

**REPÚBLICA DEL ECUADOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TEMA**

**LINEA BASE HIDROLOGICA DE LA MICROCUENCA MEDIA – ALTA DEL RIO  
PINDO GRANDE EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL DIQUE DE SHELL**

Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental

**AUTORA:** LANDÁZURI PUALACÍN AIDA RICARDA

**DIRECTOR:** Ing. Abril Saltos Ricardo Vinicio

PUYO – ECUADOR

Noviembre 2012

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Informe de Investigación sobre el tema: “**LINEA BASE HIDROLOGICA DE LA MICROCUENCA MEDIA – ALTA DEL RIO PINDO GRANDE EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL DIQUE DE SHELL**” de la Autora Aida Ricarda Landázuri Pualacín estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por la Junta Universitaria de la Universidad Estatal Amazónica.

Puyo, 08 de Noviembre 2012

**TUTOR**

.....  
Ing. Ricardo Abril

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

Los criterios emitidos en el trabajo de la investigación: **“LINEA BASE HIDROLOGICA DE LA MICROCUENCA MEDIA – ALTA DEL RIO PINDO GRANDE EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL DIQUE DE SHELL”** , como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Puyo, 08 de Noviembre 2012

**AUTORA**

.....  
Aida Landázuri

## **DERECHOS DE AUTOR**

La autora cede sus derechos, para que la institución pueda hacer uso en lo que estime conveniente, siempre y cuando sea para fines de investigativos o de consulta.

Puyo, 08 de Noviembre 2012

**AUTORA**

.....  
Aida Landázuri

## **APROBACION DEL JURADO EXAMINADOR**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de Investigación, sobre el tema : **“LINEA BASE HIDROLOGICA DE LA MICROCUENCA MEDIA – ALTA DEL RIO PINDO GRANDE EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL DIQUE DE SHELL”** de Aida Ricarda Landázuri Pualacín, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental.

Puyo, 08 de Noviembre 2012

**Para constancia firman**

.....  
MSc. Marco Masabanda

.....  
MSc. Ing. Billy Coronel

.....  
Dra. Magdalena Barreno

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la salud y la capacidad de ser quién ahora soy; por mi familia y amigos; por permitir que hoy un proyecto de vida culmine y con ello uno nuevo empiece.

A mi madre Aida Pualacín, mi incondicional que es padre y madre, quién me apoyo a pesar de mis defectos, a ella esta dedicado este logro, a ella que sacrificó mucho sueños y necesidades por apoyarme, a ella todo mi amor, este logro es nuestro madrecita querida.

A mi hermana Verónica, en quién me inspiro cada día porque es un ejemplo de mujer valiente, quién me recuerda que a más de ser una buena profesional la humildad debe permanecer por siempre, a ti mi hermana querida este logro te dedico.

A mis padres, a mis hermanos Luis, Ricardo y Jean Carlos; a mis hermanas Zoraida, María y Jazmín; a mis pequeños sobrinitos y sobrinitas que cada día hacen que mi vida se llene de alegría, que me recuerdan que cada minuto es importante, a ellos les dedico este logro.

A la Doctora Lenia Robledo y al Ingeniero Ricardo Abril quienes son un ejemplo de profesionales a seguir quienes demostraron el amor al trabajo, a ellos porque aprendí que la constancia y paciencia es la base de los logros; a ellos por ser más que mis maestros, mis amigos.

A quienes formaron parte de mi vida, con quienes compartí gratos momentos en la Universidad, a mis amigos y amigas, en especial a Gisela y Yulisa por demostrar que la amistad no tiene límites, "en las buenas y en las malas, amigas".

A Daniel, quién ha demostrado que su amor trasciende a través del tiempo a ti también te dedico este logro.

***Aida Landázuri***

*"Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica.,esta fuerza es la voluntad." - Albert Einstein*

## AGRADECIMIENTO

Con gratitud.

A la Universidad Estatal Amazónica, lugar que con mucho afán presencié de cerca mi formación como profesional, donde aprendí que el valor del esfuerzo da frutos cuando menos te lo esperas; institución que a pesar de ser joven ha demostrado con esmero cada día ser capaz de enfrentarse a las exigencias de las distintas actividades generadas en nuestro país, hoy, reflejado en la superación de quienes hoy inician una nueva etapa en sus vidas.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Shell, noble institución que ha demostrado que el bienestar y calidad de vida es lo primero en quienes con humildad representan, por su apoyo y fé en mi persona para desarrollar el presente trabajo de investigación, a ustedes mi gratitud.

A mis maestros cubanos y ecuatorianos, de manera desinteresada supieron transmitir sus conocimientos y experiencias, por ser un pilar fundamental en mi preparación, Dios los Bendiga siempre.

Y como olvidar a aquellas personas que trabajan por el bienestar de la Universidad Estatal Amazónica quienes a pesar de no ser mis maestros trabajan para que los futuros profesionales como mi persona cuenten con la comodidad, respaldo y seguridad de tener una institución confiable, a ustedes, Gracias.

A Dios, mi familia y amigos. GRACIAS.

***Aida Landázuri***

## INDICE DE GENERAL DE CONTENIDOS

### Páginas Preliminares

REPÚBLICA DEL ECUADOR .....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO .....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACION DEL JURADO EXAMINADOR .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
RESUMEN .....	XIX

### Contenido General

1. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL .....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
HIPÓTESIS GENERAL.....	2
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	2
CAPITULO I.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Marco Legal .....	4
2.1. LEGISLACIÓN ECUATORIANA.....	5
2.1.1. LAS CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008) ...	5
2.1.2. LEY DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN .	6
2.1.3. CODIFICACION DE LEY DE AGUAS.....	6
2.1.4. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULAS) .....	7
2.2. MARCO TEORICO .....	9

2.2.1.	HIDROLOGÍA.....	9
2.2.2.	PROBLEMÁTICA DEL AGUA.....	10
2.2.3.	CUENCA HIDRICA.....	10
2.2.4.	SERVICIOS AMBIENTALES .....	15
2.2.5.	DIQUES.....	17
2.2.6.	CALIDAD AMBIENTAL.....	20
2.2.7.	EVALUACION DE LA INFORMACIÓN HIDROLOGICA .....	26
2.3.	ANALISIS ESTADISTICO .....	34
2.3.1.	COEFICIENTE DE CORRELACION DE KARL PEARSON .....	34
CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS .....		39
3.	ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	39
3.1.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
3.1.1.	Ubicación Geográfica .....	39
3.1.2.	Ubicación Del Área De Estudio.....	40
	Mapa 1: Ubicación Del Área De Estudio .....	40
3.1.3.	Condiciones Meteorológicas.....	42
3.2.	DURACIÓN DEL EXPERIMENTO:.....	42
3.3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.3.1	Materiales.....	43
3.3.2	Equipos .....	43
3.3.3	Método empleado .....	44
3.4.	FACTORES DE ESTUDIO.....	44
3.4.1.	Calidad de agua .....	44
3.4.2.	Caudal del Curso hídrico .....	45
3.4.3.	Condiciones meteorológicas.....	45
3.5.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
3.5.1.	Caracterización del área de influencia .....	45
3.5.2.	Análisis de Calidad de Agua .....	46
3.5.3.	Calculo de Caudales.....	46
3.5.4.	Condiciones meteorológicas.....	47
3.6.	MEDICIONES EXPERIMENTALES .....	47

3.6.1	Parámetros de calidad de agua .....	47
3.6.2	Caudal .....	47
3.6.3	Caudal máximo.....	49
3.6.4	Condiciones Meteorológicas.....	52
3.7.	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	52
3.7.1	Reconocimiento del área de influencia del proyecto .....	52
3.7.2	Calidad de agua .....	53
3.7.3	Caudal del área de estudio .....	54
3.7.4	Condiciones Meteorológicas.....	55
3.8.	ANALISIS ECONOMICO .....	55
CAPITULO III.....		56
4.	RESULTADOS.....	56
4.1.	CALIDAD DE AGUA .....	56
4.1.1	OXIGENO DISUELTO .....	56
4.1.2	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO .....	59
4.1.3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES .....	61
4.1.4	TENSOACTIVOS .....	67
4.1.5	ACEITES Y GRASAS .....	69
4.1.6	ORGANOFOSFORADOS.....	72
4.1.7	POTENCIAL DE HIDROGENO .....	73
4.1.8	TEMPERATURA .....	76
4.2.	PRECIPITACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE AGUA .....	78
4.2.1.	PRECIPITACIÓN vs CALIDAD DE AGUA.....	88
4.2.2.	CAUDAL MÁXIMO.....	104
4.3.	CAUDAL vs CONCENTRACIÓN .....	108
4.3.1.	RELACION DE CAUDAL – CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES.....	110
4.3.2.	RELACION DE CAUDAL – CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES FECALES.....	119
4.3.3.	RELACION DE CAUDAL – CONCENTRACIÓN DE GRASAS Y ACEITES.....	127
4.4.	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA .....	129

5. CONCLUSIÓN .....	132
6. RECOMENDACIONES .....	135
7. SUMMARY .....	137
8. BIBLIOGRAFÍA .....	138
9. ANEXOS.....	147
9.1. PROPUESTA.....	147
9.2. ANALISIS ECONÓMICO .....	150
9.3. FOTOGRAFIAS.....	151
9.3.1. Medición de Caudales .....	151
9.3.2. Muestreo .....	152
9.4. DATOS METEOROLÓGICOS .....	154
9.4.1. Registro Precipitación - Marzo de 2012 .....	154
9.4.2. Registro Precipitación Abril de 2012 .....	155
9.4.3. Registro Precipitación Mayo de 2012 .....	156
9.4.4. Registro Precipitación Máxima 24 horas (1981 - 2011).....	157
9.4.5. Registro Precipitación Máxima 24 horas (1981 - 2011).....	158
9.4.6. Registro Histórico (1981 -2011) .....	159
9.5. GRAFICAS CALIDAD AMBIENTAL .....	160
9.5.1. Oxigeno .....	160
9.5.2. Demanda Bioquímica de Oxigeno .....	160
9.5.3. Coliformes Fecales .....	160
9.5.4. Plaguicidas .....	161
9.5.5. Potencial de Hidrógeno .....	161
9.5.6. Desviación de Temperatura.....	161
9.6. DATOS CESTTA .....	162

## INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Unidades Hídricas en el Ecuador .....	15
Tabla 02. Coeficiente de manning.....	29
Tabla 03. Coeficiente de Escorrentía C.....	32
Tabla 04. Coeficiente de escorrentía. Chow et al (1988).....	32
Tabla 06. Puntos de Muestreo.....	40
Tabla 07. Áreas de Muestreo.....	45
Tabla 08. Parámetros Seleccionados.....	46
Tabla 09. Coeficiente de escorrentía del sector.....	50
Tabla 10. Parámetros seleccionados para cada punto.....	53
Tabla 11. Oxígeno Disuelto.....	57
Tabla 12. Oxígeno Disuelto en afluentes.....	58
Tabla 13. Resultados DBO 5 vs TULAS en Río Pindo Grande .....	59
Tabla 14. Resultados Demanda Bioquímica De Oxígeno 5 vs TULAS en Afluentes.....	60
Tabla 15. Resultado Coliformes Totales vs TULAS Río Pindo Grande.....	61
Tabla 16. Resultado Coliformes Fecales vs TULAS Río Pindo Grande.....	63
Tabla 17. Resultado Coliformes Fecales vs TULAS Río Pindo Grande.....	64
Tabla 18. Resultado Coliformes Fecales vs TULAS de Afluentes.....	65
Tabla 19. Resultado Tensoactivos vs TULAS Río Pindo Grande.....	67
Tabla 20. Resultado Tensoactivos vs TULAS en Afluentes.....	68
Tabla 21. Resultado Aceites y Grasas vs TULAS en Río Pindo Grande.....	70
Tabla 22. Resultados Aceites y Grasas vs TULAS en Afluentes.....	71
Tabla 23. Resultado de Organofosforados vs TULAS en Río Pindo Grande.....	72
Tabla 24. Resultado In Situ del Potencial De Hidrogeno del Río Pindo Grande....	74
Tabla 25. Resultado In Situ del Potencial De Hidrogeno en Afluentes.....	75
Tabla 26. Resultados In Situ de Temperatura en el Río Pindo Grande.....	76
Tabla 27. Resultado In Situ de Temperatura en Afluentes.....	77
Tabla 28. Ejemplo del perfil del cause en el punto 1.....	78
Tabla 29. Ejemplo del perfil del cause en el punto 2.....	79
Tabla 30. Ejemplo del perfil del cause en el punto 3.....	80

Tabla 31. Ejemplo del perfil del cause en el punto 4.....	81
Tabla 32. Ejemplo del perfil del cause en el punto 5.....	82
Tabla 33. Ejemplo del perfil del cause en el punto 6.....	83
Tabla 34. Ejemplo del perfil del cause en el punto 7.....	84
Tabla 35. Ejemplo del perfil del cause en el punto 8.....	85
Tabla 36. Caudal Promedio Punto 1.....	86
Tabla 37. Caudal Promedio Punto 2.....	86
Tabla 38. Caudal Promedio Punto 3.....	86
Tabla 39. Caudal Promedio Punto 4.....	86
Tabla 40. Caudal Promedio Punto 5.....	87
Tabla 41. Caudal Promedio Punto 6.....	87
Tabla 42. Caudal Promedio Punto 7.....	87
Tabla 43 Caudal Promedio Punto 8.....	87
Tabla 44. Precipitaciones Diarias .....	88
Tabla.45 Punto 1 Precipitación-coliformes totales.....	88
Tabla 46. Punto 2 Precipitación-coliformes totales.....	89
Tabla 47. Punto 3 Precipitación-coliformes totales.....	90
Tabla 48. Punto 4 Precipitación-coliformes totales.....	91
Tabla 49. Punto 5 Precipitación-coliformes totales.....	92
Tabla 50. Punto 6 Precipitación-coliformes totales.....	93
Tabla 51. Punto 7 Precipitación-coliformes totales.....	94
Tabla 52. Punto 8 Precipitación-coliformes totales.....	95
Tabla 53. Punto 1 Precipitación-coliformes fecales.....	96
Tabla 54. Punto 2 Precipitación-coliformes fecales.....	97
Tabla 55. Punto 3 Precipitación-coliformes fecales.....	98
Tabla 56. Punto 4 Precipitación-coliformes fecales.....	99
Tabla 57. Punto 5 Precipitación-coliformes fecales.....	100
Tabla 58 Punto 6 Precipitación-coliformes fecales.....	101
Tabla 59. Punto 7 Precipitación-coliformes fecales.....	102
Tabla 60. Punto 8 Precipitación-coliformes fecales.....	103
Tabla 61. Puntos 1,2,3,4,5,6,7,8 Precipitación-aceites y grasas.....	104

Tabla 62. Coeficiente de escorrentía.....	105
Tabla 63. Caudales por puntos de monitoreo Río Pindo Grande (Marzo – Mayo 2012).....	109
Tabla 64. Caudales por puntos de monitoreo en Afluentes (Marzo – Mayo 2012).....	110
Tabla 65. Punto 1 Correlación caudal – coliformes totales .....	112
Tabla 66. Punto 2 Correlación caudal – coliformes totales.....	113
Tabla 67. Punto 3 Correlación caudal – coliformes totales.....	114
Tabla 68. Punto 4 Correlación caudal – coliformes totales.....	104
Tabla 69. Punto 5 Correlación caudal – coliformes totales.....	115
Tabla 70. Punto 6 Correlación caudal – coliformes totales.....	116
Tabla 71. Punto 7 Correlación caudal – coliformes totales.....	117
Tabla 72. Punto 8 Correlación caudal – coliformes totales.....	118
Tabla 73. Punto 1 Correlación caudal – coliformes fecales.....	119
Tabla 74. Punto 2 Correlación caudal – coliformes fecales.....	120
Tabla 75. Punto 3 Correlación caudal – coliformes fecales.....	121
Tabla 76. Punto 4 Correlación caudal – coliformes fecales.....	122
Tabla 77. Punto 5 Correlación caudal – coliformes fecales.....	123
Tabla 78. Punto 6 Correlación caudal – coliformes fecales.....	124
Tabla 79. Punto 7 Correlación caudal – coliformes fecales.....	125
Tabla 80. Punto 8 Correlación caudal – coliformes fecales.....	126
Tabla 81 Punto 1,2,3,4,5,6,7,8, Correlación caudal – grasas y aceites.....	127
Tabla 82. Resultados de Laboratorio (Dique de Shell).....	128
Tabla 83. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 28 de marzo 2012.....	129
Tabla 84. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 04 de abril 2012.....	130
Tabla 85. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 09 de mayo 2012.....	130
Tabla 86. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 14 de mayo 2012.....	131

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Resultados Oxigeno Disuelto vs TULAS en Río Pindo Grande.....	57
Gráfico 2. Resultados Oxigeno Disuelto vs TULAS en Afluentes.....	58
Gráfico 3. Resultados de DBO5 vs TULAS en Río Pindo Grande.....	60
Gráfico 4. Resultados de DBO5 vs TULAS en Río en Afluentes.....	61
Gráfico 5. Resultados Coliformes Totales vs TULAS en Río Pindo.....	62
Gráfico 6. Resultados Coliformes Totales vs TULAS en afluentes.....	63
Gráfico 7. Resultado de Coliformes Fecales vs TULAS en Río Pindo Grande.....	65
Gráfico 8. Resultado de Coliformes Fecales vs TULAS en Afluentes.....	66
Gráfico 9. Resultado de Tensoactivos TULAS en Río Pindo Grande.....	68
Gráfico 10. Resultado de Tensoactivos vs TULAS en Afluentes.....	69
Gráfico 11. Resultado de Aceites y Grasas vs TULAS en Río Pindo Grande.....	70
Gráfico 12. Resultados de Aceites y Grasas vs TULAS en Afluentes.....	71
Gráfico 13. Resultado de Organofosforados vs TULAS en Río Pindo Grande.....	73
Gráfico 14. Resultado In Situ Potencial de Hidrógeno vs TULAS en Río Pindo Grande.....	74
Gráfico 15. Resultado In Situ de Potencial de Hidrógeno vs TULAS en Afluentes.....	75
Gráfico 16. Resultado In Situ de Temperatura vs TULAS en el Río Pindo Grande.....	76
Gráfico 17. Resultado In Situ de Temperatura vs TULAS en Afluentes.....	77
Grafico 18: Perfil Punto 1 – Canal de Entrada.....	78
Grafico 19: Perfil Punto 1 – Canal de Salida.....	78
Grafico 20: Perfil Punto 2 – Canal de Entrada.....	79
Grafico 21: Perfil Punto2 – Canal de Salida.....	79
Grafico 22: Perfil Punto 3 – Canal de Entrada.....	80

Grafico 23: Perfil Punto3 – Canal de Salida.....	80
Grafico 24: Perfil Punto 4 – Canal de Entrada.....	81
Grafico 25: Perfil Punto 4 – Canal de Salida.....	81
Grafico 26: Perfil Punto 5 – Canal de Entrada.....	82
Grafico 27: Perfil Punto5 – Canal de Salida.....	82
Grafico 28: Perfil Punto 6 – Canal de Entrada.....	83
Grafico 29: Perfil Punto 6 – Canal de Salida.....	83
Grafico 30: Perfil Punto 7 – Canal de Entrada.....	84
Grafico 31: Perfil Punto 7 – Canal de Salida.....	84
Grafico 32: Perfil Punto 8 – Canal de Entrada.....	85
Grafico 33 Perfil Punto 8 – Canal de Salida.....	85
Grafico 34. Punto 1 Precipitación-coliformes totales.....	88
Grafico 35. Punto 2 Precipitación-coliformes totales.....	89
Grafico 36. Punto 3 Precipitación-coliformes totales.....	90
Grafico 37 Punto 4 Precipitación-coliformes totales.....	91
Grafico 38 Punto 5 Precipitación-coliformes totales.....	92
Grafico 39. Punto 6 Precipitación-coliformes totales.....	93
Grafico 40. Punto 7 Precipitación-coliformes totales.....	94
Grafico 41. Punto 8 Precipitación-coliformes totales.....	95
Grafico 42. Punto 1 Precipitación-coliformes fecales.....	96
Grafico 43. Punto 2 Precipitación-coliformes fecales.....	97
Grafico 44. Punto 3 Precipitación-coliformes fecales.....	98
Grafico 45. Punto 4 Precipitación-coliformes fecales.....	99
Grafico 46. Punto 5 Precipitación-coliformes fecales.....	100
Grafico 47. Punto 6 Precipitación-coliformes fecales.....	101
Grafico 48. Punto 7 Precipitación-coliformes fecales.....	102
Grafico 49. Punto 8 Precipitación-coliformes fecales.....	103
Grafico 50. Puntos 1,2,3,4,5,6,7,8 Precipitación-aceites y grasas.....	104
Grafico 51. Comportamiento de Caudales en puntos del Río Pindo Grande.....	109
Grafico 52. Comportamiento de Caudales en puntos de monitoreo de Afluentes.....	110

Gráfico 53. Punto 1 Relación caudal – Coliformes Totales .....	111
Gráfico 54. Punto 2 Relación caudal – Coliformes Totales.....	112
Gráfico 55. Punto 3 Relación caudal – Coliformes Totales.....	113
Gráfico 56. Punto 4 Relación caudal – Coliformes Totales.....	114
Gráfico 57. Punto 5 Relación caudal – Coliformes Totales.....	115
Gráfico 58. Punto 6 Relación caudal – Coliformes Totales.....	116
Gráfico 59. Punto 7 Relación caudal – Coliformes Totales.....	117
Gráfico 60. Punto 8 Relación caudal – Coliformes Totales.....	118
Gráfico 61. Punto 1 Correlación caudal – coliformes fecales.....	119
Gráfico 62. Punto 2 Correlación caudal – coliformes fecales.....	120
Gráfico 63. Punto 3 Correlación caudal – coliformes fecales.....	121
Gráfico 64. Punto 4 Correlación caudal – coliformes fecales.....	122
Gráfico 65. Punto 5 Correlación caudal – coliformes fecales.....	123
Gráfico 66. Punto 6 Correlación caudal – coliformes fecales.....	124
Gráfico 67. Punto 7 Correlación caudal – coliformes fecales.....	125
Gráfico 68. Punto 8 Correlación caudal – coliformes fecales.....	126
Grafica 69 Punto 1,2,3,4,5,6,7,8 Correlación caudal – grasas y aceites.....	127

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Nomograma para estimar el tiempo de concentración.....	33
Figura 2. Diagrama de Dispersión.....	36
Figura 3. Nomograma para estimar el tiempo de concentración en área de influencia .....	51
Figura 4. Estimación de las intensidades de la precipitación del área de influencia .....	51
Figura 5. Nomograma para estimar el tiempo de concentración para una distancia de 5000 m.....	106
Figura 6. Estimación de las Intensidades de la precipitación para una lluvia máxima de 179,8 mm.....	107

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del área d estudio.....	40
Mapa 2. Área de Influencia en puntos de monitoreo.....	41

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la calidad de agua de la microcuenca media-alta del río Pindo Grande en el área de influencia del dique de Shell en correspondencia a la normativa ambiental referente al TULAS, Anexo 1, Tabla 9 para Aguas de uso recreacional de contacto primario; este estudio se lo realizó desde el 27 de marzo hasta 14 de mayo en épocas de precipitaciones baja.

La metodología que se utilizó es de tipo descriptiva - científica basada en el levantamiento de línea base hidrológica del sector para luego ser comprobados con el análisis e interpretación de los datos recopilados. Para el desarrollo de la investigación se realizó el recorrido a lo largo de puntos de muestreo georeferenciados donde se procedió a realizar pruebas de muestreo en el río Pindo Grande, afluentes río Bravo y Yuxu Yaku y dique de Shell; los parámetros analizados en estas zonas fueron: parámetros físicos In Situ (temperatura y pH), parámetros químicos (Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Aceites y Grasas, Organofosforados y Tensoactivos ) y parámetros Biológicos (Coliformes Fecales y Coliformes Totales).

Concluida la fase experimental se procedió al análisis de resultados determinando la siguiente conclusión: “ Se observó que para todos los puntos los parámetros Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Grasas excedieron el Limite Máximo Permitido según lo establecido para Uso de Aguas Recreacionales de CONTACTO PRIMARIO (TULAS); A demás al desarrollar el levantamiento de la línea base se evidenció que la Calidad de Agua para el sector Dique de Shell en el Río Pindo Grande varía de Media a Buena Calidad, éste determinado a través del ICA, esta variación responde a la existencia de actividades que alteran las concentraciones de Coliformes Fecales producido por la influencia de materia fecal.

**PALABRAS CLAVES:** Caudal, Precipitación, Contaminación Hídrica, Microcuenca, TULAS.

## 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Pastaza posee un alto potencial hídrico cuenta con microcuencas que recorren cada espacio del territorio, cabe mencionar que esta característica es un atractivo para los turistas nacionales y extranjeros es por ello que los distintos gobiernos seccionales han desarrollado proyectos turísticos con fines recreativos entre estos la construcción de diques en distintas parroquias, entre estas Veracruz, Fátima, Puyo y Shell, esta última, muy concurrida que por cierto ha experimentado cambios en la calidad del agua debido a que hoy se puede observar que los asentamientos poblacionales se extienden aguas arriba del río Pindo Grande y con ello el incremento del deterioro ambiental aguas abajo.

Con esta consideración se elabora la propuesta para realizar el levantamiento de la Línea Base Hidrológica de la Microcuenca Media-Alta del Río Pindo en el área de Influencia del Dique de Shell con la finalidad de caracterizar la calidad ambiental del río Pindo Grande en concordancia con la normativa ambiental referente a Calidad de Agua con fines Recreacionales de contacto primario, información disponible en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Anexo 1, Tabla 9..

La presente investigación contempla sus estudios en los meses de marzo a mayo para su desarrollo se aplica el monitoreo del área cercana al dique de Shell, además se considera el muestreo combinado tomando en cuenta para el análisis los siguientes parámetros: Oxígeno Disuelto, Tensoactivos, Aceites y Grasas, Organofosforados, Temperatura, Potencial de Hidrógeno, Coliformes Totales y Coliformes Fecales

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una Línea base hidrológica para la determinación de la calidad de agua de la microcuenca media-alta del río Pindo Grande en el área de influencia del dique de Shell.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la calidad de agua de la microcuenca media-alta del río Pindo Grande en el área de influencia del dique de Shell.
- Analizar la influencia de las condiciones meteorológicas y épocas de crecidas en la calidad de agua en la micro cuenca media-alta del río Pindo.
- Determinar el comportamiento de caudal de la microcuenca del río Pindo y analizar su influencia en la calidad de agua.
- Evaluar el efecto de la contaminación hídrica de la micro cuenca media-alta del Río Pindo Grande en la calidad de agua del área de influencia del Dique de Shell y su uso humano.

## **HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

La Línea base hidrológica permitirá conocer la calidad de agua del río Pindo Grande en los puntos de estudio.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- La calidad de agua del río Pindo Grande y sus puntos de estudio se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa ambiental vigente.
- La precipitación existente en la zona permite la existencia una calidad de agua adecuada acorde con los usos dados al recurso.

- El caudal influye en la concentración de los contaminantes en las muestras de agua de los puntos de muestreo.
- La contaminación hídrica proveniente de la parte alta del río Pindo Grande no afecta a la calidad de agua del Dique de Shell.

## **CAPITULO I**

### **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

#### **2.1. Marco Legal**

##### **LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE**

El agua es una sustancia incolora, inodora e insípida fundamental para la vida y presente en los componentes que integran el planeta, por lo tanto es la sustancia más abundante sobre la Tierra.

Gornés A 2010 en una publicación indica qué, “ Ecuador es uno de los países con mayores reservas de agua en América del Sur. Sin embargo, existen problemas graves con la distribución de este elemento. En el mismo artículo el autor hace referencia a lo citado por Gaibor “El proceso que esta siguiendo Ecuador es un proceso de incremento de la ganancia del capital a costa de un deterioro creciente de los recursos naturales.” La mayoría de los ríos por debajo de los 2000 metros de altura ya están contaminados.

Como es de conocimiento de la población ecuatoriana la problemática entorno a la contaminación del agua es muy evidente y palpable es por ello que el país ha experimentado una serie de cambios en el aspecto jurídico, tal y como lo menciona GWP-SAMTAC, 2003“En el Ecuador el cuerpo de normas jurídicas identificadas con la gestión del agua están contenidas en la Constitución, en la Ley de Aguas y Reglamento, en la Ley de Gestión Ambiental, en la Ley de Preservación y Control de la Contaminación, en el Código Civil, en Decretos, en reglamentos, en ordenanzas y en normas específicas.”

## **2.1. LEGISLACIÓN ECUATORIANA**

### **2.1.1. LAS CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008)**

Capítulo II, Derechos del Buen Vivir, Sección II, Ambiente Sano: Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Capítulo VI, Derechos de libertad: Art. 66. Numeral 27.- El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y armonía con la naturaleza.

Capítulo VII, Derechos de la naturaleza: Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Art 18 El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

## **2.1.2. LEY DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

Capítulo I. De la prevención y control de la contaminación del aire:

De la prevención y control de la contaminación del agua

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

## **2.1.3. CODIFICACION DE LEY DE AGUAS**

### **CODIFICACIÓN 2004- 016**

#### **TITULO I**

#### **DISPOSICIONES FUNDAMENTALES**

Art. 2.- Las aguas de ríos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes sólo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta ley.

Art. 4.- Son también bienes nacionales de uso público, el lecho y subsuelo del mar interior y territorial, de los ríos, lagos o lagunas, quebradas, esteros y otros cursos o embalses permanentes de agua.

**2.1.4. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL  
SECUNDARIA (TULAS)**

**NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES :  
RECURSO AGUA  
LIBRO VI ANEXO 1**

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece: Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado; Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y, Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

4.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.

4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bio-acuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

4.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, TABLA 3.

Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

4.2.1.4 Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

4.2.1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

4.2.1.11 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

4.2.1.20 Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público

4.2.2.1 Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros: Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.

4.2.2.6 Se prohíbe la descarga hacia el sistema de alcantarillado de residuos líquidos no tratados, que contengan restos de aceite lubricante, grasas, etc., provenientes de los talleres mecánicos, vulcanizadoras, restaurantes y hoteles.

#### 4.1.6 Criterios de calidad para aguas con fines recreativos

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe: Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales. Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca. Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario. TABLA 9. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos.

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. HIDROLOGÍA**

Es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

### **2.2.2. PROBLEMÁTICA DEL AGUA**

Según Giuseppina Da Ros 1995, Ecuador dispone de abundante cantidad de agua, distribuida de manera irregular; hay zonas sumamente secas y otras muy ricas en recursos hídricos. Dichos recursos proceden principalmente de lluvias, escurrimiento superficial de ríos y reservas subterráneas.

El crecimiento económico no solamente ha generado desigualdades sociales sino que ha alterado significativamente los estándares de vida y depredado los recursos naturales, contaminando el medio ambiente, y en particular, deteriorando la calidad del agua.

El acelerado y caótico crecimiento urbano, resultado de considerables corrientes migratorias internas, y la proliferación de áreas marginales caracterizadas por escasos o nulos servicios de alcantarillado y dotación de agua potable entubada, determina la libre descarga de aguas servidas en las cercanías de las viviendas, la formación de focos infecciosos, y la utilización de aguas no siempre aptas para el consumo humano lo cual atenta en contra del bienestar del ser humano.

### **2.2.3. CUENCA HIDRICA**

Se entiende por cuenca hidrográfica al territorio en que las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces secundarios que convergen en un cauce principal único y que a su vez puede desembocar en un río principal, en un depósito de aguas, en un pantano o directamente en el mar; también son unidades morfológicas superficiales, sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas".

García W. en uno de sus artículos menciona a Dourojeanni 1994 el cual establece que, Los seres humanos modifican el sistema natural fundamentalmente a través de la tecnología y la organización que el grupo social adopta. Además es necesario menciona que se caracterizan por la presencia de recursos naturales y sus habitantes, éstos tienen connotaciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que le confieren características peculiares. Las cuencas hidrográficas albergan una gran variedad de plantas y animales, dentro de ellas se presentan actividades agropecuarias y urbanas, y brindan muchas oportunidades de esparcimiento al aire libre.

El sistema de la cuenca hidrográfica, a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

- Biológicos, que integra esencialmente la flora, la fauna y los elementos cultivados por el hombre.
- Físico, éste de encuentra comprendido por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación ente otros).
- Económico, integrado por las actividades productivas que realiza el hombre, en la agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (camino, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).
- Social, integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizaciones, políticos y legal.

### **2.2.3.1. Funciones de la Cuenca**

Instituto Nacional de Ecología, 2012 Los procesos de los ecosistemas que describen el intercambio de la materia prima y flujo de energía a través de la

vinculación de los elementos estructurales del ecosistema pueden ser vistos como un sistema: dentro de la cuenca, se tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos cuyas funciones a continuación se describen:

- ***Función Ambiental***

- Constituyen sumideros de CO<sub>2</sub>
- Alberga bancos de germoplasma
- Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos
- Conserva la biodiversidad
- Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos

- ***Función Ecológica***

- Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de la calidad y química del agua.
- Provee de habitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.

- ***Función Hidrológica***

- Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
- Almacenamiento del agua en sus formas y tiempos de duración.
- Descarga del agua como escurrimiento.

- ***Función Socioeconómica***

- Suministra recursos naturales para el desarrollo de las actividades productivas que dan sustento a la población.
- Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la

sociedad.

### **2.2.3.2. Partes de la Cuenca Hidrográfica**

Según López W. 2011 la Cuenca Hidrográfica posee tres partes entre estas:

- La Cuenca Alta, que corresponde a la zona donde nace el río, el cual desplaza por una gran pendiente.
- Cuenca Media, la parte de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.
- Cuenca Baja, la parte de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección

### **2.2.3.3. Tipos de Cuenca Hidrográfica**

Existen tres tipos:

- Exorreicas: drenan sus aguas al mar o al océano, Ejemplo la Cuenca de la Plata ubicado en la República de Argentina.
- Endorreicas: Desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación salida fluvial o al mar. Por ejemplo, la Cuenca del Río Desaguadero, en Bolivia.
- Arreicas: Las aguas se evaporan o se infiltran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Los arroyos, aguadas y cañonadas de la mesera Patagónica Central pertenecen a este tipo ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia. También son frecuentes en áreas del desierto del Sahara y en muchas otras partes.

#### **2.2.3.4. Tipos de Corrientes:**

Kryztho D´ Fragg 2009, Dependiendo del tiempo en que transportan agua, las corrientes puede ser perennes o intermitentes.

- Corriente perenne, transporta agua durante todo el año.
- Corriente intermitente, transporta agua solo durante una fracción del año.
- Corriente efímera, transporta agua solo durante una tormenta.

#### **2.2.3.5. Elementos de la Cuenca**

El río principal, tiene un curso que es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura. En el curso de un río distinguimos tres partes:

- El curso superior, ubicado en lo más elevado del relieve, en donde la erosión de las aguas del río es vertical. Su resultado la profundización del cauce.
- El curso medio, en donde el río empieza a zigzaguear, ensanchando el valle.
- El curso inferior, situado en las partes más bajas de la cuenca. Allí, el caudal del río pierde fuerza y los materiales sólidos que lleva se sedimentan formando las llanuras aluviales o valles.

#### **2.2.3.6. Los Afluentes**

Son ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada subcuenca o también llamado tributario que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

### 2.2.3.7. La Microcuenca

Wambeke 2004 . Es considerada desde un principio como un ámbito de organización social, económica y operativa, además de la perspectiva territorial e hidrológica tradicionalmente considerada. Así mismo, en la microcuenca donde ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores).

En la actualidad en el Ecuador se han identificado las siguientes unidades hídricas:

Tabla 1. Unidades Hídricas en el Ecuador

<b>UNIDADES</b>	<b>VERTIENTE DEL PACIFICO</b>	<b>VERTIENTE DEL AMAZONAS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Hidrográficos</b>	24	7	31
<b>Cuencas Hidrográficas</b>	72	7	79
<b>Subcuencas Hidrográficas</b>	101	36	137
<b>Cuencas Insulares (Km<sup>2</sup>)</b>	1.189		1.189
<b>Áreas de Vertientes (Km<sup>2</sup>)</b>	123.230	131.950	225.180
<b>Total de país</b>			256.369

*Fuente: Ing. Pablo Paredes, ECAPAG 2010*

### 2.2.4. SERVICIOS AMBIENTALES

Las características que describen una cuenca hidrográfica son: el área, la forma de la cuenca, la topografía, la red de drenaje, la geología, los tipos de

suelos, el uso de la tierra, la estructura del paisaje y la hidrología; estas características hacen posible que tanto la naturaleza como el hombre interactúen y haga uso de los servicios ambientales. Molina P menciona a Constanza et al (1997) quién establece que “El concepto de funciones o servicios ambientales, pertenece al ámbito de la economía ambiental y a su vez identifica los siguientes servicios ambientales.

Las cuencas hidrográficas proveen los siguientes servicios:

- Regulación de gases atmosféricos
- Regulación climática, especialmente de los gases que producen efecto invernadero
- Protección contra desastres ambientales, por ejemplo control de inundaciones, tormentas, ciclones por la presencia de vegetación.
- Provisión de agua a través de su retención y almacenamiento.
- Control de la erosión, prevención de la pérdida de suelo por el viento, agua e escorrentía, etc.
- Formación de suelo, por medio de la acumulación de material orgánico.
- Ciclo de nutrientes, incluyendo fijación de nitrógeno y otros químicos importantes.
- Tratamiento de desechos, control de la contaminación.
- Polinización, provisión de polinizadores para favorecer la reproducción de poblaciones de plantas.
- Control biológico, usando los enemigos naturales de plagas.
- Producción de alimentos, por ejemplo animales de caza, pesca.
- Materia prima para obtener fibras, combustibles.
- Recursos genéticos para obtener nuevas medicinas,

cosméticos, semillas, etc. Los recursos genéticos pueden ser objeto de propiedad intelectual individual, a favor de empresas transnacionales.

- Recreación, sobre todo con fines de ecoturismo.

### **2.2.5. DIQUES**

Hernández D. 2006 “Un dique es un terraplén natural o artificial por lo general de tierra, paralelo al curso de un río o al borde del mar.” puede ser natural o artificial, por lo general de tierra y paralelo al curso de un río o al borde del mar. También se los conocen como embalses, presas o represas, propiciando a su vez una acumulación artificial de agua que tiene como particularidad ser parcial o totalmente vaciado por gravedad o por aspiración.

Es bien conocido que a través del tiempo el hombre ha construido embalses desde tiempos antiguos, este tipo de construcciones ha tenido un auge considerable hasta el día de hoy. La creciente demanda de agua y energía hidroeléctrica, así como las múltiples aplicaciones adicionales de los embalses ha impulsado considerablemente su construcción.

Según Castillo J. 2006 Los embalses pueden almacenar agua y tiene muchos usos no menos importantes como son:

- En Riego; usos domésticos e industriales, obteniéndose como beneficio; Incremento de la
- Producción agropecuaria. Suministro de agua para uso de las poblaciones y de las industrias.
- En control de inundaciones; Prevención de daños causados por desbordamiento durante la creciente, en defensa de las poblaciones y áreas cultivadas o industriales.

- Generación de Energía; protección y suministro de energía para usos domésticos e industriales.
- Navegación; facilidades de transporte por vía fluvial, permitiendo la navegación entre poblaciones.
- Control de sedimentos; pequeños embalses para control de sedimentos a otros embalses o a corrientes de agua.
- Control de sedimentos; pequeños embalses para control de sedimentos a otros embalses o a corrientes de agua. Control de erosión.
- Recreación; aumento de bienestar de la población.
- Mejoramiento de la piscicultura para usos industriales. Mejoramiento de la ecología vegetal y animal.

#### **2.2.5.1. Diques Artificiales**

Los diques artificiales pueden ser utilizados para prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos o mares; sin embargo también se utilizan para encajonar el flujo de los ríos a fin de darle un flujo más rápido. (diques de contención); proteger determinadas áreas contra el embate de las olas; forman caminos integrando un orden vial.

- Diques de contención: Estos diques tradicionalmente son construidos, amontonando tierra a la vera del río. Amplio en la base y afilados en la cumbre, donde se suelen poner bolsas de arena.
- Diques Rompeolas: Son estructuras artificiales creadas mediante superposición de capas de elementos de diferentes granulometrías y materiales encaminada a reducir la cantidad de energía proveniente del oleaje que entra en un lugar que se quiere abrigar, por ejemplo un puerto. Contrariamente a los diques de contención, no tienen una función de impedir la filtración del agua.

Existen diferentes tipologías de diques, también llamados espigones:

- En talud
- Vertical
- Flotante
- etc.

### **2.2.5.2. Diques Naturales**

Un dique natural resulta del depósito de material arrastrado por el río en el borde del mismo, durante las inundaciones. Esto va causando, progresivamente, la elevación de la ribera.

### **2.2.5.3. Tipología de Diques**

Romero A en una de sus publicaciones menciona a TRAGSATEC 1994. “Los diques se clasifican según la función específica para la que están diseñados y por el tipo de fábrica utilizada en su construcción.”

Romero A. 2007 Su clasificación radica en su funcionalidad, dependiendo del tipo de fábrica utilizada en su construcción se clasifican en mampostería, hormigón, materiales sueltos y materiales mixtos. Por esta ocasión se hará mención la clasificación de los diques por su funcionalidad, entre estos los de consolidación y de retención.

- Diques de Consolidación: evitan los fenómenos directos de erosión en los causes y en las laderas marginales afectadas de inestabilidad por la acción erosiva. El objetivo de estas obras es la fijación del perfil longitudinal del lecho, evitando su descenso erosivo. (López Cadenas 1965 citado por Romero A 2007)

- Diques de retención: Su funcionalidad es retener la mayor cantidad posible de materiales sólidos o líquidos movilizados por grandes avenidas, con una capacidad de transporte muy alta (López Cadenas 1965 citado por Romero A 2007)

### **2.2.6. CALIDAD AMBIENTAL**

La contaminación del agua dulce es un fenómeno directamente relacionado con los procesos de urbanización, desarrollo industrial e intensificación de la agricultura. La mayor parte de agua dedicada a usos domésticos e industriales vuelve nuevamente a las corrientes y ríos generalmente sin tratamiento previo.

Menciona Jiménez L.1992 La existencia de ríos contaminados no es un hecho absolutamente nuevo, el fenómeno de la contaminación acuática por vertidos residuales es común a todos los países, en mayor o menor grado, son sin embargo, las regiones en desarrollo son las que se enfrentarán en los próximos años a los problemas más graves y acuciantes. Los vertidos de los municipios y las industrias se concentran en los ríos y zonas costeras a cuyo alrededor se asignan grandes aglomeraciones humanas.

García J. 2001. Dentro de su publicación menciona que la O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) el agua se encuentra contaminada cuando su composición se ve alterada de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales.

En uno de los artículos el Programa de Gestión Ambiental Integral de la Universidad de Costa Rica (2007) menciona que “conocer que la química del agua superficial esta determinada principalmente por los procesos de

escorrentía determina un factor preponderante en la calidad del cuerpo de agua, ya que no solo va a ocurrir la disolución de minerales sino también de otros contaminantes.”

La contaminación del agua puede estar producida por:

- Compuestos minerales: Pueden ser sustancias tóxicas como los metales pesados (plomo, mercurio, etc.), nitratos, nitritos. Otros elementos afectan a las propiedades organolépticas (olor, color y sabor) del agua que son el cobre, el hierro, etc., otros producen el desarrollo de las algas y la eutrofización (disminución de la cantidad de O<sub>2</sub> disuelto en el agua) como el fósforo.
- Compuestos orgánicos (fenoles, hidrocarburos, detergentes, etc.) Producen también eutrofización del agua debido a una disminución de la concentración de oxígeno, ya que permite el desarrollo de los seres vivos y éstos consumen O<sub>2</sub>.
- La contaminación microbiológica se produce principalmente por la presencia de fenoles, bacterias, virus, protozoos, algas unicelulares.
- La contaminación térmica provoca una disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua.

#### **2.2.6.1. FUENTES CONTAMINANTES**

En uno de los estudios presentados por la Universidad de Las Américas menciona a la organización Oxfam Internacional, 2009. Hace referencia a la problemática de cuatro ríos ecuatorianos mismo que se encuentran severamente contaminados, según el estudio de difundido en Lima.

Según Oxfam Internacional los ríos afectados son "Machángara, Guayllabamba, Esmeraldas y Guayas", al referirse a los ríos de Perú, Bolivia

y Ecuador que están contaminados, y algunos de ellos tienen tramos declarados biológicamente muertos.

Paredes P. 2011 La contaminación del agua superficial proveniente de fuentes domésticas ocurre alrededor de todo el país, especialmente cerca de las áreas altamente pobladas; casi todos los ríos del país cercanos a las áreas urbanas tienen altos niveles de DBO, nitrógeno y fósforo. También agua de salobre a salina es encontrada en lagunas costeras y en los deltas de los ríos, la contaminación del agua está eliminando muchos recursos del agua potenciales y existentes.

La mayoría de la contaminación proviene de desperdicios domésticos, químicos agrícolas(especialmente a lo largo de la costa) y la producción de petróleo en la cuenca del Amazonas, sin mencionar el crecimiento de la población cuya organización territorial aún no se encuentra instaurada, esto ha hecho que asentamientos poblacionales se encuentren en actividad sin las respectivas obras de saneamiento lo cual esta ocurriendo con las invasiones, o migraciones internas, cabe mencionar que a esto se suma la falta de cultura ambiental lo cual a contribuido directa e indirectamente en la calidad de agua de las diferentes ciudades del país.

Environmental Programs 2012, Las aguas pluviales son agua de lluvia o agua resultante del derretimiento de nieve. Esta agua cae de los techos; circula sobre calles asfaltadas, aceras y estacionamientos; atraviesa suelo descubierto y césped; y desemboca en los drenajes pluviales. A su paso, el agua recoge y transporta tierra, desechos de mascotas, sales, pesticidas, fertilizantes, aceite y grasa, basura y otras sustancias contaminantes; esta agua desemboca directamente en los riachuelos, arroyos y ríos cercanos, sin recibir ningún tratamiento en las plantas de aguas residuales.

Las aguas pluviales contaminadas afectan los riachuelos, ríos y lagos, además pueden destruir o dañar las plantas, los peces y la vida silvestre, y degradar la calidad del agua.

#### **2.2.6.2. Contaminantes Biológicos**

Flores R. ,Reyes L., Hernández V.,2006 La Contaminación Biológica ocurre cuando existe la presencia de microorganismos (por ejemplo *Vibrio cholera* cuando está presente en los cuerpos de agua o distintas especies de *Salmonella* alojada en los alimentos, hongos y ciertos nematodos).

La contaminación fecal se da principalmente a partir de las labores domésticas que se contaminan el agua, los trabajos agrícolas y ganaderos pueden producir una contaminación muy grave en los acuíferos, siendo los principales causantes los vertidos de aguas cargadas de residuos orgánico procedentes de las labores de transformación de productos vegetales o de los excrementos de animales. A demás los desechos contienen parásitos causantes de enfermedades severas en el ser humano como la salmonelosis.

#### **2.2.6.3. Contaminantes Físicos**

Varó J. Segura M. 2009.La contaminación física se caracteriza por afectar el aspecto del agua ya que cuerpos extraños flotan y se sedimentan interfiriendo con las formas de vida de la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y de diversos productos sintéticos que son arrojados ala gua como resultado de las actividades del hombre así como espumas, residuos oleaginosos y el calor (Contaminación térmico).

Alteraciones Físicas:

- Color, el agua no contaminada debe tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos, debido principalmente a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas.
- Olor y Sabor, se atribuye a la presencia de compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones; las sales o minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.
- Temperatura, aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción.
- Materiales en suspensión, partículas como la arcilla, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en disoluciones coloidales; o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua arrastra.
- Radioactividad, Las aguas naturales tienen un valor de radioactividad, debidos sobretodo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isotopos radioactivos.
- Espumas, Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
- Conductividad, El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de los electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos.

#### **2.2.6.4. Contaminantes Químicos**

Algunos fertilizantes utilizados para la agricultura causando serios problemas de contaminación en los cuerpos, ya que los desechos llegan a través de la lixiviación o el arrastre y pueden provocar una pérdida lamentablemente de flora y fauna de la zona, debido a que están constituidos de materia orgánica, fósforo y nitrógeno con una demanda alta de oxígeno.

#### **2.2.6.5. INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL**

El Índice de Calidad del Agua (ICA), como forma de agrupación simplificada de algunos parámetros, indicadores de un deterioro en calidad del agua, es una manera de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua.

Un ICA es un número adimensional, comprendido entre 1-100, donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso. Los parámetros incluidos en los ICA así como la definición de los rangos se han basado tradicionalmente en las curvas de distribución de las variables o en criterios biológicos en el caso del oxígeno disuelto o el pH (Peterson & Bogue, 1989). En este estudio la selección de las variables se realizó teniendo en cuenta los criterios generales del organismo ambiental de Estados Unidos, la EPA (Hallock, 1990; Cude, 2001) y métodos multivariados para la definición de los grupos de estaciones, a partir de los cuales se definieron los rangos de ponderación para cada clase.

El índice de calidad de agua para el área de influencia del Río Pindo Grande se estimó mediante la ecuación:

$$ICA = \frac{C_i * P_i}{( P_i)}$$

## 2.2.7. EVALUACION DE LA INFORMACIÓN HIDROLOGICA

Dado que el Ecuador posee limitaciones en la disponibilidad de datos hidrométricos como pluviométricos y las cuencas hidrográficas no se encuentran instrumentadas, se utiliza métodos indirectos para la estimación de caudales.

De acuerdo a la información disponible se seleccionará el método más adecuado para obtener estimaciones de caudal.

### 2.2.7.1. CALCULO DE CAUDALES

Según Osio M. Valencia F., 2000. El caudal se puede medir directamente o estimar mediante procedimientos indirectos, uno de los métodos más conocidos y de aplicación universal para estimar el caudal es la Ecuación de Manning, la cual se fundamenta en los parámetros de la sección hidráulica de la estructura de conducción y en la rugosidad de dicha sección. Los parámetros hidráulicos del cause son el área, el perímetro mojado, el radio hidráulico y la pendiente hidráulica cuyos valores son fáciles de determinar una vez que se ha definido el tipo de sección y la diferencia de nivel que hay que vencer en el transporte (pendiente).

La fórmula de Manning es la ecuación empírica más utilizada para calcular el gasto, puesto que se basa solamente en las características del cause, que pueden medirse con facilidad. La formula de Manning es la siguiente:

$$Q= V*A$$

Q= Gasto (m<sup>3</sup>/seg)

A= Área de la sección transversal del cause (m<sup>2</sup>)

R= Radio Hidráulico (m) (área/perímetro mojado del cause)

S= Gradiente hidráulico

n= Coeficiente de rugosidad del cause

En 1889 el ingeniero irlandés Robert Manning presentó una ecuación la cual se modificó hasta llegar a la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

El valor de  $n$  es muy variable y depende de una cantidad de factores. Al seleccionar un valor adecuado de  $n$  para diferentes condiciones de diseño, un conocimiento básico de estos factores debe ser considerado de gran utilidad.

- Rugosidad de la superficie: Se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardante sobre el flujo. En general, los granos finos resultan en un valor relativamente bajo de  $n$  y los granos gruesos dan lugar a un valor alto de  $n$ .
- Vegetación: Puede ser vista como una clase de rugosidad superficial. Este efecto depende principalmente de la altura, densidad, distribución y tipo de vegetación, y es muy importante en el diseño de canales pequeños de drenaje, ya que por lo común éstos no reciben mantenimiento regular.
- Irregularidad del canal: Se refiere a las variaciones en las secciones transversales de los canales, su forma y su perímetro mojado a lo largo de su eje longitudinal. En general, un cambio gradual y uniforme en la sección transversal o en su tamaño y forma no produce efectos apreciables en el valor de  $n$ , pero cambios abruptos o alteraciones de

secciones pequeñas y grandes requieren el uso de un valor grande de  $n$ .

- Alineamiento del canal: Curvas suaves con radios grandes producirán valores de  $n$  relativamente bajos, en tanto que curvas bruscas con meandros severos incrementarán el  $n$ .
- Sedimentación y erosión: En general la sedimentación y erosión activa, dan variaciones al canal que ocasionan un incremento en el valor de  $n$ . Urquhart (1975) señaló que es importante considerar si estos dos procesos están activos y si es probable que permanezcan activos en el futuro.
- Obstrucción: La presencia de obstrucciones tales como troncos de árbol, desechos de flujos, atascamientos, pueden tener un impacto significativo sobre el valor de  $n$ . El grado de los efectos de tales obstrucciones dependen del número y tamaño de ellas.

#### **2.2.7.2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD MANNING**

Aplicando la fórmula Manning, la más grande dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad  $n$  pues no hay un método exacto de seleccionar un valor  $n$ . Para ingenieros veteranos, esto significa el ejercicio de un profundo juicio de ingeniería y experiencia; para novatos, puede ser no más de una adivinanza, y diferentes individuos obtendrán resultados diferentes. Para calcular entonces el coeficiente de rugosidad  $n$  se dispone de tablas (como la publicada por el U.S Department of Agriculture en 1955; Chow, 1959) y una serie de fotografías que muestran valores típicos del coeficiente  $n$  para un determinado tipo de canal (Ramser, 1929 y Scobey, 1939).

La siguiente tabla muestra valores del coeficiente de rugosidad de Manning teniendo en cuenta las características del cauce:

Tabla 2. Coeficiente de manning

<b>Cunetas y canales sin revestir</b>	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045
<b>Cunetas y Canales revestidos</b>	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016
<b>Corrientes Naturales</b>	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de	0,027-0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033-0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca	0,035-0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060-0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados,	0,100-0,200 <sup>1</sup>
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,050-0,080
Areas de inundación adyacentes al canal ordinario	0,030-0,200 <sup>1</sup>

Fuente: S.M. Woodward and C. J Posey

### **2.2.7.3. CALCULO DE CAUDALES MÁXIMOS**

En estudios referentes a drenaje superficial se hace necesario muchas veces el conocer el caudal máximo que se produce en un momento determinado. La definición de caudal máximo o de avenida máxima es aquel caudal que ha superado todos los que habido durante un periodo, para el cálculo de

caudales máximos que se puedan presentar en un determinado punto, se puede utilizar métodos empíricos o métodos estadísticos.

Los métodos empíricos reciben también el nombre de hidrológicos y que la desventaja de que su precisión depende de la estimación de los parámetros que intervienen en el cálculo pero por otro lado, no requieren registros históricos de caudales.

Los métodos estadísticos por el contrario son más confiables en función de los años de registros que se tengan. El problema radica en que no es frecuente contar con registros históricos de caudales. Cabe mencionar que dentro de los métodos principales para la determinación de caudales se encuentran: método racional, método de Mac Math y el método de huellas máximas.

#### **2.2.7.4. METODO RACIONAL**

Según Chow (1994) El método racional es el más utilizado para el cálculo de caudales, a pesar de que se le ha criticado, sigue siendo muy utilizado.

Cubero et al. (1996) Menciona que se utilizan en áreas menores a 200 hectáreas, pero Luque (1981) dice que se utiliza en áreas menores a 2500 hectáreas.

El método se basa en la superposición de que el máximo de caudal que ocurrirá por el efecto de una lluvia, se da cuando la duración de esta es igual a tiempo de concentración ( $T_c$ ). Se define como tiempo de concentración de una cuenca o área específica "al tiempo transcurrido desde que una gota de agua cae en el punto más alejado de la salida, hasta que llega a esta salida". El tiempo depende de las características geográficas y topográficas del área en estudio.

Cuando la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración, toda la cuenca esta contribuyendo al caudal en el punto de salida. Si la lluvia dura un tiempo mayor que el  $T_c$ , toda la cuenca esta contribuyendo al caudal de salida, pero la intensidad de la lluvia es menor, y que la duración es mayor, lo cual genera un caudal menor. Si por el contrario la duración de la lluvia es menor al  $T_c$ , la intensidad de la lluvia es mayor, pero cuando cesa la lluvia el agua que ha caído en los puntos alejados aun no ha llegado a la salida; es decir, solo contribuye una parte de la cuenca a la escorrentía por lo que el caudal será menor. La formula racional se expresa de la siguiente manera:

$$Q = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde,

**Q**= es el caudal en  $m^3/s$

**C**= es el coeficiente de escorrentía o factor de escurrimiento

**i**= es la máxima intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración  $mm/h$

**A**= es el área de influencia en  $ha$

#### **2.2.7.5. Coeficiente de escorrentía (C)**

La precipitación total que cae en la superficie del suelo, solo una parte llega a los causes de evacuación. A la fracción de esa agua que llega a los causes se le denomina coeficiente de escorrentía, el cual es adimensional, es decir, es la relación entre la cantidad de agua que escurre y la precipitación.

El valor de coeficiente de escorrentía depende de las características del terreno tales como infiltración, tipo de suelo, cobertura vegetal, pendiente, intensidad de lluvia y humedad que tenga el suelo. Existen muchas formas de aproximar el cálculo, pero es la variable menos precisa del método racional.

Tabla 3. Coeficiente de Escorrentía C.

Tipo de vegetación	Pendiente %	Textura		
		Franco-arenosa	Franco – arcillo-limosa-franco-limosa	Arcillosa
Forestal	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,25	0,35	0,50
	10-30	0,30	0,50	0,60
Praderas	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,15	0,35	0,55
	10-30	0,20	0,40	0,60
Terrenos cultivados	0-5	0,30	0,50	0,60
	5-10	0,40	0,60	0,70
	10-30	0,50	0,70	0,80

Tomado de *Drenaje agrícola y recuperación de suelos, Diseño de Drenaje superficial 2005*

Tabla 4. Coeficiente de escorrentía. Chow et al (1988)

Tipo de superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Zonas urbanas</b>							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Cemento, tejados	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
<b>Zonas verdes (céspedes, parques, etc.)</b>							
<i>Condición pobre (cobertura vegetal inferior al 50% de la superficie)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente alta (> 7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
<i>Condición media (cobertura vegetal entre el 50% y el 75% del área)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<i>Condición buena (cobertura vegetal superior al 75%)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%)	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
<b>Zonas rurales</b>							
<b>Campos de cultivo</b>							
Pendiente baja (0-2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente alta (> 7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
<b>Pastizales, prados, dehesas</b>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<b>Bosques, montes arbolados</b>							
Pendiente baja (0-2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fuente: Método de coeficiente de Escorrentía. Andrés Martínez

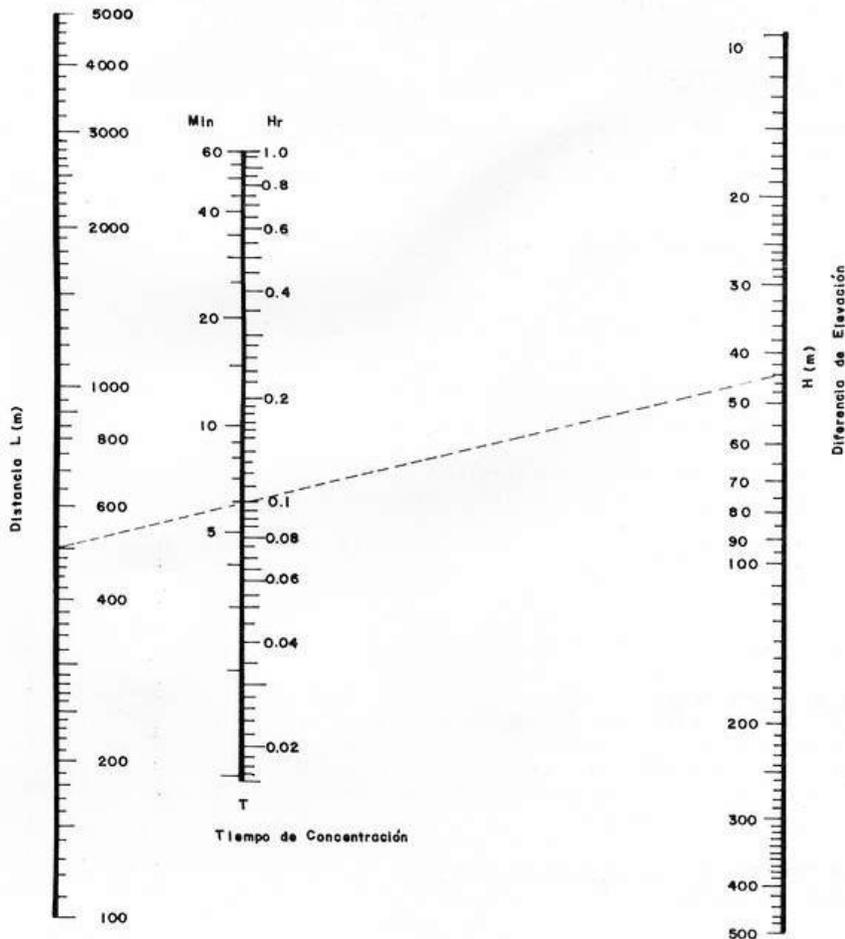
### 2.2.7.6. *Calculo de la intensidad máxima (i) de las precipitaciones*

El factor “I” consta de dos partes, tiempo de concentración e intensidades máximas de las precipitaciones.

El tiempo necesario para concentrar la escorrentía, depende principalmente de la distancia que recorren los caudales, la diferencia de altura, las dimensiones, la configuración y las condiciones del suelo.

El Nomograma de Kirpich para estimar los tiempos de concentración, basado principalmente en el recorrido de los caudales y la diferencia de altura.

Figura1. Normograma para estimar el tiempo de concentración



## 2.3. ANALISIS ESTADISTICO

### 2.3.1. COEFICIENTE DE CORRELACION DE KARL PEARSON

Lahura E. 2003 “El coeficiente de correlación es un estadístico que proporciona información sobre la relación lineal existente entre dos variables cualesquiera”, por ende el análisis de correlación es un grupo de técnicas estadísticas usadas para medir la intensidad de relación entre 2 variables por lo que se limita a las mismas, determinando así la relación o dependencia que existe entre las dos variables que intervienen en una distribución bidimensional.

Es decir, determinar si los cambios en una de las variables influyen en los cambios de la otra. En caso de que suceda, diremos que las variables están correlacionadas o que hay **correlación** entre ellas.

El **coeficiente de correlación lineal** se expresa mediante la letra **r** y presenta las siguientes:

1. El coeficiente de correlación no varía si la escala de medición cambia. Es decir, si expresamos la altura en metros o en centímetros el coeficiente de correlación no varía.
2. El signo del coeficiente de correlación es el mismo que el de la covarianza.
  - Si la covarianza es positiva, la correlación es directa.
  - Si la covarianza es negativa, la correlación es inversa.
  - Si la covarianza es nula, no existe correlación.
3. El coeficiente de correlación lineal es un número real comprendido entre menos  $-1$  y  $1$ .

$$-1 \leq r \leq 1$$

4. Si el coeficiente de correlación lineal toma valores cercanos a  $-1$  la correlación es fuerte e inversa, y será tanto más fuerte cuanto más se aproxime  $r$  a  $-1$ .
5. Si el coeficiente de correlación lineal toma valores cercanos a  $1$  la correlación es fuerte y directa, y será tanto más fuerte cuanto más se aproxime  $r$  a  $1$ .
6. Si el coeficiente de correlación lineal toma valores cercanos a  $0$ , la correlación es débil.
7. Si  $r = 1$  ó  $-1$ , los puntos de la nube están sobre la recta creciente o decreciente entre ambas variables hay dependencia funcional.

El coeficiente de correlación se puede calcular con Excel mediante el comando "COEF.DE.CORREL". También se puede calcular mediante la fórmula:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y))}{\sigma_X \sigma_Y},$$

Siendo  $\text{Cov}(X,Y)$  la covarianza entre las series temporales  $X$  e  $Y$ , y  $\sigma_X$  y  $\sigma_Y$  las desviaciones estándar de  $X$  e  $Y$

### **Tipos de correlación:**

La correlación puede clasificarse en dos tipos dependiendo de la cantidad de variables analizadas y por el tipo de relación lineal, en el primer caso estamos haciendo referencia a:

1. Correlación simple: se estudia la dependencia únicamente entre dos variables
2. Correlación múltiple: se estudia la dependencia entre más de 2 variables

3. Correlación parcial: cuando se incluye la influencia de variables exógenas no consideradas en el cálculo de los coeficientes.

**Dependiendo del tipo de relación lineal el coeficiente relaciona:**

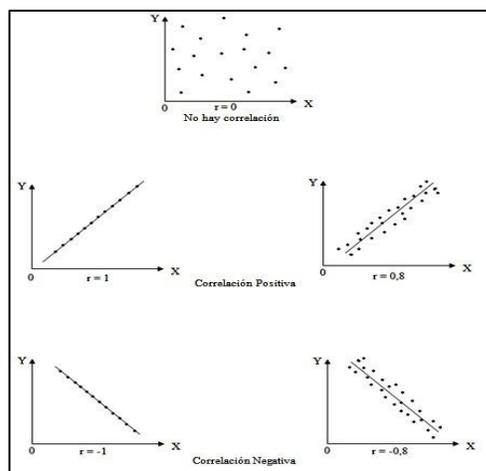
1. Relación directa entre las variables: un aumento en la variable independiente implica un aumento en la variable dependiente.
2. Relación inversa entre las variables: un aumento en la variable independiente implica una disminución en la variable dependiente.

**Diagrama de dispersión:**

Un diagrama de dispersión es un tipo de diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos.

Los datos se muestran como un conjunto de puntos, cada uno con el valor de una variable que determina la posición en el eje horizontal y el valor de la otra variable determinado por la posición en el eje vertical. Un diagrama de dispersión se llama también gráfico de dispersión.

**Figura 2:** Diagramas de dispersión



Para datos no agrupados se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

r = Coeficiente producto-momento de correlación lineal

$$x = X - \bar{X}; \quad y = Y - \bar{Y}$$

Para datos agrupados, el coeficiente de Correlación de Pearson se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{n \cdot \sum f \cdot dx \cdot dy - (\sum fx \cdot dx)(\sum fy \cdot dy)}{\sqrt{[n \cdot \sum fx \cdot dx^2 - (\sum fx \cdot dx)^2][n \cdot \sum fy \cdot dy^2 - (\sum fy \cdot dy)^2]}}$$

Donde,

n = número de datos.

f = frecuencia de celda.

fx = frecuencia de la variable X.

fy = frecuencia de la variable Y.

dx = valores codificados o cambiados para los intervalos de la variable X, procurando que al intervalo central le corresponda dx = 0, para que se hagan más fáciles los cálculos.

dy = valores codificados o cambiados para los intervalos de la variable Y, procurando que al intervalo central le corresponda dy = 0, para que se hagan más fáciles los cálculos.

Al interpretar el coeficiente de correlación de Pearson la autora se sitúa al nivel meramente descriptivo. Al igual que ocurría con la covarianza, la correlación entre dos variables es positiva si ambas cavarían en el mismo sentido, es decir, cuando a puntuaciones por encima de la media en X corresponde puntuaciones por encima de la media en Y, y a puntuaciones por debajo de la media en X corresponden puntuaciones por debajo de la media en Y. por el contrario, la correlación entre X e Y es negativa, cuando

cavarían en sentido opuesto, es decir, a puntuaciones por encima de la media en X corresponde puntuaciones por debajo de la media en Y, y viceversa.

Si tenemos en cuenta el valor de la correlación, podemos afirmar que, un coeficiente de correlación de Pearson igual a 1 ó -1, implica que en el diagrama de dispersión correspondiente a las variables X e Y los puntos se disponen a lo largo de una línea recta, y por tanto podemos decir que la covariación entre ambas variables es total. Un coeficiente de correlación igual o próximo a cero indica que no existe relación lineal entre las dos variables, aunque podría existir otro tipo de correlación no lineal. Para interpretar el coeficiente de correlación se utilizó la siguiente escala:

$r = 1$	correlación perfecta
$0,8 < r < 1$	correlación muy alta
$0,6 < r < 0,8$	correlación alta
$0,4 < r < 0,6$	correlación moderada
$0,2 < r < 0,4$	correlación baja
$0 < r < 0,2$	correlación muy baja
$r = 0$	correlación nula

## CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS

### 3. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la caracterización del área de estudio se aplicó la observación directa, y la georeferenciación del área a través de la utilización de un GPS de marca GARMING de precisión  $\pm 5$ , cuyos datos corresponden a WGS84 ZONA 18 SUR, posteriormente se ingresó las coordenadas al software SIG 10, SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.

Para determinar las condiciones del tramo objeto de estudio, se procedió a realizar varios recorridos con la finalidad de conocer las actividades, las condiciones de vida y las descargas puntuales aguas abajo del río Pindo Grande.

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

El área de estudio se encuentra en la República del Ecuador, cuyo sector se ubica mediante coordenadas de la siguiente manera:

- **Provincia:** Pastaza
- **Cantón:** Pastaza
- **Parroquia:** Shell
- **Sector:** Pueblo Nuevo, Praga Sacha, Sacha Runa, Dique de Shell
- **Río:** Pindo Grande
- **Área de Estudio:** Se localiza en el río Pindo Grande, río Bravo y río Yuxuyaku.

Tabla 6. Puntos de Muestreo

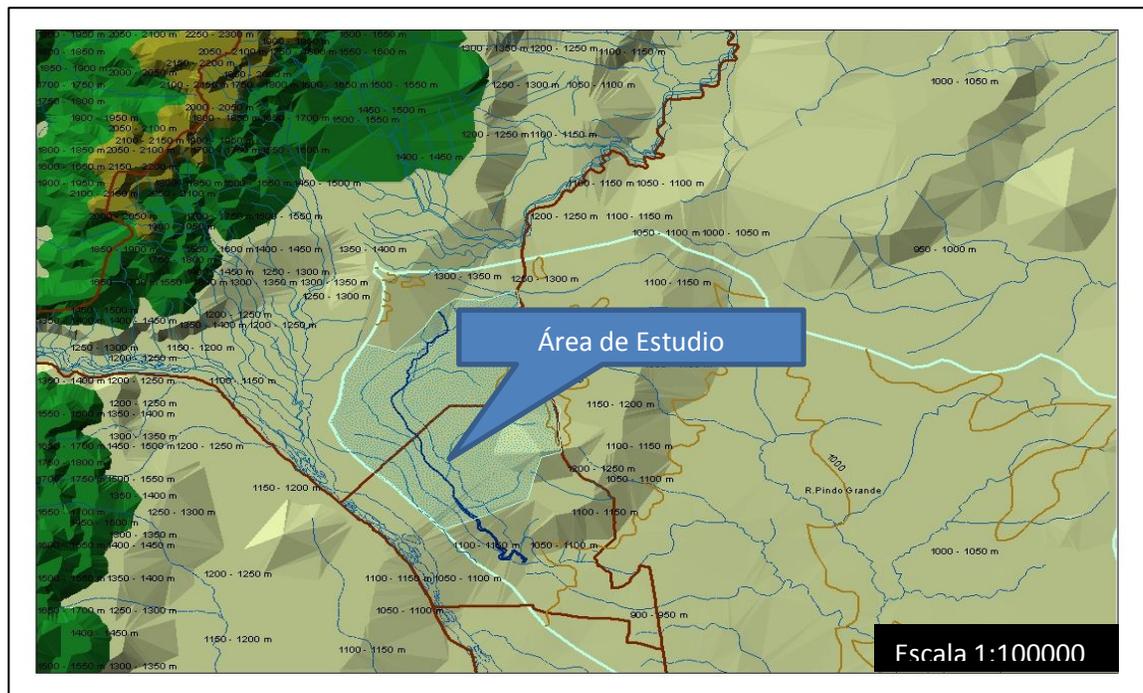
Puntos	X	Y	ALTITUD (msnm)
1	826121	9836188	1085
2	826397	9835629	1060
3	826886	9835093	1050
4	826996	9835568	1040
5	827035	9834670	1038
6	827192	9834600	1037
7	826130	9836181	1085
8	826894	9835094	1051



Elaborado por: Autora

### 3.1.2. Ubicación Del Área De Estudio

Mapa 1: Ubicación Del Área De Estudio



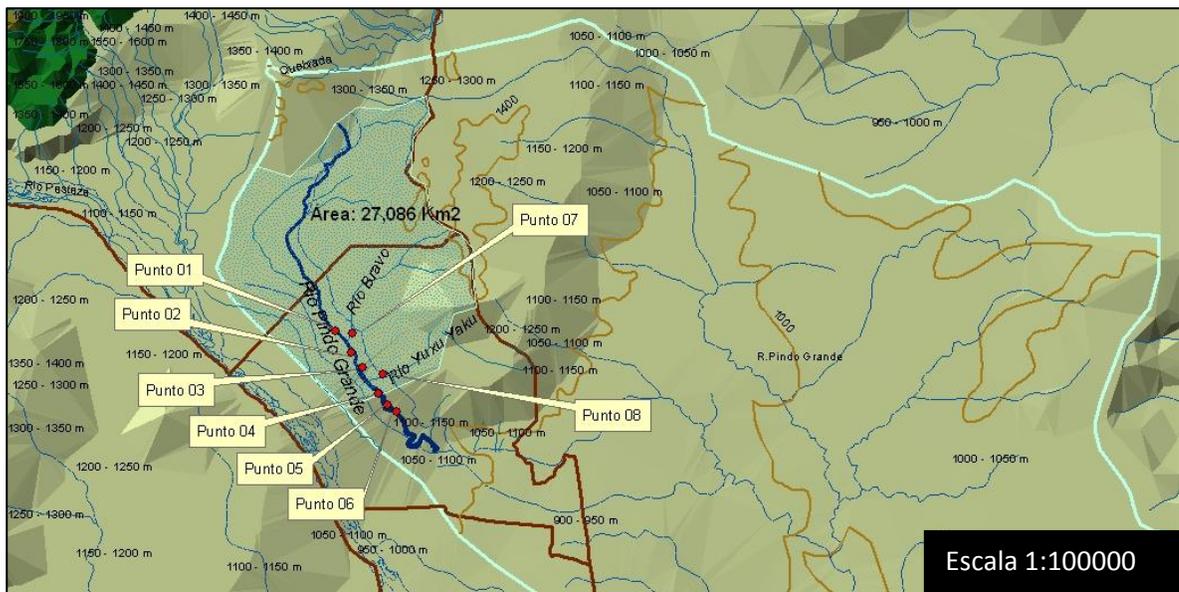
Elaborado por: Autora

### Características Físicas:

- **Altitud:**1087,2msnm

- **La zona subandina:** se localiza paralela a la vertiente en la parte sur, abarcando el levantamiento Napo. Se encuentra conformada por rocas sedimentarias de edad jurásica a cretácea y rocas volcánicas del Terciario-Cuaternario. Presenta en general paisajes colinados con pendientes medianas a fuertes y estructuras volcánicas aisladas. Las alturas varían entre 800 y 3000 msnm. El área de estudio se encuentra dentro de la zona subandina pues tiene una altitud promedio de 1058 msnm, presenta una planicie con elevaciones pequeñas
- **Hidrología:** El río Pindo Grande, nace en la parte baja de Cordillera del Habitaagua a una altura aproximada de 1350 msnm, posee características de corriente perenne; se encuentra en el cantón Mera, parroquia Shell, sus afluentes son el Río Bravo y YuxuYaku. El río Pindo Grande (área de estudio) posee una longitud aproximadamente 2,548 Km mismo que esta intervenido por el sector La Moravia, Praga Sacha, Pueblo Nuevo, ShuarEtza, Sacha Runa y Dique de Shell.

**Mapa 2: Área De Influencia de Puntos de Monitoreo**



**Elaborado por:** Autora

El área de estudio se ha dividido en Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII), debido a que estas áreas poseen relación a la hora de hablar de microcuenca hidrográfica, además sus características y dinámica se interrelacionan para dar lugar a la calidad del Río Pindo Grande, a su vez el comportamiento del mismo esta ligado a la seguridad y bienestar de los habitantes aledaños al Río Pindo Grande.

Área de Influencia de la microcuenca del río Pindo es de 27,086 Km<sup>2</sup> sin embargo el área de estudio de Influencia Directa por esta ocasión solo abarcará el recorrido del río objeto de estudio de longitud 2.3422 Km aproximadamente.

Área de Influencia Indirecta: Corresponde a los asentamientos poblacionales de La Moravia, Sacha Runa, Shuar Etza y Complejo Dique de Shell.

### **3.1.3. Condiciones Meteorológicas**

El área en la que se desarrollo el estudio posee una temperatura promedio de 21,6, la humedad relativa corresponde a 83,5% , la pluviosidad promedio es de 447, 21 mm y la precipitación máxima registrada en las 24 horas es de 72, 40 mm Fuente DAC 2012 (Ver Anexo 10.3.6)

### **3.2. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO:**

El estudio específicamente el trabajo de campo se desarrollo durante el lapso de 3 meses, es decir, entre el mes de abril y mayo del presente año.

### **3.3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Los materiales empleados durante el trabajo de campo son aquellos cuyas funciones permiten extraer muestras, mantener la temperatura, almacenar

las muestras y la medición de pH y aforo de caudales entre los más utilizados se encuentran:

### **3.3.1 Materiales**

Los materiales empleados durante el trabajo de campo son aquellos cuyas funciones permiten extraer muestras, mantener la temperatura, almacenar las muestras y la medición de pH y aforo de caudales entre los más utilizados se encuentran:

- 08 Envases de 2L
- 16 Botellas de Ambar de 1L
- 64 Bandas para medición de pH
- 08 Cintas de medición 30 m
- Reglas de 1m
- Nivel
- Flotadores
- Guantes
- Cooler

### **3.3.2 Equipos**

Los equipos empleados durante la fase de campo permitieron establecer mediciones entre estas las de temperatura, de tiempo, de registros fotográficos, de revisión bibliográfica y de georeferenciación, entre estos:

- Medidor de Temperatura Digital Thermometer -50°C TO 300°C
- GPS Garmin Dakota 10
- Computadora Portatil
- Cámara fotográfica
- Cronómetro

### **3.3.3 Método empleado**

- Muestreo Combinado
- Aforo de Caudales
- Método Fórmula Racional
- Método Estadístico de Correlación

## **3.4. FACTORES DE ESTUDIO**

Para llevar a cabo el cumplimiento de objetivos se procedió a describir los factores que intervienen en el problema investigado entre estos los siguientes:

### **3.4.1. Calidad de agua**

Para el estudio de la calidad de agua del río Pindo Grande se considero seleccionar los parámetros de calidad ambiental, entre estos:

- Oxígeno Disuelto (mg/L)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)
- Coliformes Totales (UFC/100 mL)
- Coliformes Fecales (UFC/100 mL)
- Tensoactivos (mg/L)
- Aceites y Grasas (mg/L)
- Organofosforados ( $\mu\text{g/L}$ )
- Temperatura In Situ ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Potencial de Hidrógeno (pH)

### 3.4.2. Caudal del Curso hídrico

Permitió conocer la cantidad de volumen del fluido en un tiempo considerado dentro de cada una de las secciones establecidas en los ríos Pindo Grande, Bravo y YuxuYaku.

### 3.4.3. Condiciones meteorológicas

Con los datos registrados por la Estación meteorológica de la Dirección de Aviación Civil Pastaza, parroquia Shell (*Ver Anexo 10.3*), se determinó el régimen pluviométrico de los últimos 30 años, lo cual influye en la dinámica del río Pindo.

## 3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio comprendió las siguientes etapas:

### 3.5.1. Caracterización del área de influencia

Para determinar la ubicación del área se procedió aplicar la observación directa, y a realizar la georeferenciación del área de estudio así como los puntos de muestreo, en coordenadas con GPS en Datum WGS 84 ZONA 18 SUR.

Tabla 7. Áreas de Muestreo

Puntos de Muestreo	Área	Río
1	Praga Sacha - Pueblo Nuevo	Río Pindo Grande
2	ShuarEtza	Río Pindo Grande
3	Sacha Runa - Balneario	Río Pindo Grande
4	Antes del Dique de Shell	Río Pindo Grande
5	Dique de Shell	Río Pindo Grande
6	Aguas abajo dique de Shell	Río Pindo Grande
7	Pueblo Nuevo	Río Bravo
8	Sacha Runa	Río YuxuYaku

Elaborado por: Autor

### 3.5.2. Análisis de Calidad de Agua

Luego de realizar la observación directa de las actividades y descargas se identificó las áreas de muestreo. Para la calidad de agua del río y sus afluentes se realizó el análisis de muestras combinadas a partir de 04 repeticiones para los 09 parámetros (físicos, químicos y biológicos) en 08 puntos de muestreo, éstos enmarcados dentro del área de estudio.

Tabla 08. Parámetros Seleccionados

Num	Parámetro
1	Oxígeno Disuelto
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno
3	Coliformes Fecales
4	Coliformes Totales
5	Tensocativos
6	Aceites y Grasas
7	Organofosforados
8	Temperatura
9	Potencial de Hidrógeno

Elaborado por: Autor

Posteriormente se relacionó la dependencia entre la calidad de agua de los parámetros que no cumplen con la normativa ambiental versus el caudal diario, esto aplicando el método estadístico de coeficiente de correlación de Pearson.

### 3.5.3. Calculo de Caudales

Esta actividad permitió conocer la cantidad de fluido que pasa en la unidad de tiempo, esto en una determinada sección del cause. El procedimiento para medición de caudales se presenta en el punto.

### **3.5.4. Condiciones meteorológicas**

Se consideró los datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Amazonas perteneciente a la Dirección de Aviación Civil (DAC) de la parroquia Shell, ésta por ser la estación más cercana al área de estudio, en el área de influencia, los datos obtenidos permitió determinar el régimen pluviométrico de los últimos 30 años.

### **3.6. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Durante el estudio se midió las siguientes variables:

#### **3.6.1 Parámetros de calidad de agua**

Se establecieron los parámetros de muestreo conforme a lo establecido al libro VI de Calidad Ambiental y Anexo 1 de Calidad de Agua referente a la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua, Criterios de calidad para aguas con fines recreativos mencionados en el numeral 3.5.2

Las muestras fueron analizadas (EX SITU) en el laboratorio cuyas normas utilizadas fueron APHA y EPA; para la determinación de Potencial de Hidrogeno y Temperatura (IN SITU) se empleó las bandas de pH y termómetros digitales respectivamente.

#### **3.6.2 Caudal**

Para determinar el caudal (Q) se aplicó el método más conocido y universal, es la ECUACIÓN DE MANING.

$$Q= V*A$$

Q= Gasto (m<sup>3</sup>/seg)

A= Área de la sección transversal del cause (m<sup>2</sup>)

R= Radio Hidráulico (m) (área/perímetro mojado del cause)

S= Gradiente hidráulico

n= Coeficiente de rugosidad del cause

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

n= parámetro de rugosidad de Manning

R= radio hidráulico

S= pendiente

$$R = \frac{A}{P}$$

A= Área de la sección

P= Perímetro Mojado

Esta actividad se llevó a cabo una vez por mes, con repeticiones cada 60 minutos, durante el muestreo de calidad de agua, el aforo se estableció para cada punto o área de estudio del río Pindo Grande, incluyendo los ríos Bravo y YuxuYaku.

Para su desarrollo se midió el ancho y las profundidades utilizando la unidad de medida en metros (m); se determinó la rugosidad a través del coeficiente de Manning posteriormente se realizó el cálculo de área de las secciones y el perímetro mojado del área de estudio para cada punto de aforo.

En lo que respecta al cálculo de Caudal máximo de evacuación se utilizó los registros de precipitaciones máximas registradas en 24 durante 30 años se aplicó la fórmula Racional empleando el método de los nomogramas.

### 3.6.3 Caudal máximo

Los datos locales recopilados de la Estación Meteorológica y del trabajo de campo (aforo) sobre el río Pindo Grande permitió determinar el nivel máximo de caudales en el sector, medido en metros cúbicos por segundo ( $m^3/\text{seg}$ ). Se calculo a través de la formula racional y la utilización de Normogramas de Kirpich.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q=CIA$$

$$Q= m^3/s$$

Q = caudal en metros cúbicos por segundo, ( $m^3/s$ )

I = es la intensidad máxima para una frecuencia determinan e un lapso igual al tiempo de concentración expresada en milímetros por hora (mm/h)

A = es la superficie de la cuenca en hectáreas, ( $m^2$ )

C = es un coeficiente de escorrentía sin dimensiones.

#### **3.6.3.1. Determinación del Coeficiente de escorrentía.**

Para su determinación fue necesaria la observación del terreno, como es tipo de suelo, cobertura vegetal, pendiente y intensidad de lluvia, una vez caracterizada la zona se procedió a utilizar la tabla de Chow et al (1988).

Tabla 09. Coeficiente de escorrentía del sector

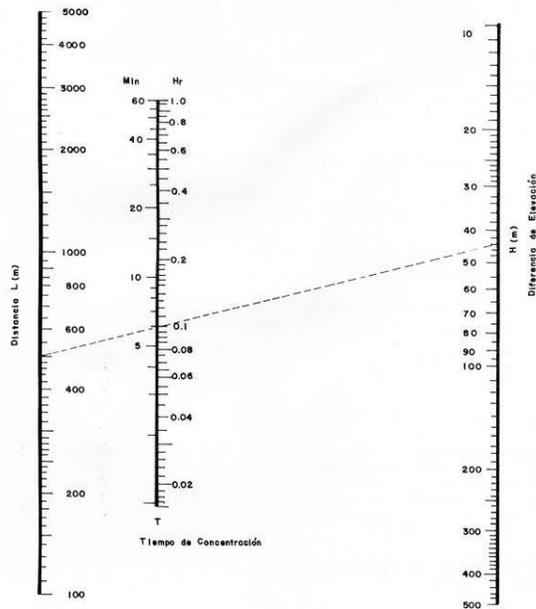
<b>BOSQUES, MONTES ARBOLADOS</b>							
	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>500</b>
<b>Pendiente baja (0-2 %)</b>	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
<b>Pendiente media (2-7%)</b>	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
<b>Pendiente alta (&gt; 7%)</b>	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fuente: Chow et al (1988)

### **3.6.3.2. Determinación de Intensidad máxima.**

La intensidad máxima se calcula usando los datos registrados de intensidades máximas para un periodo de 30 años y analizando el tiempo de concentración, cuyos datos fueron llevados al Normograma de Kirpich. El normograma mencionado permitió estimar el tiempo de concentración basado en el recorrido del caudal (m) y diferencia de altura (m).

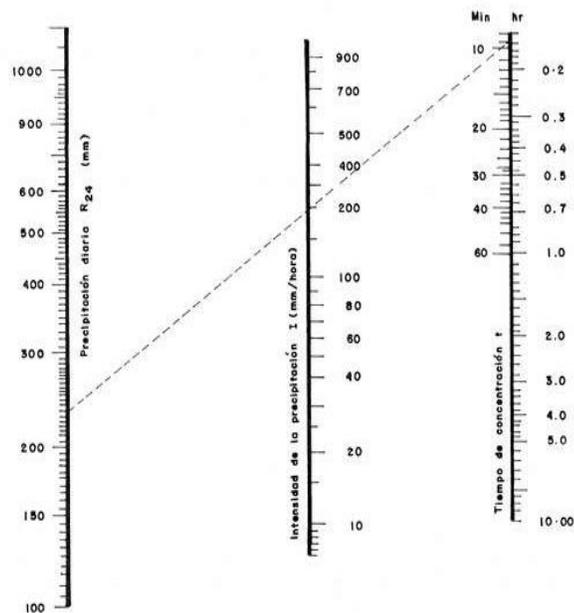
**Figura 3 .**Normograma para estimar el tiempo de concentración área de Influencia



Fuente: FAO, 1989

**Figura 4.** Estimación de las intensidades de la precipitación área de Influencia

2. Nomograma



Fuente: FAO, 1989

### **3.6.3.3. Relación Caudal/Calidad de agua**

Para el efecto, se comparó la concentración de cada parámetro de calidad de agua con el caudal diario ( $m^3/seg$ ) del río en cada uno de los puntos de muestreo para aquellos parámetros que sobrepasaron el límite máximo permisible establecido en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9.

Los valores obtenidos en cada análisis de calidad de agua que sobrepasaron los límites permisibles fueron utilizados para la comparación mediante métodos de estadística de tipo descriptivo de correlación por lo que para su análisis se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson con ayuda del programa Microsoft Excel 2010 en la opción insertar función - COEF.DE.CORREL.

### **3.6.4 Condiciones Meteorológicas**

Se determinó el régimen pluviométrico de los últimos 30 años basado en los datos meteorológicos facilitados por la Dirección de Aviación Civil del Aeropuerto Rio Amazonas, en la parroquia Shell, estos datos fueron llevados al programa de Excel para la respectiva representación gráfica.

## **3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.7.1 Reconocimiento del área de influencia del proyecto**

Consistirá en georeferenciar y observar las características del área de estudio, entre estos: presencia de afluentes, actividad de los asentamientos poblacionales, servicios de saneamiento, ecosistemas presentes a lo largo del río Pindo Grande. Además se procedió a identificar las fuentes puntuales y difusas presentes en el cuerpo de agua receptor.

### 3.7.2 Calidad de agua

Para la determinación de la calidad de agua se seleccionó los parámetros respecto a la Tabla 9 de los Usos para agua con fines recreativos, de los límites permisibles estipulados en el TULAS, se procedió a tomar muestras por el método combinado de muestreo durante 3 meses.

Para la elaboración del levantamiento de línea base hidrológica de la microcuenca del Río Pindo Grande, sector Dique de Shell, en lo que respecta a la determinación de calidad de agua se seleccionó los puntos de muestreo en función de las descargas e intervención humana, estableciéndose 08 puntos de muestreo; además se analizaron los parámetros físicos, químicos y biológicos, estos dispuestos por el *Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)*, Anexo 1. Tabla 9, limitándose a 09 parámetros los más representativos por cuestión de presupuesto, entre estos:

Tabla 10. Parámetros seleccionados para cada punto

Num	Parámetro	Puntos de Muestreo	Análisis	Unidad
1	Oxígeno Disuelto	1,2,3,4,5,6,7,8	Laboratorio	mg/L
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno	1,2,3,4,5,6,7,8	Laboratorio	mg/L
3	Coliformes Fecales	1,2,3,4,5,6,7,8	Laboratorio	UFC/100mL
4	Coliformes Totales	1,2,3,4,5,6,7,8	Laboratorio	UFC/100mL
5	Tensocativos	1,2,3,4,5,6,7,8	Laboratorio	mg/L
6	Aceites y Grasas	1,2,3,4,5,6,7,8	Laboratorio	mg/L
7	Organofosforados	1,2,3, 5	Laboratorio	µg/L
8	Temperatura	1,2,3,4,5,6,7,8	In Situ	°C
9	Potencial de Hidrógeno	1,2,3,4,5,6,7,8	In Situ	pH

Elaborado por: Autora

Durante el muestreo se consideró establecer secciones en las cuales se procedía a medir el ancho del río determinándose en estas las

profundidades, siendo medidos estos perfiles a la entrada y salida de cada sección que poseen una longitud de 10 para cada área de estudio en dirección aguas debajo del Pindo Grande y sus afluentes río Bravo y YuxuYaku; el tipo de muestra empleada es la compuesta de tipo manual, misma que se empleo dentro de lapsos de una hora para cada submuestra desde las 09:30 am hasta las 12:30 pm esto en meses menos lluviosos durante los meses de marzo, abril y mayo.

Posterior a la toma de muestras, con envases estériles de 3 L, se procedió a trasvasar las muestras del río a frascos estériles de ambar de 1L, cabe indicar que las muestras fueron enviadas al CESTTA, laboratorio acreditado por el OAE.

Una vez obtenido los resultados se realizó la comparación entre cada punto respecto a los parámetros muestreados, observando luego si estos se enmarcan dentro de los límites permisibles para aguas recreativas.

Cabe mencionar que para la determinación de la Calidad Ambiental de agua que se utiliza con fines recreativos se aplicó el análisis del Índice de Calidad Ambiental (ICA), para el cual se estableció los pesos de cada parámetro aplicando la metodología Delphi que de acuerdo A Dinius (1987) es más usada para el diseño de índice de calidad de agua.

### **3.7.3 Caudal del área de estudio**

Para determinar el volumen de agua que recorre la sección objeto de estudio en un determinado tiempo, fue necesario determinar los puntos de aforo a lo largo del río Pindo Grande y en los afluentes, estimándose un total de 08 áreas o puntos de observación.

#### **3.7.4 Condiciones Meteorológicas**

Se empleo los registros de pluviosidad en 24 horas de los últimos 30 años para los periodos de retorno ( $T_c$ ) de 30 años.

#### **3.8. ANALISIS ECONOMICO**

Se realizó el análisis económico del estudio del levantamiento de línea base hidrológica, considerando el costo de recursos humano, movilización, adquisición de equipos y materiales, así como de pago de análisis de calidad de agua. A continuación se detalla los rubros empleados en el tiempo de desarrollo del estudio. (Ver Anexo 9.2)

## CAPITULO III

### 4. RESULTADOS

El levantamiento de información se lo realizó en el Rio Pindo Grande y sus afluentes cercanos al sector del dique de Shell, para el cual fue necesario establecer 08 puntos de muestreo, 09 parámetros de calidad de agua para con fines recreacionales; el tiempo empleado para el trabajo de campo fue de 03 meses, cabe indicar que los datos meteorológicos aplicados corresponden a la estación más cercana al área de influencia del río objeto de estudio cuyos registros datan de 30 años atrás. A continuación se citan los resultados de los estudios realizados para el levantamiento de línea base hidrológica del río Pindo grande sector el Dique de Shell.

#### 4.1. CALIDAD DE AGUA

**HIPOTESIS 1:** La calidad de agua del río Pindo Grande y sus puntos de estudio se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa ambiental vigente.

En el presente apartado se presentan los resultados del análisis de la calidad de agua respecto a los límites permisibles estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9; se procedió a tomar muestras por el método combinado de muestreo durante 3 meses.

##### 4.1.1 OXIGENO DISUELTO

Este parámetro determinó los niveles de oxígeno disuelto dentro de la masa de agua lo que proporcionará la información indirecta de que en este sector

existe presencia de materia orgánica por lo tanto presencia de bacterias en crecimiento. (Baedecker, 1980)

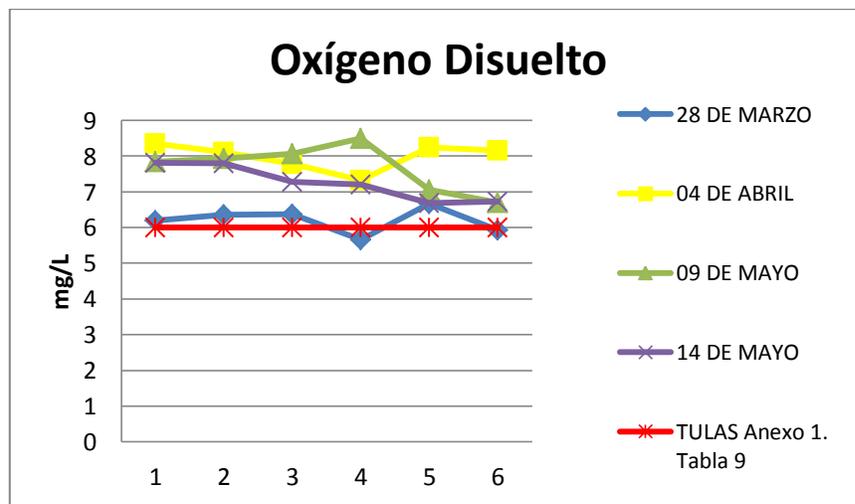
Tabla 11. Oxigeno Disuelto

OXIGENO DISUELTO mg/L						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
28 DE MARZO	6,2	6,35	6,37	5,66	6,67	5,93
04 DE ABRIL	8,34	8,11	7,78	7,32	8,24	8,15
09 DE MAYO	7,84	7,93	8,07	8,5	7,06	6,7
14 DE MAYO	7,81	7,8	7,27	7,2	6,69	6,73
TULAS Anexo 1. Tabla 9	6	6	6	6	6	6

Fuente: Autora

**Interpretación:** Al realizar el análisis se puede observar que el Oxigeno Disuelto en su concentración más alta corresponde a 8,5mg/L en el punto 4 y el mínimo en el punto 4 con 5,66 mg/L, este último siendo inferior a 6mg/L, según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

Gráfico 1. Resultados Oxigeno Disuelto vs TULAS en Río Pindo Grande



Fuente: Autoria propia

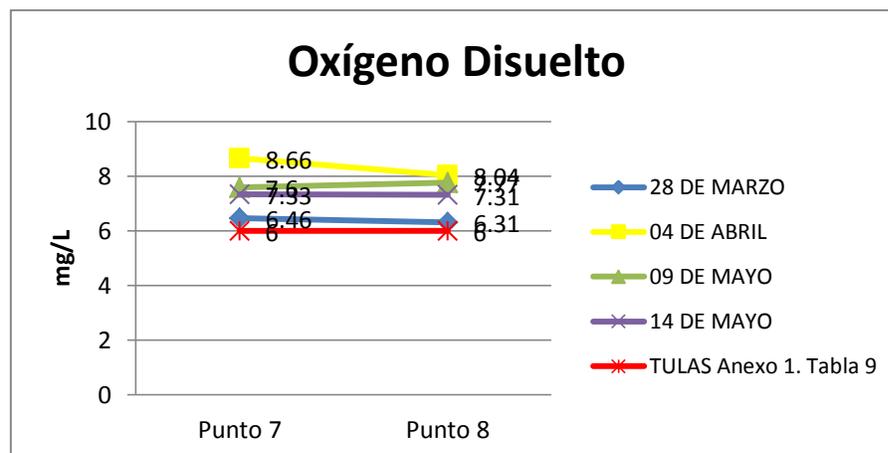
**Interpretación:** En el Gráfico 01 se puede observar que el Oxígeno Disuelto para los puntos 1,2,3,4,5 y 6 supera los 6 mg/L establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario, pero se puede observar también que en el punto 4 y 6 ocurre una excepción el día 28 de marzo, pues la concentración de este parámetro inferior a lo establecido por la normativa ambiental para calidad de aguas.

Tabla 12. Oxigeno Disuelto en afluentes

OXIGENO DISUELTO mg/L		
	Punto 7	Punto 8
<b>28 DE MARZO</b>	6,46	6,31
<b>04 DE ABRIL</b>	8,66	8,04
<b>09 DE MAYO</b>	7,6	7,77
<b>14 DE MAYO</b>	7,33	7,31
<b>TULAS Anexo 1. Tabla 9</b>	6	6

**Interpretación:** Al realizar el análisis se puede observar que el Oxígeno Disuelto en su concentración más alta corresponde a 8,66mg/L en el punto siendo superior a 6mg/L, según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

Gráfico 2. Resultados Oxigeno Disuelto vs TULAS en Afluentes



Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** En el Gráfico 02 se puede observar que el Oxígeno Disuelto para los puntos 7 y 8 supera los 6 mg/L establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

#### 4.1.2 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

Este segundo parámetro aunque no está considerado en la tabla 9 del Anexo 1 para su comparación tiene importancia como método indirecto ya permite medir la cantidad de materia orgánica biodegradable en el cual se mide la cantidad de oxígeno que consume una población microbiana en crecimiento para convertir (oxidar) la materia orgánica en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O en un sistema cerrado. (GlynnJ ,Gary W. 1999)

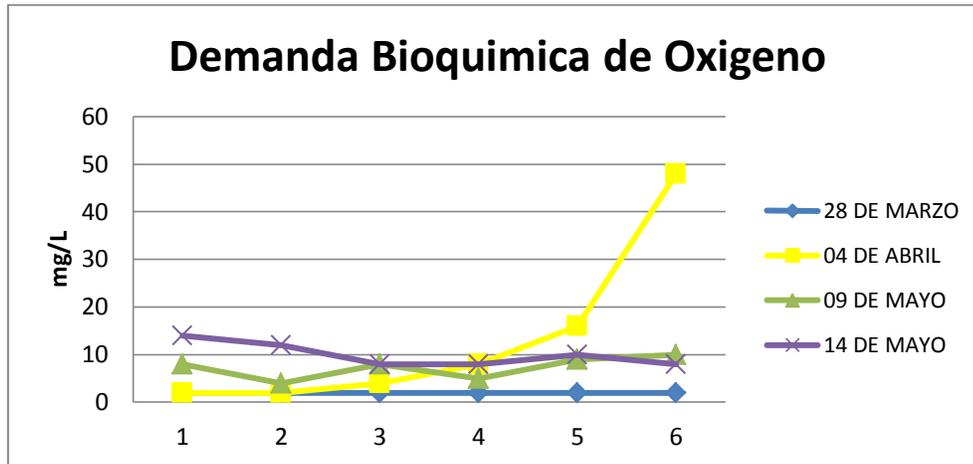
Tabla 13. Resultados DBO 5 vs TULAS en Río Pindo Grande

DBO5 mg/L						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
28 DE MARZO	2	2	2	2	2	2
04 DE ABRIL	2	2	4	8	16	48
09 DE MAYO	8	4	8	5	9	10
14 DE MAYO	14	12	8	8	10	8
TULAS/Anexo1/Tabla 9	No lo considera					

Fuente: Autora

**Interpretación:** Al realizar el análisis se puede observar que en la Demanda Bioquímica de Oxígeno a pesar de no considerarse dentro del TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario muestra en su concentración más alta 48mg/L en el punto 06 del día 04 de abril, y en su concentración mínima de 2 mg/L

Gráfico 3 Resultados de DBO5 vs TULAS en Río Pindo Grande



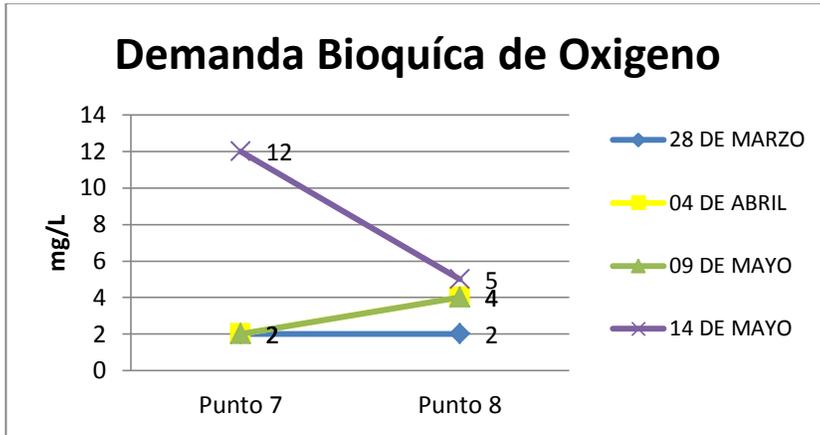
Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** En el Grafico 03, aunque este parámetro no se encuentra considerado dentro de los límites permisibles para aguas recreacionales de contacto primario se observar que existe una variación de DBO<sub>5</sub> cuyo rango oscila entre 2 mg/L a 48 mg/L.

Tabla 14. Resultados Demanda Bioquímica De Oxígeno 5 vs TULAS en Afluentes

DBO5 mg/L		
	Punto 7	Punto 8
<b>28 DE MARZO</b>	2	2
<b>04 DE ABRIL</b>	2	4
<b>09 DE MAYO</b>	2	4
<b>14 DE MAYO</b>	12	5
<b>TULAS Anexo 1. Tabla 9</b>	No lo considera	

Gráfico 4. Resultados de DBO5 vs TULAS en Río en Afluentes



#### 4.1.3 COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Estos parámetros permitieron identificar la existencia de contaminación de tipo biológico, a través del análisis de estos organismos patógenos como indicadores, aunque es necesario mencionar que no necesariamente representa la existencia de contaminación fecal humana puesto que estos también se hallan en el suelo y vegetación. (Romero J. 2008)

Tabla 15. Resultado Coliformes Totales vs TULAS Río Pindo Grande.

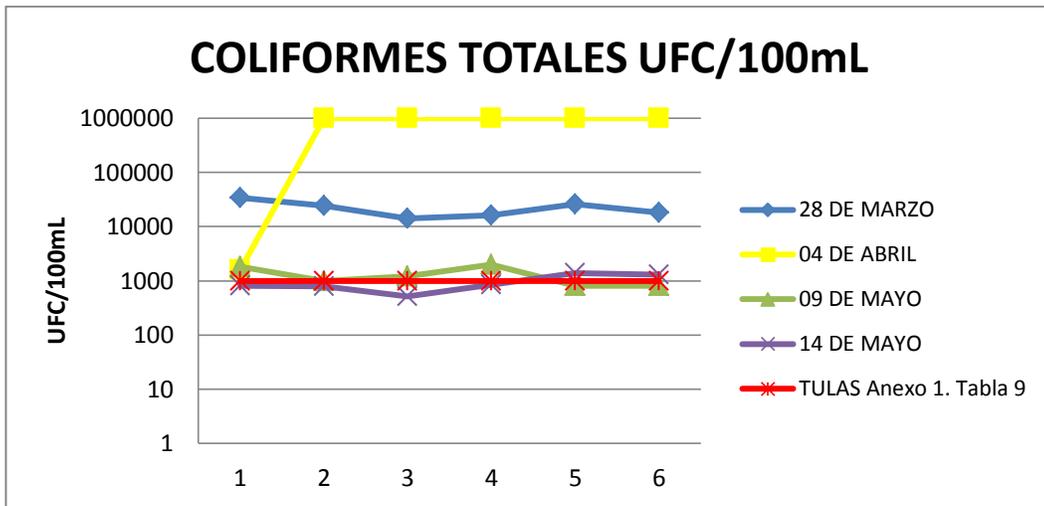
COLIFORMES TOTALES UFC/100mL						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
<b>28 DE MARZO</b>	34000	24000	14000	16000	26000	18000
<b>04 DE ABRIL</b>	1600	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
<b>09 DE MAYO</b>	1800	980	1200	2000	800	800
<b>14 DE MAYO</b>	816	784	520	850	1400	1300
<b>TULAS Anexo 1. Tabla 9</b>	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Fuente: Autora

*Al realizar el análisis de Coliformes Totales en su concentración más alta corresponde a la presencia mayor a  $1 \times 10^6$  UFC/100mL a lo largo del río*

*Pindo Grande donde superó el límite permisible que corresponde a 1000 UFC/100mL, esto dispuesto según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.*

Gráfico 5. Resultados Coliformes Totales vs TULAS en Río Pindo



Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** *En el Gráfico 05, se puede observar que los Coliformes Totales para el día 04 de abril ha superado lo establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario, cuyo valor corresponde a 1000 UFC/100mL lo cual representa contaminación biológica y por ende una alteración en la calidad de agua.*

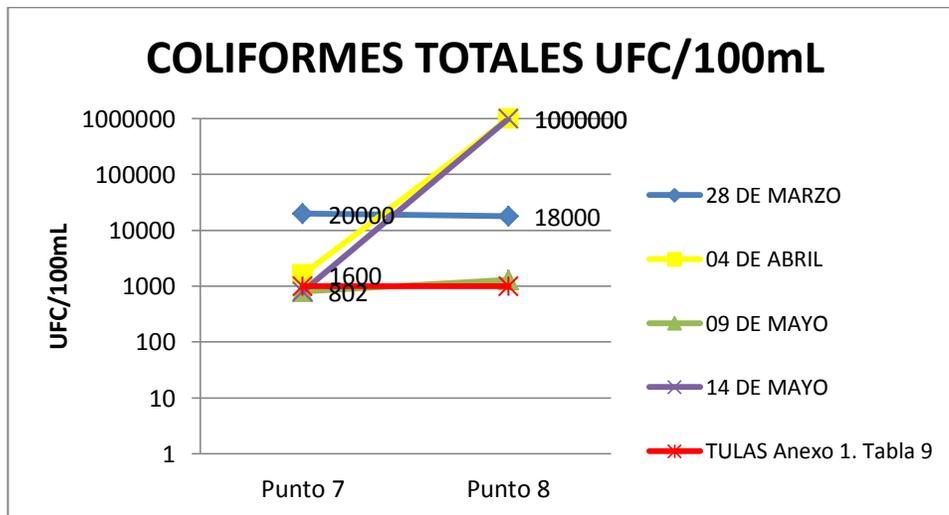
*Cabe indicar que en el área de influencia existen asentamientos poblacionales iniciadas como invasiones, mismas que no cuentan con servicios de alcantarillado o de obras sanitarias por lo que, los pobladores realizan sus necesidades en pozos sépticos y al aire libre.*

A demás aguas abajo en los puntos 03 y 05 existe presencia de un balneario de tipo natural y de obra civil en los cuales se ha observado que en su momento exceden los límites permisibles.

Tabla 16. Resultado Coliformes Totales vs TULAS Río Pindo Grande.

COLIFORMES TOTALES UFC/100mL		
	Punto 7	Punto 8
28 DE MARZO	20000	18000
04 DE ABRIL	1600	1000000
09 DE MAYO	800	1300
14 DE MAYO	802	1000000
TULAS Anexo 1. Tabla 9	1000	1000

Gráfico 6. Resultados Coliformes Totales vs TULAS en afluentes



Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** En el Gráfico 06, se puede observar que los Coliformes Totales para el día 28 de marzo, 04 de abril y 14 mayo ha superado lo

establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario, cuyo valor corresponde a 1000 UFC/100mL lo cual representa contaminación biológica y por ende una alteración en la calidad de agua.

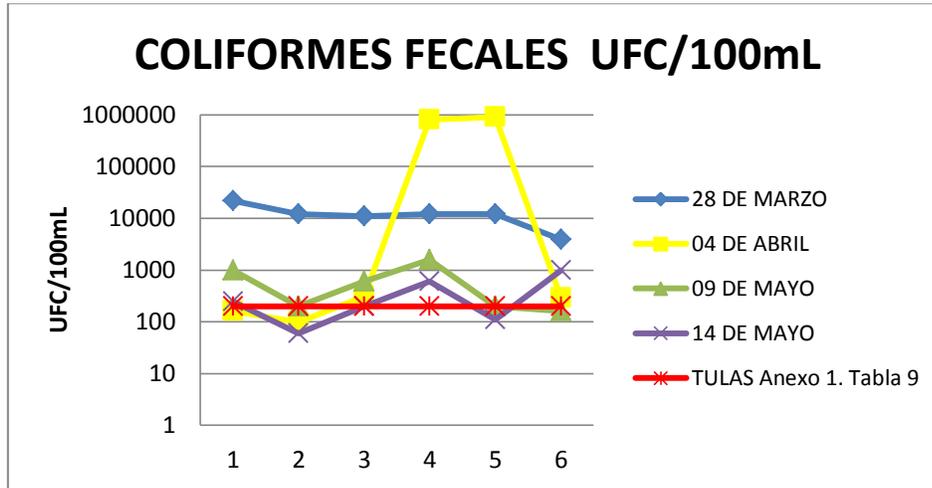
Tabla 17. Resultado Coliformes Fecales vs TULAS Río Pindo Grande.

COLIFORMES FECALES UFC/100mL						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
<b>28 DE MARZO</b>	22000	12000	11000	12000	12000	3900
<b>04 DE ABRIL</b>	160	98	314	800000	900000	290
<b>09 DE MAYO</b>	1000	200	600	1600	200	160
<b>14 DE MAYO</b>	248	59	200	600	110	1000
<b>TULAS Anexo 1. Tabla 9</b>	200	200	200	200	200	200

Fuente: Autora

**Interpretación:** Al realizar el análisis de Coliformes Fecales se observó que en su concentración más alta se encuentra en los puntos 04 (antes del dique) y 05 (en el dique de Shell) en fecha 04 de abril, siendo de 800000 y 900000 UFC/100mL excediendo el limite permisible que corresponde a 200 UFC/100mL según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario, pero a su vez se observa una concentración mínima que es de 59 UFC/100mL en el punto 02.

Gráfico 7. Resultado de Coliformes Fecales vs TULAS en Río Pindo Grande



Fuente: Autoría propia

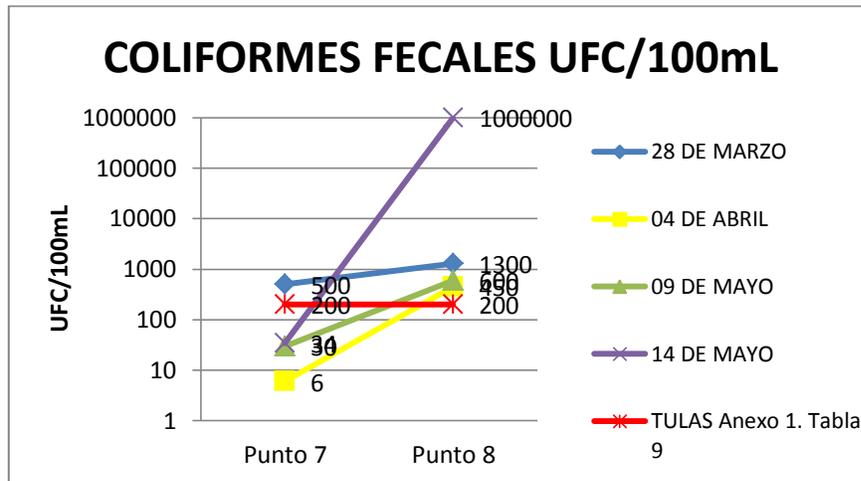
**Interpretación:** En el Gráfico 07, se puede observar que los Coliformes Fecales en los días 04 de abril en los puntos 04 y 05 experimentaron un aumento de concentraciones de 800000 a 900000 UFC/100mL presentados como eventos fortuitos por lo que superan lo establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario, cuyo valor corresponde a 200 UFC/100mL lo cual representa contaminación biológica y por ende una alteración en la calidad de agua.

Tabla 18. Resultado Coliformes Fecales vs TULAS de Afluentes

COLIFORMES FECALES UFC/100mL		
	Punto 7	Punto 8
28 DE MARZO	500	1300
04 DE ABRIL	6	450
09 DE MAYO	30	600
14 DE MAYO	34	1000000
TULAS Anexo 1. Tabla 9	200	200

**Interpretación:** Al realizar el análisis de Coliformes Fecales se observó que en su concentración más alta se encuentra en el punto 08 de fecha 14 de mayo, siendo de 1000000 UFC/100mL excediendo el límite permisible que corresponde a 200 UFC/100mL según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario, pero a su vez se observa una concentración mínima que es de 06 UFC/100mL en el punto 07 de fecha 04 de abril.

Gráfico 8. Resultado de Coliformes Fecales vs TULAS en Afluentes



Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** En el Gráfico 08, se puede observar que los Coliformes Fecales en el punto 7 del día 28 de marzo y en el punto 8 para todos los días experimentaron un aumento de concentraciones por lo que superan lo establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario, cuyo valor corresponde a 200 UFC/100mL lo cual representa contaminación biológica y por ende una alteración en la calidad de agua.

#### 4.1.4 TENSOACTIVOS

Uno de los parámetros analizados son los tensoactivos puesto que su concentración en la película de líquido (agua) retrasa el proceso de difusión de oxígeno (Bailey E 1984), además desde el punto de vista estético no es deseable la formación de espumas en los ríos, a su vez la toxicidad representa un problema a la flora y fauna acuática, dificultando la transferencia de oxígeno atmosférico al agua y en ocasiones por alto contenido de fosfatos en detergentes ocasiona eutrofización. (Ramos R, Sepúlveda R, Villalobos, 2003 )

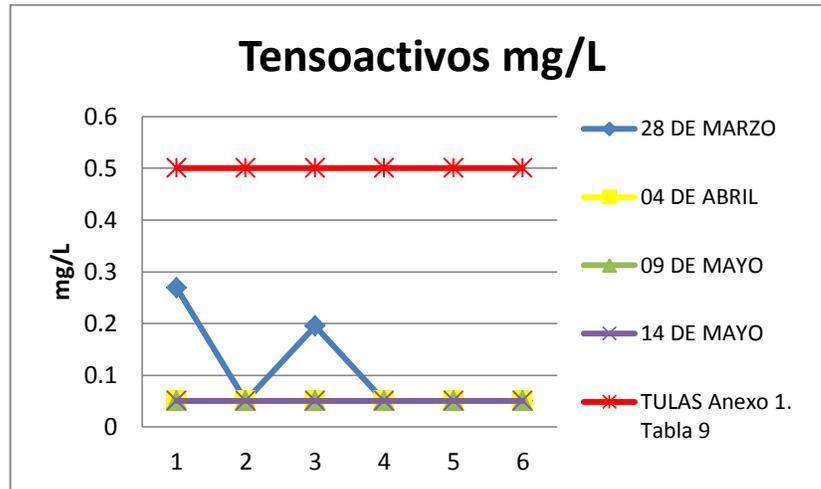
Tabla 19. Resultado Tensoactivos vs TULAS Río Pindo Grande.

TENSOACTIVOS mg/L						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
28 DE MARZO	0,269	0,05	0,195	0,05	0,05	0,05
04 DE ABRIL	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
09 DE MAYO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
14 DE MAYO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
TULAS Anexo 1. Tabla 9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Fuente: Autora

*En lo que se refiere al análisis de resultados de tensoactivos se observó que en su concentración máxima de 0,05 mg/L para todos los puntos de muestreo por lo que no excede el límite permisible que corresponde a 0,5mg/L según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.*

Gráfico 9. Resultado de Tensoactivos vs TULAS en Río Pindo Grande



Fuente: Autoria propia

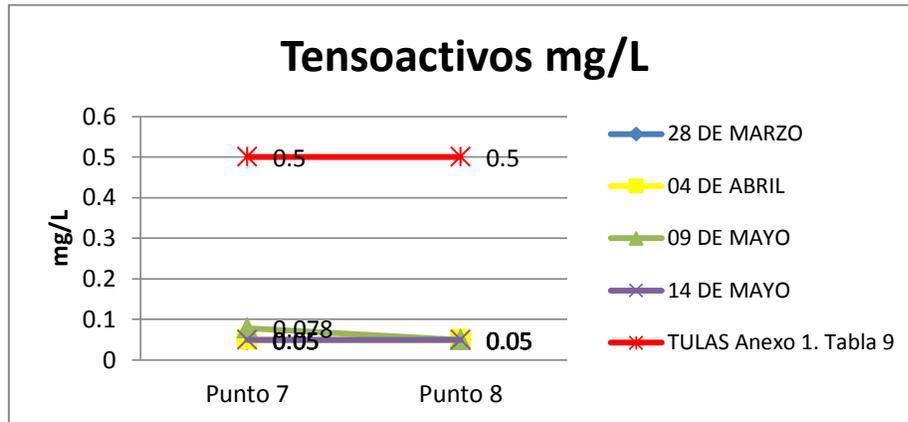
**Interpretación:** En el Gráfico 09, Como lo demuestra el análisis de tensoactivos no excede el límite permisible de 0,05 mg/L establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

Tabla 20. Resultado Tensoactivos vs TULAS en Afluentes

TENSOACTIVOS mg/L		
Muestreo	Punto 7	Punto 8
28 DE MARZO	0,05	0,05
04 DE ABRIL	0,05	0,05
09 DE MAYO	0,078	0,05
14 DE MAYO	0,05	0,05
TULAS Anexo 1. Tabla 9	0,5	0,5

**Interpretación:** En el análisis de resultados de tensoactivos se observó que en su concentración máxima de 0,078 mg/L lo cual no excede el límite permisible que corresponde a 0,5mg/L según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

Gráfico 10. Resultado de Tensoactivos vs TULAS en Afluentes



Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** En el Gráfico 10, Como lo demuestra el análisis de tensoactivos no excede el límite permisible de 0,05 mg/L establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

#### 4.1.5 ACEITES Y GRASAS

Este parámetro es un indicador de contaminación, son de degradación lenta y su acción de deterioro y toxicidad se reflejan en la formación de una película que impide la re aireación y fotosíntesis y por lo tanto la oxigenación de las aguas de superficie limita la autodepuración de aguas.( Veritas B, 2008)

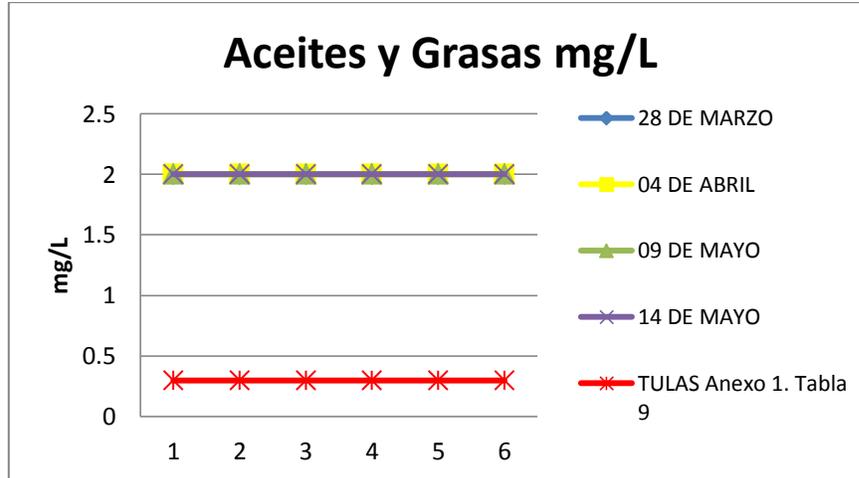
Tabla 21. Resultado Aceites y Grasas vs TULAS en Río Pindo Grande

ACEITES Y GRASAS mg/L						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
28 DE MARZO	2	2	2	2	2	2
04 DE ABRIL	2	2	2	2	2	2
09 DE MAYO	2	2	2	2	2	2
14 DE MAYO	2	2	2	2	2	2
TULAS Anexo 1. Tabla 9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fuente: Autora

**Interpretación:** En el análisis de resultados de aceites y grasas se observó que en su concentración máxima de 2 mg/L para todos los puntos de muestreo exceden el límite permisible que corresponde a 0,3mg/L según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

Gráfico 11. Resultado de Aceites y Grasas vs TULAS en Río Pindo Grande



Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** En el Gráfico 11, El análisis de aceites y grasas en todos los días y puntos de muestreo excedieron el límite permisible de 0,3 mg/L establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

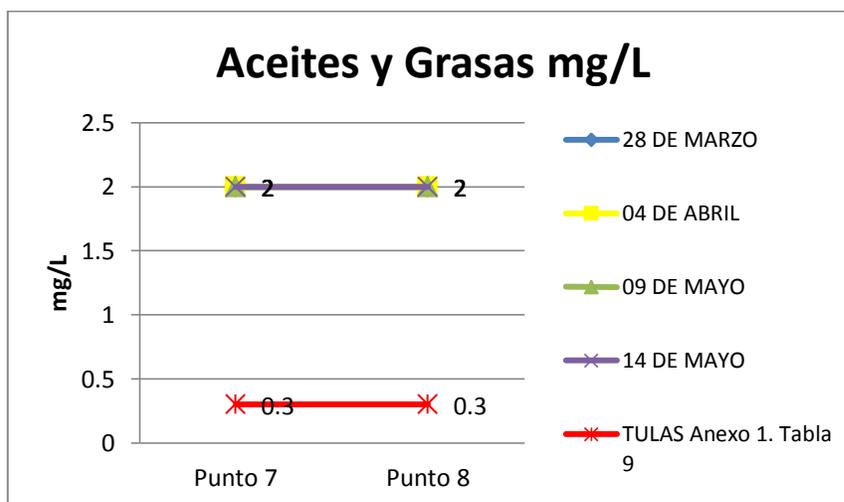
*Esto se debe a que los habitantes de las comunidades y sectores asentados a orilla de los ríos Pindo Grande, Bravo y YuxuYaku hacen uso del agua de los mismos para la limpieza y lavado de utensillos de cocina.*

Tabla 22. Resultados Aceites y Grasas vs TULAS en Afluentes

ACEITES Y GRASAS mg/L		
Muestreo	Punto 7	Punto 8
28 DE MARZO	2	2
04 DE ABRIL	2	2
09 DE MAYO	2	2
14 DE MAYO	2	2
TULAS Anexo 1. Tabla 9	0,3	0,3

*En el análisis de resultados de aceites y grasas se observó que en su concentración máxima de 2 mg/L para todos los puntos de muestreo exceden el limite permisible que corresponde a 0,3mg/L según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.*

Gráfico 12. Resultados de Aceites y Grasas vs TULAS en Afluentes



**Interpretación:** En el grafico 12 referente a aceites y grasas se observó que en su concentración para todos los puntos de muestreo exceden el límite permisible que corresponde a 0,3mg/L según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

#### 4.1.6 ORGANOFOSFORADOS

Este parámetro es de interés ya que su presencia denota enfermedades como es el síndrome de sensibilidad ocasionando efectos en la piel como la dermatitis por su acción irritante, efectos en estado inmunitario, efectos desde una depresión hasta una alteración el sistema nervioso. (Morel I, 1998).

Cabe mencionar que este parámetro solo se midió en 04 sectores por presentar presencia de cultivos para autoconsumo y por ser lugares de importancia recreacional.

Tabla 23. Resultado de Organofosforados vs TULAS en Río Pindo Grande

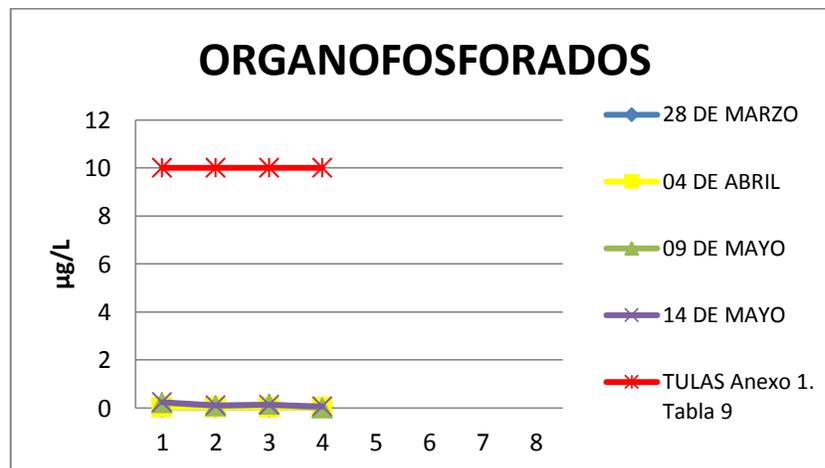
ORGANOFOSFORADOS µg/L				
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 5
28 DE MARZO	0,02	0,02	0,02	0,02
04 DE ABRIL	0,025	0,026	0,027	0,023
09 DE MAYO	0,23	0,09	0,16	0,10
14 DE MAYO	0,25	0,11	0,14	0,07
TULAS Anexo 1. Tabla 9	10	10	10	10

Fuente: Autora

En lo que corresponde a organofosforados se observó que en su concentración para todos los puntos de muestreo no excede el límite

permisible que corresponde a 10 µg/L según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

Gráfico 13. Resultado de Organofosforados vs TULAS en Río Pindo Grande



Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** En el Gráfico 13, el análisis de organofosforados no excede el límite permisible de 10 µg/L establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

#### 4.1.7 POTENCIAL DE HIDROGENO

Su determinación permitió conocer el rango de pH al que se encuentra el cuerpo de agua, además su análisis puede predecir la alteración de un ecosistema por ende muerte de peces y esterilizar una corriente, respecto a las estructuras presentes en el dique puede prevenir la corrosión de estructuras de acero y concreto. (Ramos R, Sepúlveda R, Villalobos, 2003)

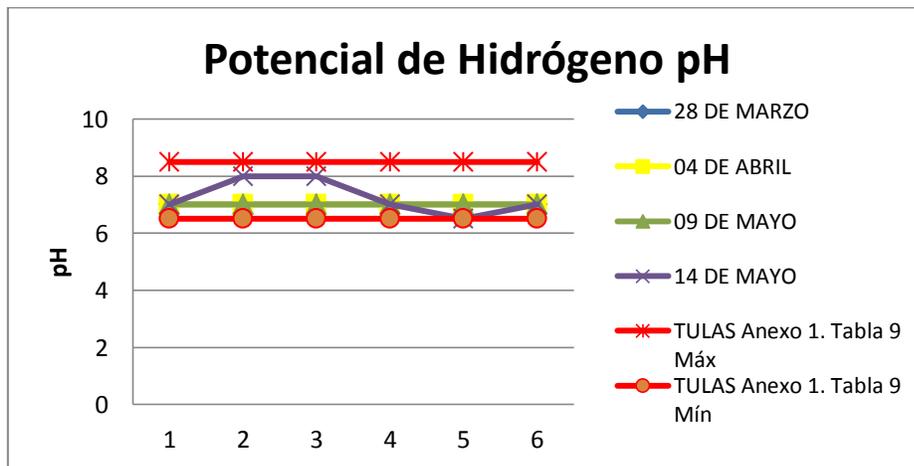
Tabla 24. Resultado In Situ del Potencial De Hidrogeno del Río Pindo Grande

POTENCIAL DE HIDROGENO pH						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
28 DE MARZO	7	7	7	7	7	7
04 DE ABRIL	7	7	7	7	7	7
09 DE MAYO	7	7	7	7	7	7
14 DE MAYO	7	8	8	7	6,5	7
TULAS Anexo 1. Tabla 9 Máx	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
TULAS Anexo 1. Tabla 9 Mín	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

Fuente: Autora

En el análisis de Potencial de hidrógeno se evidenció que para todos los puntos de muestreo el pH no excede el limite permisible que corresponde al rango 6,5-8,5 según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

Gráfico 14. Resultado In Situ Potencial de Hidrógeno vs TULAS Río Pindo Grande



Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** El Gráfico 14, refleja que el potencial de Hidrógeno se encuentra dentro de lo permisible sin exceder o disminuir su rango

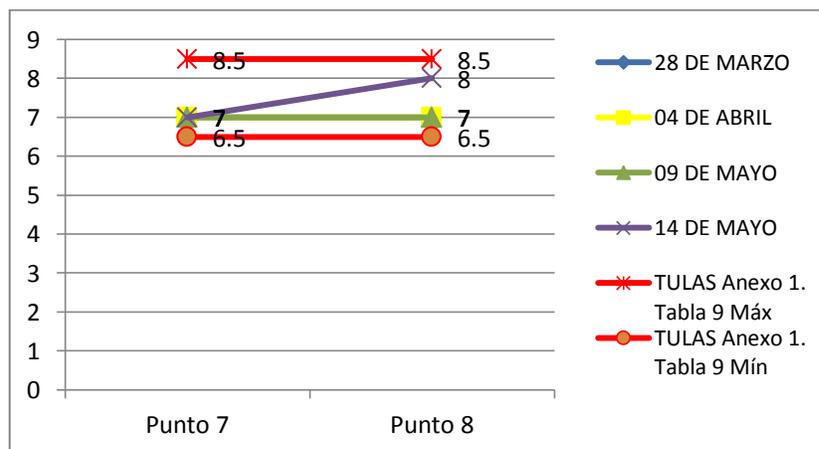
referencial que es pH 6,5-8,5 establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: *Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.*

Tabla 25. Resultado In Situ del Potencial De Hidrogeno en Afluentes

POTENCIAL DE HIDROGENO pH		
Muestreo	Punto 7	Punto 8
28 DE MARZO	7	7
04 DE ABRIL	7	7
09 DE MAYO	7	7
14 DE MAYO	7	8
TULAS Anexo 1. Tabla 9 Máx	8,5	8,5
TULAS Anexo 1. Tabla 9 Mín	6,5	6,5

En el análisis de Potencial de hidrógeno se evidenció que para todos los puntos de muestreo de los afluentes que el pH no excede el limite permisible que corresponde al rango 6,5-8,5 según lo estipulado en el TULAS, Anexo 1 Tabla 9, *Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.*

Gráfico 15 Resultado In Situ de Potencial de Hidrógeno vs TULAS en Afluentes



Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** El Gráfico 15, refleja que el potencial de Hidrógeno se encuentra dentro de lo permisible sin exceder o disminuir su rango referencial que es pH 6,5-8,5 establecido por el TULAS, Anexo 1 Tabla 9: Uso de aguas Recreacionales para contacto primario.

#### 4.1.8 TEMPERATURA

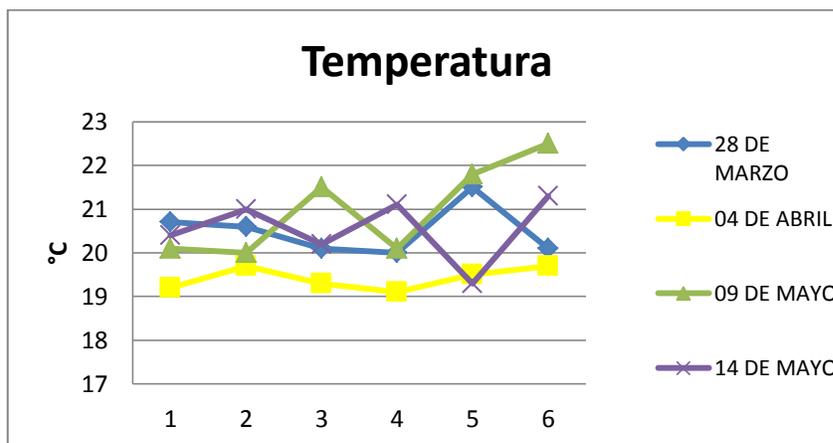
Su análisis radica en que en su momento la temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones química y de la actividad bacteria.

Tabla 26. Resultados In Situ de Temperatura en el Río Pindo Grande

TEMPERATURA						
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
28 DE MARZO	20,7	20,6	20,1	20	21,5	20,1
04 DE ABRIL	19,2	19,7	19,3	19,1	19,5	19,7
09 DE MAYO	20,1	20	21,5	20,1	21,8	22,5
14 DE MAYO	20,4	21	20,2	21,1	19,3	21,3

Fuente: Autora

Gráfico 16. Resultado In Situ de Temperatura vs TULAS en el Río Pindo Grande



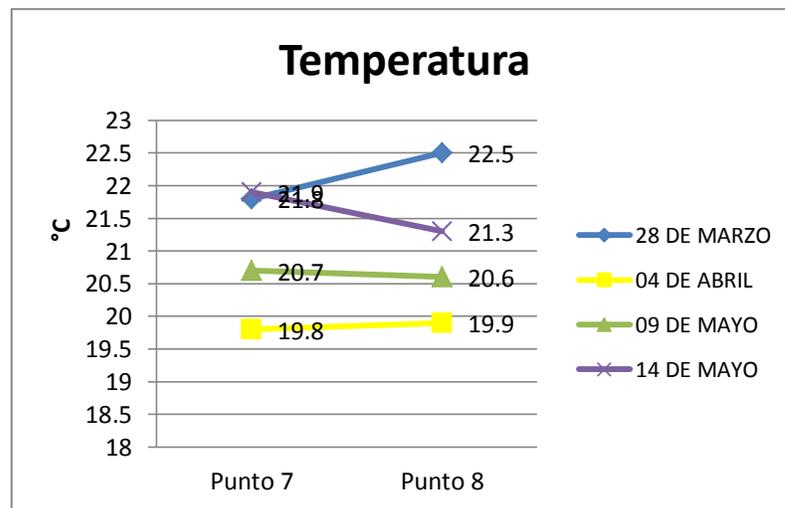
Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** En el Grafico 16, Aunque este parámetro no se encuentra dentro de los limites permisibles para aguas recreacionales de contacto primario se observa que existe una variación de temperatura cuyo rango oscila entre 19,2 a 22,5 °C.

Tabla 27. Resultado In Situ de Temperatura en Afluentes

TEMPERATURA		
Muestreo	Punto 7	Punto 8
28 DE MARZO	21,8	22,5
04 DE ABRIL	19,8	19,9
09 DE MAYO	20,7	20,6
14 DE MAYO	21,9	21,3

Gráfico 17. Resultado In Situ de Temperatura vs TULAS en Afluentes



Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** En el Grafico 17, Aunque este parámetro no se encuentra dentro de los limites permisibles para aguas recreacionales de contacto primario se observa que existe una variación de temperatura cuyo rango oscila entre 19,2 a 22,5 °C.

## 4.2. PRECIPITACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE AGUA

**HIPOTESIS 2:** La precipitación existente en la zona permite la existencia una calidad de agua adecuada acorde con los usos dados al recurso.

Tabla 28. Ejemplo del perfil del cause en el punto 1.

DIA 1		
Sección: 10 m	Ancho de Entrada: 26 m	Ancho de Salida: 26 m

Grafico 18: Perfil Punto 1 – Canal de Entrada

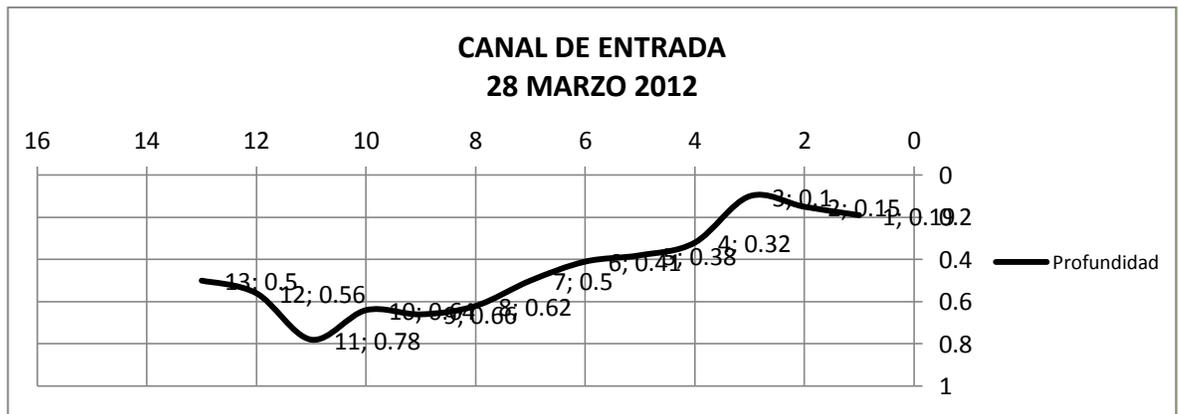


Grafico 19: Perfil Punto 1 – Canal de Salida

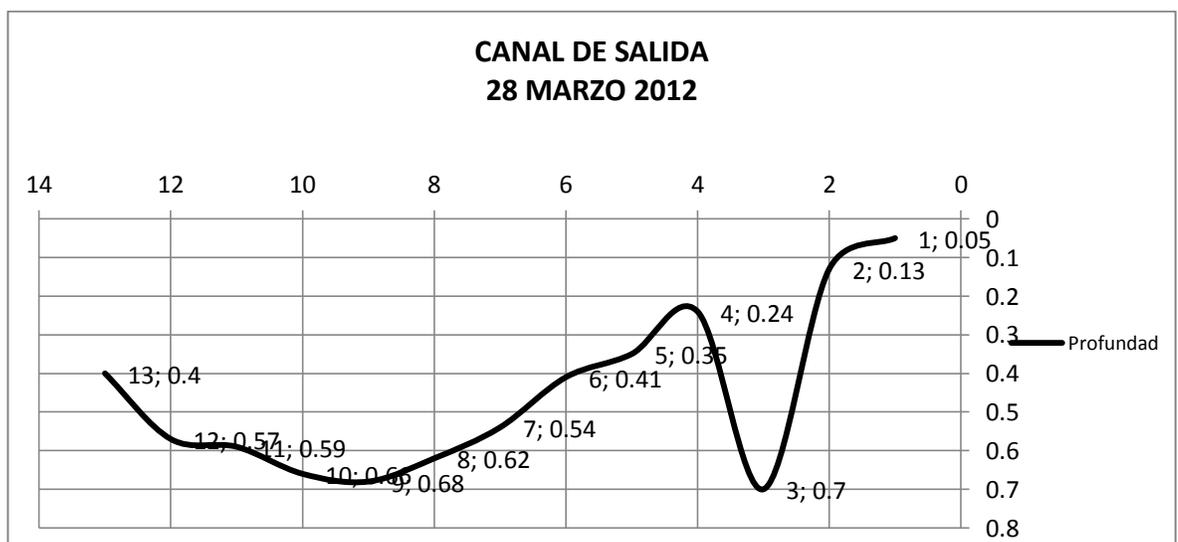


Tabla 29. Ejemplo del perfil del cause en el punto 2

DIA 1		
Sección: 10 m	Ancho de Entrada: 26 m	Ancho de Salida: 30 m

Gráfico 20: Perfil Punto 2 – Canal de Entrada

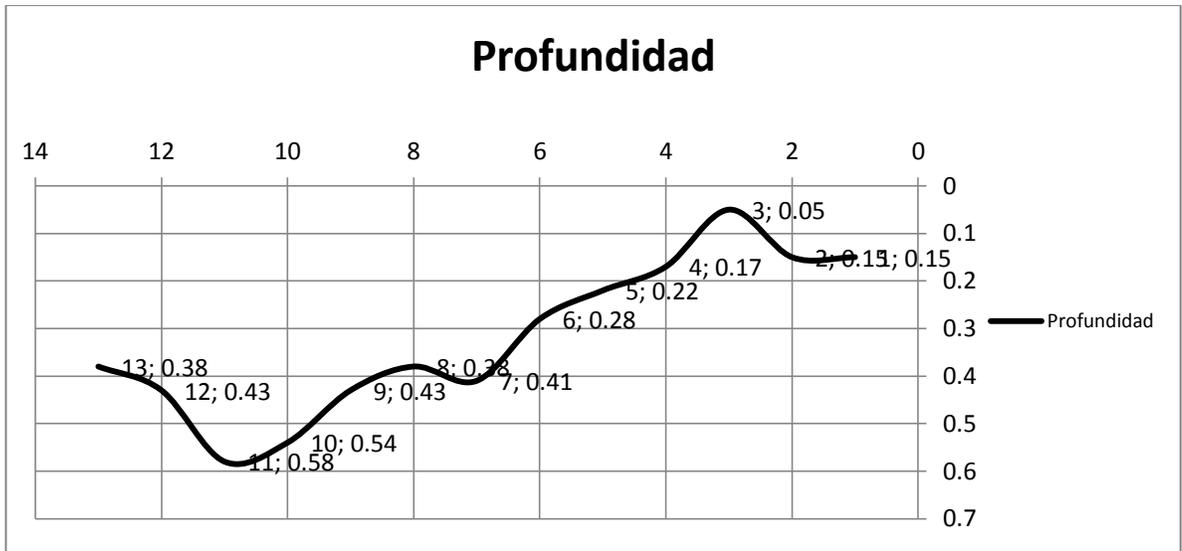


Gráfico 21: Perfil Punto2 – Canal de Salida

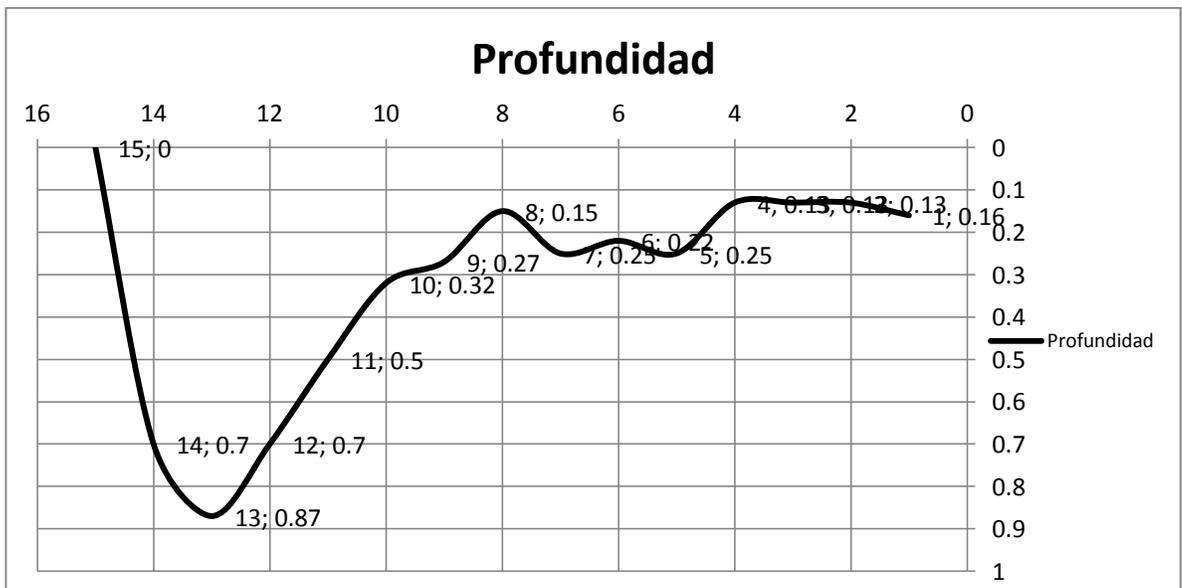


Tabla 30. Ejemplo del perfil del cause en el punto 3

DIA 1		
Sección: 10 m	Ancho de Entrada: 30m	Ancho de Salida: 30 m

Gráfico 22: Perfil Punto 3 – Canal de Entrada

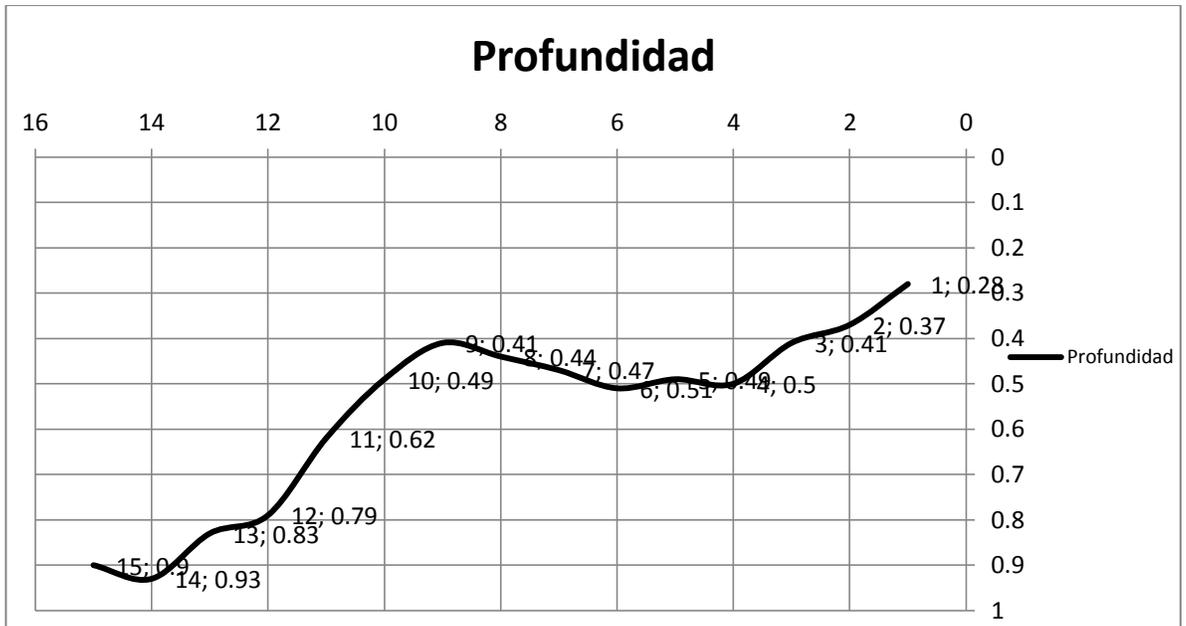


Gráfico 23: Perfil Punto3 – Canal de Salida

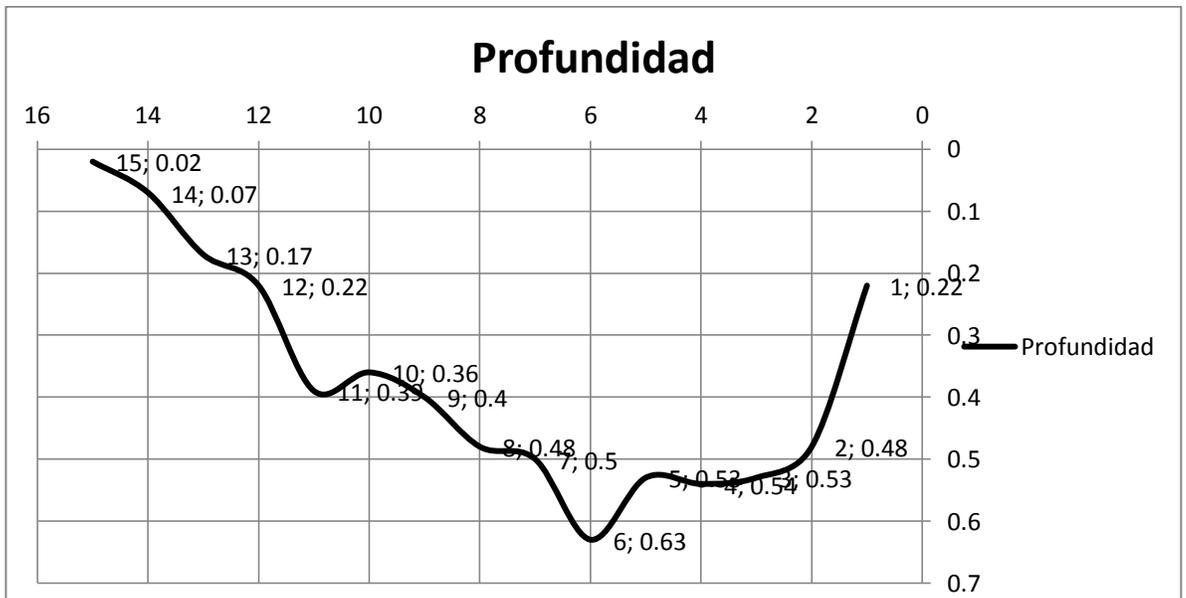


Tabla 31. Ejemplo del perfil del cause en el punto 4

DIA 1		
Sección: 10 m	Ancho de Entrada: 30 m	Ancho de Salida: 30 m

Grafico 24: Perfil Punto 4 – Canal de Entrada

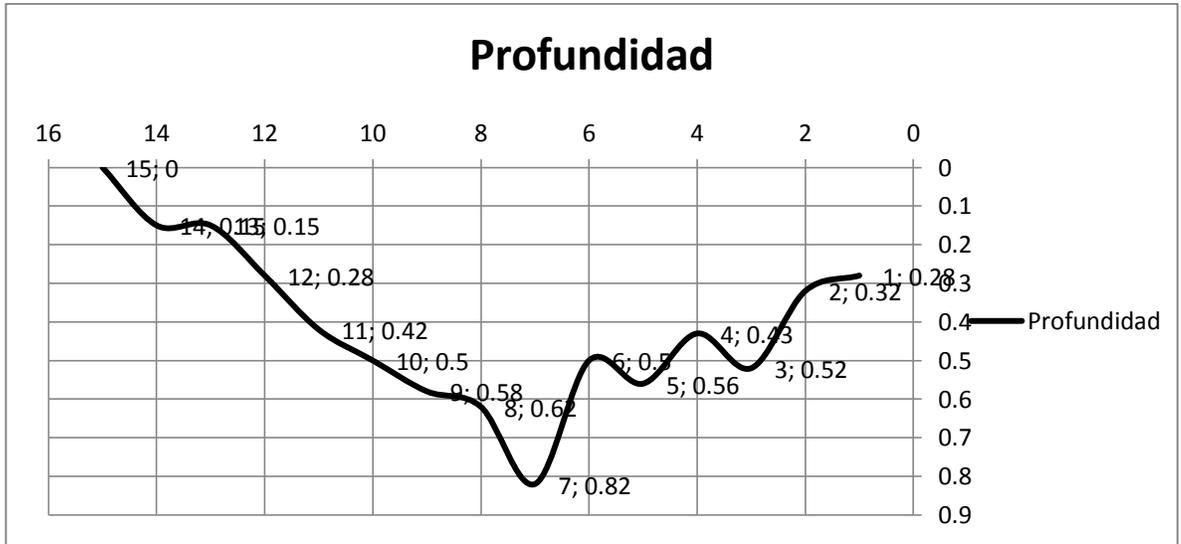


Grafico 25: Perfil Punto 4 – Canal de Salida

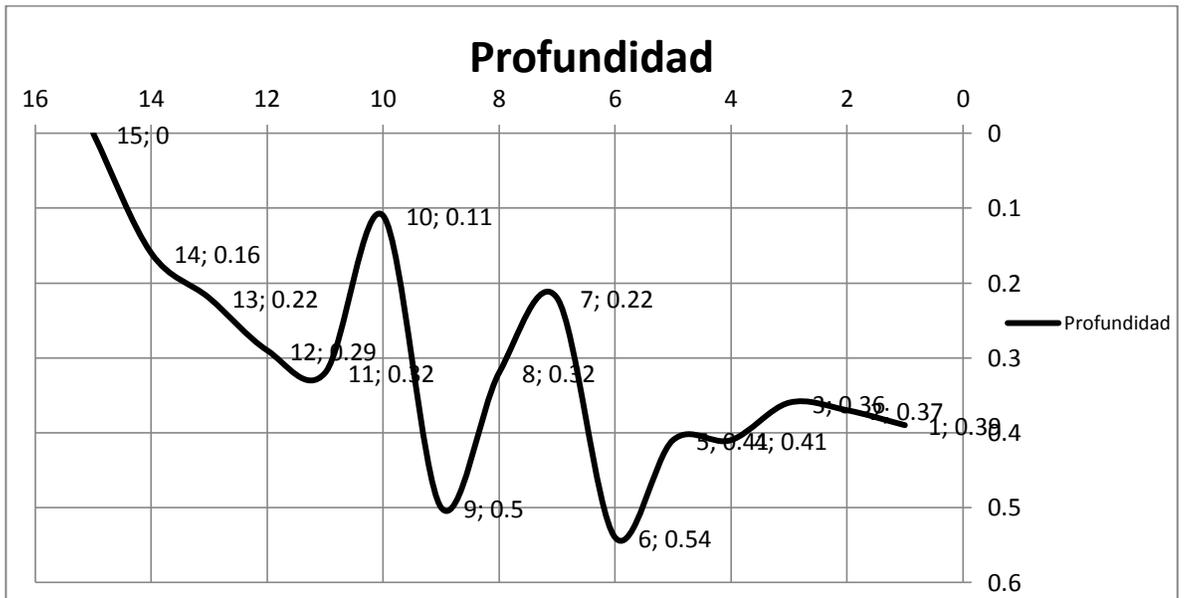


Tabla 32. Ejemplo del perfil del cause en el punto 5

DIA 1		
Sección: 10 m	Ancho de Entrada: 30 m	Ancho de Salida: 30 m

Grafico 26: Perfil Punto 5 – Canal de Entrada

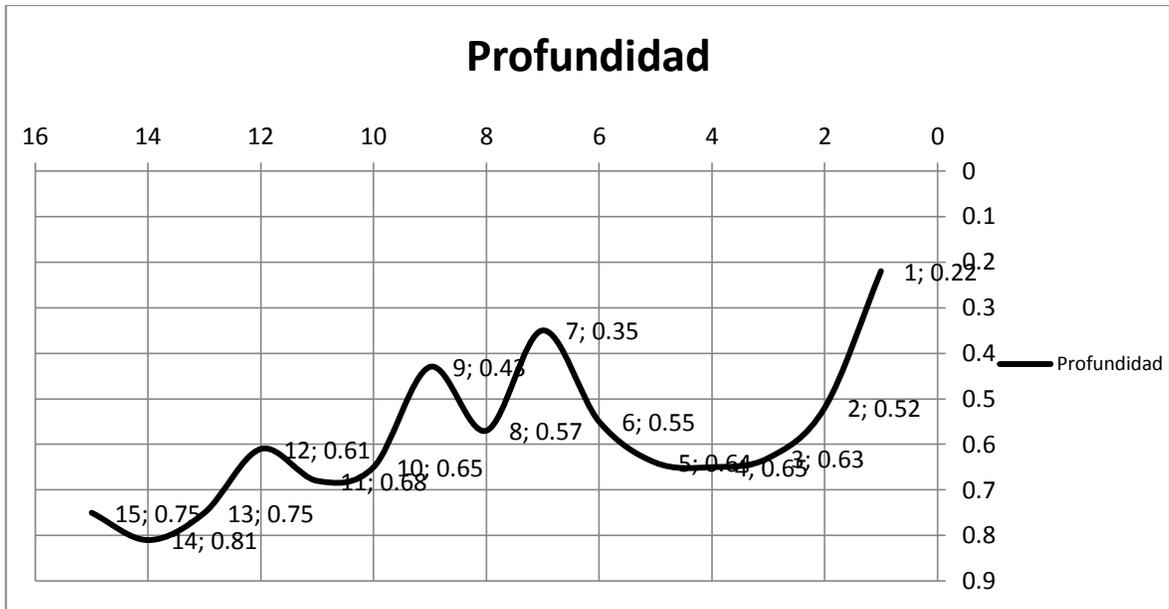


Grafico 27: Perfil Punto5 – Canal de Salida

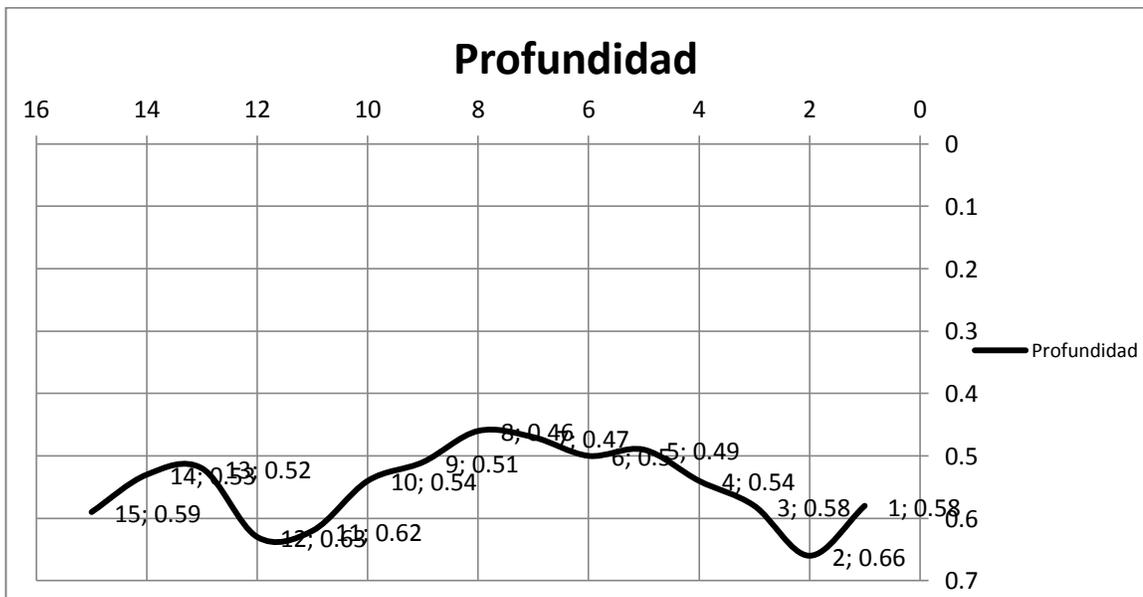


Tabla 33. Ejemplo del perfil del cause en el punto 6

DIA 1		
Sección: 10 m	Ancho de Entrada: 32 m	Ancho de Salida: 30 m

Grafico 28: Perfil Punto 6 – Canal de Entrada

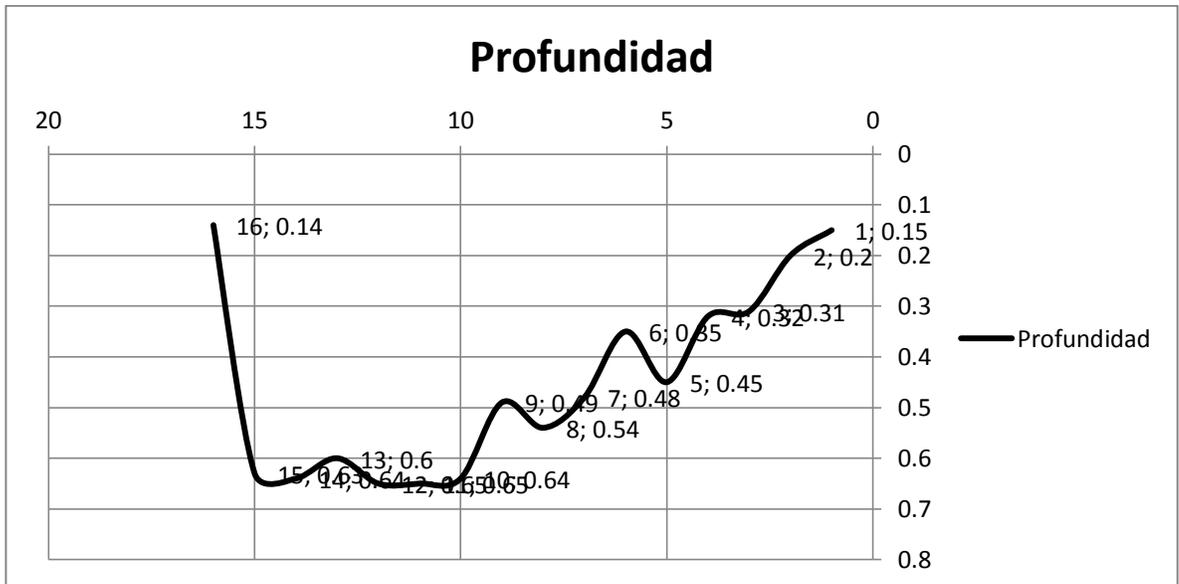


Grafico 29: Perfil Punto 6 – Canal de Salida

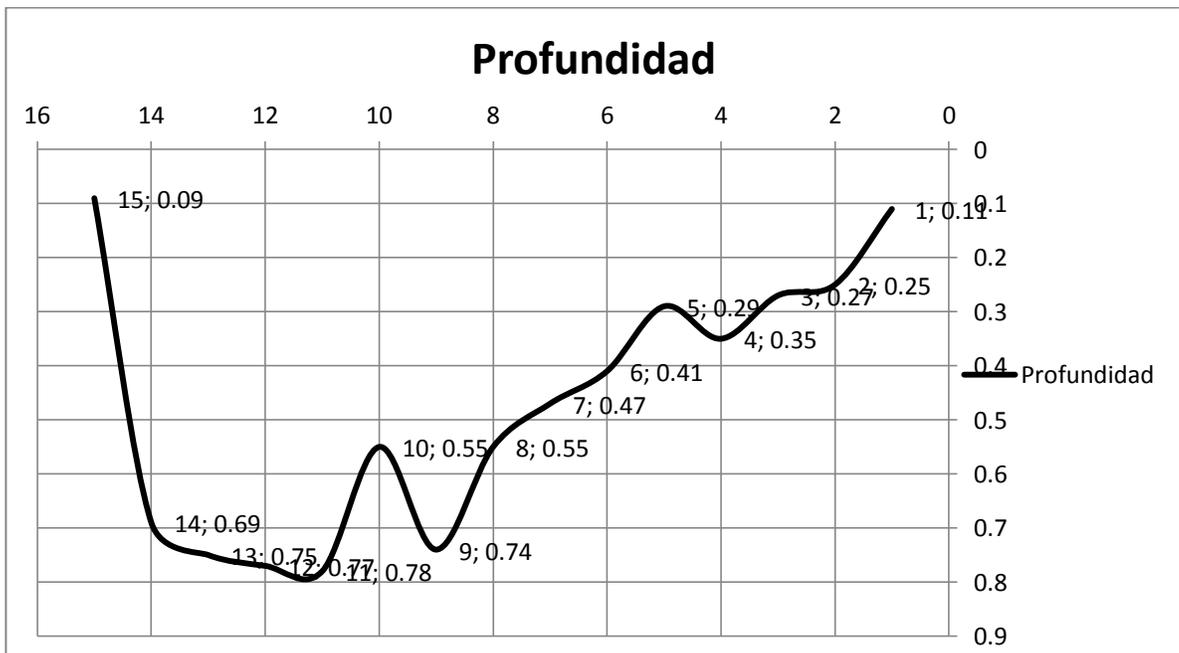


Tabla 34. Ejemplo del perfil del cause en el punto 7

DIA 1		
Sección: 10 m (@0,50m)	Ancho de Entrada: 5.00m	Ancho de Salida: 5.00 m

Grafico 30: Perfil Punto 7 – Canal de Entrada

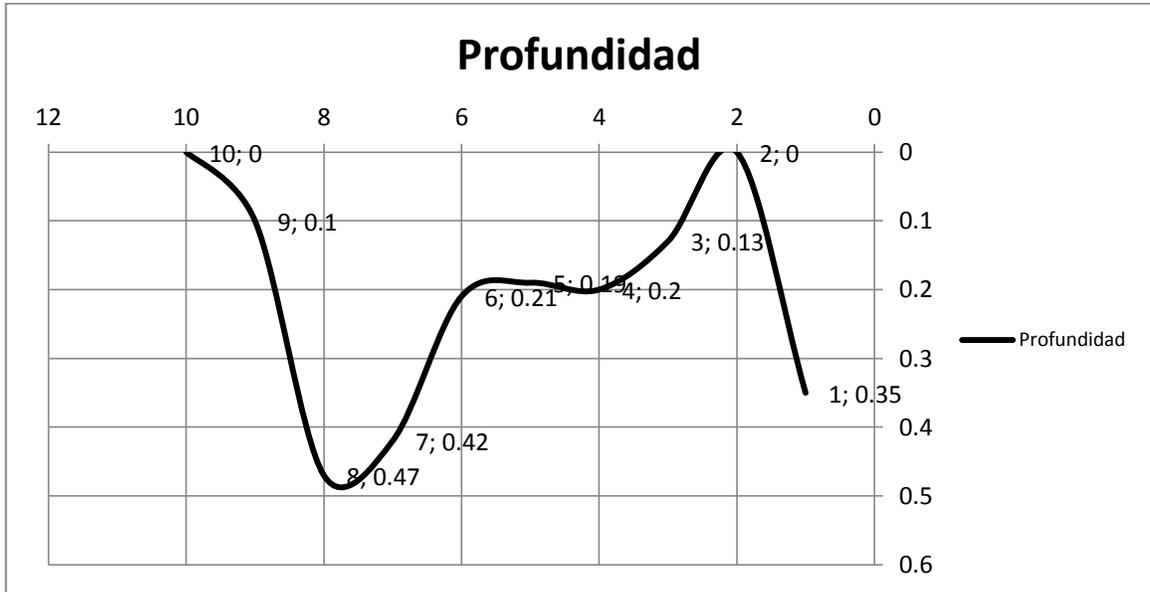


Grafico 31: Perfil Punto 7 – Canal de Salida

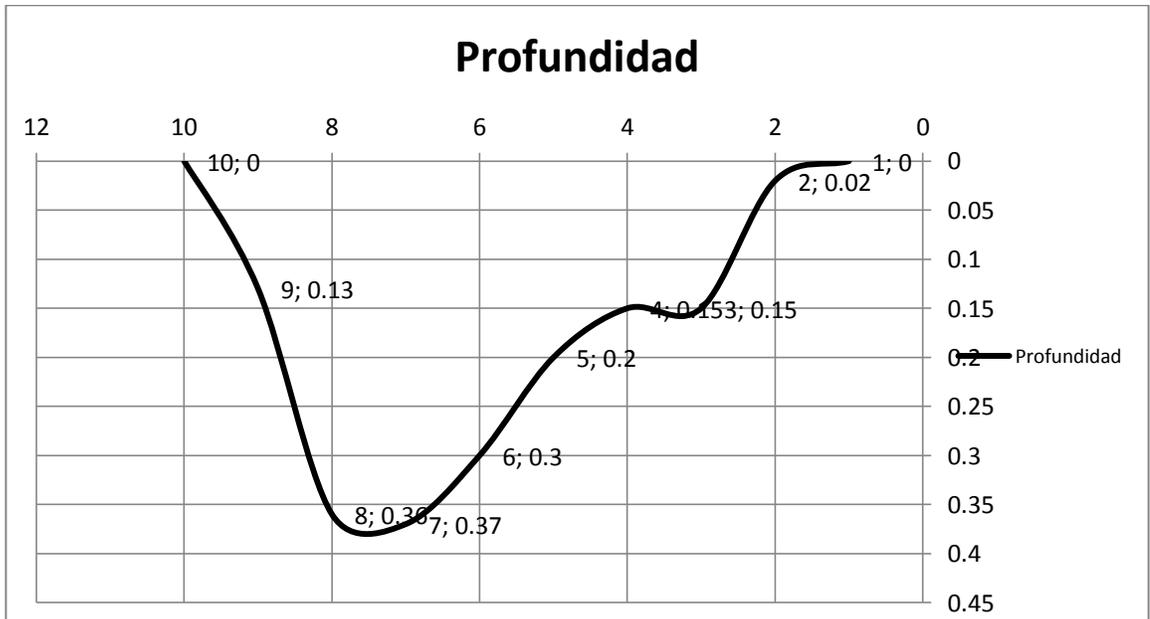


Tabla 35. Ejemplo del perfil del cause en el punto 8

DIA 1		
Sección: 10 m (@0,50m)	Ancho de Entrada: 5.50 m	Ancho de Salida: 3.00 m

Grafico 32: Perfil Punto 8 – Canal de Entrada

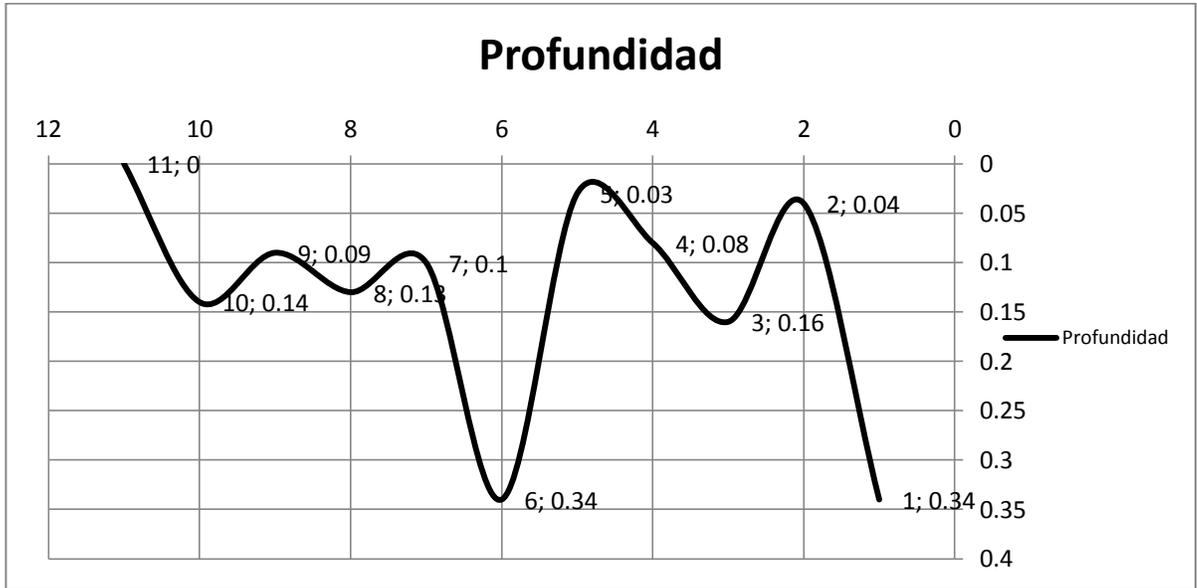


Grafico 33 Perfil Punto 8 – Canal de Salida

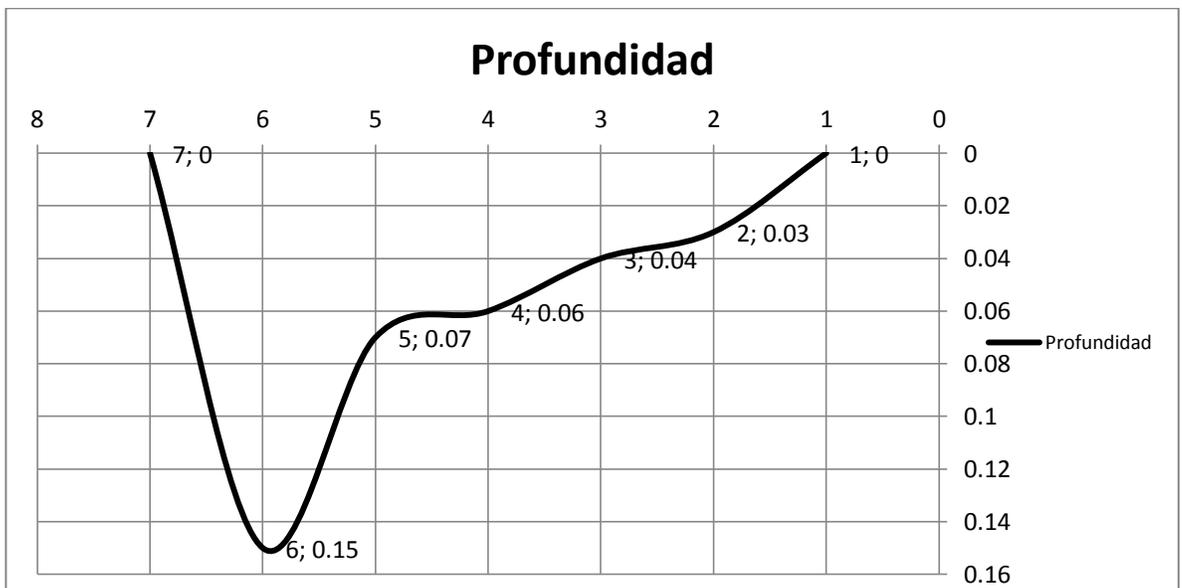


Tabla 36. Caudal Promedio Punto 1

DATOS PUNTO 1				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	11,6381941	11,7588074	11,2428159	10,1229205
<b>AREA</b>	5,815	4,4425	3,9475	4,35125
<b>PERIMETRO</b>	13,852178	10,3133933	10,252192	14,6903385
<b>PENDIENTE</b>	0,015			

Tabla 37. Caudal Promedio Punto 2

DATOS PUNTO 2				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	9,36176088	8,29752243	8,16776921	8,499508
<b>AREA</b>	4,3025	3,1275	2,99875	4,14
<b>PERIMETRO</b>	14,5559763	14,3067356	14,2690789	17,8332376
<b>PENDIENTE</b>	0,019			

Tabla 38. Caudal Promedio Punto 3

DATOS PUNTO 3				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	9,97603566	9,31431604	8,4632141	9,644269
<b>AREA</b>	6,865	5,175	4,1	6,1125
<b>PERIMETRO</b>	15,9415326	14,2665	14,3625	15,4465
<b>PENDIENTE</b>	0,005			

Tabla 39. Caudal Promedio Punto 4

DATOS PUNTO 4				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	9,23060016	8,4036618	7,4853	8,12391724
<b>AREA</b>	5,2075	4,2975	3,975	4,87333333
<b>PERIMETRO</b>	15,002	15,6545	19,337625	19,32
<b>PENDIENTE</b>	0,01			

Tabla 40. Caudal Promedio Punto 5

DATOS PUNTO 5				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	3,18277656	3,07151571	1,97684415	2,16796052
<b>AREA</b>	8,315	7,365	2,37	6,775
<b>PERIMETRO</b>	16,3595	15,8385	15,337	34,81
<b>PENDIENTE</b>	0,0005			

Tabla 41. Caudal Promedio Punto 6

DATOS PUNTO 6				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	16,5918917	15,3860324	14,2724403	13,8647619
<b>AREA</b>	7,09	5,62625	5,735	5,7075
<b>PERIMETRO</b>	16,4595	15,7729375	19,3998333	20,7575
<b>PENDIENTE</b>	0,019			

Tabla 42. Caudal Promedio Punto 7

DATOS PUNTO 7				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	3,67236267	3,60127139	3,20751117	3,70710802
<b>AREA</b>	1,7875	1,97666667	1,495	2,15
<b>PERIMETRO</b>	10,2825	11,9401667	12,0625	12,08
<b>PENDIENTE</b>	0,0275			

Tabla 43 Caudal Promedio Punto 8

DATOS PUNTO 8				
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
<b>CAUDAL</b> m <sup>3</sup> /s	2,27969196	2,73728884	2,36888446	2,72056092
<b>AREA</b>	0,815	0,78	0,685	1,6125
<b>PERIMETRO</b>	9,249	5,603	7,0625	11,762
<b>PENDIENTE</b>	0,04			

## 4.2.1. PRECIPITACIÓN vs CALIDAD DE AGUA

### 4.2.1.1. PRECIPITACIÓN vs COLIFORMES TOTALES

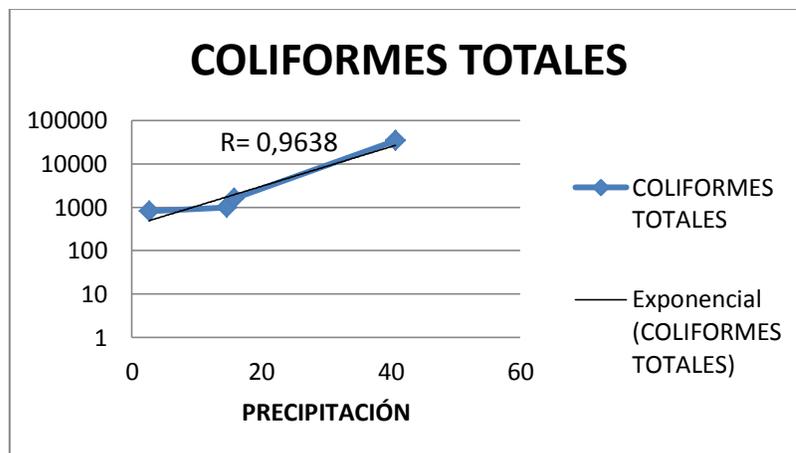
Tabla 44. Precipitaciones Diarias

COLIFORMES TOTALES UFC/100mL									Precipitaciones Diarias
Muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	
28 mar	34000	24000	14000	16000	26000	18000	20000	18000	40,7
04 abr	1600	100000 0	100000 0	10000 00	10000 00	10000 00	1600	10000 00	15,8
09 may	1800	980	1200	2000	800	800	800	1300	2,7
14 may	816	784	520	850	1400	1300	802	10000 00	14,6

Tabla.45 Punto 1 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 1				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,53147892	3,204119983	2,91169016	3
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	0,9638			

Grafico 34. Punto 1 Precipitación-coliformes totales

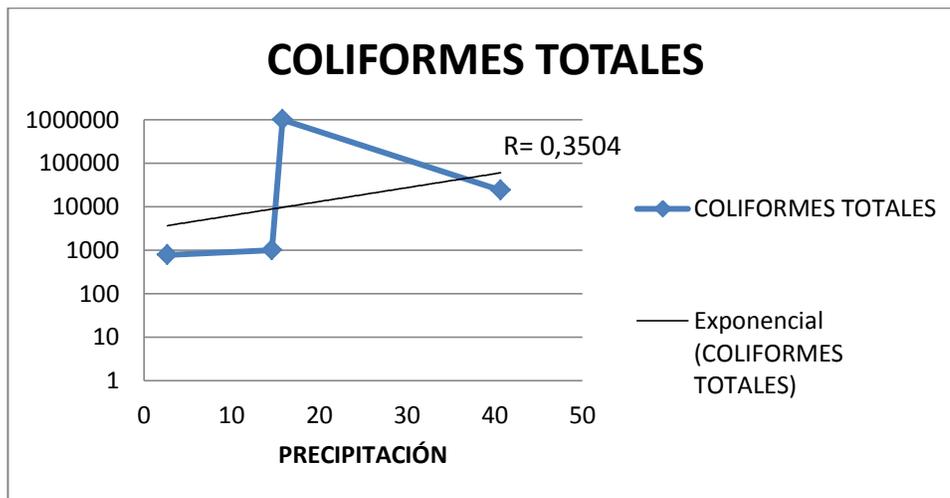


**Interpretación:** Grafica 34 En el Punto 1 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,9638** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación aumenta la concentración de coliformes totales.

Tabla 46. Punto 2 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 2				
Días	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,3802112 4	6	2,8943160 6	3
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,3504</b>			

Grafico 35. Punto 2 Precipitación-coliformes totales



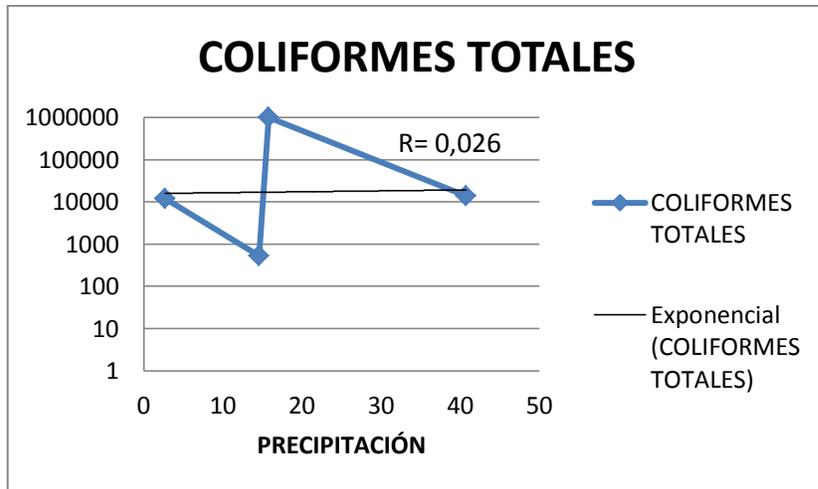
**Interpretación:** Grafica 35 En el Punto 2 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,3504** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a

medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

Tabla 47. Punto 3 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 3				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,14612804	6	4,07918125	2,71600334
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,026</b>			

Grafico 36 Punto 3 Precipitación-coliformes totales

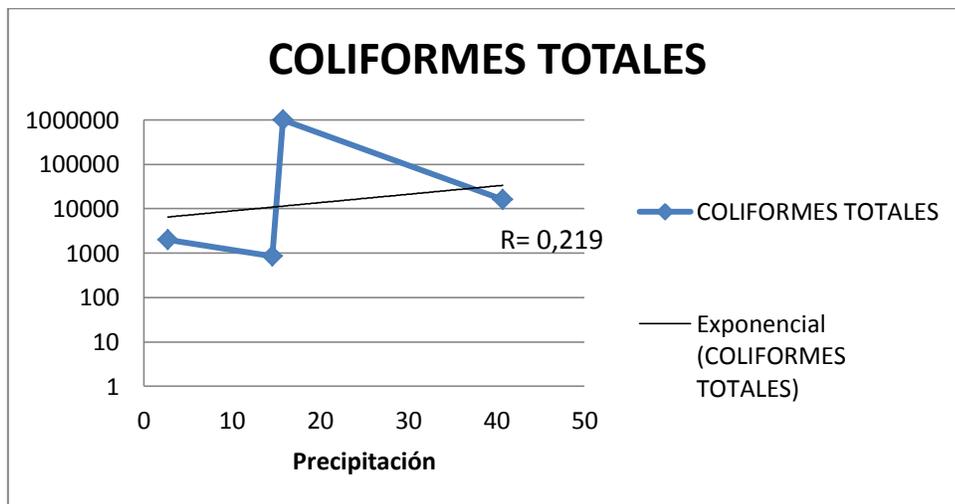


**Interpretación:** Grafica 36 En el Punto 3 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,026** manifestando su Correlación Muy Baja, estableciendo que la precipitación y la concentración de coliformes totales no poseen relación.

Tabla 48. Punto 4 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 4				
Días	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,20411998	6	3,30103	2,92941893
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,219</b>			

Gráfico 37 Punto 4 Precipitación-coliformes totales

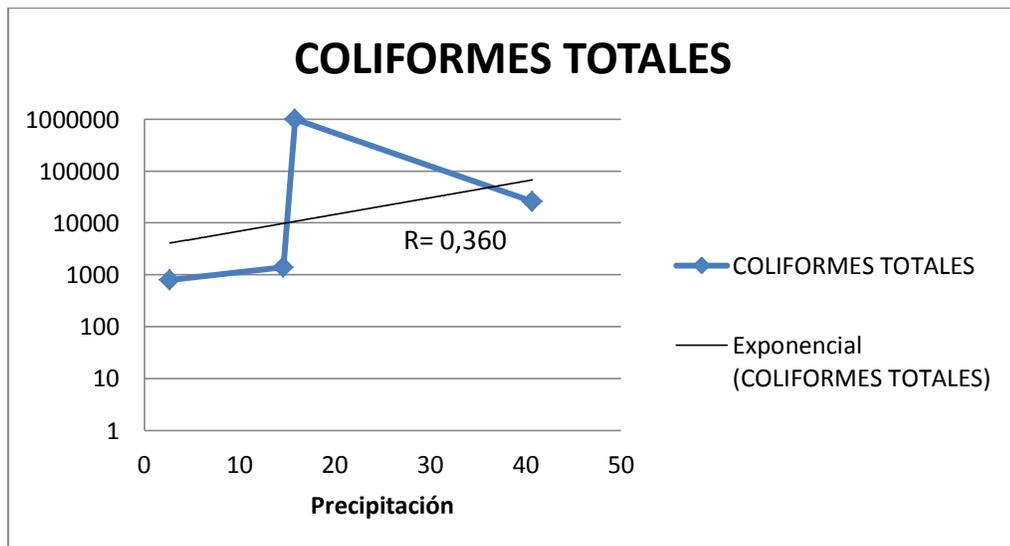


**Interpretación:** Grafica 37 En el Punto 4 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,219** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

Tabla 49 Punto 5 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 5				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,41497335	6	2,90308999	3,14612804
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,360</b>			

Grafico 38. Punto 5 Precipitación-coliformes totales

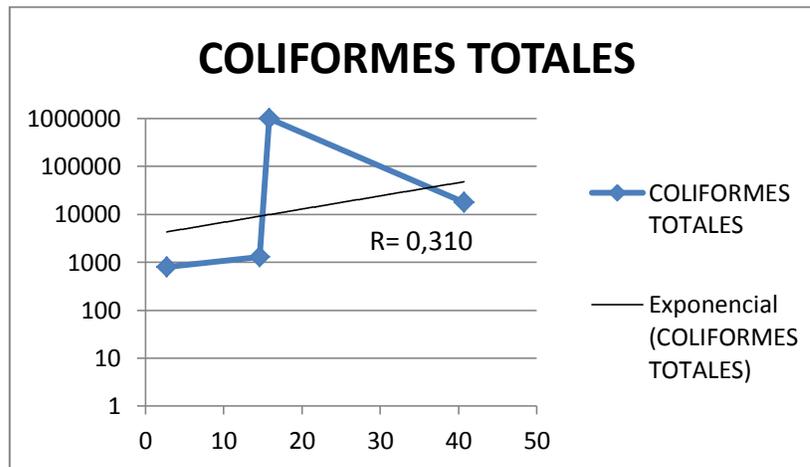


**Interpretación:** Grafica 38 En el Punto 5 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,360** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

Tabla 50. Punto 6 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 6				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,25527251	6	2,90308999	3,11394335
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,310</b>			

Grafico 39. Punto 6 Precipitación-coliformes totales

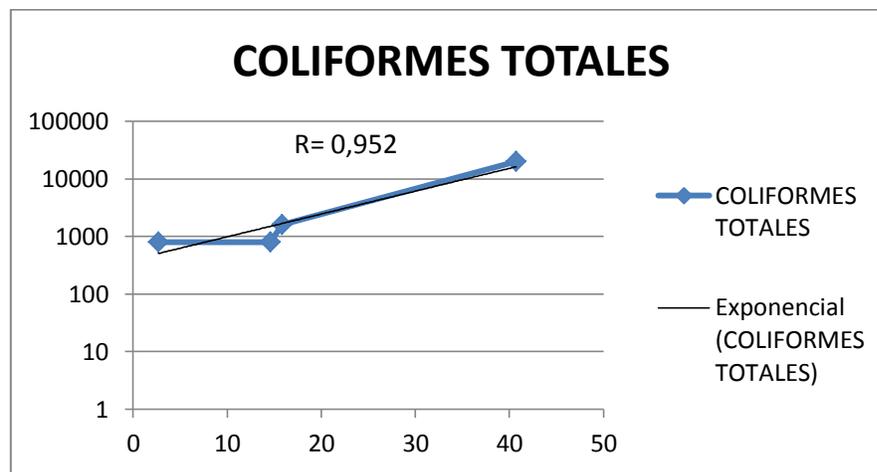


**Interpretación:** Grafica 39 En el Punto 6 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,310** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

Tabla 51 Punto 7 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 7				
Días	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,30103	3,20411998	2,90308999	2,90417437
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,952</b>			

Grafico 40. Punto 7 Precipitación-coliformes totales

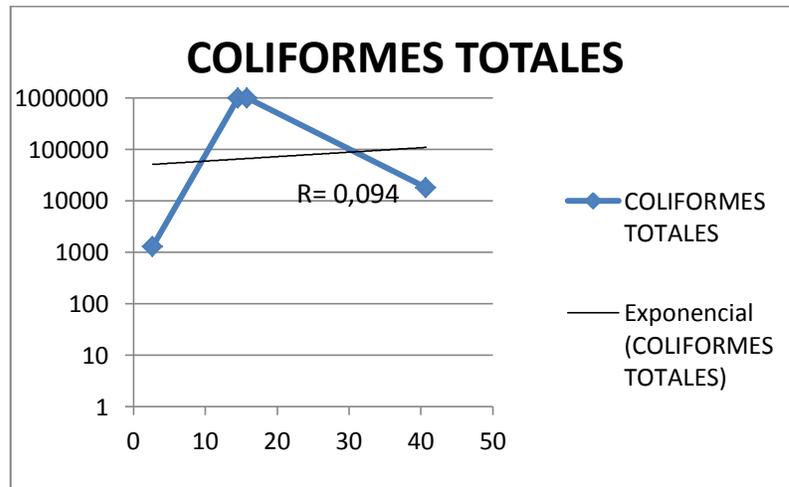


**Interpretación:** Grafica 40 En el Punto 7 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,952** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación aumenta la concentración de coliformes totales.

Tabla 52. Punto 8 Precipitación-coliformes totales

PUNTO 8				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES TOTALES	4,25527251	6	3,11394335	6
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,094</b>			

Grafico 41. Punto 8 Precipitación-coliformes totales



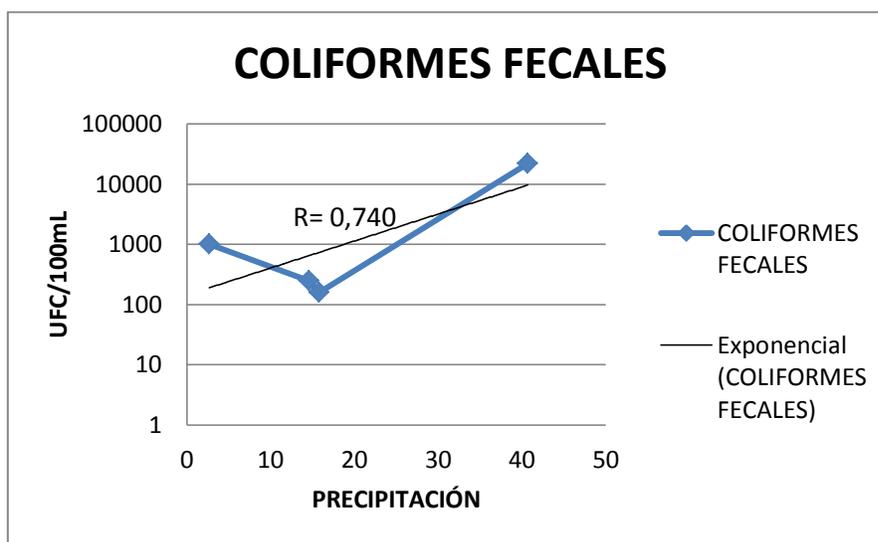
**Interpretación:** Grafica 41 En el Punto 8 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,094** manifestando su Correlación positiva muy baja, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

#### 4.2.1.2. PRECIPITACIÓN vs COLIFORMES FECALES

Tabla 53. Punto 1 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 1				
Días	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	4,3424226 8	2,20411998 3	3	2,3944516 8
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,740</b>			

Grafico 42. Punto 1 Precipitación-coliformes fecales

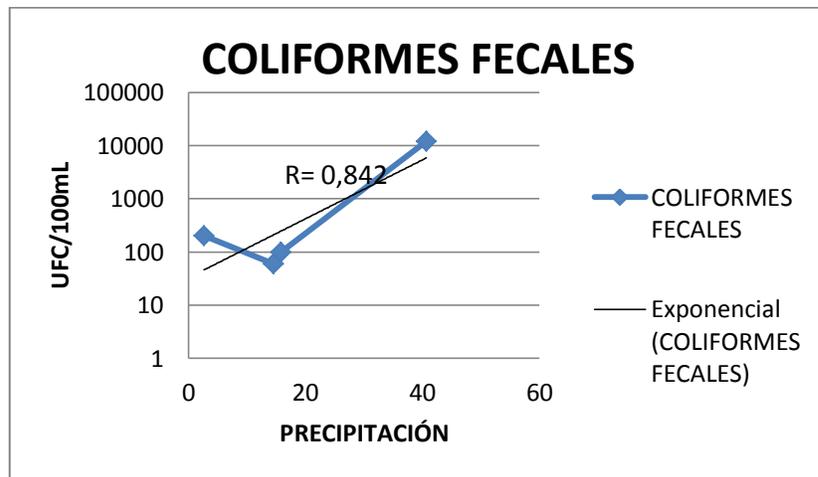


**Interpretación:** Grafica 42. En el Punto 1 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,740** manifestando su Correlación positiva alta, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes fecales aumenta.

Tabla 54. Punto 2 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 2				
Días	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	4,07918125	1,99122608	2,30103	1,77085201
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,842</b>			

Grafico 43. Punto 2 Precipitación-coliformes fecales

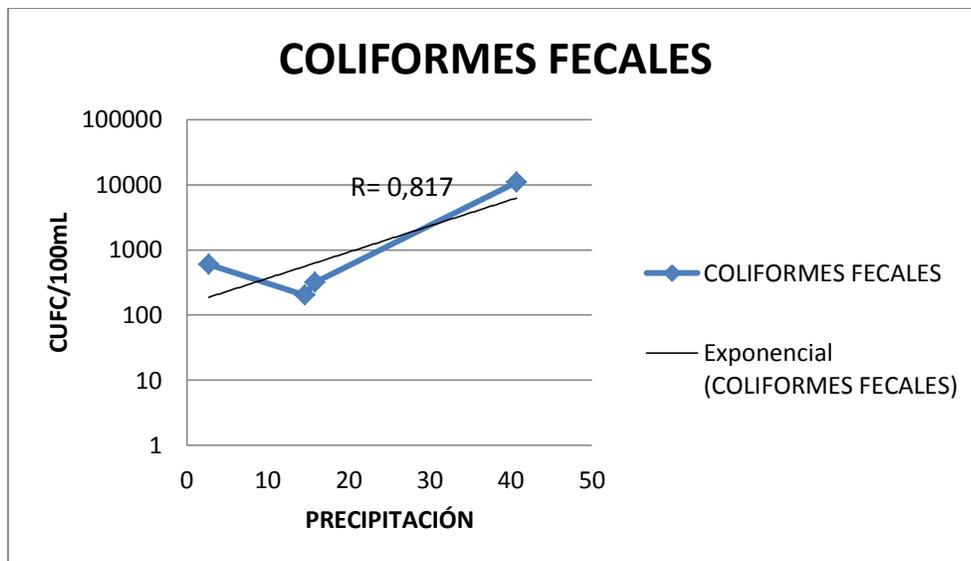


**Interpretación:** Grafica 43 En el Punto 2 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,842** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación aumenta la concentración de coliformes fecales.

Tabla 55. Punto 3 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 3				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	4,0413926 9	2,4969296 5	2,7781512 5	2,3010 3
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,817</b>			

Grafico 44. Punto 3 Precipitación-coliformes fecales

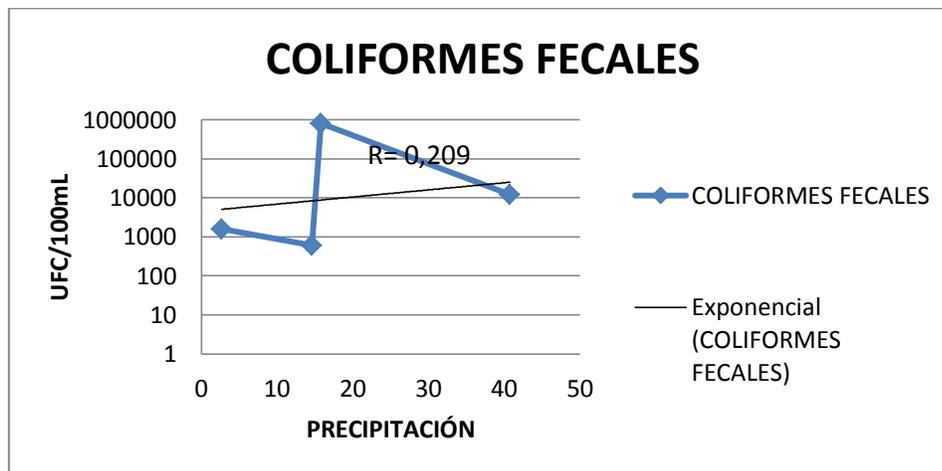


**Interpretación:** Grafica 44. En el Punto 3 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,817** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación aumenta la concentración de coliformes fecales.

Tabla 56. Punto 4 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 4				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	4,0791812 5	5,9030899 9	3,2041199 8	2,7781512 5
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,209</b>			

Grafico 45. Punto 4 Precipitación-coliformes fecales

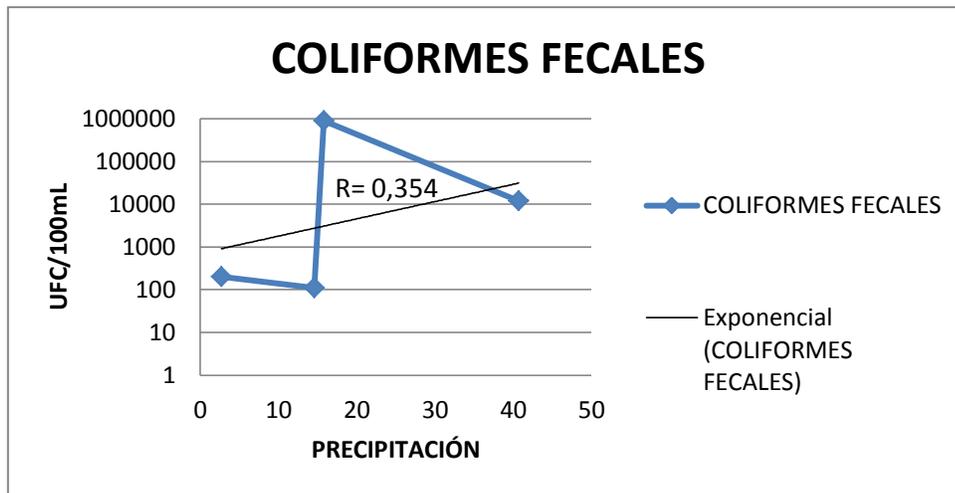


**Interpretación:** Grafica 45 En el Punto 4 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,209** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

Tabla 57. Punto 5 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 5				
Dias	1	2	3	4
PREIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	4,07918125	5,95424251	2,30103	2,04139269
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,354</b>			

Grafico 46. Punto 5 Precipitación-coliformes fecales

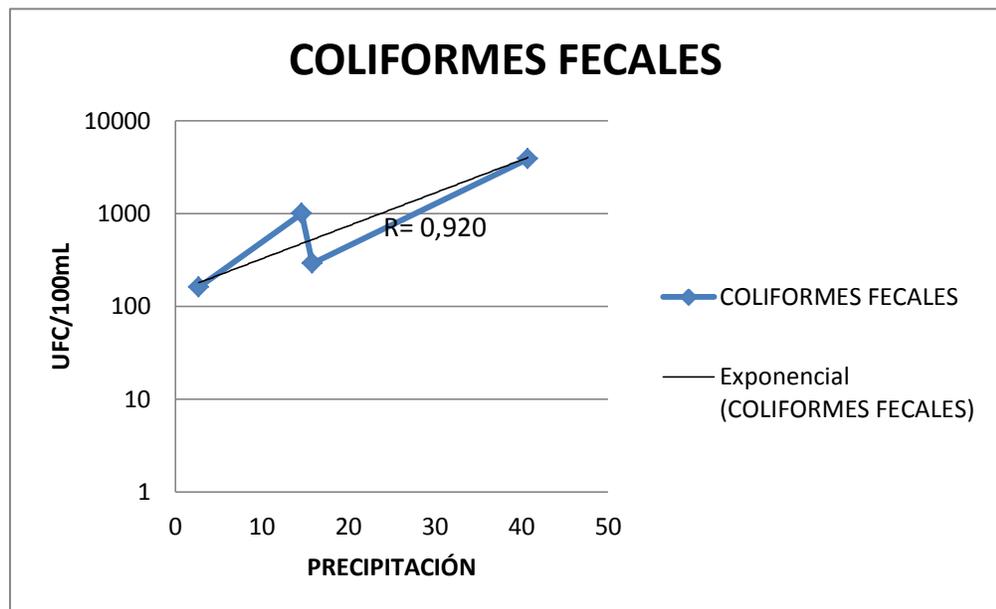


**Interpretación:** Grafica 46 En el Punto 5 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,354** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

Tabla 58 Punto 6 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 6				
Días	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	3,59106461	2,462398	2,20411998	3
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,920</b>			

Grafico 47. Punto 6 Precipitación-coliformes fecales

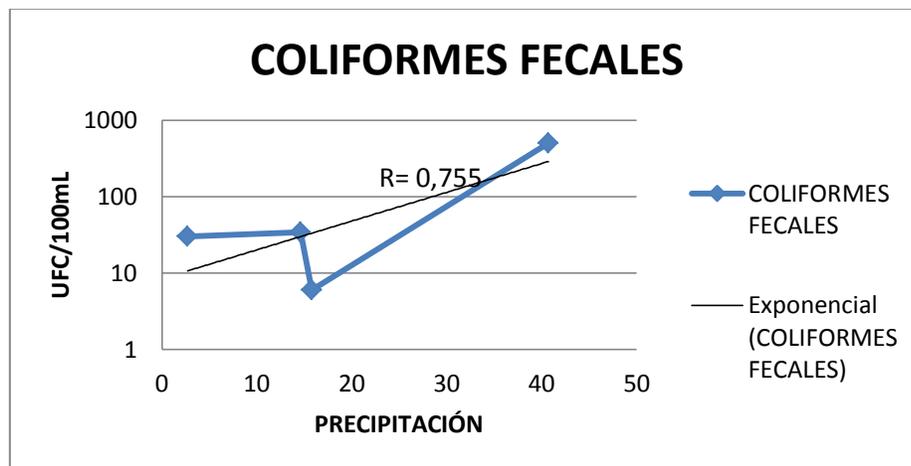


**Interpretación:** Grafica 47. En el Punto 6 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,920** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación aumenta la concentración de coliformes fecales.

Tabla 59. Punto 7 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 7				
Días	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	2,69897	0,77815125	1,47712125	1,53147892
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,755</b>			

Grafico 48. Punto 7 Precipitación-coliformes fecales

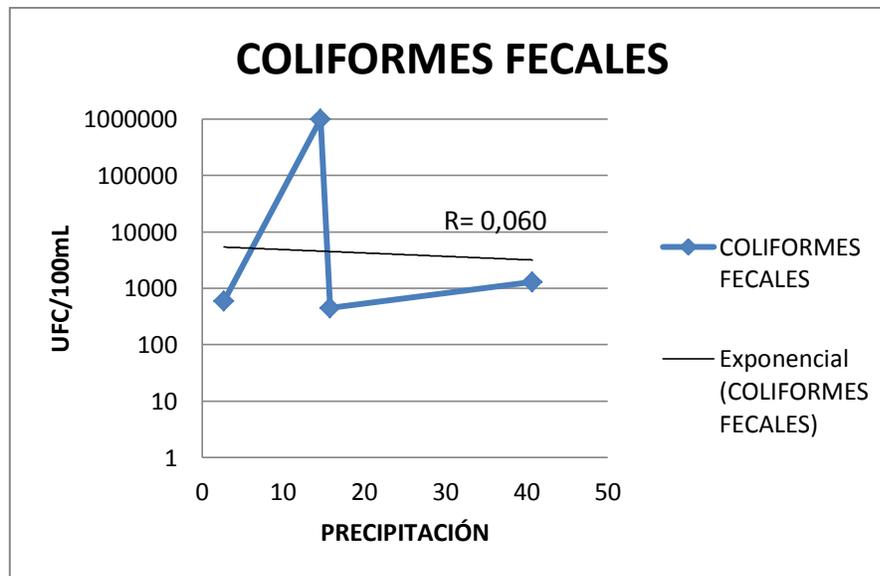


**Interpretación:** Grafica 48. En el Punto 7 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,755** manifestando su Correlación positiva alta, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes fecales aumenta.

Tabla 60. Punto 8 Precipitación-coliformes fecales

PUNTO 8				
Dias	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
COLIFORMES FECALES	3,11394335	2,65321251	2,77815125	6
COLIFORMES FECALES	1300	450	600	1000000
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,060</b>			

Grafico 49. Punto 8 Precipitación-coliformes fecales



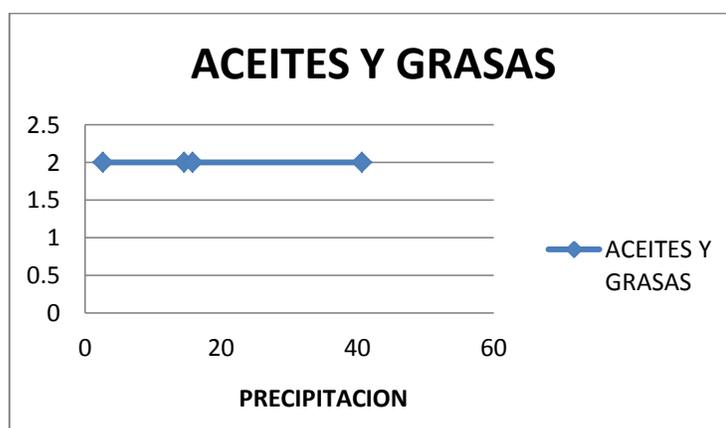
**Interpretación:** Grafica 49. En el Punto 8 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,060** manifestando su Correlación positiva muy baja, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

### 4.2.1.3. PRECIPITACIÓN vs ACEITES Y GRASAS

Tabla 61. Puntos 1,2,3,4,5,6,7,8 Precipitación-aceites y grasas

DIAS	1	2	3	4
PRECIPITACIÓN	40,7	15,8	2,7	14,6
ACEITES Y GRASAS	2	2	2	2
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0</b>			

Grafico 50. Puntos 1,2,3,4,5,6,7,8 Precipitación-aceites y grasas



**Interpretación:** Grafica 50. Para los puntos 1,2,3,4,5,6,7,8 se observa que la precipitación diaria y la concentración de aceites y grasas poseen una correlación de **0** manifestando que su correlación es nula, estableciendo que la precipitación y la concentración de aceites y grasas no poseen relación.

### 4.2.2. CAUDAL MÁXIMO

Los datos locales recopilados de la Estación Meteorológica y del trabajo de campo (aforo) sobre el río Pindo Grande permitió determinar el nivel máximo de caudales en el sector.

$$Q=CIA$$

$$Q = m^3/s$$

### Determinación del Coeficiente de escorrentía.

Tabla 62. Coeficiente de escorrentía

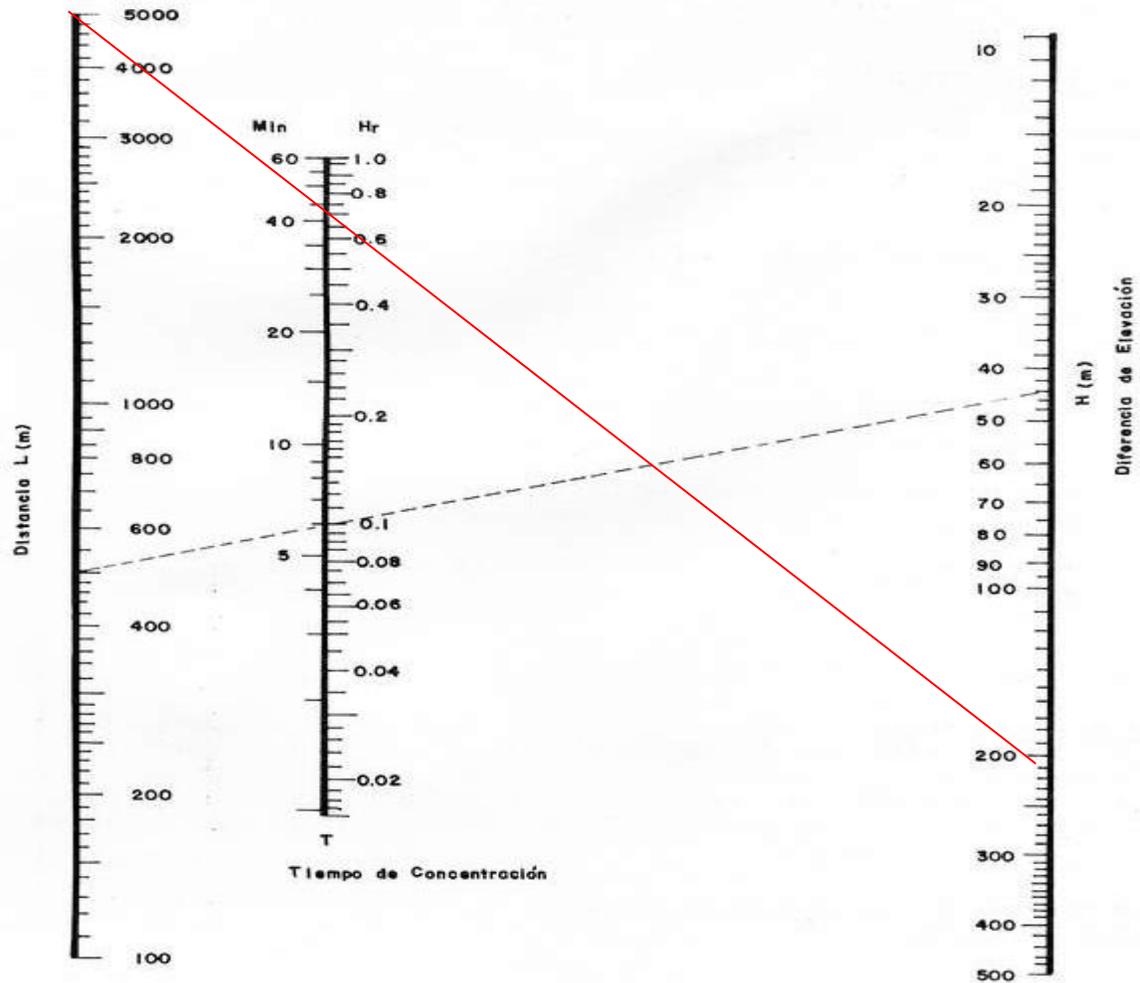
<b>BOSQUES, MONTES ARBOLADOS</b>							
	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>500</b>
<b>Pendiente baja (0-2 %)</b>	0,22	0,25	0,28	<b>0,31</b>	0,35	0,39	0,48

Fuente: Chow et al (1988)

#### **4.2.1.4. Determinación de Intensidad máxima.**

La intensidad máxima se calculo usando los datos registrados de intensidades máximas para un periodo de 30 años y analizando el tiempo de concentración, cuyos datos fueron llevados al Normograma de Kirpich. El normograma mencionado permitió estimar el tiempo de concentración basado en el recorrido del caudal (m) y diferencia de altura (m). Ver figura 3 y 4.

Figura 5 .Normograma para estimar el tiempo de concentración para una distancia de 5000m y una diferencia de elevación de 212 m

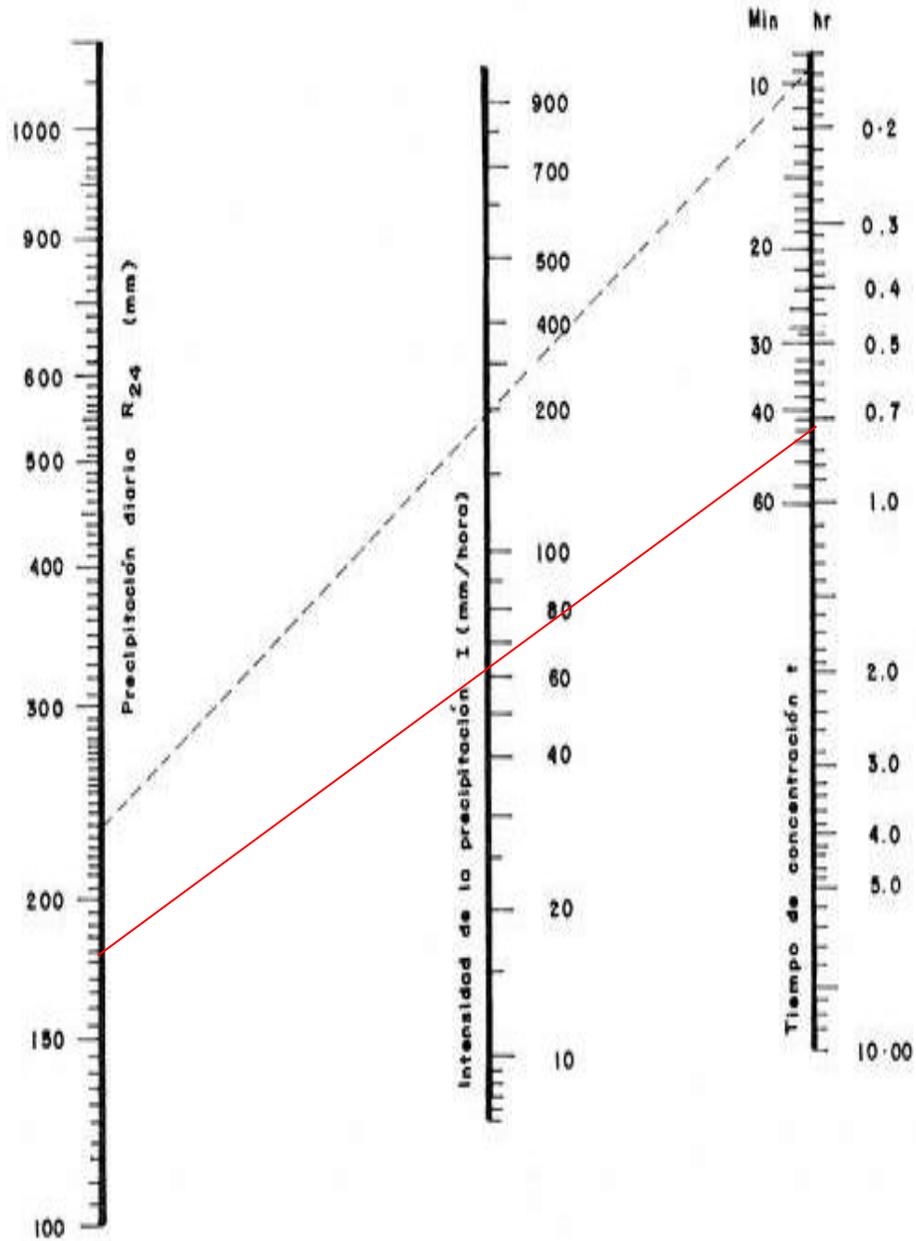


Fuente: FAO, 1989

DATOS:

- Altura máxima: 1250msnm
- Altura mínima: 1038
- Diferencia de Altura: 212 m
- Longitud: 6780,80m

Figura 6. Estimación de las intensidades de la precipitación usando la lluvia máxima 179,8 mm diaria



Fuente: FAO, 1989

### Desarrollo:

$$Q = CIA$$

**C=** Para pendientes bajas con presencia de bosques y montes

$$T_c = 0,7 h$$

**I=** 60mm/h Determinado en nomograma, para precipitaciones máximas en 24 horas de 179,8 mm y tiempo de concentración de 0,7 horas

$$\text{Precipitación}_{\text{máx } 30 \text{ años}} = 179,8 \text{ mm}$$

**A=** 27,08 km<sup>2</sup> Determinada de forma directa con empleo de Sistema de Información Geográfica, con las shapes facilitados por el IGM

Remplazando la formula por datos tenemos:

$$Q = CIA$$

$$Q = 0,31 * 60 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * 27,08 \text{ Km}^2$$

$$Q = 0,31 * 60 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} * \frac{1 \text{ m}}{1000} * 27,08 \text{ Km}^2 * 1000000 \text{ m}^2 / 1 \text{ Km}^2$$

$$Q = 139,91 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

### 4.3. CAUDAL vs CONCENTRACIÓN

**HIPOTESIS 3:** El caudal influye en la concentración de los contaminantes en las muestras de agua de los puntos de muestreo.

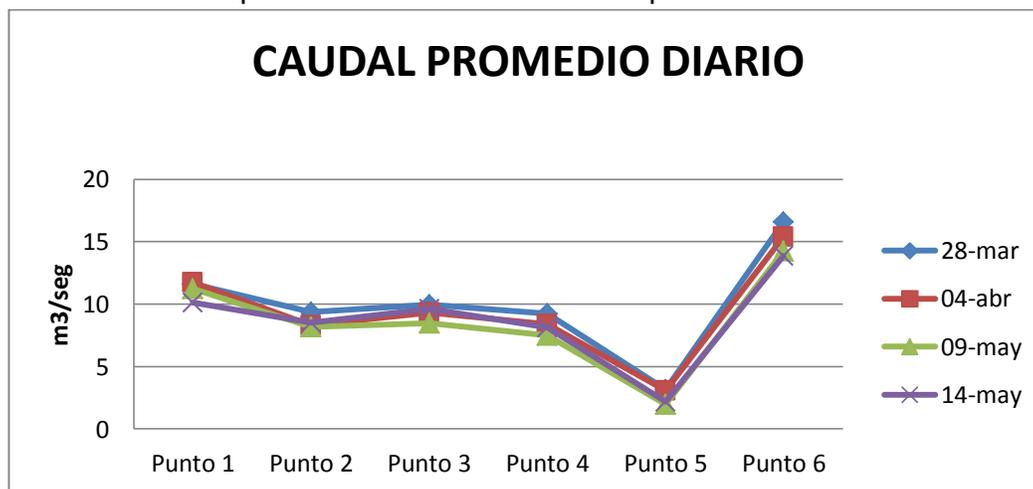
Durante el trabajo de campo se procedió a la toma de caudales diarios para los días de muestreo obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 63. Caudales por puntos de monitoreo Río Pindo Grande (Marzo – Mayo 2012)

CAUDAL m3/seg				
	28-mar	04-abr	09-may	14-may
Punto 1	11,6381941	11,7588074	11,2428159	10,1229205
Punto 2	9,36176088	8,29752243	8,16776921	8,499508
Punto 3	9,97603566	9,31431604	8,4632141	9,644269
Punto 4	9,23060016	8,4036618	7,4853	8,12391724
Punto 5	3,18277656	3,07151571	1,97684415	2,16796052
Punto 6	16,5918917	15,3860324	14,2724403	13,8647619

Fuente: Autora

Gráfico 51. Comportamiento de Caudales en puntos del Río Pindo Grande



Fuente: Autoría propia

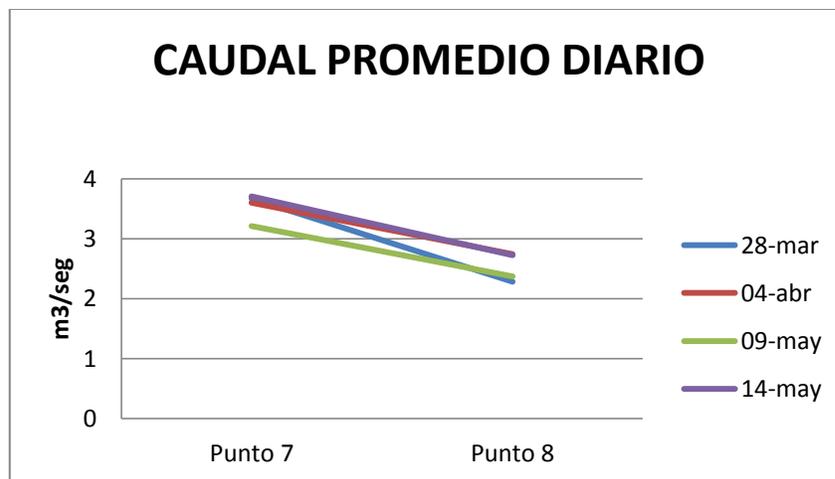
### Interpretación:

Se puede observar que en la grafica que el caudal más alto se presentó en día 03 (09 de mayo), esto se debe a que existe un aporte del río Yuxu Yaku hacia el río Pindo Grande punto 04.

Tabla 64. Caudales por puntos de monitoreo en Afluentes (Marzo – Mayo 2012)

CAUDAL m3/seg				
	28-mar	04-abr	09-may	14-may
<b>Punto 7</b>	3,67236267	3,60127139	3,20751117	3,70710802
<b>Punto 8</b>	2,27969196	2,73728884	2,36888446	2,72056092

Gráfico 52. Comportamiento de Caudales en puntos de monitoreo de Afluentes



**Interpretación:**

Se puede observar que en la grafica que el caudal más alto se presentó en los días 04 de abril y 14 de mayo, entre estos 3,60 m<sup>3</sup>/L y 3,70 m<sup>3</sup>/L respectivamente.

**4.3.1. RELACION DE CAUDAL – CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES**

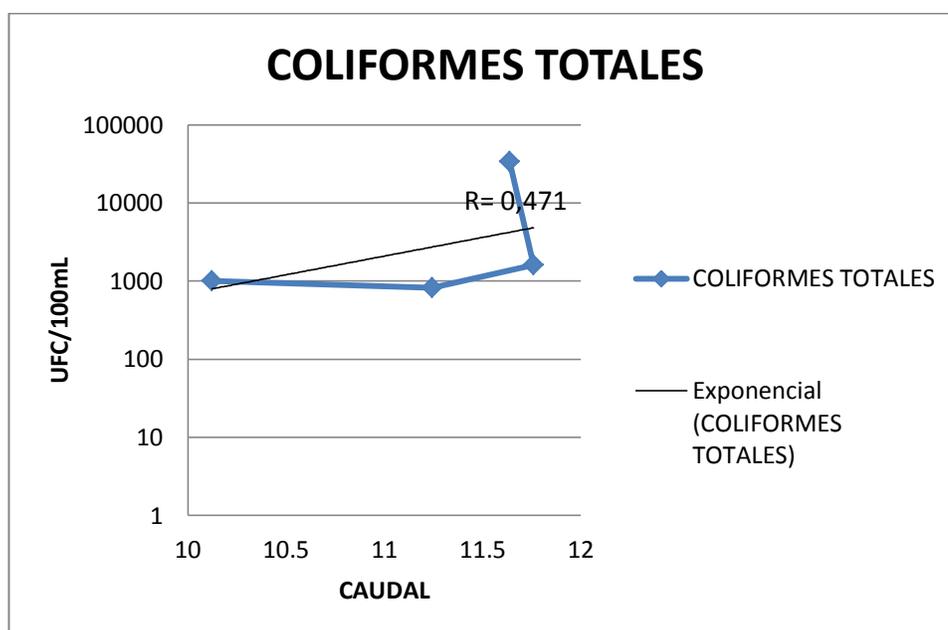
Se determinó la relación existente entre el caudal diario y la concentración de coliformes totales y coliformes fecales, esto en referencia al análisis de que si los cambios de una de las variables influye en los cambios de la otra.

### 4.3.1.1. CORRELACIÓN PUNTO 1

Tabla 65. Punto 1 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 1				
Días	1	2	3	4
CAUDAL	11,6381941	11,7588074	11,2428159	10,1229205
COLIFORMES TOTALES	4,53147892	3,204119983	2,91169016	3
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,471</b>			

Gráfico 53. Punto 1 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoría propia

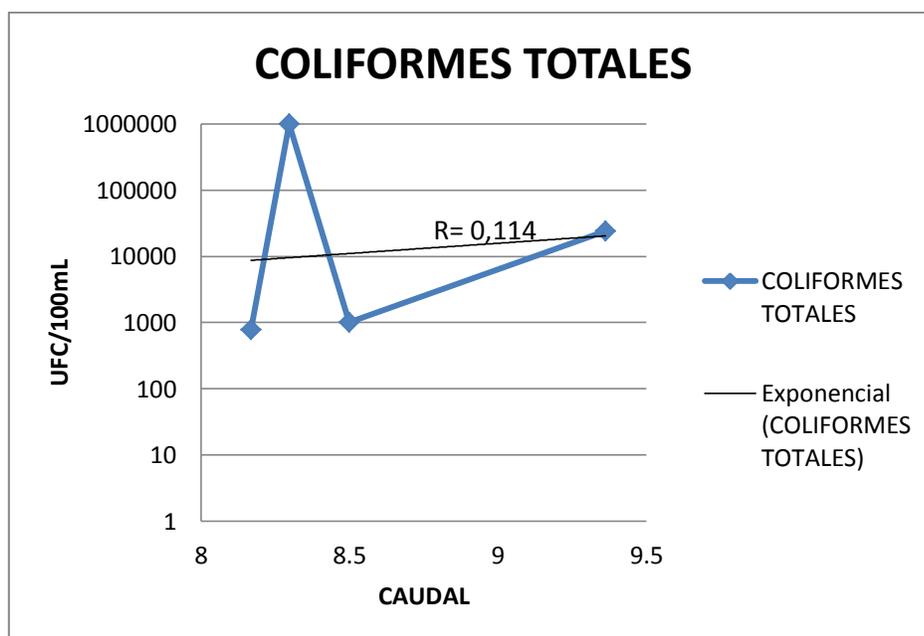
**Interpretación:** Grafica 53 En el Punto 1 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,471** manifestando su Correlación positiva moderada, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

### 4.3.1.2. CORRELACIÓN PUNTO 2

Tabla 66. Punto 2 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 2				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	9,36176088	8,29752243	8,16776921	8,499508
COLIFORMES TOTALES	4,38021124	6	2,89431606	3
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,114</b>			

Gráfico 54. Punto 2 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoría propia

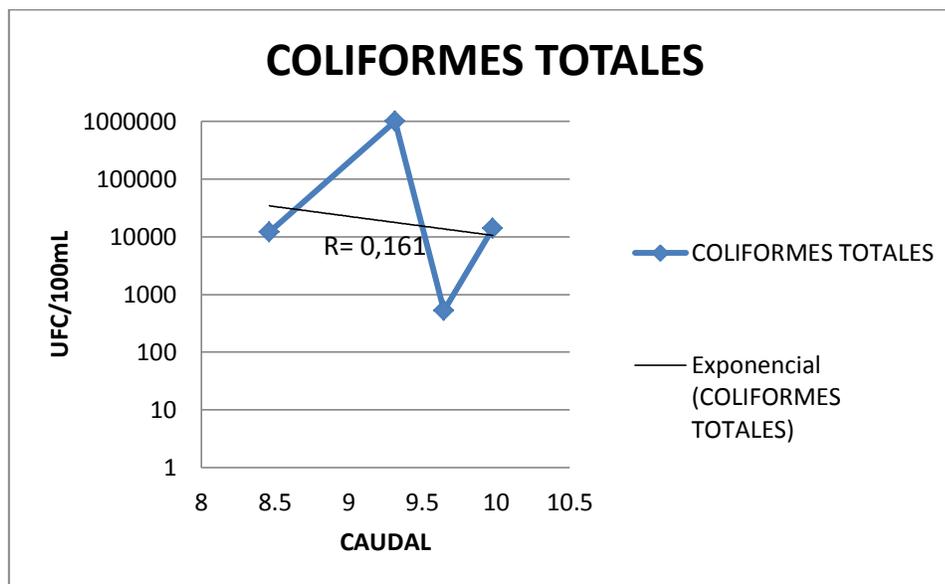
**Interpretación:** Grafica 54 En el Punto 2 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,114** manifestando su Correlación positiva muy baja, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

### 4.3.1.3. CORRELACIÓN PUNTO 3

Tabla 67. Punto 3 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 3				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	9,9760357	9,314316	8,4632141	9,644269
COLIFORMES TOTALES	4,14612804	6	4,07918125	2,71600334
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,161</b>			

Gráfico 55. Punto 3 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoría propia

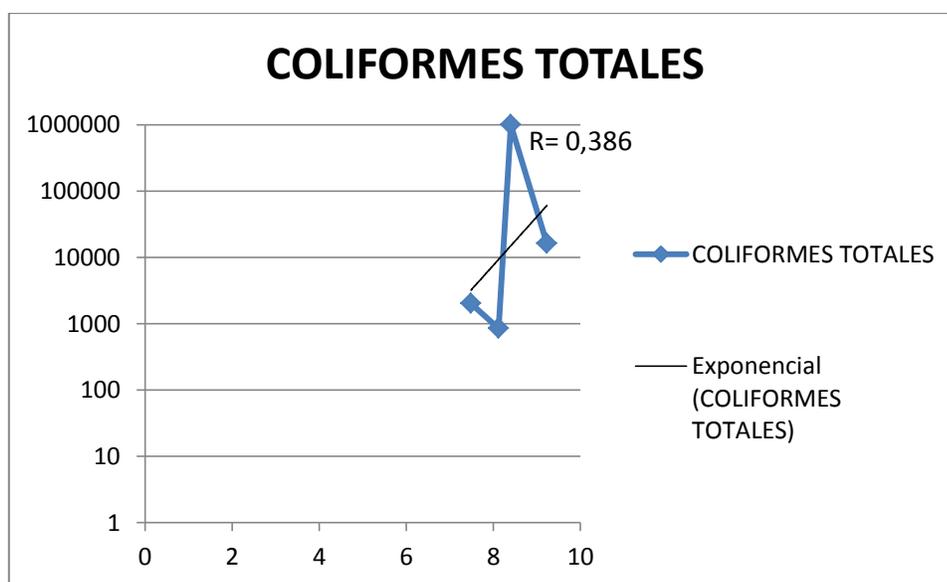
**Interpretación:** Grafica 55. En el Punto 3 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,161** manifestando su Correlación positiva muy baja, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

#### 4.3.1.4. CORRELACIÓN PUNTO 4

Tabla 68. Punto 4 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 4				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	9,23060016	8,4036618	7,4853	8,12391724
COLIFORMES TOTALES	4,20411998	6	3,30103	2,92941893
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,386</b>			

Gráfico 56. Punto 4 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoría propia

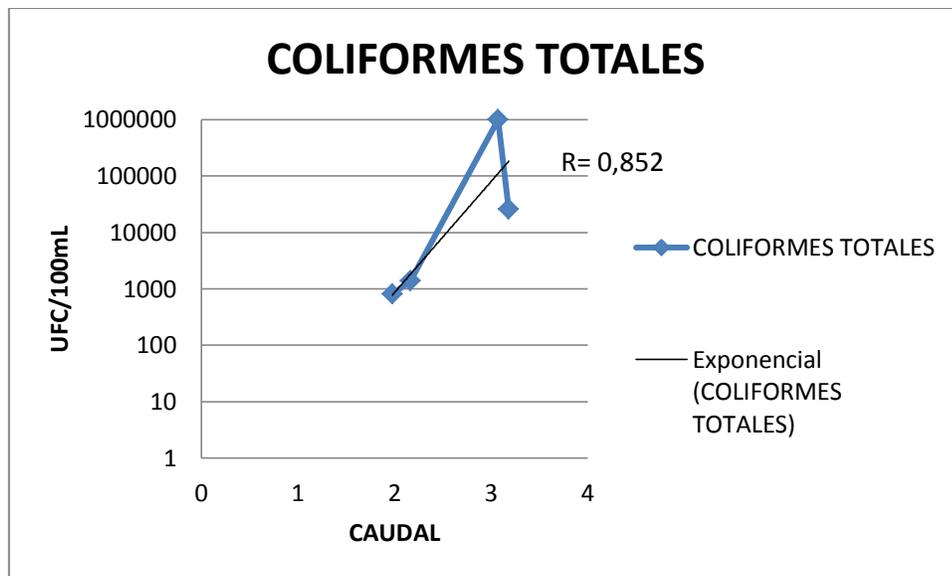
**Interpretación:** Grafica 56 En el Punto 4 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,386** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

#### 4.3.1.5. CORRELACION PUNTO 5

Tabla 69. Punto 5 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 5				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	3,18277656	3,07151571	1,97684415	2,16796052
COLIFORMES TOTALES	4,41497335	6	2,90308999	3,14612804
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,852</b>			

Gráfico 57. Punto 5 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoría propia

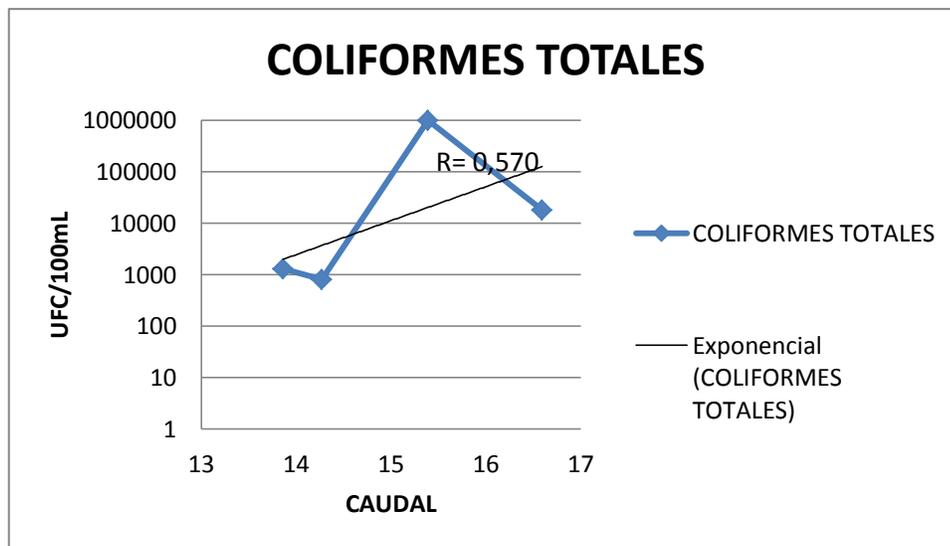
**Interpretación:** Grafica 57 En el Punto 5 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,852** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta el caudal aumenta la concentración de coliformes Totales.

#### 4.3.1.6. CORRELACION PUNTO 6

Tabla 70. Punto 6 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 6				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	16,5918917	15,3860324	14,2724403	13,8647619
COLIFORMES TOTALES	4,25527251	6	2,90308999	3,11394335
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,570</b>			

Gráfico 58. Punto 6 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoria propia

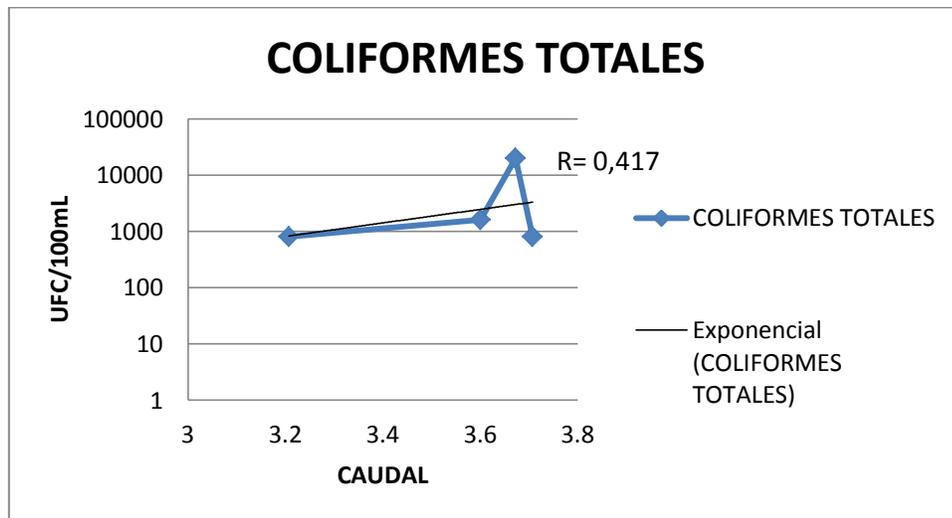
**Interpretación:** Grafica 58. En el Punto 6 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,570** manifestando su Correlación positiva moderada, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

#### 4.3.1.7. CORRELACION PUNTO 7

Tabla 71. Punto 7 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 7				
Días	1	2	3	4
CAUDAL	3,67236267	3,60127139	3,20751117	3,70710802
COLIFORMES TOTALES	4,30103	3,20411998	2,90308999	2,90417437
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,417</b>			

Gráfico 59. Punto 7 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoría propia

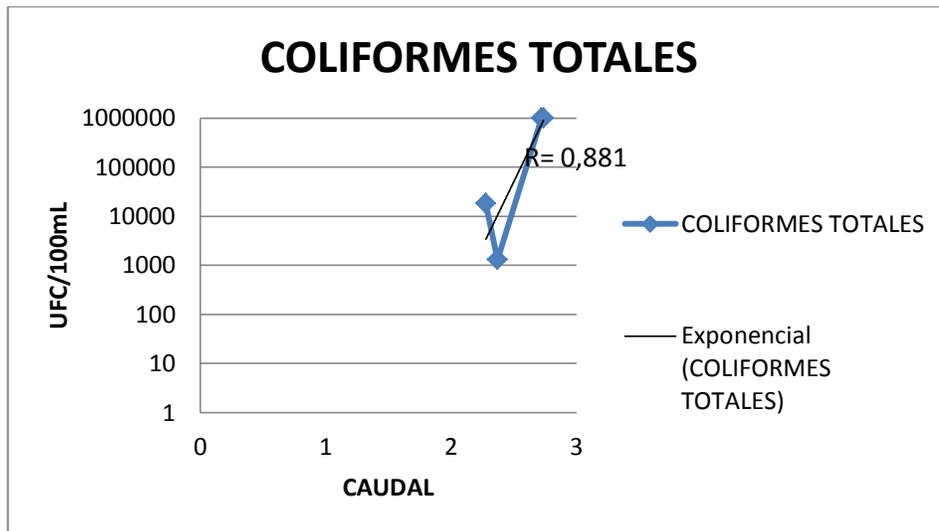
**Interpretación:** Grafica 59. En el Punto 7 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,417** manifestando su Correlación positiva moderada, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes totales es indiferente a la misma.

#### 4.3.1.8. CORRELACION PUNTO 8

Tabla 72. Punto 8 Correlación caudal – coliformes totales

PUNTO 8				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	2,27969196	2,73728884	2,36888446	2,72056092
COLIFORMES TOTALES	4,25527251	6	3,11394335	6
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,881</b>			

Gráfico 60. Punto 8 Relación caudal – Coliformes Totales



Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** Grafica 60. En el Punto 8 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes totales poseen una correlación de **0,881** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta el caudal aumenta la concentración de coliformes totales.

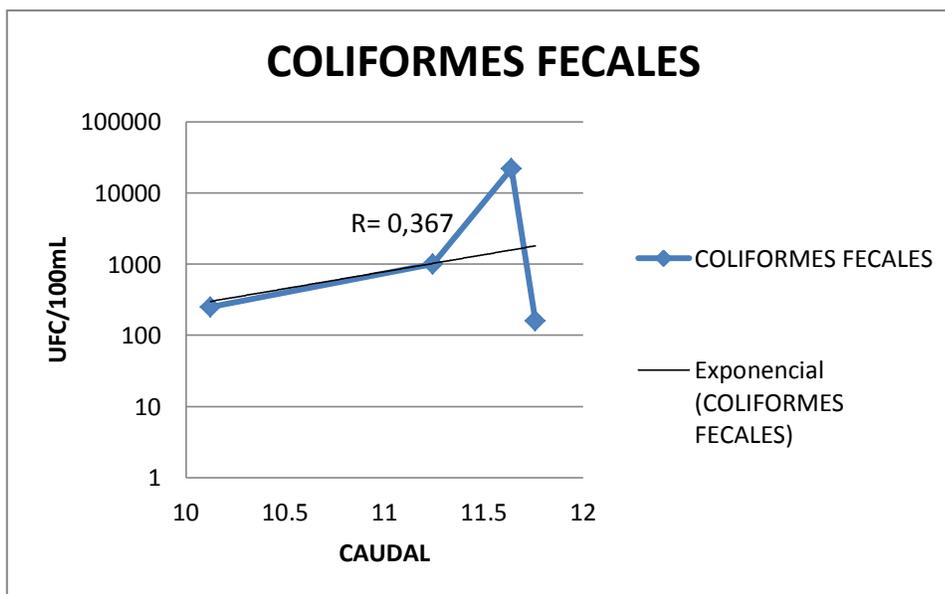
### 4.3.2. RELACION DE CAUDAL – CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES FECALES

#### 4.3.2.1. CORRELACION PUNTO 1

Tabla 73. Punto 1 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 1				
Días	1	2	3	4
CAUDAL	11,6381941	11,7588074	11,2428159	10,1229205
COLIFORMES FECALES	4,34242268	2,204119983	3	2,39445168
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,367</b>			

Gráfico 61. Punto 1 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** Grafica 61. En el Punto 1 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,367** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que

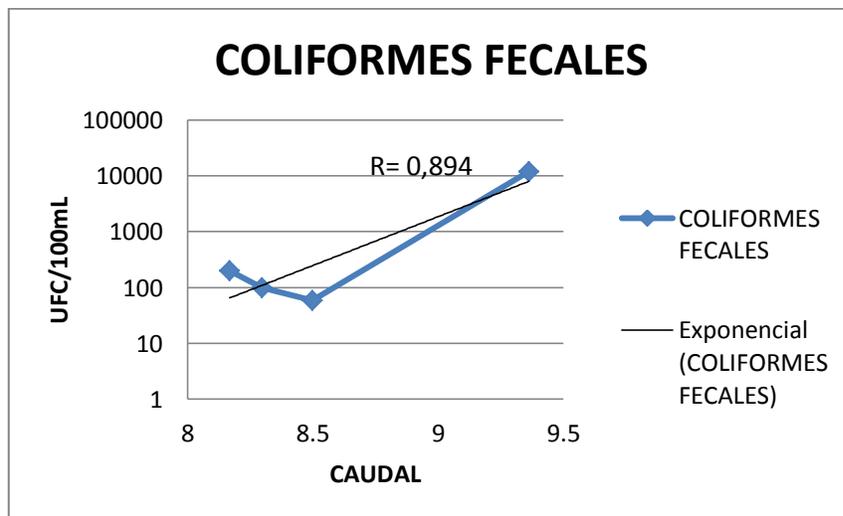
aumenta el caudal la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

#### 4.3.2.2. CORRELACION PUNTO 2

Tabla 74. Punto 2 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 2				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	9,36176088	8,29752243	8,16776921	8,499508
COLIFORMES FECALES	4,07918125	1,99122608	2,30103	1,77085201
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,894</b>			

Gráfico 62. Punto 2 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoría propia

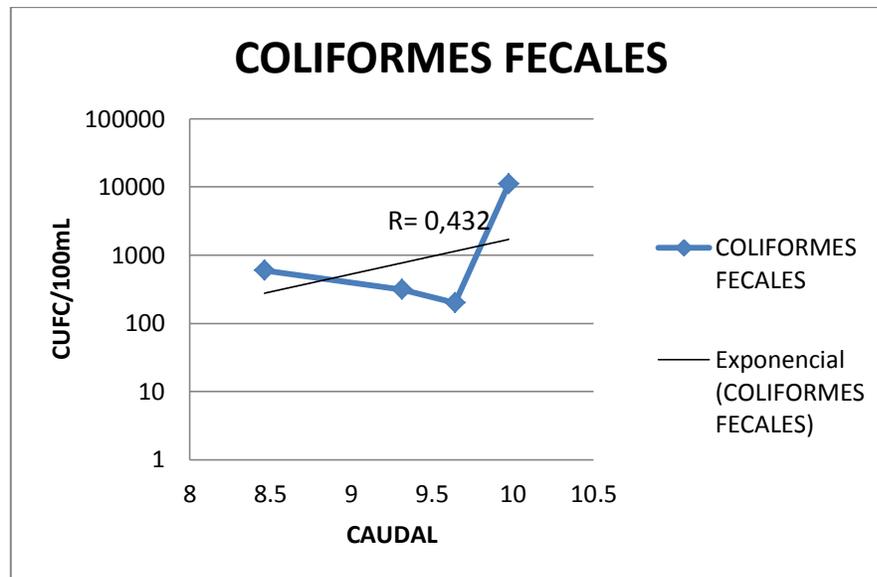
**Interpretación:** Grafica 62. En el Punto 2 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,894** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta el caudal aumenta la concentración de coliformes fecales.

### 4.3.2.3. CORRELACION PUNTO 3

Tabla 75. Punto 3 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 3				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	9,97603566	9,31431604	8,4632141	9,644269
COLIFORMES FECALES	4,04139269	2,49692965	2,77815125	2,30103
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,432</b>			

Gráfico 63. Punto 3 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoría propia

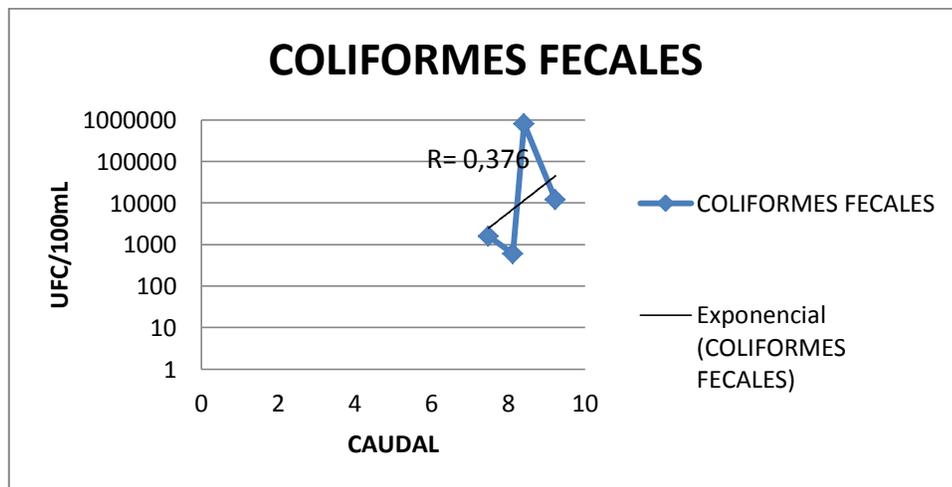
**Interpretación:** Grafica 63. En el Punto 3 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,432** manifestando su Correlación positiva moderada, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

#### 4.3.2.4. CORRELACION PUNTO 4

Tabla 76. Punto 4 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 4				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	9,23060016	8,4036618	7,4853	8,12391724
COLIFORMES FECALES	4,07918125	5,90308999	3,20411998	2,77815125
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,376</b>			

Gráfico 64. Punto 4 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoría propia

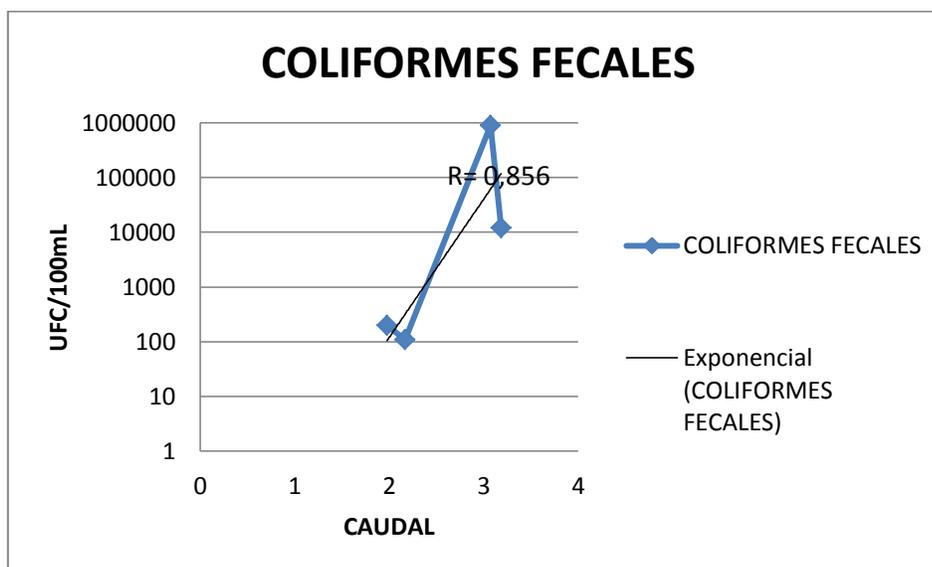
**Interpretación:** Grafica 64. En el Punto 4 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,376** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

#### 4.3.2.5. CORRELACION PUNTO 5

Tabla 77. Punto 5 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 5				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	3,18277656	3,07151571	1,97684415	2,16796052
COLIFORMES FECALES	4,07918125	5,95424251	2,30103	2,04139269
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,856</b>			

Gráfico 65. Punto 5 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoría propia

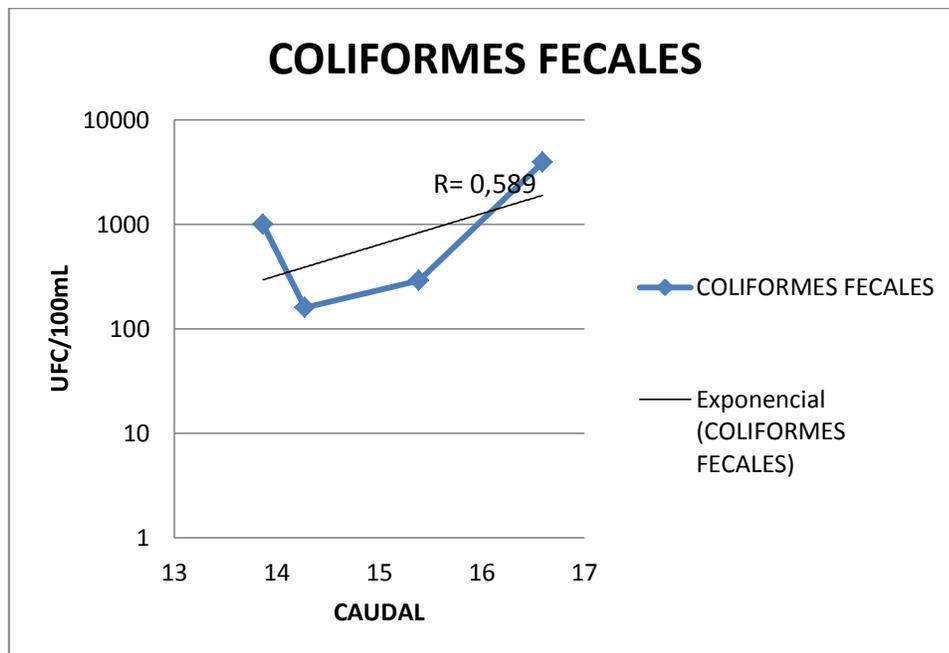
**Interpretación:** Grafica 65. En el Punto 5 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,856** manifestando su Correlación positiva muy alta, estableciendo que a medida que aumenta el caudal aumenta la concentración de coliformes fecales.

#### 4.3.2.6. CORRELACION PUNTO 6

Tabla 78. Punto 6 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 6				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	16,5918917	15,3860324	14,2724403	13,8647619
COLIFORMES FECALES	3,59106461	2,462398	2,20411998	3
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,589</b>			

Gráfico 66. Punto 6 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** Grafica 66. En el Punto 6 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,589** manifestando su Correlación positiva moderada, estableciendo que a

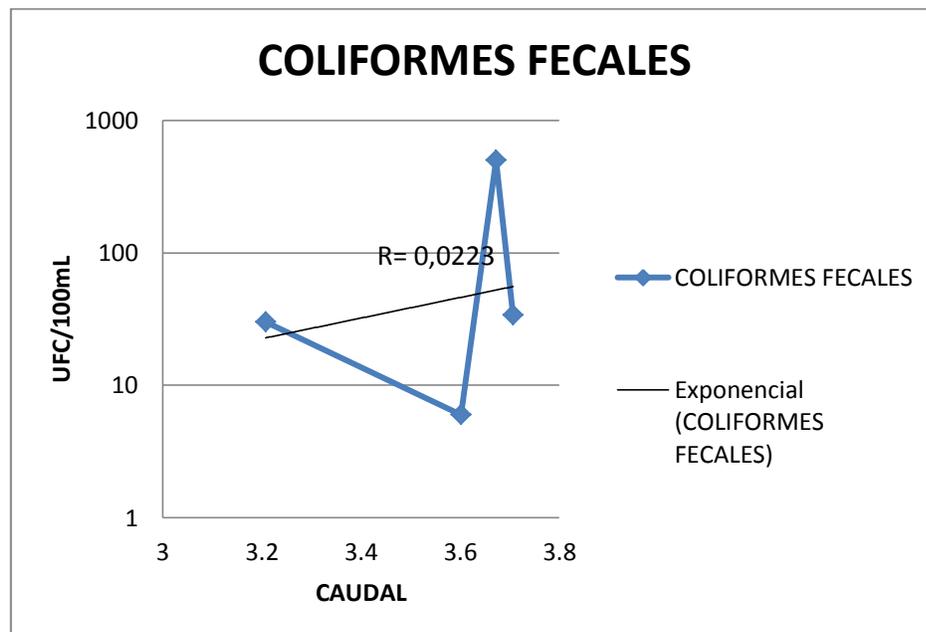
medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

#### 4.3.2.7. CORRELACION PUNTO 7

Tabla 79. Punto 7 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 7				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	3,67236267	3,60127139	3,20751117	3,70710802
COLIFORMES FECALES	2,69897	0,77815125	1,47712125	1,53147892
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,0223</b>			

Gráfico 67. Punto 7 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoría propia

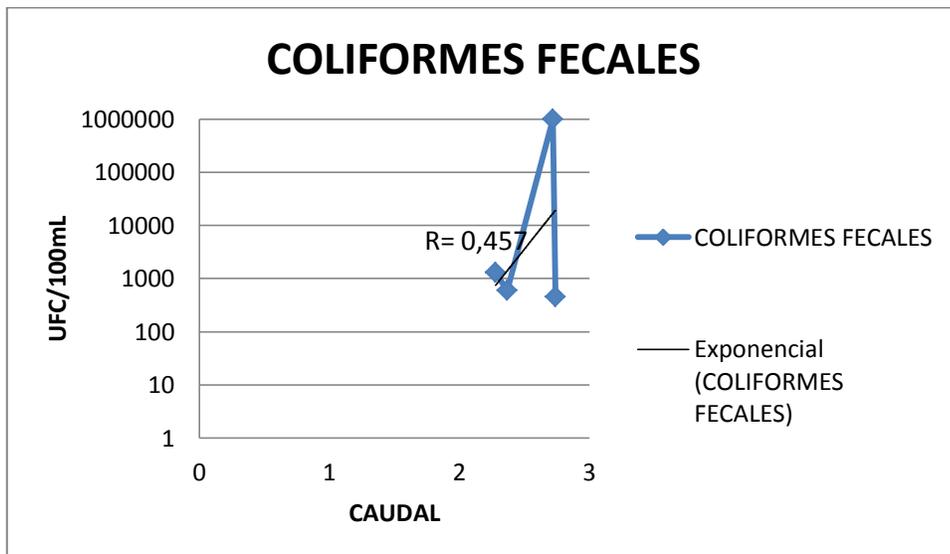
**Interpretación:** Grafica 67. En el Punto 7 se observa que el caudal diario y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,0223** manifestando su Correlación positiva baja, estableciendo que a medida que aumenta el caudal la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

#### 4.3.2.8. CORRELACION PUNTO 8

Tabla 80. Punto 8 Correlación caudal – coliformes fecales

PUNTO 8				
Dias	1	2	3	4
CAUDAL	2,27969196	2,73728884	2,36888446	2,72056092
COLIFORMES FECALES	3,11394335	2,65321251	2,77815125	6
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0,457</b>			

Gráfico 68. Punto 8 Correlación caudal – coliformes fecales



Fuente: Autoria propia

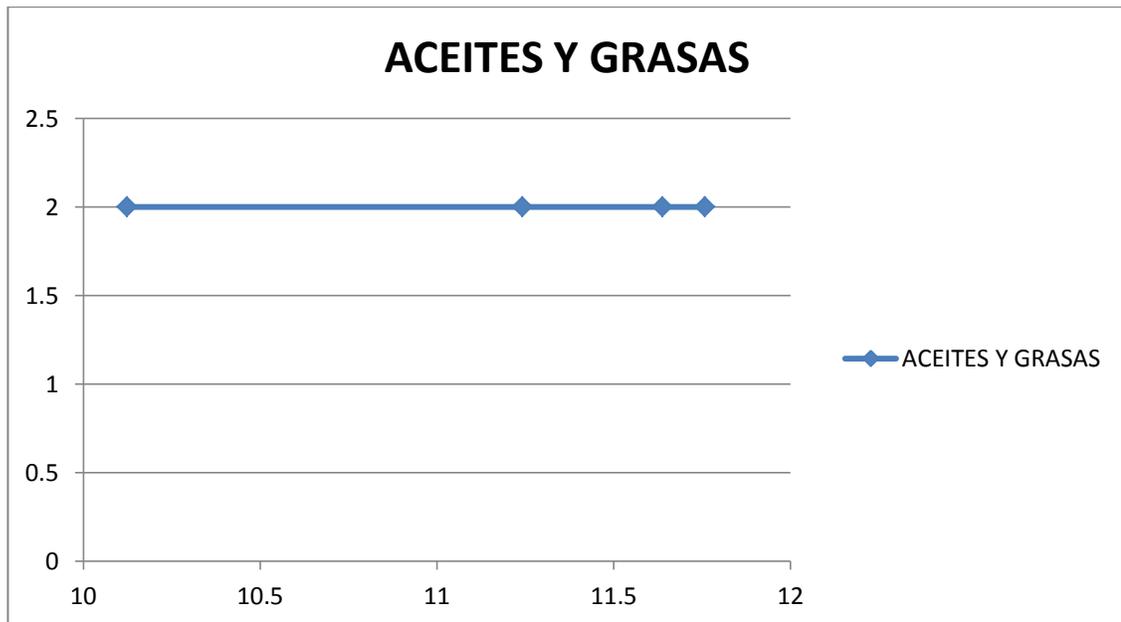
**Interpretación:** Grafica 68. En el Punto 8 se observa que la precipitación diaria y la concentración de coliformes fecales poseen una correlación de **0,457** manifestando su Correlación positiva moderada, estableciendo que a medida que aumenta la precipitación la concentración de coliformes fecales es indiferente a la misma.

### 4.3.3. RELACION DE CAUDAL – CONCENTRACIÓN DE GRASAS Y ACEITES

Tabla 81. Punto 1,2,3,4,5,6,7,8 Correlación caudal – grasas y aceites

DIAS	1	2	3	4
CAUDAL	11,6381941	11,7588074	11,2428159	10,1229205
ACEITES Y GRASAS	2	2	2	2
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	<b>0</b>			

Grafica 69 Punto 1 al 8 Correlación caudal – grasas y aceites



Fuente: Autoria propia

**Interpretación:** Grafica 69. Para los puntos 1,2,3,4,5,6,7,8 se observa que el caudal diario y la concentración de aceites y grasas poseen una correlación de **0** manifestando que su correlación es nula, estableciendo que el caudal y la concentración de aceites y grasas no poseen relación.

#### 4.4. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA

**HIPOTESIS 4** : La contaminación hídrica proveniente de la parte alta del río Pindo Grande no afecta a la calidad de agua del Dique de Shell.

Un ICA es un número adimensional, comprendido entre 1-100, donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso. Los parámetros incluidos en los ICA así como la definición de los rangos se han basado tradicionalmente en las curvas de distribución (*Ver Anexos*) de las variables o en criterios biológicos en el caso del oxígeno disuelto o el pH (Peterson & Bogue, 1989). En este estudio la selección de las variables se realizó teniendo en cuenta los criterios generales del organismo ambiental de Estados Unidos, la EPA (Hallock, 1990; Cude, 2001) y métodos multivariados para la definición de los grupos de estaciones, a partir de los cuales se definieron los rangos de ponderación para cada clase.

Tabla 82. Resultados de Laboratorio (Dique de Shell)

PARÁMETROS	28 de marzo 2012	04 de abril 2012	09 de mayo 2012	14 de mayo 2012
	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 3	MUESTREO 4
Oxígeno Disuelto	6,67	8,24	7,06	6,69
DBO5	<2	16	9	10
Coliformes Fecales	12000	900000	200	110
Organofosforados	0,02	0,023	0,1	0,07
Temperatura In situ	21,5	19,5	21,8	19,3
Potencial de Hidrogeno	7	7	7	8

Tabla 83. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 28 de marzo 2012

PARÁMETROS	$I_i$	$W_i$	$I_i W_i$	$I_i^{W_i}$
Organofosforados (fosforo)	98	0,21	20,58	2,61913254
Coliformes Fecales	41	0,21	8,61	2,18114536

<b>Oxigeno Disuelto</b>	88	0,15	13,2	1,95736763
<b>DBO5</b>	78	0,14	10,92	1,84031957
<b>Desviación de Temperatura</b>	82	0,14	11,48	1,8532497
<b>Potencial de Hidrogeno</b>	99	0,15	14,85	1,99225662
		1	79,64	75,9778412

**Interpretación:** Se puede observar en la tabla 83 que el índice de NSF para determinar la calidad ambiental corresponde a 79,64 lo cual establece que el agua analizada es de BUENA CALIDAD.

Tabla 84. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 04 de abril 2012

<b>PARÁMETROS</b>	$I_i$	$W_i$	$I_i W_i$	$I_i^{W_i}$
<b>Organofosforados (fosforo)</b>	98	0,21	20,58	2,61913254
<b>Coliformes Fecales</b>	2	0,21	0,42	1,15668818
<b>Oxigeno Disuelto</b>	98	0,15	14,7	1,98922501
<b>DBO5</b>	21	0,14	2,94	1,53147778
<b>Desviación de Temperatura</b>	90	0,14	12,6	1,87756055
<b>Potencial de Hidrogeno</b>	99	0,15	14,85	1,99225662
		1	66,09	34,5229277

**Interpretación:** Se puede observar en la tabla 84 que el índice de NSF para determinar la calidad ambiental corresponde a 66,09 lo cual establece que el agua analizada es de MEDIA CALIDAD.

Tabla 85. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 09 de mayo 2012

<b>PARÁMETROS</b>	$I_i$	$W_i$	$I_i W_i$	$I_i^{W_i}$
<b>Organofosforados (fosforo)</b>	89	0,21	18,69	2,56668103
<b>Coliformes Fecales</b>	92	0,21	19,32	2,58461252
<b>Oxigeno Disuelto</b>	95	0,15	14,25	1,97996968
<b>DBO5</b>	38	0,14	5,32	1,66406277
<b>Desviación de Temperatura</b>	80	0,14	11,2	1,84685414
<b>Potencial de Hidrogeno</b>	99	0,15	14,85	1,99225662
		1	83,63	80,4217403

**Interpretación:** Se puede observar en la tabla 85 que el índice de NSF para determinar la calidad ambiental corresponde a 83,63 lo cual establece que el agua analizada es de BUENA CALIDAD.

Tabla 86. Calculo del Índice de NSF (Dique de Shell) 14 de mayo 2012

PARÁMETROS	$I_i$	$W_i$	$I_i W_i$	$I_i^{W_i}$
Organofosforados (fosforo)	92	0,21	19,32	2,58461252
Coliformes Fecales	97	0,21	20,37	2,61349735
Oxigeno Disuelto	89	0,15	13,35	1,96068805
DBO5	37	0,14	5,18	1,65786148
Desviación de Temperatura	82	0,14	11,48	1,8532497
Potencial de Hidrogeno	97	0,15	14,55	1,98616699
		1	84,25	80,8209498

**Interpretación:** Se puede observar en la tabla 86 que el índice de NSF para determinar la calidad ambiental corresponde a 84,25 lo cual establece que el agua analizada es de BUENA CALIDAD.

## 5. CONCLUSIÓN

Determinar la calidad de agua de la microcuenca media-alta del río Pindo Grande en el área de influencia del dique de Shell.

- Al realizar el muestreo y posteriormente el análisis de agua se determinó que para todos los puntos el Oxígeno Disuelto supera los 6mg/L establecido en el TULAS Anexo 1, Tabla 9, a excepción del punto 4 (28 marzo) cuya concentración es de 5, 66mg/L por lo que éste parámetro no se encuentra dentro de los límites permisibles puesto que el mínimo es de 6mg/L.
- Se observó que los parámetros tales como Coliformes Totales, Coliformes Fecales, aceites y grasas sobrepasan los límites permisibles establecidos por el TULAS, Anexo 1. Tabla 9 de Aguas Recreacionales de contacto primario, esto se debe a que el Río Pindo y sus afluentes se encuentran intervenidos por poblaciones que en su momento invadieron las áreas por lo que no cuentan con servicios básicos y de saneamiento.
- En lo que respecta a Tensoactivos, Organofosforados, y potencial de hidrógeno se encuentran dentro de los límites establecidos por el TULAS, Anexo 1, Tabla 9.

Analizar la influencia de las condiciones meteorológicas y épocas de crecidas en la calidad de agua en la microcuenca media-alta del río Pindo.

- Se estableció que para todos los puntos de muestreo la precipitación y concentración de coliformes totales poseen una correlación positiva, determinando que a medida que aumenta la precipitación aumenta la concentración de coliformes totales.

- Se estableció que para todos los puntos de muestreo la precipitación y concentración de coliformes fecales poseen una correlación positiva, determinando que a medida que aumenta la precipitación aumenta la concentración de coliformes fecales.
- Se determinó que los aceites y grasas no tienen relación con el aumento y/o disminución de la precipitación en el sector.

Determinar el comportamiento de caudal de la microcuenca del río Pindo y analizar su influencia en la calidad de agua.

- Se estableció que para todos los puntos de muestreo el caudal y concentración de coliformes totales poseen una correlación positiva, determinando que a medida que aumenta el caudal aumenta la concentración de coliformes totales, esto en respuesta a la dinámica del caudal que hace que los coliformes tiendan a suspenderse en la superficie del río.
- Se estableció que para todos los puntos de muestreo el caudal y concentración de coliformes fecales poseen una correlación positiva, determinando que a medida que aumenta el caudal aumenta la concentración de coliformes fecales.
- Se determinó que los aceites y grasas no tienen relación con el aumento y/o disminución del caudal del sector.

Evaluar el efecto de la contaminación hídrica de la micro cuenca media-alta del Río Pindo Grande en la calidad de agua del área de influencia del Dique de Shell y su uso humano.

- Luego del análisis se concluyó que, la calidad de agua del dique de

Shell corresponde a la clasificación de BUENA CALIDAD; cabe indicar que, en el segundo día de muestreo el agua se caracterizó por ser de MEDIA CALIDAD esto debido a que se evidenció un aumento exagerado de coliformes fecales en el sitio.

## 6. RECOMENDACIONES

- Con la finalidad de prevenir la contaminación ambiental en el río Pindo Grande y sus afluentes es necesario que se aplique la normativa ambiental y cumplir con lo establecido en el COOTAD referente a competencias otorgadas a los gobiernos municipales para obras de saneamiento ambiental especialmente en el área intervenida por asentamientos poblacionales.
- El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza dentro de sus competencias referente a protección y cuidado de Cuencas Hídricas aplique acciones para disminuir y controlar el deterioro ambiental del río Pindo Grande y sus afluentes.
- Informar a las autoridades competentes de los resultados obtenidos con la finalidad de que inicien acciones en conjunto con las instituciones y organizaciones públicas, privadas entre estas educativas involucradas en la temática ambiental.
- Se recomienda considerar la construcción de un sistema de colección a los dos márgenes del río para la recolección y conducción de aguas residuales a una planta de tratamiento para evitar las descargas directas al río Pindo grande en especial aguas arriba del dique de Shell.
- Establecer un programa de monitoreo georeferenciado de calidad de agua en el río Pindo Grande en especial en el área del dique que contemple un muestreo anual con los parámetros establecidos por la Tabla 9 (TULAS) y así tener un control de la calidad y comportamiento del recurso. *(Ver Anexo 9.1)*

- Elaborar un programa de concienciación para los visitantes del dique de Shell y para los habitantes de la parroquia con el objetivo de proteger el recurso natural.

## 7. SUMMARY

This research aims to determine the water quality of the upper-middle micro Pindo Big River in the area of influence of the dam Shell in correspondence to the environmental regulations concerning the TULAS, Annex 1, Table 9 for Water primary contact recreational use, this study was made from March 27 to May 14 in times of low rainfall.

The methodology used is descriptive - survey based scientific baseline hydrological sector then be checked with the analysis and interpretation of the data collected. For the development of the research was conducted over the course of georeferenced sampling points where we proceeded to test sampling in the river Pindus Grande, Rio Grande and tributaries Yuxu dam Yaku and Shell, the parameters analyzed in these areas were : in Situ physical parameters (temperature and pH), chemical parameters (dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, Oils and Fats, Organophosphates and Surfactants) and biological parameters (fecal coliforms and total coliforms).

After the pilot phase proceeded to analyze results by determining the following conclusion: "In developing the baseline survey was evident that the Water Quality Sector Shell Dam on the Rio Grande is Pindo shelf" this while there are no events that particularly affect the concentrations of fecal coliforms as the most sensitive parameter to be changed in the middle of the local characteristics.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Bravo M.; Moreno A.; et al. Implementación y monitoreo de la etapa inicial del sistema de tratamiento de aguas residuales del laboratorio de procesamiento de alimentos de la universidad Earth. *Tierra tropical* 2005 1(1): 89-97
2. Calvo M. Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo costos. Primera Edición. España: Mundi-Prensa Libros, s. a.; 2005
3. Casas J. 2008. Educación medioambiental, Caudal Ecológico. Club Universitario. Pag 69. On Line.  
[http://books.google.com.ec/books?id=JDhoUfDmsvEC&pg=PA69&dq=caudal+ecologico&hl=es&sa=X&ei=\\_Gg4T8ejlI36gge-58zoBQ&ved=0CD4Q6AEwAzgU#v=onepage&q=caudal%20ecologico&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=JDhoUfDmsvEC&pg=PA69&dq=caudal+ecologico&hl=es&sa=X&ei=_Gg4T8ejlI36gge-58zoBQ&ved=0CD4Q6AEwAzgU#v=onepage&q=caudal%20ecologico&f=false).  
lse. Accesado 10 de febrero de 2012.
4. Chereque W. 2000. Hidrología para estudiantes, Caudal. Lima, II Edición. On Line.  
[http://biblioteca.pucp.edu.pe/docs/elibros\\_pucp/chereque\\_wendor/hidrologia\\_estudiantes\\_ing\\_civil.pdf](http://biblioteca.pucp.edu.pe/docs/elibros_pucp/chereque_wendor/hidrologia_estudiantes_ing_civil.pdf). Accesado 18 de enero del 2012
5. Chow V.T. Maidment D y Mays L. 1994. Hidrologia Aplicada. Madrid: MacGraw- Hill Interamericana.
6. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Environmental Monitoring and Support Laboratory, Estados Unidos: Office of Research and Development; 1986
7. Environmental Programs 2012. Cuenca hídrica. Escurrimiento Pluvial.(On Line). [http://marc.org/environment/Water/Espanol/watershed\\_espanol.htm](http://marc.org/environment/Water/Espanol/watershed_espanol.htm). Accesado 12 de febrero de 2012.
8. Da Ros G. 1995. La contaminación de aguas en Ecuador, Una aproximación económica. Contaminación de Aguas. Abya Yala. On Line.  
[http://books.google.com.ec/books?id=rPQrAHRxzyYC&pg=PA25&dq=contaminaci%C3%B3n+fisica+%2B+agua&hl=es&sa=X&ei=jlwdT9OkI4iJgwff\\_Nzxw&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=contaminaci%C3%B3n%20fisica%20%2B%20agua&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=rPQrAHRxzyYC&pg=PA25&dq=contaminaci%C3%B3n+fisica+%2B+agua&hl=es&sa=X&ei=jlwdT9OkI4iJgwff_Nzxw&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=contaminaci%C3%B3n%20fisica%20%2B%20agua&f=false). Accesado 18 de enero del 2012

9. Dourojeanni 1994. El sistema complejo de la Cuenca Hidrográfica. La cuenca hidrográfica y los sistemas humanos. (On Line). Pág 5.  
[http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi\\_Cuencas\\_Pregrado/Sistema%20CuencaHidrogr%E1fica.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sistema%20CuencaHidrogr%E1fica.pdf). Accesado, febrero 06 de 2012.
10. El Universo, 2009. Ecuador enfrenta desafíos por contaminación de ríos. On Line.  
<http://www.eluniverso.com/2009/03/18/1/1430/3927AAEE806F4DF68C94A6C26704856D.html>. Accesado 18 de enero del 2012
11. Estructplan 2012. Contaminantes y Fuentes de Contaminación. On Line.  
<http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1801> accesado 24 de enero del 2012
12. Flores R., Reyes L., Hernández V., 2006 ECOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE. CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA. TENSOACTIVOS. Cengage Learning Editores [http://books.google.com.ec/books?id=f33JPprmG4wC&pg=PT111&dq=contaminacion+de+agua&hl=es&sa=X&ei=Wz4bT9vfNYbZgQfW17X\\_Cw&ved=0CF0Q6AEwCDgo#v=onepage&q=contaminacion%20de%20agua&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=f33JPprmG4wC&pg=PT111&dq=contaminacion+de+agua&hl=es&sa=X&ei=Wz4bT9vfNYbZgQfW17X_Cw&ved=0CF0Q6AEwCDgo#v=onepage&q=contaminacion%20de%20agua&f=false). accesado 18 de enero del 2012
13. Fraume N. 2008. Diccionario Ambiental. Caudal. ECOE, Pag 87. On Line.  
[http://books.google.com.ec/books?id=77Jot7HN1ilC&pg=PA87&dq=caudal+ecologico&hl=es&sa=X&ei=\\_Gg4T8ejlI36gge-58zoBQ&ved=0CEgQ6AEwBTgU#v=onepage&q=caudal%20ecologico&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=77Jot7HN1ilC&pg=PA87&dq=caudal+ecologico&hl=es&sa=X&ei=_Gg4T8ejlI36gge-58zoBQ&ved=0CEgQ6AEwBTgU#v=onepage&q=caudal%20ecologico&f=false). Accesado 10 de febrero de 2012.
14. FAO 1989. Manual de Campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Normogramas. (On Line)  
<http://www.fao.org/docrep/006/T0099S/t0099s06.htm>
15. García J. 2001. A dónde va el Agua. Definición dada por la OMS. (On Line).  
<http://books.google.com.ec/books?id=VAO7Mkv2hDkC&pg=PT35&lpg=PT35&dq=OMS+%2B+el+agua+se+encuentra+contaminada&source=bl&ots=oNJqOjhYI0&sig=Fs2B4xt-ro9Dy3A63Damgu2PQEo&hl=es&sa=X&ei=QGtNUNnmJ5Tg8ASm1YCwC>

- w&ved=0CDMQ6AEwAQ#v=onepage&q=OMS%20%2B%20el%20agua%20se%20encuentra%20contaminada&f=false. Acceada 23 de enero 2012.
16. Glynn H. HeinkeG1999. Ingeniería Ambiental. Coliformes Fecales México. Segunda Edición. Pág. 275. On Line  
<http://books.google.com.ec/books?id=ToQmAKnPpzIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>. Ingresado. 20 de junio de 2012
17. García Alberto, 2006. Sequías: Teoría y prácticas. Caudal Ecológico, Definición. Universidad Politecnica de Valencia.  
<http://books.google.com.ec/books?id=-EFVdHYkCFUC&pg=PA109&dq=caudal+ecologico&hl=es&sa=X&ei=ql44T4fQE4TqgQed-JnpBQ&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=caudal%20ecologico&f=false>.  
Accesado 10 de febrero de 2012
18. Gornés A 2010 . America Noticias, Mala Distribución del agua en Ecuador. (On Line). <http://www.noticias.nl/audio/mala-distribuci%C3%B3n-del-agua-en-ecuador> Accesado enero 2012
19. GWP-SAMTAC, 2003 Gobernabilidad de la Gestión del Agua en Ecuador. Normas Jurídicas. (On Line). Pág. 16.  
[http://www.eclac.org/DRNI/proyectos/samtac/actividades\\_nacionales/ecuador/1/taller1.pdf](http://www.eclac.org/DRNI/proyectos/samtac/actividades_nacionales/ecuador/1/taller1.pdf). Accesado enero 16 2012
20. Hallock D. 1990. Results of the 1990 Water Quality Index Analysis. Washington epartment of Ecology, Memorandum to Dick Cunningham, July 18, 1990. Washington Department of Ecology, Environmental Investigations and Laboratory Services Program, Olympia, WA.
21. Hanke J. 2006. Pronosticos en los negocios. Coeficiente de Correlación. México, Pearson Educación. Octava Edición. Pág. 35 On Line.  
<http://books.google.com.ec/books?id=WaiOrL8oct4C&pg=PA35&lpg=PA35&dq=COEFICIENTE+DE+CORRELACI%C3%93N&source=bl&ots=YcdCx5kcXX&sig=Cwzcx8KdKpylIPKb8-rwN3XDPV4&hl=es&sa=X&ei=vycLUKrvOaX10gGKq5DvAw&ved=0CDsQ6AEwAg#v=onepage&q=COEFICIENTE%20DE%20CORRELACI%C3%93N&f=false>

22. Hernandez D. 2006 Manual de prácticas Hidrología Subterránea. Definición de Dique. (On Line).  
[http://hidraulica.umich.mx/laboratorio/images/man\\_pdf/8o/p8\\_043.pdf](http://hidraulica.umich.mx/laboratorio/images/man_pdf/8o/p8_043.pdf)  
Accesado 23 de enero 2012
23. INAMHI, CLIRSEN,FAO. 2008. Proyecto de sistema de alerta temprana de control de inundaciones en la cuenca del río Chone del Ecuador. Hidrología. On Line. <http://www.inamhi.gov.ec/hidrologia/chone.pdf>.  
Accesado 24 de enero del 2012
24. Instituto Nacional de Ecología. Sistematización de casos exitosos de manejo integral de cuencas Hidricas. Manejo de Cuencas Hidricas. On Line. [http://www.ine.gob.mx/descargas/cuencas/casos\\_exitosos.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cuencas/casos_exitosos.pdf). accesado 18 de enero del 2012
25. Jorge Castillo. 2006. Embalses, Definición. Artículo On Line.  
<http://www.monografias.com/trabajos15/embalses/embalses.shtml>.accesado 12 de enero del 2012
26. Jimenez L. 1992. Medio Ambiente y Desarrollo Alternativo, Contaminación de Agua. IEPALA, 2 Edición, Pag, 224-226. On Line.  
[http://books.google.com.ec/books?id=yuGAWGCQfxsC&pg=PA224&dq=contaminacion+de+agua&hl=es&sa=X&ei=Wz4bT9vfNYbZgQfW17X\\_Cw&ved=0CD0Q6AEwAjgo#v=onepage&q=contaminacion%20de%20agua&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=yuGAWGCQfxsC&pg=PA224&dq=contaminacion+de+agua&hl=es&sa=X&ei=Wz4bT9vfNYbZgQfW17X_Cw&ved=0CD0Q6AEwAjgo#v=onepage&q=contaminacion%20de%20agua&f=false).  
Accesado 12 de enero del 2012
27. Kryztho D´ Fragg 2009, Hidrología Superficial. Tipos de Corriente. (On Line). <http://www.slideshare.net/kryzdfagg/hidrologia-superficial>. Accesado febrero 6 de 2012.
28. Lahura Erick, 2003. El coeficiente de Correlación y correlaciones espúreas. El coeficiente de Correlación. (On Line)  
<http://departamento.pucp.edu.pe/economia/images/documentos/DDD218.pdf>.  
f. Accesado 06 de junio de 2012.
29. López W.2011 Hidrografía de la cuenca hidrológica, Tipos de Cuencas. On line. <http://www.slideshare.net/wlopezalmarza/hidrologia-cuencas-hidrograficas>. Accesado 12 de enero del 2012

30. Martín P. 2003. Ingeniería Fluvial. Condicionantes de un Cause Estable. UPC, Pág.61. On Line.  
<http://books.google.com.ec/books?id=9gHiFXhMH9oC&pg=PA72&dq=caudal+ecologico&hl=es&sa=X&ei=43Q4T7mjLo3kggeazP3nBQ&ved=0CCwQ6AEwADge#v=onepage&q=caudal%20ecologico&f=false>. Accesado 12 de enero del 2012
31. Martín J. 2007. Ingeniería de Ríos. Cálculo del Caudal Ecológico. UPC. Pág 188. On Line.  
<http://books.google.com.ec/books?id=DIDodO5iHEYC&pg=PT196&dq=caudal+ecologico&hl=es&sa=X&ei=ql44T4fQE4TqgQed-JnpBQ&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=caudal%20ecologico&f=false>  
<http://www.frcu.utn.edu.ar/investigacion/gecru/DispersionEnAguasSubterr%C3%A1neas.pdf>. Accesado 10 de febrero de 2012
32. Martínez Paredes 2006. Metodo de los coeficientes de escorrentía. Coeficiente de escorrentía. (On Line) Pág 18.  
<http://www.oasification.com/archivos/Coeficientes%20de%20escorrent%C3%ADa.pdf>. Accesado 21 de febrero de 2012
33. Manahan. S. 2007. Introducción a la Química Ambiental. Contaminantes Orgánicos, Reverte, Pág 164. On Line.  
[http://books.google.com.ec/books?id=5NR8Dlk1n68C&pg=PA392&dq=dispersion+de+contaminantes+en+agua+superficial&hl=es&sa=X&ei=\\_Hk4T6SLBcbTgAe7vujobQ&ved=0CEgQ6AEwBTThG#v=onepage&q=dispersion%20de%20contaminantes%20en%20agua%20superficial&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=5NR8Dlk1n68C&pg=PA392&dq=dispersion+de+contaminantes+en+agua+superficial&hl=es&sa=X&ei=_Hk4T6SLBcbTgAe7vujobQ&ved=0CEgQ6AEwBTThG#v=onepage&q=dispersion%20de%20contaminantes%20en%20agua%20superficial&f=false). Accesado 10 de febrero de 2012
34. Menendez A. 2010. Transporte de Contaminantes en medio Acuatico. Destino y transporte de contaminantes desde fuentes distribuidas. Tesis. On Line. [http://laboratorios.fi.uba.ar/lmm/utn/Apunte\\_TyDCMA.pdf](http://laboratorios.fi.uba.ar/lmm/utn/Apunte_TyDCMA.pdf). Accesado 10 de febrero de 2012
35. Méndez M, Elementos de Hidráulica de Canales. Perímetro Mojado. UCAB. Primera Edición, Caracas On Line, pag 417.  
<http://books.google.com.ec/books?id=e4BTP1-JLXIC&pg=PA385&pg=PA385&dq=per%C3%ADmetro+mojado&source=bl&ots=PH44LF-ttW&sig=JAjOJPMg7BNXW7FrO9iXAOv-Gaw&hl=es&sa=X&ei=yY8JUKOLF4be0QHO8ZHVAw&ved=0CEwQ6AEwB>

- gK#v=onepage&q=per%C3%ADmetro%20mojado&f=false. Ingresado 22 de julio 2012
36. Microsoft Corporación, 2010. Biblioteca Encarta. Agua. Accesado 10 de enero de 2012
37. Molina P 2004. Servicios Ambientales. Funciones ambientales vs Funciones Ecológicas. (On Line). Pág 03.  
[http://fobomade.org.bo/documentos/areas\\_protegidas/servc\\_ambient.pdf](http://fobomade.org.bo/documentos/areas_protegidas/servc_ambient.pdf).  
Accesado 12 de julio de 2012
38. Mott. R, 2006. Mecanica de Fluidos, Radio Hidráulico, México. Pearson Educación. Pág 263 On Line.  
[http://books.google.com.ec/books?id=LbMTKJ4eK4QC&pg=PA263&lpg=PA263&dq=per%C3%ADmetro+mojado&source=bl&ots=pOIB3DMKzq&sig=i95DZBgxTLpume\\_lqImqlu8Ln2o&hl=es&sa=X&ei=ko8JUKqyB6Lb6wGu6p2WCg&sqi=2&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=per%C3%ADmetro%20mojado&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=LbMTKJ4eK4QC&pg=PA263&lpg=PA263&dq=per%C3%ADmetro+mojado&source=bl&ots=pOIB3DMKzq&sig=i95DZBgxTLpume_lqImqlu8Ln2o&hl=es&sa=X&ei=ko8JUKqyB6Lb6wGu6p2WCg&sqi=2&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=per%C3%ADmetro%20mojado&f=false). Ingresado 22 de Julio de 2012
39. Mott R. Mecanica de Fluidos Aplicada. Perímetro Mojado, México. Cuarta Edición. Pearson Educación. Pág. 228 On Line.  
<http://books.google.com.ec/books?id=xUavR0u66PEC&pg=PA228&lpg=PA228&dq=per%C3%ADmetro+mojado&source=bl&ots=wOBmBDMxKX&sig=-8SEXcMv73UsUHa8ecjj834FUSw&hl=es&sa=X&ei=ko8JUKqyB6Lb6wGu6p2WCg&sqi=2&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=per%C3%ADmetro%20mojado&f=false>. Ingresado 19 de julio 2012
40. Morell I, 1998. Plaguicidas: Aspectos Ambientales, Analíticos y Tóxicos. Organofosforados. España. Jaumet Univeritat. Pág.287. On line.  
<http://books.google.com.ec/books?id=Ti3ZZRNlIaaYC&pg=PA287&lpg=PA287&dq=organofosforados+%2B+efectos+%2B+agua&source=bl&ots=XYRV E7jFTo&sig=B-4ljFL2E0DmjlpZoAsF0YaRzY&hl=es&sa=X&ei=gU0MUJjbAoGe8QTtkqHiCg&ved=0CC8Q6AEwATgK#v=onepage&q=organofosforados%20%2B%20efectos%20%2B%20agua&f=false>
41. Navarro A. Eutroficación y Descargas orgánicas. Datos Marinos Sea Grant University of Puerto Rico. 2002; 1 (50); 1-2.
42. Norma Técnica Ecuatoriana: INEN 2 197: 1998. Calidad de Agua de Muestreo. Técnicas de Muestreo
43. Orozco J.2008. Bioingeniería de Aguas Residuales. Características de las Aguas Residuales. Pág 17- 41, Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá.

44. Pérez G. Química II. Edición 1ra. México: PEARSON EDUCACIÓN; 2007
45. PetroEcuador. Glosario de la Industria Petrolera. Edición Primera. Ecuador: Unidad de Relaciones Institucionales de Petroecuador; 2005
46. Olmos, R, Sepulveda R. Villalobos Francisco. 2003. El agua en el medio ambiente. Demanda de Oxígeno. México. Pearson Educación, Pág 106. On Line.  
<http://books.google.com.ec/books?id=wCXMVf9bvplC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>. Ingresado 22 de Julio de 2012
47. Oñate F. HIDROLOGÍA, La precipitación, Pág 19. On line.  
<http://www.fronate.pro.ec/fronate/wp-content/media/hidrologia.pdf>.  
 Accesado 12 de enero del 2012
48. Oñate F. Hidrología II, Aforos. Pág 75. On line.  
<http://www.fronate.pro.ec/fronate/wp-content/media/hidrologia.pdf>.  
 Accesado 12 de enero del 2012
49. Paredes P. 2011. Calidad de las Aguas. Ecuador. On Line.  
<http://www.pnuma.org/agua-miaac/CODIA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20AGUAS/MATERIAL%20ADICIONAL/PONENCIAS/PARTICIPANTES/Ecuador/CALIDAD%20AGUAS-ECUADOR.pdf>. Accesado 18 de enero del 2010
50. Peterson R & Bogue B. 1989. Water Quality Index (Used in Environmental Assessments), EPA Region 10, Seattle WA
51. Poiree M. Ollier Ch. 1986. Saneamiento Agrícola. Perímetro Mojado. Barcelona. Gersa. Pág 306. On Line.  
[http://books.google.com.ec/books?id=1F92oyfVlvIC&pg=PA306&lpg=PA306&dq=per%C3%ADmetro+mojado&source=bl&ots=0n0dBpGqmL&sig=6H6DhYYoJU1oINN31kBb6\\_vbVPY&hl=es&sa=X&ei=yY8JUKOLF4be0QHO8ZHVAw&ved=0CEUQ6AEwBTgK#v=onepage&q=per%C3%ADmetro%20mojado&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=1F92oyfVlvIC&pg=PA306&lpg=PA306&dq=per%C3%ADmetro+mojado&source=bl&ots=0n0dBpGqmL&sig=6H6DhYYoJU1oINN31kBb6_vbVPY&hl=es&sa=X&ei=yY8JUKOLF4be0QHO8ZHVAw&ved=0CEUQ6AEwBTgK#v=onepage&q=per%C3%ADmetro%20mojado&f=false). Ingresado 20 de julio 2012
52. Ramalho R. 1996. Tratamiento de aguas residuales, Efectos de la Contaminación del agua en el medio ambiente y la biota. Reverte. Pág 14 - 27 On Line.  
<http://books.google.com.ec/books?id=30etGjzPXywC&pg=PA15&dq=contaminacion+de+agua&hl=es&sa=X&ei=yTwbT6nGllzrggfKmrXfCw&ved=0CGI>

Q6AEwCA#v=onepage&q=contaminacion%20de%20agua&f=false.

Accesado 12 de enero del 2012

53. Ramos R., Sepúlvedas R., Villalobos F., 2010. El Agua y El Medio Ambiente, Muestreo y Análisis. Problemática Ambiental. Plaza y Valdez. Pág 27-50.

On Line.

<http://books.google.com.ec/books?id=wCXMVf9bvplC&pg=PA65&dq=contaminacion+fisica+del+agua&hl=es&sa=X&ei=MnY0T5KpJKfFsQKM9p2nAg&ved=0CFgQ6AEwBzgK#v=onepage&q=contaminacion%20fisica%20del%20agua&f=false>. accesado 24 de enero del 2012

54. Romero A. 2007. Los Diques de Corrección Hidrológica. Tipología de Diques. (On Line).

<http://books.google.com.ec/books?id=CFKYLfDbG1IC&pg=PA27&lpq=PA27&dq=TRAGSATEC+1994+Los+diques+se+clasifican+seg%C3%BAAn+la+funci%C3%B3n+espec%C3%ADfica&source=bl&ots=gwoDODJFLV&sig=V6EcDUKOk1byQaLpKuPgvF6GybM&hl=es#v=onepage&q=TRAGSATEC%201994%20Los%20diques%20se%20clasifican%20seg%C3%BAAn%20la%20funci%C3%B3n%20espec%C3%ADfica&f=false>. Accesado 23 de enero 2012

55. Sanchez F. 2009. Tesis Transporte y Dispersión de Contaminantes en Aguas Superficiales. On Line.

[http://www.cibernetia.com/tesis\\_es/CIENCIAS\\_DE\\_LA\\_TIERRA\\_Y\\_DEL\\_ESPACIO/HIDROLOGIA/AGUAS\\_SUPERFICIALES/2](http://www.cibernetia.com/tesis_es/CIENCIAS_DE_LA_TIERRA_Y_DEL_ESPACIO/HIDROLOGIA/AGUAS_SUPERFICIALES/2). accesado 24 de enero del 2012

56. slideshare ,2010. Hidrología General, Cuenca Hidrográfica, On Line.

<http://www.slideshare.net/hotii/7-cuenca-hidrografica>. Accesado 12 de enero del 2012

57. TULAS 2002. Libro 6, Anexo 1. Aguas de uso recreacional. Pág. 30. (On Line).

<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf>. Accesado 27 de febrero 2012

58. Universidad de Costa Rica, 2007. Diagnostico de la Situación de la Microcuenca del Río Purires. Aspecto Hidrológico y Calidad Ambiental, On Line. <http://www.slideshare.net/compurires/diagnostico-microcuenca-ro>

purires. Accesado 12 de enero del 2012

59. Universidad de las Américas 2011. Tesis de Grado. Introducción. (On Line). <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/123456789/132/1/TIA-2011-16.pdf>. Accesado 12 de febrero de 2012
60. Varó J. Segura M. 2009. Curso de Manipulación de Agua de Consumo Humano. Contaminantes Físicos. Universidad de Alicante. (On Line). <http://books.google.com.ec/books?id=qKOakGkYE1QC&pg=PA60&lpg=PA60&dq=Son+!%C3%ADquidos+insolubles+o+s%C3%B3lidos+de+origen+natural+y+de+diversos+productos+sint%C3%A9ticos+que+son+arrojados+ala+gua+como+resultado+de+las+actividades&source=bl&ots=EYzrK328Y6&sig=XqpINOHRE958vJNQ2oScvXrqyls&hl=es&sa=X&ei=AIVNUN2OIZOI9ASO-oG4Cg&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=Son%20!%C3%ADquidos%20insolubles%20o%20s%C3%B3lidos%20de%20origen%20natural%20y%20de%20diversos%20productos%20sint%C3%A9ticos%20que%20son%20arrojados%20ala%20gua%20como%20resultado%20de%20las%20actividades&f=false>. Accesado 24 de enero de 2012.
61. Wambeke 2004. La mmicrocuenca Hidrografica como ámbito de planificación del uso y manejo de los recursos naturales, enfoque Socio-Territorial. (On Line). <http://www.rlc.fao.org/prior/reenat/micro.htm> Accesado enero 25 de 2012

## 9. ANEXOS

### 9.1. PROPUESTA

PROGRAMA DE MONITOREO							
<b>RECURSO AFECTADO:</b>		AGUA					
<b>LUGAR:</b>		Río Pindo Grande (Área de Influencia Dique de Shell)					
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>		Realizar el seguimiento a la calidad de agua en el área de influencia del dique de Shell para la prevención y control de las condiciones del agua, en forma sistemática y periódica.					
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el monitoreo mensual de la calidad del agua en el área de influencia del dique de Shell.</li> <li>• Proporcionar información de la calidad de agua situada en el área de influencia del dique de Shell.</li> <li>• Prevenir el deterioro de la calidad de agua en el sector dique de Shell</li> <li>• Establecer un sistema de vigilancia para evaluar la calidad de agua del sector dique de Shell.</li> <li>• Concientizar a la población sobre la necesidad de conservar la calidad del agua en el sector dique de Shell.</li> </ul>					
ACTIVIDADES		RESPONSABLES	MANDATOS	INDICADORES	RECURSOS	TIEMPO	PRESUP
Monitoreo de calidad de aguas	Georeferenciar las actividades que se generan en el área de influencia.	Técnico del GAD Parroquial de Shell	COOTAD De las competencias de gestión ambiental Art 136.	Mapas	GPS, Cámara	1 mes	6201,6 dólares
	Establecer 03 puntos permanentes de monitoreo de calidad de agua (aguas arriba y aguas abajo) en el área de influencia del dique de Shell.	Técnico GAD Provincial de Pastaza, Municipal de Mera.	COOTAD	Zonificación del área	GPS Cámara Limnómetros	1 mes	
	Realizar el monitoreo mensual de calidad de agua.	Técnico del GAD Municipal de Mera y Parroquial de Shell – Universidad Estatal Amazónica	La Constitución de la República Sección Derechos de Libertad Art. 66 numeral 27. Sección Responsabilidades Art. 8, numeral 6. Sección Agua	Registro fotográfico, bitácora y muestras.	Equipos de medición IN SITU para pH. Temperatura, conductividad, oxígeno disuelto,	12 meses	

			Art. 411. Ley de Gestión Ambiental, COOTAD, Ley de la Contaminación, TULAS.		turbiez. Materiales: frascos de ambar, cooler, material de oficina.		
	Determinar la calidad de agua en el laboratorio para los diferentes puntos de muestreo.	Técnico del GAD Municipal de Mera	La Constitución de la República Sección Derechos de Libertad Art. 66 numeral 27. Sección Responsabilidades Art. 8, numeral 6. Sección Agua Art. 411. Ley de Gestión Ambiental, COOTAD, Ley de la Contaminación, TULAS. (Anexo 1. Tabla 3-9).	Resultados del muestreo de los parámetros del TULAS- Anexo 1 Tabla 3-9	Metales, organofosforados, carbamatos, nitritos, nitratos, cloruros, fosfatos, compuestos fenólicos, tensoactivos.	6 meses	
	Determinar la calidad de agua en el laboratorio para los parámetros que sobrepasaron los límites máximos permisibles.	Técnico del GAD Municipal de Mera	La Constitución de la República Sección Derechos de Libertad Art. 66 numeral 27. Sección Responsabilidades Art. 8, numeral 6. Sección Agua Art. 411. Ley de Gestión Ambiental, COOTAD, Ley de la Contaminación, TULAS. (Anexo 1. Tabla 3-9).	Resultados del muestreo de los parámetros del TULAS- Anexo 1 Tabla 3-9	Coliformes Fecales, Coliformes totales , aceites y grasas.	12 meses	
	Procesamiento estadístico de los resultados y redacción de informes de resultados.	GPPz, Municipio de Mera y GAD Parroquial Shell	La Constitución, COOTAD	Informe mensual en base a resultados de límites permisibles y aplicación del ICA.	Computadora Impresora Cds	12 meses	
Medición de Caudales	Aforo de Caudales	Técnico del GAD Municipal de Mera y Parroquial de	La Constitución de la República. Sección Agua Art 411	Registro de Caudales y	Limnímetros Flotadores Cinta métrica	12 meses	

		Shell		niveles.	Regletas de 2 m Registro Pluviométrico		129 dólares
	Informes de los aforos de los caudales.	GPPz, Municipio de Mera y GAD Parroquial Shell	La Constitución,COOTAD	Informe mensual	Computadora Impresora Cds	12 meses	
<b>TOTAL</b>	<b>6330,6 dólares</b>						

## 9.2. ANALISIS ECONÓMICO

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>No.</b>	<b>Rubro</b>	<b>V. total</b>	<b>Financiamiento</b>		
			<b>Autofinanc.</b>	<b>GADPSHell</b>	<b>UEA</b>
71	Análisis de Agua	4840		4840	
8	Termómetros de punta digital	80			80
1	GPS	320		320	
1	Nivel	16			10
16	Cintas pH.	16			16
8	Cintas de medición	47,2	47,2		
8	Reglas de 1 metro	24	24		
24	Frascos de ambar	288			288
1	cooler	25			25
8	Rerigerantes	12			12
4	Movilización Bus	120			
4	Movilización Camioneta	120			120
720	Impresiones	144	144		
160	Uso de Internet (Horas)	80	80		
1	Cámara	250	250		
<b>SUBTOTAL</b>		<b>6382,2</b>	<b>545,2</b>	<b>5160</b>	<b>551</b>

<b>Imprevistos 5%</b>	319,11
<b>Subtotal</b>	6701,31
<b>IVA 12%</b>	804,1572
<b>TOTAL</b>	<b>7505,467</b>

### 9.3. FOTOGRAFIAS

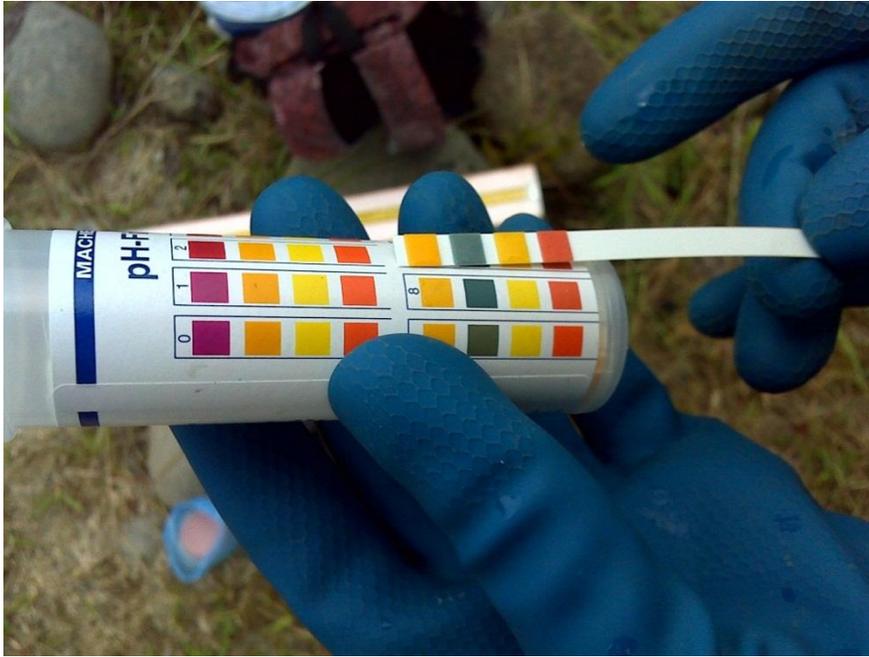
#### 9.3.1. Medición de Caudales





**9.3.2. Muestreo**





## 9.4. DATOS METEOROLÓGICOS

### 9.4.1. Registro Precipitación - Marzo de 2012

#### LISTADO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN (mm)

DÍA/HRS	01--07	07--13	13--19	19--01	SUMA
1	8,5	13,3	0,0	0,0	<b>21,8</b>
2	0,1	27,1	2,8	0,0	<b>30,0</b>
3	0,0	16,0	17,5	0,0	<b>33,5</b>
4	2,4	0,0	9,0	2,3	<b>13,7</b>
5	8,5	3,3	5,6	0,1	<b>17,5</b>
6	1,3	7,4	9,1	0,0	<b>17,8</b>
7	0,0	2,4	4,2	0,0	<b>6,6</b>
8	2,7	5,6	3,4	0,0	<b>11,7</b>
9	1,4	0,3	0,1	9,0	<b>10,8</b>
10	5,1	2,5	3,5	2,9	<b>14,0</b>
11	0,6	2,4	8,8	0,0	<b>11,8</b>
12	8,1	2,0	0,2	5,2	<b>15,5</b>
13	2,2	4,7	0,0	0,0	<b>6,9</b>
14	0,0	0,0	0,0	0,1	<b>0,1</b>
15	0,4	0,5	2,5	0,0	<b>3,4</b>
16	2,0	34,0	0,4	0,0	<b>36,4</b>
17	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
18	0,0	0,0	1,4	1,0	<b>2,4</b>
19	13,2	2,0	23,8	0,1	<b>39,1</b>
20	0,0	20,7	11,0	0,5	<b>32,2</b>
21	10,2	0,8	1,2	20,6	<b>32,8</b>
22	1,4	17,9	0,0	0,0	<b>19,3</b>
23	0,0	2,4	2,9	0,0	<b>5,3</b>
24	0,0	0,0	0,0	1,2	<b>1,2</b>
25	0,0	0,5	0,0	0,0	<b>0,5</b>
26	0,0	0,0	1,1	53,8	<b>54,9</b>
27	15,5	3,0	22,2	0,0	<b>40,7</b>
28	3,7	0,0	3,0	3,5	<b>10,2</b>
29	0,0	10,0	8,1	1,2	<b>19,3</b>
30	15,6	0,3	3,0	0,0	<b>18,9</b>
31	4,3	2,6	0,9	6,5	<b>14,3</b>
<b>SUMA</b>	<b>107,2</b>	<b>181,7</b>	<b>145,7</b>	<b>108,0</b>	<b>542,6</b>
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS					54,9
FECHA MÁXIMA PRECIPITACIÓN					26-mar-12
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN EN EL MES					30
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN MENOR QUE 1 mm					2
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN IGUAL O MAYOR QUE 1 mm					28

Fuente: Dirección General de Aviación Civil Gestión de Meteorología Aeronáutica Climatológica, Shell 2012

### 9.4.2. Registro Precipitación Abril de 2012

#### LISTADO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN (mm)

DÍA/HRS	01--07	07--13	13--19	19--01	SUMA
1	0,4	0,0	5,7	0,5	<b>6,6</b>
2	28,1	0,2	3,5	4,6	<b>36,4</b>
3	5,1	10,3	0,4	0,0	<b>15,8</b>
4	0,0	0,0	0,0	0,2	<b>0,2</b>
5	4,6	1,6	0,6	1,5	<b>8,3</b>
6	0,2	0,0	0,0	0,0	<b>0,2</b>
7	0,0	0,0	13,5	0,0	<b>13,5</b>
8	1,5	7,5	0,0	63,8	<b>72,8</b>
9	4,3	0,0	63,8	5,4	<b>73,5</b>
10	0,0	0,0	1,6	2,4	<b>4,0</b>
11	0,0	0,0	0,0	0,5	<b>0,5</b>
12	2,9	0,0	19,7	1,1	<b>23,7</b>
13	0,1	0,0	2,3	0,0	<b>2,4</b>
14	0,0	0,0	13,2	8,8	<b>22,0</b>
15	0,1	0,0	0,0	0,0	<b>0,1</b>
16	0,0	10,3	2,1	5,2	<b>17,6</b>
17	61,5	5,0	14,0	3,4	<b>83,9</b>
18	0,0	0,4	0,6	0,0	<b>1,0</b>
19	18,6	2,7	1,3	0,0	<b>22,6</b>
20	0,0	0,0	13,9	0,0	<b>13,9</b>
21	1,6	0,0	0,0	0,0	<b>1,6</b>
22	0,0	2,3	10,9	0,5	<b>13,7</b>
23	0,0	0,0	2,3	0,0	<b>2,3</b>
24	0,0	2,5	2,0	0,0	<b>4,5</b>
25	0,0	0,0	3,1	26,7	<b>29,8</b>
26	0,3	3,5	0,0	0,0	<b>3,8</b>
27	0,0	0,0	9,8	0,0	<b>9,8</b>
28	0,0	0,0	20,0	0,6	<b>20,6</b>
29	0,4	0,0	0,0	0,5	<b>0,9</b>
30	0,6	5,3	4,5	76,8	<b>87,2</b>
<b>SUMA</b>	<b>130,3</b>	<b>51,6</b>	<b>208,8</b>	<b>202,5</b>	<b>593,2</b>
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS					87,2
FECHA MÁXIMA PRECIPITACIÓN					30-abr-12
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN EN EL MES					30
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN MENOR QUE 1 mm					5
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN IGUAL O MAYOR QUE 1 mm					25
TRZ = cantidad de precipitación menor a 0.1 mm					

Fuente: Dirección General de Aviación Civil Gestión de Meteorología Aeronáutica Climatológica, Shell 2012

### 9.4.3. Registro Precipitación Mayo de 2012

#### LISTADO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN (mm)

DÍA/HRS	01--07	07--13	13--19	19--01	SUMA
1	9,3	2,9	13,1	3,2	<b>28,5</b>
2	0,4	3,5	2,9	0,0	<b>6,8</b>
3	0,0	0,0	10,5	2,5	<b>13,0</b>
4	0,1	0,0	0,1	0,3	<b>0,5</b>
5	0,0	0,3	4,7	15,4	<b>20,4</b>
6	5,2	0,5	0,1	2,1	<b>7,9</b>
7	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
8	0,4	0,1	0,0	2,2	<b>2,7</b>
9	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
10	0,0	0,1	0,0	0,0	<b>0,1</b>
11	0,0	0,0	0,0	2,0	<b>2,0</b>
12	28,3	0,0	12,5	0,0	<b>40,8</b>
13	1,4	13,2	0,0	0,0	<b>14,6</b>
14	0,0	0,6	5,3	0,0	<b>5,9</b>
15	4,5	2,9	4,3	0,0	<b>11,7</b>
16	0,5	2,6	2,4	43,5	<b>49,0</b>
17	6,8	2,0	17,5	0,1	<b>26,4</b>
18	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
19	6,3	34,8	1,1	0,0	<b>42,2</b>
20	0,0	0,0	0,0	0,8	<b>0,8</b>
21	4,1	5,3	2,3	1,8	<b>13,5</b>
22	0,4	10,9	0,3	0,0	<b>11,6</b>
23	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
24	1,3	2,7	0,0	0,0	<b>4,0</b>
25	0,0	0,0	0,0	0,4	<b>0,4</b>
26	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
27	5,3	0,2	0,4	7,9	<b>13,8</b>
28	0,0	0,2	0,2	2,6	<b>3,0</b>
29	15,6	0,0	10,1	0,0	<b>25,7</b>
30	0,0	0,0	29,0	0,0	<b>29,0</b>
31	0,0	0,4	0,6	0,0	<b>1,0</b>
<b>SUMA</b>	<b>89,9</b>	<b>83,2</b>	<b>117,4</b>	<b>84,8</b>	<b>375,3</b>
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS					49,0
FECHA MÁXIMA PRECIPITACIÓN					16-may-12
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN EN EL MES					25
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN MENOR QUE 1 mm					4
NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIÓN IGUAL O MAYOR QUE 1 mm					21
TRZ = cantidad de precipitación menor a 0.1 mm					

Fuente: Dirección General de Aviación Civil Gestión de Meteorología Aeronáutica Climatológica, Shell 2012

#### 9.4.4. Registro Precipitación Máxima 24 horas (1981 - 2011)

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>S.T</b>	<b>Prom</b>	<b>Mx.Ab</b>	<b>Mn.Ab</b>
1981	161,7	72,3	70,0	102,5	66,7	107,5	86,7	57,0	59,7	96,0	50,7	75,3	1006,1	<b>83,8</b>	161,7	50,7
1982	60,0	87,4	86,5	98,2	170,0	114,0	86,7	104,2	55,1	119,5	71,4	76,5	1129,5	<b>94,1</b>	170,0	55,1
1983	114,4	63,0	86,2	103,4	82,4	58,0	72,4	62,0	85,7	74,4	121,3	46,0	969,2	<b>80,8</b>	121,3	46,0
1984	57,7	45,1	114,3	52,6	79,1	56,5	56,0	141,5	88,3	96,1	57,0	65,6	909,8	<b>75,8</b>	141,5	45,1
1985	82,1	26,5	74,3	102,7	128,0	65,5	51,4	79,9	62,6	124,6	67,6	67,9	933,1	<b>77,8</b>	128,0	26,5
1986	33,6	62,2	58,2	103,5	69,2	61,7	80,7	114,2	80,8	74,8	56,0	76,0	870,9	<b>72,6</b>	114,2	33,6
1987	50,4	63,2	32,8	167,8	56,6	65,3	42,0	62,2	48,4	100,0	46,7	59,7	795,1	<b>66,3</b>	167,8	32,8
1988	67,4	130,0	53,3	36,6	65,5	100,1	101,3	34,1	46,2	72,3	91,1	41,7	839,6	<b>70,0</b>	130,0	34,1
1989	78,6	76,8	31,5	92,5	72,0	92,0	74,5	32,7	60,6	101,8	56,1	44,7	813,8	<b>67,8</b>	101,8	31,5
1990	118,8	104,0	52,8	116,8	58,4	179,8	75,2	44,2	99,1	135,5	58,5	46,3	1089,4	<b>90,8</b>	179,8	44,2
1991	99,2	55,0	64,0	56,3	64,7	94,0	46,2	37,9	74,8	44,6	177,5	94,6	908,8	<b>75,7</b>	177,5	37,9
1992	85,5	65,0	54,9	82,5	57,1	57,4	77,8	68,2	66,7	43,5	69,8	84,3	812,7	<b>67,7</b>	85,5	43,5
1993	63,7	41,0	83,1	90,0	97,5	89,3	62,9	82,0	58,2	106,3	112,0	64,0	950,0	<b>79,2</b>	112,0	41,0
1994	64,0	53,8	62,9	63,7	113,5	38,7	63,8	61,7	77,7	107,9	115,5	88,4	911,6	<b>76,0</b>	115,5	38,7
1995	61,7	79,0	84,2	92,0	121,8	93,6	63,5	32,8	55,2	58,4	56,1	54,6	852,9	<b>71,1</b>	121,8	32,8
1996	90,5	112,4	35,8	45,5	77,7	114,3	47,4	32,6	138,7	84,3	81,5	89,9	950,6	<b>79,2</b>	138,7	32,6
1997	57,4	70,3	47,8	63,3	69,5	72,7	44,8	31,1	55,7	30,5	63,1	54,4	660,6	<b>55,1</b>	72,7	30,5
1998	49,6	90,3	39,4	139,9	104,1	102,5	50,4	52,2	57,2	167,2	41,2	49,0	943,0	<b>78,6</b>	167,2	39,4
1999	52,9	66,9	108,4	62,6	65,3	57,1	45,7	47,0	55,5	44,1	94,7	94,2	794,4	<b>66,2</b>	108,4	44,1
2000	40,7	30,9	42,0	79,1	95,2	115,1	81,5	56,6	79,4	62,6	55,1	56,0	794,2	<b>66,2</b>	115,1	30,9
2001	59,4	80,3	47,6	50,9	74,7	78,1	65,0	71,4	58,9	52,2	55,7	101,3	795,5	<b>66,3</b>	101,3	47,6
2002	55,8	39,4	48,5	72,5	66,3	94,5	75,3	54,6	45,5	65,0	87,8	70,8	776,0	<b>64,7</b>	94,5	39,4
2003	30,0	56,0	59,6	73,1	59,8	67,7	43,0	44,7	86,4	57,7	67,2	84,2	729,4	<b>60,8</b>	86,4	30,0
2004	102,4	29,9	70,3	98,1	155,5	47,2	50,0	54,6	69,1	78,0	71,9	76,0	903,0	<b>75,3</b>	155,5	29,9
2005	93,4	87,9	42,3	72,2	72,0	80,6	110,0	41,7	29,6	69,7	79,5	111,7	890,6	<b>74,2</b>	111,7	29,6
2006	44,5	108,8	35,8	57,9	29,6	36,2	36,9	75,3	56,8	59,7	67,4	60,5	669,4	<b>55,8</b>	108,8	29,6
2007	91,6	38,2	112,3	87,5	101,1	128,0	61,9	96,6	42,0	49,7	86,9	77,1	972,9	<b>81,1</b>	128,0	38,2
2008	95,4	85,8	38,6	74,9	61,3	58,8	58,0	64,3	128,1	69,6	110,6	61,3	906,7	<b>75,6</b>	128,1	38,6
2009	48,1	70,3	51,0	114,6	83,3	71,0	32,8	74,4	24,0	83,3	117,8	55,5	826,1	<b>68,8</b>	117,8	24,0
2010	48,1	105,3	43,8	122,3	82,9	48,4	52,8	41,9	42,9	52,2	53,9	39,6	734,1	<b>61,2</b>	122,3	39,6
2011	61,2	87,1	36,7	66,7	54,0	45,9	51,9	82,7	85,6	85,0	59,6	78,1	794,5	<b>66,2</b>	87,1	36,7
<b>PRO</b>	<b>71,6</b>	<b>70,5</b>	<b>60,3</b>	<b>85,2</b>	<b>82,4</b>	<b>80,4</b>	<b>62,9</b>	<b>62,5</b>	<b>66,9</b>	<b>79,6</b>	<b>77,5</b>	<b>69,2</b>	<b>868,8</b>	<b>72,4</b>	<b>124,9</b>	<b>37,2</b>
<b>Máx</b>	161,7	130,0	114,3	167,8	170,0	179,8	110,0	141,5	138,7	167,2	177,5	111,7	1129,5	94,1	179,8	55,1

Fuente: Dirección General de Aviación Civil Gestión de Meteorología Aeronáutica Climatológica, Shell 2012

### 9.4.5. Registro Precipitación Máxima 24 horas (1981 - 2011)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab
1981	532,4	500,5	386,5	742,8	388,6	553,3	538,6	358,9	401,8	454,0	354,2	524,6	5736,2	<b>478,0</b>	742,8	354,2
1982	405,5	484,4	569,9	711,8	593,5	692,0	319,9	388,0	330,3	663,2	509,7	493,2	6161,4	<b>513,5</b>	711,8	319,9
1983	727,8	245,5	509,2	664,3	463,9	474,9	373,4	194,0	363,3	708,8	642,7	364,3	5732,1	<b>477,7</b>	727,8	194,0
1984	514,7	426,8	509,2	338,6	464,4	589,7	417,8	555,4	604,3	636,8	268,5	313,5	5639,7	<b>470,0</b>	636,8	268,5
1985	304,9	113,1	413,4	603,0	670,5	519,5	265,2	455,1	453,3	515,5	507,4	445,8	5266,7	<b>438,9</b>	670,5	113,1
1986	232,0	520,0	325,1	885,7	566,1	524,9	428,7	541,5	523,7	555,1	357,0	694,7	6154,5	<b>512,9</b>	885,7	232,0
1987	448,6	430,6	245,1	697,7	429,8	591,0	319,1	374,3	328,5	769,9	284,7	338,3	5257,6	<b>438,1</b>	769,9	245,1
1988	341,1	539,1	249,7	160,3	573,7	518,4	419,6	202,9	264,8	500,9	581,4	366,7	4718,6	<b>393,2</b>	581,4	160,3
1989	404,3	515,7	341,6	438,7	600,8	861,2	495,4	263,7	356,7	566,6	463,7	317,3	5625,7	<b>468,8</b>	861,2	263,7
1990	573,5	567,6	433,0	661,8	398,8	738,9	552,2	285,0	385,6	628,9	619,0	426,3	6270,6	<b>522,6</b>	738,9	285,0
1991	444,0	319,0	448,5	477,0	618,4	747,2	366,1	188,5	486,3	362,5	650,6	527,7	5635,8	<b>469,7</b>	747,2	188,5
1992	372,4	379,1	398,3	537,7	432,2	428,1	274,7	408,1	524,1	353,8	444,1	462,3	5014,9	<b>417,9</b>	537,7	274,7
1993	485,8	330,8	633,0	568,4	743,9	410,7	573,7	546,2	475,8	382,1	512,0	534,6	6197,0	<b>516,4</b>	743,9	330,8
1994	534,6	250,4	545,5	537,4	642,7	329,4	395,9	274,8	444,6	751,0	591,2	441,7	5739,2	<b>478,3</b>	751,0	250,4
1995	256,5	331,3	448,5	533,7	600,2	484,6	474,2	210,2	251,7	295,3	579,0	334,7	4799,9	<b>400,0</b>	600,2	210,2
1996	454,4	374,5	328,6	497,6	444,9	480,1	333,4	254,0	525,2	715,6	479,5	379,4	5267,2	<b>438,9</b>	715,6	254,0
1997	357,3	666,7	449,1	396,5	636,7	478,2	262,8	301,8	353,5	270,1	427,9	312,5	4913,1	<b>409,4</b>	666,7	262,8
1998	261,4	457,4	398,1	797,8	449,9	473,8	270,8	329,7	182,2	664,6	277,1	300,3	4863,1	<b>405,3</b>	797,8	182,2
1999	569,4	464,1	459,2	609,0	438,3	518,0	348,3	314,6	299,6	276,9	370,7	591,4	5259,5	<b>438,3</b>	609,0	276,9
2000	323,1	320,6	392,5	562,4	823,9	798,0	484,3	273,6	472,3	303,7	467,8	461,3	5683,5	<b>473,6</b>	823,9	273,6
2001	402,1	424,1	421,3	529,3	441,0	450,1	501,3	237,0	409,6	373,5	281,6	644,8	5115,7	<b>426,3</b>	644,8	237,0
2002	352,2	303,1	424,4	596,1	481,2	297,1	719,9	360,4	298,0	430,9	587,5	332,1	5182,9	<b>431,9</b>	719,9	297,1
2003	331,5	409,0	534,6	559,2	511,3	575,4	340,2	240,5	415,7	490,4	408,1	528,4	5344,3	<b>445,4</b>	575,4	240,5
2004	362,1	184,8	444,7	551,8	959,6	444,0	422,6	413,6	325,1	537,2	544,9	564,9	5755,3	<b>479,6</b>	959,6	184,8
2005	354,8	573,9	381,0	581,6	475,7	524,5	339,6	306,8	189,8	375,3	625,8	580,6	5309,4	<b>442,5</b>	625,8	189,8
2006	404,9	501,8	358,2	452,0	291,6	359,6	267,8	328,2	341,0	362,8	562,8	611,1	4841,8	<b>403,5</b>	611,1	267,8
2007	461,6	137,3	559,2	632,5	592,0	593,1	437,9	418,6	260,8	462,7	648,8	436,5	5641,0	<b>470,1</b>	648,8	137,3
2008	433,7	436,6	288,8	477,3	619,6	389,2	389,4	276,3	448,1	406,1	534,9	421,4	5121,4	<b>426,8</b>	619,6	276,3
2009	593,9	431,6	413,5	631,1	543,0	493,6	257,4	375,1	177,3	443,2	347,4	371,3	5078,4	<b>423,2</b>	631,1	177,3
2010	213,9	476,2	433,5	693,1	552,3	304,8	311,2	115,2	209,0	288,5	360,4	393,4	4351,5	<b>362,6</b>	693,1	115,2
2011	401,0	310,4	244,5	471,1	329,6	317,6	404,7	424,7	352,2	464,1	473,8	491,0	4684,7	<b>390,4</b>	491,0	244,5
<b>Prom</b>	<b>414,7</b>	<b>400,8</b>	<b>419,0</b>	<b>567,7</b>	<b>541,2</b>	<b>514,9</b>	<b>397,0</b>	<b>329,6</b>	<b>369,5</b>	<b>484,2</b>	<b>476,3</b>	<b>451,8</b>	<b>5366,5</b>	<b>447,2</b>	<b>694,8</b>	<b>235,7</b>
<b>Máx</b>	<b>727,8</b>	<b>666,7</b>	<b>633,0</b>	<b>885,7</b>	<b>959,6</b>	<b>861,2</b>	<b>719,9</b>	<b>555,4</b>	<b>604,3</b>	<b>769,9</b>	<b>650,6</b>	<b>694,7</b>	<b>6270,6</b>	<b>522,6</b>	<b>959,6</b>	<b>354,2</b>
<b>Mín</b>	<b>213,9</b>	<b>113,1</b>	<b>244,5</b>	<b>160,3</b>	<b>291,6</b>	<b>297,1</b>	<b>257,4</b>	<b>115,2</b>	<b>177,3</b>	<b>270,1</b>	<b>268,5</b>	<b>300,3</b>	<b>4351,5</b>	<b>362,6</b>	<b>491,0</b>	<b>113,1</b>

Fuente: Dirección General de Aviación Civil Gestión de Meteorología Aeronáutica Climatológica, Shell 2012

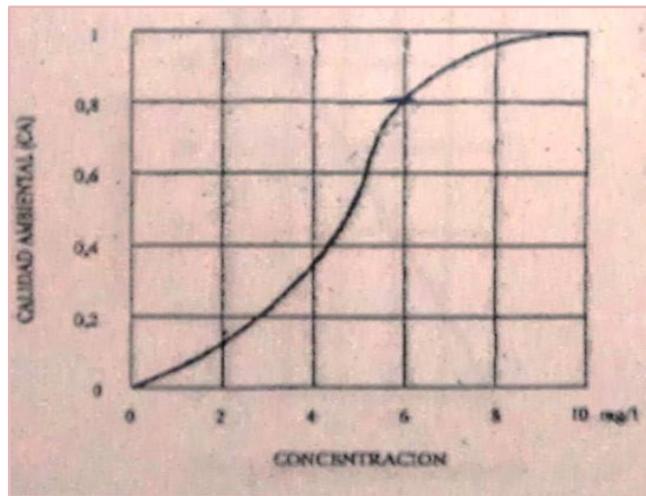
#### 9.4.6. Registro Histórico (1981 -2011)

AÑO	TEMPERATURA MEDIA °C	HUMEDAD RELATIVA MEDIA %	PLUVIOSIDAD (mm)
	PROMEDIO		
1981	21,4	85	478,0
1982	21,4	86	513,5
1983	21,7	81	477,7
1984	21,3	83	470,0
1985	21,6	80	438,9
1986	21,4	84	512,9
1987	22,1	83	438,1
1988	21,9	85	393,2
1989	21,4	87	468,8
1990	21,7	83	522,6
1991	21,8	81	469,7
1992	21,9	81	417,9
1993	21,6	83	516,4
1994	21,7	83	478,3
1995	22,4	81	400,0
1996	21,8	81	438,9
1997	22	83	409,4
1998	22,5	84	405,3
1999	21,4	88	438,3
2000	21,5	87	473,6
2001	21,7	81	426,3
2002	21,5	83	431,9
2003	21,5	84	445,4
2004	21,4	83	479,6
2005	21,3	83	442,5
2006	21,6	85	403,5
2007	21,4	85	470,1
2008	21,1	86	426,8
2009	21,4	86	423,2
2010	21,9	83	362,6
2011	21,5	82	390,4

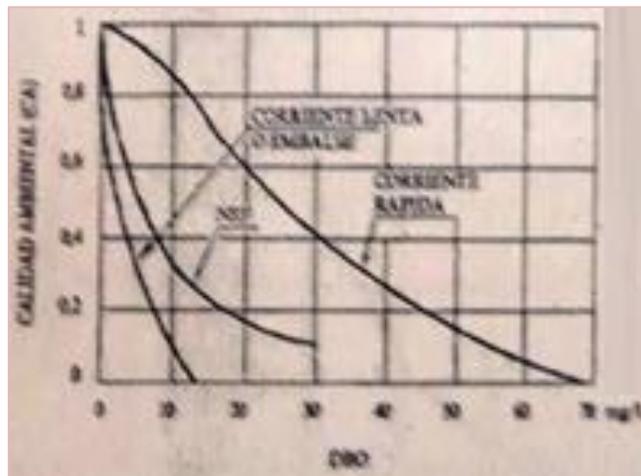
Fuente: DAC 2012

## 9.5. GRAFICAS CALIDAD AMBIENTAL

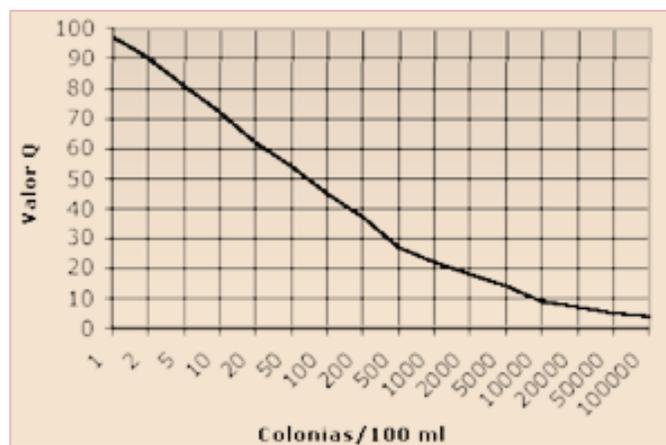
### 9.5.1. Oxigeno



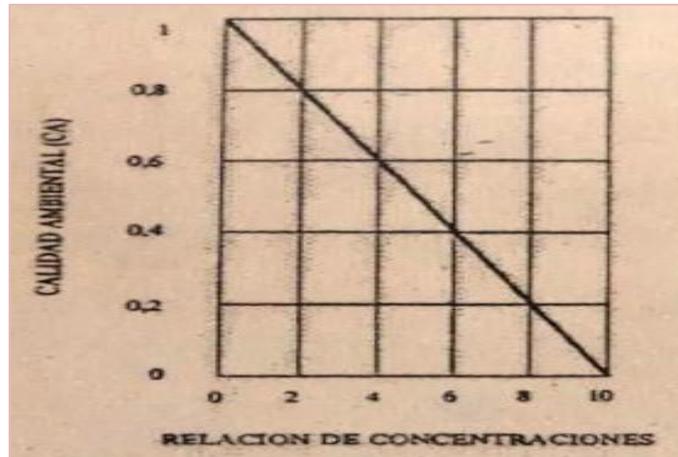
### 9.5.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno



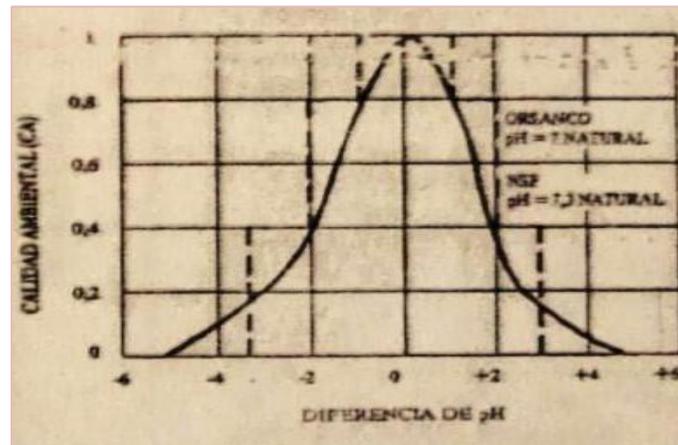
### 9.5.3. Coliformes Fecales



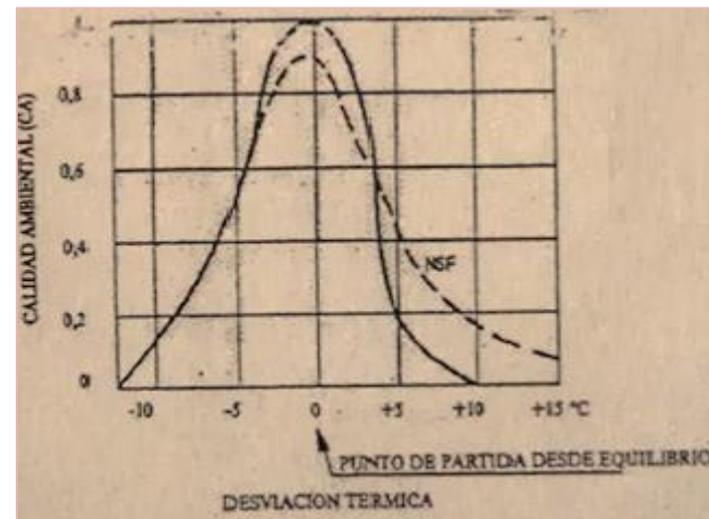
#### 9.5.4. Plaguicidas



#### 9.5.5. Potencial de Hidrógeno



#### 9.5.6. Desviación de Temperatura



## 9.6.DATOS CESTTA