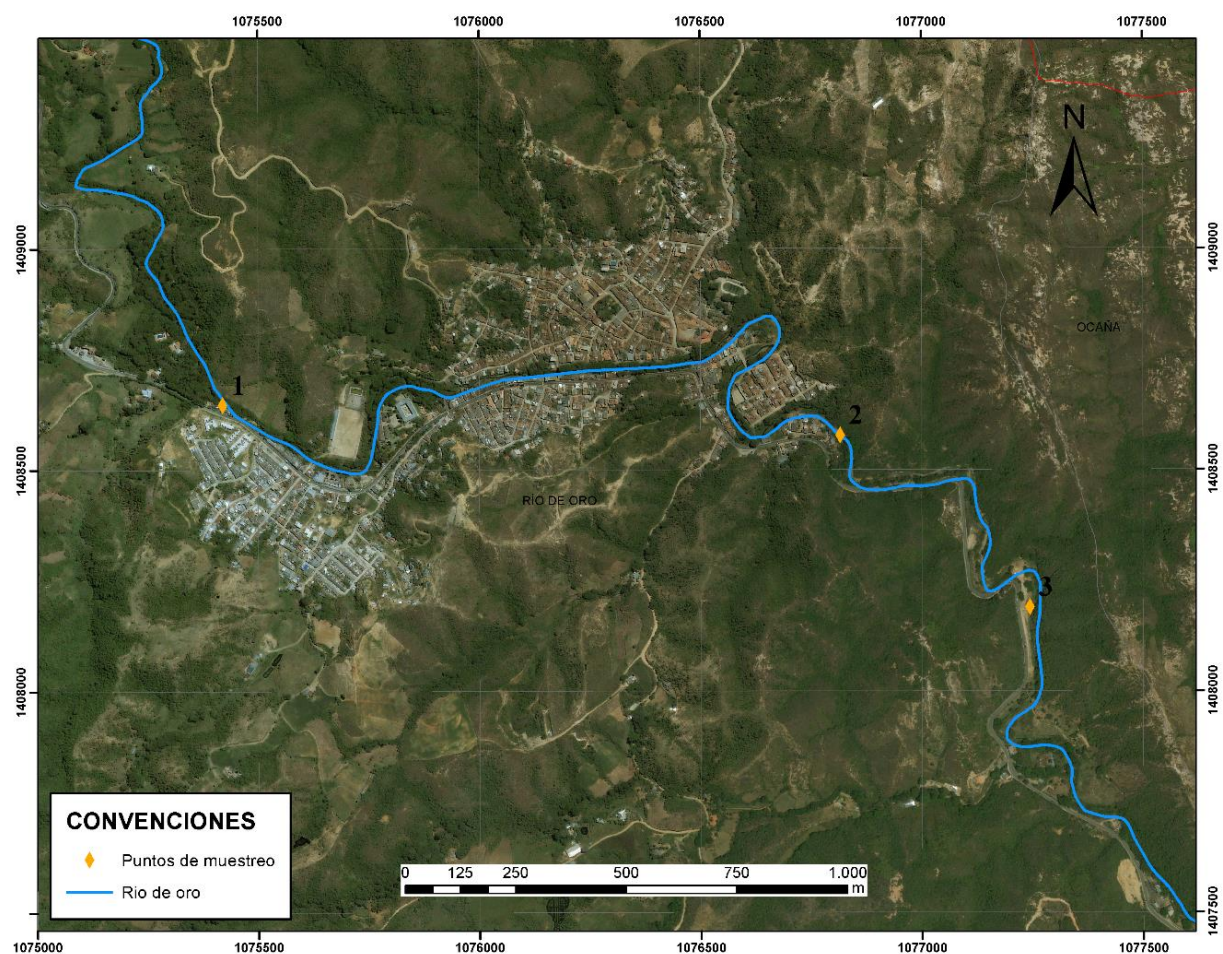


Figura 13. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo establecidos para el estudio. Fuente: Autores. Software: ArcGis.

### 9.2.3. Descripción de puntos de muestreo.

Para la descripción de los puntos de muestreo se tomaron en cuenta como directrices la percepción organoléptica del sitio y el análisis mediante uso de software.

### **9.2.3.1. Punto de muestreo No1. Aguas arriba del casco urbano del municipio.**

#### *Percepción organoléptica.*

Se determinó ausencia de olores fuertes relacionados con abundancia de contaminantes en el agua, por otro lado, la turbidez visible se encontraba entre lo que se esperaría en un afluente con niveles de contaminación natural, de tal manera que el agua mostraba un color translucido que correspondía a lo que considerábamos normal en un cuerpo de agua, en general en el punto de muestreo número 1 se evidencio bajos niveles de intervención antrópica y baja presencia de contaminantes solidos inertes.



*Figura 14. Punto de muestreo No. 1.*

#### *Análisis mediante uso de software SIG.*

El punto 1 de muestreo se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1185m, se encuentra localizada en zona de lecho, rodeada de sistemas de montañas con pendientes elevadas que van desde las fuertemente inclinadas, hasta las fuertemente escarpadas, sin embargo, en el cauce las pendientes predominantes son aquellas de valores bajos que llegan a

tener pendientes de a nivel, pero que en algunas secciones pueden llegar hasta incluso tener valores de pendiente fuertemente inclinadas y ligeramente escarpadas.

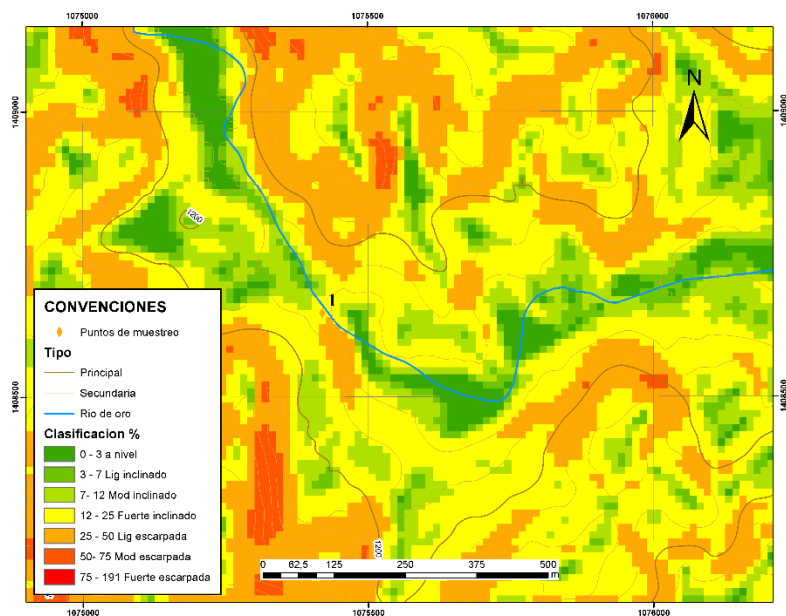


Figura 15. Mapa de pendientes, punto de muestreo No 1. Fuente: Elaboración propia. Software: ArcGis.

### 9.2.3.2. Punto de muestreo No2. Aguas abajo del casco urbano del municipio.

#### Percepción organoléptica.

Al igual que el punto de muestreo No. 1, Se determinó ausencia de olores fuertes relacionados con abundancia de contaminantes en el agua, sin embargo, con respecto al primer punto de muestreo, la turbidez visible se encontraba más elevada, el agua poseía un color más fuerte, en tonalidad anaranjada, lo que parecía ser indicador de altos contenidos de sedimentos, lo cual señala problemas de erosión de orillas del afluente aguas arriba. Otra característica en las inmediaciones era la presencia de algunos residuos sólidos inertes, de origen antrópico, los cuales relacionan este punto de muestreo con señales de alteraciones en su estructura.





Figura 16. Punto de muestreo No. 2

### *Análisis mediante uso de software SIG.*

El punto de muestreo número 2 se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1165m, 17 metros por debajo del punto número uno, se encuentra localizada en zona de lecho que posee pendientes entre el 0% y 3% por lo cual, la sinuosidad del cauce es más evidente, también se localiza justo después del casco urbano, en el valle del río, donde la topografía del terreno es más plana y con menor probabilidad de cambios, determinados por la presencia de elementos antrópicos, en este punto de muestreo se puede esperar una menor velocidad del flujo determinado por el bajo desnivel del cauce.

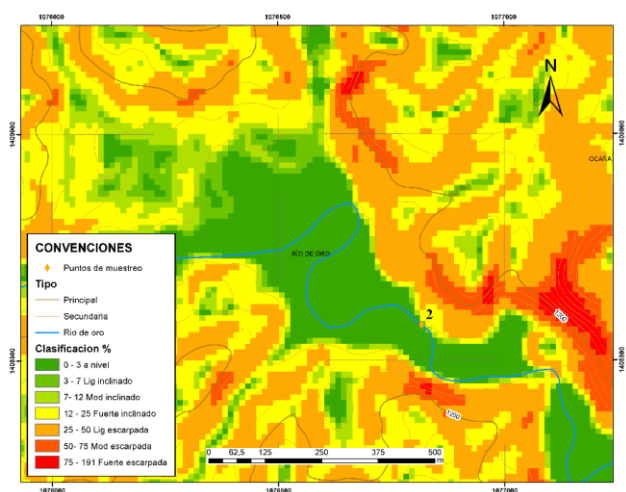


Figura 17. Mapa de pendientes, punto de muestreo No 2. Fuente: Autores. Software: ArcGis.

**9.2.3.3. Punto de muestreo No3. Punto de vertimientos de aguas residuales provenientes de la red de alcantarillado del municipio.**

*Percepción organoléptica.*

A diferencia de los puntos de muestreo No 1 y 2, El punto de muestreo No 3, Presento olores ofensivos durante todo el tiempo de recolección de muestras, la turbidez evidenciada a simple vista diferencias significativas con lo visto aguas arriba, presentaba una tonalidad grisácea pero translúcida, lo que se relaciona con menor concentración de sedimentos, pero mayor concentración de contaminantes orgánicos que en los puntos previos. La presencia de residuos sólidos inertes, de origen antrópico, fueron más evidentes en este punto, probablemente influenciada por el arrastre de estos objetos por parte del agua rio abajo.



Figura 18. Punto de muestreo No. 3

### *Análisis mediante uso de software SIG..*

El punto de muestreo número 2 se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1163m, 5 metros por debajo del punto número dos, y 22m más abajo del punto de muestreo No. 1 se encuentra localizada en zona de lecho que posee pendientes entre el 0% y 3%, con una sinuosidad del cauce moderada. El terreno en este tramo, presenta grandes variaciones de altura, lo cual se traduce en pendientes más pronunciadas y más diversas, pendientes de todos los tipos, desde al nivel, hasta fuertemente escarpadas, lo cual podría significar velocidades de flujo más elevadas y coeficientes de compacidad más altos.

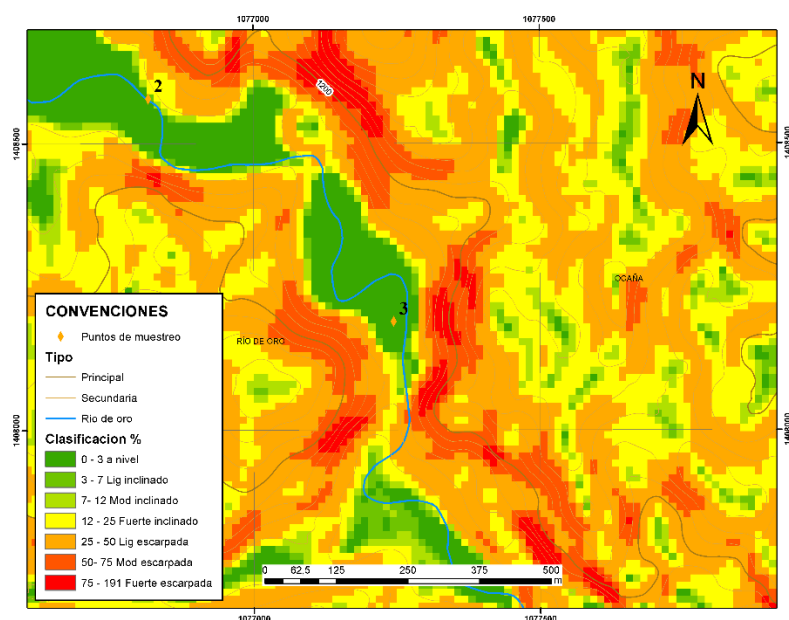


Figura 19. Mapa de pendientes, punto de muestreo No 3. Fuente: Autores. Software: ArcGis

### 9.3 Muestreo.

Las actividades de muestreo de agua cruda, se realizaron con una periodicidad de tipo semanal, con una duración de un mes, el proceso fue realizado dos veces, una por cada temporada climática del régimen bimodal de lluvias que caracteriza a Colombia y en el

municipio. El número total de muestras tomadas y analizadas fue de 24 y se registraron de la siguiente forma:

<i>TEMPORADA SECA</i>	
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos muestreados</i>
<i>1/07/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>
<i>8/07/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>
<i>15/07/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>
<i>22/07/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>

*Tabla 12 Muestreo para la temporada seca.*

<i>TEMPORADA LLUVIOSA</i>	
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos muestreados</i>
<i>1/09/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>
<i>8/09/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>
<i>15/09/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>
<i>22/09/2020</i>	<i>1</i>
	<i>2</i>
	<i>3</i>

*Tabla 13 Muestreo para la temporada lluviosa.*

### **9.3.1. Caudal.**

En cada uno de los puntos de muestreo, al momento de la realización de la toma de muestras, se aforo caudal utilizando el método del flotador. Para el desarrollo de este método es

necesario previamente establecer la velocidad del flujo y el área transversal del afluente, una vez obtenida la información, se determinaron los valores de caudal en los distintos momentos, en cada punto de muestreo en cada temporada climática.

### 9.3.1.1. Punto de muestreo 1.

#### *Temporada seca.*

<i>Punto</i>	<i>Aguas arriba del casco urbano</i>			
<i>Día</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Caudal (L/s)</i>
1	0,654532464	0,231982	0,15183975	151,83975
2	0,680505774	0,218734	0,14884975	148,84975
3	0,683869732	0,230985	0,15796365	157,96365
4	0,692394777	0,224104	0,155168439	155,168439

Tabla 14. Medición de caudal en temporada seca para el punto de muestreo antes del casco urbano.

Durante la temporada seca en el punto 1 de medición, se evidencia poca variación en los niveles de caudal del río, los cuales permanecen aproximadamente en los mismos niveles durante todo el mes de muestreo.

#### *Temporada lluviosa.*

<i>Día</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Caudal (L/s)</i>
1	0,706547586	0,242854	0,171587908	171,5879075
2	0,73588812	0,249588	0,183668844	183,6688442
3	0,714485822	0,25052	0,178992988	178,9929882
4	0,857869139	0,267344	0,229346167	229,3461672

Tabla 15. Medición de caudal en temporada lluviosa para el punto de muestreo antes del casco urbano

En contraste con la temporada seca, en la temporada lluviosa en el punto 1 de medición, se evidencia poca variación en los niveles de caudal del río, durante las primeras 3 mediciones, sin embargo, se evidencia un aumento significativo en el caudal para el último día de muestreo, al evidenciarse de forma general que el caudal del río presenta poca variación de caudal dentro de la misma temporada climática, el aumento en el caudal podría estar relacionado con eventos de lluvia recientemente ocurridos.

### 9.3.1.2. Punto de muestreo 2.

*Temporada seca.*

<i>Punto</i>		<i>Aguas abajo del casco urbano</i>		
<i>Día</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Caudal (L/s)</i>
1	0,209362757	0,016950006	0,0035487	3,5487
2	0,289703081	0,014145034	0,00409786	4,09786
3	0,292817665	0,013500552	0,0039532	3,9532
4	0,265710051	0,014626997	0,00388654	3,88654

Tabla 16. Medición de caudal en temporada seca para el punto de muestreo después del casco urbano.

Para la temporada seca en el punto de medición No 2, el caudal del río disminuyó drásticamente, con relación al punto de medición No. 1. En el mismo día, se evidencia una disminución notable del caudal, donde el cauce del río pasa de tener consigo en el punto de medición 1, caudales que rondan los 150 L/s y que en este punto de medición 2 se reducen hasta los 4L/s. Teniendo en cuenta la ubicación de este tramo, el cual se encuentra aguas abajo del casco urbano, y que el acueducto municipal de río de oro presenta deficiencias en el servicio en los meses de sequía, es altamente probable que las personas recurran a utilizar agua del río o de sus tributarios para suplir sus necesidades, lo cual reduce el caudal original a menos del 3%.

*Temporada lluviosa.*

<i>Punto</i>		<i>Aguas abajo del casco urbano</i>		
<i>Día</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Caudal (L/s)</i>
1	0,309362757	0,777624	0,240567904	240,5679043
2	0,389703081	0,742688	0,289427802	289,4278022
3	0,292817665	0,790408	0,231445425	231,4454248
4	0,465710051	0,816496	0,380250394	380,2503942

Tabla 17. Medición de caudal en temporada lluviosa para el punto de muestreo después del casco urbano.

En temporadas lluviosas, el caudal del río se reestablece, la necesidad de extraer agua del río por parte de la comunidad desaparece, ya que el acueducto es capaz de saciar las necesidades de la población, esto hace que, durante los meses de temporada lluviosa el río recupere el caudal que podríamos considerar normal.

### 9.3.1.3. Punto de muestreo 3.

#### *Temporada seca.*

<i>Punto</i>	<i>Aguas arriba del casco urbano</i>			
<i>Día</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Caudal (L/s)</i>
1	0,654532464	0,216406684	0,1416452	141,6452
2	0,680505774	0,196386725	0,1336423	133,6423
3	0,683869732	0,173828574	0,1188761	118,8761
4	0,692394777	0,198044677	0,1371251	137,1251

Tabla 18. Medición de caudal en temporada seca para el punto de muestreo ubicado en el vertimiento.

Se presenta en este punto de medición un aumento en el caudal con respecto al punto de medición 2, de tal manera que recupera en este tramo más de 100 L/s, gracias a los aportes de algunas cañadas tributarias en la zona, aun así, se evidencia gran diferencia entre el volumen de agua que transporta el afluente en este punto y el anterior, lo cual se traduce en una alta dependencia de la comunidad de las inmediaciones del río sobre las aguas de este cuerpo hídrico

#### *Temporada lluviosa.*

<i>Punto</i>	<i>Punto de descargas de agua residual</i>			
<i>Día</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Caudal (L/s)</i>
1	0,291070087	0,798366	0,232380461	232,3804614
2	0,312653892	0,854172	0,2670602	267,0601998
3	0,423593811	0,796758	0,337501758	337,5017579
4	0,410781261	1,88506	0,774347324	774,3473237

Tabla 19. Medición de caudal en temporada lluviosa para el punto de muestreo ubicado en el vertimiento.

En temporada lluviosa, el caudal del río en este tramo alcanza niveles muy altos, en este caso durante la última semana de muestreo, presento un caudal 3 veces superior al caudal de la primera semana de monitoreo para la temporada lluviosa. La necesidad de extracción del recurso hídrico de este afluente por parte de las personas ha bajado notoriamente debido a la suficiente oferta del acueducto local, beneficiando enormemente a la integridad del río de oro.

### 9.3.1.4. Comportamiento del caudal en temporada seca.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	Caudal (L/s)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	151,83975
	2	Después casco urbano	3,5487
	3	vertimiento	141,6452
7/09/2020	1	Antes casco urbano	148,84975
	2	Después casco urbano	4,09786
	3	vertimiento	133,6423
15/09/2020	1	Antes casco urbano	157,96365
	2	Después casco urbano	3,9532
	3	vertimiento	118,8761
21/09/2020	1	Antes casco urbano	155,168439
	2	Después casco urbano	3,88654
	3	vertimiento	137,1251

Tabla 20. Comportamiento del caudal en los diferentes puntos de muestreo durante la temporada seca.

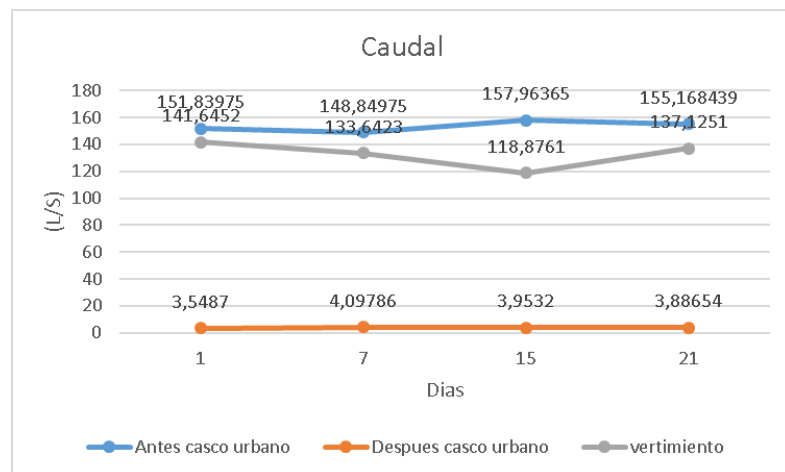


Figura 20. Comportamiento del caudal en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.



### 9.3.1.5. Comportamiento del caudal en temporada lluviosa.

TEMPORADA LLUVIAS			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	Caudal
1/09/2020	1	Antes casco urbano	171,5
	2	Después casco urbano	240,5
	3	vertimiento	232,3
7/09/2020	1	Antes casco urbano	183,6
	2	Después casco urbano	289,4
	3	vertimiento	267
15/09/2020	1	Antes casco urbano	178,9
	2	Después casco urbano	231
	3	vertimiento	337,5
21/09/2020	1	Antes casco urbano	229,3
	2	Después casco urbano	380,2
	3	vertimiento	774,3

Tabla 21. Comportamiento del caudal en los diferentes puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.

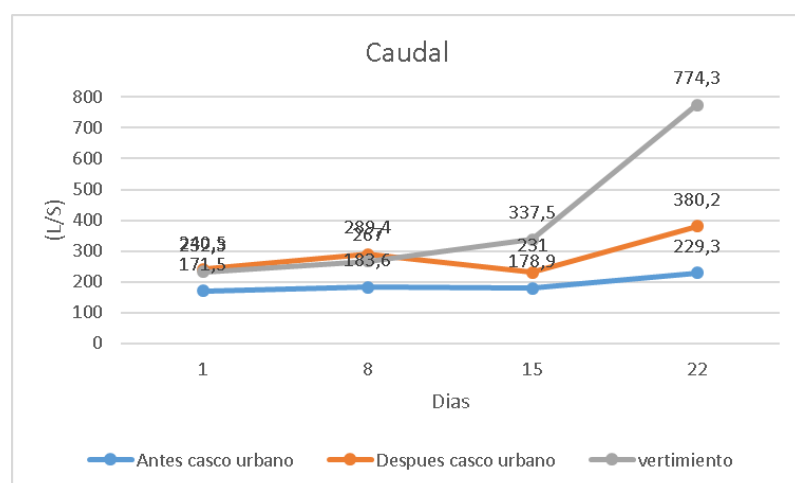


Figura 21. Comportamiento del caudal en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

## 9.4 Determinación de los niveles de contaminación del río.

Aplicando análisis de laboratorio a las diferentes muestras recolectadas en campo, se determinaron entonces los niveles de contaminación del río, a continuación, se muestra detalladamente el comportamiento de los contaminantes en las respectivas muestras recolectadas.

### 9.4.1. Métodos de análisis.

Los métodos de análisis de cada una de las muestras utilizados para la determinación de los niveles de contaminación fueron los siguientes:

<i>Parámetro</i>	<i>Unidad</i>	<i>Método</i>
<i>Potencial de h</i>	<i>Ph</i>	<i>Standard methods 4500 h + b</i>
<i>Temperatura</i>	<i>°c</i>	
<i>Solidos sedimentables</i>	<i>Mg/l</i>	<i>Standard methods 2120 a</i>
<i>Oxígeno disuelto</i>	<i>Mg/l o<sub>2</sub></i>	<i>Standard methods 4500 - o b</i>
<i>Dbo<sub>5</sub></i>	<i>Mg/l o<sub>2</sub></i>	<i>Standard methods 5220 c</i>
<i>Dqo</i>	<i>Mg/l o<sub>2</sub></i>	<i>Standard methods 5220</i>
<i>Sst</i>	<i>Mg/l</i>	<i>Standard methods</i>
<i>Alcalinidad</i>	<i>Mg/l</i>	<i>Standard methods 2120 a</i>
<i>Dureza total</i>	<i>Mg/l</i>	<i>Standard methods 2340 c</i>
<i>Coliformes totales</i>	<i>UFC/100ml</i>	<i>Filtración por membrana</i>
<i>Coliformes fecales</i>	<i>UFC/100ml</i>	<i>Filtración por membrana</i>

*Tabla 22. Descripción métodos de análisis para cada uno de los parámetros estudiados en la investigación.*

Los métodos de análisis utilizados en el presente trabajo, toman como principal referencia el Standard methods for the examination of wáter and wastewater (1992).

## 9.4.2. Descripción de resultados de análisis de laboratorio fisicoquímico y microbiológico de las propiedades del agua.

### 9.4.2.1. pH.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	pH
1/07/2020	1	Antes casco urbano	7,68
	2	Después casco urbano	7,27
	3	vertimiento	7,22
8/07/2020	1	Antes casco urbano	7,71
	2	Después casco urbano	7,29
	3	vertimiento	7,14
15/07/2020	1	Antes casco urbano	7,79
	2	Después casco urbano	7,18
	3	vertimiento	7,21
22/07/2020	1	Antes casco urbano	7,79
	2	Después casco urbano	7,22
	3	vertimiento	7,12

Tabla 23. Comportamiento del parametro del pH durante la temporada seca.

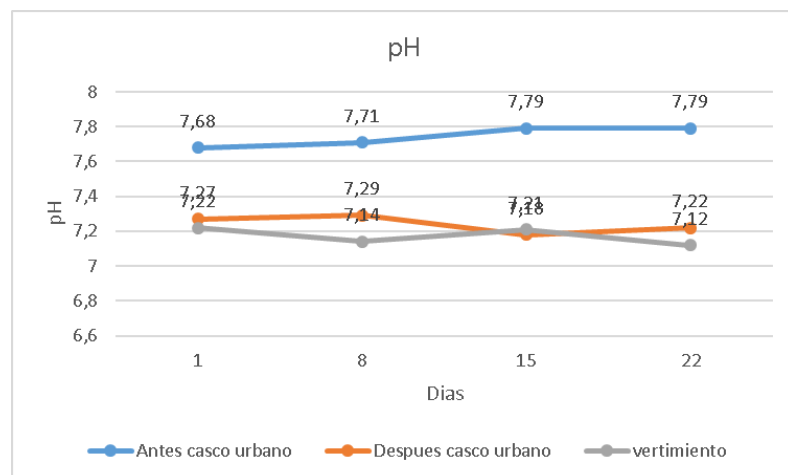


Figura 22. Comportamiento del pH en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

Los valores registrados en los puntos de muestreo, revelan que el pH para todos los puntos de medición se acerca al neutro, además, también se puede apreciar una leve tendencia a la reducción del pH conforme al flujo descendente del río aguas abajo, de tal manera que encontramos los niveles de pH más cercanos al neutro en el punto de descarga de vertimientos.

## TEMPORADA LLUVIOSA

Fecha muestreo	Puntos	Descripción	pH
1/09/2020	1	Antes casco urbano	7,5
	2	Después casco urbano	7,34
	3	vertimiento	7,14
8/09/2020	1	Antes casco urbano	7,64
	2	Después casco urbano	7,37
	3	vertimiento	7,17
15/09/2020	1	Antes casco urbano	7,55
	2	Después casco urbano	7,26
	3	vertimiento	7,23
22/09/2020	1	Antes casco urbano	7,61
	2	Después casco urbano	7,24
	3	vertimiento	7,17

Tabla 24. Comportamiento del parámetro del pH durante la temporada lluviosa.

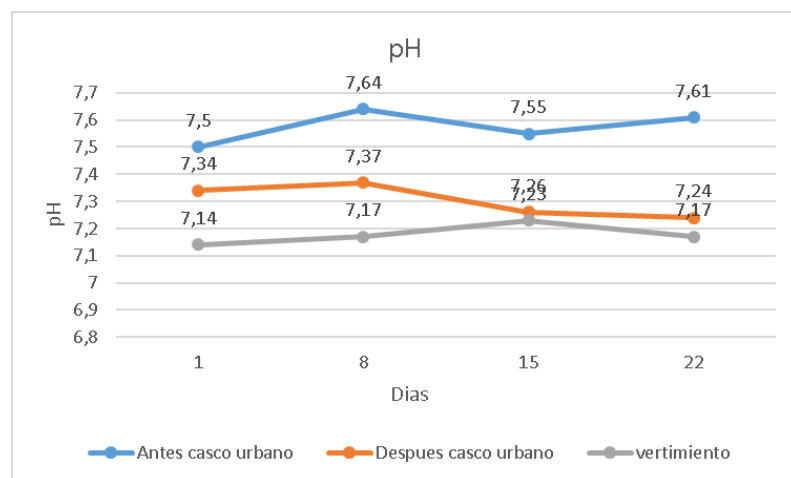


Figura 23. Comportamiento del pH en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

Para el caso de la temporada lluviosa, los valores del pH fueron ligeramente inferiores a los registros en temporada seca, sin embargo, la diferencia es tan pequeña que podría ser considerada insignificante. Por otro lado, la tendencia a la reducción o neutralización del pH evidenciada en la temporada seca, se repite en la temporada lluviosa, de tal manera que el pH del agua se reduce ligeramente aguas abajo, obteniendo valores más cercanos al neutro en el punto de descarga de vertimientos o aguas residuales.

### 9.4.2.2. Temperatura.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	T (°C)
1/07/2020	1	Antes casco urbano	18,4
	2	Después casco urbano	18,8
	3	vertimiento	22,1
7/07/2020	1	Antes casco urbano	19,3
	2	Después casco urbano	19,7
	3	vertimiento	22,8
15/07/2020	1	Antes casco urbano	18,8
	2	Después casco urbano	20,1
	3	vertimiento	21,4
21/07/2020	1	Antes casco urbano	18,8
	2	Después casco urbano	19,8
	3	vertimiento	22,7

Tabla 25. Comportamiento de la temperatura en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

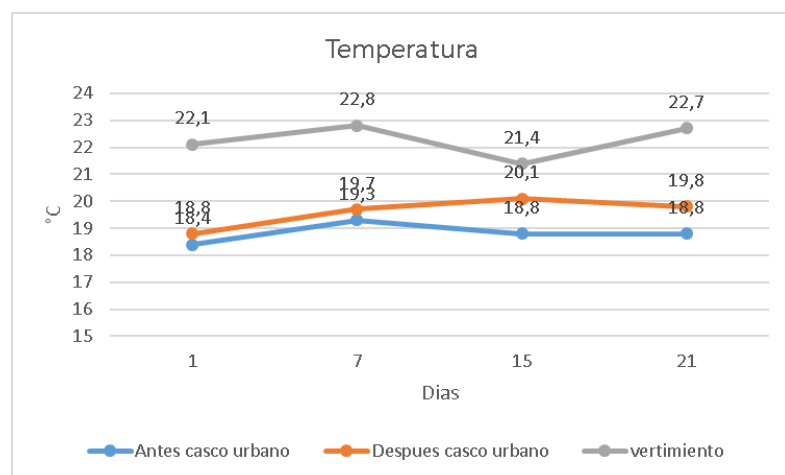


Figura 24. Comportamiento del pH en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

Durante la temporada seca, a través del anterior gráfico, se pueden apreciar temperaturas entre los niveles esperados, con un comportamiento de acuerdo a las circunstancias y ubicación de cada uno de los puntos de muestreo, de tal manera que, en el punto de muestro situado antes del casco urbano se obtuvieron los registros de temperatura más bajos, esto debido a que se encuentra en una zona boscosa donde la vegetación absorbe gran cantidad de la radiación solar.

En el punto de muestreo localizado después del casco urbano, se obtuvieron también resultados esperados, en este lugar la temperatura fue ligeramente más elevada debido a que el agua paso por un tramo que atraviesa la zona urbana del municipio. Por último, el punto de muestreo ubicado en el punto de descargas de vertimientos, produjo los registros de temperatura más elevados, teniendo en cuenta que el agua del vertimiento ha sido utilizada y atravesada por diferentes procesos antrópicos, esta llega al cauce con una temperatura ligeramente más alta, aun así, para efectos de la integridad del cuerpo hídrico, la temperatura del vertimiento no es lo suficientemente alta para causar alteraciones significativas en el ecosistema.

TEMPORADA LLUVIOSA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	T (°C)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	17,9
	2	Después casco urbano	19,2
	3	vertimiento	20,4
8/09/2020	1	Antes casco urbano	18,8
	2	Después casco urbano	19,5
	3	vertimiento	19,6
15/09/2020	1	Antes casco urbano	17,9
	2	Después casco urbano	19
	3	vertimiento	20,1
22/09/2020	1	Antes casco urbano	19,1
	2	Después casco urbano	19,6
	3	vertimiento	20,7

Tabla 26. Comportamiento de la temperatura en cada uno de los puntos de medición durante tiempo de lluvias.

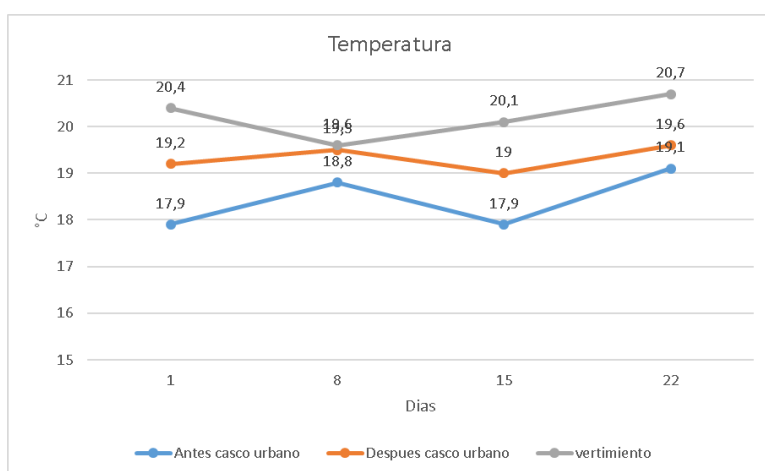


Figura 25. Comportamiento de la temperatura en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

Al igual que durante la temporada seca, durante la temporada lluviosa se evidencian temperaturas entre los niveles esperados, con un comportamiento conforme a las circunstancias y localización de cada uno de los puntos de muestreo, de tal manera que, en el punto de medición situado antes del casco urbano se obtuvieron los registros de temperatura más bajos, en el punto de muestreo localizado después del casco urbano, se obtuvieron temperaturas ligeramente más elevadas, y el punto de muestreo ubicado en el punto de descargas de vertimientos, produjo los registros de temperatura más altos, Sin embargo en general, durante la época de lluvias, los registros de temperatura fueron en promedio 1° C más fríos que en la temporada seca.

#### 9.4.2.3. *Solidos sedimentables.*

<i>TEMPORADA SECA</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>SS (mg/l)</i>
<i>1/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>0,1</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>0,5</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>0,4</i>
<i>7/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>0,1</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>0,6</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>0,3</i>
<i>15/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>0,1</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>0,6</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>0,5</i>
<i>21/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>0,1</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>0,4</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>0,4</i>

*Tabla 27. Comportamiento del parametro solidos sedimentables en cada uno de los puntos de medicion durante tiempo seco.*

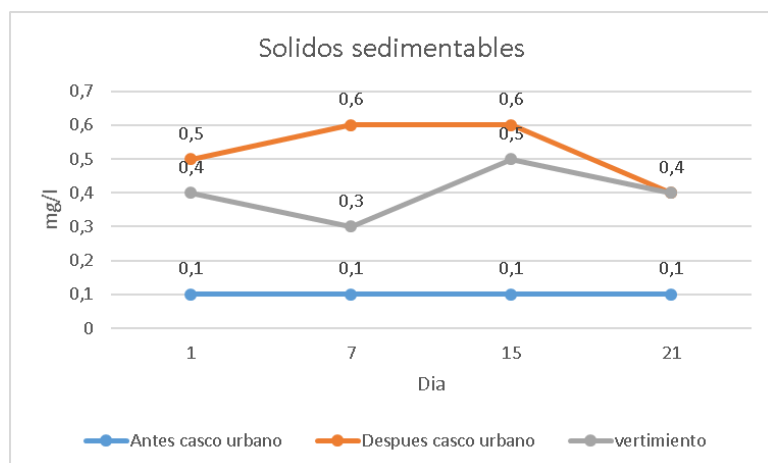


Figura 26. Comportamiento de los sólidos sedimentables en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

A partir de los resultados de los análisis de laboratorio, para el caso de los sólidos sedimentables, se determinó que estos presentaban una concentración más elevada en el punto de medición situado después del casco urbano, lo cual señala la responsabilidad de la comunidad directamente involucrada, por actividades como la extracción de material de arrastre y el desmonte de las laderas.

#### TEMPORADA LLUVIOSA

Fecha muestreo	Puntos	Descripción	SS (mg/l)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	0,1
	2	Después casco urbano	0,4
	3	vertimiento	0,6
7/09/2020	1	Antes casco urbano	0,1
	2	Después casco urbano	0,5
	3	vertimiento	0,5
15/09/2020	1	Antes casco urbano	0,1
	2	Después casco urbano	0,6
	3	vertimiento	0,4
21/09/2020	1	Antes casco urbano	0,1
	2	Después casco urbano	0,5
	3	vertimiento	0,5

Tabla 28. Comportamiento del parámetro sólidos sedimentables en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.



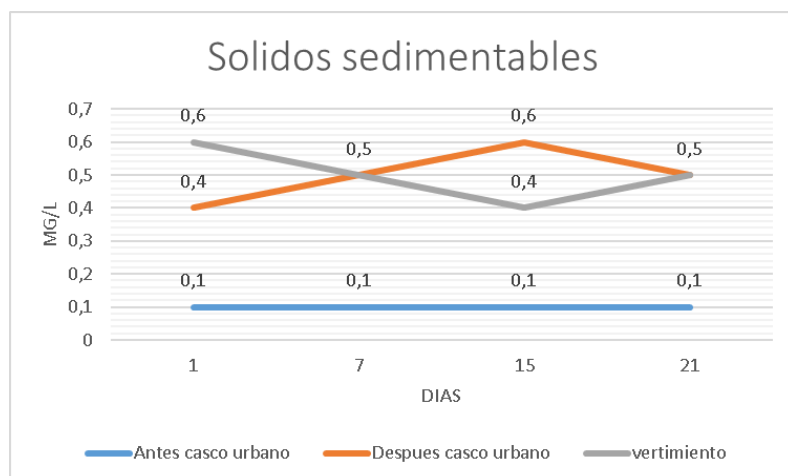


Figura 27. Comportamiento de los sólidos sedimentables en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

En la época lluviosa, los sólidos sedimentables en los puntos de medición 2 y 3 se encontraban en promedio en el mismo nivel, las concentraciones más bajas de este contaminante fueron registradas en el punto de muestreo localizado antes del casco urbano.

Con relación entre este parámetro y la resolución 0631 de 2015, los niveles de sólidos sedimentables establecidos en las muestras recolectadas, cumplen con los estándares nacionales, ya que esta reglamenta como límite máximo permisible 5mg/l.

#### 9.4.2.4. Oxígeno disuelto.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	O disuelto (mg/l)
1/07/2020	1	Antes casco urbano	7,4
	2	Después casco urbano	6,9
	3	vertimiento	0,2
7/07/2020	1	Antes casco urbano	7,6
	2	Después casco urbano	6,7
	3	vertimiento	0,3
15/07/2020	1	Antes casco urbano	7,7
	2	Después casco urbano	6,3
	3	vertimiento	0,1
21/07/2020	1	Antes casco urbano	7,7
	2	Después casco urbano	6,7
	3	vertimiento	0,2

Tabla 29. Comportamiento del parámetro oxígeno disuelto en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

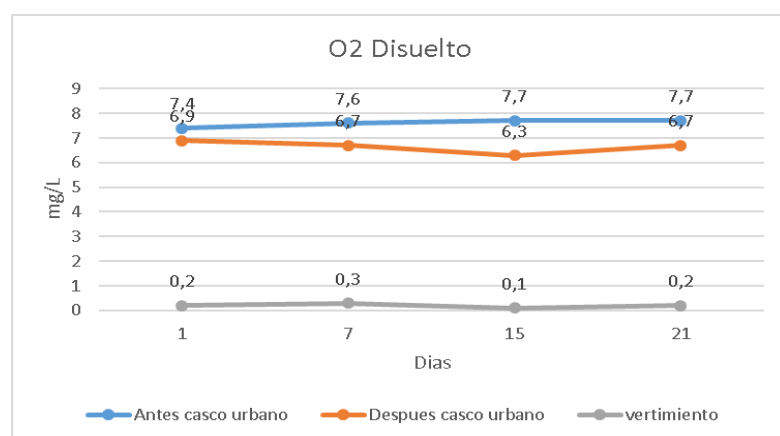


Figura 28. Comportamiento del O2 disuelto en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

En cuanto al oxígeno disuelto en la temporada seca, la anterior figura señala que los niveles de oxígeno antes y después del casco urbano, son mucho mayores que los encontrados en el punto de vertimientos. Esto debido a la alta concentración de contaminantes provenientes de las aguas residuales del municipio.

## TEMPORADA LLUVIAS

Fecha muestreo	Puntos	Descripción	O disuelto (mg/l)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	7,9
	2	Después casco urbano	7,1
	3	vertimiento	0,3
7/09/2020	1	Antes casco urbano	7,9
	2	Después casco urbano	6,5
	3	vertimiento	0,2
15/09/2020	1	Antes casco urbano	8
	2	Después casco urbano	6,9
	3	vertimiento	0,1
21/09/2020	1	Antes casco urbano	7,9
	2	Después casco urbano	6,7
	3	vertimiento	0,1

Tabla 30. Comportamiento del parámetro oxígeno disuelto en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.

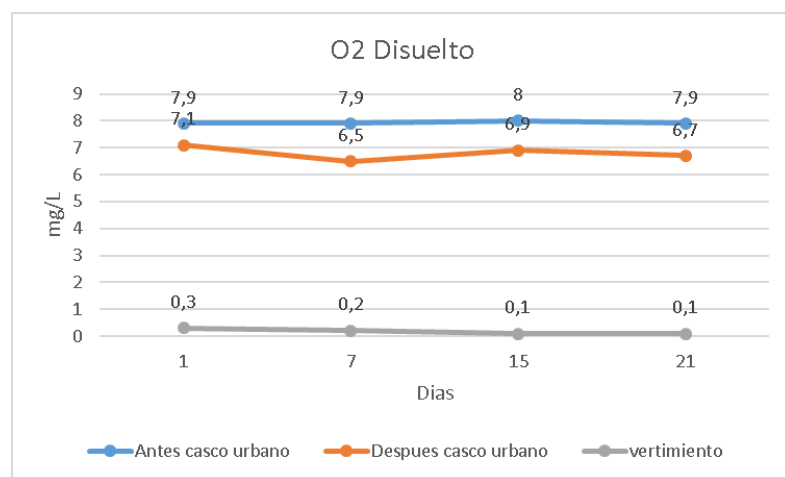


Figura 29. Comportamiento del O2 disuelto en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

Durante la temporada lluviosa, al igual que durante la temporada seca, el oxígeno disuelto determinado en los dos primeros puntos de muestreo se mantuvo en niveles similares, a diferencia del oxígeno disuelto en el punto de vertimientos de las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado.

### 9.4.2.5. DBO5.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	DBO5 (mg/l)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	7,2
	2	Después casco urbano	28
	3	vertimiento	117
7/09/2020	1	Antes casco urbano	8,5
	2	Después casco urbano	27,3
	3	vertimiento	128
15/09/2020	1	Antes casco urbano	7,8
	2	Después casco urbano	27,6
	3	vertimiento	123
21/09/2020	1	Antes casco urbano	7,2
	2	Después casco urbano	25,8
	3	vertimiento	116

Tabla 31. Comportamiento del parámetro DBO5 en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

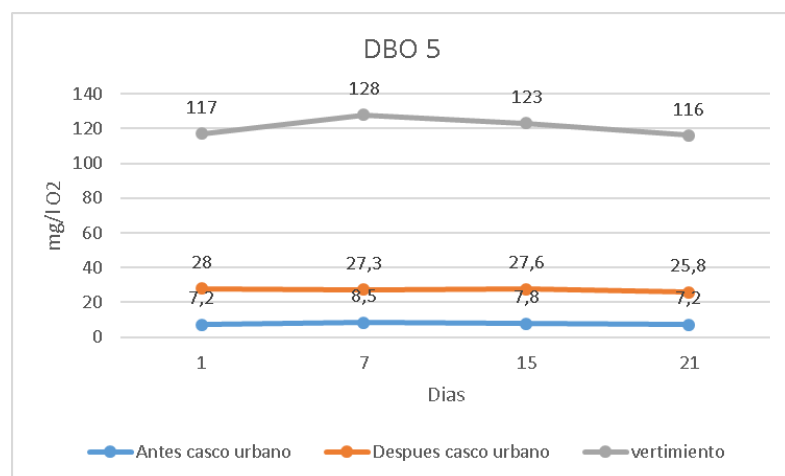


Figura 30. Comportamiento de la DBO5 en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

Para la DBO 5, indicador de la presencia de contaminantes orgánicos en el agua, se encontraron como estaba previsto, demandas de oxígeno muy altas en las muestras recolectadas en el vertimiento. Los niveles para este parámetro en el punto de muestreo situado después del casco urbano fueron inesperados y relativamente altos, en promedio 19,5 mg/l por encima de los resultados en el punto de muestreo situado antes del casco urbano, lo cual señala como fuente de contaminación con materia orgánica, a las actividades humanas provenientes del casco urbano, sugiriendo que en este afluente se llevan a cabo descargas ilegales de aguas residuales.

## TEMPORADA LLUVIAS

Fecha muestreo	Puntos	Descripción	DBO5 (mg/l)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	6,8
	2	Después casco urbano	22
	3	vertimiento	123
7/09/2020	1	Antes casco urbano	11
	2	Después casco urbano	21,4
	3	vertimiento	132
15/09/2020	1	Antes casco urbano	8,9
	2	Después casco urbano	20,4
	3	vertimiento	127
21/09/2020	1	Antes casco urbano	6,5
	2	Después casco urbano	18,7
	3	vertimiento	120

Tabla 32. Comportamiento del parámetro DBO5 en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.

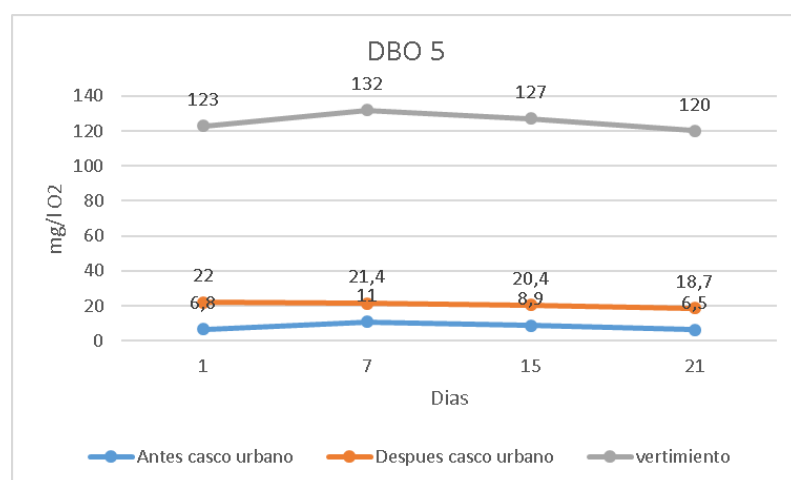


Figura 31. Comportamiento del O2 disuelto en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

Al igual que en el tiempo seco, durante la época de lluvias los niveles de contaminación para DBO 5 han seguido la misma tendencia, niveles altos para las muestras tomadas en el punto de descargas de aguas residuales, contaminación relevante en el punto correspondiente a aguas abajo del casco urbano y niveles bajos de contaminación antes del casco urbano.

Según lo establecido en la res 0631 de 2015, el vertimiento no cumple con el estándar nacional frente a la DBO5, ya que en la resolución se constituye como límite máximo una

demanda de 100 mg/l de O<sub>2</sub> y en el punto de vertimientos, este límite es sobrepasado en todas las mediciones realizadas.

#### 9.4.2.6. DQO.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	DQO (mg/l)
1/07/2020	1	Antes casco urbano	10
	2	Después casco urbano	44,8
	3	vertimiento	186
7/07/2020	1	Antes casco urbano	12
	2	Después casco urbano	41,2
	3	vertimiento	194
15/07/2020	1	Antes casco urbano	10
	2	Después casco urbano	43,2
	3	vertimiento	190
21/07/2020	1	Antes casco urbano	10
	2	Después casco urbano	41,6
	3	vertimiento	174

Tabla 33. Comportamiento del parámetro DQO en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

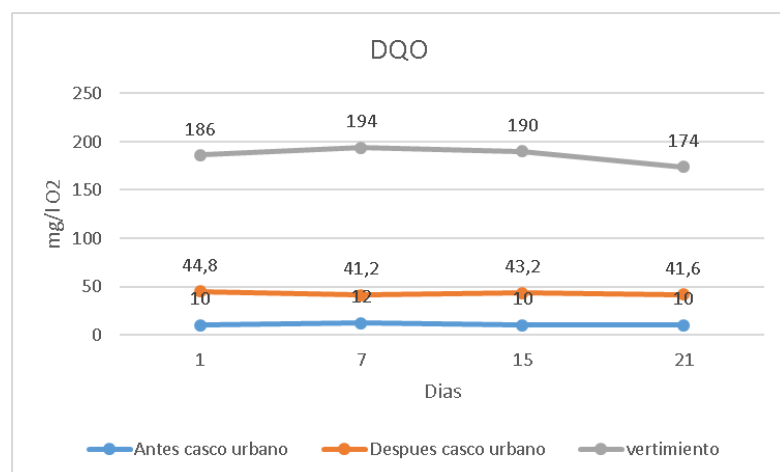


Figura 32. Comportamiento de la DQO en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

La DQO en el tiempo seco ha seguido la misma tendencia de la DBO<sub>5</sub>, la mayor demanda de O<sub>2</sub> se concentra en el punto donde se efectúan los vertimientos de las aguas residuales,

mientras que también se presenta niveles importantes de contaminación en las muestras colectadas después del casco urbano, y finalmente valores poco significativos en el punto de muestreo aguas arriba del casco urbano donde los niveles de contaminación son muy bajos.

TEMPORADA LLUVIAS			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	DQO (mg/l)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	9
	2	Después casco urbano	34,3
	3	vertimiento	184
7/09/2020	1	Antes casco urbano	11
	2	Después casco urbano	35,8
	3	vertimiento	188
15/09/2020	1	Antes casco urbano	9
	2	Después casco urbano	33,3
	3	vertimiento	192
21/09/2020	1	Antes casco urbano	9
	2	Después casco urbano	30,2
	3	vertimiento	196

Tabla 34. Comportamiento del parámetro DQO en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.

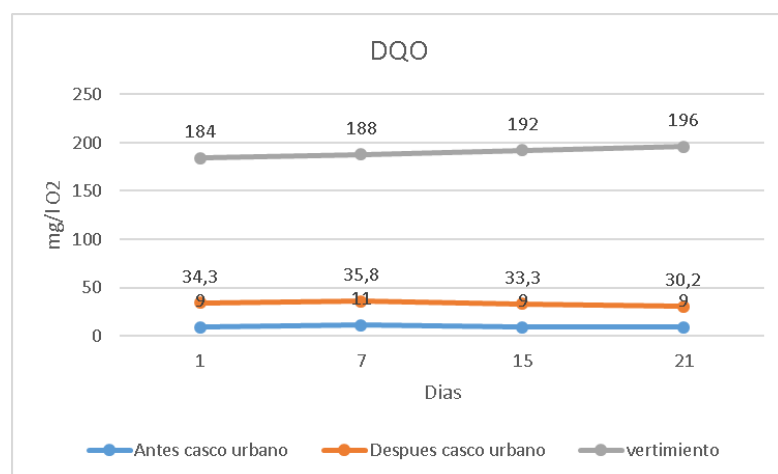


Figura 33. Comportamiento de la DQO en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

El comportamiento de la DQO en el tiempo lluvioso, no ha sido diferente al tiempo seco en cuanto a la tendencia de la contaminación para este parámetro. Los mayores niveles de contaminación se concentran en el punto donde se efectúan los vertimientos de las aguas residuales, mientras que también se tienen niveles importantes de contaminación en las muestras

colectadas después del casco urbano, y finalmente valores menos significativos en el punto de muestreo aguas arriba del casco urbano.

Bajo el punto de vista de la res 0631 de 2015, el afluente hídrico en los dos primeros puntos de muestreo presenta condiciones óptimas, sin embargo, en el vertimiento, no cumple con el estándar nacional frente a la DQO, ya que en la resolución se establece como límite máximo 90 mg/l de O<sub>2</sub> y en el punto de vertimientos, este límite es sobrepasado en todas las mediciones realizadas.

#### 9.4.2.7. Sólidos suspendidos totales.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	SST(mg/l)
1/07/2020	1	Antes casco urbano	5
	2	Después casco urbano	14,6
	3	vertimiento	37,4
7/07/2020	1	Antes casco urbano	5
	2	Después casco urbano	13,6
	3	vertimiento	39,6
15/07/2020	1	Antes casco urbano	5
	2	Después casco urbano	13,4
	3	vertimiento	33,7
21/07/2020	1	Antes casco urbano	5
	2	Después casco urbano	11,9
	3	vertimiento	30,8

Tabla 35. Comportamiento del parámetro SST en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

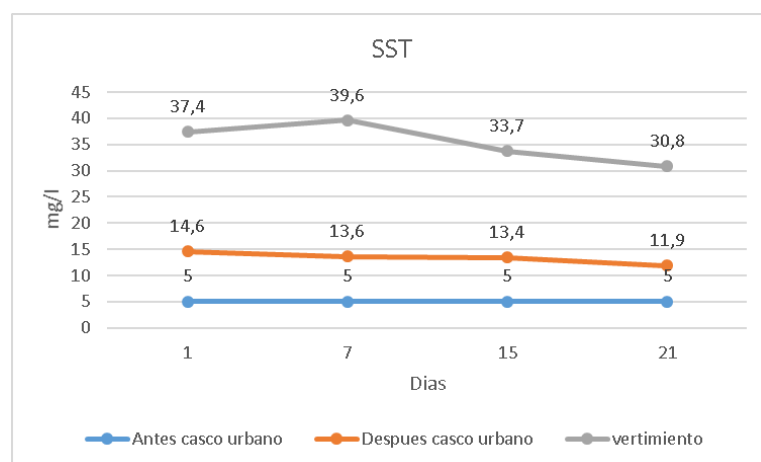


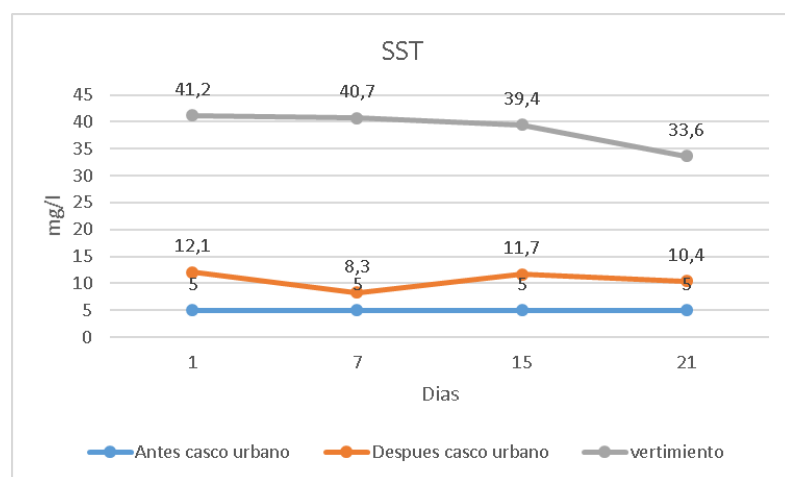
Figura 34. Comportamiento de los SST en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.



La presencia de sólidos suspendidos totales en las muestras recolectadas, sugieren una mayor concentración de este contaminante en el punto de vertimientos, seguido, con niveles moderados de contaminación, el punto ubicado después del casco urbano, y con niveles más bajos el punto aguas arriba, antes del casco urbano.

<i>TEMPORADA LLUVIAS</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>SST (mg/l)</i>
<i>1/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>5</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>12,1</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>41,2</i>
<i>7/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>5</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>8,3</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>40,7</i>
<i>15/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>5</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>11,7</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>39,4</i>
<i>21/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>5</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>10,4</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>33,6</i>

*Tabla 36. Comportamiento del parámetro SST en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.*



*Figura 35. Comportamiento de los SST en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.*

Las muestras colectadas en tiempo seco, presentan la misma tendencia que en tiempo lluvioso, para la presencia de sólidos suspendidos totales en las muestras recolectadas, sugieren que se presenta una mayor concentración de este contaminante en el punto de vertimientos,

seguido, con niveles moderados de contaminación el punto ubicado después del casco urbano y con niveles más bajos el punto aguas arriba, antes del casco urbano.

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles de la resolución 0631 de 2015. En todos los puntos de muestreo se evidencia que se cumple con la normatividad y los estándares nacionales, ya que el límite máximo permisible para este parámetro son 90 mg/l. Los lugares muestreados reportan un máximo de 41,2 mg/l, tomando en cuenta las dos temporadas climáticas.

#### 9.4.2.8. Alcalinidad.

<i>TEMPORADA SECA</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>ALC (mg/l)</i>
<i>1/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>83</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>102</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>7/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>88</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>107</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>15/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>93</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>93</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>21/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>93</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>89</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	

*Tabla 37. Comportamiento del parámetro Alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.*

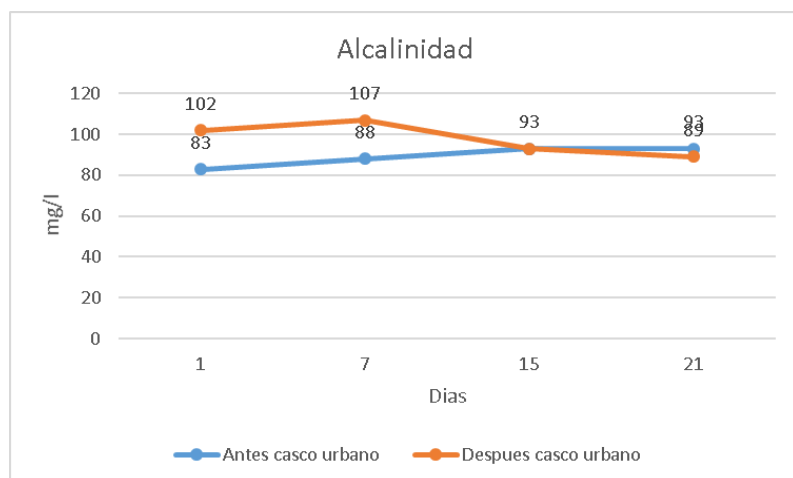


Figura 36. Comportamiento de la alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

Para el parámetro de la alcalinidad, se realizó análisis únicamente en los puntos de muestreo antes y después del casco urbano, en los cuales los resultados fueron equilibrados, sin embargo, puede concluirse que para este parámetro en promedio la alcalinidad fue ligeramente mayor en el punto después del casco urbano.

<i>TEMPORADA LLUVIAS</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>ALC (mg/l)</i>
<i>1/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>80</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>93</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>7/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>93</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>93</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>15/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>88</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>97</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>21/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>90</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>96</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	

Tabla 38. Comportamiento del parámetro Alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.

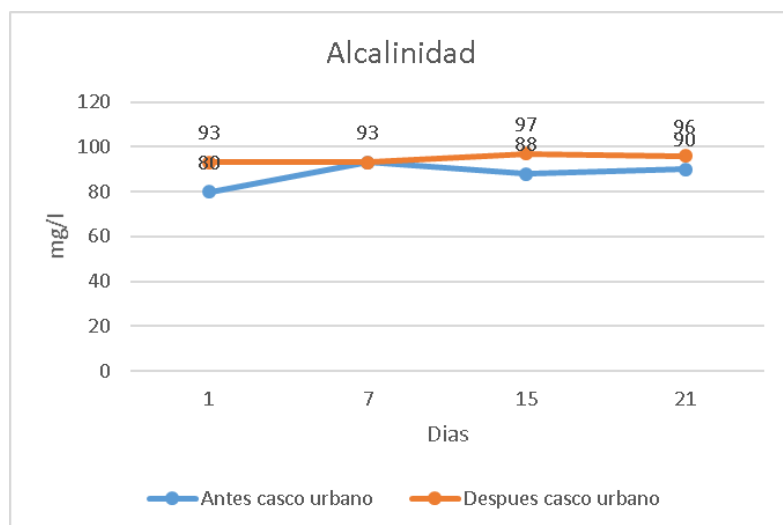


Figura 37. Comportamiento de la alcalinidad en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

Al igual que en la temporada seca, el parámetro de la alcalinidad en la temporada lluviosa, fue analizado únicamente en los puntos de muestreo antes y después del casco urbano, los niveles de contaminación para este parámetro fueron más elevados en las muestras recolectadas en el punto de muestreo localizado después del casco urbano.

#### 9.4.2.9. Dureza Total.

<i>TEMPORADA SECA</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>DUR (mg/l)</i>
<i>1/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>85</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>88</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>7/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>90</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>96</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>15/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>88</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>93</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	
<i>21/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>88</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>85</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	

Tabla 39. Comportamiento del parámetro dureza en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

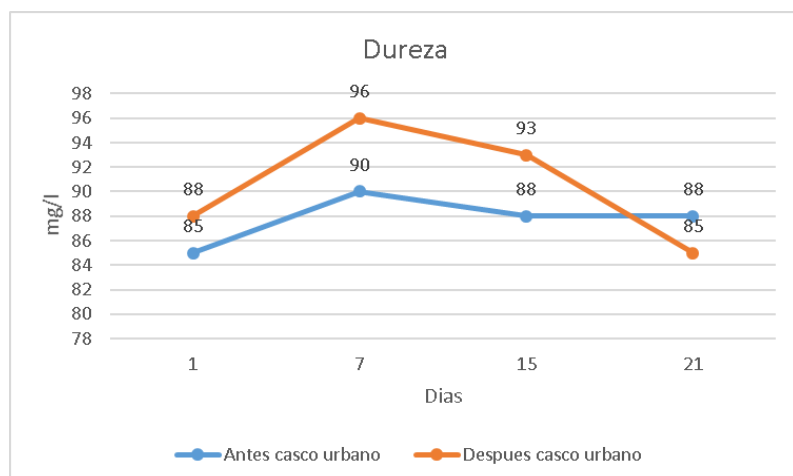


Figura 38. Comportamiento de la dureza en cada uno de los puntos de medición durante la temporada seca.

La dureza total en tiempo seco para las muestras recolectadas antes y después del casco urbano no reflejaron diferencias significativas, las mediciones para dicho parámetro mostraron en general niveles un poco más altos en el punto de muestreo ubicado aguas abajo del casco urbano, sin embargo, la diferencia con respecto al otro punto de medición no es lo suficientemente alta.

#### TEMPORADA LLUVIAS

Fecha muestreo	Puntos	Descripción	DUR (mg/l)
1/09/2020	1	Antes casco urbano	78
	2	Después casco urbano	87
	3	vertimiento	
7/09/2020	1	Antes casco urbano	89
	2	Después casco urbano	87
	3	vertimiento	
15/09/2020	1	Antes casco urbano	91
	2	Después casco urbano	88
	3	vertimiento	
21/09/2020	1	Antes casco urbano	87
	2	Después casco urbano	90
	3	vertimiento	

Tabla 40. Comportamiento del parámetro dureza en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.

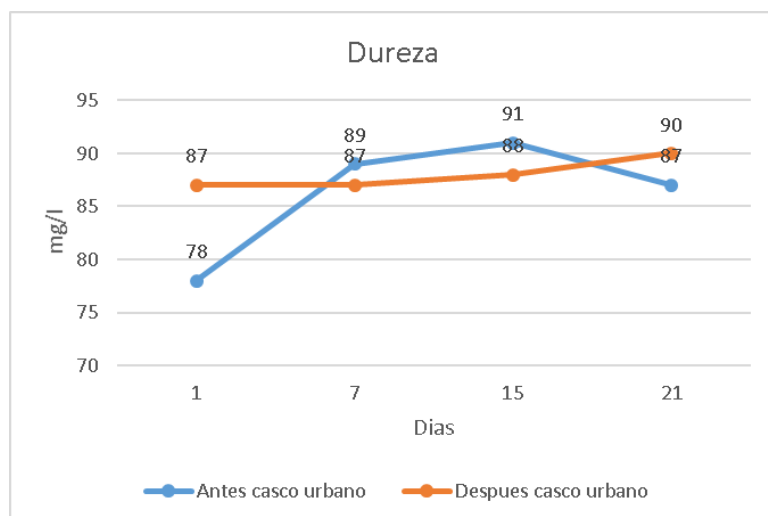


Figura 39. Comportamiento de la dureza en cada uno de los puntos de medición durante la temporada lluviosa.

La dureza total en tiempo lluvioso para las muestras recolectadas antes y después del casco urbano, al igual que en el tiempo seco, no reflejaron diferencias significativas, las mediciones se mostraron en general muy equilibradas entre el punto de muestreo ubicado aguas abajo del casco urbano, a excepción de la medición realizada el primer día.

#### 9.4.2.10. Coliformes totales.

TEMPORADA SECA			
Fecha muestreo	Puntos	Descripción	COL TOT (UFC/100 ml)
1/07/2020	1	Antes casco urbano	>300
	2	Después casco urbano	incontables
	3	vertimiento	incontables
7/07/2020	1	Antes casco urbano	>300
	2	Después casco urbano	incontables
	3	vertimiento	incontables
15/07/2020	1	Antes casco urbano	>300
	2	Después casco urbano	incontables
	3	vertimiento	incontables
21/07/2020	1	Antes casco urbano	>300
	2	Después casco urbano	incontables
	3	vertimiento	incontables

Tabla 41. Comportamiento del parámetro Coliformes totales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

Para las muestras de agua recolectadas en el punto antes del casco urbano, se obtuvieron conteos mayores a 300 UFC/100 ml. Por otro lado, la presencia de Coliformes totales en las

muestras de agua, revelan niveles incontables para las muestras colectadas en los puntos de muestreo situados después del casco urbano y en el punto de vertimientos, lo cual sugiere que incluso antes de que los vertimientos de la red de alcantarillado alcancen el cuerpo de agua, la contaminación del mismo para este parámetro es considerablemente alta.

<i>TEMPORADA LLUVIAS</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>COL TOT (UFC/100 ml)</i>
<i>1/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>7/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>15/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>21/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>

*Tabla 42. Comportamiento del parámetro Coliformes totales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.*

Para tiempo lluvioso, las alteraciones del río son idénticas a las presentadas en tiempo de sequía, la presencia de Coliformes totales en las muestras de agua, revelan niveles incontables para las muestras colectadas en los puntos de muestreo situados después del casco urbano y en el punto de vertimientos, sugiriendo vertimientos con altos contenidos de materia orgánica que se presentan en el casco urbano.

### 9.4.2.11. Coliformes fecales.

<i>TEMPORADA SECA</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>COL FEC (UFC/100 ml)</i>
<i>1/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>7/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>15/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>21/07/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>

Tabla 43. Comportamiento del parámetro Coliformes fecales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo seco.

Al igual que el caso para los Coliformes totales, en el tiempo seco los Coliformes fecales también presentan concentraciones en niveles incontables en los puntos de muestreo situados después del casco urbano y en el punto de vertimientos, y en contraste niveles bajos para el punto situado antes del casco urbano.

<i>TEMPORADA LLUVIAS</i>			
<i>Fecha muestreo</i>	<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>COL FEC (UFC/100 ml)</i>
<i>1/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>7/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>15/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>
<i>21/09/2020</i>	<i>1</i>	<i>Antes casco urbano</i>	<i>&gt;300</i>
	<i>2</i>	<i>Después casco urbano</i>	<i>incontables</i>
	<i>3</i>	<i>vertimiento</i>	<i>incontables</i>

Tabla 44. Comportamiento del parámetro Coliformes fecales en cada uno de los puntos de medición durante tiempo lluvioso.



En el tiempo lluvioso la tendencia se repite para los Coliformes fecales, presentando la misma tendencia que en el tiempo seco para este parámetro.

## 9.5 Índices ICOS.

El cálculo de los índices ICOs se determinaron de la siguiente forma y obteniendo los siguientes resultados:

### 9.5.1. ICOMO.

#### *Tiempo seco*




<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>ICOMO</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	<i>Antes casco urbano</i>	<u>0,01502809</u>	<i>Ninguna</i>	
2	<i>Después casco urbano</i>	<u>0,28533183</u>	<i>Baja</i>	
3	<i>vertimiento</i>	<u>0,51686239</u>	<i>Media</i>	

Tabla 45. Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca.

En el tiempo seco, los niveles de contaminación teniendo en cuenta el ICOMO, nos muestran un patrón contaminante esperado, de forma ascendente, a medida que las aguas del río atraviesan el casco urbano, estas por acción de las actividades antrópicas reducen su calidad a un grado bajo de contaminación, posteriormente en el punto de descargas de aguas residuales, la calidad del afluente vuelve a disminuir hasta obtener un grado medio de contaminación.

#### *Tiempo lluvioso.*




<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>ICOMO</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	<i>Antes casco urbano</i>	<u>0,02187802</u>	<i>Ninguna</i>	
2	<i>Después casco urbano</i>	<u>0,20069192</u>	<i>Baja</i>	
3	<i>vertimiento</i>	<u>0,43863724</u>	<i>Media</i>	

Tabla 46. Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.

En el tiempo lluvioso, los niveles de contaminación teniendo en cuenta el ICOMO, al igual que en tiempo seco, nos muestran un patrón contaminante, de forma ascendente, a medida que las aguas del río atraviesan el casco urbano, estas, por acción de las actividades antrópicas reducen su calidad a un grado bajo de contaminación, posteriormente en el punto de descargas de aguas residuales, la calidad del afluente vuelve a disminuir hasta obtener un grado medio de contaminación.

Durante la época lluviosa, el ICOMO antes del casco urbano presenta niveles ligeramente más altos que en la temporada seca, sin embargo, en los demás puntos de muestreo el ICOMO fue superior durante el régimen seco de precipitaciones.

### 9.5.2. ICOSUS.

#### *Tiempo seco.*

<i>Punto</i>	<i>Descripción</i>	<i>SST promedio</i>	<i>ICOSUS</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	Antes casco urbano	5	-0,005	Ninguna	
2	Después casco urbano	13,375	0,020125	Ninguna	
3	vertimiento	35,375	0,086125	Ninguna	

Tabla 47. Índice de contaminación sólidos suspendidos (ICOSUS) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca.

Los sólidos suspendidos totales en tiempo seco no representan niveles altos de contaminación en ninguno de los puntos de muestreo, se considera inexistente la contaminación por este parámetro.

### **Tiempo lluvioso.**

<i>Punto</i>	<i>Descripción</i>	<i>SST promedio</i>	<i>ICOSUS</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	Antes casco urbano	5	-0,005	Ninguna	
2	Después casco urbano	10,625	0,011875	Ninguna	
3	vertimiento	38,725	0,096175	Ninguna	

Tabla 48. Índice de contaminación sólidos suspendidos (ICOSUS) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.

Los sólidos suspendidos totales en tiempo lluvioso, al igual que en tiempo seco, no representan niveles altos de contaminación en ninguno de los puntos de muestreo, se considera inexistente la contaminación por este parámetro.

### **9.5.3. ICOTEMP.**

#### **Temporada seca**

<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>T (°C)</i>	<i>ICOTEMP</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	Antes casco urbano	18,825	0,04752226	Ninguna	
2	Después casco urbano	19,6			
3	vertimiento	22,25			

Tabla 49. Índice de contaminación por temperatura (ICOTEMP) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca.

#### **Temporada lluviosa**

<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>T (°C)</i>	<i>ICOTEMP</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	Antes casco urbano	18,425	-0,56364977	Ninguna	
2	Después casco urbano	19,325			
3	vertimiento	20,2			

Tabla 50. Índice de contaminación por temperatura (ICOTEMP) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.

La temperatura registrada en el vertimiento y del cuerpo de agua receptor, en ambas temporadas (seca y lluviosa), no presentan mayores diferencias, por lo tanto, el índice ICOTEMP y su respectiva interpretación, considera que no existe contaminación alguna del cauce receptor con respecto a este parámetro.

### 9.5.4. ICOpH.

#### *Temporada seca*

<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>pH</i>	<i>ICOpH</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	Antes casco urbano	7,7425	0,01251325	Ninguna	
2	Después casco urbano	7,24	0,00223339	Ninguna	
3	vertimiento	7,1725	0,00177023	Ninguna	

Tabla 51. Índice de contaminación por pH (ICOpH) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada seca.

ICOpH Para temporada seca muestra valores cercanos a 0, determinados por lo neutros de los resultados en las mediciones de pH. Refleja buen estado de conservación del río durante la época lluviosa teniendo en cuenta este parámetro.

#### *Temporada lluviosa.*

<i>Puntos</i>	<i>Descripción</i>	<i>pH</i>	<i>ICOpH</i>	<i>Grado de contaminación</i>	<i>Clave de color</i>
1	Antes casco urbano	7,575	0,00705983	Ninguna	
2	Después casco urbano	7,3025	0,00276933	Ninguna	
3	vertimiento	7,1775	0,00180097	Ninguna	

Tabla 52. Índice de contaminación por temperatura (ICOpH) para el río de oro en cada uno de los puntos de muestreo durante la temporada lluviosa.

ICOpH Para temporada lluviosa, al igual que en temporada seca, muestra valores cercanos a 0, determinados por lo neutros de los resultados en las mediciones de pH. Refleja buen estado de conservación del río durante la época lluviosa teniendo en cuenta este parámetro.

## 9.6 Resultados encuestas a la comunidad.

En las inmediaciones del río de oro se identificaron en total 232 viviendas, y tomando como promedio una cantidad de 5 habitantes por vivienda, la población total dentro del área de influencia del proyecto se estima en alrededor de 1160 habitantes. Mediante el uso de la ecuación para el cálculo de muestra, se obtuvo como resultado, que, para la presente investigación, se

realizara la aplicación de 69 encuestas dirigidas a la población de interés y aplicadas de forma aleatoria. Los resultados de dicha encuesta se desarrollan a continuación:

Pregunta 1. ¿Considera usted que el río se encuentra en buenas condiciones?

SI: 15 ; NO: 54

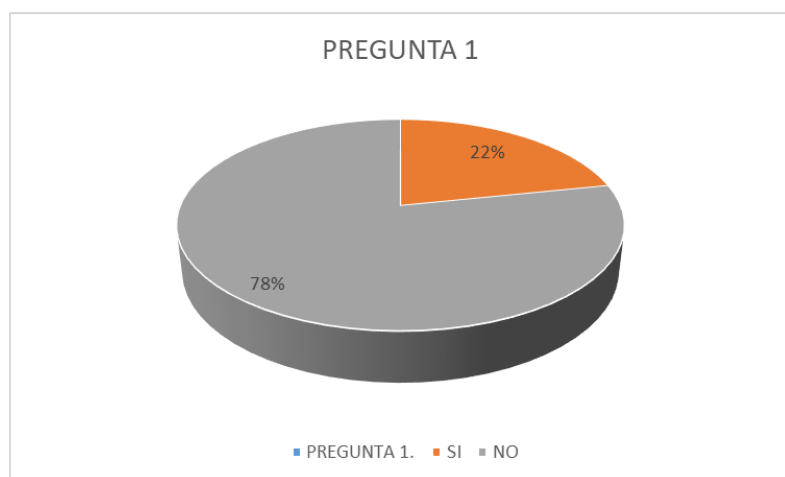


Figura 40. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Considera usted que el río se encuentra en buenas condiciones?

Los resultados de esta primera pregunta reflejan que las personas en su mayoría creen que el río de oro no se encuentra en sus mejores condiciones, permite también saber que la comunidad tiene cierto sentido de preocupación al respecto.

Pregunta 2. ¿Considera usted que el río debe ser protegido para evitar su contaminación?

SI: 66 ; NO: 3

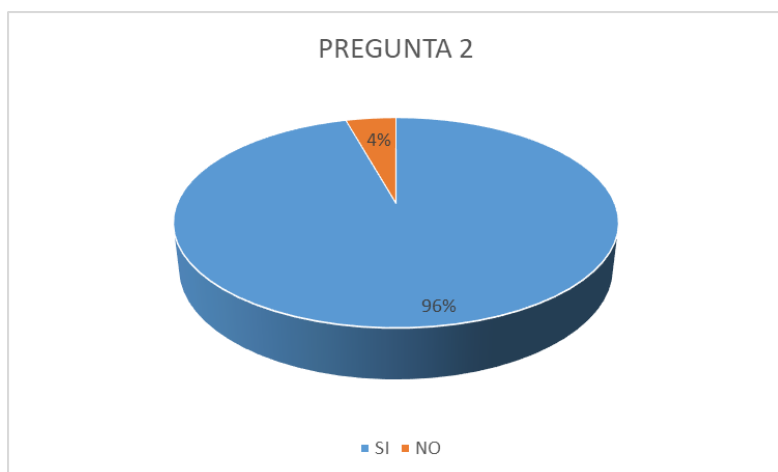


Figura 41. *Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Considera usted que el río debe ser protegido para evitar su contaminación?*

La segunda pregunta de la encuesta realizada, nos indica que un 96% de las personas encuestadas, piensa que el río necesita de protección par ser cuidado, lo cual refleja también la poca confianza que tienen sobre la ciudadanía como causantes de la contaminación y de las autoridades a la hora de proteger el medio ambiente circundante.

Pregunta 3. ¿Alguna vez ha arrojado basuras al río?

SI: 21 ; NO: 48.

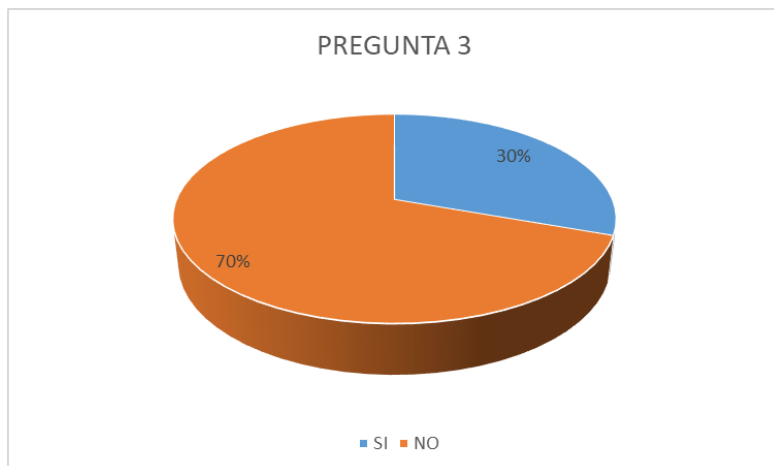


Figura 42. *Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Alguna vez ha arrojado basuras al río?*

Teniendo en cuenta que anteriormente al mismo grupo de personas se le había consultado sobre la necesidad de proteger el río y en su mayoría respondieron con un si, resulta contradictorio que un 30% de los encuestados manifestara haber botado algún tipo de residuo al río, esto refleja un problema social relacionado con la falta de compromiso ciudadano.

Pregunta 4. ¿tiene usted alguna conexión para aguas residuales que vierta directamente al río?

SI: 7 ; NO: 62.

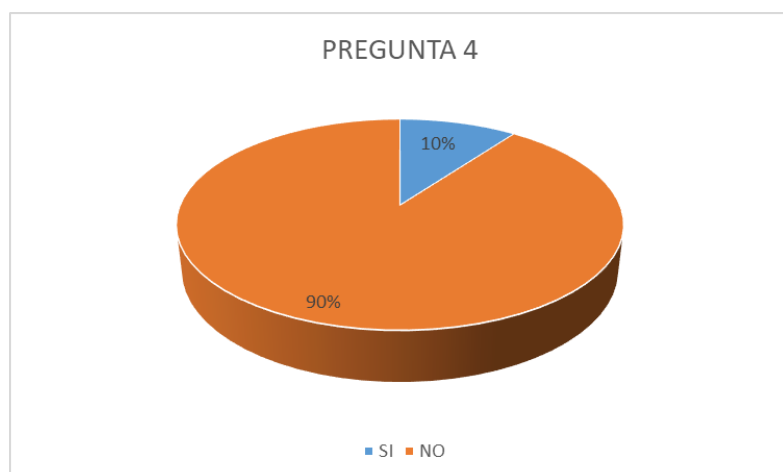


Figura 43. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿tiene usted alguna conexión para aguas residuales que vierta directamente al río?

Un 10 % de los encuestados manifestó que tiene una conexión directa de las aguas residuales de su vivienda con el río, este valor que corresponde a 7 personas encuestadas, podría no significar mucho, sin embargo, extrapolando al número de casas que fueron localizadas dentro del área de influencia, y teniendo en cuenta que en teoría un 10% de las mismas tienen una conexión directa con el río, se puede estimar que alrededor de 23 casas podrían verter directamente sus aguas residuales al río

Pregunta 5. ¿Alguna vez ha visto a algún vecino o a alguien perteneciente a la comunidad, tirar basuras o cualquier material contaminante al río?

SI: 44 ; NO: 25.

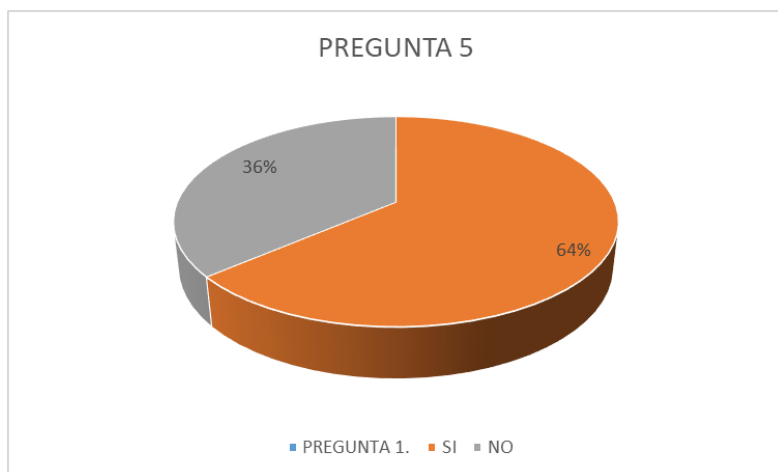


Figura 44. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Alguna vez ha visto a algún vecino o a alguien perteneciente a la comunidad, tirar basuras o cualquier material contaminante al río?

64 % de los encuestados manifiesta haber visto a alguien tirar basuras y en su defecto contaminar el río, los resultados a esta pregunta contrastan directamente con los obtenidos en la pregunta 3. De tal manera que podríamos concluir que el porcentaje real de personas que arrojan contaminantes al río es mayor de lo que estas admiten

Pregunta 6. ¿De quién cree es usted que es la responsabilidad del cuidado del río?

Alcaldía: 21 ; Corpocesar: 4 ; Comunidad: 42 ; Políticos: 2



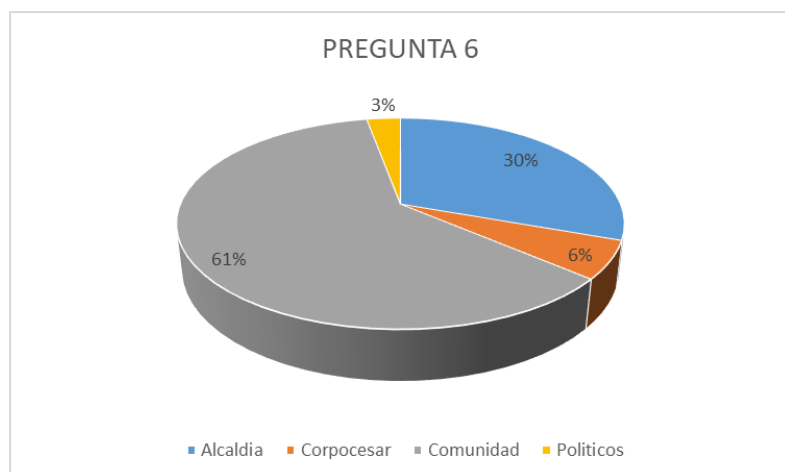


Figura 45. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿De quién cree es usted que es la responsabilidad del cuidado del río?

Los resultados a esta pregunta reflejan que la población en su mayoría está de acuerdo con que ellos mismos quienes componen a la comunidad, son los responsables del cuidado del río. Además, hubo un gran número de encuestados un 30% quienes delegan esta responsabilidad a la administración local, un 6% a la autoridad ambiental y un 3% a los políticos.

Las respuestas a esta pregunta revelan que un 39% de los encuestados delega la responsabilidad del cuidado del río a otro, poniendo en duda el compromiso ciudadano por el cuidado del ambiente.

Pregunta 7. ¿Se comprometería usted a defender el río frente a personas que llegaran con intención de contaminarlo?

SI: 53 ; NO: 16.

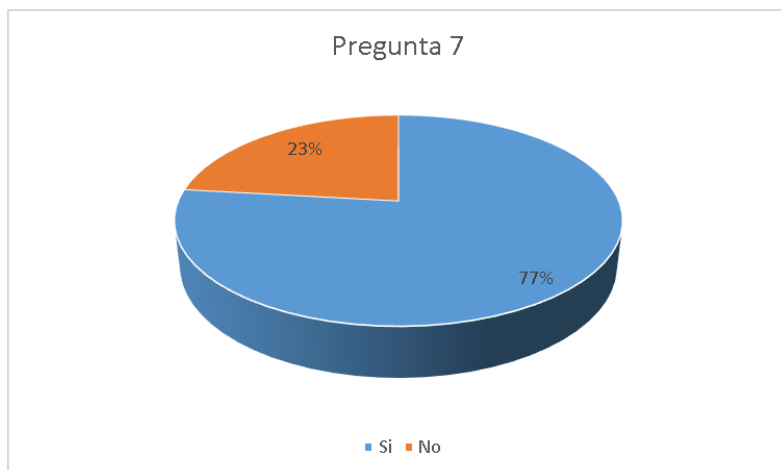


Figura 46. Respuestas de los encuestados, pregunta: ¿Se comprometería usted a defender el río frente a personas que llegaran con intención de contaminarlo?

Con base a las respuestas, podemos establecer que la gran mayoría (77%) de los encuestados estaría dispuesto a colaborar por la protección del medio ambiente y de la integridad del río, refleja un deseo que la mayoría comparte, el cual se relaciona con el bienestar y la conservación de los recursos naturales.

### **9.7 Análisis consecuencias que genera en el río aguas abajo.**

Los niveles de contaminación evidenciados en la presente investigación, teniendo en cuenta la resolución 0631 de 2015. Mostraron que solo en el punto de descargas de aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado del municipio, presenta problemas relacionados con algunos parámetros por encima de los límites máximos permisibles, sin embargo, los niveles de contaminación establecidos, no son lo suficientemente altos para considerarlos una emergencia ambiental. Las condiciones del río aguas abajo son propicias para su autorecuperación.

El río de oro, perteneciendo a la cuenca del Catatumbo, no es el principal afluente en términos de aporte de contaminantes al recurso hídrico, aguas abajo, este afluente se une con el río Tejo, y algunos kilómetros más en descenso, formara parte de las aguas del río Algodonal.

Al presentar altos niveles de materiales orgánicos en difusión, los procesos biológicos naturales que se desarrollan gracias a los microorganismos, la flora y la fauna acuática, pueden encargarse de la remoción de estos contaminantes a estos niveles moderados, por tal motivo no es necesaria la aplicación de medidas correctivas o mitigantes relacionadas con la existencia del vertimiento, en resumen, los efectos o impactos ambientales causados por las características y parámetros evaluados en la presente investigación no representan impactos críticos en la biodiversidad, por otro lado, parámetros no evaluados en la presente, como lo son contenidos de aceites y grasas o contenidos de detergentes o jabones, podrían significar riesgos mayores.

A nivel social, las consecuencias más notables pueden darse en el marco de los olores ofensivos y el aprovechamiento del agua para labores agrícolas. En primer lugar, para las personas que vivan en las inmediaciones del río, pueden ser afectadas por los fuertes olores, sin embargo, teniendo en cuenta que se trata de zona rural, la cantidad de habitantes afectados es poca e irrelevante.

Construcción de alternativas para el mejoramiento de la calidad del agua. formularán alternativas dirigidas a la aplicación de medidas pertinentes con el fin de generar impactos positivos sobre la calidad del agua y del ambiente.

## 10. Conclusiones.

Durante el desarrollo de la investigación, se logró determinar en primer lugar que el río “Río de oro”, ubicado en el municipio que lleva el mismo nombre en el departamento del Cesar, presenta características que lo hacen bajo el punto de vista hidrológico, un afluente vulnerable, determinado por lo quebrado de sus pendientes y por presentar bajos niveles de caudal, influenciados por las bajas precipitaciones, en especial durante la temporada seca, donde el volumen de agua que transporta, se reduce a niveles críticos. Por otro lado, bajo un punto de vista cultural, este río se convirtió a través de los años, en uno de los cuerpos hídricos más importantes para los habitantes de su casco urbano. La población cercana a su lecho, ha utilizado los recursos de esta fuente para diversos fines, se logró identificar entre estos los usos para riego, usos recreativos, lavado de vehículos, lavado de ropa, e incluso extra de material de construcción como lo es la arena y la grava. La anterior situación fue directamente relacionada con la reducción del caudal del río durante los meses de sequía, mientras el cauce atraviesa el municipio, este disminuye su caudal de valores que rondan los 150 L/s hasta los 4L/s. Sin embargo, durante los meses de lluvia, el cuerpo de agua es capaz de recuperar su caudal a niveles óptimos para el ecosistema gracias a los altos niveles de precipitación y la orografía local que permite la formación de numerosos cauces y cañadas de naturaleza intermitente que multiplican la disponibilidad de agua durante la temporada lluviosa.

Por otro lado, en cuanto a las características fisicoquímicas y microbiológicas evaluadas, se encontró que además de la pérdida de caudal en los meses de sequía a causa del uso excesivo de los recursos del cuerpo de agua. se presentan en este, tanto en temporada de sequía como en temporada lluviosa, problemas con los parámetros relacionados con los contenidos de materia

orgánica, de tal manera que se localizaron las principales problemáticas en el punto de muestreo situado en el lugar donde se efectúan los vertimientos del sistema de alcantarillado del municipio, estableciendo en este tramo niveles bajos de oxígeno disuelto y por consiguiente valores de DBO5 y DQO muy altos, que a su vez implican, y como fue determinado, muy alta presencia de microorganismos en las aguas con niveles incontables tanto para el parámetro de Coliformes fecales como el parámetro de Coliformes totales, y que por consiguiente, teniendo en cuenta los límites máximos permisibles establecidos en la res 0631 de 2015, todos los parámetros relacionados como problemática en el punto de descargas de vertimientos, presentan niveles de contaminación que están fuera de lo establecido por normatividad y en específico la res 0631, que además se confirman con la aplicación de los índices ICOS's, según los cuales en este punto, la contaminación por materia orgánica (ICOMO) tanto en temporada seca como en temporada lluviosa alcanzan la categoría de contaminación media. .

Como situación contraria al punto localizado en el vertimiento, en la localización de muestreo ubicada antes del casco urbano, se determinó que el agua que ingresa a la zona urbana del municipio, presenta una calidad óptima, con niveles de contaminación propios de un afluente hídrico en condiciones naturales, ya que, en todas las características evaluadas en cada temporada climática, reflejaron estar muy por debajo de los límites máximos permisibles de la resolución 0631. Por otro lado, en cuanto al punto de muestreo localizado después del casco urbano, se determinó que, durante los meses de sequía, los niveles de contaminación aumentan, al igual que lo hacen las concentraciones de materia orgánica, y que tienen como consecuencia, los problemas relacionados con niveles elevados en los parámetros de DBO5, DQO, oxígeno disuelto y Coliformes.

A grandes rasgos, los problemas de contaminación del río de oro con relación a la normatividad vigente y a los índices relacionados en el proyecto, revelan que estos no son tan graves como se pensaría, la mayoría de los índices están muy por debajo de los límites máximos permisibles para vertimientos y aquellos que no lo están se encuentran apenas por encima. Con relación a los índices ICOs, la mayoría de estos revelaron que las condiciones del agua no reflejaban contaminación grave, a excepción del ICOMO, el cual categorizo el problema de la contaminación como niveles medios por materia orgánica.

Por otro lado, teniendo como referencia los resultados de la aplicación de los índices icos en los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en las muestras de agua extraídas durante la época seca y de lluvias, se puede establecer que el mayor problema quizá no está en la contaminación del río, si no en el caudal del mismo durante las épocas de sequía. Se estableció que durante la temporada seca el caudal del río baja a niveles alarmantes cuando este atraviesa el casco urbano del municipio y se recupera una vez lo atraviesa, lo que significa que, ante la escasez del agua, las personas o habitantes recurren al uso del agua proveniente del río.

Teniendo como punto de partida los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en cada punto de muestreo durante cada temporada climática, se establecieron entonces como causas de la contaminación las actividades antrópicas, ya que se evidencia que la calidad y cantidad del agua del río que ingresa al casco urbano es óptima, sin embargo y especialmente en época de sequía, una vez el afluente atraviesa la zona poblada, la calidad del agua se reduce significativamente, lo cual sugiere que aunque existe una red de alcantarillado en el municipio, aún persisten algunas viviendas con conexiones directas al río, lo cual explica el cambio en sus condiciones iniciales. Sin embargo, en cuanto a las consecuencias en los niveles de contaminación, dado que la problemática se centra en los altos contenidos de materia

orgánica, la depuración natural del ecosistema es suficiente para el tratamiento aguas abajo, ya que, aunque algunos parámetros se encuentran por fuera de los estándares máximos permisibles, estos mismos se encuentran también muy cerca de estar dentro de estos.

## **11. Recomendaciones.**

Ampliación de estudios relacionados con mayores variables o índices de contaminación para ambas temporadas climáticas.

Sensibilización a la comunidad sobre el cuidado del recurso hídrico y nuestra responsabilidad sobre el mismo.

Solicitar apoyo gubernamental e interinstitucional de orden local para la ejecución de obras que permitan el tratamiento de las aguas residuales del municipio previamente a su vertimiento en el cuerpo receptor.



## Referencias.

- Acosta, A., & Martínez, E. (2010). El agua, un derecho humano. En A. Acosta, & E. Martínez, *Agua, un derecho humano fundamental*. (pág. 7). Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Albert, L. (1995). Contaminación ambiental, origen, clases y efectos. En S. L.-M. Julio Flores, *La contaminación y sus efectos en la salud y el ambiente* (págs. 37-52).
- Alcaldía municipal de Río de Oro. (2012). *Alcaldía Municipal de Río de Oro en Cesar*. Recuperado el 14 de 05 de 2019, de PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL - RÍO DE ORO 2012- 2015: <http://www.riodeoro-cesar.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-rio-de-oro-2012-2015>
- Baird, C. (2004). Índice de dureza de una agua natural. En C. Baird, *Química ambiental* (págs. 467-468). Barcelona: Reverte.
- Campos, C., Cardenas, M., & Guerrero, A. (2008). COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN FECAL EN DIFERENTE TIPO DE AGUAS DE LA SABANA DE BOGOTÁ (COLOMBIA) Vol. 13 N° 2. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 103-108.
- Campos, I. (2003). Alcalinidad. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (pág. 52). San Jose: Editorial EUNED.
- Campos, I. (2003). Color. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (págs. 49-50). San Jose: Editorial EUNED.

Campos, I. (2003). Elementos Organicos. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (págs. 52-53).

San Jose : Editorial EUNED.

Campos, I. (2003). Metales. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (pág. 52). San Jose: Editorial

EUNED.

Campos, I. (2003). Nutrientes. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (pág. 53). San Jose:

Editorial EUNED.

Campos, I. (2003). Parametros fisicos. En I. Campos, *Saneamiento ambiental* (pág. 49). San

Jose: Editorial EUNED.

Campos, I. (2003). Parametros quimicos. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (pág. 51). San

Jose: Editorial EUNED.

Campos, I. (2003). Sabor y olor. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (pág. 51). San Jose:

Editorial EUNED.

Campos, I. (2003). Solidos disueltos. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (págs. 51-52). San

Jose: Editorial EUNED.

Campos, I. (2003). Temperatura. En I. Campos, *Saneamiento Ambiental* (pág. 51). San Jose:

Editorial EUNED.

Conservemos. (12 de Septiembre de 2017). *Conservemos*. Recuperado el 10 de Marzo de 2019,

de Soluciones ambientales con sentido económico.: <https://www.conservemos.com/las-cuentas-del-agua-el-consumo-de-los-hogares-colombianos/>

- Da Ros, G. (1995). Contaminacion por pesticidas. En G. Da Ros, *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica* (págs. 70-72). Quito .
- Da Ros, G. (1995). Contaminacion por residuos domesticos. En G. Da Ros, *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica*. (págs. 26-27). Quito.
- Da Ros, G. (1995). Contaminacion por residuos industriales. En G. D. Ros, *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica* (pág. 51). Quito.
- Da Ros, G. (1995). El problema de la contaminacion de aguas. En G. Da Ros, *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica* (págs. 25-74). Quito: Editorial Abya Yala.
- Da Ros, G. (1995). Otro tipo de contaminacion de las aguas: la presencia de sedimentos en rios, lagunas y embalses. En G. Da Ros, *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica* (págs. 72-73). Quito.
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Plan nacional de desarrollo 2014 - 2018*. Bogota, Cundinamarca, Colombia.
- Departamento Nacional de Planeacion. (2019). Calidad del aire, el agua y el suelo. *Bases del plan nacional de desarrollo 2018-2022*. Bogota, Cundinamarca, Colombia.
- FAO. (1990). *La contaminacion de las aguas continentales de Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panama, Peru y Venezuela*. Bogota.
- Hamey, L. A., & Hamey, J. A. (1990). *Los ingenieros romanos*. Madrid: Ediciones AKAL.
- IDEAM. (2001). El Agua. En IDEAM, *Medio ambiente en colombia*. (pág. 115). Bogota.

IDEAM. (2013). *zonificación y codificación de uniades hidrográficas e hidrogeológicas*.

Bogota: Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.

IDEAM. (2014). *IDEAM Agua*. Recuperado el 13 de Agosto de 2019, de Indicadores:

<http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1>

IDEAM. (2014). *IDEAM Agua*. Recuperado el 3 de Agosto de 2019, de Indicadores:

<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/646961/3.02+HM+Indice+calidad+agua.pdf/c5a50442-79de-4cab-881a-824fe057fbc1>

Iglesias, C., Villarino, A., Martinez, J., Cabrerizo, L., Garllago, M., Lorenzo, H., . . . Salas, J.

(2011). Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010. *Nutrición Hospitalaria Vol 26*.

IICA. (1983). *Relacion agua suelo planta*. Santo Domingo.

Instituto geologico y minero de españa. (2002). Introduccion. En Instituto geologico y minero de españa, *Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico: principios y aplicaciones* (pág. 13). Madrid.

Landeau, R. (2007). *Tipos de investigacion*. Caracas: Alfa.

Manahan, S. (2007). Contaminacion del agua. En S. Manahan, *Introduccion a la quimica ambiental* (págs. 145-198). Mexico: Revertè.

Ministerio de medio ambiente. (2015). *Informe nacional de calidad ambiental urbana*. Bogota.

- Ramirez, Restrepo, R., & Cardeñosa, M. (1999). Índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. Formulaciones. *C.T.F Cienc. Tecnol. Futuro vol.1 no.5*.
- Ramos, R., Sepulveda, R., & Villalobos, F. (2003). Introduccion al agua residual. En R. Ramos, R. Sepulveda, & F. Villalobos, *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis* (pág. 65). Mexico: Plaza y Valdez.
- Sarlingo, M. (1998). Venenos en la sangre Breve descripción de la contribución de la especie humana a la contaminación del planeta. *Newsletter*.
- Segura, L. (2007). Situación hídrica actual del país. *Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Universidad de Pamplona. (2005). Índices de Colombia. *Capítulo III ICAs e ICOs de importancia mundial*. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Apéndices.

Apéndice A. Registro fotográfico.











**Apéndice B. Resultados análisis de laboratorio.**



**ServiAnalítica Profesional SAS**  
NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 7 de Agosto 2020

**RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 8:00 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 01/07/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.68	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	18.4	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.4	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	7.2	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	83	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	85	Standard Methods 2340 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
NIT 900.476.024-4  
Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 14 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 7:00 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 07/07/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.71	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19.3	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.6	Standard Methods 4500 - O B
DBC <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	8.5	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	12	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	88	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	90	Standard Methods 2340 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 21 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 10:00 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 15/07/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.79	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	18.8	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.7	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	7.8	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	93	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	88	Standard Methods 2340 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana

Análisis físicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 27 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 9:00 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 21/07/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.79	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	18.8	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.7	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	7.8	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	10	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	93	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	88	Standard Methods 2540 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	> 300	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 7 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 9:30 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 01/07/2020

**SITIO:** Punto de descarga, Rio de Oro

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.22	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	22.1	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.4	Standard Methods 2550 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.2	Standard Methods 4500 - O D
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	117	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	186	Standard Methods 5220
SST	mg/L	37.4	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesional SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 14 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 8:40 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 07/07/2020

**SITIO:** Punto de descarga, Rio de Oro

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.14	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	22.8	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.3	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.3	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	128	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	194	Standard Methods 5220
SST	mg/L	39.6	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 21 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 11:35 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 15/07/2020

**SITIO:** Punto de descarga, Rio de Oro

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.21	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	21.4	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.5	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.1	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	123	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	190	Standard Methods 5220
SST	mg/L	33.7	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957





# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 27 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 10:30 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 21/07/2020

**SITIO:** Punto de descarga, Rio de Oro

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.12	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	22.7	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.4	Standard Methods 2100 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.2	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	116	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	174	Standard Methods 5220
SST	mg/L	30.8	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 7 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro, metros abajo vertimiento

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 11:10 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 01/07/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.27	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	18.8	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.5	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	6.9	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	28	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	44.8	Standard Methods 5220
SST	mg/L	14.6	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	102	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	88	Standard Methods 2340 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesional SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 14 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro, metros abajo vertimiento

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 10:20 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 07/07/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.29	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19.7	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.6	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	6.7	Standard Methods 4500 - O B
DBC <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	27.3	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	41.2	Standard Methods 5220
SST	mg/L	13.6	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	107	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	96	Standard Methods 2340 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 21 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro, metros abajo vertimiento

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 1:15 pm **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 15/07/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.18	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	20.1	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.6	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	6.3	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	27.6	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	43.2	Standard Methods 5220
SST	mg/L	13.4	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	93	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	88	Standard Methods 2340 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 27 de Agosto 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro, metros abajo vertimiento

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 9:00 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 21/07/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.22	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19.8	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.4	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	6.7	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	25.8	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	41.6	Standard Methods 5220
SST	mg/L	11.9	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	89	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	85	Standard Methods 2540 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 8 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 6:30 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 01/08/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.50	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	17.9	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.9	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	6.8	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	9	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	80	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	78	Standard Methods 2340 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 16 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 7:15 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 08/08/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.64	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	8.8	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	<1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.9	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	7.5	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	11	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	93	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	89	Standard Methods 2310 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesional SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 21 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 7:00 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 15/08/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.55	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	17.9	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	8.0	Standard Methods 4500 - O D
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	8.9	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	9	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	88	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	91	Standard Methods 2310 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana

Análisis físicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesional SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957





# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 28 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 6:45 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 22/08/2020

**SITIO:** Antes del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.61	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19.1	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 1	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.9	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	6.5	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	9	Standard Methods 5220
SST	mg/L	< 5	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	90	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	87	Standard Methods 2540 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	>300	Filtración por membrana

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 8 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 8:10 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 01/08/2020

**SITIO:** Punto de descarga, Rio de Oro

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.14	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	20.4	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.6	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.3	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	123	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	184	Standard Methods 5220
SST	mg/L	41.2	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis físicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 16 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 8:50 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 08/08/2020

**SITIO:** Punto de descarga, Rio de Oro

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.17	Standard Methods 4500 H + B
TEMPERATURA	°C	19.6	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.5	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.2	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	132	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	188	Standard Methods 5220
SST	mg/L	40.7	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 21 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 8:40 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 15/08/2020

**SITIO:** Punto de descarga, Rio de Oro

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.23	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	20.1	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.4	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.1	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	127	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	192	Standard Methods 5220
SST	mg/L	39.4	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesional SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 28 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua residual

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Vertimiento, después del casco urbano

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 8:30 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 21/08/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANÁLISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.17	Standard Methods (500 H + B)
TEMPERATURA	°C	20.7	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.5	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	0.1	Standard Methods (500 - O B)
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	120	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	196	Standard Methods 5220
SST	mg/L	33.6	Standard Methods
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 8 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro, metros abajo vertimiento

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 10:10 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 01/08/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.34	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19.2	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.4	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	7.1	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	22	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	34.3	Standard Methods 5220
SST	mg/L	12.1	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	93	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	87	Standard Methods 2310 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesional SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 16 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro, metros abajo vertimiento

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 9:50 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 08/08/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.37	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19.5	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.5	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	6.5	Standard Methods 4500 - O D
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	21.4	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	35.8	Standard Methods 5220
SST	mg/L	8.3	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	93	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	86	Standard Methods 2540 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957



# ServiAnalítica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 21 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro, metros abajo vertimiento

**TOMADA POR:** Srta. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 10:15 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 15/08/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.26	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.6	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	6.9	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	20.4	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	33.3	Standard Methods 5220
SST	mg/L	11.7	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	97	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	88	Standard Methods 2540 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis físicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalítica Profesional SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A.N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957





# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 28 de Septiembre 2020

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual **LUGAR:** Quebrada Rio de Oro

**TOMADA POR:** Sra. Jennifer Rincón

**HORA TOMA DE MUESTRA:** 9:55 am **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 21/08/2020

**SITIO:** Después del casco urbano

**SOLICITANTE:** Jennifer Rincón

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7.24	Standard Methods 4500 H +B
TEMPERATURA	°C	19.6	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.5	Standard Methods 2500 A
OXIGENO DISUELTO	mg/L O <sub>2</sub>	6.7	Standard Methods 4500 - O B
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	18.7	Standard Methods 5220 C
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	30.2	Standard Methods 5200
SST	mg/L	10.4	Standard Methods
ALCALINIDAD	mg/L	95	Standard Methods 2500 A
DUREZA TOTAL	mg/L	90	Standard Methods 2540 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	Incontables	Filtración por membrana

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
 Químico

ServiAnalitica Profesionales SAS  
 NIT 900.476.024-4  
 Dirección calle 12 A N° 8 - 30  
 Celular 314 8673957

## Apéndice C. Formato encuesta aplicada a la comunidad

ENCUESTA.

DIRIGIDA A PERSONAS QUE VIVEN EN LAS INMEDIACIONES DEL RIO DE ORO.

Nombre: *Possy Lemus Torres*

Edad: *18* Genero: M\_\_ F *X*

Ocupación: *Estudiante de diseño de modas*

1. ¿Considera usted que el rio se encuentra en buenas condiciones?

SI\_\_ NO *X*

2. ¿Considera usted que el rio debe ser protegido para evitar su contaminación?

SI *X* NO\_\_

3. ¿Alguna vez ha arrojado basuras al rio?

SI *X* NO\_\_

4. ¿tiene usted alguna conexión para aguas residuales que vierta directamente al rio?

SI\_\_ NO *X*

5. ¿Alguna vez ha visto a algún vecino o a alguien de la comunidad tirar basuras o cualquier material contaminante al rio?

SI *X* NO\_\_

6. ¿De quién cree usted es la responsabilidad del cuidado del rio?

a) Alcaldía\_\_ b) Corpocesar\_\_ c) Comunidad *X* d) Políticos\_\_

7. ¿Se comprometería usted a defender el rio frente a personas que llegaran con intención de contaminarlo?

SI\_\_ NO *X*

8. ¿Qué uso le da usted al rio?

A) Extraer agua\_\_

B) Lavar vehículos

C) Riego

D) Recreativo

E) Extraer arena