

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL MECANISMO DE  
RETRIBUCIÓN POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE  
MOYOBAMBA (2006 – 2014)**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES,  
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**MARCO ARTIDORO RIOS ANGULO**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2015**

## DEDICATORIA

A Dios, mi roca y mi fortaleza, *non nobis, domine, non nobis, sed nomini tuo da gloriam.*

A mi madre, Luz Alvita Angulo Ruiz, por su amor, comprensión y sacrificio para verme convertido en profesional.

A mi padre, Marco Antonio Rios Romero, y mis hermanos, Artemio Eleazar y Martín Masías, por ser mis ejemplos y, por confiar en mí y en mi capacidad de seguir siendo un buen líder y profesional.

A mi tía Haydeli Angulo Ruiz, por su gran apoyo en los momentos importantes.

A Paula Lisseth Celis Arista, por su amor, amistad, respeto y lealtad.

En el cielo, a Petronila Ruiz, Vicente Angulo, Dora Romero, Antonio Rios y Roberto Mendieta, por iluminar mis triunfos y reconfortarme en mis caídas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. M.Sc. Juan Pablo Rengifo Trigozo, por su amistad, colaboración, valiosos aportes y recomendaciones, durante todo el proceso de formulación, ejecución y sustentación de la presente tesis en su calidad de asesor.

A los miembros de jurado calificador, Ing. M.Sc. Lucio Manrique de Lara Suárez, Ing. M.Sc. Erle Bustamante Escaglione, Ing. M.Sc. Sandro Ruiz Castre, Ing. M.Sc. Nelino Florida Rofner, por sus valiosos aportes y recomendaciones.

A todas las instituciones, organizaciones y personas particulares que conforman el Comité Gestor de las Compensaciones por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba, por haberme permitido ser parte de un proyecto que acapara la atención nacional y mundial, en el marco de la Implementación de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hídricos.

A todos los que conforman la comunidad de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en general y la Facultad de Recursos Naturales Renovables en particular, por ser parte de la historia de mi formación profesional.

A la familia Saldaña Arévalo, Sr. Luis, Sra. Ofelia, Anthony Mitchel y Carla, por su amistad y por haberme arropado con calor familiar durante mi estadía en la ciudad de Tingo María.

## ÍNDICE

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Los servicios ecosistémicos.....	4
2.2. El mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos de Moyobamba.....	5
2.2.1. Antecedentes.....	5
2.2.2. Línea del tiempo de la implementación del mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba...	6
2.2.2. El MRSE de Moyobamba y los efectos de la variabilidad climática.....	10
2.3. Guía de monitoreo de Impactos e indicadores de calidad de agua del MRSE de Moyobamba.....	12
2.3.1. Guía de Monitoreo de Impactos.....	12
2.4. Parámetros de calidad de agua y el MRSE de Moyobamba.....	15
2.4.1. pH del agua.....	15
2.4.1.1. Importancia para el MRSE de Moyobamba.....	15
2.4.1.2. Toxicidad de las aguas mieles del café.....	15
2.4.1.3. El pH del agua y los estándares nacionales para la calidad ambiental del agua.....	15
2.4.2. Coliformes fecales.....	16
2.4.2.1. Importancia para el MRSE de Moyobamba.....	16
2.4.2.2. Límites máximos permisibles.....	16

2.4.3. Insumos químicos para el tratamiento de la turbidez del agua y número de horas de corte del servicio de captación que se presentan por problemas de turbidez.....	17
2.4.3.1. Importancia para el MRSE de Moyobamba.....	17
2.5. Otras experiencias en retribución por servicios ecosistémicos hídricos.....	18
2.5.1. Fondo Ambiental del Agua – FONAQ (Quito – Ecuador).....	18
2.5.2. PROCUENCA (Caldas – Ecuador).....	21
2.5.3. Proyecto “Productores de Agua y Bosque” (cuenca del río Guandú, Río de Janeiro – Brasil).....	22
2.5.4. Proyecto “Conservador de las Aguas” (Extrema, Mina Gerais – Brasil).....	24
2.5.5. Proyecto “Agente Ambiental – Productor rural prestador de servicios ambientales (cuenca del río Xopotó, Mina Gerais – Brasil).....	26
2.5.5.1. Principios, criterios e indicadores para los sistemas de pago por servicios ambientales.....	27
2.6. Crecimiento de la población beneficiaria del MRSE de Moyobamba.....	28
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	29
3.2. Descripción de la zona de estudio.....	30
3.2.1. Zona de vida.....	30
3.2.2. Clima.....	30
3.2.2.1. Temperatura.....	30



4.3. Indicador: coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación.....	44
4.3.1. Coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu.....	44
4.3.2. Coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishquiyacu.....	46
4.3.3. Coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra.....	48
4.4. Indicador: insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua (sulfato de aluminio y polímero catiónico).....	50
4.4.1. Consumo de sulfato de aluminio para el tratamiento de la turbidez del agua en la PTAP San Mateo.....	51
4.4.2. Consumo de polímero catiónico para el tratamiento de la turbidez del agua en la PTAP San Mateo.....	55
4.5. Indicador: número de horas de corte de servicio de captación que se presentan por problemas de turbidez.....	62
4.5.1. Número de horas de cortes del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu.	62
4.5.2. Número de horas de cortes del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishquiyacu.....	64
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>69</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>

<b>VIII. ABSTRACT.....</b>	<b>82</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
Anexo 01. Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	90
Anexo 02. Comportamiento de la precipitación en Moyobamba.....	91
Anexo 03. Comportamiento de los indicadores de calidad de agua.....	84
Anexo 04. Panel fotográfico.....	129



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Línea del tiempo del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba.....	6
2. Indicadores del MRSE de Moyobamba – área de impacto: gobernabilidad.....	13
3. Indicadores del MRSE de Moyobamba – área de impacto: gestión del MRSE.....	13
4. Indicadores del MRSE de Moyobamba – área de impacto: calidad de agua.....	14
5. Indicadores del MRSE de Moyobamba – área de impacto: ecosistema y biodiversidad.....	14
6. Límites máximos permisibles con respecto al agua destinada para uso poblacional.....	17
7. Guía de evaluación de propiedades rurales para el caso del proyecto agente ambiental – Principio 3. Caracterización ambiental calidad del agua – Principio 1. Calidad del agua.....	27
8. Crecimiento de la población beneficiaria del MRSE de Moyobamba.....	28
9. Tabla ANVA.....	34
10. Comportamiento de la precipitación mensual promedio durante el periodo 2006 – 2014v.....	40
11. Reporte de pH del agua en la PTAP San Mateo (2006 – 2014).....	41
12. Niveles de pH del agua con respecto a los meses de beneficio del café.....	41
13. ANVA de los valores de pH del agua con relación a los meses de beneficio del café durante el periodo 2006 – 2014.....	42

14. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) sobre el nivel de pH del agua con respecto a los meses de beneficio del café (2006 – 2014).....	43
15. NTC.100ml <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu (2007 – 2014).....	44
16. NTC.100ml <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishquiyacu (2007 – 2014).....	46
17. NTC.100 <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra (2006 – 2014).....	48
18. Metros cúbicos de agua tratada producida en la planta de tratamiento de agua potable San Mateo de la EPS Moyobamba (2006 – 2014).....	51
19. Consumo de sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable San Mateo – EPS Moyobamba (2006 – 2010).....	52
20. Consumo de sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable San Mateo – EPS Moyobamba (2011 – 2014).....	52
21. Consumo de polímero catiónico en la planta de tratamiento de agua potable San Mateo – EPS Moyobamba (2006 – 2010).....	56
22. Consumo de polímero catiónico en la planta de tratamiento de agua potable San Mateo – EPS Moyobamba (2011 – 2014).....	56
23. Variación porcentual del consumo de sulfato de aluminio en la planta de tratamiento de agua potable San Mateo – EPS Moyobamba (2006 – 2014) con respecto al año base 2008.....	59
24. Variación porcentual del consumo de polímero catiónico en la planta de tratamiento de agua potable San Mateo – EPS Moyobamba (2006 – 2014) con respecto al año base 2008.....	59
25. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por	

problemas de turbidez en la quebrada Rumiycacu (2006 – 2010).....	61
26. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiycacu (2011 – 2014).....	62
27. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishqiyacu (2006 – 2010).....	64
28. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishqiyacu (2011 – 2014).....	64
29. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiycacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008.....	66
30. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishqiyacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008..	67
31. Comportamiento de la precipitación mensual de Moyobamba durante el periodo 1970 – 2014.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Datos pluviométricos de la Estación Meteorológica CO Moyobamba (2006 – 2014).....	39
2. Comportamiento de la precipitación mensual promedio durante el periodo 2006 – 2014.....	40
3. Nivel de pH del agua con relación a los meses de beneficio del café vs la precipitación anual acumulada (2006 – 2014).....	42
4. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2007 – 2014).....	45
5. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishquiyacu vs precipitación acumulada (2007 – 2014).....	47
6. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2007 – 2014)..	49
7. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de las quebradas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra vs precipitación acumulada (2007 – 2014).....	50
8. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2006 – 2014).....	54
9. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006 – 2014).....	54
10. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS	

Moyobamba vs precipitación acumulada (2006 – 2014).....	58
11. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006 – 2014).....	58
12. Variación porcentual del consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo (2006 – 2014) con respecto al año base 2008.....	60
13. Variación porcentual del consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo (2006 – 2014) con respecto al año base 2008.....	60
14. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu versus la precipitación acumulada (2006 – 2014).....	63
15. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu versus la producción de agua tratada (2006 – 2014).....	63
16. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishquiyacu versus la precipitación acumulada (2006 – 2014).....	65
17. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu versus la producción de agua tratada (2006 – 2014).....	66
18. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008.....	67
19. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishquiyacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008..	68

20. Mapa de ubicación de la Zona de Conservación y Recuperación de Ecosistemas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra en Moyobamba.....	90
21. Datos pluviométricos de la Estación Meteorológica CO Moyobamba (1970 – 2014).....	93
22. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2006.....	94
23. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2007.....	94
24. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2008.....	95
25. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2009.....	95
26. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2010.....	96
27. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2011.....	96
28. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2012.....	97
29. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2013.....	97
30. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2014.....	98
31. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2007)..	99
32. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2008)..	99
33. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2009)..	100
34. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2010)..	100
35. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2011)..	101
36. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2012)..	101
37. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de	

captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2013)..	102
38. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2014)..	102
39. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2007).....	103
40. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2008).....	103
41. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2009).....	104
42. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2010).....	104
43. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2011).....	105
44. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2012).....	105
45. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2013).....	106
46. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de	

captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2014)..	106
47. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2007)..	107
48. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2008)..	107
49. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2009)..	108
50. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2010)..	108
51. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2011)..	109
52. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2012)..	109
53. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2013)..	110
54. NTC.100lm <sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2014)..	110
55. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2006).....	111
56. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006).....	111
57. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2007).....	112
58. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2007).....	112



59. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2008).....	113
60. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2008).....	113
61. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2009).....	114
62. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2009).....	114
63. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2010).....	115
64. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2010).....	115
65. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2011).....	116
66. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2011).....	116
67. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2012).....	117
68. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2012).....	117
69. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2013).....	118
70. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2013).....	118
71. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS	

Moyobamba vs precipitación acumulada (2014).....	119
72. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2014).....	119
73. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2006).....	120
74. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006).....	120
75. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2007).....	121
76. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2007).....	121
77. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2008).....	122
78. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2008).....	122
79. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2009).....	123
80. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2009).....	123
81. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2010).....	124
82. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2010).....	124
83. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2011).....	125

84. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2011).....	125
85. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2012).....	126
86. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2012).....	126
87. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2013).....	127
88. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2013).....	127
89. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2014).....	128
90. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2014).....	128
91. Reunión con el pleno del comité gestor de la compensaciones por servicios ecosistémicos de Moyobamba.....	129
92. Reconocimiento del área en compañía del personal de la EPS Moyobamba y el Ing. Marco Ríos Romero (PEAM).....	129
93. Georreferenciación de algunos puntos de interés en la microcuenca Mishquiyacu.....	130
94. Entrevista con caficultor posesionario en la microcuenca Rumiyaçu junto al Tec. Agropecuario José López Ramírez (EPS Moyobamba).....	130
95. Visita de los representantes del Congreso de la República, Ministerio del Ambiente, SUNASS y CONDESAN a la microcuenca Rumiyaçu.....	131
96. Reunión multinivel entre el Comité Gestor, representantes del Congreso de la República, MINAM, SUNASS, CONDESAN, GIZ y Consejo	

Regional de San Martín, evaluación Ley N°30215.....	131
97. Desborde la quebrada Rumiyaçu, 21 de marzo del año 2013.....	132
98. Colapso y pérdida total de la infraestructura de captación en la quebrada Mishquiyaçu ocasionado por un huayco, 15 de noviembre del año 2014.....	132
99. Evaluación de daños tras el colapso de la infraestructura de captación de la quebrada Mishquiyaçu, 15 de noviembre del 2014.....	133
100. Trabajos de rehabilitación temporal de la captación Mishquiyaçu y la línea de conducción de la captación Rumiyaçu, 17 de noviembre del 2014.....	133
101. Registro de control de calidad de agua del departamento de control de calidad de la EPS Moyobamba.....	134
102. Ejemplo del formato de control operacional PTAP San Mateo – registro de pH y turbidez al ingreso de planta.....	134
103. Ejemplo del registro del análisis físico – químico de fuentes superficiales, Qdas. Rumiyaçu, Mishquiyaçu y Almendra – pH.....	135
104. Ejemplo del registro del análisis físico – químico de fuentes superficiales, Qdas. Rumiyaçu, Mishquiyaçu y Almendra – Coliformes fecales.....	135

## RESUMEN

El trabajo se centró en establecer si las acciones ejecutadas en el marco de la implementación del mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos de Moyobamba (MRSE), tuvieron influencia en el comportamiento de los indicadores de calidad de agua. Con base en la metodología establecida en la “Guía de monitoreo de impactos” (MINAM, 2010b) se evaluó el comportamiento de los indicadores: pH del agua, coliformes fecales, insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez y número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez, durante el periodo 2006 al 2014. El indicador pH del agua mostró un comportamiento regular, no influenciado por las aguas mieles del café, que es lo que se temía cuando se elaboró la guía de monitoreo de impactos; el indicador coliformes fecales, mostró un comportamiento errático aunque siempre manteniéndose dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP); el indicador consumo de insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua, mostró un comportamiento aceptable hasta el año 2012, posterior a este año, se observó incrementos muy marcados, situación que guarda una estrecha relación con la disminución de la cobertura del suelo, debido a la renovación de extensas áreas de cafetales afectados por el accionar de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broom); y el indicador número de horas de corte de servicio de captación de agua, mostró en general un comportamiento óptimo entre los años 2006 al 2012, con un posterior comportamiento negativo durante los años 2013 y 2014, en sintonía con el indicador anterior. En conclusión los resultados obtenidos mostraron valores no deseables durante los dos primeros años del periodo de evaluación para todos los indicadores (2006-2007), para posteriormente obtener valores ideales, demostrando así la influencia del MRSE.

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2010a), el caso de las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra, se constituye en la primera experiencia documentada en el Perú sobre la implementación de un mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos (MRSE). Estas microcuencas, abastecen al sistema de agua potable de la ciudad de Moyobamba (provincia Moyobamba – Región San Martín), que posee una población de 78,157 habitantes (MPM, 2013); este servicio está a cargo de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Moyobamba (EPS Moyobamba).

El proceso se inicia el año 2004, con estudios de diagnóstico que sustentaron la alta preocupación por el estado de degradación de las microcuencas. El desafío consistía en modificar el uso de la tierra y los hábitos de la población asentada en las mismas y orientarlos hacia un estilo de vida que integre prácticas de conservación y recuperación de ecosistemas (MINAM, 2010a). Desde el 2009 hasta la actualidad, se vienen realizando acciones directas en las tres microcuencas (MINAM, 2010b).

En base a lo expuesto, se plantea la siguiente interrogante ¿Las acciones realizadas en las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra, en el marco de la implementación del MRSE de Moyobamba, influyen en el

comportamiento de los indicadores de calidad de agua?.

Los indicadores evaluados fueron: pH del agua en zonas de captación con relación a los meses de beneficio del café; coliformes fecales presentes en el agua; Insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua; y número de horas de cortes de servicio presentados por los problemas de turbidez, planteándose la hipótesis siguiente: “las acciones que se vienen ejecutando en las microcuencas Rumiycu, Mishquiyacu y Almendra, en el marco del MRSE de Moyobamba, influyen directa e indirectamente en el comportamiento de los indicadores de calidad de agua a cargo de la EPS Moyobamba”. Para verificar esto, se proponen los siguientes objetivos:

### **1.1. Objetivo General**

Monitorear el comportamiento de los indicadores de calidad de agua del mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos de Moyobamba, periodo 2006 – 2014.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el comportamiento de la precipitación anual de Moyobamba (2006 – 2014).
- Evaluar el comportamiento de los indicadores pH del agua, coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación, insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua y número de horas de cortes de servicio por problemas de turbidez (2006 – 2014).

- Evaluar el comportamiento de los indicadores, frente a la variabilidad climática a nivel de la precipitación anual de Moyobamba (2006 – 2014).
- Evaluar el efecto del MRSE de Moyobamba sobre los indicadores de calidad de agua que están a cargo de la EPS Moyobamba.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Los servicios ecosistémicos

Los servicios de los ecosistemas son los servicios que las personas recibimos de los ecosistemas y que mantienen directa o indirectamente nuestra calidad de vida. En el estudio “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” (MILLENNIUM ASSESSMENT, 2005) se clasifican en cuatro tipos de servicios: 1) de provisión (alimentos, agua, energía); 2) servicios de regulación (como la purificación del agua y la regulación hídrica y climática); 3) servicios culturales (educación, ocio) y 4) servicios de soporte, los que mantienen a todos los demás servicios (ciclo de nutrientes, formación del suelo).

Los ecosistemas constituyen un capital natural que es necesario conservar para disponer de servicios como la regulación y balance hídrico, fijación de carbono, fertilidad del suelo, polinización, filtración de contaminantes, control de las inundaciones, recreación y valores estéticos y espirituales (DAILY, 1997). Estos servicios Ecosistémicos tienen consecuencias en la prosperidad de la sociedad humana y, no sólo en su economía, sino también en la salud, las relaciones sociales, libertades o la seguridad (MILLENNIUM ASSESSMENT, 2005).

En los últimos años, la alteración de los ecosistemas a gran escala, como la conversión de ecosistemas naturales en monocultivos agrícolas, ha

conducido a un incremento en algunos servicios de provisión (como producción de alimento), a expensas de varios servicios de regulación y servicios culturales de los ecosistemas (VITOUSEK, 1997). Por ello, el conocimiento de la distribución de estos servicios es muy informativo y útil para tomar decisiones de cara a la gestión. También es necesario el desarrollo de experiencias para el estudio y aplicación de los servicios de los ecosistemas y la definición de prioridades para trabajos futuros (DAILY Y MATSON, 2008), ya que las áreas relevantes para la provisión de servicios de los ecosistemas deberían priorizarse para ser gestionadas de una manera sostenible, asegurando la provisión presente y futura de estos servicios (EGOH *et al.*, 2007).

## **2.2. El mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos (MRSE) de Moyobamba**

RIOS (2014) muestra el MRSE de Moyobamba desde sus inicios hasta la actualidad, identificando los principales problemas que motivaron esta iniciativa, así como, el proceso de la implementación del MRSE y las alternativas de solución planteadas y ejecutadas y, próximos pasos.

### **2.2.1. Antecedentes**

Hacia finales de la década de 1990, las principales instituciones que trabajaban en temas ambientales en la ciudad de Moyobamba, vieron con preocupación que los caudales de las quebradas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra (principales fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable) iban disminuyendo, por ejemplo, se pasó de tener  $55 \text{ Lt.s}^{-1}$  en promedio de carga en la quebrada Rumiyacu durante los 90's, a tener  $38 \text{ Lt.s}^{-1}$  en promedio en la

primera década del presente siglo, debido a la ocupación desordenada del territorio que abarca las microcuencas de cada quebrada, en especial las fajas marginales y cabeceras o nacientes, debido a la instalación del monocultivo del café por una creciente población migrante (curiosamente el café es uno de los productos bandera de la región), sin tener en cuenta ninguna práctica asociada al control de erosión de suelos, intangibilidad de nacientes y fajas marginales, manejo de cultivo asociado a otras especies (sistemas agroforestales), etc. (MORENO, 2005)

Esta situación, ponía en riesgo la calidad de vida de la población urbana y rural, lo que se traducía en menores horas del servicio (de casi 24 horas continuas a 17 horas de servicio por día en promedio) y mayores costos para el tratamiento de la turbidez del agua en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de la EPS Moyobamba, en menos de una década se pasó de tener un gasto promedio de S/.48,000.00 Nuevos Soles a más de S/.78,000.00 Nuevos Soles al año.

### **2.2.2. Línea del tiempo de la implementación del mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos de Moyobamba**

Cuadro 1. Línea del tiempo del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba

<b>Años Décadas</b>	<b>Problema identificado</b>	<b>Acciones ejecutadas</b>	<b>Resultados obtenidos</b>
2000 - 2003	Disminución de la calidad del agua de las quebradas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra	Instituciones públicas y privadas se reúnen en mesas técnicas para tratar la problemática de las microcuencas.	Búsqueda de financiamiento para primeros estudios y línea base.

2004	Degradación de los ecosistemas de las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra.	Creación de Área de Conservación Municipal Rumiyacu y Mishquiyacu (OM N°061 y 075). Instituciones involucradas diseñan y proponen un mecanismo tipo PSA.	Limitación del ingreso de nuevos migrantes.  Delimitación georreferenciada de las microcuencas.
2005	EPS Moyobamba sin logística para intervenir en microcuencas.  Desconocimiento de la intención de aporte económico de la población urbana.	Convenio EPS Moyobamba y GTZ, permite implementar oficina de Medio Ambiente.  SUNASS financia estudio de factibilidad de aporte voluntario de los usuarios del servicio de agua potable.	EPS Moyobamba ejecuta pequeñas acciones desde las zonas de captación hasta las nacientes de las quebradas.  El estudio de factibilidad fija en S/. 3.50 la voluntad de aporte de la población usuaria del servicio de agua potable.
2006	Ausencia de inversión importante en las microcuencas.	PEAM en convenio con GTZ, ejecutan partidas presupuestales para primeros estudios y formulación de un PIP.  Municipalidad Provincial de Moyobamba destina recursos económicos para ejecutar acciones en las microcuencas.	Ejecución de estudios sociales, económicos y ambientales en las microcuencas.  PEAM elabora el perfil del PIP "Recuperación de los servicios ecosistémicos de las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra" (RSE – S/. 1'500,000.00).  MPM a través de su Gerencia de Gestión y Desarrollo Ambiental, realiza talleres de concientización y protección ambiental dirigidos a los pobladores de las microcuencas.
2007	EPS Moyobamba no cuenta con un marco legal para recaudar y ejecutar fondos del aporte voluntario.  Ausencia de un comité	Resolución N°80-2007-SUNASS, aprueba PMO de EPS Moyobamba, aprueba recaudación voluntaria y la fija en S/.1.00 por cada conexión.  SUNASS sugiere la	EPS Moyobamba apertura una cuenta intangible para recepcionar los recursos provenientes de los aportes voluntarios.  Se crea el Comité

de vigilancia que realice la supervisión y fiscalización de fondos recaudados por EPS Moyobamba. creación de un Gestor de las Compensaciones por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba. organismo que supervise y fiscalice los fondos recaudados.

2008	<p>Quedan sin efecto ACM Rumiyacu y Mishquiyacu.</p> <p>Ausencia de indicadores para monitorear impacto de las acciones ejecutadas en las microcuencas.</p>	<p>RM N°656-2006-EF-10, otorga facultades para la inmatriculación de áreas a favor del estado peruano a las regiones Arequipa, Piura, Amazonas y San Martín.</p> <p>PEAM, GTZ y MINAM, firman convenio para la elaboración de documentos de gestión del MRSE de Moyobamba.</p>	<p>GRSM inmatricula 2430 ha. ZAVA Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra.</p> <p>MINAM publica: 01. Guía de monitoreo de impactos; 02. Lecciones aprendidas; 03. Información de línea base para el monitoreo de impactos; 04. Principios básicos de los acuerdos de conservación de los servicios ecosistémicos.</p>
2009	<p>Acciones en las microcuencas se realizan de manera esporádica y sin la generación de impactos esperados.</p>	<p>SUNASS aprueba el sistema de monitoreo de 12 indicadores.</p> <p>EPS Moyobamba, SUNASS y MINAM, firman convenio para fortalecimiento del mecanismo.</p>	<p>EPS Moyobamba inicia la recaudación de los aportes voluntarios y PEAM inicia la ejecución de PIP RSE.</p> <p>EPS Moyobamba presenta el perfil de PIP "Mejoramiento, conservación y recuperación de las nacientes y fajas marginales de las quebradas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra" (PMM-RMA, S/. 564,000.00)</p>
2010	<p>Ausencia de marco administrativo legal para ejecutar retribuciones. Ausencia de cadenas de valor identificadas.</p> <p>Mínimo involucramiento de las poblaciones asentadas en las microcuencas.</p>	<p>RSE/PEAM propone la firma de Acuerdos de Retribución, conformación de Unidades de Gestión Local (UGL) e identificación de cadenas de valor.</p>	<p>Se firman los primeros acuerdos de retribución. Se conforman las UGL sobre la base social de las rondas</p> <p>Se identifican las cadenas de valor distintas a la caficultura: apicultura y artesanía.</p>

2011	Intervención mínima de EPS Moyobamba.	El Gobierno Regional de San Martín, aprueba la ejecución del PIP PMM-RMA por parte de EPS Moyobamba.	EPS Moyobamba, ejecuta fondos recaudados del aporte voluntario. PMM-RMA/EPS, RSE/PEAM, GIZ firman convenio para fortalecer equipos técnicos que intervienen en las microcuencas.
2012	Solo se tiene firmados 18 acuerdos de retribución.	RSE/PEAM, solicita ampliación presupuestal para cumplir con objetivos de expediente técnico y mejorar la cooperación con EPS Moyobamba.	PEAM y EPS Moyobamba, construyen 17 letrinas mejoradas. Fortalece las cadenas de valor apicultura y artesanía.
2012	Posesionarios que aún no reciben beneficios de la retribución solicitan ser beneficiarios de las mismas.	PMM-RMA/EPS y RSE/PEAM, planifican ampliación intensiva de beneficios de la retribución a más poseesionarios.  EPS Moyobamba firma convenio con Embajada de la República Federal de Alemania (ERFA), para brindar saneamiento rural en las microcuencas.	En convenio con la ERFA, EPS Moyobamba construye 30 ecosanitarios para poseesionarios asentados zonas próximas a las quebradas.  Comité Gestor presenta ante la Autoridad Regional Ambiental el Plan de Gestión de la ZAVA-RMA.
2013	RSE/PEAM cierra operaciones.	Ejecutivo promulga la Ley N° 30045 Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento.	Con la R.E.R. N° 182-2013-GRSM/PGR, ZAVA pasa a ser Zona de Conservación y Recuperación de Ecosistemas.  Art. 05 de Ley N° 30045, otorga facultades a las EPS para destinar recursos pro conservación y/o recuperación de sus zonas de producción hídrica.
	Ausencia de marco		Vía gestión del CG, se

	legal a nivel de SUNASS para intervenir en zonas de producción hídrica.		destinan fondos de cooperación para el cumplimiento de metas.
	Respaldo intermitente de la población urbana hacia el MRSE.	EPS Moyobamba firma convenio con RARE International.	El convenio con RARE International permite aplicar la “mercadotecnia social”.
2014	PMM-RMA cierra operaciones.		El convenio firmado con MINAM, permitió ejecutar el servicio de consultoría denominado “Implementación de medidas de adaptación al cambio climático y reducción de la vulnerabilidad en las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra”, por S/. 164,000.00, con fondos del BID.
	Necesidad de continuar haciendo presencia en las microcuencas.	EPS Moyobamba firma convenio con la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos del MINAM.	Poder Ejecutivo promulgó la Ley N°30215 Ley de los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, amparado en el trabajo realizado por el MINAM, teniendo como base a la experiencia de Moyobamba.
	Ausencia de generación de datos de caudales.		

Fuente: RIOS, 2014

### 2.2.3. El MRSE de Moyobamba y los efectos de variabilidad climática

RIOS (2014) expone algunos impactos ocasionados por la variabilidad climática, específicamente asociado al factor precipitación.

#### La sequía del año 2010

Cuando venía ejecutando el segundo año del proyecto de inversión pública “Recuperación de los servicios ecosistémicos de las quebradas

Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra” del Proyecto Especial Alto Mayo, ocurrió un evento climático extremo. En el año 2010, se tuvo una ausencia muy marcada de las precipitaciones entre los meses de junio a octubre, sumado al incremento sustancial de las temperaturas, lo que generó cierta desconfianza de la población en los beneficios que acarrearía la implementación del mecanismo, en el falso entendido que, por más que se ejecutaran acciones de reforestación, éstas no iban a mitigar la disminución de la cantidad y calidad de agua de las quebradas del SAP de Moyobamba. Felizmente, gracias a la fuerte apuesta por el mecanismo, a la fecha viene cosechando resultados que permiten mirar con optimismo el futuro, por la visión misma de ser un instrumento de *adaptación al cambio climático*.

#### **Lluvias extremas y la roya amarilla del café del 2013 y 2014**

Asociado al estrés al que fueron sometidas las plantaciones de café durante la gran sequía del año 2010, la ausencia de buenas prácticas de manejo de los cafetales y, la exposición a condiciones de extrema humedad debido al incremento inusual de la frecuencia e intensidad de las precipitaciones en el año 2012, propiciaron el caldo de cultivo ideal para el ataque agresivo del hongo de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broom), no solo en Moyobamba, sino a escala continental, desde las zonas cafetaleras de centro américa hasta las zonas de producción de café en la amazonia boliviana.

Esta situación, hizo que se tuviera que prescindir de las plantaciones de café, para su reposición con variedades resistentes al hongo, hecho que ocasionó la pérdida de cobertura foliar en las microcuencas, incrementando el



impacto negativo de la erosión laminar en los periodos de máximas precipitaciones. Aunque esta situación se mostraba como una dificultad avasallante, pronto fue tomada como una oportunidad, al acelerar las transiciones de chacras convencionales a sistemas agroforestales, lo que fue muy bien aprovechado para la instalaciones de especies forestales de rápido crecimiento.

### **2.3. Guía de monitoreo de impactos e indicadores de calidad de agua del MRSE de Moyobamba**

#### **2.3.1. Guía de Monitoreo de Impactos**

MINAM (2010b) resalta que el sistema de monitoreo del MRSE de Moyobamba se diseñó para ofrecer información oportuna sobre la gestión por parte de los diferentes actores, valorar el estado de avance de la implementación de las medidas de conservación y el cambio en la intensidad de las presiones (antrópicas y meteorológicas) que afectan las áreas, lo que influye en las condiciones de calidad del agua captada por la EPS Moyobamba.

Los objetivos del programa de monitoreo son: 1) Identificar los cambios generados por la implementación del MRSE de Moyobamba en la ZoCRE – RMA; 2) Evaluar si lo planificado y gestionado se dirige hacia los impactos deseados; 3) Generar la información necesaria para la toma de decisiones; y, 4) proveer insumos para la comunicación y la retroalimentación de los resultados alcanzados entre los diferentes actores del mecanismo: Los Contribuyentes, Los Retribuyentes y el Comité Gestor CSE. Son doce (12)

indicadores, agrupados en cuatro (04) áreas de impacto, con metas y responsables. Se puede apreciar claramente en los Cuadros 2, 3, 4 y 5, los mismos que se presentan a continuación.

Cuadro 2. Indicadores del MRSE de Moyobamba – Área de impacto:  
Gobernabilidad

Indicador	Meta a diciembre del año	Responsable
1. Aplicación de políticas e instrumentos de gestión para la implementación del MRSE en la ZoCRE – RMA	Al año 2012, se deben aplicar cuatro (04) políticas e instrumentos de gestión	PEAM MPM EPS
2. Los usuarios del SAP de Moyobamba, conocen y tienen percepción positiva de la aplicación del MRSE	Al año 2010, el 70% de entrevistados seleccionados en forma aleatoria, de una muestra mínima de 64 usuarios, conocen y tienen una percepción positiva de la aplicación del MRSE	MPM EPS

Fuente: MINAM, 2010b

Cuadro 3. Indicadores del MRSE de Moyobamba – Área de impacto: Gestión del MRSE

Indicador	Meta a diciembre del año	Responsable
3. Familias adoptan tecnologías y prácticas de conservación de ecosistemas	Al año 2012, el 80% de las familias asentadas en la ZoCRE – RMA, adoptan cinco (05) tecnologías y prácticas de conservación incentivados por la retribución	PEAM
4. Inserción de cadenas de valor para productos con prácticas amigables con el ambiente en la ZoCRE – RMA	Al año 2012, se insertan con éxito tres (03) cadenas de valor con prácticas amigables con el ambiente en la ZoCRE – RMA	PEAM MPM
5. Suscripción de <i>Acuerdos de Retribución</i>	Al año 2012, el 80% de las familias que suscribieron Acuerdos de Retribución en la ZoCRE – RMA, tienen una percepción positiva de las retribuciones recibidas	GRSM PEAM MPM EPS

Fuente: MINAM, 2010b

Cuadro 4. Indicadores del MRSE de Moyobamba – Área de impacto: Calidad de agua

Indicador	Meta al diciembre del año	Responsable
6. pH del agua durante los meses de beneficio del café	Al año 2013, los niveles de pH del agua en zonas de captación durante los meses de beneficio del café, se mantienen igual que en el resto de meses	EPS
7. Coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación	Al año 2012, los niveles de coliformes fecales presentes en el agua en zonas de captación se mantienen dentro de los <i>Límites Máximos Permisibles</i>	EPS
8. Insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua (polímero catiónico y sulfato de aluminio)	Al año 2012, la cantidad de insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua, disminuyen en un 30%	EPS
9. Cortes de servicio que se presentan por problemas de turbidez	Al año 2013, los cortes de servicio de agua potable que se presentan por el incremento considerable de la turbidez, disminuyen en un 20%	EPS

Fuente: MINAM, 2010b

Cuadro 5. Indicadores del MRSE de Moyobamba – Área de impacto: Ecosistema y biodiversidad

Indicador	Meta a diciembre del año	Responsable
10. Restauración de las nacientes de las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra	Al año 2013, las nacientes de las quebradas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra, se encuentran en proceso de restauración con la gestión de las autoridades locales	MPM PEAM
11. Reducción de la superficie deforestada	Al año 2019, la superficie deforestada en la ZoCRE – RMA, disminuye en 220 hectáreas	MPM PEAM
12. Abundancia de individuos de la población de aves, mariposas y sapos	Al año 2019, existe un incremento en la población de aves, mariposas y sapos en la ZoCRE – RMA	MPM PEAM EPS

Fuente: MINAM, 2010b

## **2.4. Parámetros de calidad de agua y el MRSE de Moyobamba**

### **2.4.1. pH del agua**

#### **2.4.1.1. Importancia para el MRSE de Moyobamba**

Las microcuencas Rumiycu, Mishquiyacu y Almendra, están ocupadas ampliamente por el monocultivo del café. Siendo esta condición, causal para la priorización en el monitoreo del impacto de las aguas miles, producto de los procesos de beneficio del café, en el pH del agua de las tres quebradas (MINAM, 2010a).

#### **2.4.1.2. Toxicidad y pH de las aguas mieles del café**

El agua miel del café, tiene una serie de compuestos tóxicos. Tres componentes naturales presentes en la pulpa de café son toxinas potenciales: la cafeína, los taninos y el ácido clorogénico. Los mismos que al degradarse, incrementan la acidez de su medio, con valores de pH cercanos a 3.7 (HERNÁNDEZ e HIDALGO, 2000).

#### **2.4.1.3. El pH del agua y los Estándares Nacionales para la Calidad Ambiental del Agua**

Según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, para la aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, clasificadas en la sub categoría A2 “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”, los ECA’s admitidos para el pH del agua están en el rango de 5.5

a 9.0. Siendo ideal que el pH del agua para consumo humano esté en el rango de pH entre 7.5 y 8.0.

## **2.4.2. Coliformes fecales**

### **2.4.2.1. Importancia para el MRSE de Moyobamba**

Las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra, cuyos territorios están ocupados por 120 familias (590 personas aprox.); al tener una limitada asistencia a nivel de saneamiento básico, generan una presión a nivel de arrastre de coliformes fecales hacia el cauce de las tres quebradas, cuyas aguas llegan a las zonas de captación. Afectando el nivel de calidad del agua durante todo el año, pero más específicamente durante la temporada de cosecha de granos de café, entre marzo y junio, momento en el que la población total se ve incrementada hasta en un 150% a causa de la contratación de mano de obra para la cosecha proveniente de la ciudad de Moyobamba y otras zonas aledañas (MINAM, 2010a).

### **2.4.2.2. Límites Máximos Permisibles**

Según el D. S. N° 261-69-AP, modificado por el D.S. N° 007-83-SA, el D. S. N° 002-2008-MINAM y el D. S. N° 031-2010-SA, establecen que, para el agua clasificada según su uso en la categoría A2 “Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento convencional equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración”, los LMP para coliformes fecales está en el orden de 2000 NTC.100ml<sup>-1</sup>. Con referencia a lo detallado anteriormente, se obtiene un mejor panorama con Cuadro 6.

Cuadro 6. Límites Máximos Permisibles con respecto al agua destinada para uso poblacional

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1 Que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
C. termotolerantes	NTC.100ml <sup>-1</sup>	0	2000	20000
C. totales	NTC.100ml <sup>-1</sup>	50	3000	50000

Fuente: D.S. N° 002-2008-MINAM

### 2.4.3. Insumos químicos para el tratamiento de la turbidez del agua y número de horas de cortes de servicio que se presentan por problemas de turbidez

#### 2.4.3.1. Importancia para el MRSE de Moyobamba

La intervención del territorio de las microcuencas, para el cambio de uso de suelos hacia el monocultivo de café, causó la pérdida de cerca 900 hectáreas de bosque, que a su vez significó una considerable pérdida de cobertura boscosa y cobertura de suelos. Situación que incrementó la susceptibilidad de los suelos a la erosión laminar y erosión por escorrentía, lo que se traduce en un incremento de la cantidad de sólidos suspendidos en el agua que llega a las zonas de captación y que finalmente son derivadas a la PTAP San Mateo. Fenómeno que se aprecia con mayor claridad durante los meses de mayor precipitación, diciembre a marzo. La lógica indica que, a mayor cantidad de sólidos suspendidos en el agua que llega a la PTAP San Mateo,

mayor será la cantidad de insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua.

Incluso en eventos extremos, el personal funcional de captación y tratamiento de la PTAP San Mateo, se ve obligado a suspender el servicio de captación de agua de las tres quebradas, interrumpiendo la continuidad del servicio de agua potable por periodos que llegan a superar las 24 horas.

## **2.5. Otras experiencias en retribución por servicios ecosistémicos hídricos**

### **2.5.1. Fondo Ambiental del Agua – FONAG (Quito – Ecuador)**

Las cuencas alrededor de Quito prestan servicios hídricos vitales a los habitantes locales y los beneficiarios deben pagar por la prestación continua de dichos servicios. En este caso el FONAG es: “un pago por los servicios ambientales que prestan los ecosistemas” (LLORET, 2005).

Quito tiene una población de más de 2.5 millones de habitantes. Se encuentra en un valle andino a 2,800 m.s.n.m. Se espera que el consumo aumente en un 50% para el año 2025, lo que incrementará la presión sobre el recurso hídrico. Cerca del 80% del agua potable de Quito viene de dos áreas protegidas: la Reserva Ecológica Cayambe Coca y la Reserva Ecológica Antisana. Ambas reservas cubren más de 54,200 ha. Son ecosistemas naturales compuestos por páramos, pastizales andinos de gran altitud y bosques nublados. Aunque las reservas están formalmente protegidas para la conservación, enfrentan numerosas amenazas. Según ECHEVARRÍA (2007), más de 7,000 personas requieren agua para sus cultivos y tienen derechos ancestrales sobre

los pastizales para la cría extensiva de ganado. Asimismo más de 20,000 personas viven en las comunidades y cooperativas agrícolas que rodean las reservas. Estas poblaciones, cuyas prácticas agrícolas son insostenibles, como el pastoreo excesivo y la quema de pastizales, afectan negativamente al páramo.

### **Creación del FONAG**

Como resultado de estudios realizados se propuso la creación de un fondo mutuo con la aportación voluntaria de los consumidores de agua. La Fundación Antisana y The Nature Conservancy, presentaron la propuesta del FONAG a las autoridades responsables. La propuesta presentaba los potenciales problemas hidrológicos que enfrentaba Quito y planteaba los mecanismos potenciales para financiar la protección de la cuenca alta del Guayllabamba y áreas de influencia directa; en 1995 se inicia un proceso de concertación entre la organización The Nature Conservancy (TNC) y Fundación Antisana (FUNAN), que crea un mecanismo para preservar las fuentes de agua. El proceso culmina en el año 2000 cuando se constituye el Fideicomiso Fondo Para la Protección del Agua – FONAG (CISNEROS Y LLORET, 2008).

A partir del tercer año se iniciaron las primeras actividades de planificación, organización institucional y socialización. Del monto total de inversiones que emplea el Fondo en sus programas y proyectos, 25% corresponden a los rendimientos financieros del Fondo y 75% a aportes de donantes y aliados (ECHEVARRÍA, 2007).

El año 2004 se inicia la ejecución de actividades de conservación del



agua en pequeños proyectos comunitarios a los cuales se suman las primeras intervenciones en educación ambiental y de comunicación.

En la actualidad, el FONAG tiene los siguientes programas: gestión del agua, educación ambiental, capacitación, recuperación de cobertura vegetal, vigilancia y monitoreo, y comunicación. Estos programas y sus alcances son revisados constantemente para que respondan a las dinámicas y realidades de la cuenca (CISNEROS Y LLORET, 2008).

### **Resultados alcanzados**

La conclusión más evidente es que los fondos proceden de los usuarios directos del agua, quienes destinan un pago al cuidado de las fuentes, son fondos locales.

El contar con una herramienta financiera de pago por servicios ambientales, constituida para ochenta años, es una garantía de que las intervenciones y programas de cuidado de las fuentes van a ser duraderos.

El fideicomiso FONAG, ha demostrado ser un instrumento válido y práctico que apoya de forma directa la construcción de la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca alta del Guayllabamba; el éxito alcanzado alienta la réplica en otras cuencas del país (Ambato, Riobamba, Cuenca) y en otras cuencas de la región (Lima, Bogotá, Santa Cruz en Bolivia). Sin embargo, esto depende de cada caso y realidad. El mecanismo FONAG, si bien es replicable, se basa en la realidad de Quito. (CISNEROS Y LLORET, 2008).

### **2.5.2. PROCUENCA (Caldas, Colombia)**

La Cuenca del Río Chinchiná está localizada en la región central del departamento de Caldas, Colombia. Comprende los municipios de Manizales, Villamaría, Neira, Chinchiná y Palestina. En esta región se concentra el 49% de los habitantes del departamento de Caldas (531,907). Económicamente constituye una de las áreas más importantes del país, por ser parte de la zona de máxima producción cafetera.

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, la cuenca del río Chinchiná fue altamente intervenida, se deforestaron grandes áreas de bosque para ampliar la frontera agropecuaria y para la extracción de madera y leña. Como consecuencia, la pérdida de cobertura boscosa ha generado el deterioro de la oferta ambiental, modificación del ciclo hidrológico, altos niveles de sedimentación en las aguas, procesos erosivos y pérdida de hábitat para la flora y la fauna.

Con base en el Plan de Ordenamiento Ambiental de la cuenca del río Chinchiná, elaborado en 2001, se formuló en el año 2002 el “Proyecto Forestal para la cuenca del Río Chinchiná, una alternativa ambiental y productiva para la ciudad y la región”. El objetivo general del proyecto era consolidar un proceso forestal sostenible, en la cuenca del río Chinchiná, involucrando conservación, uso y manejo sostenible de bosques naturales, establecimiento de corredores biológicos, prácticas de manejo forestal, manejo de la regeneración natural, restauración y reforestación de áreas degradadas, sistemas agroforestales y silvopastoriles y programas de investigación y desarrollo,

orientando el manejo de las plantaciones hacia el logro de productos de valor agregado. Es decir, que el proyecto se dirige a solucionar problemáticas relacionadas con la disponibilidad hídrica por medio de actividades forestales (ERAZO, 2004).

### **Resultados alcanzados**

Para viabilizar las inversiones del Proyecto para actividades de conservación, durante el año 2005 se estudió, discutió y diseñó el instrumento jurídico de la servidumbre ecológica, que consistió en un acuerdo de voluntades entre dos partes, donde el propietario del predio donde se establece la servidumbre, cede el uso del suelo a perpetuidad con referencia en un Plan de Establecimiento y Manejo Forestal (PEMF) para aislar humedales, nacimientos y retiros de cauces, los mismos que serán reforestados para enriquecer relictos de bosque natural existentes, aumentar sus áreas o realizar pequeñas obras de bioingeniería para mitigar procesos erosivos (ERAZO, 2004).

#### **2.5.3. Proyecto productores de agua y bosque (cuenca del río Guandú, Rio de Janeiro, Brasil)**

El proyecto “Productores de Agua y Bosques” propone aplicar un modelo de ofertante-receptor, por medio de un sistema de pago por servicios ambientales, incentivando mediante la compensación financiera a los actores que demuestren que contribuyen a la protección y recuperación de las fuentes de agua, ayudando a la recuperación del potencial de generación de servicios ecosistémicos, proporcionando beneficios a las cuencas y sus poblaciones. El

modelo oferente-receptor se aplica también a estimular la recuperación de áreas forestales necesarias para la restauración de los servicios ecosistémicos (HARKER *et al.*, 1999).

El Estado de Río de Janeiro, implementó el proyecto en la cuenca del río Guandú, más específicamente en la microcuenca del Río das Pedras (5,227 ha), ubicada en la región del Alto Río Pirai, en el municipio de Río Claro. Los recursos financieros para la realización de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) provienen de los valores cobrados de los usuarios de agua de la cuenca, denominado “concesión de agua” y administrado por un comité de cuenca hidrográfica.

Asimismo, para viabilizar la colaboración directa con empresas, se está adoptando el concepto de la “huella hídrica”, conforme a la metodología desarrollada por la “Water Footprint Network” y documentada por medio del “The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard”.

### **Resultados alcanzados**

La experiencia en este proyecto se basa en la visión del corredor de biodiversidad y la cuenca hidrográfica. Gran parte del tiempo del proyecto se ha dedicado a la construcción de arreglos institucionales y legales que permiten invertir recursos públicos en entidades privadas. Otro desafío inmenso es incorporar los procedimientos de la estructura del estado, ya que se trata de acciones a largo plazo (VIEIRA, 2000).

Para que sea posible convencer a todos los interesados o aquellos

potencialmente beneficiados por los sistemas de PSA es fundamental que se identifique información estratégica, así como vacíos de información. Esta reflexión permite involucrar a los actores estratégicos y buscar fuentes de financiación necesarias para su construcción (PERRUCHI, 2000).

#### **2.5.4. Proyecto “Conservador de las aguas” (Extrema, Mina Gerais – Brasil)**

Según COMITÉ PCJ (2005) el Municipio de Extrema está localizado en la vertiente sur de la Sierra de Mantiqueira, que en tupi-guaraní significa “lugar donde nacen las aguas”. Está situado en el extremo sur del estado de Minas Gerais, tiene una población de aproximadamente 25,000 habitantes y ocupa un área de 23,370 ha.

Las aguas que nacen en esta región, abastecen al “Sistema Cantareira”, construido para dotar de agua a la región metropolitana de Sao Paulo. Por tratarse de una región prioritaria para la producción de agua, los trabajos de conservación de agua, suelo y bosque de la cuenca hidrográfica del Jaguarí son de fundamental importancia. Con ese objetivo, la alcaldía municipal de Extrema desarrolló un proyecto que buscaba el desarrollo de acciones orientadas a la mejoría de la calidad del agua y a la ampliación de su oferta permanente a lo largo de todos los meses del año.

El proyecto “Conservador de las Aguas” tuvo su inicio oficial con la promulgación de la ley municipal N° 2100 del 21 de diciembre de 2005. Esa ley creó el proyecto y se consolidó como la primera ley municipal en Brasil, que

reglamentó el pago por servicios ambientales hídricos. La gran novedad de la ley fue su artículo 2º, que autoriza al poder ejecutivo a prestar apoyo financiero a los propietarios rurales que hagan parte del proyecto, mediante el cumplimiento de metas establecidas. El Poder Ejecutivo Municipal, promulgó en abril de 2006 el Decreto N° 1703, que reglamentó la Ley Municipal N° 2100/2005, estableciendo que el apoyo financiero a los propietarios rurales que formaran parte del proyecto “Conservador de las Aguas” se dará cuando los mismos cumplieren las siguientes metas: a) Adopción de prácticas de conservación del suelo, con la finalidad de reducir efectivamente la erosión y la sedimentación; b) Implementación de un sistema de saneamiento ambiental rural; c) Implementación y mantenimiento de áreas de conservación permanente (APP por sus siglas en portugués); y, d) Implementación por medio de la oficina de registro en la reserva legal.

### **Resultados alcanzados**

Como el principal objetivo es el de mantener o mejorar la calidad del agua, se definió e implementó un protocolo de monitoreo, con datos colectados mensualmente. Entre tanto, y dada la complejidad de la relación entre la cobertura forestal y la calidad y cantidad de agua, se sabe que los resultados de ese monitoreo solo irán apareciendo en medio del largo plazo, por tanto, se reconoce que es importante contar con resultados medidos al mediano y corto plazo al proyecto, ya que no se cuenta con resultados significativos de monitoreo de calidad de agua.

### **2.5.5. Proyecto agente ambiental – productor rural prestador de servicios ambientales (cuenca del río Xopotó, Mina Gerais – Brasil)**

El Proyecto agente ambiental viene siendo desarrollado en la cuenca hidrográfica del río Xopotó en Minas Gerais, por iniciativa del Instituto Xopotó.

Para alcanzar este objetivo, se realizó una serie de actividades tales como la elaboración del plan de recuperación de cada una de las 40 propiedades implicadas en el muestreo; identificación de áreas en las propiedades rurales involucradas donde las funciones hidrológicas están siendo perjudicadas e investigación de alternativas para la recuperación de estas áreas; determinación del costo de oportunidad de la tierra para cada área propuesta para recuperación; y análisis de la viabilidad económica de los planes de recuperación. Estas actividades son complementadas con cursos de capacitación y concientización ambiental para los productores beneficiados por el proyecto.

En este trabajo, la georreferenciación de las propiedades rurales, incluyendo la división en zonas de uso y ocupación del suelo en las propiedades y, la caracterización ambiental de estas zonas, han sido importantes herramientas de planificación de uso de la tierra. Estas herramientas amplían la visión de la propiedad por el productor, mejorando también su percepción ambiental.

### 2.5.5.1. Principios, criterios e indicadores para los sistemas de pago por servicios ambientales

En la cuenca hidrográfica del río Turvo Limpo se llevó a cabo una investigación académica de valoración económica de servicios ambientales a través de la matriz de valoración de beneficios ambientales (VILAR, 2009). Esta consulta resultó en una lista de principios, criterios e indicadores que podrá ser entendida como una guía de evaluación de la propiedad rural como un todo. Esta guía fue elaborada para facilitar la valoración de los recursos naturales y la inclusión de propietarios rurales en sistemas de PSA.

Los principios fueron orientados para cumplir la meta de mantenimiento de la prestación de servicios ambientales y desarrollo sustentable de propiedades rurales (VILAR, 2009). Como resultado se generó una guía práctica y de fácil comprensión para el levantamiento de datos en campo, la que se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Guía de evaluación de propiedades rurales para el caso del Proyecto agente ambiental – Principio 3. Caracterización ambiental calidad del Agua – Criterio 1. Calidad del agua

Principio	Criterio	Indicador
3. Caracterización ambiental Calidad del agua	1. Calidad del agua	1. Conductividad eléctrica $<100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a $25^{\circ}\text{C}$
		2. pH entre 6.0 y 9.0 (CONAMA Resolución N° 357/2005)
		3. Turbidez $< 90 \text{ UNT}$ (CONAMA Resolución N° 357/2005)
		4. Coliformes totales $< 1000 \text{ NTC}\cdot 100\text{ml}^{-1}$ (CONAMA Resolución N° 357/2005)

Fuente: VILAR, 2009



## 2.6. Crecimiento de la población beneficiaria

Cuadro 8. Crecimiento de la población beneficiaria del MRSE de Moyobamba

<b>Tipo</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Lugar</b>	<b>Población 2007</b>	<b>Población 2010</b>	<b>Población 2013</b>
Urbana	Indirectos	Moyobamba	48503	60050	78157
Rural	Directos	Microcuenca Rumiyacu	s.d.	203	318
Rural	Directos	Microcuenca Mishquiyacu	s.d.	194	231
Rural	Directos	Microcuenca Almendra	s.d.	36	41

Fuente: INEI (2007), PEAM (2012), MPM (2013) y RIOS (2014)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación de la zona de estudio**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Moyobamba, distrito y provincia Moyobamba, Región San Martín. Cuya ubicación en coordenada geográfica es 06°01'59.08" Latitud Sur, 76°58'00.08" Longitud Oeste y, en coordenada UTM es 282225 Este, 9332752 Norte y una altitud de 860 m.s.n.m.

Asimismo, la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) San Mateo cuya ubicación en coordenada geográfica es 06°04'17.27" Latitud Sur, 76°58'23.22" Longitud Oeste y en coordenada UTM es 281623 Este, 9328495 Norte. Por otra parte, en cuanto a las zonas de captación de las quebradas, la ubicación en coordenada geográfica de la captación Rumiyacu es 06°04'44.97" Latitud Sur, 76°57'44.73" Longitud Oeste y, en coordenada UTM es 282224 Este, 9328168 Norte; la captación Mishquiyacu se ubica en la coordenada geográfica 06°04'28.04" Latitud Sur, 76°58'03.69" Longitud Oeste y en coordenada UTM en 282808 Este, 9327653 Norte; y, finalmente la captación Almendra se ubica en la coordenada geográfica 06°03'53.62" Latitud Sur, 76°59'19.34" Longitud Oeste y en coordenada UTM en 279879 Este, 9329231 Norte (ver Anexo 1, Figura 20).

## **3.2. Descripción de la zona de estudio**

### **3.2.1. Zona de vida**

De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú, elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN (1976), la Zona de vida que caracterizan a la Zona de Conservación y Recuperación de Ecosistemas Rumiayacu, Mishquiyacu, Almendra (ZoCRE – RMA), es un *Bosque Húmedo Premontano Tropical*, transicional a bosque húmedo (bh-PT).

### **3.2.2. Clima**

#### **3.2.2.1. Temperatura**

La ZoCRE – RMA, ostenta un clima primaveral, templado subtropical húmedo durante todo el año. Siendo la temperatura promedio mensual de 23.2 °C, con máximas de 30.3 °C y mínimas de 14.4 °C en promedio.

#### **3.2.2.2. Humedad relativa (humedad atmosférica)**

Moyobamba posee una humedad relativa anual de 82.3% en promedio, con máximas de 86.8% y mínimas de 78.7%.

#### **3.2.2.3. Precipitación**

El promedio anual es de 1400 mm en promedio. La frecuencia e intensidad de las precipitaciones se ven incrementadas entre los meses de diciembre a mayo, alcanzando picos máximos durante el mes de marzo,

denominándose esta época como de avenidas o crecientes; durante los meses de junio a noviembre, se aprecia claramente un descenso en la ocurrencia de eventos de precipitación, denominándose esta época como de estiaje o vaciantes.

### **3.3. Materiales, equipos y software**

#### **3.3.1. Materiales**

- Libreta de apuntes y lapicero.
- Copia de formatos de registro de datos del departamento de Control de Calidad y el departamento de Operaciones y Catastro Técnico de la Gerencia de Operaciones de la EPS Moyobamba.
- Copia de formatos de registro de incidentes del equipo funcional de captación y tratamiento de agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable San Mateo.

#### **3.3.2. Equipos**

- Cámara digital 16.1 Mp, marca Panasonic, modelo Lumix DH-745.
- Equipo de cómputo de escritorio, Intel Core i7, 4Gb RAM, 2Tb HDD.

#### **3.3.3. Software**

- Microsoft Office (Word, Excel, Power Point).
- Instat2 para Windows XP y Windows Vista (Estadística).

### **3.4. Metodología**

La presente investigación se realizó siguiendo el protocolo establecido en la *Guía de Monitoreo de Impactos del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba* elaborado por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2010b). Para ello se contó con el auspicio, aval y colaboración del Comité Gestor de las Compensaciones por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba, la Gerencia General de la EPS Moyobamba y el SENAMHI San Martín.

#### **3.4.1. Sistematización y procesamiento de la información de precipitación e indicadores**

##### **3.4.1.1. Precipitación**

Se analizó el registro de precipitación acumulada mensual y anual de la Estación Meteorológica de Moyobamba, a cargo del SENAMHI – San Martín, durante el periodo 1970 – 2014, haciendo énfasis en el periodo 2006 – 2014; Información que sirvió para la elaboración de las series de figuras que acompañan a cada indicador.

##### **3.4.1.2. Indicadores de calidad de agua**

Se procedió a sistematizar los datos, agrupándolos por indicador. Luego, se procedió a su sistematización y análisis según la metodología propuesta en la *Guía de Monitoreo de Impactos del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba* (MINAM, 2010b) para cada indicador, como se explica a continuación.

#### **3.4.1.2.1. pH del agua durante los meses de beneficio del café**

Se elaboró un cuadro consolidado conteniendo los valores promediados de los niveles de pH del agua muestreada en las zonas de captación (enero a diciembre) desde el año 2006 al 2014. A consecuencia del paso anterior, se elaboró un cuadro consolidado donde se muestran los valores de pH promediados de los meses donde se desarrollan actividades de beneficio de café, es decir, de abril a agosto. Asimismo, se promedió los valores de pH del resto de meses. Cada año, entre el 2006 y el 2014, contó con un valor promedio de pH que representa a los meses durante los cuales se beneficia el café y otro valor promedio que representa al resto de meses.

Posteriormente, se procedió a evaluar el comportamiento de ambos valores por año, para verificar el cumplimiento de la meta propuesta para este indicador, establecida como “Al año 2013, los niveles de pH del agua en zonas de captación durante los meses de beneficio del café, se mantienen igual que en el resto de meses”.

#### **Validación estadística**

Con los valores del cuadro consolidado de niveles de pH promediados según los meses en los cuales se beneficia el café, se procedió a realizar una validación estadística, mediante un análisis de varianza (ANVA) y la Prueba de Medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), con la intención de otorgarle una mayor rigurosidad a la evaluación. Para ello se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde los meses hacen las veces de

tratamientos y los años, las veces de bloques. El modelo estadístico utilizado se presenta en la ecuación (1).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Dónde:

- $Y_{ij}$  : Observación
- $\mu$  : Media general
- $\tau_i$  : Efecto del tratamiento del i-ésimo mes
- $\beta_j$  : Efecto del bloque del j-ésimo año
- $\varepsilon_{ij}$  : Error experimental

Para el análisis de la varianza (ANVA), se utilizó la tabla establecida para los casos de DBCA, como se muestra en el Cuadro 09.

Cuadro 9. Tabla ANVA

Fuente de Variación (FV)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F Calculada (Fc)
Meses (m)	$gl_m = m - 1$	$SC_m = \frac{(\sum y_i)^2}{a} - FC$	$CM_m = \frac{SC_m}{gl_m}$	$F_c = \frac{CM_m}{CM_E}$
Años (a)	$gl_a = a - 1$	$SC_a = \frac{(\sum y_j)^2}{m} - FC$	$CM_a = \frac{SC_a}{gl_a}$	$F_c = \frac{CM_a}{CME}$
Error (E)	$gl_E = (m-1)(a-1)$	$SC_E = SC_T - SC_m$	$CM_E = \frac{SC_E}{gl_E}$	
Total (T)	$(m*a) - 1$	$SCT = \sum y_{ij}^2 - FC$		

Dónde:

FC :  $FC = \frac{(\sum y_i)^2}{t*b}$

#### **3.4.1.2.2. Coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación**

Se elaboró un cuadro consolidado que muestra los datos de coliformes fecales presentes en el agua muestreada en zonas de captación de las quebradas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra, expresados en  $\text{NTC} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  (número total de colonias de coliformes fecales presentes en 100 ml de agua muestreada). Se consignó los valores mensuales promedio (enero a diciembre), desde el año 2007 al 2014.

Posteriormente, se procedió a evaluar si los valores mensuales de coliformes fecales se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) según el Decreto Supremo N° 261-69-AP, modificado por el Decreto Supremo N° 007-83-SA y el Decreto Supremo N° 002-2008-SA de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, el cual establece que, para el agua clasificada según su uso en la Categoría 2 “Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración”, el LMP es de  $2,000 \text{ NTC} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ .

Finalmente, se verificó el cumplimiento de la meta propuesta para este indicador, establecida como “Al año 2012, los niveles de coliformes fecales presentes en el agua en zonas de captación se mantienen dentro de los *Límites Máximos Permisibles*”.



### 3.4.1.2.3. Insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua (polímero catiónico y sulfato de aluminio)

Se elaboró dos cuadros consolidados, uno donde se muestran los consumos de polímero catiónico y otro con respecto al sulfato de aluminio. Se consignó los valores mensuales totales (enero a diciembre) desde el año 2006 al 2014.

Con estos valores, se realizó la comparación con el valor obtenido para el año base 2008, debido a que fue el último año de la línea base, antes de que se ejecuten acciones directas en el territorio de las microcuencas Rumiyaçu, Mishquiyaçu y Almendra. Para este procedimiento, el cálculo se realizó utilizando la fórmula (1).

$$\% \text{ de variación} = \frac{\text{CIQAA} - \text{CIQAB}}{\text{CIQAB}} \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

CIQAA : Cantidad de Insumo Químico Año Actual

CIQAB : Cantidad de Insumo Químico Año Base

Los resultados se interpretan como sigue: Si la cantidad de insumos químicos utilizados en el año actual es menor la cantidad de insumos químicos del año base, el porcentaje será negativo, y se interpreta como una disminución del indicador. Si por el contrario, la cantidad de insumos químicos utilizado en el año actual es mayor a la cantidad de insumos químicos del año base, y se interpreta como un incremento del indicador.

Finalmente, una vez establecidos los porcentajes de variación correspondiente a cada insumo químico con respecto al año base (2008), se procedió a verificar el cumplimiento de la meta de este indicador, establecida como “Al año 2012, la cantidad de insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua, disminuyeron en un 30%”.

#### **3.4.1.2.4. Número de horas de corte de servicio que se presentan por problemas de turbidez**

Se procedió a elaborar cuadros consolidados que muestren el número de horas en las cuales se vio interrumpido el servicio de captación por problemas de turbidez en las quebradas Rumiyacu y Mishquiyacu; se consignaron los valores del número horas totales en las cuales se interrumpió el servicio de captación a nivel mensual (enero a diciembre), desde el año 2006 al 2014. Luego, se procedió a realizar una sumatoria por cada año, para establecer el número de horas totales al año en las cuales se interrumpió el servicio de captación en las quebradas Rumiyacu y Mishquiyacu. Posteriormente, se determinó el porcentaje de variación con respecto al año base 2008, debido a que fue el último año de la línea base, antes de que se ejecuten acciones directas en el territorio de las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra. Para ello, se empleó la fórmula (2).

$$\% \text{ cortes servicio} = \frac{\text{NHCAA} - \text{NHCAB}}{\text{\# NHCAB}} \times 100 \quad (2)$$

Dónde:

NHCAA : Número de Horas de Corte Año Actual

NHCAB : Número de Horas de Corte Año Base

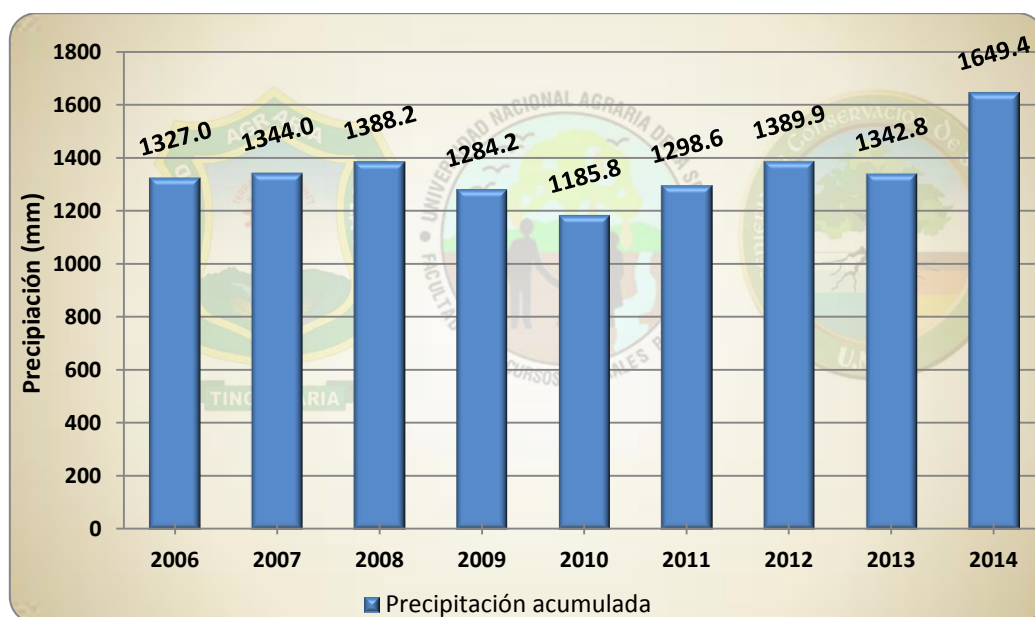
Los resultados se interpretan como sigue: Si el número de horas cortes de servicio de captación del año actual es menor al número de cortes de servicio de captación del año base, el porcentaje será negativo, y se interpreta como la disminución del indicador. Si por el contrario, el número de cortes de servicio de captación del año actual es mayor al número de cortes de servicio de captación del año base, y se interpreta como el incremento del indicador.

Finalmente, se procedió a verificar el cumplimiento de la meta de este indicador, establecida como “Al año 2013, los cortes de servicio de agua potable que se presentan por el incremento considerable de la turbidez, disminuyen en un 20%”.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de la precipitación

La sistematización de la información concerniente a la precipitación, comprende la serie de datos de pluviometría a nivel de precipitación mensual desde el año 1970 hasta el año 2014. La Figura 1, que se presenta a continuación, fue elaborada con datos del Cuadro 31, consignado en el Anexo 02.



Fuente: Boletines meteorológicos SENAMHI – San Martín (2006 – 2014)

Figura 1. Datos pluviométricos de la Estación Meteorológica CO Moyobamba (2006 – 2014)

También se analizó el comportamiento de la precipitación de manera intra anual. Como se aprecia en el Cuadro 10 y Figura 2.

Cuadro 10. Comportamiento de la precipitación mensual promedio durante el periodo 2006 – 2014

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>P. Media</b>	128.6	150.4	202.4	140.3	86.2	67.2	53.7	46.8	95.5	134.8	120.4	130.3
<b>P. Max</b>	204.9	206.8	307.8	210.3	144.1	100.5	63.2	82.1	119.0	187.6	169.8	225.0
<b>P. Min</b>	50.0	105.4	97.3	86.2	30.7	38.7	34.4	23.2	62.6	104.9	69.4	45.8

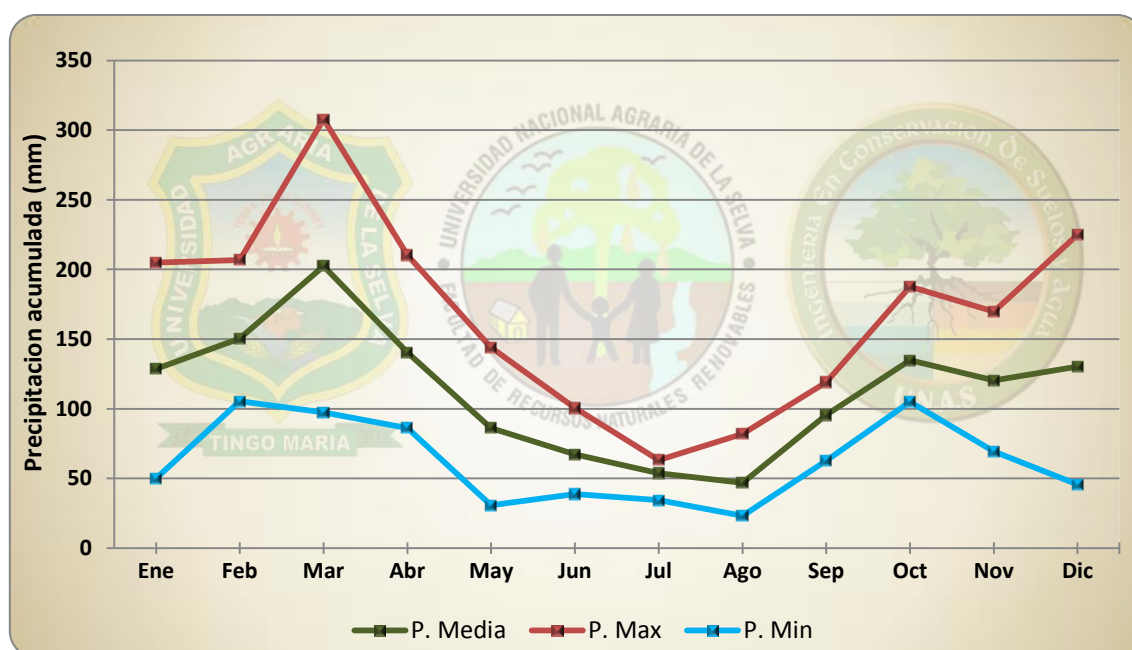


Figura 2. Comportamiento de la precipitación mensual promedio durante el periodo 2006 – 2014

#### 4.2. Indicador: Nivel de pH del agua durante los meses de beneficio del café

En cuanto al análisis de este indicador, se contó con los valores de pH correspondientes a muestras de agua tomadas al ingreso de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) San Mateo de la EPS Moyobamba, cuyos promedios mensual durante el periodo 2006 – 2014 se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Reporte de pH del agua en la PTAP San Mateo (2006 – 2014)

	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Ene</b>	7.25	7.55	7.60	7.50	7.48	7.48	7.64	7.12	7.55
<b>Feb</b>	8.05	7.52	7.55	7.51	7.35	7.18	7.90	7.50	7.13
<b>Mar</b>	7.59	7.55	7.90	7.60	7.12	7.63	7.79	7.58	7.05
<b>Abr</b>	7.58	7.72	7.95	7.45	7.30	7.29	7.46	7.46	7.11
<b>May</b>	7.39	7.69	7.85	7.40	7.35	7.30	7.53	7.63	7.14
<b>Jun</b>	7.61	7.62	7.51	7.38	7.32	7.28	7.49	7.51	7.17
<b>Jul</b>	7.65	7.93	7.75	7.55	7.42	7.30	7.40	7.68	7.22
<b>Ago</b>	7.64	7.58	7.50	7.50	7.50	7.30	7.35	7.95	7.24
<b>Sep</b>	7.48	7.85	7.30	7.60	7.37	7.78	7.50	7.80	7.27
<b>Oct</b>	7.48	7.60	7.60	7.48	7.50	7.02	7.48	7.83	7.65
<b>Nov</b>	7.41	7.62	7.50	7.35	7.43	7.11	7.49	7.79	7.18
<b>Dic</b>	7.43	7.86	7.75	7.32	7.12	7.16	7.45	7.64	7.54

Fuente: Reporte de pH del agua – Dpto. Control de Calidad EPS Moyobamba y MINAM (2010c)

Asimismo, se elaboró un cuadro promediando los valores de pH del agua de los meses en lo que se beneficia el café y aquellos en los cuales no ocurre dicha actividad, tal como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Niveles de pH del agua con respecto a los meses de beneficio del café

<b>Año</b>	<b>Meses con beneficio de café (Abr-Ago)</b>	<b>Meses sin beneficio de café (Sep-Mar)</b>
<b>2006</b>	7.57	7.53
<b>2007</b>	7.71	7.65
<b>2008</b>	7.71	7.60
<b>2009</b>	7.46	7.48
<b>2010</b>	7.38	7.34
<b>2011</b>	7.29	7.34
<b>2012</b>	7.45	7.61
<b>2013</b>	7.65	7.61
<b>2014</b>	7.18	7.34

Con los datos del Cuadro 12 se elaboró una figura contrastado con

los valores de precipitación anual (2006 – 2014). La misma que se presenta a continuación.

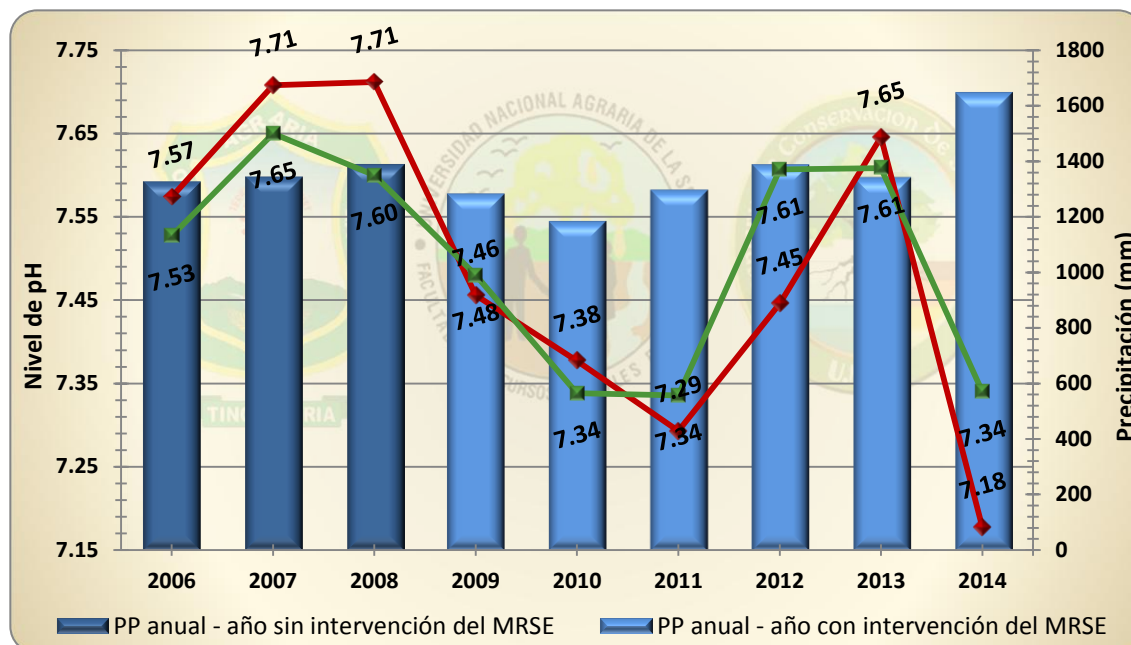


Figura 3. Nivel de pH del agua con relación a los meses de beneficio del café vs la precipitación anual acumulada (2006 – 2014)

En la Figura 3, se aprecia que hay una diferencia entre los valores del pH, ante ello, se realizó un análisis de varianza y una comparación promedios mediante la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), para determinar con mayor precisión la existencia de diferencias estadísticamente significativas. Para esta acción, se trabajó nuevamente con los datos del Cuadro 12. Los resultados, tanto del análisis de varianza como de la prueba de Tukey, se presentan a continuación.

Cuadro 13. ANVA de los valores de pH del agua con relación a los meses de beneficio del café durante el periodo 2006 – 2014

	Meses-A	Meses-B	$\Sigma Y_j$	$\Sigma Y_j/b$	$\Sigma Y_j^2$	$\Sigma Y_j^2$
2006	7.57	7.53	15.10	1.68	228.04	114.02

<b>2007</b>	7.71	7.65		15.36	1.71	235.87	117.94
<b>2008</b>	7.71	7.60		15.31	1.70	234.46	117.23
<b>2009</b>	7.46	7.48		14.94	1.66	223.08	111.54
<b>2010</b>	7.38	7.34		14.72	1.64	216.54	108.27
<b>2011</b>	7.29	7.34		14.63	1.63	213.99	107.00
<b>2012</b>	7.45	7.61		15.05	1.67	226.60	113.31
<b>2013</b>	7.65	7.61		15.25	1.69	232.70	116.35
<b>2014</b>	7.18	7.34		14.52	1.61	210.73	105.38
			<b>Z</b>	<b>134.88</b>	<b>14.99</b>	<b>2022.02</b>	<b>1011.05</b>
<b>ΣYi</b>	67.39	67.49	<b>134.88</b>				
<b>ΣYi/a</b>	33.69	33.74	<b>67.44</b>				
<b>ΣYi<sup>2</sup></b>	4541.26	4554.41	<b>9095.67</b>				
<b>ΣYi<sup>2</sup></b>	504.87	506.18	<b>1011.05</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>Sig</b>	
<b>Meses (a)</b>	1	0.001	0.001	0.113	5.320	ns	
<b>Años (b)</b>	8	0.379	0.047	10.128	3.440	**	
<b>Error</b>	8	0.037	0.005				
<b>Total</b>	17	0.417					
<b>CV =</b>	<b>0.91 %</b>						

Los resultados sugieren que existe una ligera diferencia estadística entre los años evaluados, mas no entre meses. Para reforzar esta afirmación, se recurrió a la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), cuyos resultados se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) sobre el nivel de pH del agua con respecto a los meses de beneficio del café (2006 – 2014)

<b>Comparación</b>			<b>Diferencia de medias</b>	<b>q</b>	<b>P</b>	<b>Sig</b>
A-2006	vs	B-2006	0.04571	0.7433	P>0.05	ns
A-2007	vs	B-2007	0.05857	0.9523	P>0.05	ns
A-2008	vs	B-2008	0.1114	1.8120	P>0.05	ns
A-2009	vs	B-2009	-0.02286	0.3716	P>0.05	ns
A-2010	vs	B-2010	0.04	0.6504	P>0.05	ns
A-2011	vs	B-2011	-0.04429	0.7200	P>0.05	ns
A-2012	vs	B-2012	-0.16	2.6010	P>0.05	ns



A-2013	vs	B-2013	0.03857	0.6271	P>0.05	ns
A-2014	vs	B-2014	-0.1614	2.6250	P>0.05	ns

Los resultados muestran que no existe diferencia estadística significativa. Por lo tanto se establece que sí se cumplió con la meta de este indicador determinada como “al año 2013, los niveles de pH del agua en zonas de captación durante los meses de beneficio del café, se mantienen igual que en el resto de meses”.

#### 4.3. Indicador: Coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación de la EPS Moyobamba

##### 4.3.1. Coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu

Los valores registrados durante el periodo 2007 – 2014, con respecto a la cantidad de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu, se presentan en el Cuadro 15.

Cuadro 15. NTC.100mL<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu (2007 – 2014)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	NTC.ml <sup>-1</sup>							
<b>Ene</b>	404	16	28	35	22	45	60	74
<b>Feb</b>	314	35	42	52	58	45	35	75
<b>Mar</b>	388	29	23	20	43	27	32	39
<b>Abr</b>	340	44	45	48	23	35	70	50
<b>May</b>	180	37	48	32	50	24	48	60
<b>Jun</b>	85	18	36	32	53	45	73	65
<b>Jul</b>	97	3	54	53	51	48	74	59
<b>Ago</b>	105	16	32	27	42	36	84	48
<b>Sep</b>	240	11	23	10	57	33	108	74

<b>Oct</b>	50	22	20	22	28	26	128	62
<b>Nov</b>	256	7	28	36	35	28	60	89
<b>Dic</b>	76	33	36	57	33	31	68	47
<b>Total</b>	<b>2535</b>	<b>271</b>	<b>415</b>	<b>423</b>	<b>495</b>	<b>423</b>	<b>840</b>	<b>742</b>

Fuente: Dpto. Control de Calidad de Agua – EPS Moyobamba y MINAM (2010c)

Con los datos del Cuadro 15, se elaboró la Figura 4 que se presenta a continuación, donde se muestra el comportamiento inter anual e intra anual de los coliformes fecales.

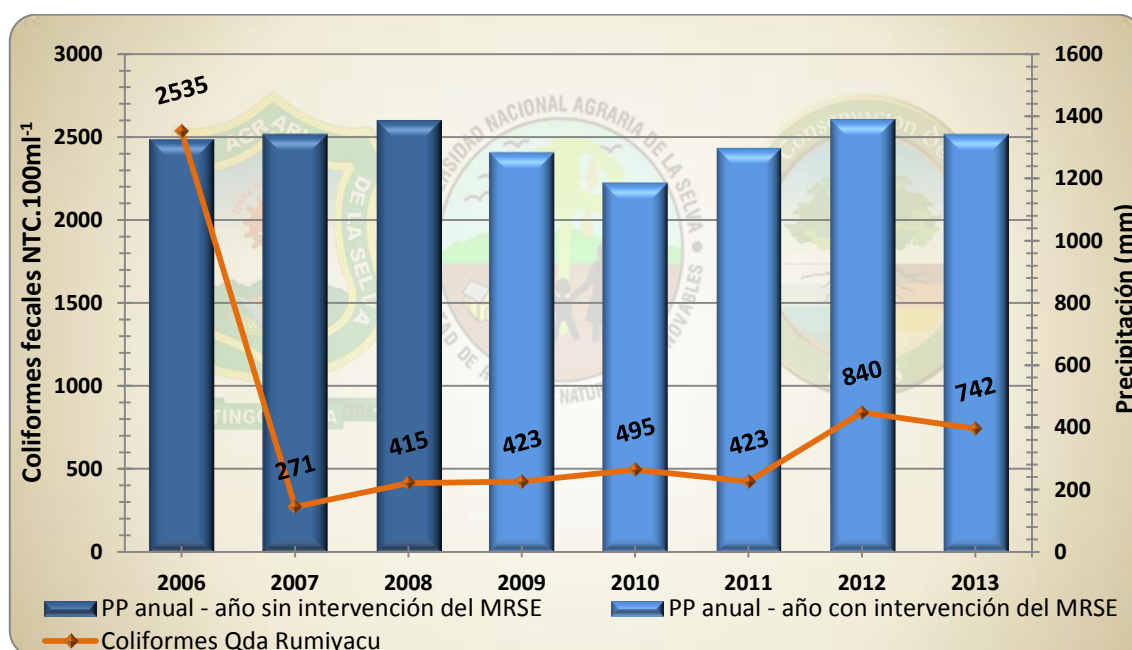


Figura 4. NTC.100l<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu vs precipitación acumulada (2007 – 2014)

Los resultados muestran un comportamiento errático del nivel de la cantidad de coliformes presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiyacu, que no permite establecer una correlación directa con las precipitaciones registradas. Asimismo, se observa que los valores acumulados que representan a los años 2013 y 2014 muestran una tendencia creciente en

la cantidad de coliformes fecales, este comportamiento de valores altos, podría explicarse debido al incremento de la población al interior de la microcuenca Rumiayacu. Sin embargo, estos valores son incluso menores a los registrados en el año 2007.

#### 4.3.2. Coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu

Los valores registrados durante el periodo 2007 – 2014, se presentan en el Cuadro 16.

Cuadro 16. NTC.100ml<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu (2007 – 2014)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	NTC.100ml <sup>-1</sup>							
<b>Ene</b>	164	44	48	39	22	47	42	58
<b>Feb</b>	42	72	45	55	58	32	64	44
<b>Mar</b>	42	55	37	42	43	21	70	51
<b>Abr</b>	54	29	33	28	23	31	36	40
<b>May</b>	37	25	42	48	50	27	34	40
<b>Jun</b>	18	20	25	39	53	38	61	32
<b>Jul</b>	72	16	36	35	51	33	53	48
<b>Ago</b>	33	34	31	33	42	27	68	57
<b>Sep</b>	188	7	44	29	57	42	85	62
<b>Oct</b>	35	17	39	28	28	35	74	33
<b>Nov</b>	138	14	27	22	31	40	63	46
<b>Dic</b>	27	4	22	30	29	42	56	49
<b>Total</b>	<b>850</b>	<b>337</b>	<b>429</b>	<b>428</b>	<b>487</b>	<b>415</b>	<b>706</b>	<b>560</b>

Fuente: Dpto. Control de Calidad de Agua – EPS Moyobamba

Con los datos del cuadro 16, se elaboró la Figura 5.



Figura 5. NTC.100lm<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2007 – 2014)

Los resultados muestran un comportamiento errático de los valores de coliformes fecales que no guarda relación alguna con el comportamiento de la precipitación; también se observa que los mayores valores acumulados se obtuvieron en los registros de los años 2007 y 2013, ambas con marcados descensos en los niveles del año inmediatamente posterior. A diferencia de la microcuenca Rumiayacu, en la microcuenca Mishqiyacu no se reportó ningún incremento substancial de la cantidad de población asentada al interior de su territorio, no siendo considerado como un factor importante que influya en el comportamiento de este indicador.

### 4.3.3. Coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra

Los valores registrados durante el periodo 2007 – 2014, se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. NTC.100<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra (2007 – 2014)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	NTC.100ml <sup>-1</sup>							
<b>Ene</b>	412	32	49	62	45	55	39	35
<b>Feb</b>	93	11	45	56	32	27	41	52
<b>Mar</b>	95	29	46	44	40	29	29	49
<b>Abr</b>	220	45	38	27	48	25	35	28
<b>May</b>	78	48	40	34	38	20	44	30
<b>Jun</b>	55	31	39	48	45	28	70	64
<b>Jul</b>	87	12	33	42	18	26	68	47
<b>Ago</b>	94	19	28	17	30	23	58	59
<b>Sep</b>	110	17	35	10	40	32	80	62
<b>Oct</b>	65	34	37	47	49	35	76	57
<b>Nov</b>	290	27	46	32	41	39	65	66
<b>Dic</b>	225	54	45	46	43	41	58	47
<b>Total</b>	<b>1824</b>	<b>359</b>	<b>481</b>	<b>465</b>	<b>469</b>	<b>380</b>	<b>663</b>	<b>596</b>

Fuente: Dpto. Control de Calidad de Agua – EPS Moyobamba

Con los datos del cuadro 17, se elaboró la Figura 6.

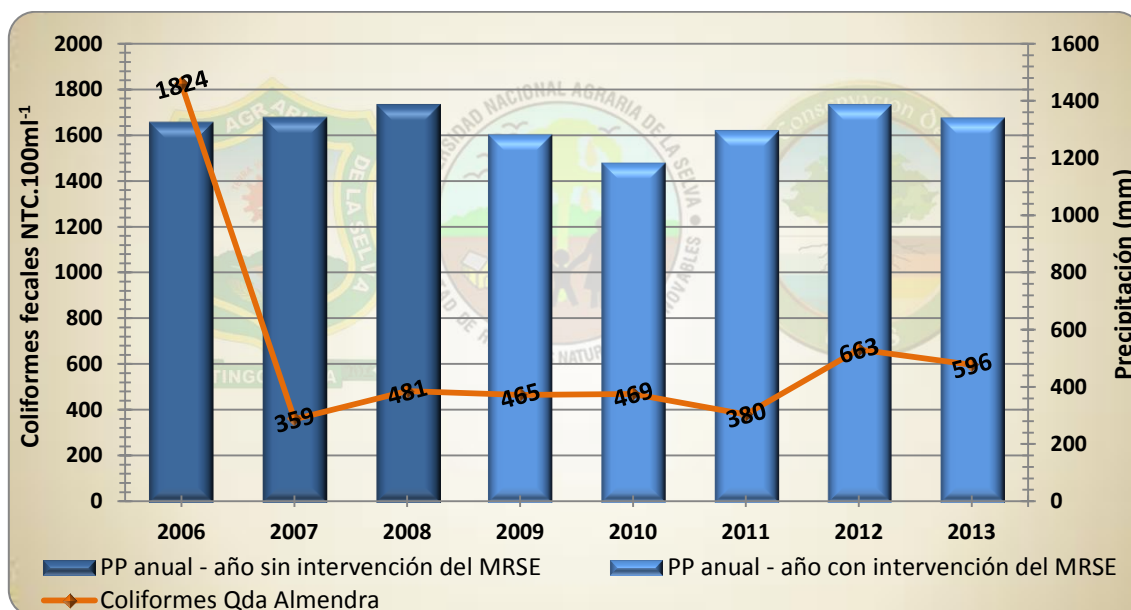


Figura 6. NTC.100l<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2007 – 2014)

Los resultados muestran que no existe correlación entre el comportamiento de la precipitación y la cantidad de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra. En líneas generales, en cuanto a los valores máximos de coliformes fecales presentes en las tres quebradas, se registraron valores de 404, 188 y 412, respectivamente, correspondientes al registro del año 2007. En ningún otro momento durante el periodo de evaluación se superaron los 150 NTC.100ml<sup>-1</sup>. Para tener una mejor visión al respecto se presenta la Figura 7.

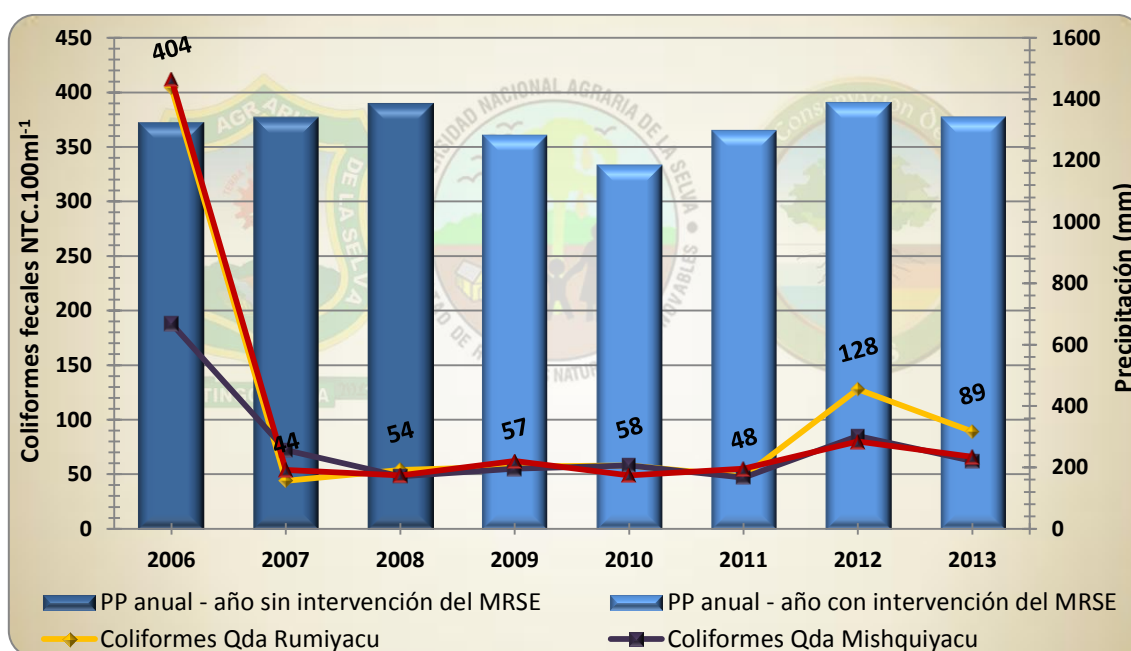


Figura 7. NTC.100l<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de las quebradas Rumiayacu, Mishquiyacu y Almendra vs precipitación acumulada (2007 – 2014)

Los resultados obtenidos permiten establecer que sí se cumplió con la meta de este indicador determinada como “al año 2012, los niveles de coliformes fecales presentes en el agua en zonas de captación se mantienen dentro de los *Límites Máximos Permisibles*”.

#### 4.4. Indicador: Insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua (sulfato de aluminio y polímero catiónico)

Previo al análisis del comportamiento de este indicador, también se sistematizó la información de la cantidad de metros cúbicos de agua tratada producida en la PTAP San Mateo. Estos datos están consignados en el Cuadro 18, que se presenta a continuación.

Cuadro 18. Metros cúbicos de agua tratada producida en la Plata de Tratamiento de Agua Potable San Mateo de la EPS Moyobamba (2006 – 2014)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	<b>m<sup>3</sup> de agua tratada</b>								
<b>Ene</b>	195652	201923	234211	258998	166871	209019	298989	189926	198974
<b>Feb</b>	167308	183333	197826	240497	232767	204075	286356	181226	175522
<b>Mar</b>	186000	196000	212400	269490	209117	290801	300370	183936	124990
<b>Abr</b>	188095	202083	204000	249485	186889	317300	312951	206660	173493
<b>May</b>	180769	215385	225000	258679	247362	279650	316767	210222	204440
<b>Jun</b>	180769	200000	213158	256946	224303	254523	296411	204976	206090
<b>Jul</b>	193750	183333	223077	250657	216775	256034	312134	187640	193953
<b>Ago</b>	185000	200000	190000	229928	171719	251391	312669	164644	164246
<b>Sep</b>	169231	179412	187500	218763	150816	260429	292665	152141	158086
<b>Oct</b>	175000	207895	225000	239266	170513	271293	275144	171592	168596
<b>Nov</b>	175000	221429	220000	227559	214880	303517	271787	156693	172843
<b>Dic</b>	186842	221429	189286	258998	197284	322314	254305	162358	175368
<b>Total</b>	<b>2183416</b>	<b>2412221</b>	<b>2521457</b>	<b>2959266</b>	<b>2389296</b>	<b>3220346</b>	<b>3530548</b>	<b>2172014</b>	<b>2116601</b>
<b>Prom</b>	<b>181951.37</b>	<b>201018.44</b>	<b>210121.43</b>	<b>246605.50</b>	<b>199108.00</b>	<b>268362.17</b>	<b>294212.33</b>	<b>181001.17</b>	<b>176383.42</b>

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

#### 4.4.1. Consumo de sulfato de aluminio para el tratamiento de la turbidez del agua en la PTAP San Mateo

El consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo, se presenta a continuación en los Cuadros 19 y 20.



Cuadro 19. Consumo de sulfato de aluminio (2006 – 2010)

	2006		2007		2008		2009		2010	
	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT
<b>Ene</b>	4500	0.02300	5250	0.02600	4450	0.01900	4350	0.01680	1150	0.00689
<b>Feb</b>	4350	0.02600	2200	0.01200	4550	0.02300	3950	0.01642	2400	0.01031
<b>Mar</b>	4650	0.02500	4900	0.02500	5310	0.02500	3800	0.01410	1200	0.00574
<b>Abr</b>	3950	0.02100	4850	0.02400	2040	0.01000	4600	0.01844	2750	0.01471
<b>May</b>	2350	0.01300	2800	0.01300	2250	0.01000	4050	0.01566	4100	0.01657
<b>Jun</b>	2350	0.01300	800	0.00400	4050	0.01900	3100	0.01206	650	0.00290
<b>Jul</b>	1550	0.00800	550	0.00300	2900	0.01300	2500	0.00997	1400	0.00646
<b>Ago</b>	1850	0.01000	400	0.00200	950	0.00500	1300	0.00565	300	0.00175
<b>Sep</b>	2200	0.01300	3050	0.01700	2250	0.01200	2250	0.01029	600	0.00398
<b>Oct</b>	2100	0.01200	3950	0.01900	3600	0.01600	2950	0.01233	2150	0.01261
<b>Nov</b>	2800	0.01600	4650	0.02100	3300	0.01500	2150	0.00945	300	0.00140
<b>Dic</b>	3550	0.01900	4650	0.02100	2650	0.01400	2210	0.00853	2050	0.01039
<b>Total</b>	<b>36200</b>	<b>0.19900</b>	<b>38050</b>	<b>0.18700</b>	<b>38300</b>	<b>0.18100</b>	<b>37210</b>	<b>0.14970</b>	<b>19050</b>	<b>0.09371</b>

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Cuadro 20. Consumo de sulfato de aluminio (2011 – 2014)

Mes	2011		2012		2013		2014	
	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT
<b>Ene</b>	850	0.00407	810	0.0027	4900	0.02580	4050	0.02035
<b>Feb</b>	1600	0.00784	1550	0.0054	3400	0.01876	3750	0.02136
<b>Mar</b>	4600	0.01582	4650	0.0155	4850	0.02637	4600	0.03680

<b>Abr</b>	4150	0.01308	4200	0.0134	4200	0.02032	4200	0.02421
<b>May</b>	1050	0.00375	1000	0.0032	3800	0.01808	3650	0.01785
<b>Jun</b>	1150	0.00452	1100	0.0037	3000	0.01464	1900	0.00922
<b>Jul</b>	1850	0.00723	1750	0.0056	3600	0.01919	2050	0.01057
<b>Ago</b>	350	0.00139	300	0.0010	3450	0.02095	3300	0.02009
<b>Sep</b>	2600	0.00998	1800	0.0062	3150	0.02070	2850	0.01803
<b>Oct</b>	2900	0.01069	2100	0.0076	3500	0.02040	3550	0.02106
<b>Nov</b>	4600	0.01516	2600	0.0096	2850	0.01819	4500	0.02604
<b>Dic</b>	4150	0.01288	2400	0.0094	1050	0.00647	4000	0.02281
<b>Total</b>	<b>29850</b>	<b>0.10640</b>	<b>24260</b>	<b>0.0832</b>	<b>41750</b>	<b>0.22986</b>	<b>42400</b>	<b>0.24839</b>

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Dónde:

Kg : Kilogramos de insumo sulfato de aluminio

Kg.(m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> AT : Kilogramos de insumo por metro cúbico de agua tratada

Con los datos de los Cuadros 18, 19 y 20, se elaboró las Figuras 8 y

9.

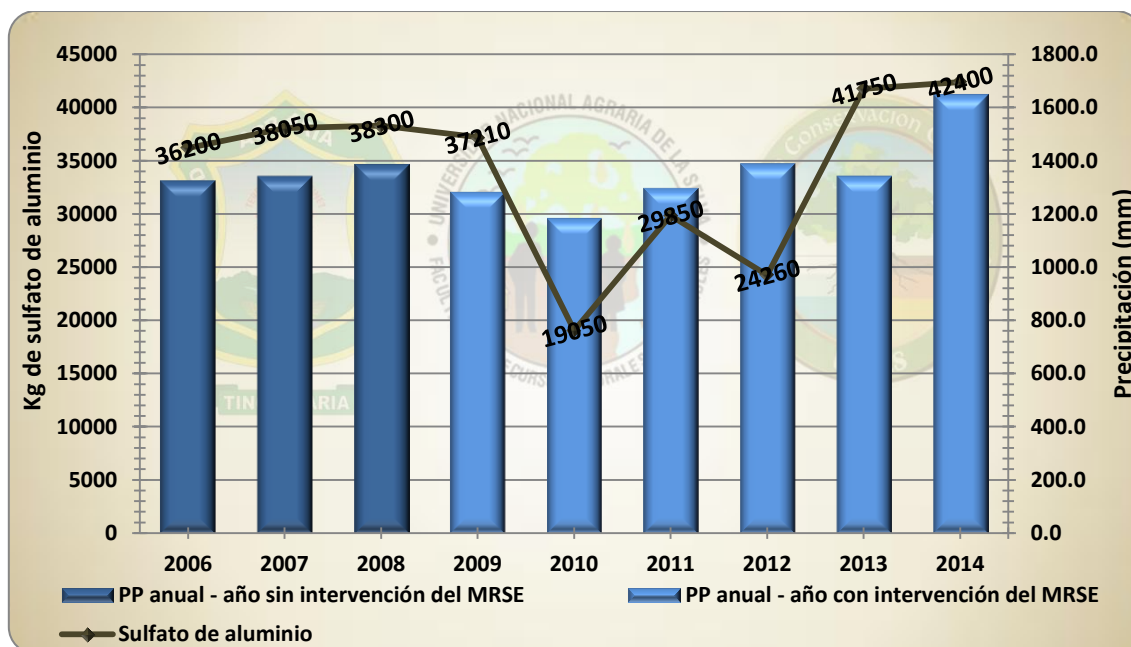


Figura 8. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2006 – 2014)

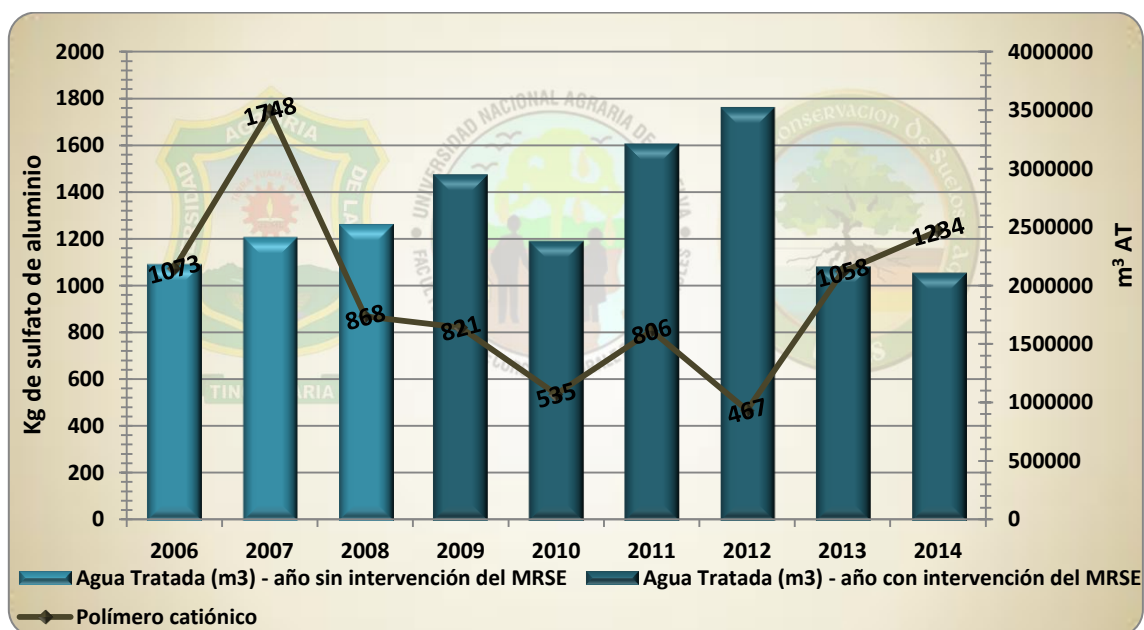


Figura 9. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006 – 2014)

Las figuras muestran que el comportamiento en cuanto al consumo de sulfato de aluminio, guarda una estrecha relación con el comportamiento de la precipitación, aunque no llega a ser una relación que califique como directamente proporcional. En esa misma línea, si la comparación se realiza tomando en cuenta la producción de agua tratada, se observa que en el 2006, 2013 y 2014, se tuvo un consumo elevado de sulfato de aluminio versus una mínima producción de agua tratada. Esta relación se explica con la ocurrencia de eventos extremos como el desborde de las quebradas, lo que obligó a ejecutar directivas de cierre de válvulas en las zonas de captación. Lo que repercutió en la producción de agua tratada, es decir, el consumo intensivo sulfato de aluminio en presencia de niveles elevados de turbidez derivó en la disminución de la producción de agua trata en la PTAP San Mateo. También se observa un descenso marcado con mínimos consumos de sulfato de aluminio durante el año 2010, relacionado con una cantidad menor de precipitación anual, que propició un mínimo consumo de sulfato de aluminio. Esto, debido a la generación de caudales mínimos durante el año, especialmente durante los meses de junio a octubre del año en mención.

#### **4.4.2. Consumo de polímero catiónico para el tratamiento de la turbidez del agua en la PTAP San Mateo**

El consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo, se presenta a continuación en los Cuadros 21 y 22.

Cuadro 21. Consumo de polímero catiónico (2006 – 2010)

	2006		2007		2008		2009		2010	
	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT
<b>Ene</b>	165	0.00086	120	0.00060	85	0.00037	150	0.00058	20	0.00012
<b>Feb</b>	137	0.00083	20	0.00011	110	0.00055	65	0.00027	97	0.00042
<b>Mar</b>	172	0.00093	67	0.00087	130	0.00061	44	0.00016	45	0.00022
<b>Abr</b>	90	0.00050	920	0.00046	55	0.00026	125	0.00050	90	0.00048
<b>May</b>	15	0.00008	80	0.00037	29	0.00013	70	0.00027	30	0.00012
<b>Jun</b>	45	0.00025	15	0.00008	85	0.00040	45	0.00018	0	0.00000
<b>Jul</b>	42	0.00023	20	0.00011	40	0.00018	60	0.00024	0	0.00000
<b>Ago</b>	55	0.00030	15	0.00009	10	0.00005	40	0.00017	5	0.00003
<b>Sep</b>	80	0.00046	102	0.00057	82	0.00042	42	0.00019	20	0.00013
<b>Oct</b>	70	0.00039	125	0.00061	90	0.00040	65	0.00027	85	0.00050
<b>Nov</b>	60	0.00034	137	0.00063	85	0.00400	80	0.00035	75	0.00035
<b>Dic</b>	142	0.00078	127	0.00057	67	0.00030	35	0.00014	68	0.00034
<b>Total</b>	1073	0.00595	1748	0.00507	868	0.00767	821	0.00332	535	0.00271

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Cuadro 22. Consumo de polímero catiónico (2011 – 2014)

	2011		2012		2013		2014	
	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT	Kg	Kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> AT
<b>Ene</b>	35	0.00017	45	0.00015	162	0.00085	94	0.00047
<b>Feb</b>	30	0.00015	45	0.00016	70	0.00039	105	0.00060

<b>Mar</b>	180	0.00062	65	0.00022	241	0.00131	135	0.00108
<b>Abr</b>	90	0.00028	85	0.00027	149	0.00072	135	0.00078
<b>May</b>	5	0.00002	10	0.00003	117	0.00056	25	0.00012
<b>Jun</b>	35	0.00014	20	0.00007	30	0.00015	65	0.00032
<b>Jul</b>	32	0.00012	15	0.00005	45	0.00024	25	0.00013
<b>Ago</b>	5	0.00002	10	0.00003	60	0.00036	70	0.00043
<b>Sep</b>	90	0.00035	45	0.00015	15	0.00010	55	0.00035
<b>Oct</b>	80	0.00029	40	0.00015	94	0.00055	135	0.00080
<b>Nov</b>	118	0.00039	42	0.00015	45	0.00029	205	0.00119
<b>Dic</b>	106	0.00033	45	0.00018	30	0.00018	185	0.00105
<b>Total</b>	<b>806</b>	<b>0.00288</b>	<b>467</b>	<b>0.00161</b>	<b>1058</b>	<b>0.00570</b>	<b>1234</b>	<b>0.00731</b>

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Dónde:

Kg : Kilogramos de insumo polímero catiónico

Kg.(m3)-1 AT : Kilogramos de insumo por metro cúbico de agua tratada

Con los datos de los Cuadros 20 y 21, se elaboraron las Figuras 10 y 11.

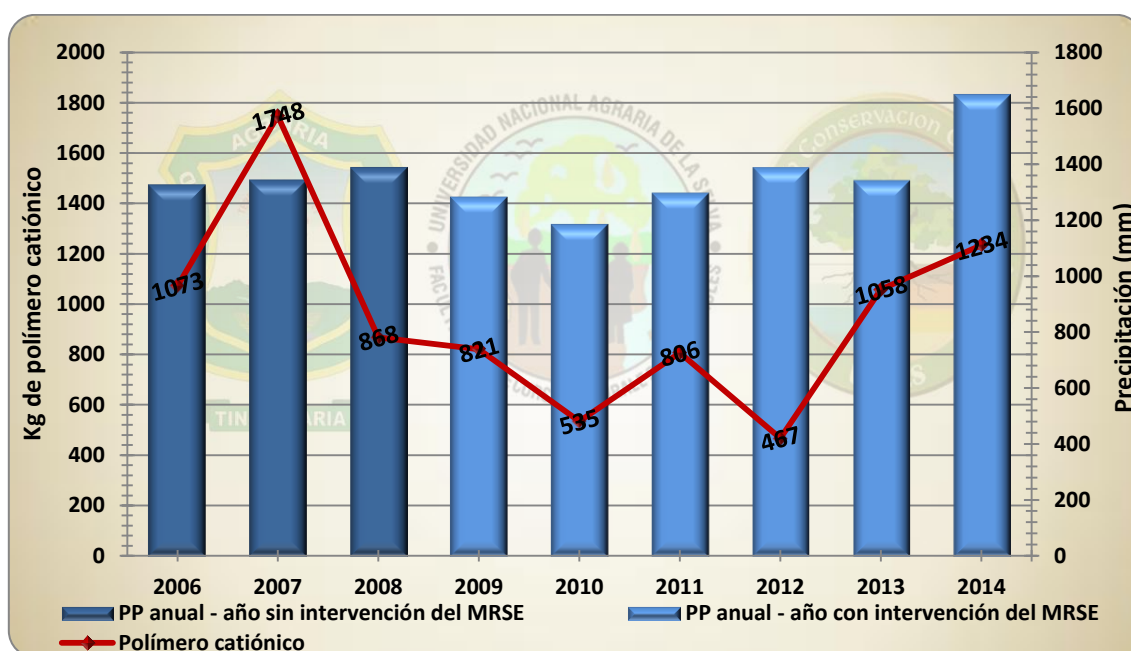


Figura 10. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2006 – 2014)

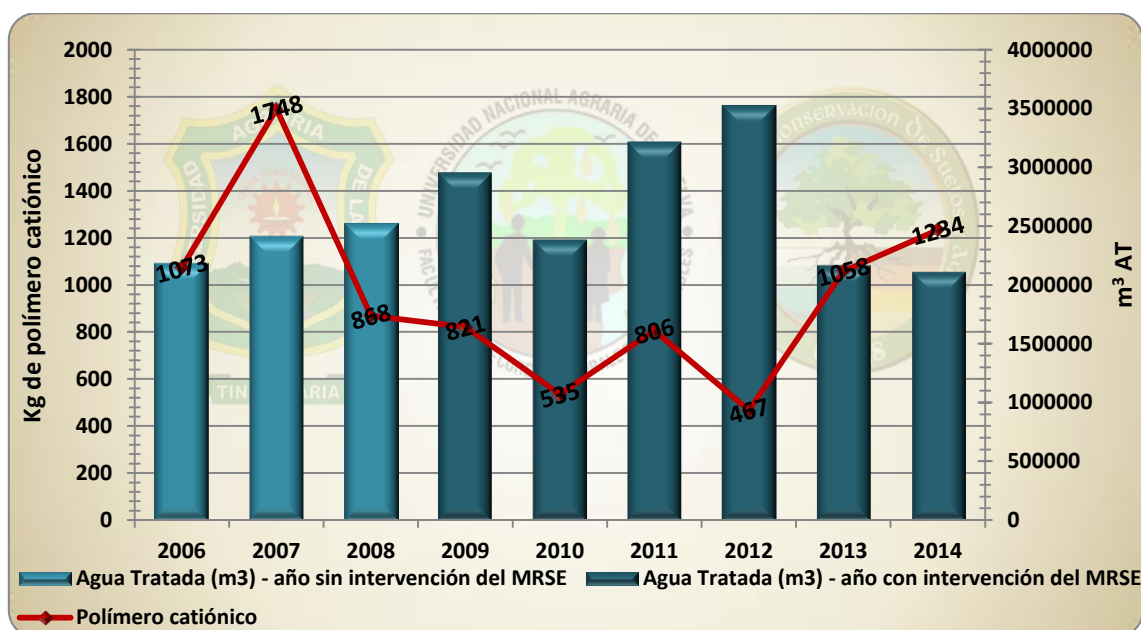


Figura 11. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006 – 2014)

Similar al caso anterior, el comportamiento del consumo de polímero catiónico, guarda relación con el comportamiento de la precipitación.

Ahora, si la comparación se realiza tomando en cuenta la producción de agua tratada, se observa que en el 2007, 2013 y 2014, se tuvo un consumo elevado de polímero catiónico versus una mínima producción de agua. Situación que se explica en las mismas condiciones que para el caso del sulfato de aluminio.

Para la evaluación de este indicador con respecto al cumplimiento de la meta fijada por MINAM (2010b), se analizó la variación porcentual de la cantidad de insumos químicos utilizados durante los años del periodo de evaluación (2006 – 2014) comparado con el valor registrado para el año 2008, establecido como año base. Para este propósito se hizo uso de la fórmula 1, cuyos resultados se presentan en los cuadros 23 y 24.

Cuadro 23. Variación porcentual del consumo de sulfato de aluminio (2006 – 2014) con respecto al año base 2008

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Kg</b>	36200	38050	38300	37210	19050	29850	24260	41750	42400
<b>% V.</b>	-5.48%	-0.65%	0.00%	-2.85%	-50.26%	-22.06%	-36.66%	9.01%	10.70%

Cuadro 24. Variación porcentual del consumo de polímero catiónico (2006 – 2014) con respecto al año base 2008

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Kg</b>	1073	1748	868	821	535	806	467	1058	1234
<b>% V.</b>	-38.62%	101.38%	0.00%	-5.41%	-38.36%	7.14%	-46.20%	21.89%	42.17%



Con los datos de los Cuadros 23 y 24, se elaboraron las Figuras 12 y

13.

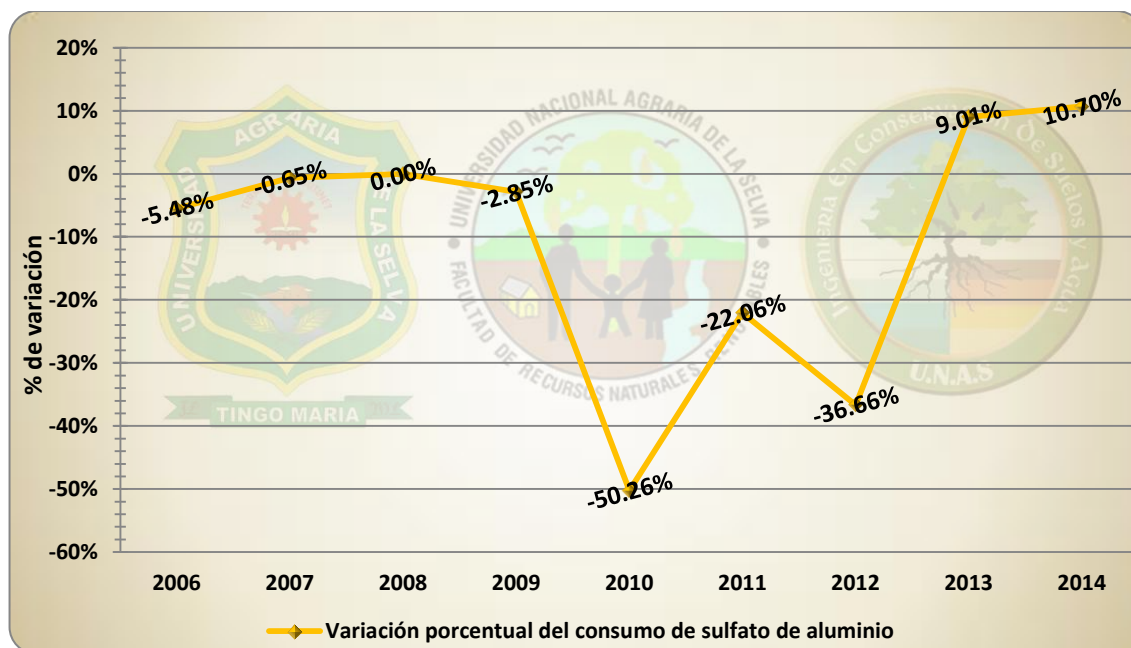


Figura 12. Variación porcentual del consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo (2006 – 2014) con respecto al año base 2008

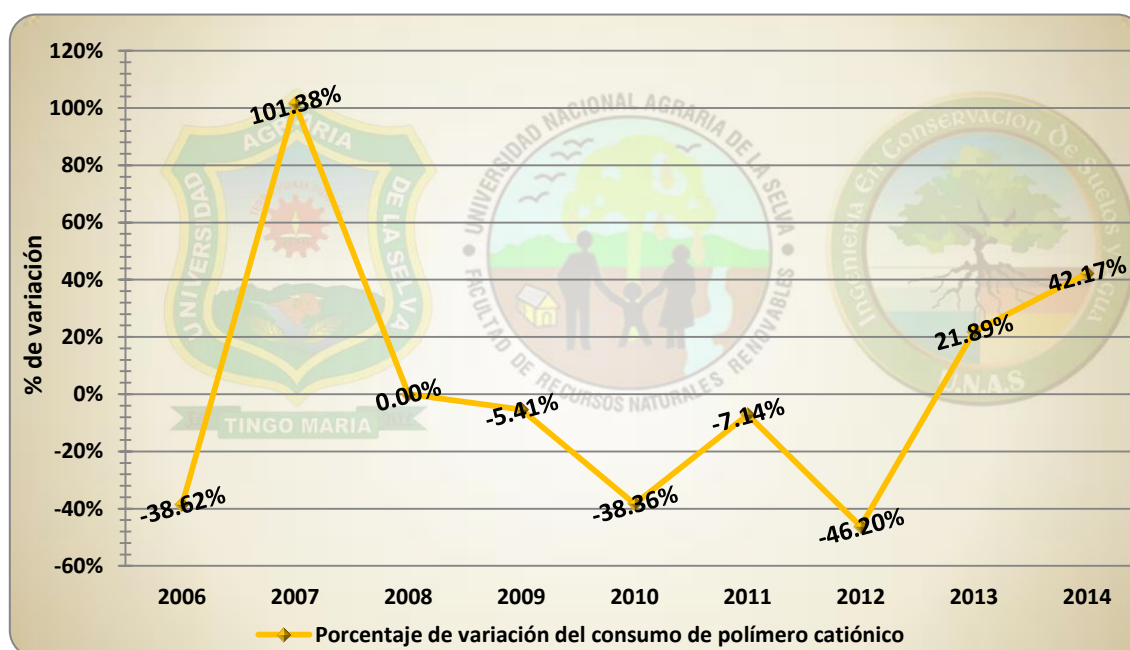


Figura 13. Variación porcentual del consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo (2006 – 2014) con respecto al año base 2008

Para el caso de ambos insumos químicos, se puede afirmar que se cumplió con la meta propuesta por la *Guía de Monitoreo de Impactos* (MINAM; 2010b, establecida como “al año 2012, la cantidad de insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua, disminuyen en un 30%”.

#### **4.5. Indicador: Número de horas de corte de servicio que se presentan por problemas de turbidez**

##### **4.5.1. Número de horas de cortes del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyaçu**

A continuación se presenta una serie de cuadros y figuras que permiten analizar el comportamiento de este indicador.

Cuadro 25. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyaçu (2006 – 2010)

	2006		2007		2008		2009		2010	
	N° Cortes	Mayores a 5 Horas	N° Cortes	Mayores a 5 horas	N° Cortes	Mayores a 5 horas	N° Cortes	Mayores a 5 Horas	N° Cortes	Mayores a 5 horas
<b>Ene</b>	5	0	1	0	2	0	2	1	0	0
<b>Feb</b>	6	3	0	0	5	2	2	2	0	0
<b>Mar</b>	5	1	6	0	8	4	3	1	0	0
<b>Abr</b>	1	1	5	0	6	1	1	0	0	0
<b>May</b>	0	0	2	0	2	0	3	0	0	0
<b>Jun</b>	2	0	0	0	4	0	2	0	1	0
<b>Jul</b>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ago</b>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sep</b>	4	0	4	1	2	1	1	1	3	0
<b>Oct</b>	2	1	6	2	4	2	1	0	3	1
<b>Nov</b>	2	0	4	0	0	0	0	0	1	0

<b>Dic</b>	4	0	3	0	0	0	2	1	0	0
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>3</b>	<b>33</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>1</b>
<b>Horas al Año</b>	<b>135.15</b>		<b>114.35</b>		<b>136.40</b>		<b>118.50</b>		<b>92.00</b>	

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Cuadro 26. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiayacu (2011 – 2014)

	2011		2012		2013		2014	
	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas
<b>Ene</b>	5	0	3	2	5	2	6	3
<b>Feb</b>	6	1	3	3	2	2	5	2
<b>Mar</b>	6	2	4	3	11	5	8	6
<b>Abr</b>	4	0	2	1	3	1	5	2
<b>May</b>	1	0	1	0	4	4	0	0
<b>Jun</b>	2	0	0	0	0	0	3	1
<b>Jul</b>	0	0	0	0	1	0	1	0
<b>Ago</b>	0	0	0	0	3	0	2	0
<b>Sep</b>	7	0	0	0	4	1	3	1
<b>Oct</b>	3	0	0	0	7	6	1	0
<b>Nov</b>	3	0	0	0	2	1	2	0
<b>Dic</b>	0	0	1	0	1	0	3	3
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>22</b>	<b>39</b>	<b>18</b>
<b>Horas al Año</b>	<b>105.70</b>		<b>122.80</b>		<b>291.50</b>		<b>198.00</b>	

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Con los datos de los Cuadros 25 y 26 se elaboraron las Figuras 14 y

15.

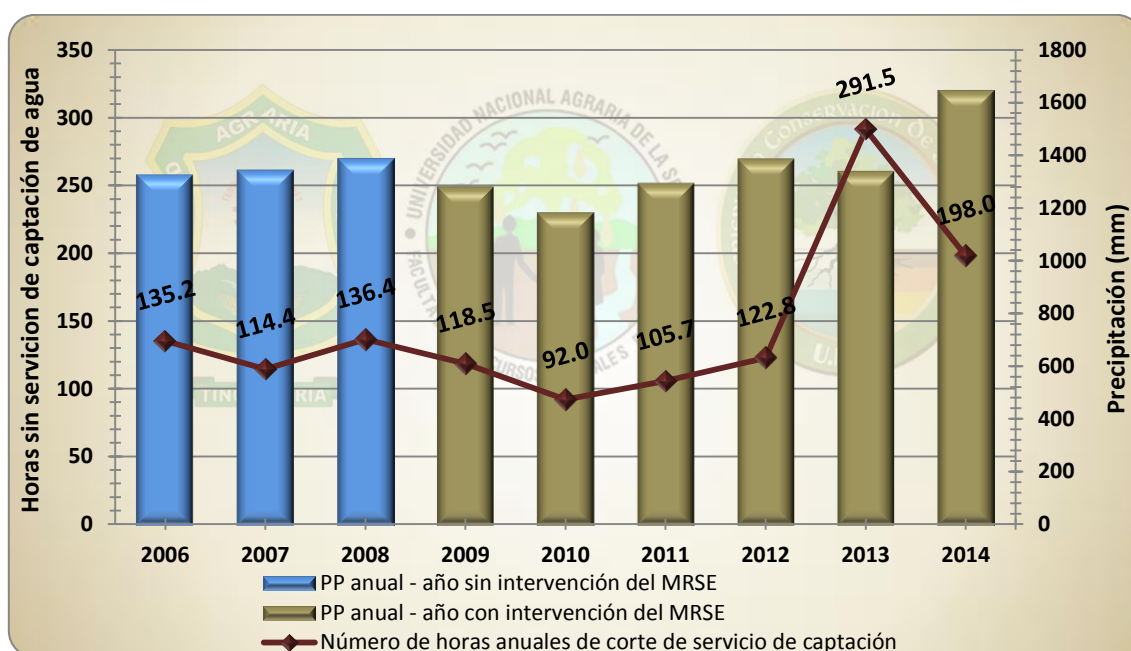


Figura 14. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu versus la precipitación acumulada (2006 – 2014)

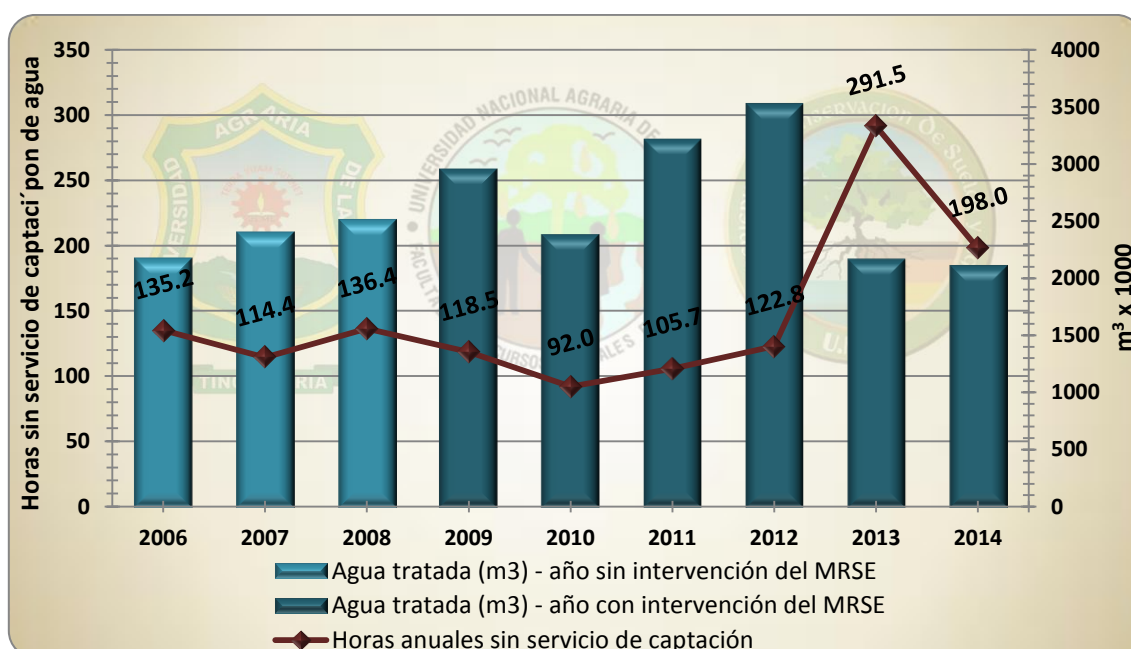


Figura 15. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu versus la producción de agua tratada (2006 – 2014)

**4.5.2. Número de horas de cortes del servicio de captación de agua en la quebrada Mishqiyacu por problemas de turbidez**

Cuadro 27. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishqiyacu (2006 – 2010)

	2006		2007		2008		2009		2010	
	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas	N° de Cortes	Mayores a 5 horas	N° de Cortes	Mayores a 5 horas	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas	N° de Cortes	Mayores a 5 horas
Ene	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Feb	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Mar	0	0	0	0	1	1	3	2	0	0
Abr	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
May	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sep	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Oct	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	7	5	2	1	0	0
Dic	1	1	1	1	7	7	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Horas al Año</b>	<b>1.00</b>		<b>7.30</b>		<b>124.40</b>		<b>98.40</b>		<b>64.00</b>	

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Cuadro 28. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishqiyacu (2011 – 2014)

	2011		2012		2013		2014	
	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas	N° de Cortes	Mayores a 5 horas	N° de Cortes	Mayores a 5 horas	N° de Cortes	Mayores a 5 Horas

<b>Ene</b>	2	2	3	2	5	5	0	0
<b>Feb</b>	2	1	2	2	1	1	2	0
<b>Mar</b>	1	1	2	1	5	5	2	2
<b>Abr</b>	1	0	1	1	2	2	3	3
<b>May</b>	0	0	1	0	1	1	0	0
<b>Jun</b>	1	0	0	0	0	0	2	1
<b>Jul</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ago</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sep</b>	0	0	0	0	1	1	1	1
<b>Oct</b>	0	0	0	0	1	1	1	0
<b>Nov</b>	1	0	2	1	0	0	1	0
<b>Dic</b>	2	1	1	1	0	0	5	5
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>12</b>

<b>Horas al Año</b>	<b>86.50</b>	<b>146.20</b>	<b>1119.40</b>	<b>568.00</b>
---------------------	--------------	---------------	----------------	---------------

Fuente: Dpto. Operaciones y Catastro Técnico – EPS Moyobamba

Con los datos de los cuadros 27 y 28 se elaboraron las Figuras 16 y 17.



Figura 16. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishqiyacu versus la precipitación acumulada (2006 – 2014)

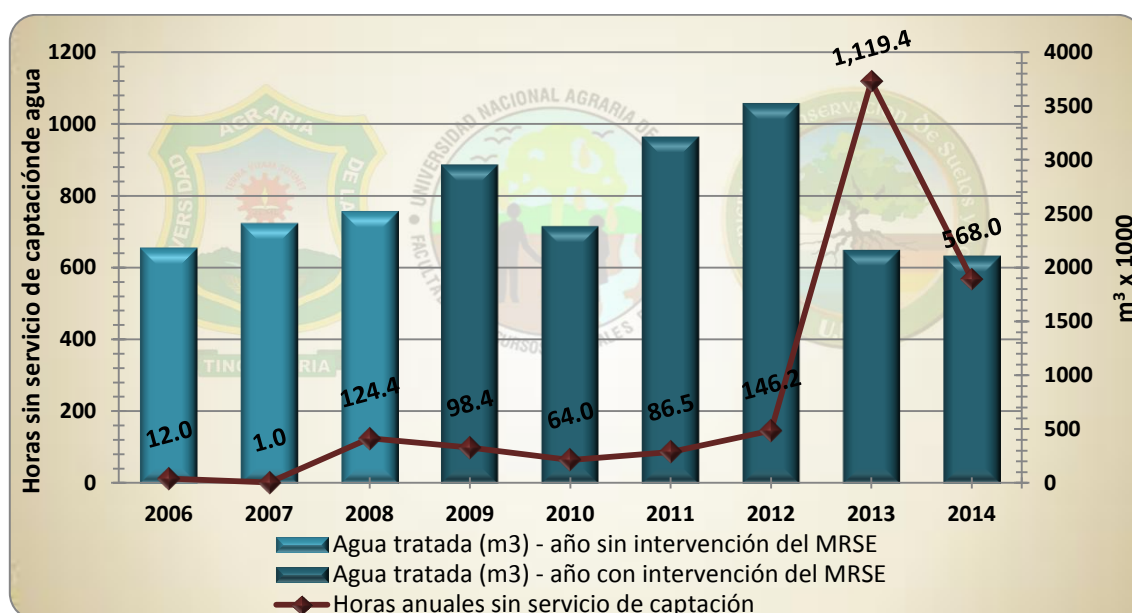


Figura 17. Número de horas de corte del servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishquiyacu versus la producción de agua tratada (2006 – 2014)

Para la evaluación de este indicador con respecto al cumplimiento de la meta fijada por MINAM (2010b), se analizó la variación porcentual de la cantidad de horas de corte del servicio de captación de agua, comparado con el valor registrado para el año 2008, establecido como año base. Para este propósito se utilizó la fórmula 2. A continuación se presenta los cuadros y figuras que sirvieron para determinar el grado de cumplimiento de la meta de este indicador.

Cuadro 29. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>H. Totales</b>	135.1	114.3	136.4	118.5	92.0	105.7	122.8	291.5	198.0
<b>% V.</b>	-0.9%	-16.1%	0.0%	-13.1%	-32.5%	32.5%	-9.9%	113.7%	45.1%

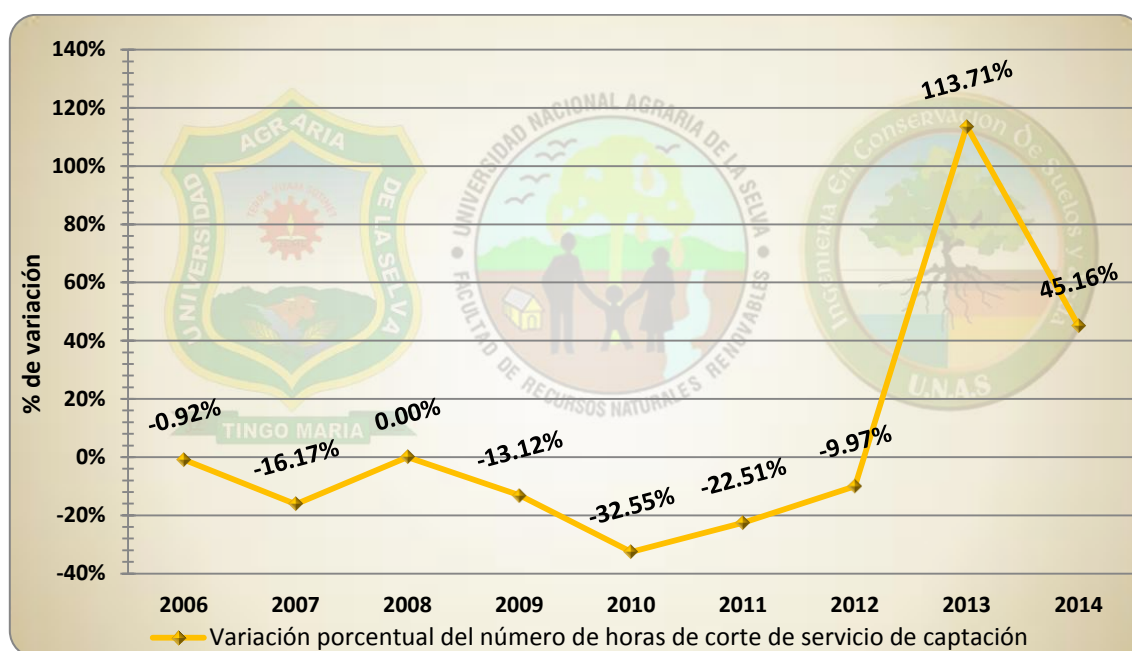


Figura 18. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Rumiyacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008

Cuadro 30. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishquiyacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>H. Totales</b>	12.0	1.0	124.4	98.4	64.0	86.5	146.2	1119.4	568.0
<b>% V.</b>	-90.3%	-99.2%	0.0%	-20.9%	-48.5%	-30.4%	17.5%	799.8%	356.5%



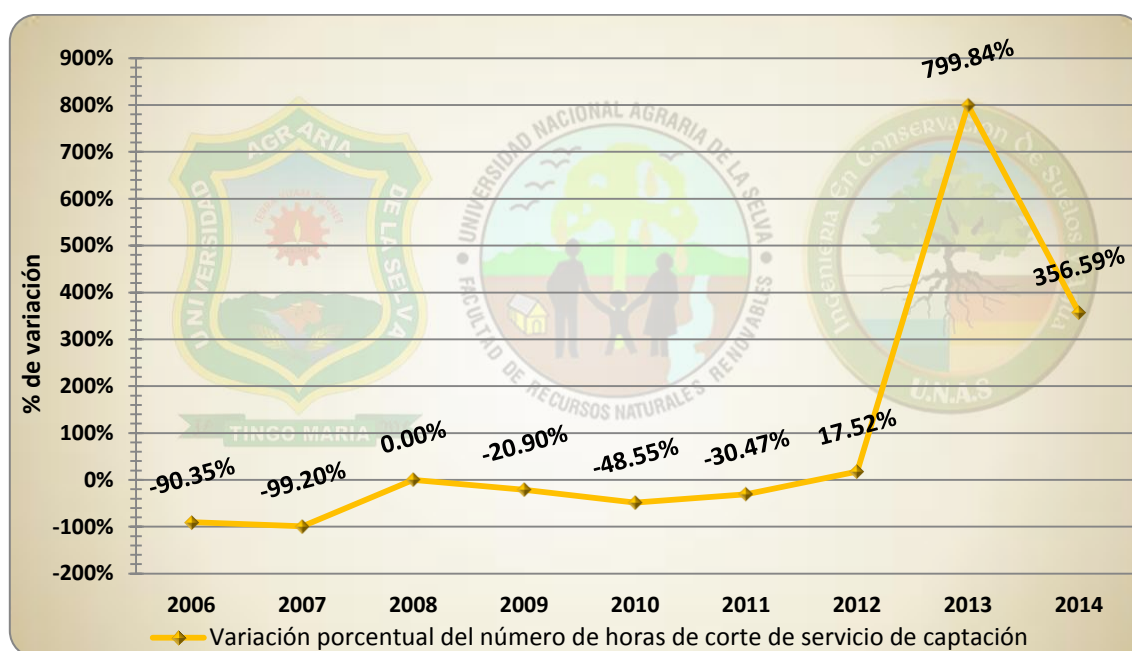


Figura 19. Variación porcentual del número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez en la quebrada Mishquiycacu (2006 – 2014) comparado con respecto al año base 2008

Con los resultados mostrados en los cuadros y figuras anteriores, se puede afirmar que no se cumplió con la meta “al año 2013, los cortes de servicio de agua potable que se presentan por el incremento considerable de la turbidez, disminuyen en un 20%”.

## V. DISCUSIÓN

La ocupación desordenada del territorio de las microcuencas que abastecen de agua a la ciudad de Moyobamba para la instalación del monocultivo del café, en detrimento de la capacidad de estos ecosistemas para seguir brindando los servicios de producción y regulación hídrica en calidad y cantidad (RIOS, 2014), fue la principal causa para implementar un mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos. Situación que VITOUSEK (1997) resalta, al afirmar que, la alteración de los ecosistemas a gran escala, como la conversión de ecosistemas naturales en monocultivos agrícolas, ha conducido a un incremento en algunos servicios de provisión (como producción de alimento), a expensas de varios servicios de regulación y servicios culturales de los ecosistemas.

El Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE) de Moyobamba, dada su condición de sui géneris (RIOS, 2014), se erige como un importante banco de pruebas para la generación de conocimientos en cuanto a la investigación, manejo, conservación y recuperación de los servicios ecosistémicos y, que al mismo tiempo, persigue como fin principal, que el abastecimiento de agua potable para la ciudad de Moyobamba se siga brindando en cantidad y calidad. Es en este escenario donde se generan importantes marcos normativos y legislativos a nivel de gobierno local, regional y nacional, acorde con lo expuesto por DAILY Y MATSON (2008), quienes indican que el

conocimiento de los servicios ecosistémicos es muy informativo y útil para tomar decisiones de cara a la gestión de los mismos.

La referencia principal que explica el proceso de implementación del MRSE de Moyobamba, tiene su origen en la disminución de la cantidad y calidad del agua de las quebradas que abastecen al sistema de agua potable de Moyobamba (RIOS, 2014). Efectivamente, es esta misma motivación la que comparten experiencias similares a nivel mundial, y más específicamente en sudamérica, para ejecutar mecanismos de pagos, compensación o retribución por los servicios que brindan los ecosistemas.

Tal es el caso de Quito, Ecuador, donde se espera que el consumo de agua aumente en un 50% para el año 2025, incrementando la presión sobre los recursos de agua (LLORET, 2005). Y a pesar que las Reservas Ecológicas Cayambe, Coca y Antisana, están formalmente protegidas para la conservación, enfrentan numerosas amenazas; ECHEVARRÍA (2007), nos explica, que existe una población que vive dentro y fuera de estas zonas de conservación, cuyas prácticas agrícolas insostenibles, como el pastoreo excesivo y la quema de pastizales, afectan negativamente al páramo. Lo que propició la creación del FONAG (CISNEROS y LLORET, 2008).

Para el caso de Caldas, Colombia, la problemática se enfocaba en la alta intervención de la cuenca del río Chinchiná, donde se deforestaron grandes áreas de bosque para ampliar la frontera agropecuaria y para la extracción de madera y leña, trayendo como consecuencia la pérdida de cobertura boscosa que ha generado el deterioro de la oferta ambiental,

modificación del ciclo hidrológico, altos niveles de sedimentación en las aguas, procesos erosivos y pérdida de hábitat para la flora y la fauna. Propiciando la creación de PROCUENCAS (ERAZO, 2004).

En el Municipio de Extrema, Mina Gerais, Brasil, con el proyecto “Conservador de las agua”, la alcaldía municipal desarrolló un proyecto que buscaba crear mecanismos que permitieran el desarrollo de acciones orientadas a la mejoría de la calidad del agua y a la ampliación de su oferta permanente a lo largo de todos los meses del año, reconociendo que la conservación del agua, suelo y bosques de la cuenca hidrográfica del Jaguarí son de fundamental importancia para la sostenibilidad del Sistema Cantareira (COMITÉ PCJ, 2005).

En cuanto al análisis de los indicadores de calidad de agua del MRSE de Moyobamba, vemos que para el indicador “*nivel de pH del agua*”, se asumía que las aguas mieles resultantes del beneficio de este cultivo, que al ser evacuadas directamente al cauce de las quebradas, impactarían negativamente provocando descensos de los valores de pH hasta niveles considerados como moderadamente a fuertemente ácidos (MINAM, 2010a) Ciertamente HERNÁNDEZ e HIDALGO (2000), acotan que, el agua miel del café, tiene una serie de compuestos tóxicos los mismos que al degradarse, incrementan la acidez de su medio, con valores de pH cercanos a 3.7.

Incluso, la Guía de Monitoreo de Impactos del MRSE de Moyobamba (MINAM, 2010a), hace una diferenciación entre los valores de pH del agua muestreadas durante los meses en los que se beneficia el cultivo del café en contraste con el resto de meses, asumiendo una variación hipotética entre esos

dos grupos de meses producto de la influencia de las aguas mieles. En ese sentido, los resultados revelan que dicha variación es ínfima, insuficiente para ser considerada una variación con significancia estadística, tal como se muestra en el Cuadro 14 (página 43).

El promedio del nivel pH dentro del periodo estudiado es de 7.5, incluyendo valores mínimos como 7.02 y valores máximos como 8.05, valores que están acorde a lo propuesto en el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, donde se indica que para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, clasificadas en la sub categoría A2 “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”, los ECA’s admitidos para el pH del agua están en el rango de 5.5 a 9.0. Siendo ideal que el pH del agua para consumo humano esté en el rango de pH entre 7.5 y 8.0.

Por otra parte, para el caso del indicador “*coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación*”, los resultados sugieren que en ningún momento se superó el LMP por cada muestra de agua tomada en la zona de captación de cada quebrada. Los únicos valores considerablemente altos los encontramos durante el año 2007, seguido de una caída considerable en los valores a partir del año 2008, producto de una serie de restricciones y sanciones para los habitantes de las microcuencas, así como la adopción de un estilo de vida amigable con el ecosistema en el marco de la implementación de la ZAVA – RMA (RIOS, 2014). De ahí en más, se observa que los valores nunca excedieron los 150 NTC.100ml<sup>1</sup> en ninguna de las muestras de las tres quebradas, cumpliendo con el mandato del Decreto Supremo N° 261-69-AP, modificado por el Decreto Supremo N° 007-83-SA, el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y

el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, los que establecen que, para el tipo de tratamiento que aplica la EPS Moyobamba, los LMP para coliformes fecales está en el orden de 2000 NTC.100ml<sup>-1</sup>. Asimismo, también se aprecia una ligera tendencia creciente en los valores correspondientes a la quebrada Rumiyacu durante los años 2013 y 2014, posiblemente explicados por el incremento poblacional en la microcuenca del mismo nombre, tal como se aprecia en el Cuadro 08 (INEI, 2007; PEAM, 2012; MPM, 2013; RIOS, 2014).

Con respecto al indicador “*insumos químicos para el tratamiento de la turbidez del agua*”, MINAM (2010b), definió que el sulfato de aluminio y el polímero catiónico serían los dos insumos a evaluar, debido a su uso exclusivo para el tratamiento de la turbidez del agua. En ese sentido, se observó dos comportamientos bien marcados. El primero, es que ambos insumos guardan una estrecha relación con la cantidad de precipitación registrada, aunque no llega a considerarse como una relación directamente proporcional. Asimismo, se puede afirmar que cuando hubo picos de máximo consumo de insumos químicos, éstos estuvieron directamente relacionados a una caída en la producción de agua tratada, especialmente el caso de los meses enero 2006, enero 2013, marzo 2013 y marzo 2014 (ver Anexo 04, figuras 97, 98, 99 y 100). Y, el segundo comportamiento, se refiere a los mínimos valores registrados para ambos insumos durante el año 2010. Las implicancias de este último comportamiento, guardan relación con la caracterización de “año seco” expresado por RIOS (2014), donde la mínima ocurrencia de precipitaciones involucró procesos de mínima producción de agua tratada, lo que implicó un mínimo consumo de insumos químicos, (ver Figura 12 y 13, pg. 60; Anexo 03, Figuras 63, 64, 81

y 82).

Para el caso del indicador “*cortes del servicio de captación de agua por problemas de turbidez*”, tiene una sintonía con el indicador anterior con respecto a los eventos extremos de precipitación. No se observó una evolución favorable de su comportamiento, especialmente durante los años 2013 y 2014, situación que definitivamente no marca o muestra el verdadero impacto de las acciones del MRSE de Moyobamba al interior de las microcuencas (RIOS, 2014). Sino, a eventos ajenos como el ataque del hongo de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broom), con el consecuente remplazo de cafetales por variedades resistentes, precipitaciones extremas el año 2013 y 2014, factores que en conjunto ocasionaron un desarrollo negativo de este indicador hacia los últimos años del periodo de estudio.

Por último, el desarrollo de propuestas, procesos y mecanismos, que apuntan a la sostenibilidad del recurso hídrico, es el denominador común de los actores políticos y administrativos a nivel global, en especial las experiencias del FONAG en Quito, Ecuador (LLORET, 2005); PROCUENCA en Caldas, Colombia (ERAZO, 2004), proyecto “Productores de agua y bosque” en Río de Janeiro, Brasil (VIEIRA, 2000); proyecto “Conservador de las agua” en Extrema, Mina Gerais, Brasil (COMITÉ PCJ, 2005); y, el proyecto “Agente ambiental: productor rural prestador de servicios ambientales” en la cuenca del río Xopotó en Mina Gerais, Brasil (VILLAR, 2009).

A nivel nacional, también existe un importante número de iniciativas monitoreadas por el Ministerio del Ambiente. Siendo las más resaltantes,

AQUAFONDO en Lima, Fondo de Agua del río Quiroz en el Valle de San Lorenzo en Piura, Fondo Birregional de Agua del Jequetepeque (FOBIRAJ) en Cajamarca y la Libertad, Fondo Virtual de Agua del Tilacancha en Chachapoyas, Amazonas, Pago por Servicios Ambientales en el Área de Conservación Regional Cordillera Escalera en Tarapoto, San Martín y, el Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba, San Martín. Sin embargo, dada su condición de pionera y haber merecido en su momento el calificativo de *sui generis*, le confiere al MRSE de Moyobamba, el mayor grado de desarrollo y documentación del proceso, lo que le valió para ser tomado como referencia para la generación de instrumentos legales a nivel nacional (RIOS, 2014).



## VI. CONCLUSIONES

Con respecto a los objetivos específicos planteados para esta investigación, el análisis de los resultados y la evaluación de los mismos durante el periodo 2006 - 2014, se concluye lo siguiente:

1. En cuanto a la precipitación, indistintamente de la estacionalidad de las mismas (avenidas y estiaje) en la zona de estudio, se observó la ocurrencia de dos momentos importantes; el primero, disminución de la cantidad de precipitación anual el año 2010 (año seco) y; el segundo, el incremento substancial de la cantidad de precipitación anual durante los años 2013 y 2014 (años lluviosos).

2. La evaluación de los indicadores de calidad de agua, permite arribar a las siguientes conclusiones.

a. Indicador “nivel de pH del agua”, No se observó diferencias estadísticas significativas entre los valores mensuales promedio, con lo cual se verificó el cumplimiento de la meta establecida en la *Guía de Monitoreo de Impactos* (MINAM, 2010b).

b. Indicador “coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación”: Mostró un comportamiento positivo durante el periodo de estudio. En todo momento los valores registrados se mantuvieron dentro de los

Límites Máximos Permisibles (LMP). Con lo cual, se verifica cumplimiento de la meta establecida en la Guía de Monitoreo de Impactos (MINAM, 2010b).

c. Indicador “insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua”: Muestra un comportamiento aceptable hasta el año 2012; posterior a ese año, se observa incrementos muy marcados de los insumos químicos. En cuanto a la meta de este indicador, se verifica el cumplimiento de la misma, establecida en la *Guía de Monitoreo de Impactos* (MINAM, 2010b).

d. Indicador “número de horas de corte de servicio que se presentan por problemas de turbidez”: Mostró un comportamiento que va en la misma línea que el indicador anterior. Es decir, se observa un comportamiento óptimo entre los años 2006 al 2012, con un posterior comportamiento negativo durante los años 2013 y 2014. Es el único indicador que no cumplió con la meta establecida en la *Guía de Monitoreo de Impactos* (MINAM, 2010b).

3. La evaluación del comportamiento de los indicadores de calidad de agua, frente a la variabilidad climática a nivel de precipitación anual en Moyobamba, permite concluir lo siguiente.

Se observó que la precipitación no tuvo influencia sobre los indicadores *pH del agua* y *coliformes fecales*. En cuanto al indicador *insumos químicos*, la precipitación influyó moderadamente su comportamiento. Finalmente el indicador *número de horas de corte de servicio de captación de agua*, mostró un comportamiento influenciado indirectamente por la precipitación.

4. La evaluación del efecto del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE) de Moyobamba sobre el comportamiento de los indicadores de calidad de agua que están a cargo de la EPS Moyobamba, permite concluir lo siguiente:

En líneas generales se aprecia un comportamiento óptimo de los indicadores, incluso en algunos casos ideal, desde la puesta en marcha del MRSE de Moyobamba. Afirmación que es validada por el constante descenso de los valores de cada indicador desde el año 2006 hasta el año 2012. Es importante resaltar que al inicio del periodo de estudio, los valores registrados eran considerablemente más elevados que los obtenidos hacia el final del mismo. Situación atribuible a la intervención del MRSE Moyobamba desde todas sus variantes.

Durante los años 2013 y 2014, los indicadores muestran un comportamiento ajeno a la influencia del MRSE de Moyobamba. En especial, los indicadores insumos químicos usados para el tratamiento de la turbidez del agua y número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez. Situación asociada a la pérdida de cobertura foliar debido a la agresividad del hongo de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broom) y los eventos extremos de precipitación con ocurrencia de deslizamientos de tierras al interior de las microcuencas.

## VII. RECOMENDACIONES

Actualizar las metas para los indicadores de calidad de agua acorde con la evidencia encontrada y con los resultados obtenidos durante el año 2014. En especial para los indicadores que tuvieron comportamientos distantes del cumplimiento de sus metas, más aun teniendo en cuenta la presencia del Fenómeno del Niño durante el 2015 que probablemente plantee un escenario diferente para el comportamiento de estos indicadores. Se sugiere que esta acción sea realizada en coordinación entre la EPS Moyobamba, El Comité Gestor de las Compensaciones por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba, el Ministerio del Ambiente y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, bajo las siguientes propuestas:

**a.** Para el indicador “nivel de pH del agua durante los meses de beneficio del café”, se recomienda actualizar la meta como sigue: “la diferencia del nivel promedio de pH del agua muestreada durante los meses de beneficio del café no debe ser mayor a una unidad de pH con respecto al resto de meses del año”.

**b.** Para el indicador “coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación”, se recomienda actualizar la meta como sigue: “la cantidad de coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación deberá ser inferior a 500 NTC.100ml<sup>-1</sup>”.

c. Para el indicador “insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua”, se recomienda actualizar la meta como sigue: “al año 2020 la cantidad de insumos químicos utilizados para el tratamiento de la turbidez del agua debe ser igual o semejante a los valores obtenidos el año 2012”; y.

d. Para el indicador “número de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez”, se recomienda actualizar la meta como sigue: “al año 2020 la cantidad de horas de cortes de servicio de captación de agua por problemas de turbidez debe ser igual o semejante a los valores obtenido el año 2012”.

Por otra parte y, en la línea del indicador “nivel de pH del agua”, a sabiendas que actualmente el vertimiento de aguas mieles directamente al cauce de las quebradas es ínfimo, se recomienda realizar un estudio de caracterización del pH del agua en las tres quebradas, que incluya criterios de muestreo en todo el recorrido del cauce de las quebradas, para determinar qué factor influencia en la estabilización del pH del agua hacia valores neutros. Para este efecto, se recomienda coordinar la participación y colaboración de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín (sede Moyobamba), y la Administración Local del Agua – Alto Mayo (sede Rioja) para el soporte logístico a nivel de equipos calibrados para determinación de niveles de pH.

Con la finalidad de sumar mayores elementos de juicio al momento de evaluar el comportamiento de los indicadores de calidad de agua en el futuro,

se recomienda a la EPS Moyobamba, añadir a las directivas y protocolo de actividades del personal de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) San Mateo, la recopilación de datos generados por las estaciones hidrológicas Rumiyaçu, Mishquiyaçu y Almendra (caudal) y la estación meteorológica de propósito específico (precipitación, viento, temperatura y humedad relativa) implementados con el financiamiento del proyecto Implementación de Medidas de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio del Ambiente (DGCCDRH/MINAM) y el SENAMHI – San Martín.

## VIII. ABSTRACT

This paper centered to establish whether the actions taken within the framework of the implementation of the retribution mechanism for ecosystem services from Moyobamba (MRSE in Spanish), influenced the behavior of water quality indicators. Based on the "Impacts monitoring guide" (MINAM, 2010b) it evaluated the behavior of the indicators: water pH, fecal coliform, chemical inputs used for the treatment of turbidity and the number of hours of outages water catchment caused by turbidity problems during the period 2006 to 2014. The water pH showed a regular behavior, not influenced by the wastewater of coffee, which is what it was feared when the monitoring impacts guide was developed; fecal coliform indicator showed erratic behavior during the evaluation period, but always remained within the maximum permissible limits (LMP in Spanish); the consumption of chemical inputs used for the treatment water turbidity, showed acceptable behavior until 2012, after that year, drastic increases were observed, situation that is closely related with the decrease of soil cover, due to renovation of extensive coffee plantations areas, affected by the destructive actions of the yellowfin rust (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broom); and, the number of hours of outages water catchment caused by turbidity, generally showed optimum performance from 2006 to 2012, with subsequent negative behavior during the years 2013 and 2014, related to the same reasons as the previous indicator. In conclusion, it was obtained as result, that all indicators showed undesirable values during the first two years of the evaluation period to subsequently obtain ideal values, demonstrating the influence of MRSE.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCO MUNDIAL. 2007. Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible. Resumen Ejecutivo. Lima. 22p.
- COMITÉ PCJ. 2005. Plano diretor para la recomposição florestal visando a produção de água nas bacias hidrográficas dos rios Piraicaba, Capivari e Jundiá. Volúmenes I y II. En: The Nature Conservancy (TNA). 2011. Reconocimiento de los Servicios Ambientales Hídricos en Latinoamérica. Memorias del 1º Taller de Fondos de Agua: Intercambio de experiencias y mejores prácticas. Santiago de Cali. Colombia. 74 – 79 p.
- CISNEROS, N. LLORET, P. 2008. El Fondo para la Protección del Agua. Mecanismo financiero para la conservación y el cuidado del agua en Quito, Ecuador. En: CHARCHALAC, S. 2012. Experiencias en Compensación por Servicios Ambientales en América Latina (PSA o REDD+). Descripción de casos relevantes. Forest Trends. 41 p.
- DAILY, G. 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington, DC. 159 – 182 p.
- DAILY, G. MATSON, P. 2008. Ecosystem services: From theory to implementation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105: 9455-9456.
- ECHEVARRÍA, M. 2007. El financiamiento de cuencas hidrográficas: El Fondo del Agua (FONAG),



- Quito, Ecuador. En: CHARCHALAC, S. 2012. Experiencias en Compensación por Servicios Ambientales en América Latina (PSA o REDD+). Descripción de casos relevantes. Forest Trends. 41 p.
- EGOH, Y. 2007. Integrating ecosystem services into conservation assessments: a review. *Ecological Economics* 63: 714-721.
- ERAZO, J. 2004. Análisis de la aplicación de la exoneración del impuesto predial como incentivo para la conservación en Manizales, Colombia. Instituto Alexander von Humbolt. Colombia. En: BLANCO, J. 2008. La experiencia colombiana en esquemas de Pago por Servicios Ambientales. Colombia. 53 p.
- FLORES, P. 2001. Valoración económica de la diversidad biológica y de los bienes y servicios ambientales del paisaje cafetero peruano. En: Glave, M. y R. Pizarro (eds.) 2001. Valoración Económica de la Diversidad Biológica y Servicios Ambientales en el Perú. INRENA / IRG / USAID. Lima. 351 – 386 p.
- HARKER, D., LIBBY, G., Evans, S., y Evans, M. 1999. Landscape restoration handbook. Lewis Publishers, Nueva York. 650 p.
- HERNÁNDEZ, J. HIDALGO, G. 2000. Evaluación de 3 metodologías para reducir los niveles de Contaminantes en efluentes de tratamiento primario de las aguas residuales del procesamiento de café en costa rica. Tesis licenciatura. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica. 85 p.
- HERNÁNDEZ, S. MURTINHO, F. RODRIGUEZ, J. 2005. Propuesta de Pagos

por Servicios Ambientales y su impacto en los actores locales. Documento para discusión. Instituto Alexander von Humbolt. Colombia. En: BLANCO, J. 2008. La experiencia colombiana en esquemas de Pago por Servicios Ambientales. Colombia. 55 p.

IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2009. Valoración Económica de Bienes y Servicios en Ecosistemas de Bosques Inundables y de Altura de la Amazonía Peruana: Marco Conceptual y Propuesta Metodológica. Avances Económicos N° 6. Iquitos. Perú. 244p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2007. Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda.

LARA, A. LITTLE, C. URRUTIA, R. McPHEE, J. ÁLVAREZ-GARRETÓN, C. OYARZÚN, C. SOTO, D. DONOSO, P. NAHUELHUAL, L. PINO, M. ARISMENDI, I. 2009. Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. *Forest Ecology and Management* 258: 415-424 p.

LARA, A. SOTO, D. ARMESTO, J. DONOSO, WERNLI, C. NAHUELHUAL, L. SQUEO, F. 2003. Componentes científicos clave para una política nacional sobre usos, servicios y conservación de los bosques nativos chilenos. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 134 p.

LLORET, P. 2005. Un fideicomiso como herramienta financiera para la conservación y el cuidado del agua: el caso del Fondo Ambiental del Agua en Quito. Quito. Ecuador. 24 p.

MILLENNIUM ASSESSMENT. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Millenium Ecosytem Assessment. Island Press

Washington, DC. 21 p.

MILLENNIUM ASSESSMENT. 2007. Millennium Ecosystem Assessment. A toolkit for understanding and action. Protecting Nature's services. Protecting our selves. Island Press. Washington.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010a. Compensación por servicios ecosistémicos: Lecciones aprendidas de una experiencia demostrativa. Las microcuencas Mishquiyacu, Rumiyacu y Almendra de San Martín, Perú. Primera Edición. Lima. Perú. 9 – 19 p.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010b. Compensación por servicios ecosistémicos: guía de monitoreo de impactos. Las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra de San Martín, Perú. Primera Edición. Lima. Perú. 30 – 61 p.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010c. Compensación por servicios ecosistémicos: Información de línea base del monitoreo de impactos. Las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra de San Martín, Perú. 25 – 33 p.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2012. Avances y desafíos de la gestión del cambio climático en Perú. Presentación del Viceministro de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, Gabriel Quijandría. Conferencia InterClima 2012 (29 – 31 de octubre), Lima.

MORENO, A. 2005. Proyecto "Pago por Servicios Ambientales en las microcuencas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra y, las sub cuencas Avisado y Yuracyacu". Un esfuerzo conjunto de GTZ, PEAM y EPS Moyobamba S.R.L. Moyobamba. Perú. 2 – 6 p.

- MPM (Municipalidad Provincia del Moyobamba). 2013. Plan de Desarrollo Institucional 2011 – 2014. Gerencia Municipal. Oficina General de Planificación, Presupuesto, Estadística e Informática. Adecuación y actualización de contenidos Año 2013. 20 p.
- OYARZÚN. C. NAHUELHUAL, L. NÚÑEZ, D. 2005. Los servicios eco-sistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. *Ambiente y Desarrollo* 20: 88-95.
- PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo). 2012. Proyecto: Recuperación de los servicios ecosistémicos de las quebradas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra. Dirección de Manejo Ambiental. Moyobamba, San Martín, Perú. 23 – 45 p.
- PERRUCHI, A. 2000. Relatório da Oficina de Treinamento em Diagnóstico Rural Participativo. PRORRENDA RURAL. Recife. Brasil. En: The Nature Conservancy (TNA). 2011. Reconocimiento de los Servicios Ambientales Hídricos en Latinoamérica. Memorias del 1º Taller de Fondos de Agua: Intercambio de experiencias y mejores prácticas. Santiago de Cali. Colombia. 67 – 68 p.
- REY, J. NEWTON, A. DÍAZ, A. BULLOCK, J. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A Meta-Analysis. *Science* 325: 1121-1124.
- RIOS, M. 2014. Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Moyobamba. El Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba como Instrumento de Adaptación al Cambio Climático. Premio Nacional Ambiental 2014. Ministerio del Ambiente (MINAM). Lima. Perú. 1-11 p.

- SAMPER, C. 2003. The Millennium Ecosystem Assessment: science and policy for sustainable development. *BioScience* 53: 1148-1149.
- SCURRAH, M. CCANTO, R. HAAN, S. 2012. Conocimiento local y la adecuación al cambio climático o Pérdida del conocimiento local en condiciones del Cambio climático. Presentación de diapositivas. Conferencia InterClima 2012 (29 – 31 de octubre), Lima.
- VIEIRA, C. 2000. Alterações na cobertura vegetal: interferência nos recursos hídricos. *Silvicultura*. v.20, n.82, 26 – 27 p. En: The Nature Conservancy (TNA). 2011. Reconocimiento de los Servicios Ambientales Hídricos en Latinoamérica. Memorias del 1° Taller de Fondos de Agua: Intercambio de experiencias y mejores prácticas. Santiago de Cali. Colombia. 65 – 67 p.
- VILAR, M. 2009. Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais. Disertación. Universidad Federal de Viçosa. Brasil. En: Revista Letras Verdes. 2011. Revista del programa de estudios socioambientales FLACSO – Ecuador. N° 9. Mayo – Septiembre. Ecuador. 54 – 57 p.
- VITOUSEK, P. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277: 494-499.
- ZUCCHETTI, A. ARÉVALO, D. BLEEKER, S. 2012. El Aquafondo: Fondo del agua para Lima y Callao. Una herramienta financiera para la gestión integral del agua. Lima. Perú. 5 – 42 p.

## **ANEXOS**

Anexo 01. Mapa de ubicación de la zona de estudio

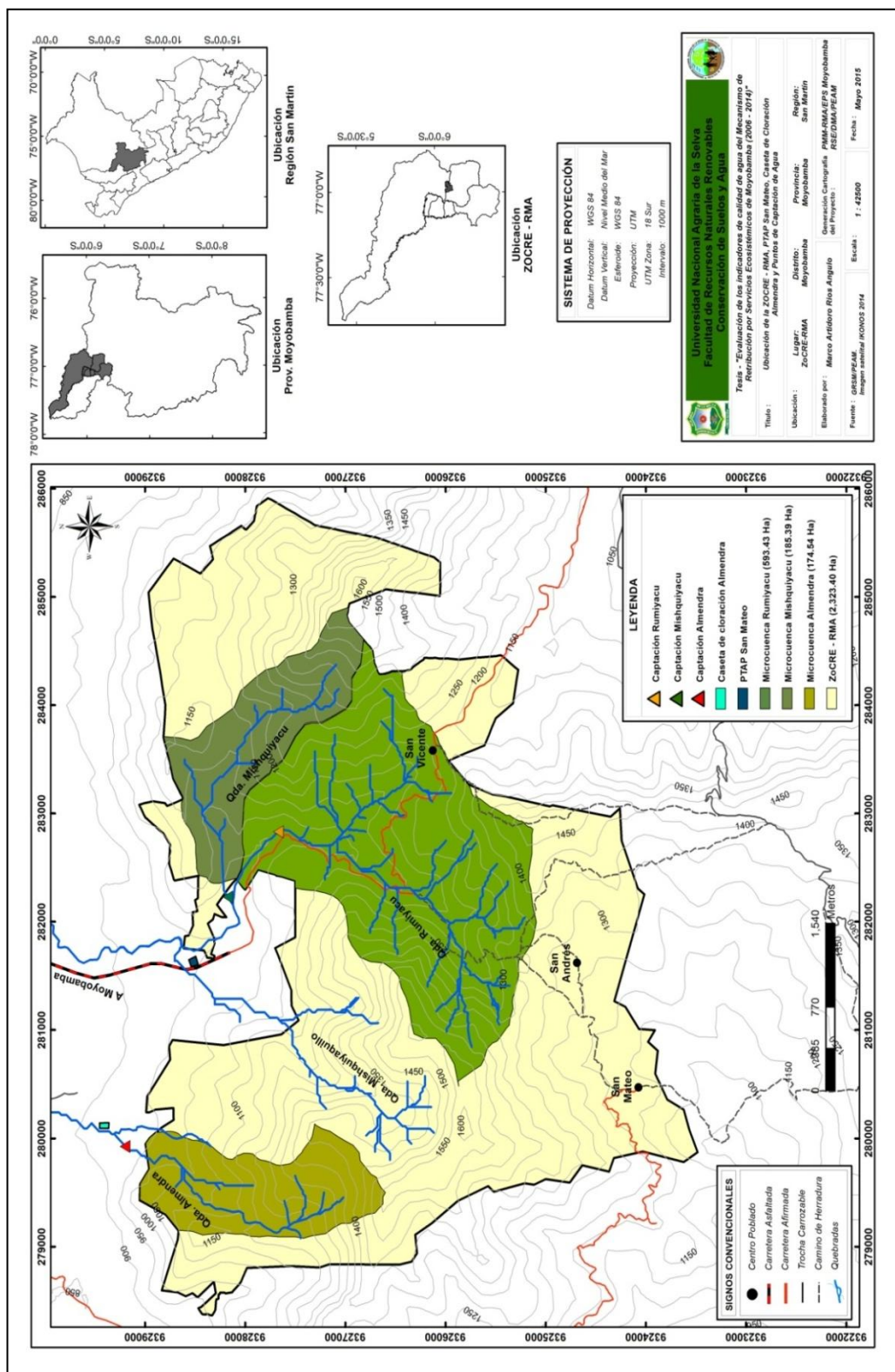


Figura 20. Mapa de ubicación de la Zona de Conservación y Recuperación de Ecosistemas Rumiyacu, Mishquiyacu y Almendra en Moyobamba

## Anexo 02. Comportamiento de precipitación en Moyobamba

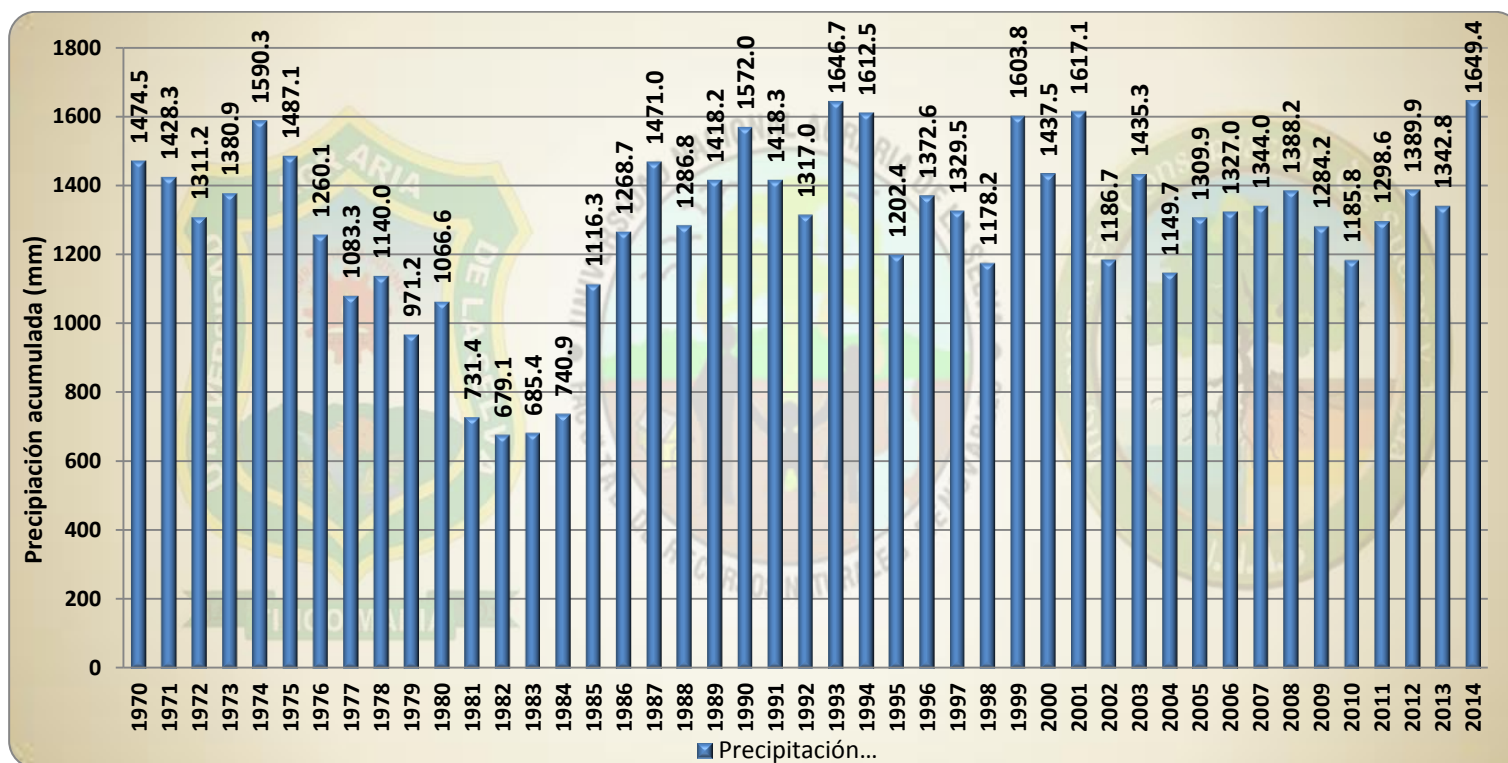
Cuadro 31. Comportamiento de la precipitación mensual de Moyobamba durante el periodo 1970 – 2014

	<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>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
<b>1970</b>	145.1	152.8	175.9	132.5	98.6	61.5	55.9	64.2	94.5	166.4	168.2	158.9	<b>1474.5</b>
<b>1971</b>	144.7	158.6	163.8	128.7	94.3	62.4	55.2	69.1	98.6	142.9	158.2	151.8	<b>1428.3</b>
<b>1972</b>	126.2	137.9	160.2	134.1	87.5	59.4	59.6	62.8	98.4	130.8	132.2	122.1	<b>1311.2</b>
<b>1973</b>	128.2	138.4	168.7	131.0	91.2	62.5	58.4	94.1	97.7	138.5	142.8	129.4	<b>1380.9</b>
<b>1974</b>	159.8	169.5	172.2	166.5	95.6	85.2	67.9	97.1	119.2	143.5	158.1	155.7	<b>1590.3</b>
<b>1975</b>	157.6	130.7	245.7	81.1	99.0	119.4	71.8	71.0	115.6	111.3	162.6	121.3	<b>1487.1</b>
<b>1976</b>	184.9	65.3	121.3	95.6	69.5	101.9	37.2	66.0	101.5	102.8	153.3	160.8	<b>1260.1</b>
<b>1977</b>	77.7	168.9	197.5	61.5	39.5	49.9	32.6	38.1	81.5	208.3	71.5	56.3	<b>1083.3</b>
<b>1978</b>	102.5	71.5	101.1	89.6	63.3	5.9	74.7	69.8	115.9	166.3	123.0	156.4	<b>1140.0</b>
<b>1979</b>	117.5	42.4	85.3	80.2	51.2	13.0	96.6	31.8	91.4	124.7	138.5	98.6	<b>971.2</b>
<b>1980</b>	135.0	140.6	171.9	77.7	35.3	52.9	22.1	37.7	36.6	146.8	107.9	102.1	<b>1066.6</b>
<b>1981</b>	95.8	148.6	160.1	45.5	39.3	35.4	19.9	24.4	21.2	45.8	30.6	64.8	<b>731.4</b>
<b>1982</b>	41.4	26.9	120.4	40.2	37.7	79.4	57.9	47.4	35.4	56.1	82.6	53.7	<b>679.1</b>
<b>1983</b>	65.9	55.0	40.3	23.2	20.9	17.2	32.2	16.5	66.7	91.9	100.1	155.5	<b>685.4</b>
<b>1984</b>	63.3	75.2	80.3	45.8	50.6	54.8	10.1	27.8	19.5	77.7	123.7	112.1	<b>740.9</b>
<b>1985</b>	62.6	108.5	163.1	107.5	93.6	18.5	89.9	113.9	116.8	105.5	63.7	72.7	<b>1116.3</b>
<b>1986</b>	55.5	201.2	133.6	152.4	111.3	15.5	95.9	126.0	69.9	41.4	147.9	118.1	<b>1268.7</b>
<b>1987</b>	215.5	184.1	96.8	140.6	34.1	29.1	92.6	58.8	139.7	205.7	200.3	73.7	<b>1471.0</b>
<b>1988</b>	129.7	192.4	146.4	135.9	58.9	6.7	21.7	132.5	95.0	155.5	127.4	84.7	<b>1286.8</b>
<b>1989</b>	161.7	173.9	183.0	142.1	112.1	58.3	16.5	36.9	109.4	251.6	165.2	7.5	<b>1418.2</b>
<b>1990</b>	139.6	212.8	150.7	106.4	92.6	93.1	70.7	73.8	93.1	150.9	254.9	133.4	<b>1572.0</b>
<b>1991</b>	121.4	214.2	275.0	149.1	145.1	97.5	20.0	86.1	63.8	77.4	120.0	48.7	<b>1418.3</b>



<b>1992</b>	80.4	116.6	251.7	128.1	25.3	23.9	91.3	137.0	92.5	95.2	130.9	144.1	<b>1317.0</b>
<b>1993</b>	96.1	218.5	357.4	156.9	89.8	61.7	39.7	59.7	124.9	130.4	153.5	158.1	<b>1646.7</b>
<b>1994</b>	153.9	148.3	163.8	284.6	49.3	82.1	72.6	52.0	90.4	151.4	177.6	186.5	<b>1612.5</b>
<b>1995</b>	97.9	79.8	207.2	59.8	42.5	82.2	50.5	37.9	129.3	70.9	139.9	204.5	<b>1202.4</b>
<b>1996</b>	119.9	193.8	134.8	114.5	58.3	42.8	11.5	99.7	70.8	197.5	141.9	187.1	<b>1372.6</b>
<b>1997</b>	84.4	280.9	86.9	102.6	100.8	47.3	30.4	72.8	126.4	86.5	151.3	159.2	<b>1329.5</b>
<b>1998</b>	136.7	83.4	110.9	133.9	166.0	42.1	47.9	48.5	76.3	182.5	57.2	92.8	<b>1178.2</b>
<b>1999</b>	195.4	254.8	171.9	81.9	176.9	85.2	55.9	73.9	44.3	189.8	166.1	107.7	<b>1603.8</b>
<b>2000</b>	154.3	185.4	151.8	161.9	58.0	40.8	65.7	95.6	134.2	111.3	44.1	234.4	<b>1437.5</b>
<b>2001</b>	79.5	156.3	266.5	164.2	114.3	52.3	56.0	112.6	120.4	232.6	78.3	184.1	<b>1617.1</b>
<b>2002</b>	106.0	138.9	167.5	181.4	87.3	29.7	123.6	24.3	24.8	60.4	135.7	107.1	<b>1186.7</b>
<b>2003</b>	188.6	113.8	142.9	43.8	224.3	115.4	32.5	64.9	92.1	117.9	71.1	228.0	<b>1435.3</b>
<b>2004</b>	54.2	96.2	125.0	89.7	110.9	38.8	69.9	38.6	103.0	115.6	209.9	97.9	<b>1149.7</b>
<b>2005</b>	77.3	240.4	98.2	159.2	70.2	52.4	47.8	20.5	66.6	154.1	194.5	128.7	<b>1309.9</b>
<b>2006</b>	108.2	187.7	133.6	155.6	73.6	62.2	52.4	43.3	86.8	140.6	162.8	120.4	<b>1327.0</b>
<b>2007</b>	139.0	135.0	169.0	152.0	77.0	72.0	57.0	66.0	107.0	127.0	131.0	112.0	<b>1344.0</b>
<b>2008</b>	97.6	206.8	224.6	90.4	75.4	100.5	53.1	30.1	119.0	165.4	106.7	118.6	<b>1388.2</b>
<b>2009</b>	204.9	164.0	97.3	167.4	115.1	94.3	58.4	41.9	117.4	108.3	69.4	45.8	<b>1284.2</b>
<b>2010</b>	50.0	184.2	108.4	129.0	144.1	55.5	62.9	33.2	79.0	104.9	122.0	112.6	<b>1185.8</b>
<b>2011</b>	77.2	106.2	288.5	86.2	30.7	44.8	63.2	23.2	79.2	129.5	144.9	225.0	<b>1298.6</b>
<b>2012</b>	150.2	132.4	237.3	166.2	82.5	63.7	34.4	50.9	94.2	137.0	88.2	152.9	<b>1389.9</b>
<b>2013</b>	137.9	105.4	307.8	105.2	117.7	38.7	50.1	50.9	114.5	113.0	88.8	112.8	<b>1342.8</b>
<b>2014</b>	192.4	131.8	255.4	210.3	59.5	73.4	52.1	82.1	62.6	187.6	169.8	172.4	<b>1649.4</b>

Fuente: Boletines Meteorológicos de SENAMHI – Dirección Regional de San Martín, 1970 – 2014



Fuente: Boletines meteorológicos SENAMHI – San Martín (1970 – 2014)

Figura 21. Datos pluviométricos de la Estación Meteorológica CO Moyobamba (1970 – 2014)

### Anexo 03. Comportamiento de indicadores de calidad de agua

Indicador: coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación

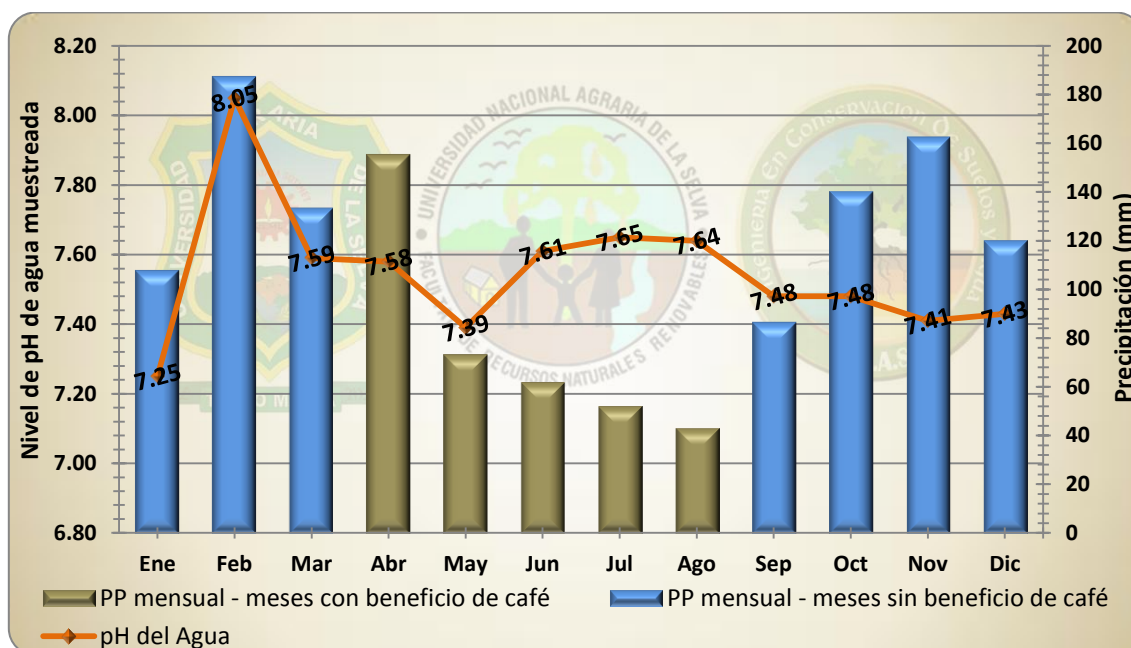


Figura 22. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2006

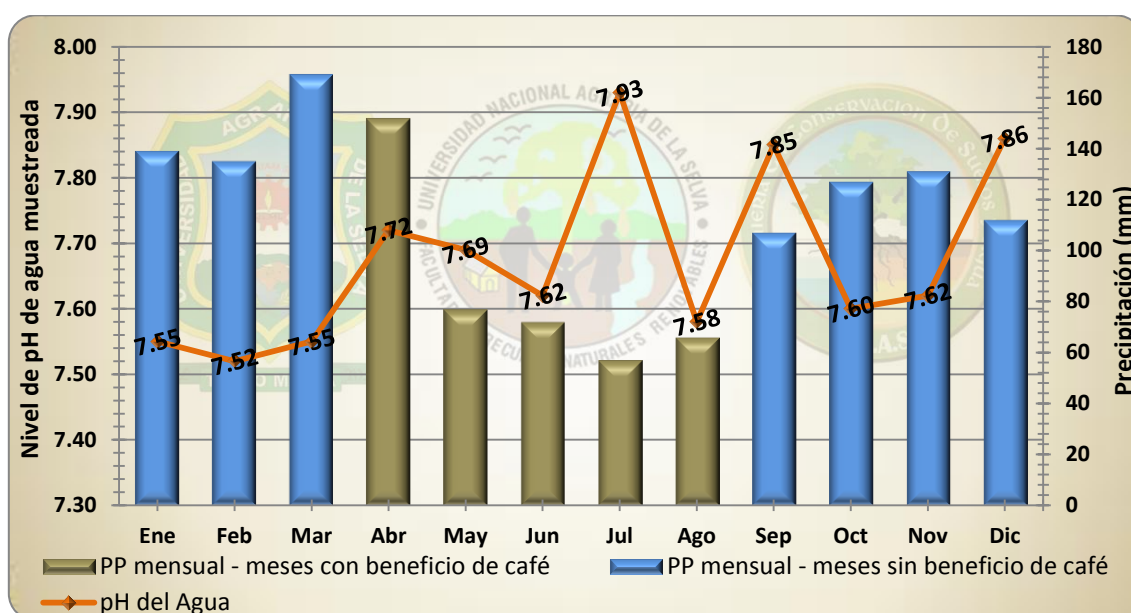


Figura 23. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2007

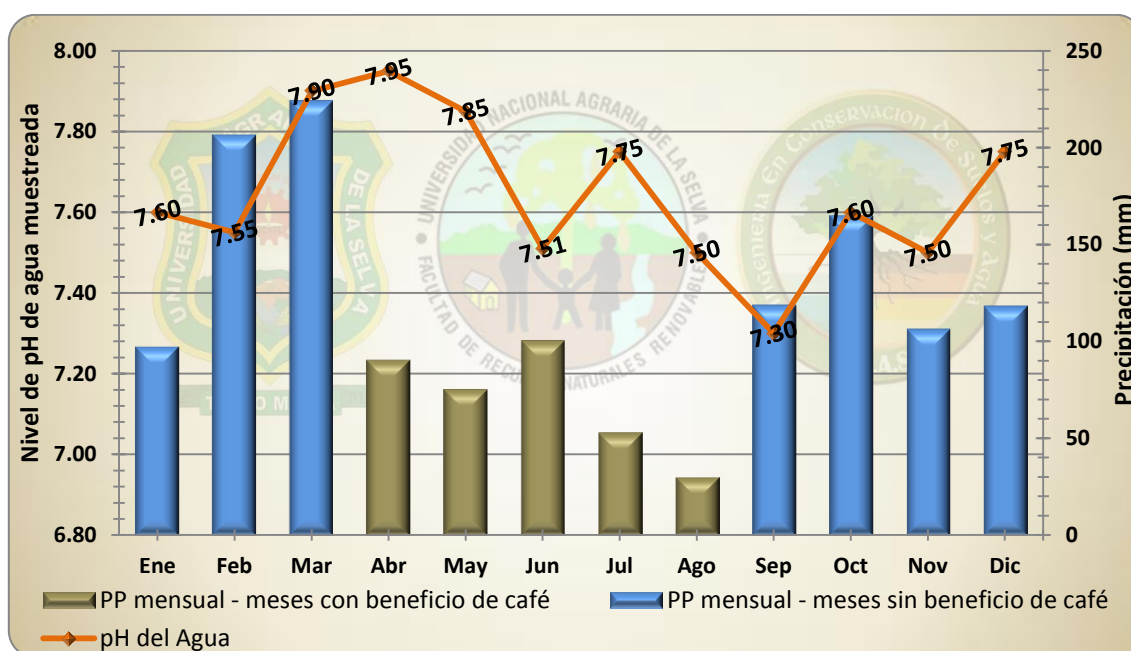


Figura 24. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2008

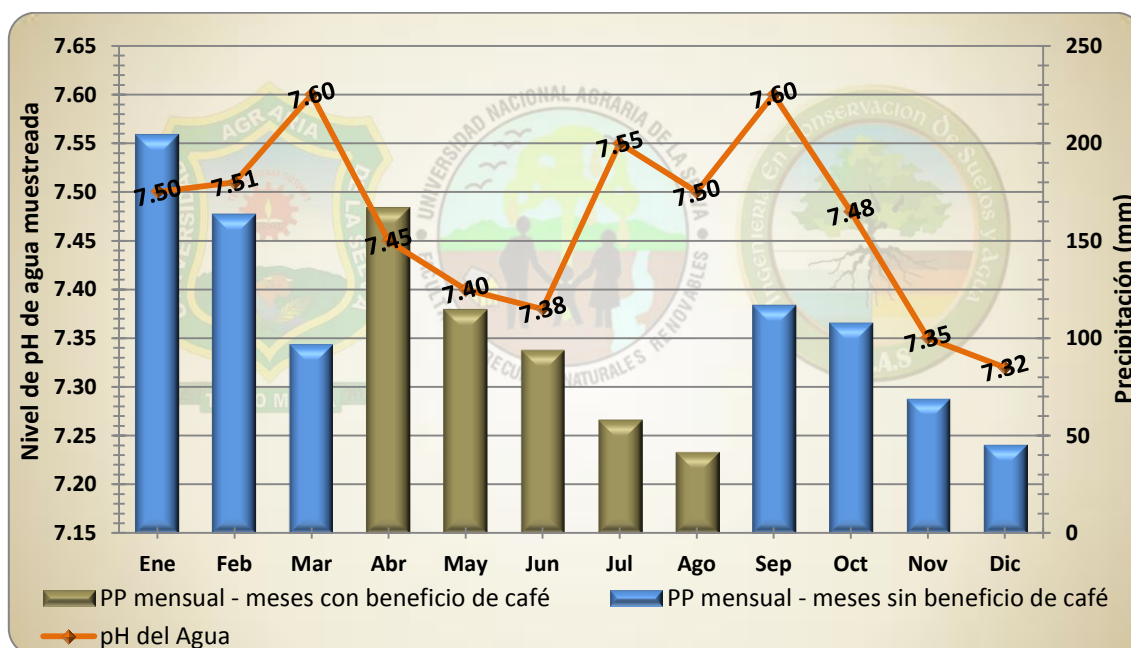


Figura 25. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2009

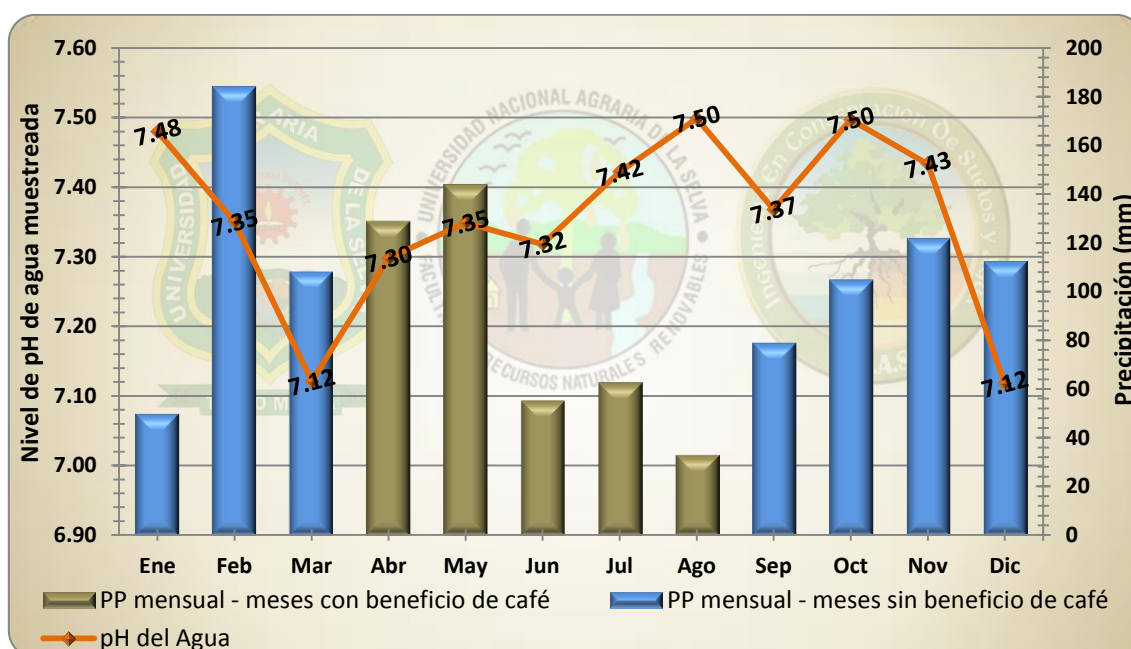


Figura 26. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2010

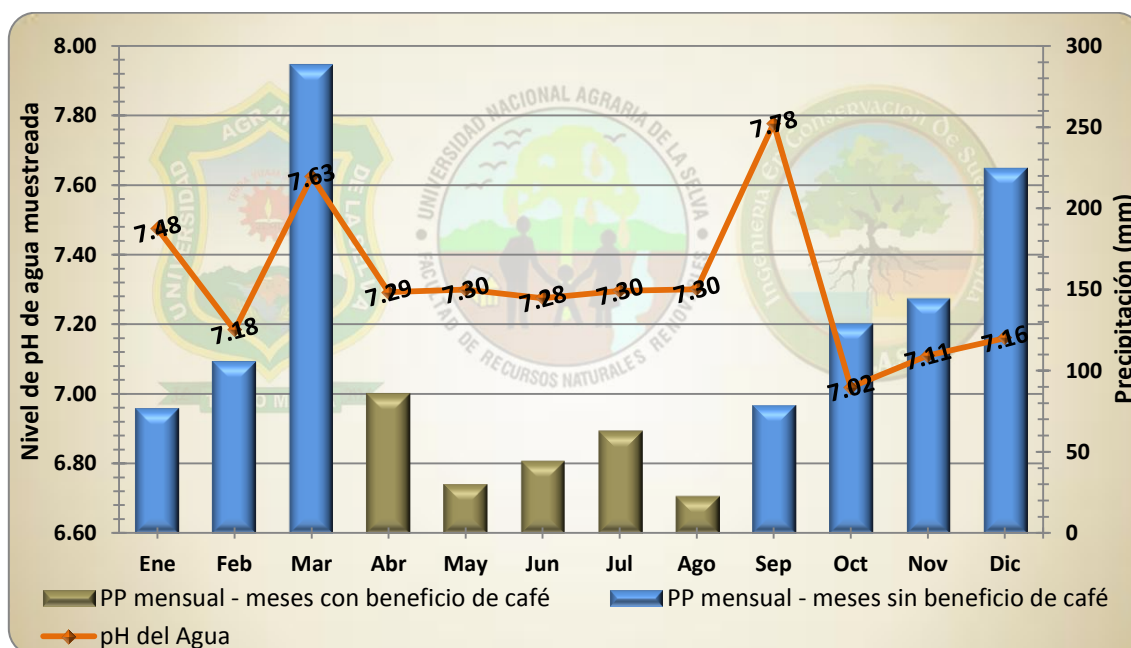


Figura 27. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2011

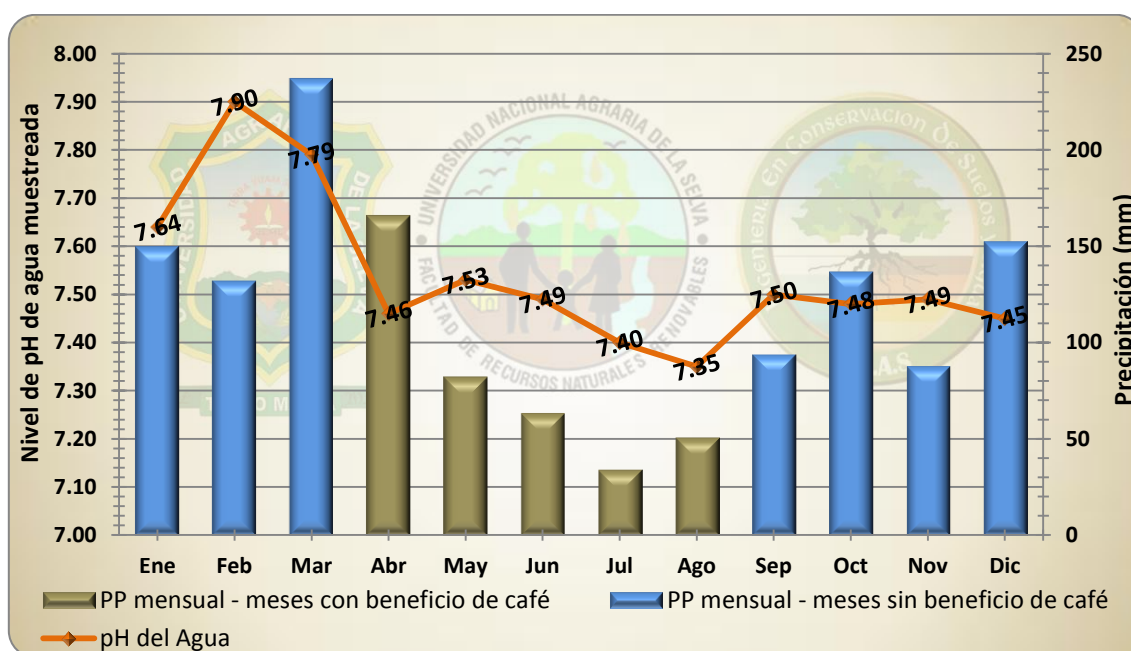


Figura 28. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2012

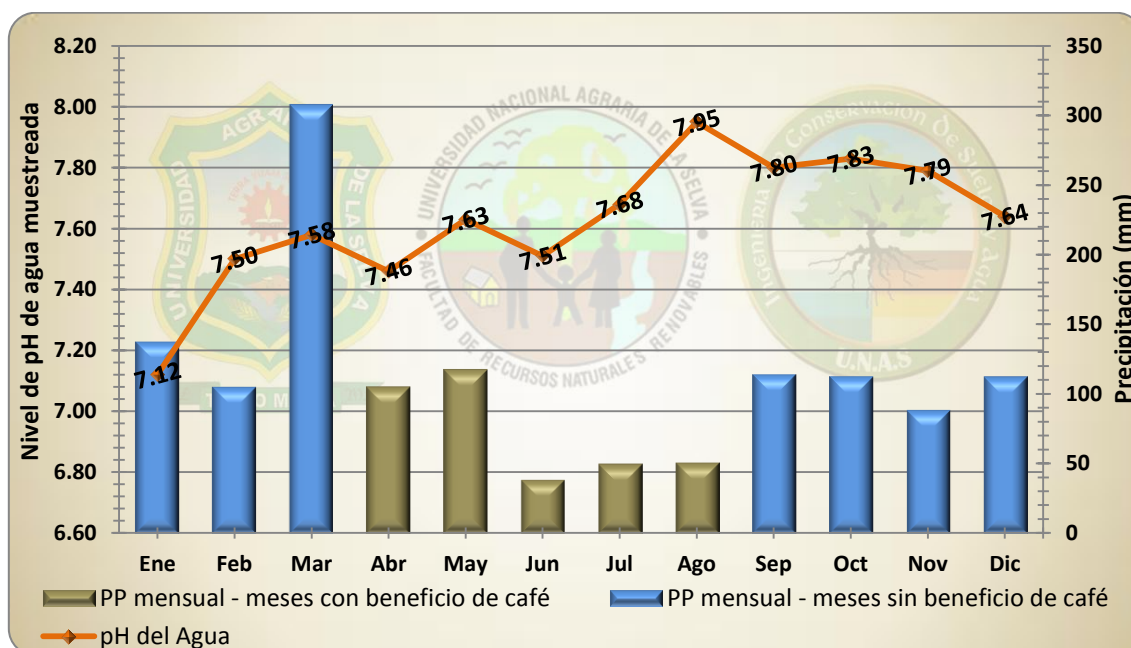


Figura 29. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2013

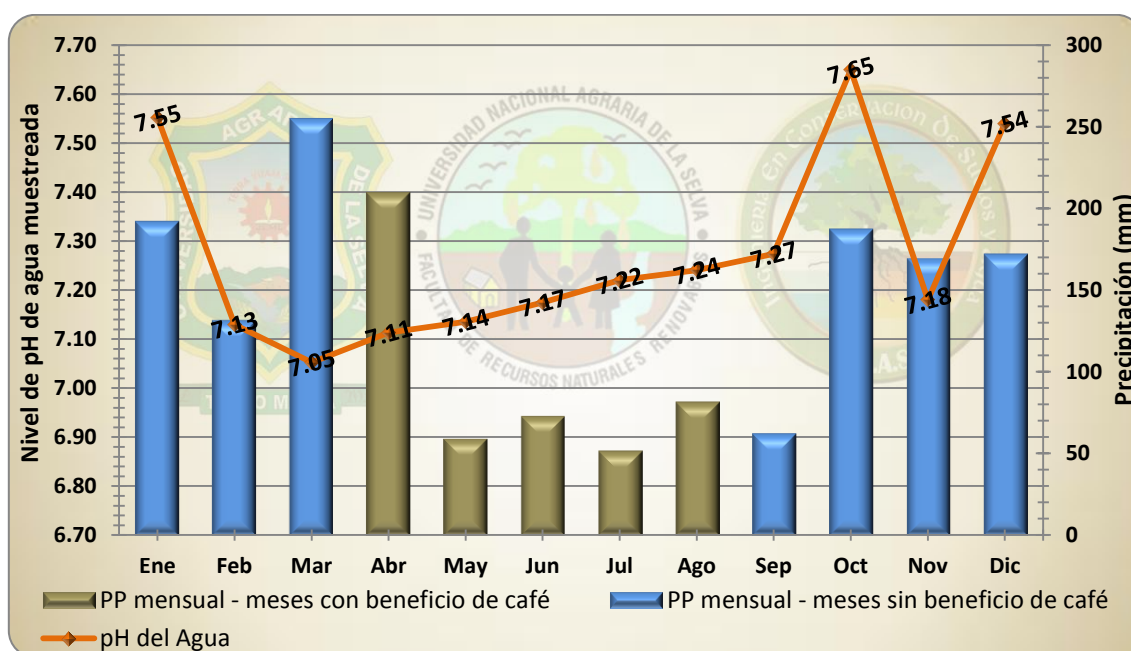


Figura 30. pH del agua vs precipitación mensual durante el año 2014

**Indicador: coliformes fecales presentes en el agua de las zonas de captación**

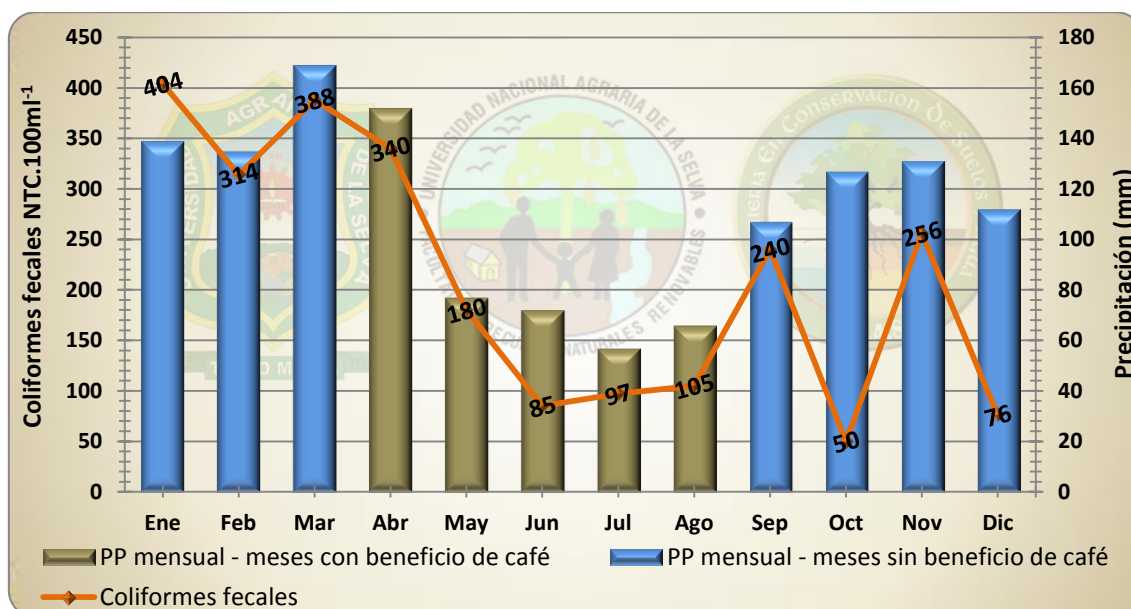


Figura 31. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiayacu vs precipitación acumulada (2007)

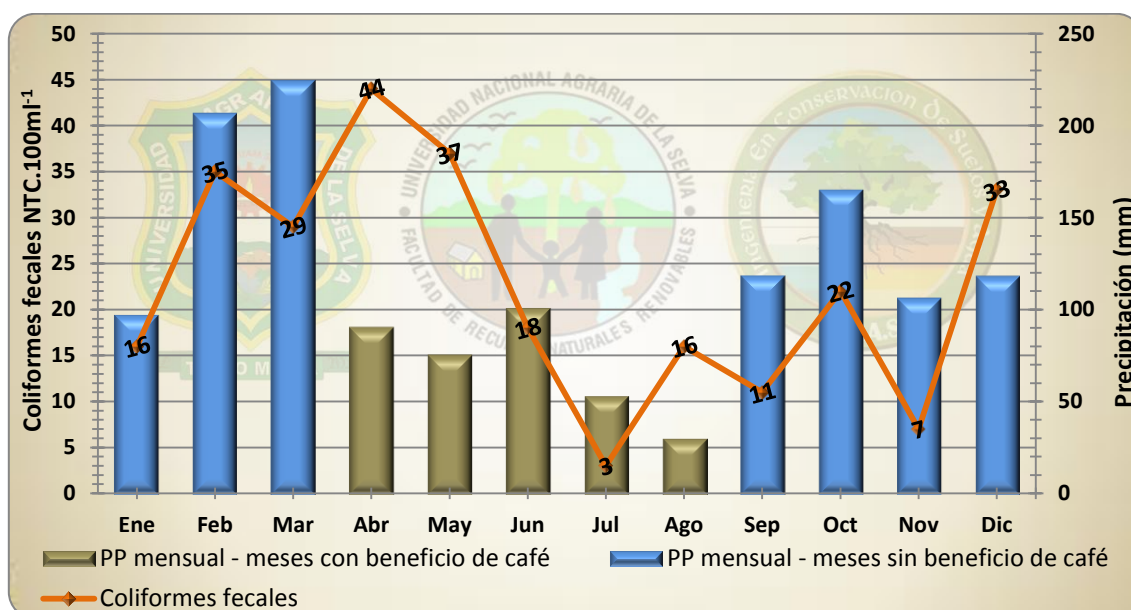


Figura 32. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiayacu vs precipitación acumulada (2008)



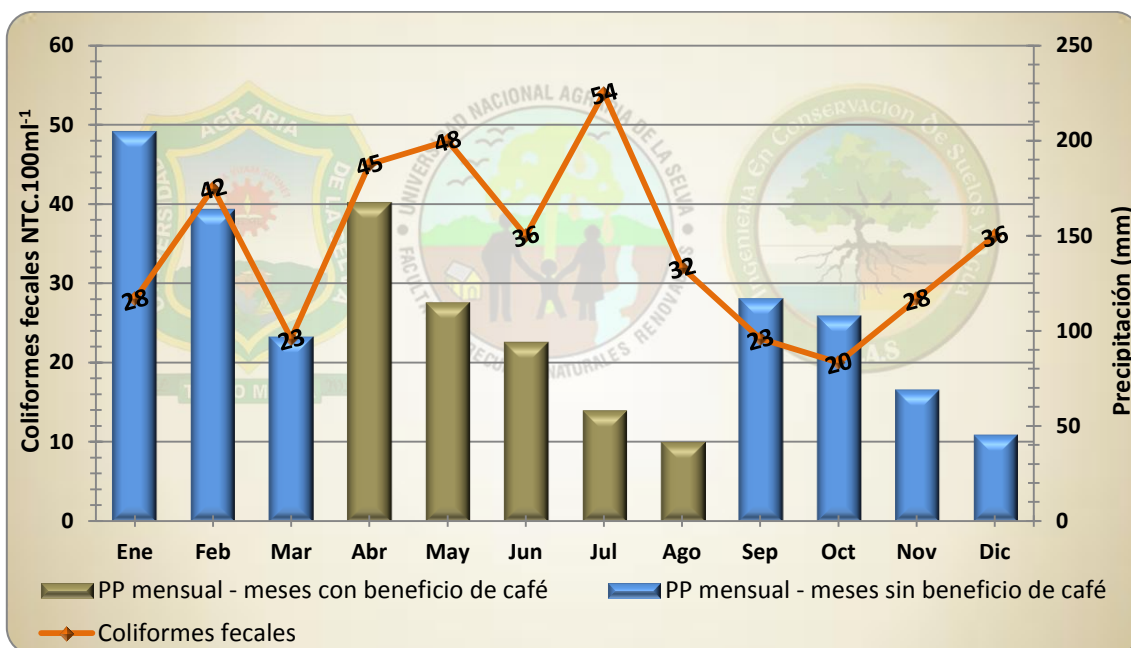


Figura 33. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiycu vs precipitación acumulada (2009)

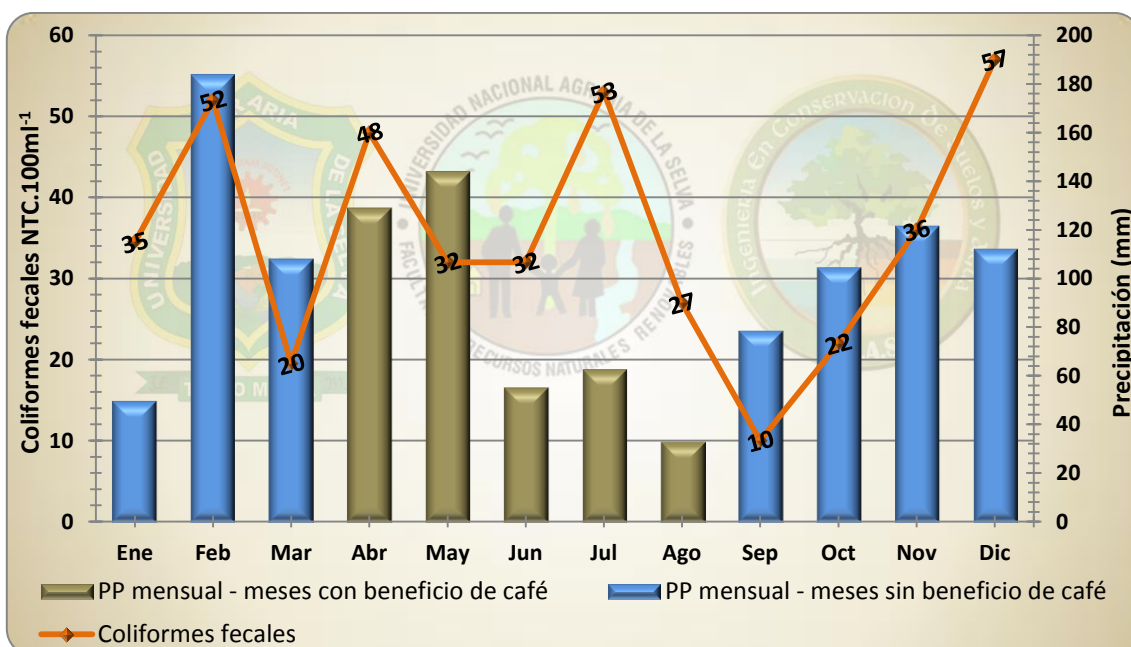


Figura 34. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiycu vs precipitación acumulada (2010)

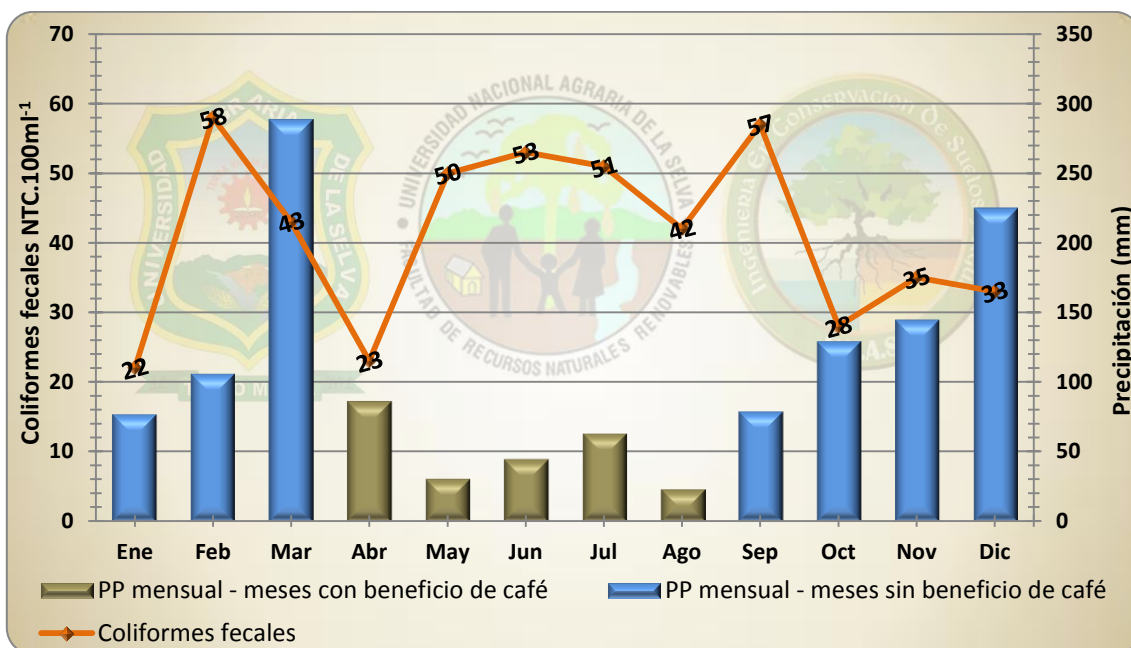


Figura 35. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiayacu vs precipitación acumulada (2011)

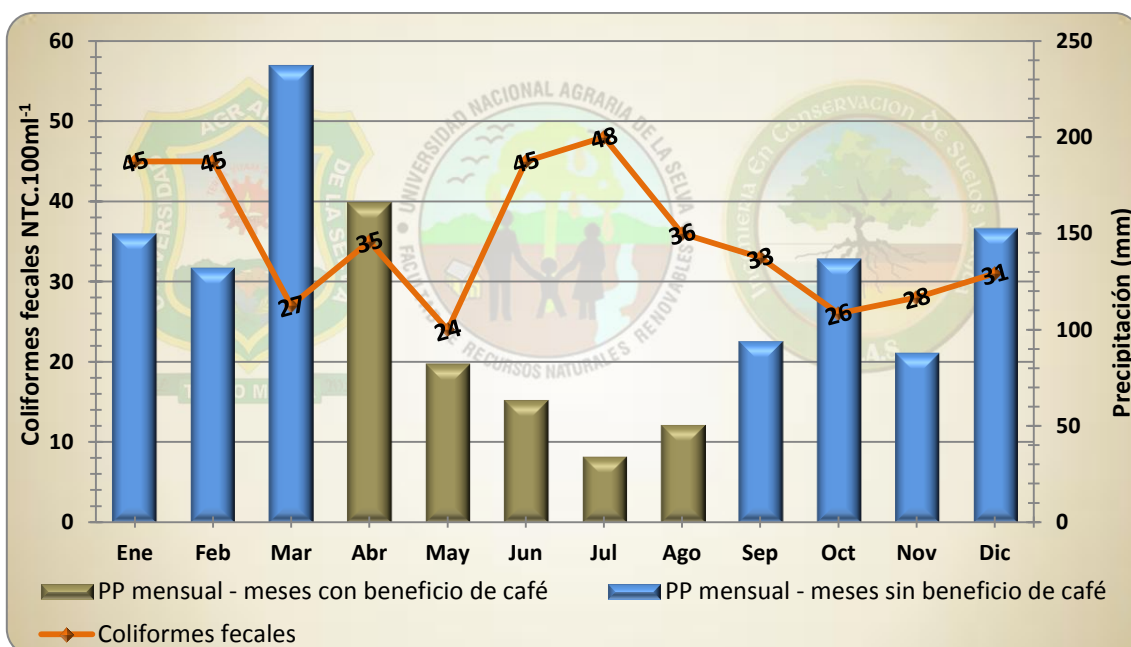


Figura 36. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiayacu vs precipitación acumulada (2012)

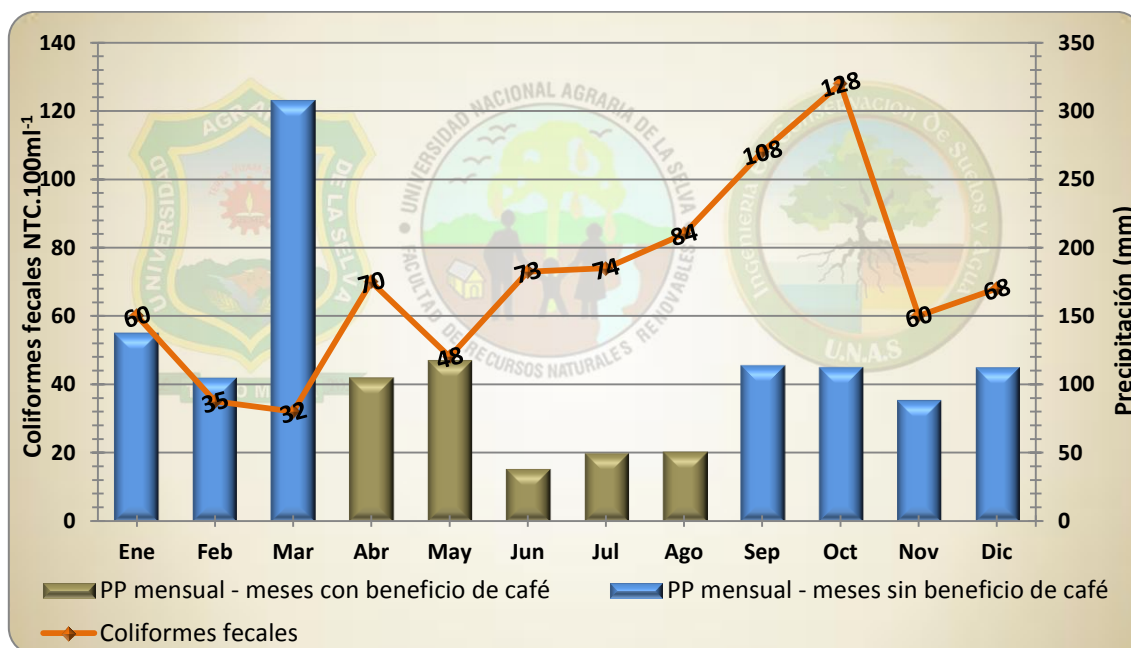


Figura 37. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiayacu vs precipitación acumulada (2013)

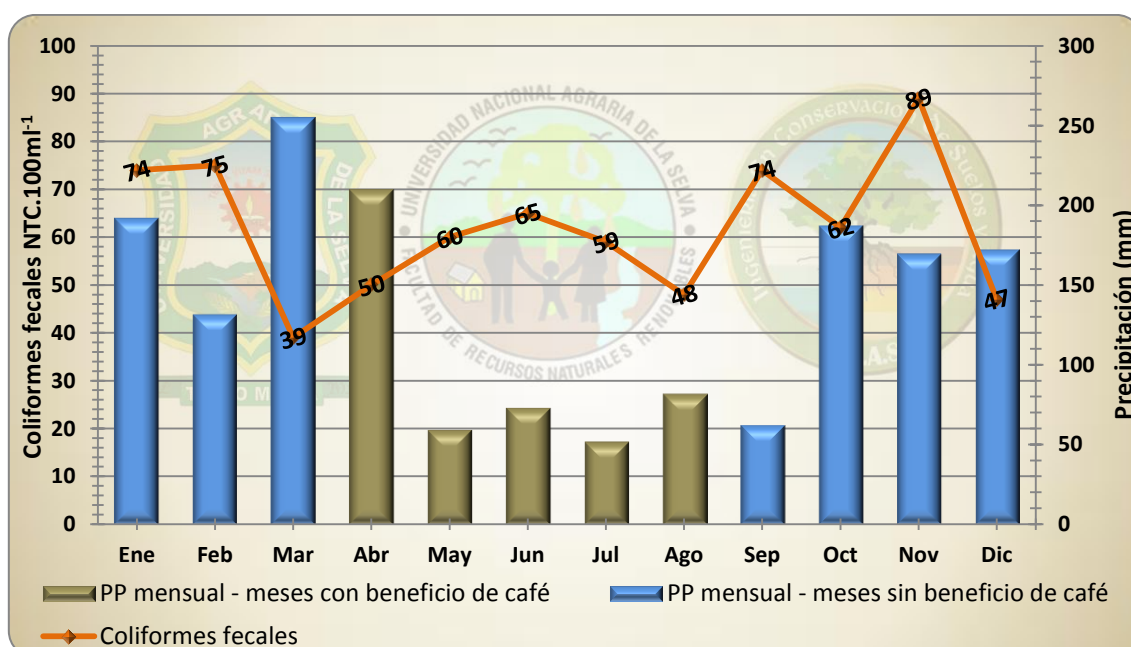


Figura 38. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Rumiayacu vs precipitación acumulada (2014)

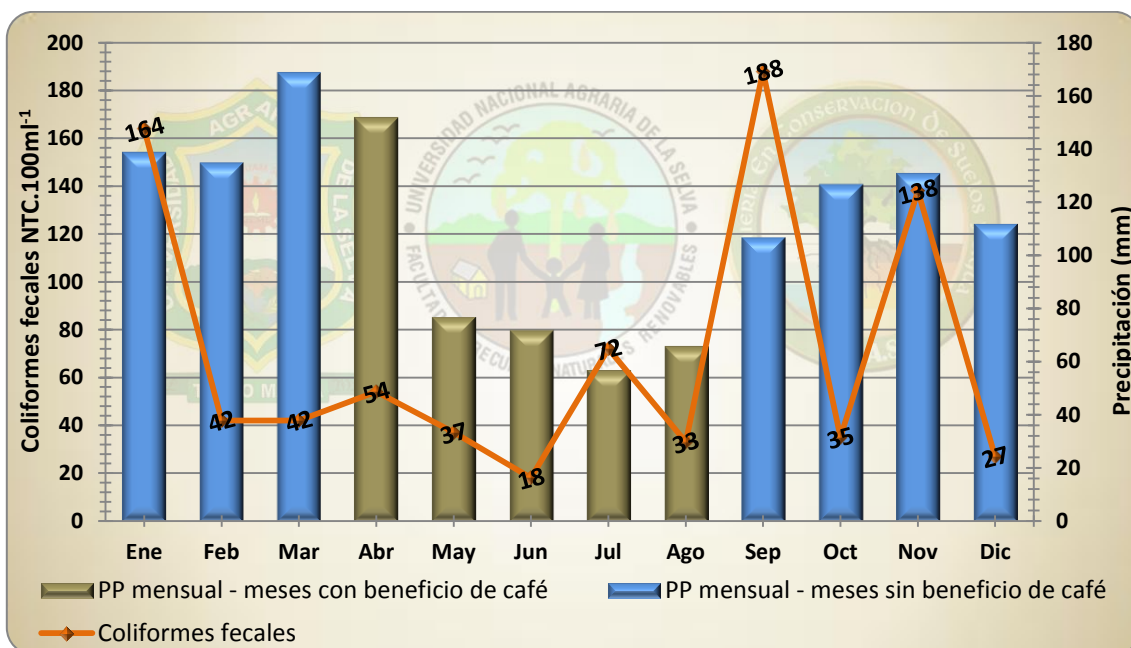


Figura 39. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2007)

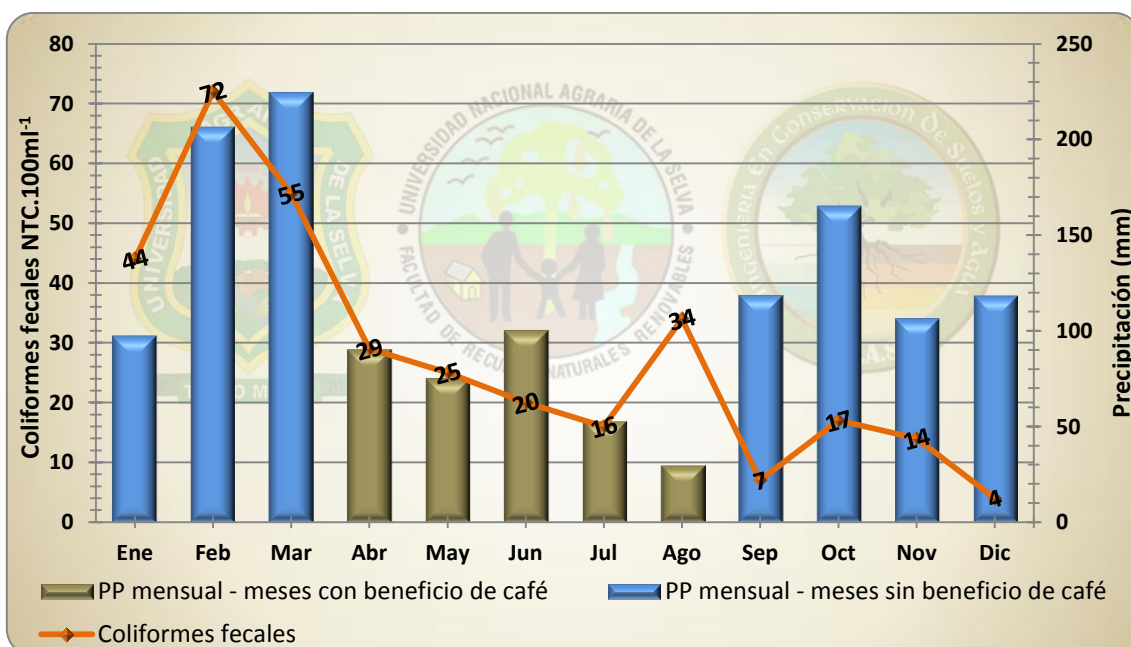


Figura 40. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2008)

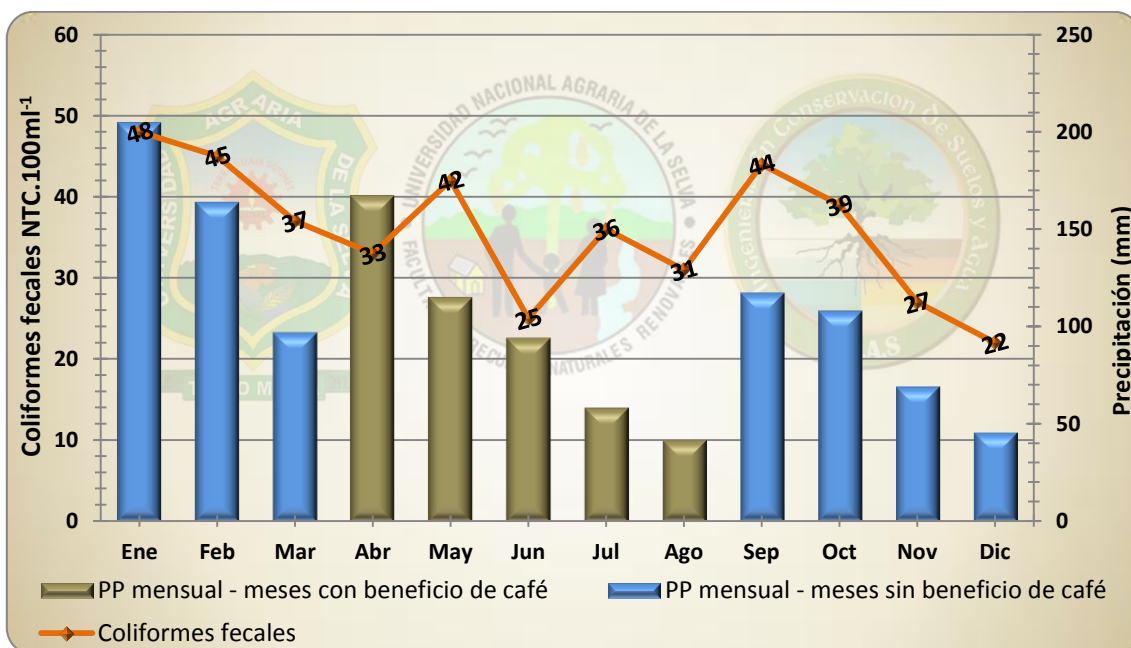


Figura 41. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2009)

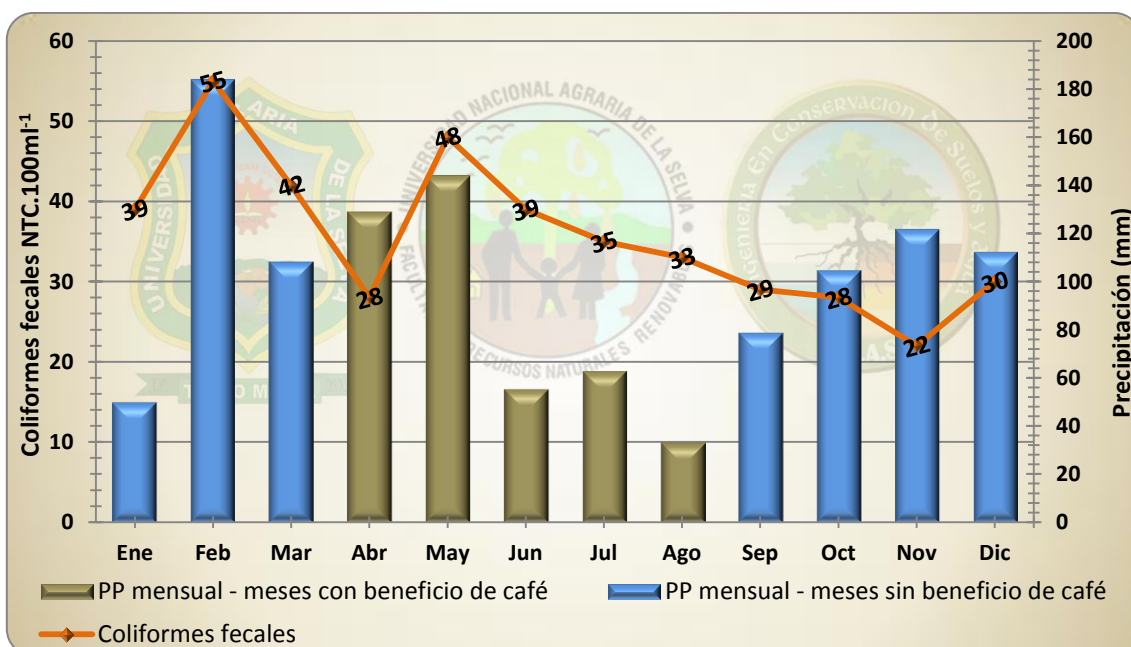


Figura 42. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishqiyacu vs precipitación acumulada (2010)

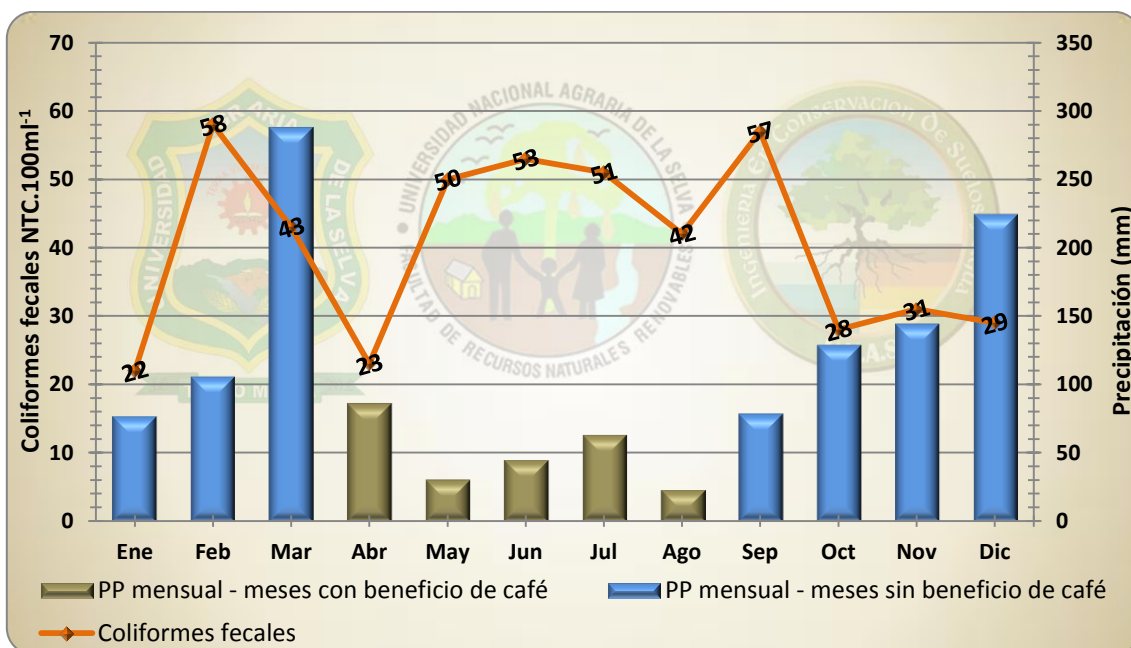


Figura 43. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishquiyacu vs precipitación acumulada (2011)

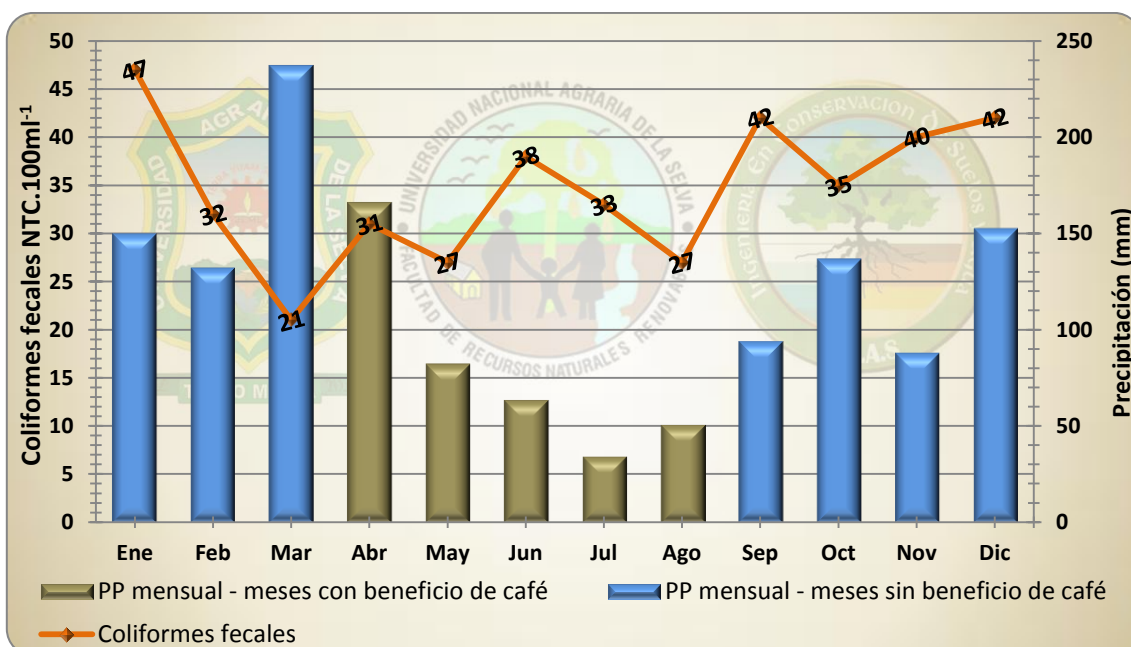


Figura 44. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishquiyacu vs precipitación acumulada (2012)

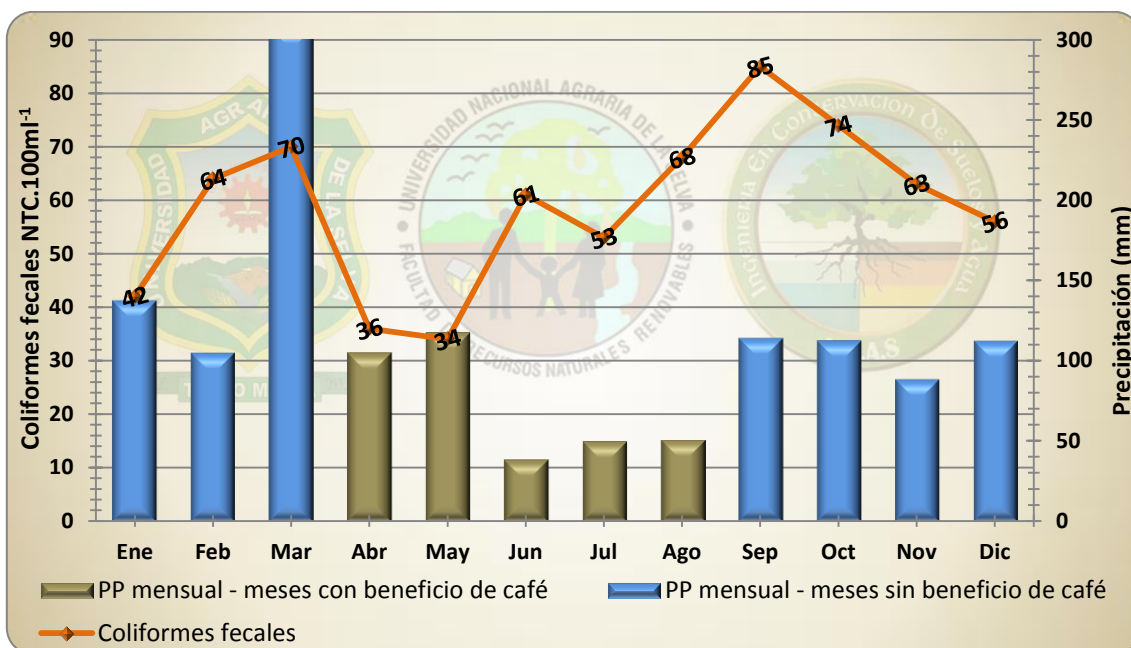


Figura 45. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishquiyacu vs precipitación acumulada (2013)

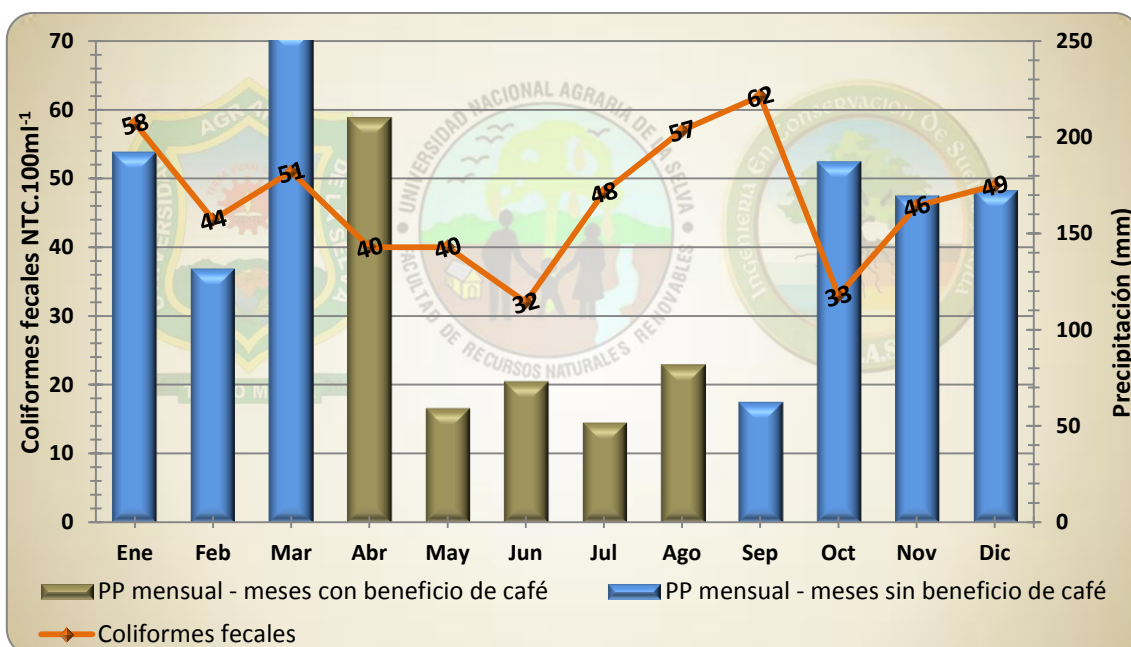


Figura 46. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Mishquiyacu vs precipitación acumulada (2014)

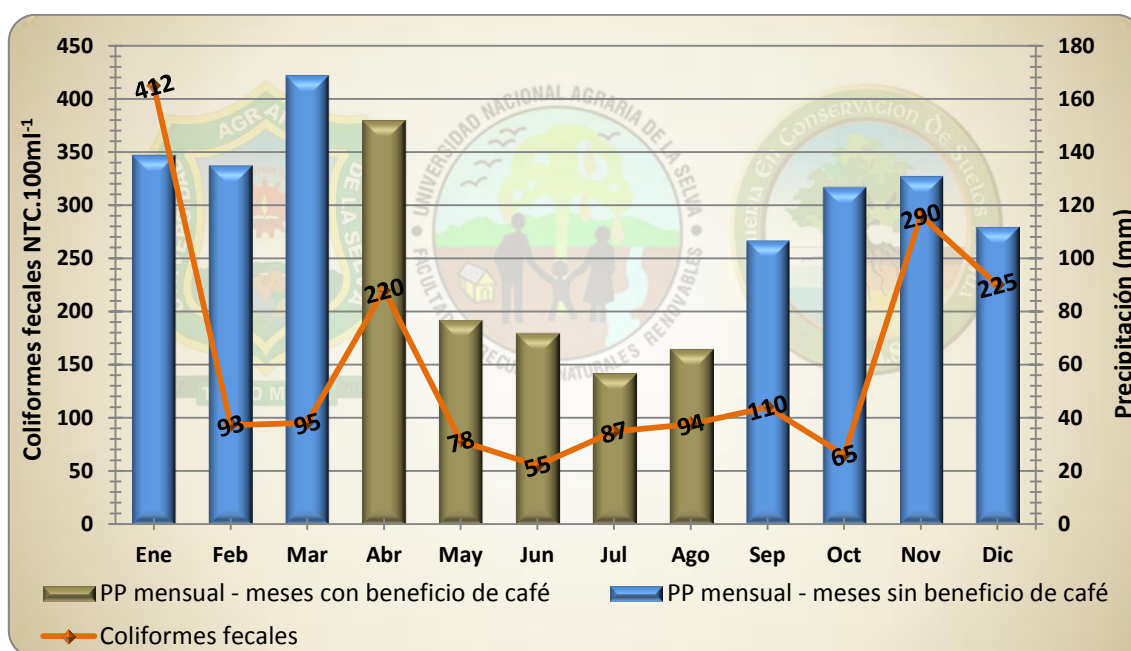


Figura 47. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2007)

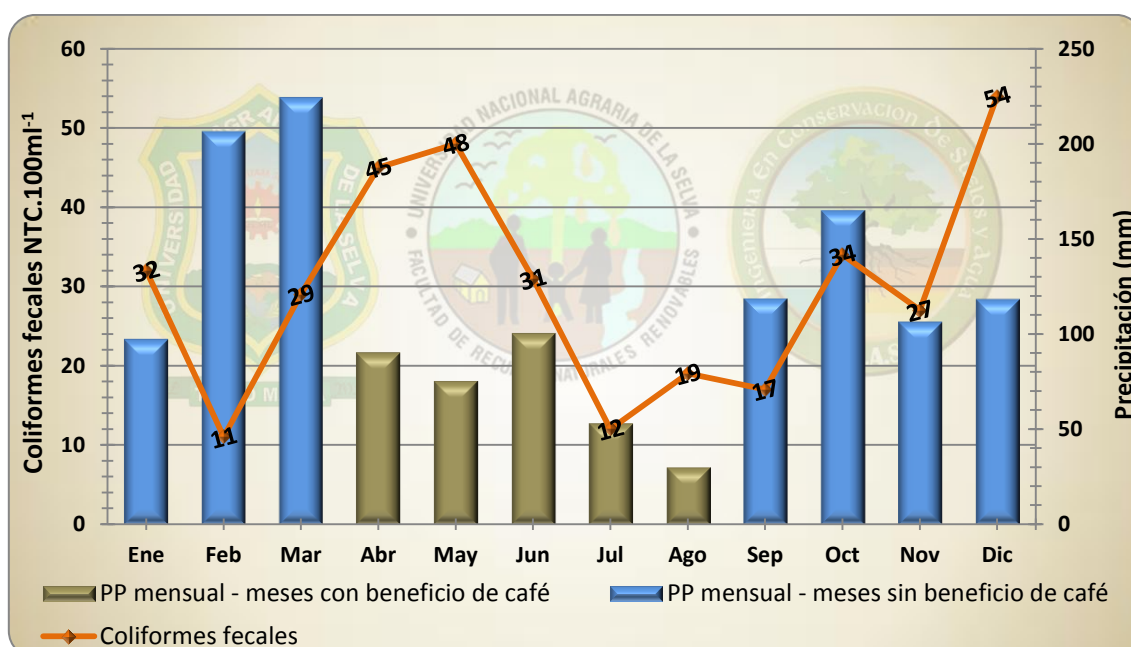


Figura 48. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2008)



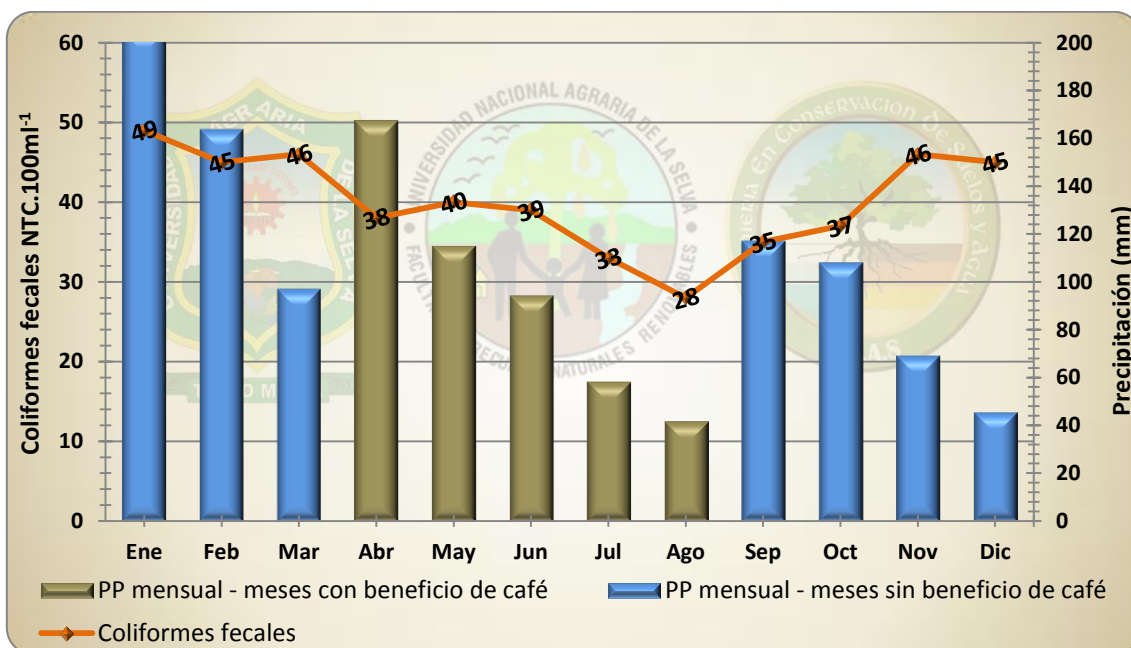


Figura 49. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2009)

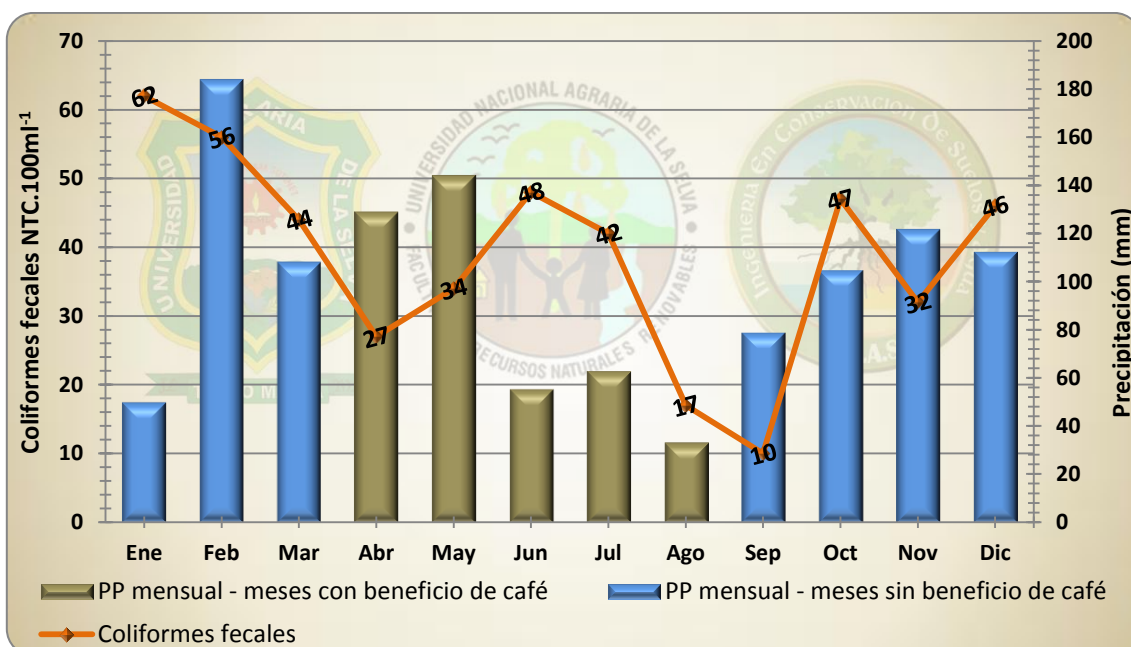


Figura 50. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2010)

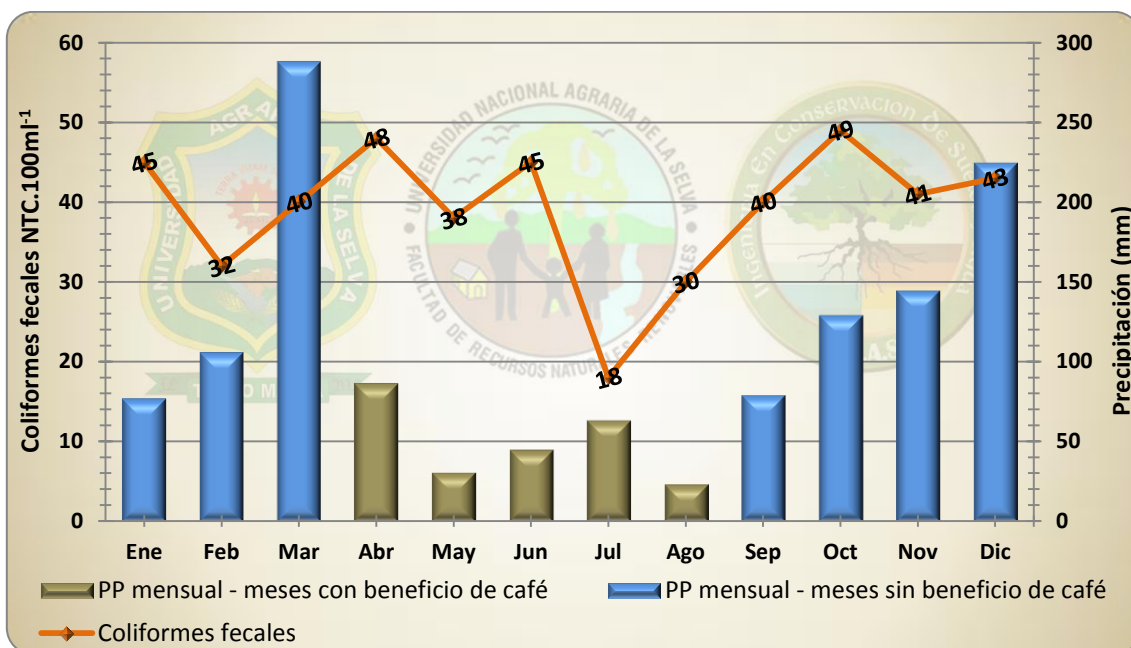


Figura 51. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2011)

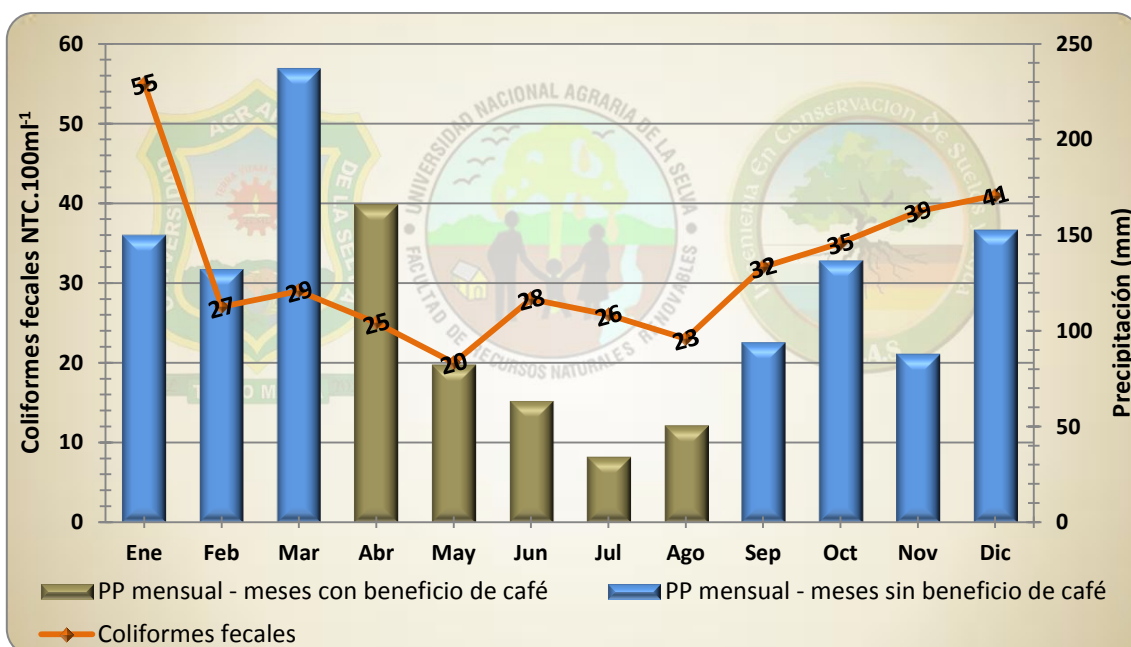


Figura 52. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2012)

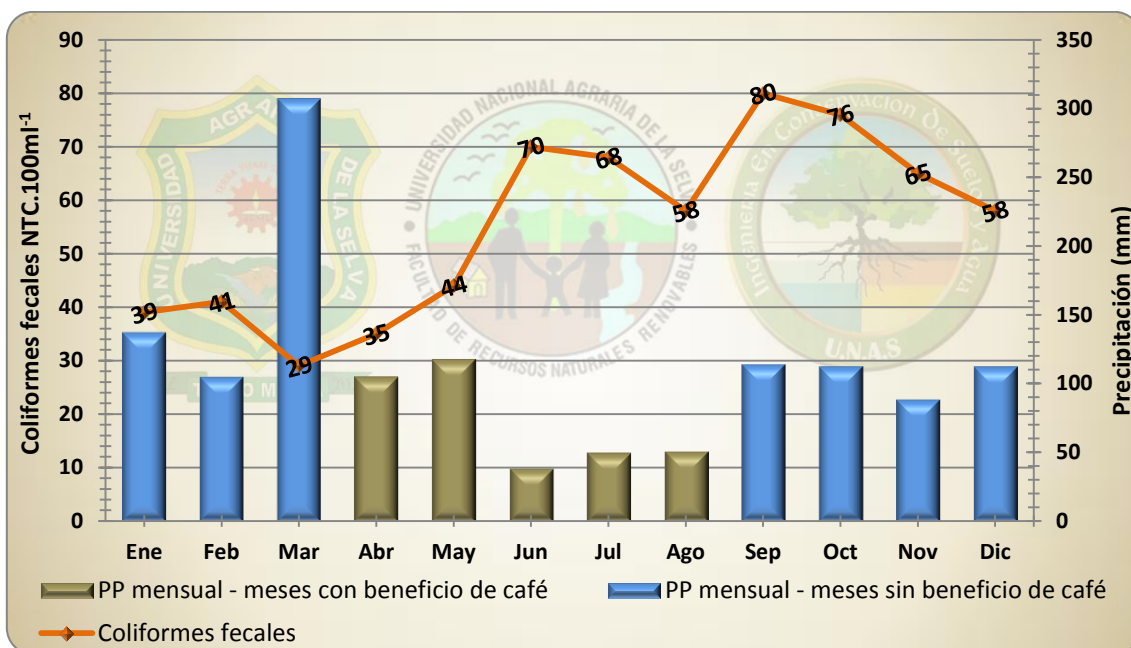


Figura 53. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2013)

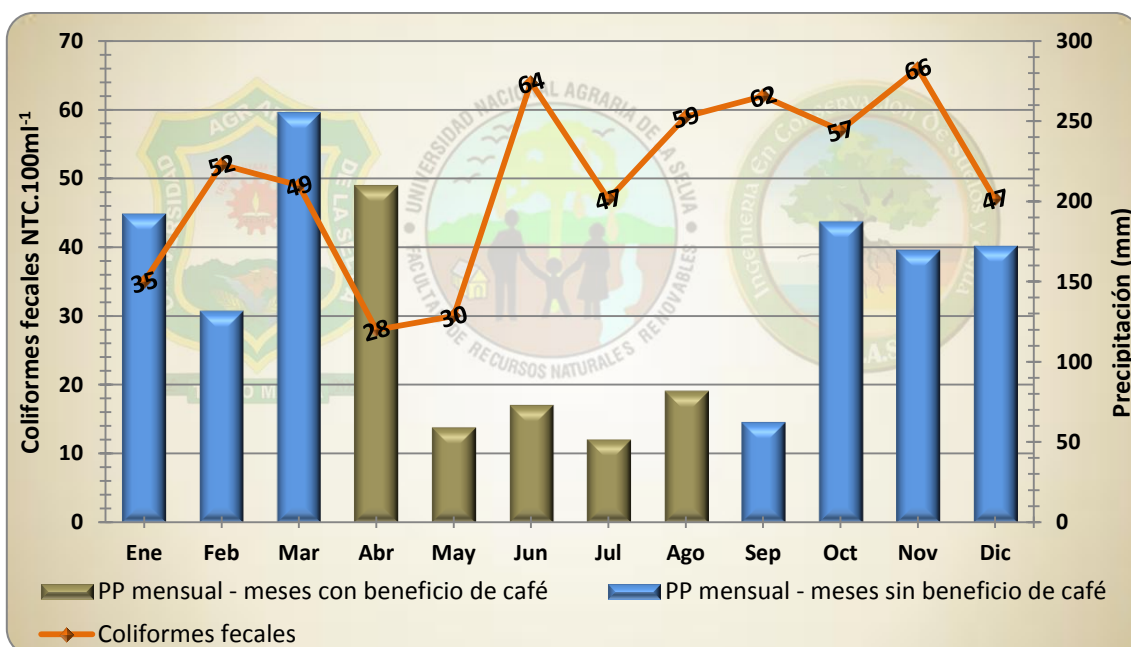


Figura 54. NTC.100m<sup>-1</sup> de coliformes fecales presentes en el agua de la zona de captación de la quebrada Almendra vs precipitación acumulada (2014)

**Indicador: Consumo de insumos químicos para el tratamiento de la turbidez**

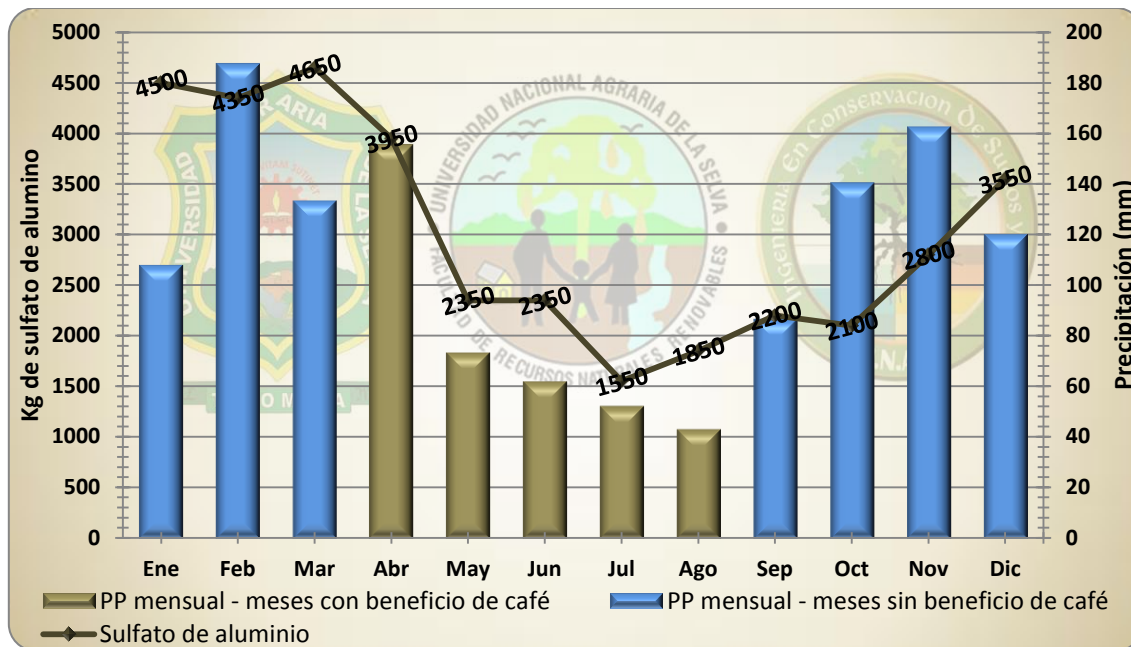


Figura 55. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2006)

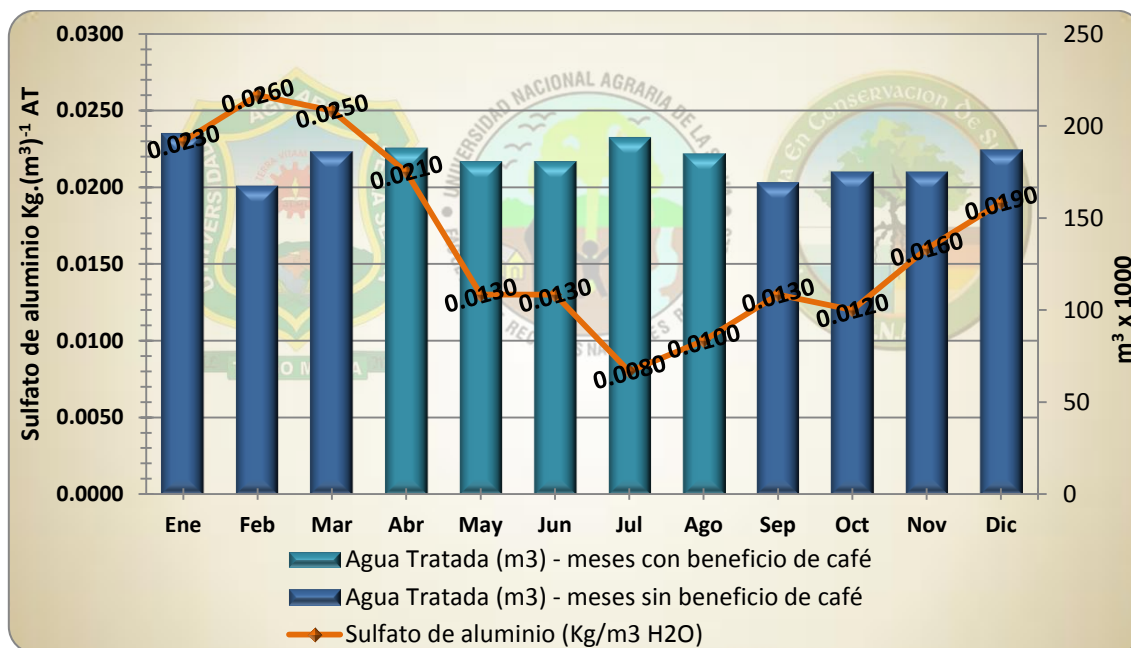


Figura 56. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006)

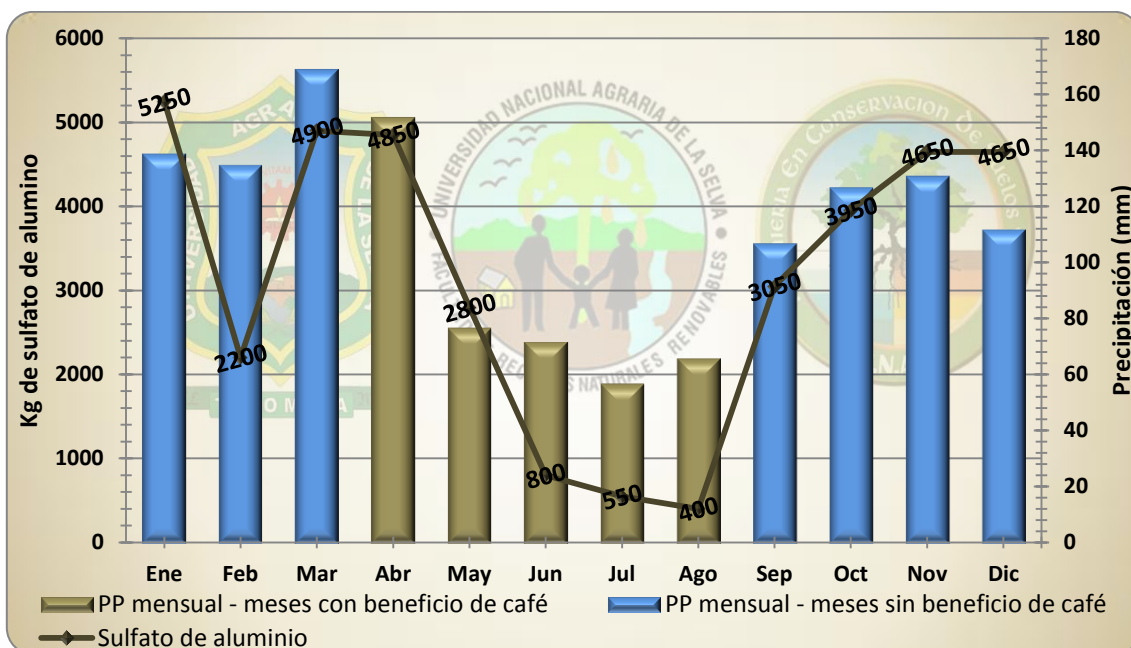


Figura 57. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2007)

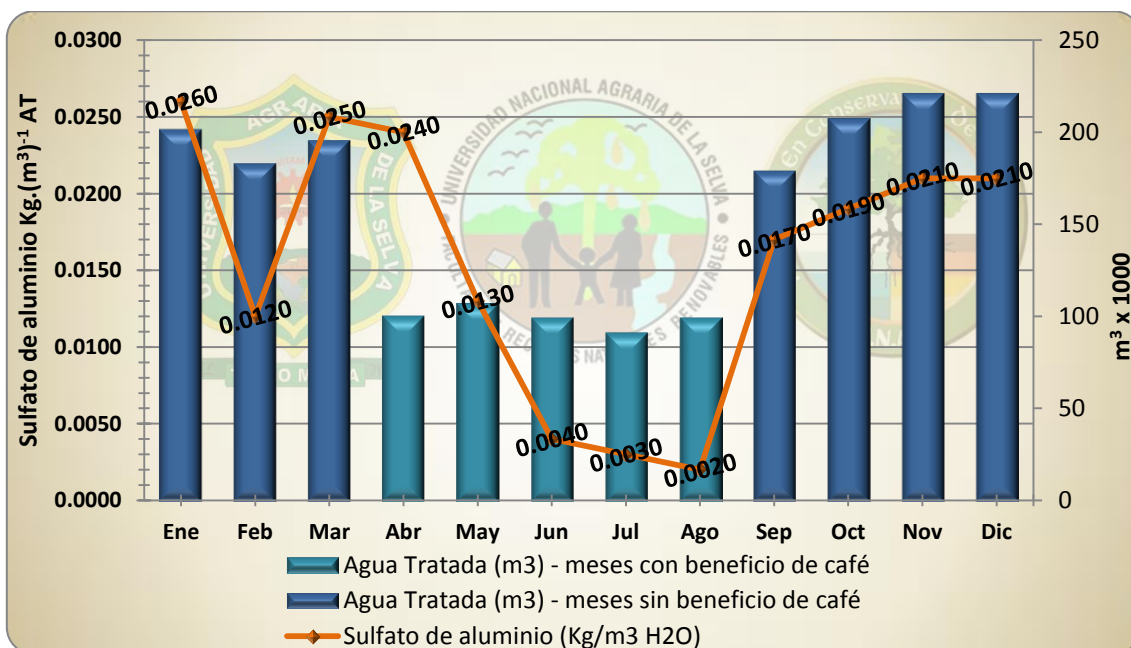


Figura 58. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2007)

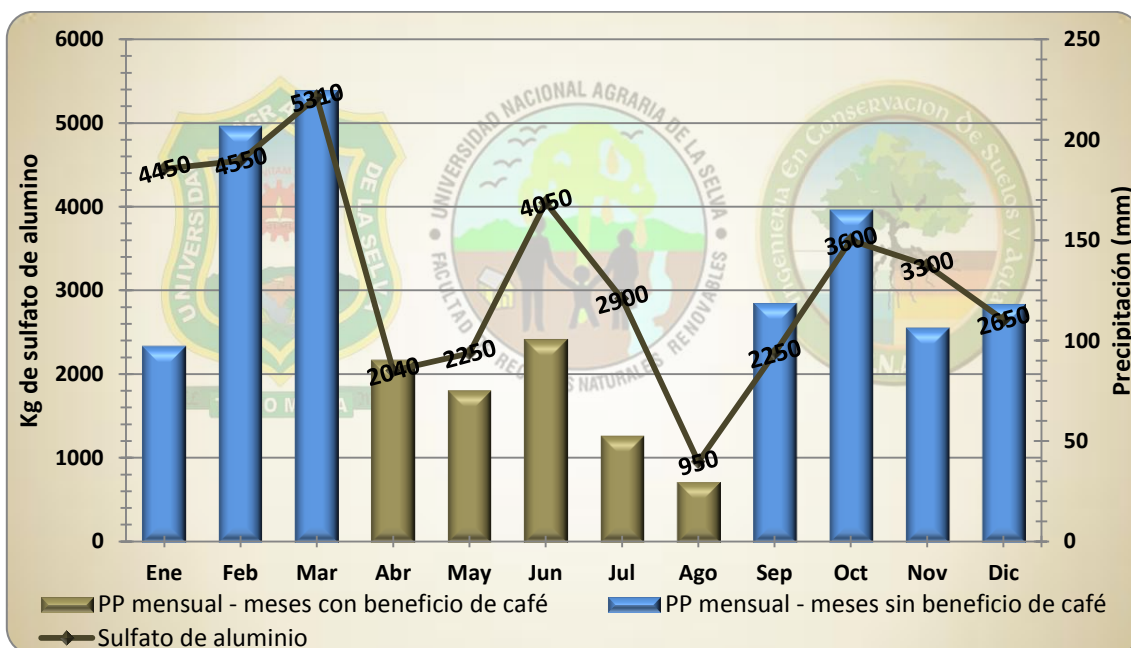


Figura 59. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2008)

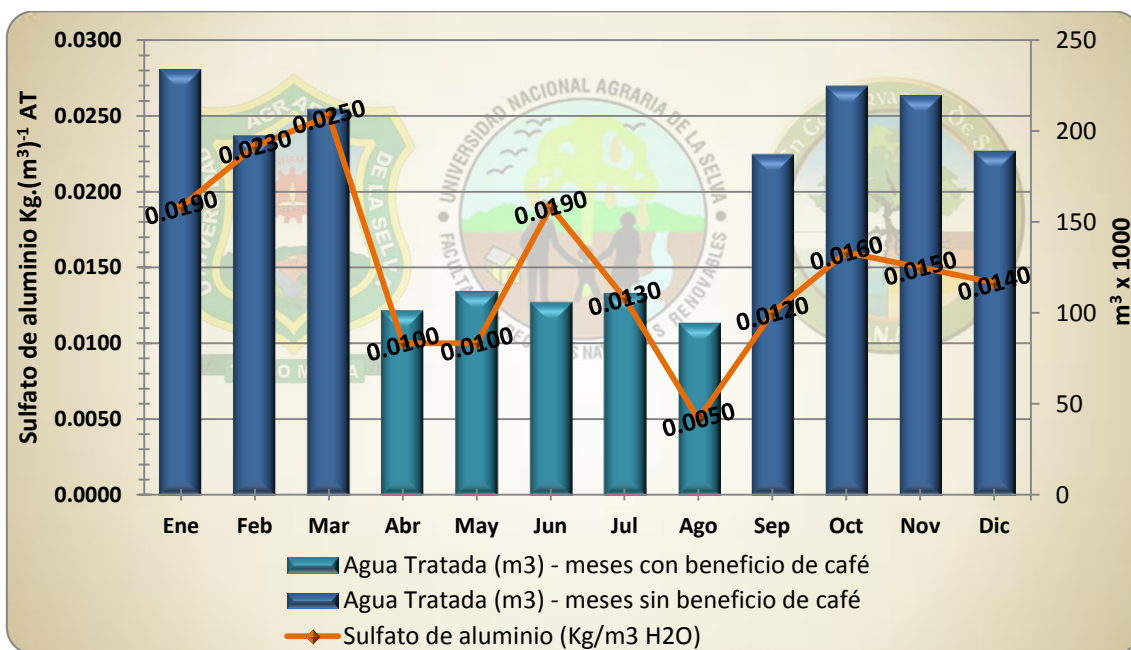


Figura 60. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2008)

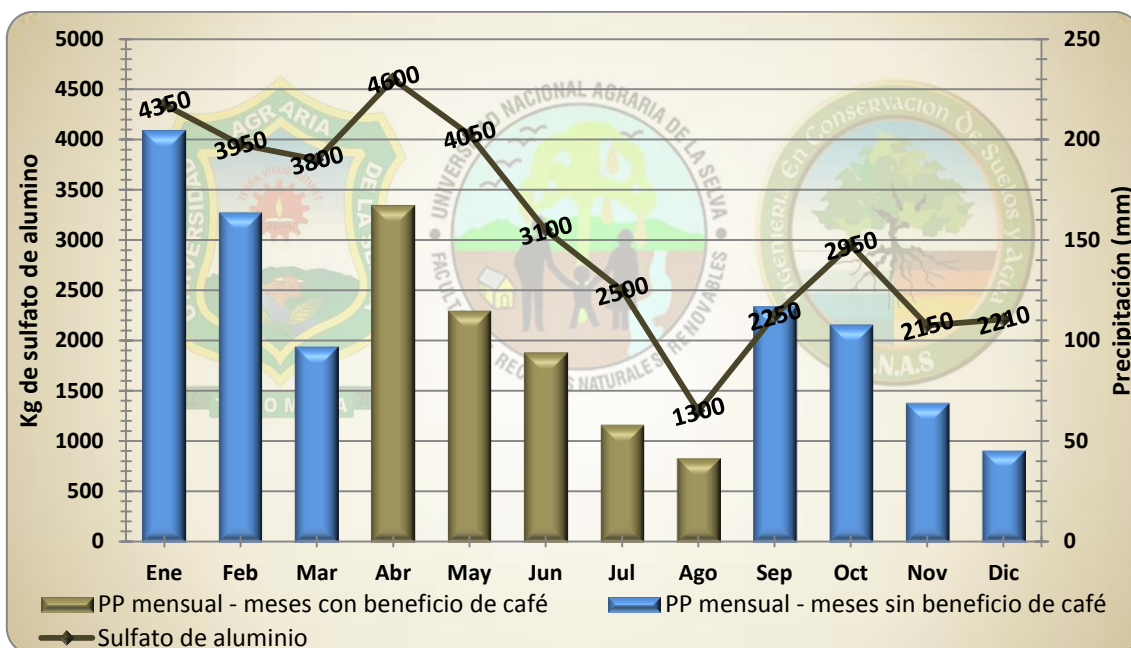


Figura 61. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2009)

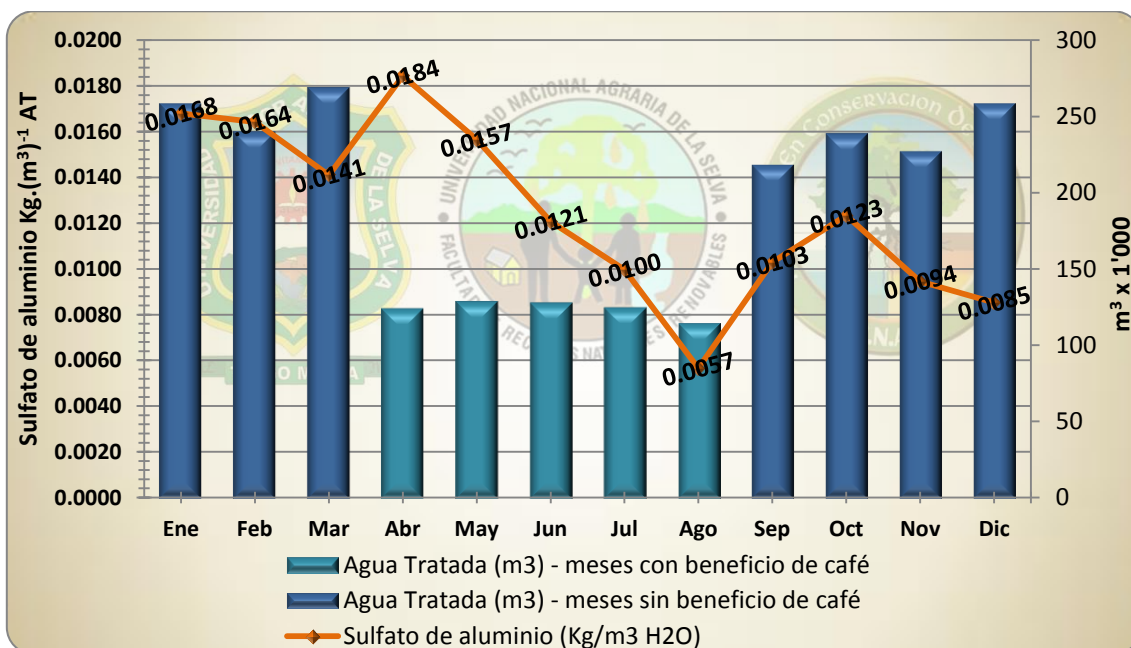


Figura 62. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2009)

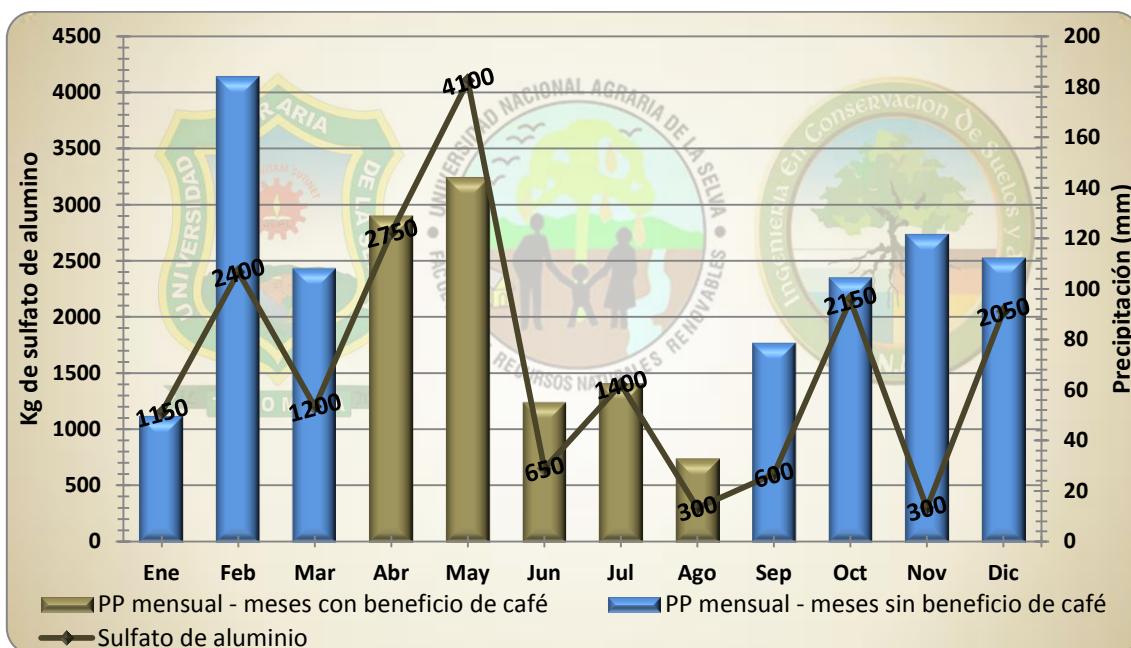


Figura 63. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2010)

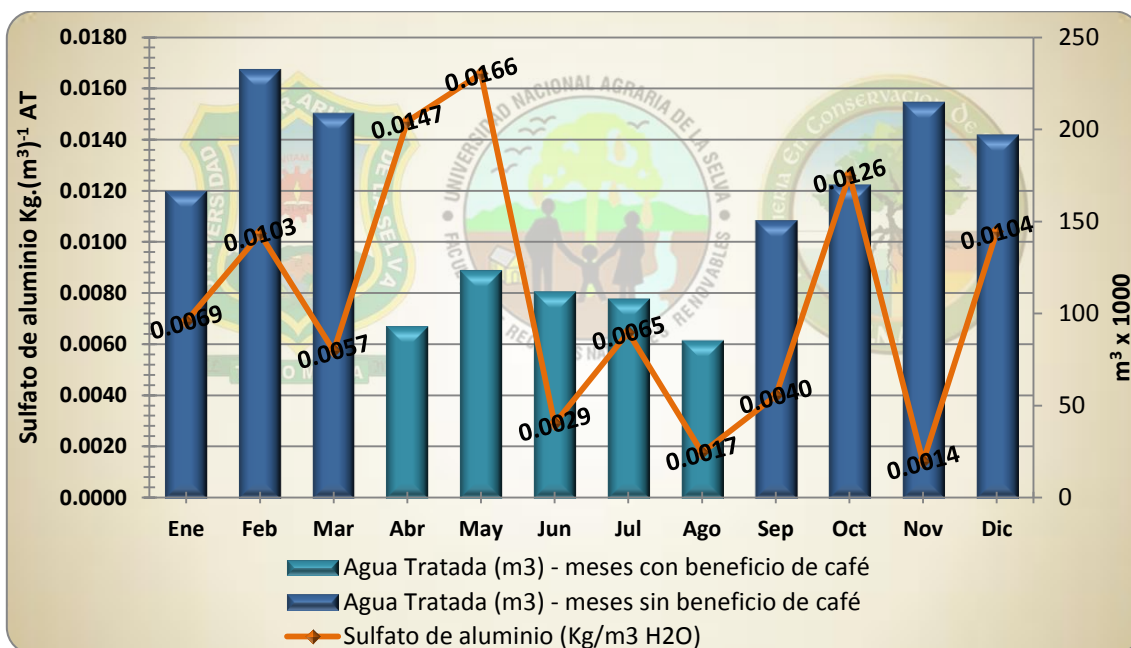


Figura 64. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2010)



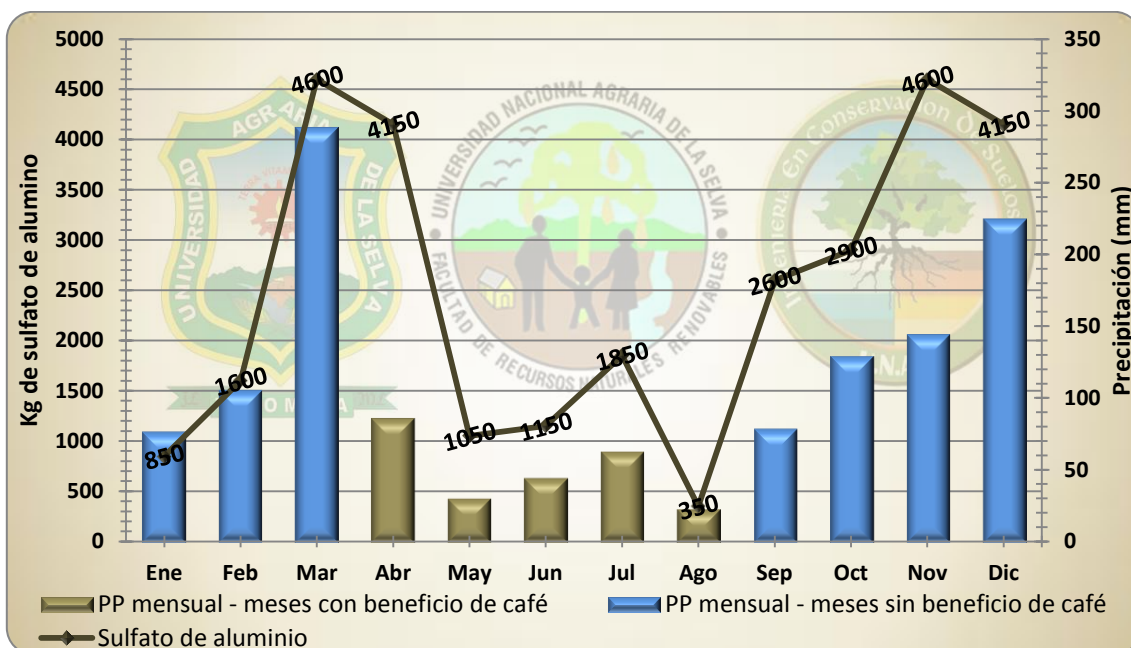


Figura 65. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2011)

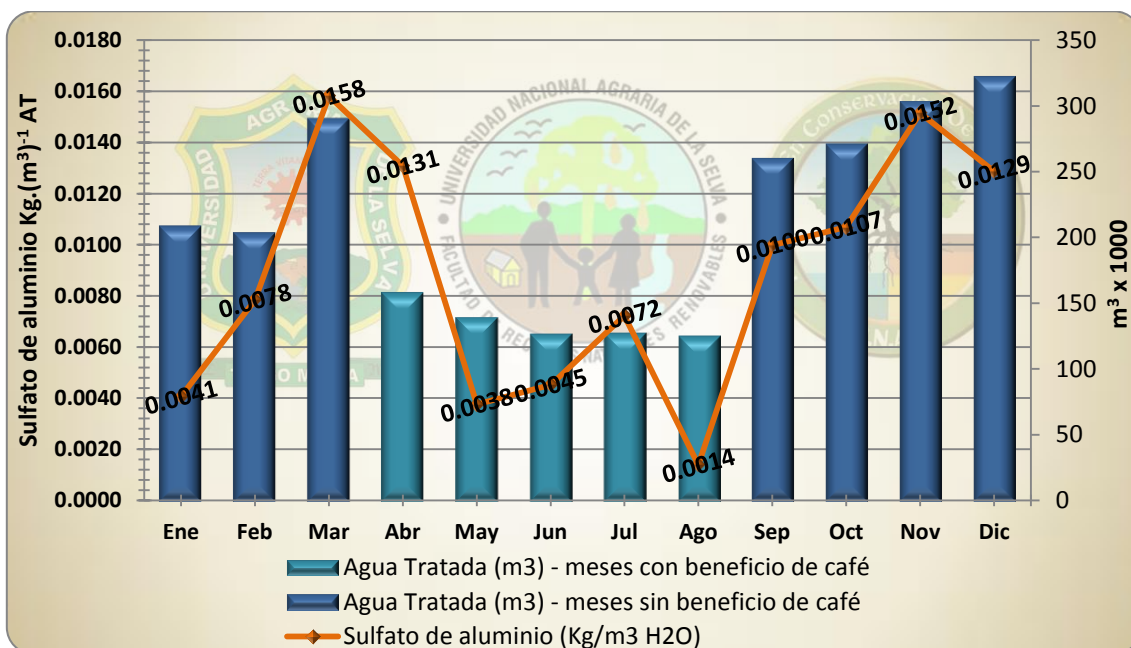


Figura 66. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2011)

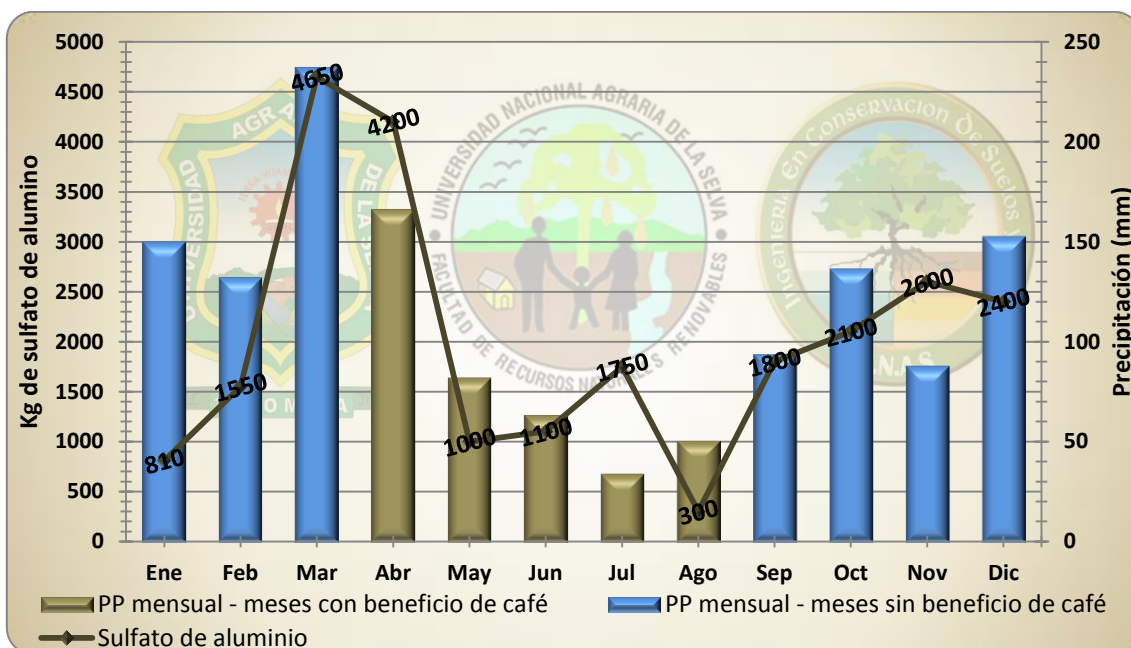


Figura 67. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2012)

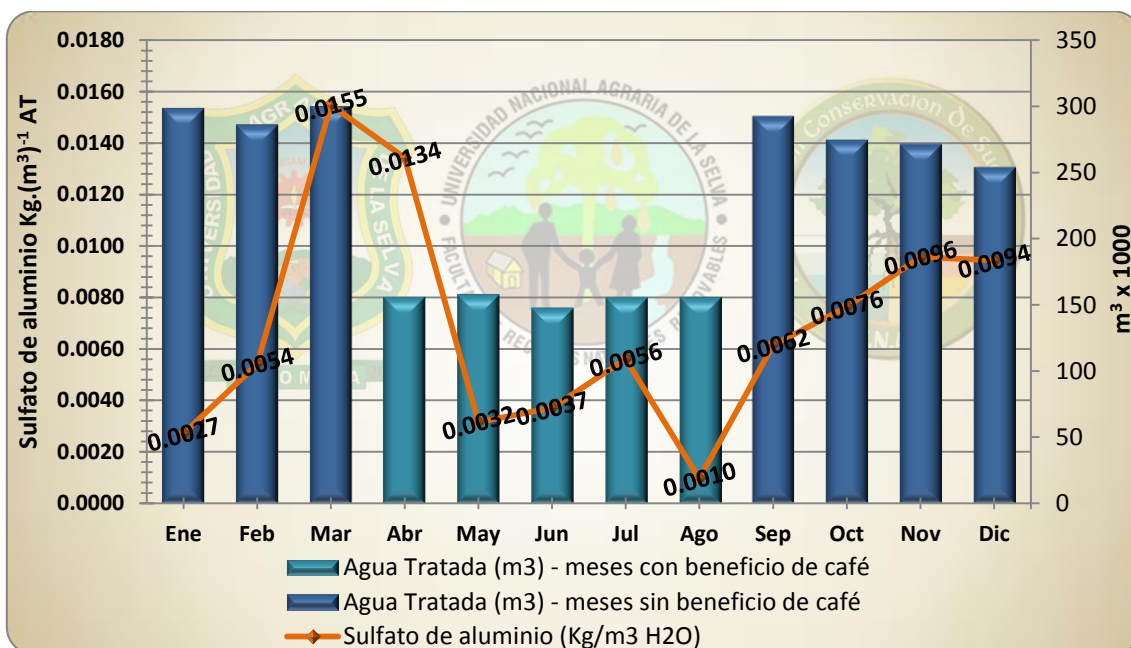


Figura 68. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2012)

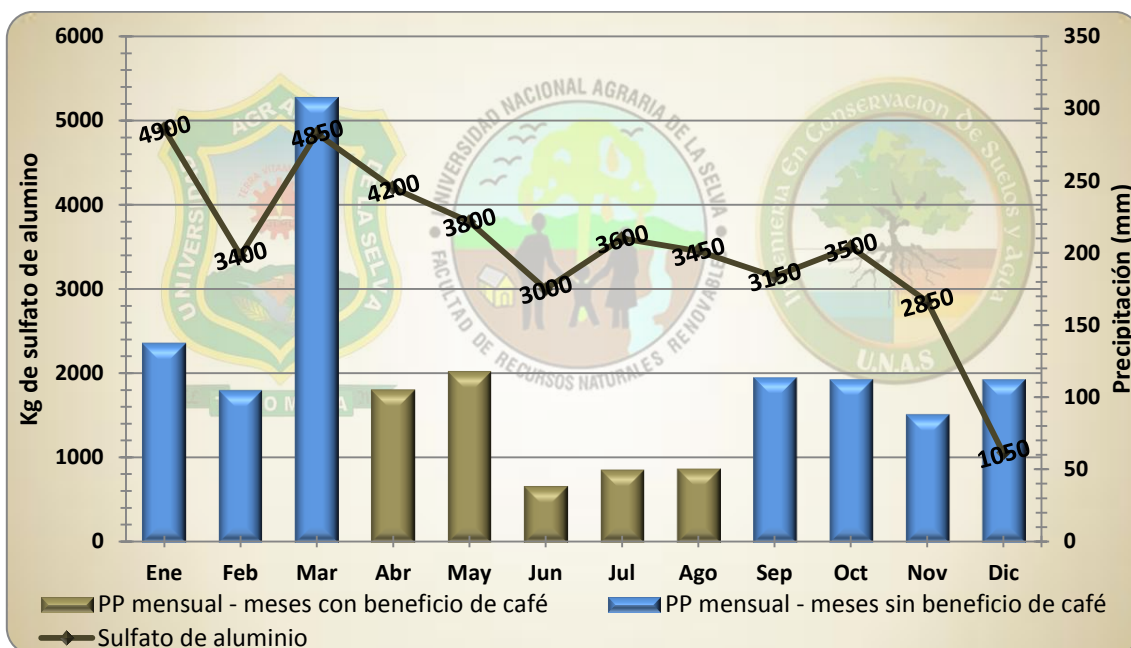


Figura 69. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2013)

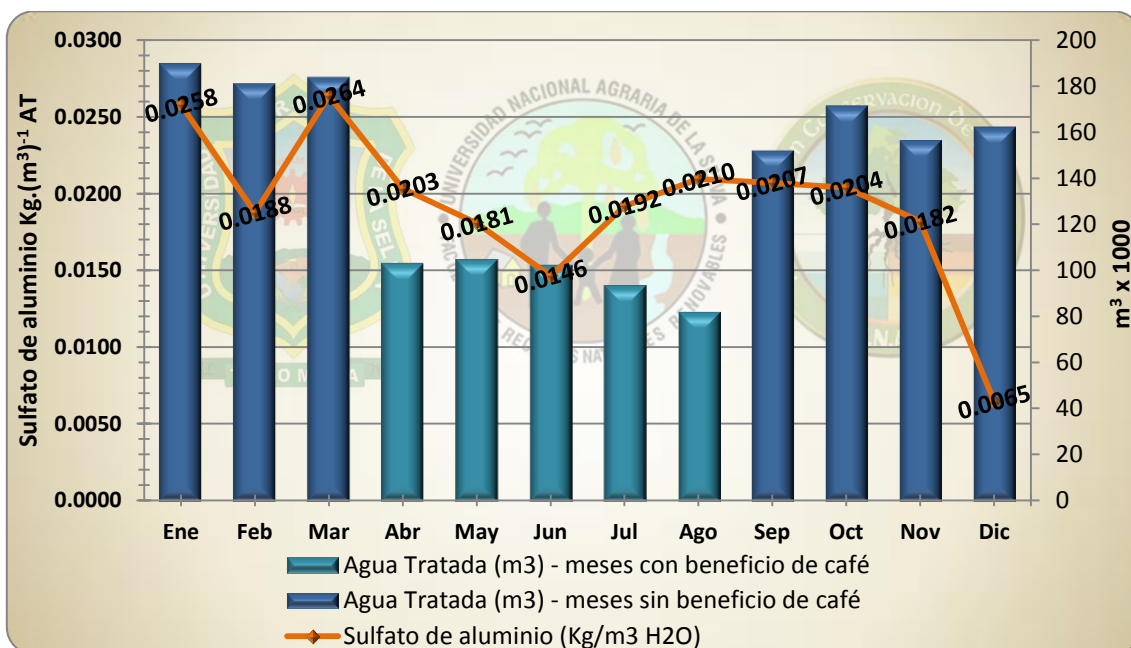


Figura 70. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2013)

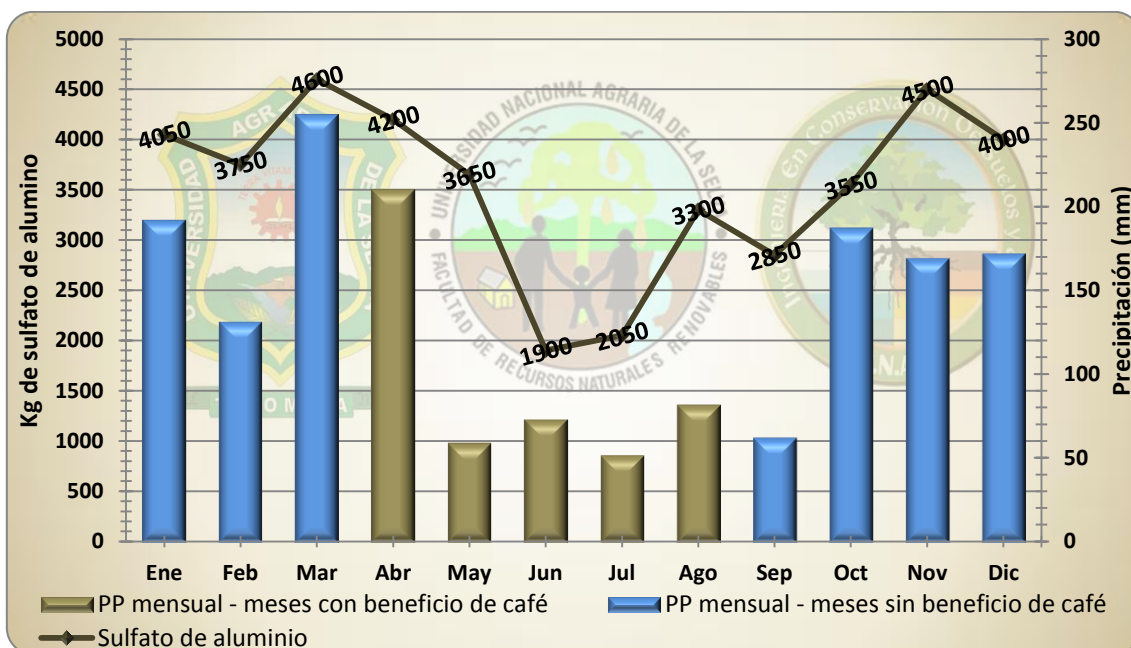


Figura 71. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2014)

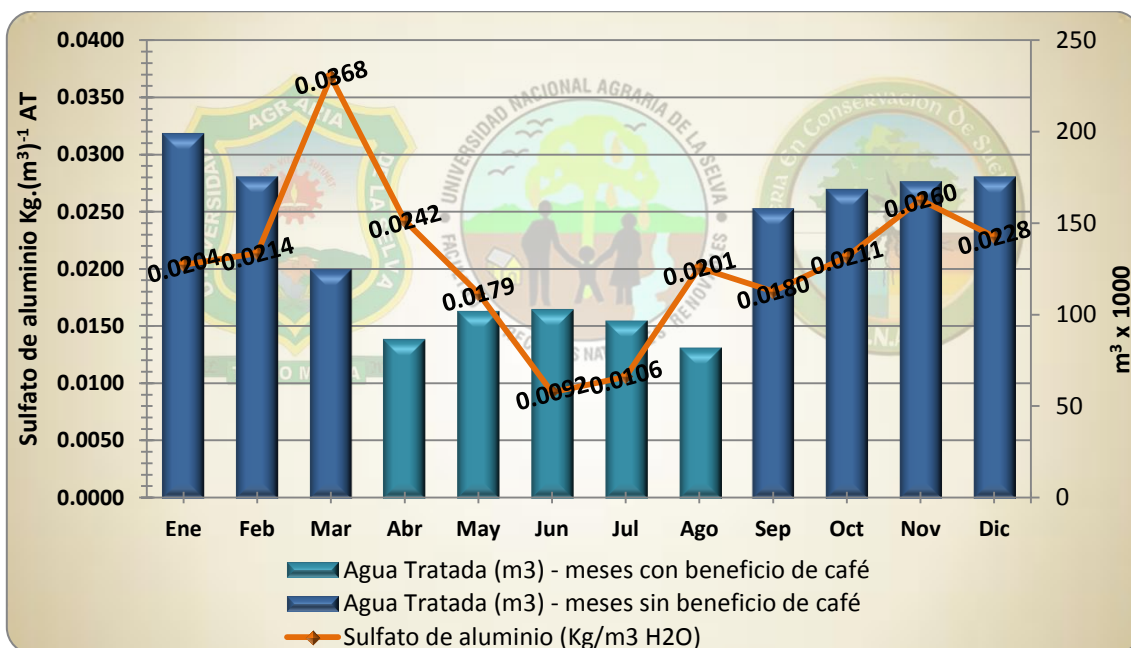


Figura 72. Consumo de sulfato de aluminio en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2014)

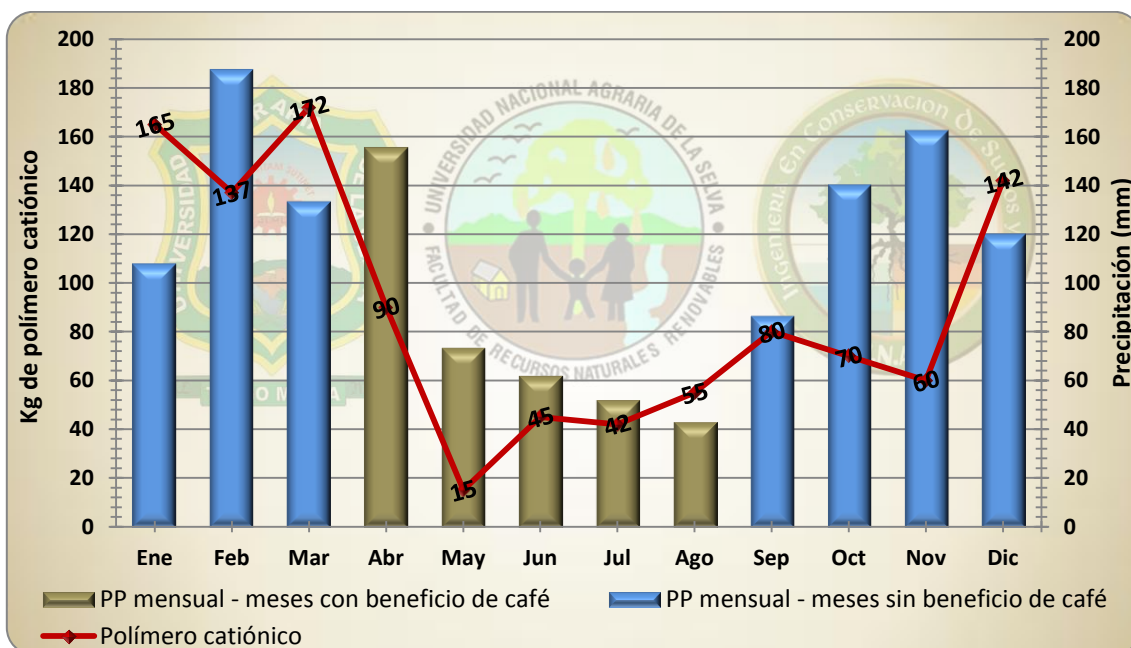


Figura 73. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2006)

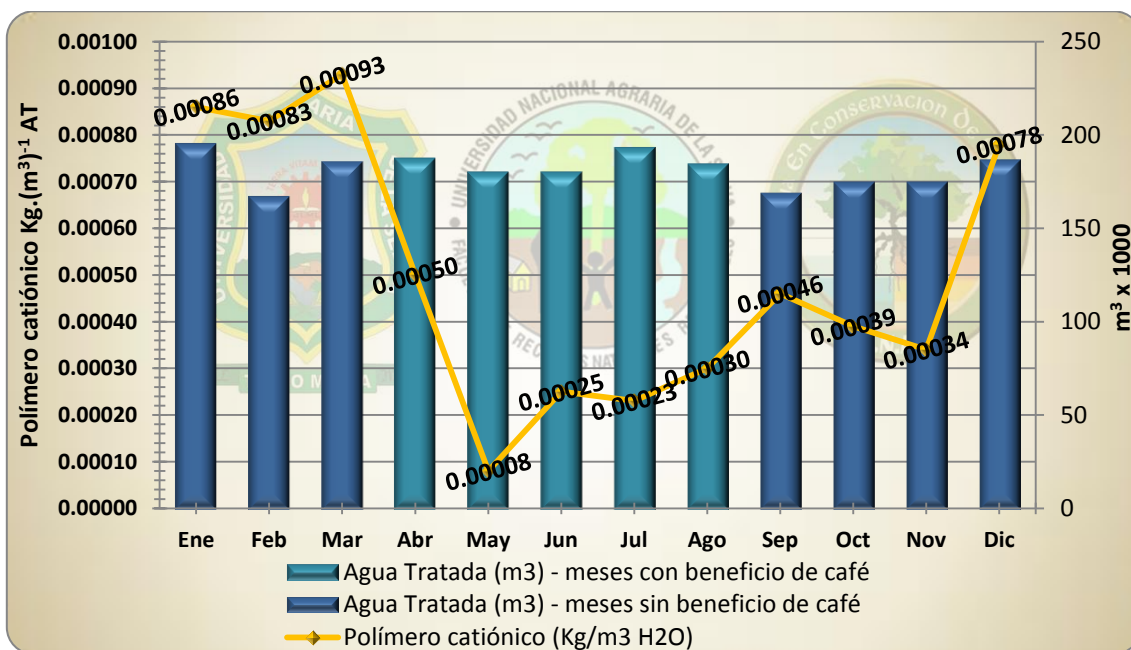


Figura 74. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2006)

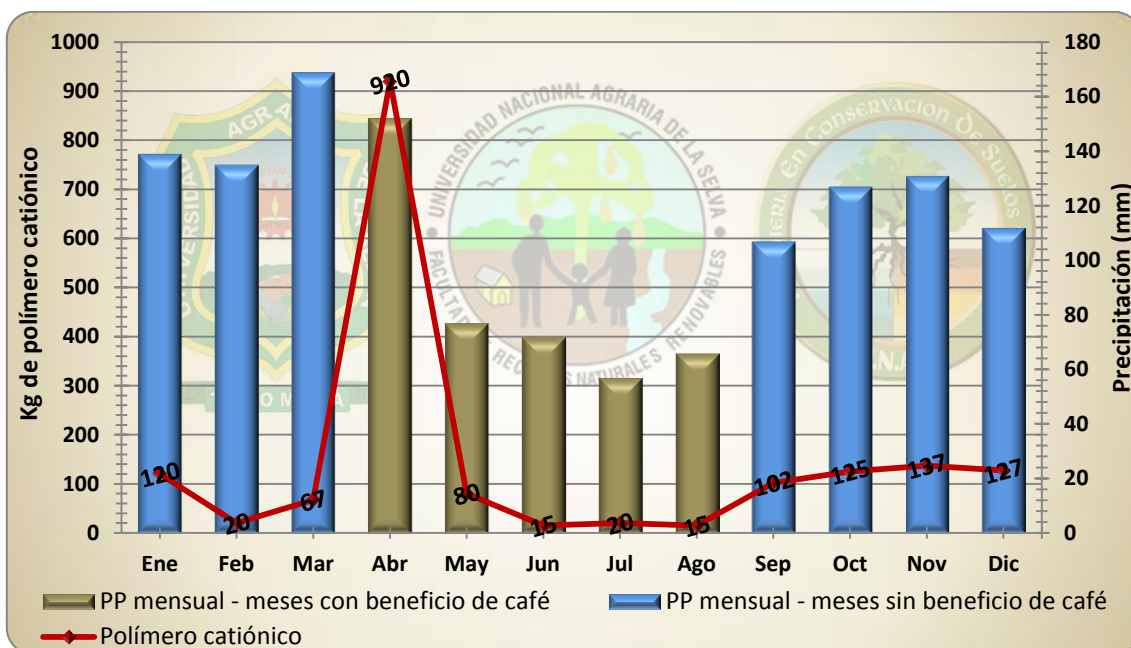


Figura 75. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2007)

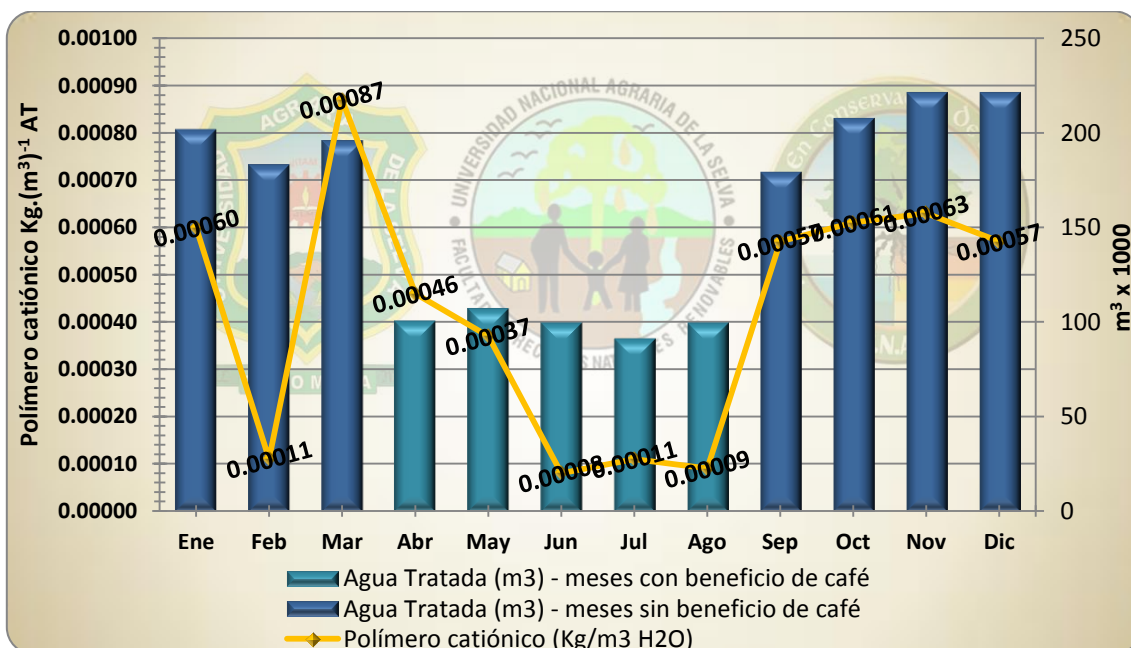


Figura 76. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2007)

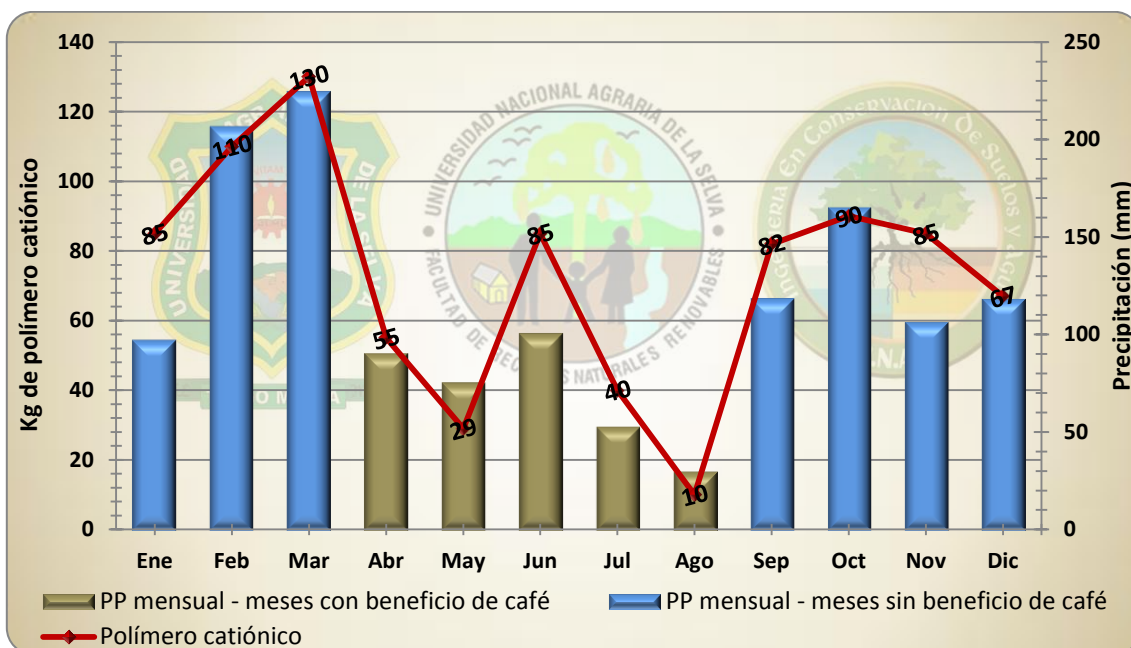


Figura 77. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2008)

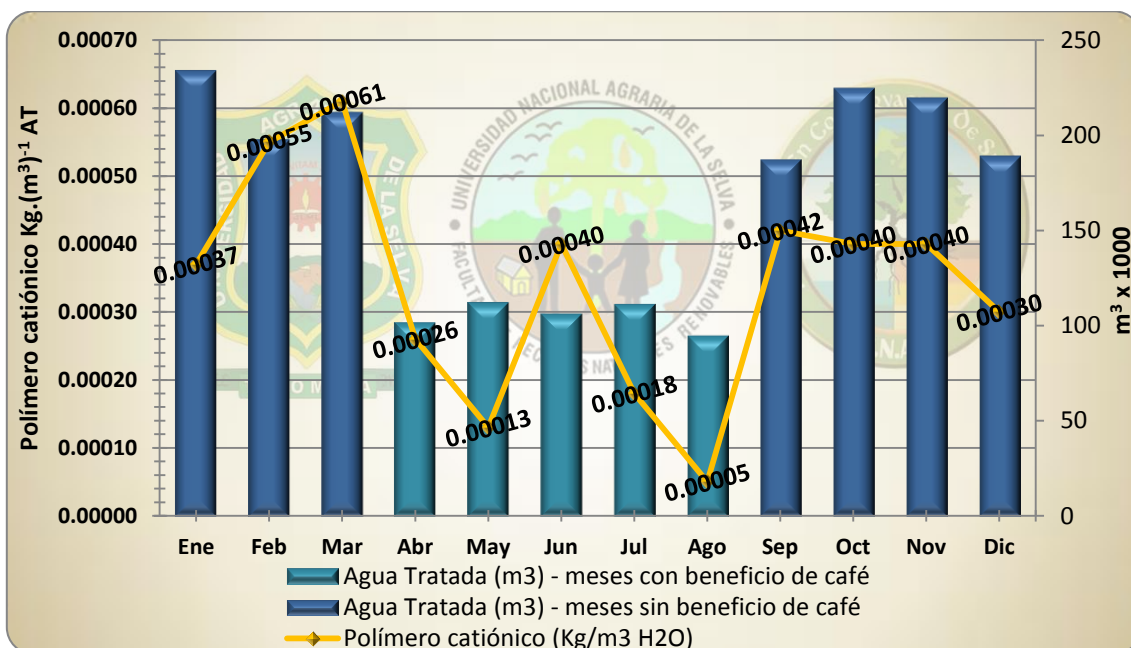


Figura 78. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2008)

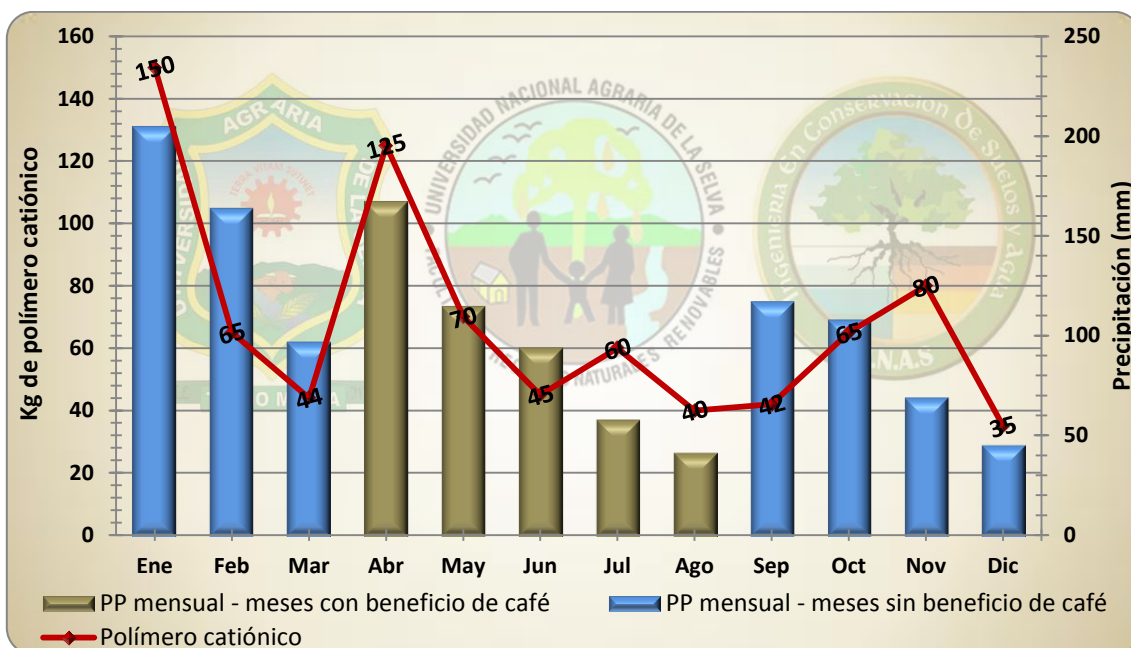


Figura 79. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2009)

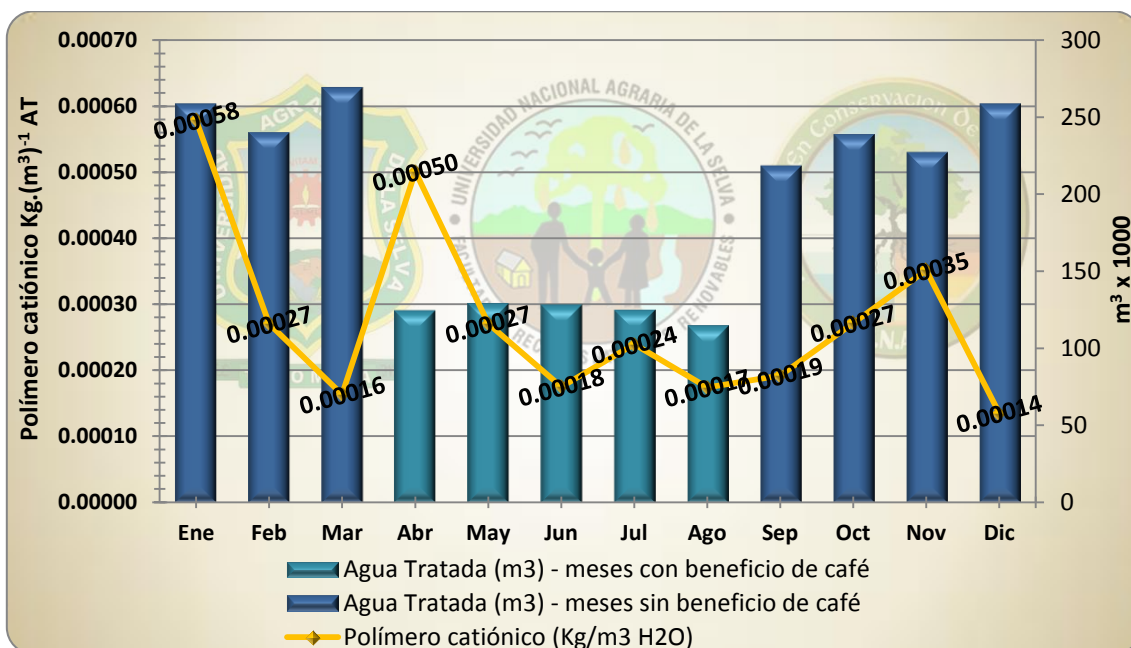


Figura 80. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2009)



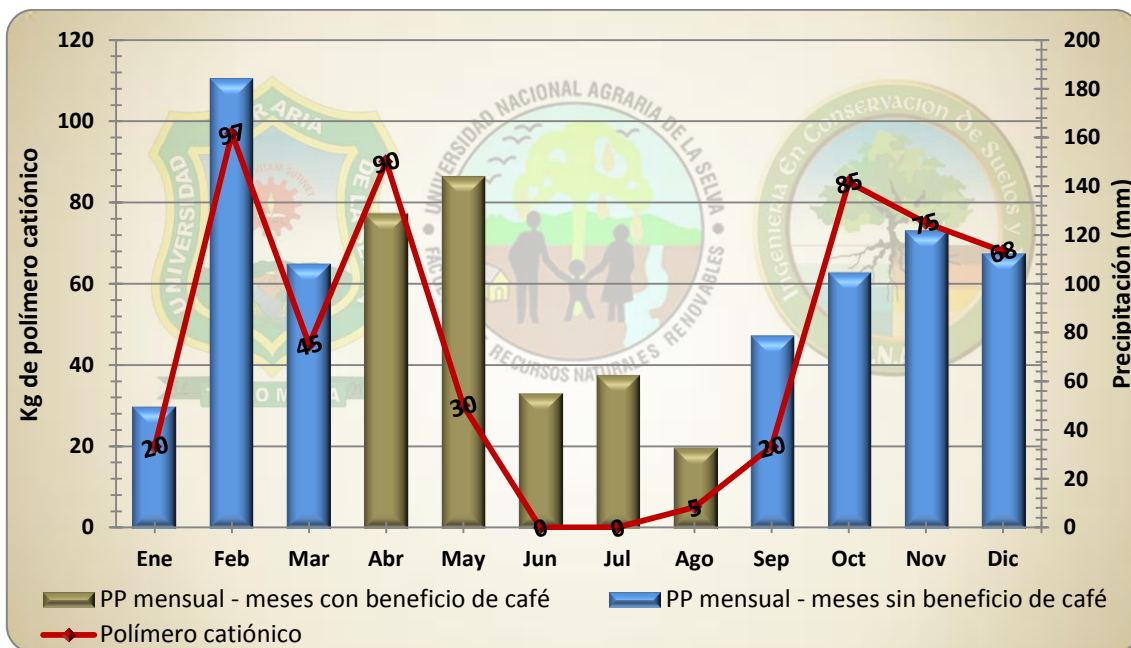


Figura 81. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2010)

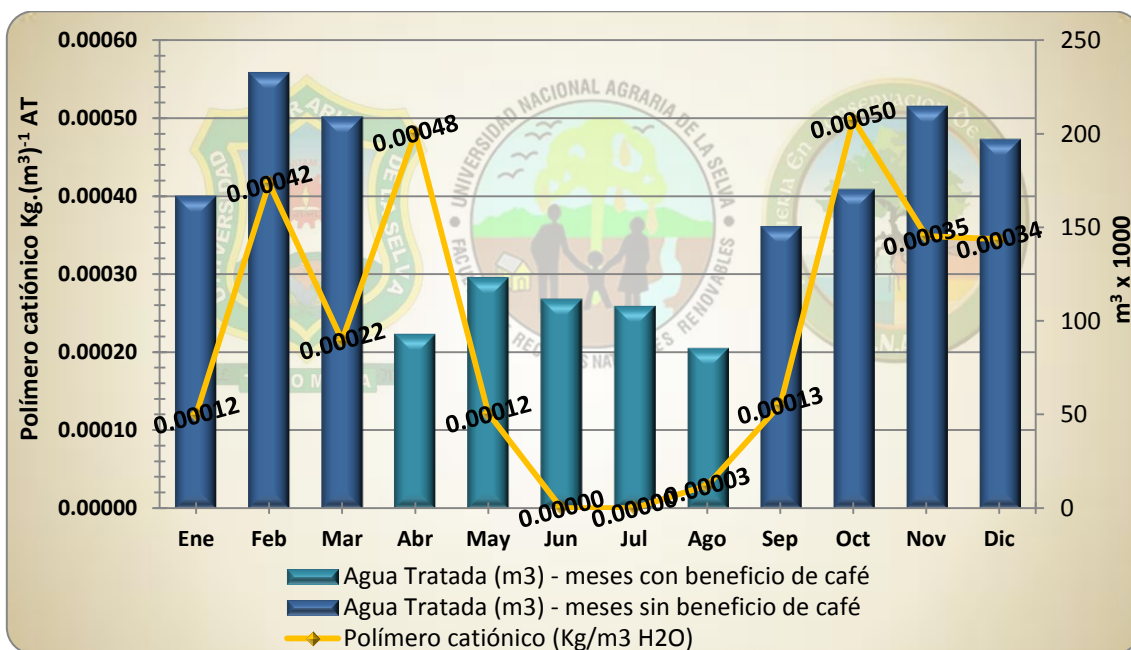


Figura 82. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2010)

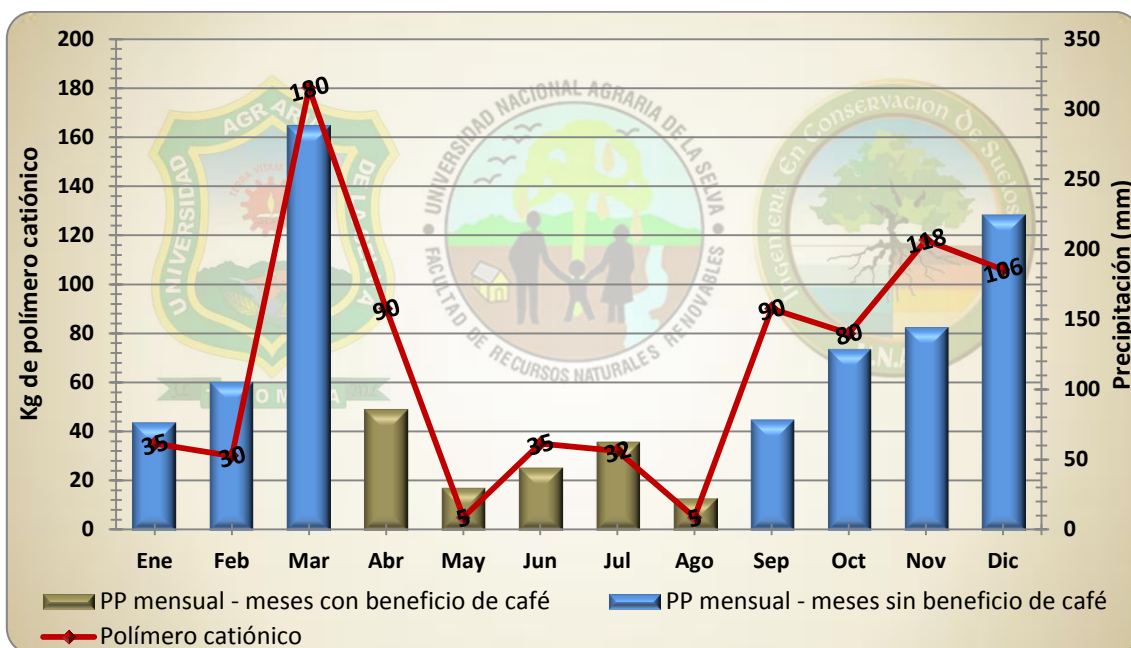


Figura 83. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2011)

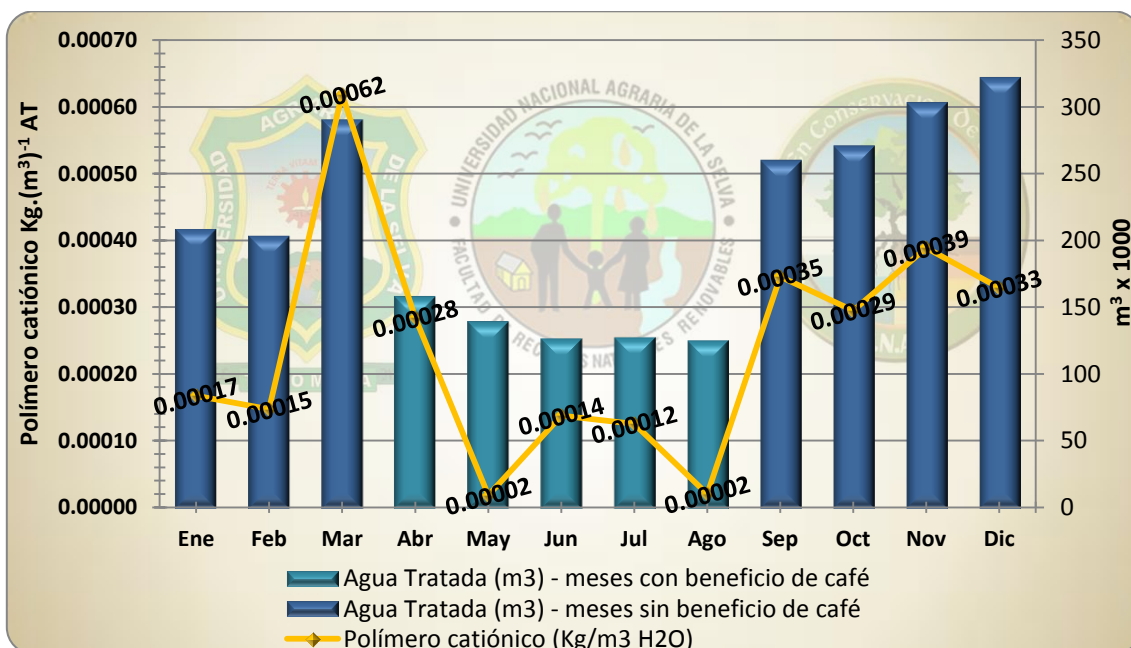


Figura 84. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2011)

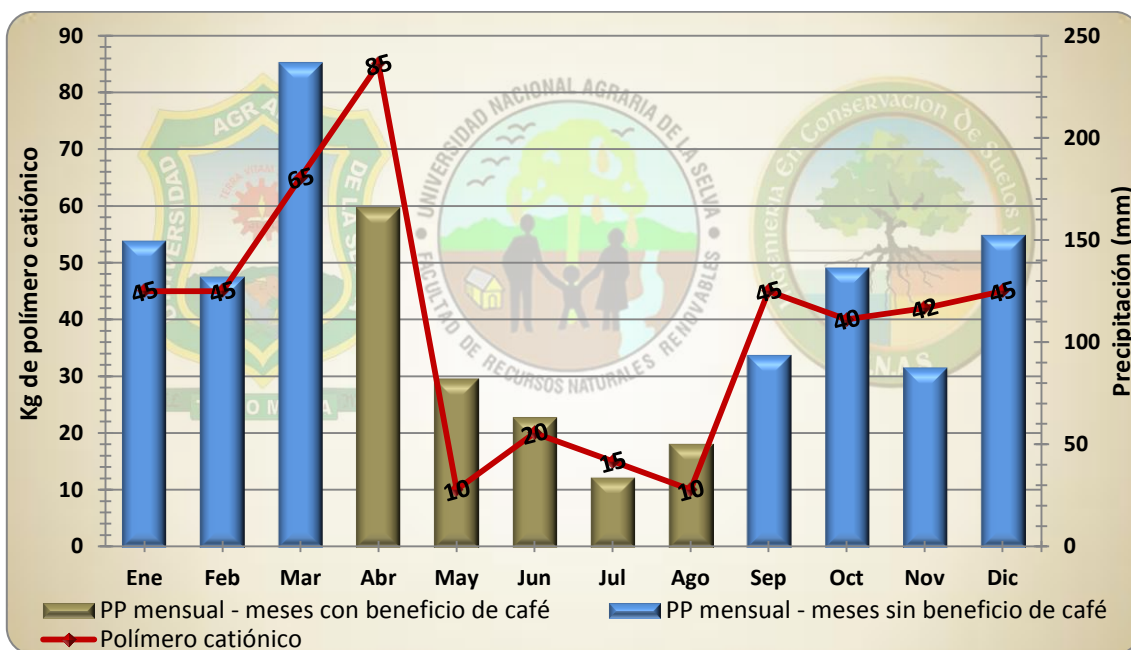


Figura 85. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2012)

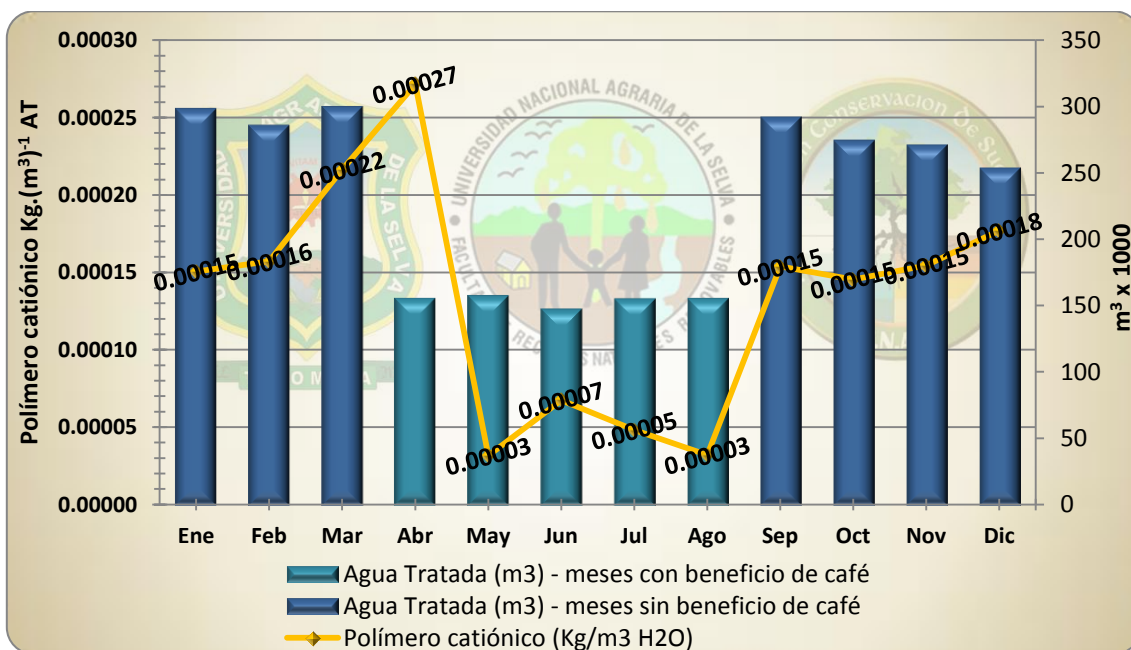


Figura 86. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2012)

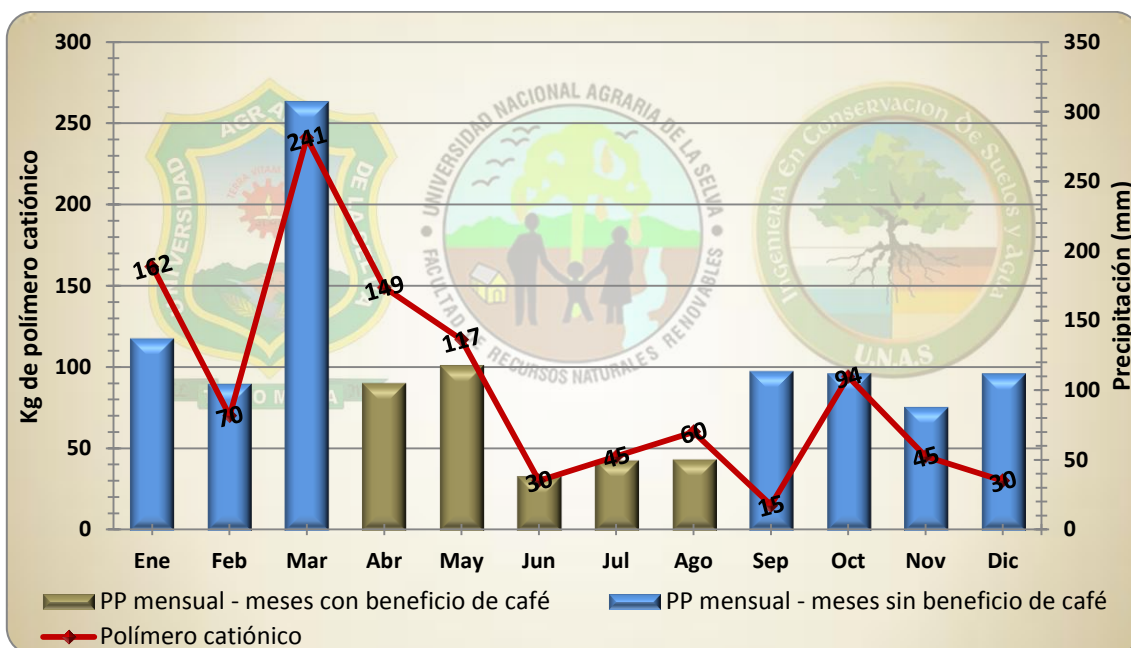


Figura 87. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2013)

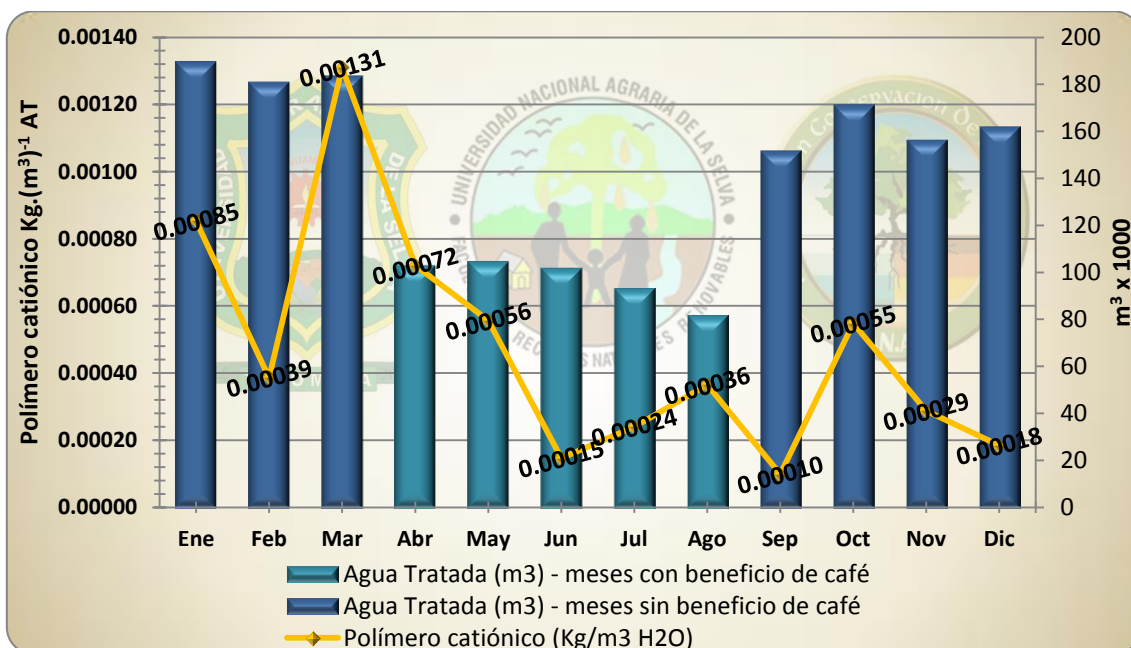


Figura 88. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2013)

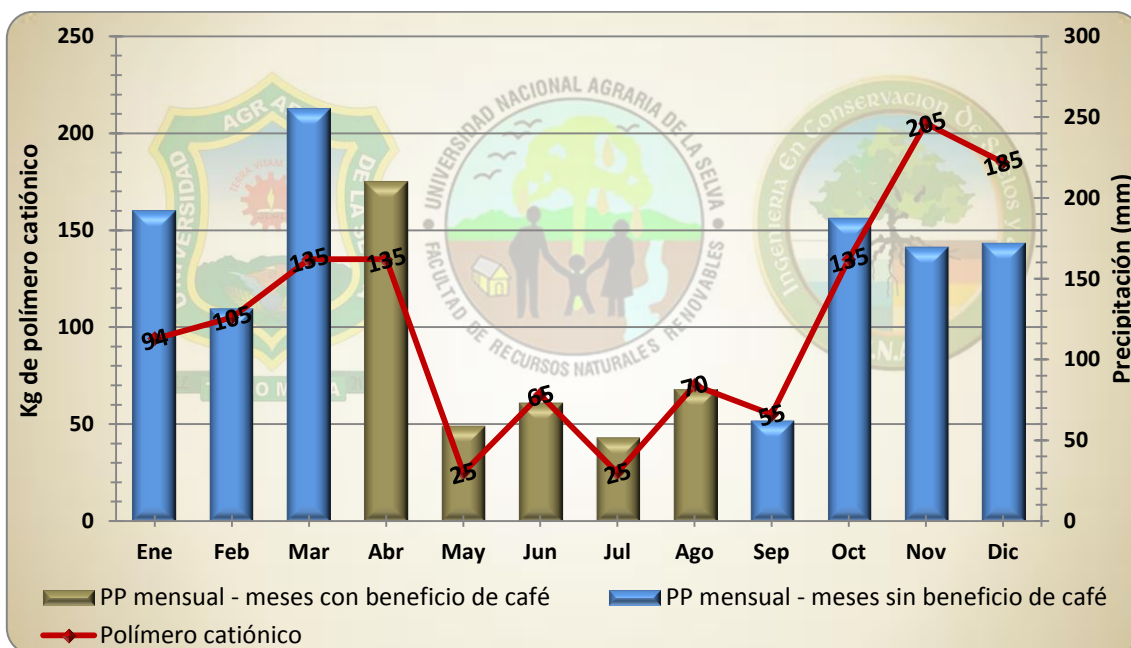


Figura 89. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs precipitación acumulada (2014)

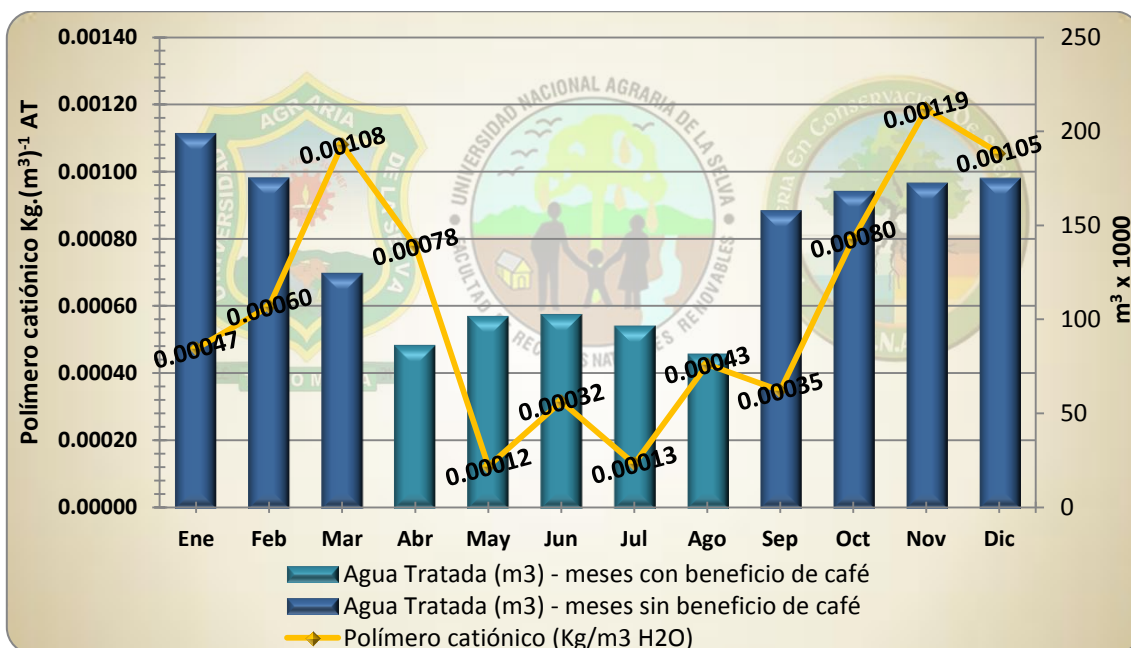


Figura 90. Consumo de polímero catiónico en la PTAP San Mateo de la EPS Moyobamba vs producción de agua tratada (2014)

#### Anexo 04. Panel fotográfico



Figura 91. Reunión con el pleno del Comité Gestor de la Compensaciones por Servicios Ecosistémicos de Moyobamba



Figura 92. Reconocimiento del área en compañía del personal de la EPS Moyobamba y el Ing. Marco Rios Romero (PEAM)



Figura 93. Georreferenciación de algunos puntos de interés en la microcuenca Mishquiyacu



Figura 94. Entrevista con caficultor posesionario en la microcuenca Rumiyacu junto al Tec. Agropecuario José López Ramírez (EPS Moyobamba)



Figura 95. Visita de los representantes del Congreso de la República, Ministerio del Ambiente, SUNASS y CONDESAN a la microcuenca Rumiayacu



Figura 96. Reunión multinivel entre el Comité Gestor, representantes del Congreso de la República, MINAM, SUNASS, CONDESAN, GIZ y Consejo Regional de San Martín, evaluación Ley N°30215





Figura 97. Desborde la quebrada Rumiyaqu, 21 de marzo del año 2013



Figura 98. Colapso y pérdida total de la infraestructura de captación en la quebrada Mishqiyacu ocasionado por un huayco, 15 de noviembre del año 2014



Figura 99. Evaluación de daños tras el colapso de la infraestructura de captación de la quebrada Mishquiyacu, 15 de noviembre del 2014



Figura 100. Trabajos de rehabilitación temporal de la captación Mishquiyacu y la línea de conducción de la captación Rumiayacu, 17 de noviembre del 2014



Figura 101. Registro de control de calidad de agua del Dpto. de Control de Calidad de la EPS Moyobamba

EPS MOYOBAMBA		FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE SAN MATEO										RIO-GO-01.02.04																
		OPERCAT / EF. PRODUCCION										FECHA: Moyobamba, 30 de 10 del 2014																
INGRESO A PLANTA		BOMBEO			CONTROL DE PROCESOS DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO										CONTROL DE CALIDAD													
HORA	LECTURA DEL MEDIDOR M <sup>3</sup>	VOLUMEN M <sup>3</sup>	CALIDAD (L/A)	LECTURA DEL MEDIDOR M <sup>3</sup>	VOLUMEN M <sup>3</sup>	CALIDAD (L/A)	Preparación de sulfato de aluminio			Preparación de polímero catiónico			Dosisificación de cloro pre-cloración		Dosisificación de cloro desinfección		Preparación de hipoclorito de calcio		Cl fibra mg/L ingreso PTAP	pH ingreso PTAP	Turbiedad agua decan NTU	Turbiedad agua filtrada NTU	Cl libre mg/L salida PTAP	Conductividad µS/cm salida PTAP	pH salida PTAP			
							Cant. Kg	Agua L	Dosif. %	Cant. Kg	Agua L	Dosif. %	Peso Kg/24h	Dosif. (lb/24h)	Peso Kg/24h	Dosif. (lb/24h)	Cant. Kg	Agua L										
01:00	4394267																											
02:00	4394718	448	62.2										1.36	1.2	95	1.8												
03:00														1.2	1.8													
04:00	4395171	456	63.3											1.2	1.8					6.7	7.4	8.6	5.6	0.4	1.4		7.3	
05:00														1.2	1.8													
06:00														1.2	1.8													
07:00	4395839	668	61.8											1.2	1.8					0.7	7.4	8.2	4.8	0.5	1.3		7.3	
08:00														1.2	1.8													
09:00														1.2	1.8													
10:00	4396580	681	63.0											1.2	1.8					6.6	7.4	7.6	11.4	1.0	1.3		7.8	
11:00														1.2	1.8													
12:00														1.2	1.8													
13:00	4397191	671	62.1											1.2	1.8						7.3	8.8	11.4	1.3			7.2	
14:00														1.2	1.8													
15:00	4397604	413	57.4											1.2	1.8					0.7	7.4	8.6	11.7	1.7	1.3		7.3	
16:00														1.2	1.8													
17:00														1.2	1.8													
18:00														1.2	1.8													
19:00														1.2	1.8													
20:00														1.2	1.8													
21:00														1.2	1.8													
22:00														1.2	1.8													
23:00														1.2	1.8													
24:00														1.2	1.8													
TOTAL																												
NOMBRE Y FIRMA DEL OP. TURNO (DIA):							Clóndor Reátegui Pérez Paz										NOMBRE Y FIRMA DEL OP. TURNO (NOCHE):											
OBSERVACIONES:																	RESUMEN											
																	Volumen Producido (m <sup>3</sup> )											
																	Peso en pre cloración (kg)											
																	Peso en desinfección (kg)											
																	VPM JEFE DE PLANTA											
																	VPM CONTROL DE CALIDAD											

Figura 102. Ejemplo del formato de control operacional PTAP San Mateo – registro de pH y turbidez al ingreso de planta

TABLA N° 04

ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE LAS FUENTES DE AGUA SUPERFICIALES


EPS/LOCALIDAD: <i>EPS-MOVOBAMBA-SRLtda</i>		DPTO: <i>CONTROL DE CALIDAD</i>																
MES: <i>MAYO-2014</i>		PUNTO DE MUESTREO: <i>FUENTES SUPERFICIALES</i>																
Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Turbiedad (NTU)	pH	Color (UCV ±Co)	Conductividad (µS/cm)	Solidos Totales Disueltos (mg/L)	Magnesio (mg/L)	Calcio (mg/L)	Dureza Tot. (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Cobre (mg/L)	Sodio (mg/L)	Zinc (mg/L)	Arsenico (mg/L)
FUENTE RUMIYACU																		
12	9:40	20:00	7.60	10.0	250	125	2.70	3.90	6.60	26.0	12.0	5.0	0.07	0.02	0.03	18	0.007	2.0
30	10:00	25:00	7.75	12.0	230	115	3.25	4.70	7.95	18.0	7.0	3.0	0.08	0.04	0.04	2.0	0.009	0.0
FUENTE MISHQUIYACU																		
12	10:15	10:00	7.50	10.0	300	150	3.10	4.20	7.30	15.0	8.0	2.0	0.04	0.02	0.03	15.0	0.003	0.0
30	10:27	18:00	7.78	8.0	190	95	2.95	4.00	6.95	13.0	6.0	3.0	0.03	0.03	0.03	3.0	0.004	0.0
FUENTE ALMENDRA																		
12	10:10	15:00	7.30	8.0	180	90	2.60	4.10	6.70	12.0	7.0	3.0	0.02	0.003	0.01	3.0	0.02	0.0
30	10:20	10:00	7.20	9.0	160	80	2.50	3.85	6.35	16.0	10.0	2.0	0.05	0.002	0.05	2.8	0.03	0.0
OBSERVACIONES:																 V'B Jefe de CONTROL DE CALIDAD		

Figura 103. Ejemplo del registro del análisis físico – químico de fuentes superficiales, Qdas. Rumiayacu, Mishquiyacu y Almendra – pH

TABLA N° 08

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE LAS FUENTES DE AGUAS SUPERFICIALES


EPS/LOCALIDAD: <i>EPS-MOVOBAMBA SRLtda</i>		DPTO: <i>CONTROL DE CALIDAD</i>		
MES: <i>MAYO-2014</i>		PUNTO DE MUESTREO: <i>FUENTES SUPERFICIALES</i>		
Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	METODO DE FILTRACION MEMBRANA		
		Coliformes Totales (NTC/100 mL)	Coliformes Termotolerantes (NTC/100 mL)	Bacterias Heterotroficas (NTC/100 mL)
FUENTE RUMIYACU				
12/05/14	9:40	160	60	40
30/05/14	10:00	152	55	45
FUENTE MISHQUIYACU				
12/05/14	10:15	137	39	30
30/05/14	10:27	150	40	35
FUENTE ALMENDRA				
12/05/14	10:10	110	30	25
30/05/14	10:20	120	28	32
OBSERVACIONES:				 V'B Jefe de CONTROL DE CALIDAD

Figura 104. Ejemplo del registro del análisis físico – químico de fuentes superficiales, Qdas. Rumiayacu, Mishquiyacu y Almendra – Coliformes fecales