

**VARIABILIDAD HIDROLOGICA DEL DELTA DEL RIO PATÍAEN EL  
AREA DEL PARQUE SANQUIANGA Y SU INFLUENCIA EN ECOSISTEMA  
ESTUARINOS**

**VILMA ROCIO ALARCÓN BAMBAGÜÉ**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYAN  
2015**

**VARIABILIDAD HIDROLOGICA DEL DELTA DEL RIO PATÍA EN EL AREA DEL  
PARQUE SANQUIANGA Y SU INFLUENCIA EN ECOSISTEMAS ESTUARINOS**

**VILMA ROCIO ALARCÓN BAMBAGÜÉ**

**Informe final de trabajo de grado, modalidad investigación como requisito  
para optar al título de Ingeniera Ambiental**

**Director:  
M. Sc. LUIS ALONSO ZAPATA PADILLA  
Coordinador del programa marino costero  
WWF - COLOMBIA**

**Codirector:  
Ph. D. JAVIER ERNESTO FERNANDEZ MERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYAN  
2015**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del codirector:

---

Firma del Jurado:

---

Firma del jurado:

---

Popayán, 23 de febrero de 2015

Dedicado A Dios, a mis padres y a mi familia.

A Dios por ser luz y guía en cada uno de mis pasos, por darme la sabiduría y fortaleza para enfrentar los momentos difíciles.

A mis padres por su apoyo incondicional, sus consejos y fortaleza en el día a día, por la confianza que me han ofrecido, por ser mí apoyo en todo momento.

A mi familia: hermano, abuelos y tíos por ser el motor y el motivo para fijarme retos y metas; por acompañarme en todos los buenos y malos momentos.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por ser esa fuerza que me mueve para poder realizar cada reto y metas fijadas.

A mis padres:

Por todo su esfuerzo y sacrificio; por ser parte vital en este camino, por su incansable labor de guiarme y aconsejarme. Para ellos mi más sincero amor, respeto y gratitud.

A mis familiares:

A mi hermano y abuelos y demás familiares que me apoyaron y se hicieron partícipes para poder llegar a esta meta, mil gracias.

A la WWF Colombia por brindarme la oportunidad de hacerme participe de este proyecto, donde me enriquecí como persona y profesional. Gracias por su apoyo técnico y económico. Pero en especial quiero expresar gratitud a Luis Zapata ya que me brindó su apoyo y su respaldo en esta investigación.

A La unidad administrativa del PNN Sanquianga y a todo su equipo (Tuto, Wilfredo) por su apoyo y comprensión en las salidas de campo para culminar esta investigación, para ellos mil gracias.

A la Universidad del Cauca y cada uno de los profesores por sus enseñanzas y amistad.

Al ingeniero Javier Fernández, por brindarme su apoyo incondicional, confianza y amistad, quiero expresarle mi más sincero agradecimiento en esta etapa como estudiante.

A aquellos profesores que me brindaron su conocimiento y tiempo, mil gracias Sandra Morales, Luis Jorge Gonzales, Darwin Hoyos, José Beltrán y Camilo Andrade.

A mis amigos Claudia Roa, Brandon Rosero, Roberth Güepud, Daniel Cifuentes, Alejo Jiménez, Rodrigo Baos, Diana Delgado, Jhon Roberth Fernández, Lorena Ordoñez y Zuly Garcés, muchas gracias por haberme brindado su apoyo y su dedicación.

De manera especial agradezco a Alexander Males Muñoz por su compañía, respaldo y su paciencia en este proyecto mil gracias.

## CONTENIDO

pág.,

INTRODUCCIÓN .....	17
1. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
2. JUSTIFICACION.....	19
3. OBJETIVOS.....	21
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	21
4. MARCO TEORICO .....	22
4.1. ESTUARIOS .....	22
4.1.1. Características fisicoquímicas de los estuarios.....	22
4.2. MANGLARES .....	24
4.2.1. Sistemática de los manglares. ....	24
4.3. ECOSISTEMA DELTAICO .....	24
4.4. GEOMORFOLOGIA.....	24
4.4.1. Canales distribuitarios mareales. ....	24
4.4.2. Bocanas. ....	25
4.5. GENERALIDADES DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SANQUIANGA 25	
4.5.1. Delimitación y ubicación geográfica. ....	25
4.5.2. Aspectos físicos .....	26
4.6. ASPECTOS FISICOQUIMICO EN AGUA SALADA .....	28
4.6.1. Penetración de la luz.....	28
4.6.2 Fosfatos y Nitrato. ....	28
4.6.3 Ciclo de Fósforo. ....	29
4.6.2. Ciclo del Nitrógeno. ....	30

5.	ANTECEDENTES.....	32
6.	METODOLOGIA.....	34
6.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	34
6.2.	PUNTOS DE MUESTREO.....	35
6.3.	MUESTREO.....	35
6.4.	FRECUENCIA DE MUESTREO.....	36
6.5.	VARIABLES FISICOQUIMICAS.....	36
6.5.1.	Muestreo puntual.....	36
6.5.2.	Muestreo compuesto.....	37
6.6.	DISTANCIAS PARA CADA ESTACION.....	38
6.7.	VARIABILIDAD DE PRECIPITACION EN LOS AÑOS 2012 Y 2013...39	
6.8.	TRATAMIENTO DE DATOS.....	43
7.	ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	44
7.1.	CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS EN LAS BOCANAS DE GUASCAMA, SANQUIANGA Y AMARALES.....	45
7.2.	EFFECTO DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS PARA LAS DIFERENTES BOCANAS.....	51
7.3.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN FUNCIÓN DE LOS PERIODOS DE PRECIPITACIÓN, UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y SUS ESTRATOS.....	52
7.3.1.	Salinidad.....	52
7.3.2.	Temperatura.....	56
7.3.3.	Oxígeno disuelto.....	59
7.3.4.	pH.....	62
7.3.5.	Transparencia y Sólidos Suspendidos totales.....	65
7.3.6.	Nitrógeno total.....	68
7.3.7.	Nitrógeno Amoniacal.....	70
7.3.8.	Nitratos.....	71
7.3.9.	Nitritos.....	73
7.3.10.	Fósforo total.....	74
7.3.11.	Fosfatos.....	76

8. CONCLUSIONES.....	77
9. RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFIA.....	81
ANEXOS.....	84



## LISTA DE TABLAS

pág.,

Tabla 1: Concentración de algunos nutrientes y sustancias relacionadas en el agua del mar. Todas las concentraciones vienen expresadas en $\mu\text{g}$ de algún elemento por litro, excepto la vitamina B <sub>12</sub> .....	29
Tabla 2: Estaciones de muestreo.....	35
Tabla 3: Listado de variables fisicoquímicas que se monitorearon.....	36
Tabla 4: Parámetros fisicoquímicos y puntos de medición en campo para el área estudiada.....	37
Tabla 5: Parámetros fisicoquímicos para muestras compuestas.....	37
Tabla 6: Asignación de distancia a cada estación estudiada.....	39
Tabla 7: Distancias entre bocanas.....	39
Tabla 8: Variabilidad de Precipitación para el año 2012 a la media anual de la serie de datos (1984 - 2011) para la estación Mosquera.....	40
Tabla 9: Variabilidad de Precipitación para el año 2013 a la media anual de la serie de datos (1984-2011) para la estación Mosquera.....	41
Tabla 10: Promedio y desviación estándar de los datos para cada punto de muestreo por bocana (A=Amarales, S=Sanquianga y G=Guascama).....	44
Tabla 11: Correlación de Pearson entre la precipitación y las variables fisicoquímicas para las bocanas.....	51
Tabla 12: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) para las bocanas de salinidad en función de la variabilidad de precipitación.....	53
Tabla 13: Resultados de las Anovas Duncan (Valores p) para las bocanas de la salinidad en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.....	55
Tabla 14: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de la temperatura para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación.....	57
Tabla 15: Resultados de las Anovas Duncan (Valores P) para las bocanas de la temperatura en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.....	58
Tabla 16: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del oxígeno disuelto para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación.....	60
Tabla 17: Resultados de las Anovas Duncan (Valores p) para las bocanas del oxígeno disuelto en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.....	61
Tabla 18: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del pH para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación.....	63

Tabla 19: Resultados de las Anovas Duncan (Valores p) para las bocanas del pH en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.....	65
Tabla 20: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de la transparencia y sólidos suspendidos totales para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.....	68
Tabla 21: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del nitrógeno total para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación. ....	69
Tabla 22: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del nitrógeno amoniacal para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.....	71
Tabla 23: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de los nitratos para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación. ....	72
Tabla 24: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de los nitritos para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación. ....	74
Tabla 25: Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del fósforo total para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación. ....	75
Tabla 26: Base de datos de la estación Mosquera – Nariño (1984-2013) proporcionada por el IDEAM.....	84
Tabla 27: Base de datos de la estación El Charco – Nariño (1984-2013) proporcionada por el IDEAM.....	85
Tabla 28: Valores de precipitación calculados para los meses de Diciembre, Agosto del 2012 y Abril del 2013. ....	86
Tabla 29: Serie de datos (1984-2013) completa para Mosquera Nariño. ....	87
Tabla 30: Registro de ONI para los años 1992-2014.....	88
Tabla 31: Datos del muestreo realizado en Julio del 2012. ....	89
Tabla 32: Datos del muestreo realizado en Noviembre del 2012.....	90
Tabla 33: Datos del Muestreo realizado en Septiembre del 2013.....	91
Tabla 34: Datos del muestreo realizado en Diciembre del 2013.....	92
Tabla 35: Datos promedios de las variables fisicoquímicas para las diferentes bocanas en los meses muestreados con su respectiva precipitación.....	93
Tabla 36: Matriz de Correlación de Pearson entre la precipitación y las variables fisicoquímicas para las bocanas. ....	94

Tabla 37: Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de la precipitación. ....	95
Tabla 38: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función del periodo de precipitación. ....	95
Tabla 39: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función del periodo de la precipitación. ....	96
Tabla 40: Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de la precipitación. ....	97
Tabla 41: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función del periodo de precipitación. ....	97
Tabla 42: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función del periodo de la precipitación. ....	98
Tabla 43: Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función del periodo de la precipitación. ....	99
Tabla 44: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función del periodo de precipitación. ....	99
Tabla 45: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función del periodo de la precipitación. ....	100
Tabla 46: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	101
Tabla 47: Estadístico Duncan para la temperatura en Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	101
Tabla 48: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de la ubicación de las estaciones en Guascama. ....	102
Tabla 49: Estadístico Duncan para la salinidad en Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	103
Tabla 50: Estadístico Duncan para la transparencia y profundidad en Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	103
Tabla 51: Estadístico Duncan para el pH en Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	103
Tabla 52: Estadístico Duncan para el Oxígeno disuelto en Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	104
Tabla 53: Estadístico Duncan para el Nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	104

Tabla 54: Estadístico Duncan para el Nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Guascama en función de la ubicación de las estaciones. ....	104
Tabla 55: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ...	105
Tabla 56: Estadístico Duncan para la temperatura en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ....	105
Tabla 57: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de la ubicación de las estaciones en Sanquianga. ....	106
Tabla 58: Estadístico Duncan para la salinidad en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ....	107
Tabla 59: Estadístico Duncan para la transparencia y profundidad en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ....	107
Tabla 60: Estadístico Duncan para el pH en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ....	107
Tabla 61: Estadístico Duncan para el Oxígeno disuelto en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ....	108
Tabla 62: Estadístico Duncan para el Nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ....	108
Tabla 63: Estadístico Duncan para el Nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones. ....	108
Tabla 64: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función de la ubicación de las estaciones. ....	109
Tabla 65: Estadístico Duncan para la temperatura en Amarales en función de la ubicación de las estaciones. ....	109
Tabla 66: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de la ubicación de las estaciones en Amarales. ....	110
Tabla 67: Estadístico Duncan para la salinidad en Amarales en función de la ubicación de las estaciones. ....	111
Tabla 68: Estadístico Duncan para la transparencia y profundidad en Amarales en función de la ubicación de las estaciones. ....	111
Tabla 69: Estadístico Duncan para el pH en Amarales en función de la ubicación de las estaciones, ....	111
Tabla 70: Estadístico Duncan para el Oxígeno disuelto en Amarales en función de la ubicación de las estaciones. ....	112
Tabla 71: Estadístico Duncan para el Nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Amarales en función de la ubicación de las estaciones. ....	112

Tabla 72: Estadístico Duncan para el Nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Amarales en función de la ubicación de las estaciones. ....	112
Tabla 73: Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de los estratos.	113
Tabla 74: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de los estratos. ....	113
Tabla 75: Estadístico Duncan para la temperatura, salinidad y transparencia en Guascama en función de los estratos. ....	113
Tabla 76: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de los estratos en Guascama. ....	114
Tabla 77: Estadístico Duncan para la profundidad, pH y oxígeno disuelto en Guascama en función de los estratos. ....	115
Tabla 78: Estadístico Duncan para el nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Guascama en función de los estratos. ....	115
Tabla 79: Estadístico Duncan para los nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Guascama en función de los estratos. ....	115
Tabla 80: Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de los estratos. ....	116
Tabla 81: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de los estratos. ....	116
Tabla 82: Estadístico Duncan para la temperatura, salinidad y transparencia en Sanquianga en función de los estratos. ....	116
Tabla 83: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de los estratos en Sanquianga. ....	117
Tabla 84: Estadístico Duncan para la profundidad, pH y el oxígeno disuelto en Sanquianga en función de los estratos. ....	118
Tabla 85: Estadístico Duncan para el nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Sanquianga en función de los estratos. ....	118
Tabla 86: Estadístico Duncan para los nitratos, fósforos totales y solidos suspendidos totales en Sanquianga en función de los estratos. ....	118
Tabla 87: Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función de los estratos.	119
Tabla 88: Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función de los estratos. ....	119
Tabla 89: Estadístico Duncan para la temperatura, salinidad y transparencia en Amarales en función de los estratos. ....	119

Tabla 90: Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de los estratos en Amarales. ....	120
Tabla 91: Estadístico Duncan para la profundidad, pH y Oxígeno disuelto en Amarales en función de los estratos. ....	121
Tabla 92: Estadístico Duncan para el nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Amarales en función de los estratos. ....	121
Tabla 93: Estadístico Duncan para los nitratos, fósforo total y los sólidos suspendidos totales en Amarales en función de los estratos. ....	121

## LISTA DE FIGURAS

	pág.,
Figura 1: Ciclo del fósforo en el mar. ....	29
Figura 2: Ciclo del nitrógeno en el mar. ....	30
Figura 3: Área de estudio y estaciones monitoreadas en el Parque Nacional Natural Sanquianga. ....	34
Figura 4: Metodología para determinar las distancias de cada estación de estudio. .....	38

## LISTA DE GRAFICAS

	pág.,
Gráfica 1: Variabilidad de la precipitación del año 2012 respecto a la media anual de la serie de datos (1984-2011) para la estación Mosquera.....	41
Gráfica 2: Variabilidad de la precipitación del año 2013 respecto a la media anual de la serie de datos (1984-2011) para la estación Mosquera.....	42
Gráfica 3: Temperatura, Salinidad y profundidad para cada bocana.....	45
Gráfica 4: Transparencia, pH y Oxígeno disuelto para cada bocana.....	46
Gráfica 5: Sólidos Suspendidos totales para cada bocana.....	46
Gráfica 6: Nitrógeno Kjeldahl y Fósforo total para cada bocana.....	48
Gráfica 7: Nitrógeno amoniacal y Nitritos para cada bocana.....	49
Gráfica 8: Nitratos para cada boca.....	50
Gráfica 9: Guascama salinidad vs distancia.....	52
Gráfica 10: Sanquianga salinidad vs distancia.....	52
Gráfica 11: Amarales salinidad vs distancia.....	53
Gráfica 12: Salinidad en cada estrato para Guascama.....	54
Gráfica 14: Salinidad en cada estrato para Amarales.....	54
Gráfica 15: Guascama Temperatura vs distancia.....	56
Gráfica 16: Sanquianga Temperatura vs distancia.....	56
Gráfica 17: Amarales Temperatura vs distancia.....	56
Gráfica 18: Temperatura vs estrato en Guascama.....	57
Gráfica 19: Temperatura vs estrato en Sanquianga.....	57
Gráfica 20: Temperatura vs estrato en Amarales.....	58
Gráfica 21: Guascama Oxígeno disuelto vs distancia.....	59
Gráfica 23: Amarales Oxígeno disuelto vs distancia.....	59
Gráfica 24: Oxígeno disuelto vs estrato en Guascama.....	60
Gráfica 25: Oxígeno disuelto vs estrato en Sanquianga.....	60
Gráfica 26: Oxígeno disuelto vs estrato en Amarales.....	60
Gráfica 27: Periodo Lluvioso vs estrato en Guascama.....	62
Gráfica 28: Periodo menos lluvioso vs estrato en Guascama.....	62
Gráfica 29: Amarales pH vs distancia.....	62



Gráfica 30: Sanquianga pH vs Distancia.....	62
Gráfica 31: pH vs estrato en Guascama.....	64
Gráfica 32: pH vs estrato en Sanquianga.....	64
Gráfica 33: pH vs estrato en Amarales.....	64
Gráfica 34: Guascama Transparencia vs distancia.....	65
Gráfica 35: Sanquianga Transparencia vs distancia.....	65
Gráfica 36: Amarales Transparencia vs distancia.....	66
Gráfica 37: Guascama Sólidos suspendidos totales vs Distancia.....	67
Gráfica 38: Sanquianga Sólidos suspendidos totales vs Distancia.....	67
Gráfica 39: Amarales Sólidos suspendidos totales vs Distancia.....	67
Gráfica 40: Guascama Nitrógeno total vs Distancia.....	68
Gráfica 41: Sanquianga Nitrógeno total vs Distancia.....	68
Gráfica 42: Amarales Nitrógeno total vs Distancia.....	69
Gráfica 43: Guascama Nitrógeno Amoniacal vs Distancia.....	70
Gráfica 44: Sanquianga Nitrógeno Amoniacal vs Distancia.....	70
Gráfica 45: Amarales Nitrógeno Amoniacal vs Distancia.....	70
Gráfica 46: Guascama Nitratos vs Distancia.....	71
Gráfica 47: Sanquianga Nitratos vs Distancia.....	71
Gráfica 48: Amarales Nitratos vs Distancia.....	72
Gráfica 49: Guascama Nitritos vs distancia.....	73
Gráfica 50: Sanquianga Nitritos vs distancia.....	73
Gráfica 51: Amarales Nitritos vs distancia.....	73
Gráfica 52: Guascama Fósforo total vs Distancia.....	74
Gráfica 53: Sanquianga Fósforo total vs Distancia.....	74
Gráfica 54: Amarales Fósforo total vs Distancia.....	75

## LISTA DE ANEXOS

	pág.,
Anexo A. Información pluviométrica de la estación Mosquera – Nariño (1984-2013) .....	84
Anexo B. Información pluviométrica de la estación El Charco – Nariño (1984-2013) .....	85
Anexo C. Valores de precipitación calculados para los meses de Diciembre, Agosto del 2012 y abril 2013 para completar la serie (1984-2013) de la estación de Mosquera (Nariño) .....	86
Anexo D. Serie de datos completa para la estación de Mosquera Nariño. ....	87
Anexo E. Los cambios en el Índice de Oceanic Niño (ONI) .....	88
Anexo F. Datos Experimentales.....	89
Anexo G. Tabla de datos promedios de las variables fisicoquímicas de las bocanas para los meses de muestreo con el registro de precipitación. ....	93
Anexo H. Correlación bivariada de Pearson entre la precipitación y las variables fisicoquímicas para cada bocana.....	94
Anexo I. Anova de un factor bocana de Guascama en función del periodo de precipitación.....	95
Anexo J. Anova de un factor bocana de Sanquianga en función del periodo de precipitación.....	97
Anexo K. Anova de un factor bocana de Amarales en función del periodo de precipitación.....	99
Anexo L. Anova Duncan Bocana Guascama en función de la Ubicación de las estaciones.....	101
Anexo M. Anova Duncan Bocana Sanquianga en función de Ubicación. ....	105
Anexo N. Anova Duncan Bocana Amarales en función de Ubicación. ....	109
Anexo O. Anova Duncan Bocana Guascama en función de estratos. ....	112
Anexo P. Anova Duncan Bocana Sanquianga en función de estratos.....	116
Anexo Q. Anova Duncan Bocana Amarales en función de estratos .....	119

## INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático está afectando la temperatura de los océanos, su composición química, el suministro de nutrientes de los ecosistemas marinos y las corrientes oceánicas. A medida que el clima eleva su temperatura son muchas las variables que presentan cambios en la ecología de los ecosistemas, permitiendo alteraciones a nivel biológico, social, cultural y demás que se ven reflejados a escalas de micro y macro-hábitats teniendo inherencia esta afectación en los ecosistemas acuáticos que alimentan dichos océanos.

En la Costa Pacífica colombiana se encuentra el Parque Nacional Natural Sanquianga, ubicado al norte del departamento de Nariño, que se caracteriza porque tiene grandes extensiones de manglar. El manglar es una vegetación representativa en esta costa por la conservación de la cadena alimenticia que sustenta la producción pesquera de la región y por ser sistemas de alta productividad. Este parque alberga una gran diversidad biológica que permite procesos económicos y de diversidad cultural y natural. Los bienes y servicios ambientales que ofrece esta reserva son representativos por su interesante complejo deltaico-estuarino, conformado por las desembocaduras de los ríos Tapaje, Aguacatal y Sanquianga. Además, el ecosistema de manglar abarca aproximadamente el 20% del total del Litoral Pacífico.<sup>1</sup>

Dada la importancia de esta región desde el punto de vista ambiental y económico la WWF (WORLD WILDLIFE FUND) viene realizando una investigación con el objetivo de establecer las variaciones hidrológicas que se presentan sobre el régimen fluvial de la zona. La presente investigación permitió establecer la influencia de la variabilidad de la descarga del delta del Río Patía en el ecosistema estuarino del área del Parque Nacional Natural Sanquianga, lo cual se enmarca en la investigación que adelanta la WWF, constando esta de dos etapas de ejecución: la primera en campo que permitió levantar la información requerida y la segunda de procesamiento de los datos obtenidos con el fin de realizar el presente informe técnico.

Este informe servirá a futuro como base para la WWF para construir criterios que refleje la problemática generada por el cambio climático en esta zona y su relación con las variables fisicoquímicas, todo esto con el fin de generar una herramienta que permita tomar acciones pertinentes para mitigar los impactos que se están generando en este ecosistema estuarino que es co-ayudado por la actividad antrópica.

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Parque Nacional Natural Sanquianga: Plan de manejo. Versión institucional. Bogotá D. C: UAESPNN, 2005-2009. p. 46.

## 1. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Las características de la superficie terrestre de un ecosistema permite variantes en la disponibilidad del recurso hídrico que a su vez está determinada por las variaciones en las diferentes fases del ciclo hidrológico, principalmente en las relacionadas con la precipitación, evaporación, evapotranspiración, por las fluctuaciones de los caudales de las corrientes, los volúmenes en los almacenamientos superficiales y subterráneos,<sup>2</sup> así como también en las características fisicoquímicas presentes en los cuerpos de agua, entre otras.

En el delta del Patía confluyen estas características entendiendo tal comportamiento como el consecuente con los proceder ecológicos naturales descritos para la zona del pacífico colombiano. Aun así, los cambios en el régimen de lluvias y las características geomorfológicas para esta zona han traído como consecuencia alteraciones en los procesos naturales que conforman el ciclo hídrico que le es implícita su composición fisicoquímica. Esto sin duda cambia apreciablemente el ambiente marino dada las concentraciones de las cargas hídricas de las aguas penetradas mar adentro por las bocanas que atraviesan los manglares, también repercute en la distribución de las especies planctónicas y bentónicas presentes, del mismo modo en las especies con rutas largas de migración como las tortugas marinas y las ballenas.<sup>3</sup> Las variables propias presentes en el área de estudio a nivel fisicoquímico dan una idea de las posibles problemáticas que son congruentes con los organismos presentes en el delta del Patía, así como en su penetración mar adentro por las bocanas, lo que a largo plazo puede convertirse en un sistemático proceder desequilibrado para algunas especies vivas en la zona.

En términos generales y más amplios, las condiciones climatológicas y morfológicas abarcan una serie de variaciones ecosistémicas en las que se ven involucradas las condiciones ecológicas del complejo estuarino deltaico del Rio Patía. Al disminuir el caudal de las bocanas se pierden algunas vías por donde se transportan semillas, huevos, larvas y adultos, retardando o evitando la presencia de organismos aguas abajo y, por ende, modificando la composición e interacción biótica en ciertos ecosistemas teniendo esto a su vez, estrecha relación con la carga química.<sup>4</sup> Dado esto y demarcando el análisis de las variables fisicoquímicas en función de los periodos de precipitación, ubicación de las estaciones y los estratos del cuerpo de agua en el área de estudio, se plantea la siguiente pregunta, ¿Cuál es la influencia de la variabilidad hidrológica de la descarga del delta del Rio Patía en la fisicoquímica en el ecosistema estuarino del área del Parque Nacional Natural Sanquianga?

---

<sup>2</sup>COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno el Niño en Colombia. Bogotá D. C: IDEAM, 2002. p. 14.

<sup>3</sup>Ibid., p. 18.

<sup>4</sup>Ibid., p. 19.

## 2. JUSTIFICACION

El Andén Pacífico está catalogado como una de las zonas más biodiversas del planeta con especies animales y vegetales endémicas y una de las regiones más lluviosas del mundo con ríos cortos pero muy caudalosos; geológicamente es una zona joven, suelos en conformación y gran actividad tectónica.

El enorme potencial en maderas hizo que propios y extraños se dedicaran a explotar este recurso, la mayoría de las veces de forma ilegal; para facilitar la explotación y el transporte de maderas en el Andén Pacífico nariñense se originó el llamado “Canal Naranjo” y los problemas que se han derivado de él. La idea era unir el Patía Viejo (afluente del Patía) con la quebrada La Turbia (afluente del Sanquianga) para agilizar el transporte de maderas hasta los aserríos de Bocas de Satinga. En las épocas de grandes crecidas, el Patía encontró una forma permanente de trasvasar sus aguas a la cuenca del Sanquianga. Se dice entonces que el canal aceleró un proceso natural que se daría en el mediano y largo plazo.

De los impactos que se originaron a partir del canal se derivan de una serie de cambios bruscos en las condiciones hidráulicas de la región a nivel de estructura y composición química y del choque que este causa en los ecosistemas y en los grupos poblacionales que conviven en el área.<sup>5</sup> Tales impactos tienen importante relación con la descarga del Río Patía, que sin duda representa una alteración al conjunto ecosistémico.

Luego de la apertura del canal, de manera general los estudios se han centrado en evaluar el componente geológico y físico de la región, pero pocos han tratado los impactos fisicoquímicos del agua, ambientales y los referentes a la población. El cauce del “Patianga” y su delta están en evolución, el cauce largo del Patía, antiguo cauce, está desapareciendo, la nueva conformación del cauce ha ocasionado graves procesos de erosión y sedimentación que ponen en riesgo constante todas las pequeñas poblaciones aledañas.

Con el paso de los años, los impactos se han venido incrementando porque ninguna institución ha asumido la responsabilidad de afrontar el problema de fondo y los esfuerzos han sido parciales y aislados. Así mismo, las varias acciones jurídicas utilizadas no han servido, entre otras razones, porque han faltado argumentos técnicos para tomar determinaciones.

La WWF Colombia está desarrollando estudios que permitan comprender el cambio en la dinámica ecosistémica a nivel de estructura y química acuática de la región originada por el cambio climático, es decir, como la variabilidad del caudal

---

<sup>5</sup> COLOMBIA. DEFENSORIA DEL PUEBLO. Informe defensorial: Canal Naranjo. Impactos y situación actual. Bogotá D.C., 2009. p. 2.

ha incidido en las comunidades bióticas y estructura fisicoquímica del agua, como también en el marco de este informe, determinar la incidencia correspondiente a las descargas del Delta del Río Patía sobre el ecosistema estuarino de la región. De igual manera que las autoridades locales y nacionales definan las alternativas para solucionar el problema que ha generado tantos impactos negativos sobre los ecosistemas y los habitantes del sector, además adelanten las acciones correspondientes para proteger los derechos de las comunidades que habitan el Andén Pacífico del departamento de Nariño, como el caso de la declaración de este sitio como área marina protegida.

De manera particular el presente estudio pretende apoyar a mediano y largo plazo los estudios que ha venido realizando y seguirá realizando la WWF para dimensionar la magnitud de los impactos que se han generado debido a la alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua en esta región originadas por las descargas fluviales del Río Patía, ya que esto tiene incidencia en la abundancia y el crecimiento de las comunidades plantónicas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Establecer la influencia de la variabilidad hidrológica de la descarga del delta del Río Patía, en el ecosistema estuarino del área del Parque Nacional Natural Sanquianga.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Establecer la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos: temperatura, salinidad, pH, nitrógeno Kjendhal, nitrógeno amoniacal, fosfatos, sólidos suspendidos totales, fósforo total, nitritos, nitratos, durante dos periodos del estado de tiempo en el área de estudio.

Analizar en términos preliminares la influencia de la descarga fluvial del Río Patía en las bocanas Sanquianga y Guascama con relación a los anteriores parámetros fisicoquímicos.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1. ESTUARIOS

Según Pritchard“ Se puede definir un estuario como un cuerpo de agua costero, semiencerrado, con libre conexión al mar abierto y dentro del cual el agua del mar es medible, aunque esta diluida con agua dulce proveniente del drenaje terrestre<sup>6</sup>”. Se puede completar esta definición como la acotación de Caspers<sup>7</sup>, la mezcla de agua salada con agua dulce no es estable, sino que presenta cambios periódicos. Esto implica que dentro del cuerpo de agua existe un patrón de circulación, el cual en la Costa Pacífica colombiana, depende principalmente de las características de las horas de marea, del rango y la profundidad, todos ellos determinados por las fases lunares<sup>8</sup>.

#### 4.1.1. Características fisicoquímicas de los estuarios.

##### 4.1.1.1. Mareas.

Los estuarios del Pacífico colombiano se caracterizan por estar fuertemente influenciados por la acción de las mareas, las cuales son de tipo semidiurno de un periodo aproximado de 12:25 horas. El rango mareal promedio de la costa pacífica es de 3.7m. Esta gran amplitud tiene mucha influencia sobre las comunidades litorales, las cuales deben estar adaptadas a periodos muy largos de emersión<sup>9</sup>.

##### 4.1.1.2. Corrientes.

Las corrientes dentro de los estuarios son principalmente corrientes de mareas. La geomorfología y la topología de los estuarios son muy importantes en la circulación de las aguas. La oscilación mareal en la zona costera del Pacífico colombiano provoca entrada y salida de grandes volúmenes de agua marina a los estuarios. En el interior de los estuarios la velocidad y la dirección de las corrientes se ven afectadas por la topografía submarina. En general, las corrientes son débiles (con velocidades inferiores a 0.5 m/s.)<sup>10</sup>.

##### 4.1.1.3. Temperatura del agua.

La temperatura superficial del agua en los estuarios del Pacífico colombiano varían generalmente entre 24 y 29 °C. Los cambios son un poco más marcados en

---

<sup>6</sup> PRITCHARD, D. W. Observations of circulation in coastal plain estuaries, Citado por PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 17.

<sup>7</sup> CASPERS, H. Estuaries: Analysis of definitions and biological considerations, Citado por PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 17.

<sup>8</sup> PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 17.

<sup>9</sup> *Ibíd.*, p. 17.

<sup>10</sup> *Ibíd.*, p. 18.



las zonas cercanas a las desembocaduras de los ríos en donde las temperaturas son más bajas. Verticalmente las temperaturas dentro de los estuarios varían un poco<sup>11</sup>.

#### **4.1.1.4. Salinidad.**

Al contrario de la temperatura, la salinidad en los estuarios del Pacífico colombiano varía fuertemente, pudiendo fluctuar desde casi el 0% en las zonas de las cabeceras a 30% o más en las zonas externas de las bocas de los estuarios<sup>12</sup>.

#### **4.1.1.5. Turbidez, oxígeno disuelto y pH.**

Las aguas de los estuarios del Pacífico colombiano se caracterizan por su alta turbidez lo que se traduce en un factor limitante para la existencia de organismos productores en las zonas profundas; a pesar de esto los datos actuales que se tienen para varios estuarios del Pacífico colombiano, se puede ver el contenido para el oxígeno disuelto es relativamente alto (cerca a 4,50ml/L.). Con el pH sucede lo mismo, este es alto para zonas acuáticas de los estuarios (cerca a 6.) pudiéndose bajar en zonas de alta descomposición a 3.0. Se ha podido observar también que una pequeña variación del pH de estero con el cambio mareal<sup>13</sup>.

#### **4.1.1.6. Nutrientes.**

En los estuarios, generalmente pueden encontrarse concentraciones altas de nutrientes (fósforo, nitrógeno y sílice), en relación a las partes altas de los afluentes, los cuales son principalmente transportados por las corrientes de agua dulce o aportados por la remoción de ellas en el fondo debido al efecto de "microsurgeencias" que se produce por la acción de las corrientes de marea sobre los sedimentos del fondo de los estuarios, principalmente en las zonas intermareales o poco profundas. Otra fuente de nutrientes son los afluentes domésticos o industriales de zonas continentales, los cuales se acumulan en los estuarios<sup>14</sup>.

#### **4.1.1.7. Estuario de cuña de agua salada.**

En estos estuarios la marea no es muy grande y el flujo no implica grandes velocidades. El agua dulce sale del estuario casi de manera laminar sobre el agua marina. Las dos capas están separadas por un haloclina muy marcado. En estos estuarios se presenta alta fluctuación de partículas coloidales, debido a que el agua salada les quita sus cargas eléctricas sedimentándose posteriormente<sup>15</sup>.

---

<sup>11</sup>PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 19.

<sup>12</sup> *Ibid.*, p. 19.

<sup>13</sup> *Ibid.*, p. 21.

<sup>14</sup> *Ibid.*, p. 21.

<sup>15</sup> *Ibid.*, p. 22.

## **4.2. MANGLARES**

Con el nombre de manglar se conoce a ciertas asociaciones vegetales costeras de los trópicos y subtropicos que tienen determinadas características comunes, a pesar de pertenecer a diferentes grupos taxonómicos. Estas características comunes son: 1. Una marcada tolerancia al agua salada y salobre, sin ser plantas halófilas obligadas, 2. Diferentes adaptaciones para ocupar sustratos inestables, 3. Adaptaciones para intercambiar gases en sustratos anaeróbicos (sin oxígeno) y 4. Embriones capaces de flotar que se dispersan transportados por el agua. Para ocupar sustratos inestables los manglares presentan adaptaciones particulares a nivel de las raíces<sup>16</sup>.

### **4.2.1. Sistemática de los manglares.**

Los manglares son plantas leñosas no necesariamente relacionadas entre sí y por lo tanto el término de “manglar” no es una clasificación taxonómica precisa, dado que cualquier planta leñosa que se desarrolle en un medio intermareal o submareal se denomina con este nombre<sup>17</sup>.

## **4.3. ECOSISTEMA DELTAICO**

Ecosistemas del Delta están estrechamente vinculados a sus zonas de captación. Las tasas y la variación temporal de la descarga de agua, la carga de sedimentos, y la entrega de los nutrientes de las superficies de tierra a los canales distributarios influyen fuertemente en una serie de procesos de los ecosistemas y de la composición de las comunidades biológicas. Regímenes de las descargas fluviales varían geográficamente con las diferencias en el clima natural, la geología, la cubierta vegetal, y los factores de origen antropogénico, y, por lo tanto, generan grandes gradientes espaciales en la estructura de los ecosistemas fluviales<sup>18</sup>.

## **4.4. GEOMORFOLOGIA**

### **4.4.1. Canales distributarios mareales.**

El delta está atravesado por numerosas vías fluviales perpendiculares a la línea de costa ocupadas por aguas estuarinas, localmente llamados esteros y cuya forma es un cono abierto hacia el mar con una gran sinuosidad y ramificación tierra adentro<sup>19</sup>.

---

<sup>16</sup>PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacifico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 33.

<sup>17</sup> Ibid., p. 35.

<sup>18</sup> POFF, N. Leroy, BLEDSOE, Brian P. y CUHACIYAN, Christopher O. Hydrologic variation with land use across the contiguous United States: Geomorphic and ecological consequences for stream ecosystems. En: Science Direct. Agosto, 2006. Vol. 79. p. 265.

<sup>19</sup> PARRA, Luis Norberto y JARAMILLO, Alexis. GEOMORPHOLOGY OF THE REGION OF THE PATIA. En: Revista ambiental agua, aire y suelo, 2006. Vol. 1. p. 7.

#### **4.4.2. Bocanas.**

Bocanas es el nombre local para describir la desembocadura de los grandes ríos al mar y están ocupados con aguas estuarinas; son paisajes fluviomarinos que presentan la porción terminal del lecho de un río muy ensanchado debido a la acción de las altas mareas que no solo represan la corriente sino que permiten la circulación de la contracorriente de marea tierra adentro en movimientos de regresión y transgresión, facilitando el ensanchamiento del cauce, la nucleación de barras laterales en forma de gancho que luego se transforman en islotes y/o playones para anexarse y ampliar los planos de marea; las barras arenosas no emergidas durante la marea baja se denominan bajos; un aspecto importante de los cauces mayores en la planicie deltaica inferior es la ausencia de diques<sup>20</sup>.

#### **4.5. GENERALIDADES DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SANQUIANGA**

##### **4.5.1. Delimitación y ubicación geográfica.**

El Parque Nacional Natural Sanquianga, se encuentra ubicado al Noroccidente del Departamento de Nariño, en las coordenadas geográficas 2° 22' y 2° 04' Latitud Norte y 78° 76' y 75° 37' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Sus coordenadas planas correspondientes según el marco geográfico del IGAC está en el siguiente cuadrángulo (X: 793.000m, Y: 504.000m y X: 755.000m, Y: 556.000m). El parque limita al Norte con el Océano Pacífico; al Sur con los municipios de La Tola, El Charco y Bocas de Satinga cabecera municipal de Olaya Herrera, al Oriente con el municipio de Santa Bárbara de Iscuandé y al Occidente con el municipio de Mosquera.

En el PNN Sanquianga tienen jurisdicción los municipios de Olaya Herrera (14.179Ha), El Charco (14.095Ha), Mosquera (39.678Ha) y la Tola (12.048Ha). Esta área natural tiene 80.000 hectáreas y gran parte de su territorio está constituido por bosques de manglar aproximadamente el 20% de los manglares del Pacífico Colombiano, los cuales son catalogados como sistemas de alta productividad por los aportes en nutrientes y energía para los demás ecosistemas y como verdaderos viveros del mar, particularmente de camarones, jaibas, moluscos y peces. Se calcula que el 70% de la pesca comercial, a nivel mundial proviene de estos sitios naturales<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> PARRA, Luís Norberto y JARAMILLO, Alexis. GEOMORPHOLOGY OF THE REGION OF THE PATIA. En: Revista ambiental agua, aire y suelo, 2006. Vol. 1. p. 7.

<sup>21</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Parque Nacional Natural Sanquianga: Plan de manejo. Versión institucional. Bogotá D. C.: UAESPNN, 2005-2009. p. 58.

#### 4.5.2. Aspectos físicos

La región pertenece al geosinclinal de Bolívar. Los terrenos son planos de origen aluvial, en gran parte pantanosos e influenciados por las mareas que alcanzan hasta 5 metros. También existen colinas bajas con superficies de colmatación. Entre el nivel máximo de baja mar y máximo de pleamar se encuentra la formación de "esteros". El clima es isomegatérmico con precipitación anual alrededor de 4,000 mm<sup>22</sup>.

##### 4.5.2.1. Características Territoriales

**Zona Litoral:** Es la zona protectora contra las mareas, su ecosistema está formado por suelos de sedimentos transportados por los ríos y distribuidos por las corrientes oceánicas, playas y playones, los cuales se estabilizan cuando se invaden de semillas y germina el mangle y el nato, teniendo un bajo potencial agrícola por saturación de agua<sup>23</sup>.

**Zona Fluviomarina:** Lugar donde la marea represa el agua del río causando inundaciones de agua salobre sobre tierras bajas aledañas a estos, predominando tierras de bosque de Guandal y Natal. Su potencial agrícola es bajo debido al exceso de aguas, éste está representado por una gran oferta de recursos forestales<sup>24</sup>.

##### 4.5.2.2. Hidrografía

En el PNN Sanquianga se encuentra un interesante e importante complejo deltaico-estuarino, conformado o influido por los ríos Sanquianga, Patía, La Tola, Aguacatal y Tapaje, además de la quebrada de Barrera<sup>25</sup>.

El río Sanquianga nace en la laguna que lleva su nombre y en su recorrido recibe las aguas de las quebradas La Turbia, Pambil, Santa Anita y El Pital, por su margen izquierdo y por su margen derecho las aguas de la quebrada La Prieta y del río Satinga. A escasos 2Km de la población de Bocas de Satinga en el municipio de Olaya Herrera, penetra el área del parque el punto denominado Boca de Guaba donde se bifurca una intrincada red de esteros<sup>26</sup>.

Patía al occidente del curso del Sanquianga en el sector de Barbacoas está influenciado por el régimen de lluvias lo que aumenta las aguas corre sobre un lecho que no solo es de mayor pendiente sino que también se encuentra sobre un plano más elevado que los demás. Los ríos Patía y Sanquianga fueron

---

<sup>22</sup>COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Parque Nacional Natural Sanquianga: Plan de manejo. Versión institucional. Bogotá D. C: UAESPNN, 2005-2009. p. 59.

<sup>23</sup> Ibid., p. 59.

<sup>24</sup> Ibid., p. 59.

<sup>25</sup> Ibid., p. 59.

<sup>26</sup> Ibid., p. 59.

comunicados a través de un Canal Artificial conocido en la zona como “Canal Naranja”, arriba de Bocas se Satinga. Como consecuencia de esta unión, más del 70% del caudal del río Patía se desvía hacia el Sanquianga, lo cual ha aumentado considerablemente su caudal natural y debido a la alta carga de sedimentos traída por el primero ha generado una disminución drástica de la profundidad de las bocanas y esteros del área con consecuencias impredecibles para el sistema deltaico-estuarino que protege el Parque Nacional Natural Sanquianga. Este es quizá el problema más grave que afronta el área, no solo por la influencia sobre las características mismas del parque, sino por las consecuencias sociales que ha generado sobre las veredas ubicadas en las riberas de estos ríos. Por otro lado, la variación de las condiciones físico-químicas del agua, sin lugar a dudas ha generado un fuerte impacto sobre las poblaciones de organismos hidrobiológicos tradicionalmente utilizados por los pobladores del sector<sup>27</sup>.

Otro fenómeno relacionado con la influencia del agua en el área es el correspondiente a las mareas, las cuales registran movimientos diarios, alternos y sucesivos, de aumento y descenso del nivel de las aguas en un tiempo de 24 y 50 minutos. El flujo o aumento del nivel y el reflujó o descenso, son conocidos en la región como “marea” (pleamar) y “vaciante” (bajamar) respectivamente. Se presentan pujas y quiebras que corresponden a rangos más amplios o más estrechos en la altura de las mareas<sup>28</sup>.

El Río Patía Se forma en la cordillera central, luego de la unión de los ríos Quilcacé y Timbío. En la primera parte de su recorrido se dirige hacia el sur por el valle que lleva su mismo nombre hasta el sitio donde recibe las aguas de los ríos Juanambú y Guaitara<sup>29</sup>.

A partir de este punto se dirige hacia el Océano Pacífico atravesando la cordillera Occidental. Vierte sus aguas al mar en la bahía de San Ignacio, límite entre los municipios de Francisco Pizarro y Olaya Herrera desembocando por el río Sanquianga después del Canal Naranja; en este momento el río Sanquianga cobra importancia en cuanto a su navegación<sup>30</sup>.

En la hidrografía de la región es sobresaliente la existencia de ríos cortos pero muy caudalosos debido a la alta pluviosidad. Los ríos más importantes son: Guandipa y Patía, los cuales poseen numerosos afluentes, representados en riachuelos y quebradas. El municipio de Mosquera se caracteriza por tener numerosos esteros de aguas de mar entre los cuales se destacan El Salanguito y El Mulatilla<sup>31</sup>.

---

<sup>27</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Parque Nacional Natural Sanquianga: Plan de manejo. Versión institucional. Bogotá D. C.: UAESPNN, 2005-2009. p. 60.

<sup>28</sup> GIDHAGEN, L. Introducción a la Oceanografía Física y Química. Universidad del Valle, Cali. Sección de Biología Marina, 1981. 237 p.

<sup>29</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Op. Cit., p. 60.

<sup>30</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Op. Cit., p. 60.

<sup>31</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Op. Cit., p. 60.

### **4.5.2.3. Climatología**

Es cálido húmedo, con una precipitación pluvial del orden de 3.000 a 4.000mm anuales. El mes más lluvioso es junio o julio, sin que se presenten deficiencias de agua en ninguno. En el segundo semestre, las lluvias mensuales decrecen hasta noviembre, que es el mes de menor precipitación. Se tiene así un régimen pluviométrico unimodal con influencia climática del hemisferio sur<sup>32</sup>.

Los vientos soplan en dirección norte-sur desde diciembre hasta abril, disminuyendo en el período conocido regionalmente como “Cuaresma” el cual se presenta en los meses de febrero a abril, a partir de mayo llegan del sur-oeste presentándose un incremento notorio durante los meses de agosto y parte de septiembre. El resto del año se presenta generalmente brisas suaves.

Como consecuencia de su proximidad a la línea Ecuatorial la temperatura media de la zona tiene una oscilación baja durante todo el año con valores que fluctúan entorno a los 26°C. La humedad relativa es del 80% en promedio. El brillo solar es en promedio 3.56 h/día<sup>33</sup>.

## **4.6. ASPECTOS FISICOQUIMICO EN AGUA SALADA**

### **4.6.1. Penetración de la luz.**

La penetración de luz en un cuerpo acuático se mide generalmente determinando el límite de visibilidad en la columna de agua. Con dicha finalidad se utiliza el disco Secchi o preferiblemente un fotómetro sumergible. La transparencia del agua es generalmente un índice importante de la condición y productividad de ecosistemas acuáticos, excepto para los llamados ríos grandes. Estos últimos presentan una turbidez alta la mayor parte del tiempo, producida por nubes de sedimentos, que están en continua resuspensión por las fuertes corrientes que predominan en dichos ríos. En estos casos, la turbidez puede ser un factor limitante de la productividad si limita la cantidad de luz disponible para fotosíntesis<sup>34</sup>.

### **4.6.2 Fosfatos y Nitrato.**

Las estructuras vegetales marinas tienen un requerimiento importante de nitrógeno y fósforo en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) respectivamente. Si bien el nitrógeno del agua de mar se manifiesta en forma de nitrato, también se produce como nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) gracias a la actividad microbiana que se permite en los sedimentos y en la superficie. La tabla 1 muestra la variación concentración de los iones inorgánicos nitrato, nitrito amonio y fosfato la cual

<sup>32</sup>COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Parque Nacional Natural Sanquianga: Plan de manejo. Versión institucional. Bogotá D. C: UAESPNN, 2005-2009. p. 61.

<sup>33</sup> DEL VALLE, Jorge Ignacio. Anotación sobre el clima de los Bosques del Guandal del delta del Río Patía. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 1994. Vol. 47. No. (1 y 2). p. 145-159.

<sup>34</sup> ROLDAN P., Gabriel. Fundamentos de Limniología Neotropical. 2 ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2008. p. 30.

obedece a que son utilizados por las plantas y al mismo tiempo producidos por animales y microorganismos<sup>35</sup>.

**Tabla 1:** Concentración de algunos nutrientes y sustancias relacionadas en el agua del mar. Todas las concentraciones vienen expresadas en  $\mu\text{g}$  de algún elemento por litro, excepto la vitamina B<sub>12</sub>.

Sustancia	Concentración
Materia orgánica en partículas (plancton y detritus)	10-500 $\mu\text{g C/l}$
Material orgánico disuelto	100-2000 $\mu\text{g C/l}$
Nitrato $\text{NO}_3^-$	0,01-50 $\mu\text{g N/l}$
Nitrito $\text{NO}_2^-$	0,01-5 $\mu\text{g N/l}$
Amonio $\text{NH}_4^+$	0,01-5 $\mu\text{g N/l}$
Fosfato $\text{HPO}_4^{2-}$	0,01-4 $\mu\text{g P/l}$
$\text{CO}_2$ , principalmente como $\text{HCO}_3^-$	c. 2500 $\mu\text{g C/l}$
Vitamina B <sub>12</sub> y cobalaminas similares	0,1-25 m $\mu\text{g/l}$

Fuente: MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. 1981.

#### 4.6.3 Ciclo de Fósforo.

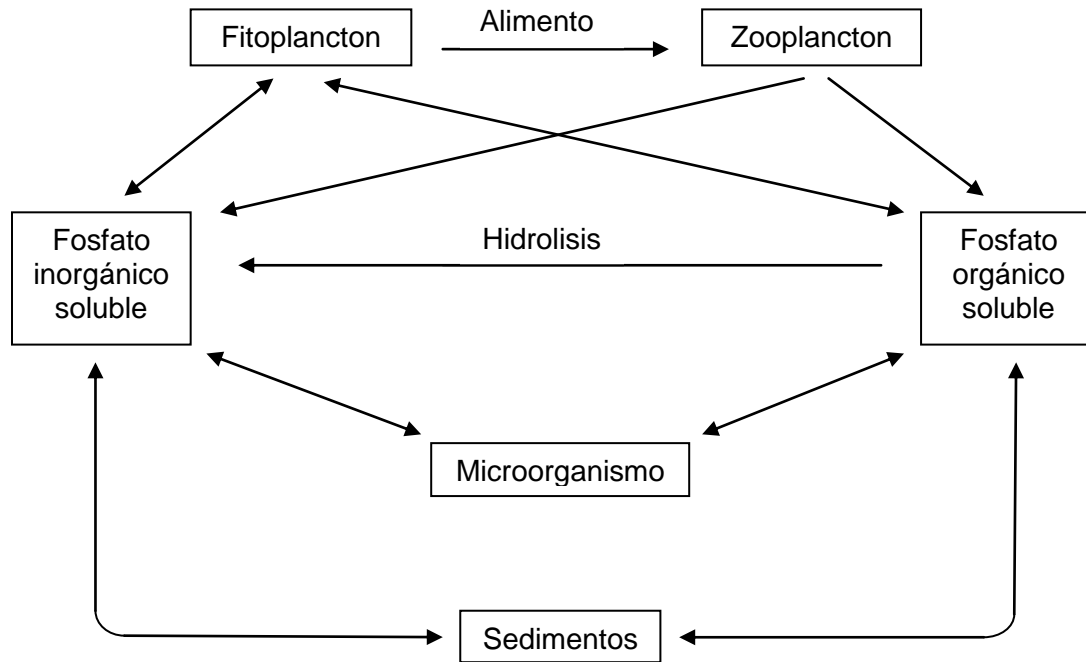
El fósforo en sus variadas formas pasan a través de distintos organismo y tal proceso es cíclico, si bien estos ciclos no son perfectos en sí, si ayudan a comprender la transferencia de ese elemento de una fuente a otra. El fósforo es ingerido por el zooplancton, que a su vez es producido por el fitoplancton excretándolo luego. El fósforo que está presente en forma orgánica presenta hidrolización a forma inorgánica gracias al pH que es alcalino en el agua de mar así como también la acción de fosfatasa en la superficie de algunos organismos de fitoplancton. Gracias a la alimentación y excreción de algunos microorganismos e invertebrados bentónicos también se da un intercambio con los sedimentos<sup>36</sup>, como se muestra en la figura 1.

**Figura 1:** Ciclo del fósforo en el mar.

<sup>35</sup>MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p. 50.

<sup>36</sup> Ibid., p. 55.

El zooplancton excreta fosfato orgánico e inorgánico y el fitoplancton excreta y asimila fosfato orgánico e inorgánico. No se sabe muy bien como tiene lugar el intercambio de fosfato con los sedimentos.



Fuente: MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. 1981.

#### 4.6.2. Ciclo del Nitrógeno.

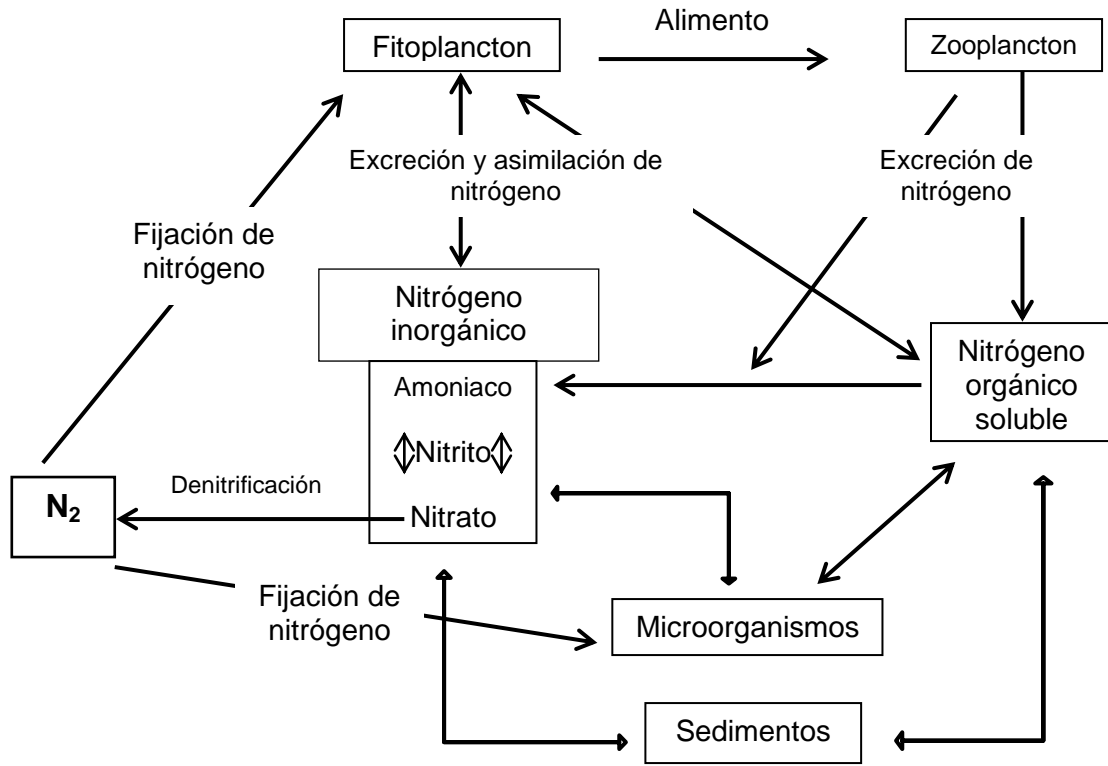
De manera muy similar se comporta el nitrógeno en su natural ciclo, así, el nitrógeno presente en variadas formas se transfiere a través de múltiples organismos. Este ciclo ayuda a comprender el modo de transferencia de este elemento –nitrógeno- de una fuente a otra. El zooplancton ingiere el nitrógeno orgánico e inorgánico que es producido por el fitoplancton excretándolo luego en forma soluble como amoníaco o nitrógeno orgánico. El mismo modo se da un intercambio en los sedimentos por la alimentación y excreción de microorganismos y algunos invertebrados bentónicos. Amonio, nitrito y nitrato son iones que son asimilables por el fitoplancton, así también pueden excretar nitrito durante la ingestión de nitrato<sup>37</sup>, como se plasma en la figura 2.

**Figura 2:** Ciclo del nitrógeno en el mar.

<sup>37</sup>MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p. 55-56.



No se conoce muy bien el intercambio de nitrógeno orgánico e inorgánico con los sedimentos.



Fuente: MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. 1981.

## 5. ANTECEDENTES

Los estudios que se desarrollan en los ecosistemas del Pacífico colombiano requieren de un conocimiento adecuado en la fisionomía y funcionalidad ecológica en cuanto a sus substratos, dado que estas variables permiten un sin número muy variable de formas de vida permitiendo así unas relaciones ecológicas que son influyentes en el comportamiento del ecosistema<sup>38</sup>. Se estima el delta del Río Patía como el más desarrollado en la costa occidental del continente Sur Americano, es un importante trasvase de agua que se inició en 1972. Las alteraciones que ha tenido este ecosistema ha remarcado un importante cambio, por ejemplo el desvío del flujo del Río Patía hasta el Río Sanquianga, siendo este último un pequeño arroyo, lagos de drenaje interno de las tierras bajas del Pacífico, transformó la estructura deltaica activa desde el sur hacia el norte y cambió el sistema estuarino del norte en una llanura deltaica activa. El Parque Nacional Natural Sanquianga es una reserva de manglares con alrededor de 800 km<sup>2</sup>, se encuentra en este antiguo estuario, donde se están presentando remarcadas transformaciones a nivel hidrológico así como de sedimentación<sup>39</sup>.

En los años 72 y 73 el Río Patía tuvo una variación paisajística que sin duda con el tiempo ha repercutido en algunas variantes a nivel ambiental, ecológico, económico y social inclusive, tal variación tiene relación con la apertura de un nuevo canal que para entonces medía aproximadamente 1 metro de ancho que con el tiempo trasvasara el grueso de las aguas del Río Patía al Río Sanquianga y que a la fecha presenta una anchura de hasta 200 m. Tal pequeño canal fue abierto con el simple objeto de ahorrar algunos metros de navegación en el transporte en la zona y hoy es conocido como el Canal Naranjo<sup>40</sup>. En términos generales, las más relevantes consecuencias ecológicas y ambientales de esta desviación de descarga en función de los cambios a nivel geomorfológicos a lo largo de los canales de distribución y de los impactos ecológicos en los ecosistemas de manglar se manifiestan a través de cinco importantes evidencias así: (1) reserva de canal distributivo por los procesos operativos, como la sedimentación, flujo aluvión, dando un aumento en el ancho de los diques, la sedimentación en grietas, relleno de canal interdistributaria y colonización de manglar pionero; (2) entorno para refrescar el canal distributivo Sanquianga, un cambio hidrológico que se ha desplazado en la región de estuario superior aguas abajo respecto a su salinidad menor a 1%; (3) diversificación y esparcimiento aguas debajo de la vegetación componente a agua dulce, que satura los bancos

---

<sup>38</sup> PARRA, Luís Norberto y JARAMILLO, Alexis. GEOMORPHOLOGY OF THE REGION OF THE PATIA. En: Revista ambiental agua, aire y suelo, 2006. Vol. 1. p. 3.

<sup>39</sup> RESTREPO, Juan D. y CANTERA, Jaime R. Desvío de descarga en el delta del río Patía, Pacífico colombiano: geomórfica y las consecuencias ecológicas de los ecosistemas de manglar. En: Sciece Direct. Octubre, 2013. Vol. 46. p. 186.

<sup>40</sup> DEL VALLE, Jorge Ignacio. Los Bosques del Guandal del delta del Rio Patía. En: Revista Académica De Ciencias Colombia. 1996. Vol. 20. p 476.

de canales bajos y las zonas donde se mezclan los estuarios; (4) destrozó de casi 5.200 hectáreas de manglar cercanas al vértice del delta en Bocas de Satinga, donde se registran tasas muy altas de acumulación de sedimentos; y por último (5) largos y repetidos períodos de la defoliación de los manglares debido esto a una plaga de gusano<sup>41</sup>.

En las décadas de 1970-1980 y 1990-2000, las tasas de erosión de la cuenca del Patía se han presentado más pronunciadamente, esto como resultado de la degradación de la tierra y la deforestación. Las entradas de sedimentos y de agua dulce de la parte alta en el ecosistema de los manglares generan tensiones adicionales lo que puede avivar periódicamente parámetros ambientales a nivel local superando los límites para la supervivencia de los manglares. Los ecosistemas costeros de los deltas han tenido una alta alteración debido a la reducción de canales distributarios activos para apoyar la navegación y elaborado sistemas de riego<sup>42</sup>. Por todo esto el futuro del Parque Nacional Natural Sanquianga está en riesgo ambiental y por ello merece más atención científica y gubernamental.

Hasta la fecha no se conocen trabajos investigativos puntuales que permitan dilucidar resultados concretos ni preliminares que abarquen la fisicoquímica y su comportamiento en esta área del Parque Nacional Natural Sanquianga, aun así se puede referenciar algunos trabajos que se enmarcan bajo las directrices de los estudios de los cuerpos de agua en otras regiones tales como el realizado por Vazquez<sup>43</sup> presentado en el 2001 donde refleja el comportamiento del cuerpo de agua caracterizándola según su calidad en la bahía de Buenaventura, Río Dagua; tomando como referencia tres puntos de muestreo, (zona 1: desembocadura del río a la bahía, zona 2: estuario, y zona 3: límite de la cuña de salinidad), se obtuvieron registros en superficie, parte media y fondo de la columna de agua, mostrando mayor variabilidad en la zona 1, dado esto a la influencia mareal, en tanto que para otras variables como oxígeno disuelto, temperatura, sólidos disueltos totales, entre otros en la zona 2, lo que refleja condiciones típicas de un estuario tropical. Trabajo en el que se halla similitud metodológica al presente.

Del mismo modo el trabajo realizado por Brugnoli<sup>44</sup> en 1999 durante el fenómeno del niño tomando datos en la zona interna del Golfo de Nicoya en el pacífico costarricense y registrando variables de temperatura superficial, oxígeno superficial, penetración de la luz, salinidad superficial y de fondo, obteniendo valores homogéneos y correspondientes a las características para temporadas lluviosas en esta parte de la región pacífica.

---

<sup>41</sup> RESTREPO, Juan D. y CANTERA, Jaime R. Desvío de descarga en el delta del río Patía, Pacífico colombiano: geomórfica y las consecuencias ecológicas de los ecosistemas de manglar. En: Science Direct. Octubre, 2013. Vol. 46. p. 186.

<sup>42</sup> Ibid., p. 188.

<sup>43</sup> VÁSQUEZ Z., G. L., RAMÍREZ L., J. C., ROMERO T., I. C., PEÑA S., E. J., CANTERA K., J. R. Caracterización de la calidad del agua del estuario del Río Dagua, Bahía de Buenaventura, departamento del Valle del Cauca, Colombia. En: Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar: los retos de las ciencias del mar en Latinoamérica y el Caribe en el siglo XXI (9: 16-20, septiembre, 2001: San Andrés). Resúmenes IX Colacmar. Colombia. Universidad nacional de Colombia, 2001. 485 p.

<sup>44</sup> BRUGNOLI, O. E. y MORALES, R. A. Parámetros físico-químicos de la columna de agua, en la zona de Punta Morales, Golfo de Nicoya, durante un evento "El Niño". En: Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos .1999. Vol. 6. p. 52-57.

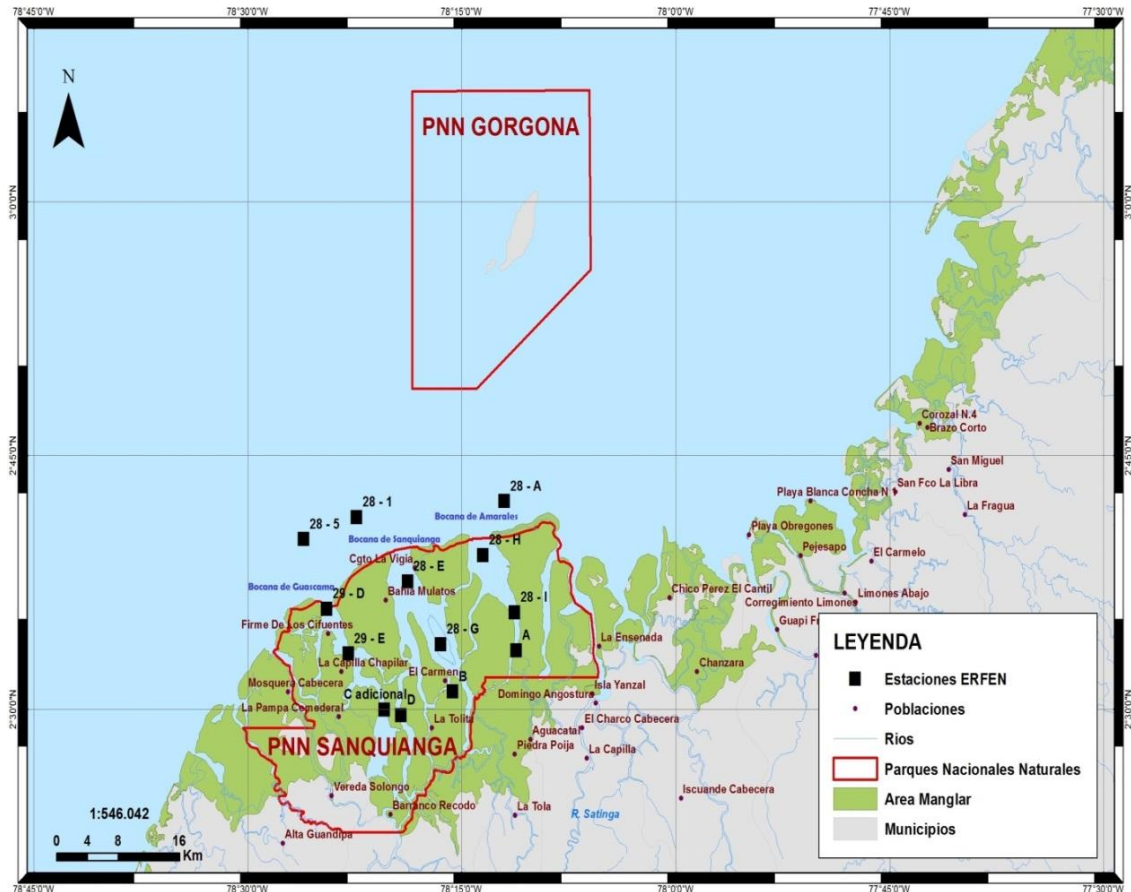
## 6. METODOLOGIA

La metodología utilizada en el desarrollo del proyecto, básicamente consta de una serie de muestreos simples y compuestos que abarcaron la zona a evaluar; el Río Patía desemboca al mar a través de tres bocananas, en cada una de ellas se tomaron muestras en sitios estratégicamente situados al interior, medio y exterior de la bocana. Los puntos de muestreo fueron escogidos previamente y de forma coordinada entre WWF Colombia y la Universidad EAFIT.

### 6.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio incluyó las estaciones de monitoreo que hacen parte del estudio que viene desarrollando la WWF y la Universidad EAFIT. Figura 3.

**Figura 3:** Área de estudio y estaciones monitoreadas en el Parque Nacional Natural Sanquianga.



Fuente: SIG / WWF Colombia, 2012.

## 6.2. PUNTOS DE MUESTREO

Los puntos de muestreo con su posición y profundidad se especifican en la tabla 2 y se indican en la figura 3:

**Tabla 2:** Estaciones de muestreo.

ESTACIONES MONITOREADAS	POSICION		PROFUNDIDAD (m)
	N	W	
28 – I	02° 35' 44.0"	078° 11' 18.0"	8.4
A	02° 33' 29.0"	078° 11' 11.0"	17
B	02° 31' 02.9"	078° 15' 38.9"	13.2
C adicional	02° 29' 58.9"	078° 20' 26.9"	8.3
D	02° 29' 38.9"	078° 19' 15.7"	6
29 – E	02° 33' 17.0"	078° 22' 58.0"	16.1
29 – D	02° 35' 55.7"	078° 24' 28.4"	14.9
28 – G	02° 33' 50.5"	078° 16' 29.0"	2.6
28 – E	02° 37' 33.1"	078° 18' 48.4"	3.8
28 – A	02° 42' 18.1"	078° 12' 02.3"	8.7
28 – 5	02° 40' 3.45"	078° 26' 5.25"	47.5
28 – 1	02° 41' 21.2"	078° 22' 23.1"	8.4
28 – H	02° 39' 06.4"	078° 13' 31.3"	15.2

## 6.3. MUESTREO

Los muestreos se llevaron a cabo durante dos periodos de variación de precipitación distinta: lluviosos y menos lluviosos. Dado que no se puede referirse al Pacífico en términos de periodo seco debido a que esta zona tiene altas precipitaciones como se especifica en el ítem 6.7. Por ende se decidió denominar los periodos de estudio como lluvioso y menos lluvioso. Para la cuantificación de los diferentes procesos fisicoquímicos que ocurren en el área estudiada se realizó tanto en campo como en laboratorio.

A las mediciones realizadas directamente en el área de estudio se les denominó "muestreo puntual", el cual consistió en tomar datos fisicoquímicos de acuerdo a la profundidad que tenía cada estación de muestreo en la columna de agua (superficie, media y fondo) para cada variable medible en campo (Temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) generando un dato de cada variable para cada estrato. En tanto las muestras cuyos análisis se realizaron en el laboratorio se les denominaron "compuestas", estas se recolectaron integrando las muestras puntuales de los estratos para cada estación de muestreo obteniendo un solo dato para cada variable fisicoquímica (Nitrógeno amoniacal, nitrógeno Kjeldahl, nitritos, nitratos, fósforo total y fosfatos)

## 6.4. FRECUENCIA DE MUESTREO

Se realizaron 4 salidas de campo, la primera de ellas en el periodo del 9 al 14 de julio del 2012 tuvo como propósito medir todos los parámetros fisicoquímicos propuestos en la presente investigación. La segunda salida del 27 de noviembre al 1 de diciembre del 2012, en esta salida se presentó dificultad para medir parámetros como fosfatos, nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, sólidos suspendidos totales debido a que no se contaba con un equipo de filtración para realizar la determinación de estos parámetros en el área estudiada. La tercera y cuarta salida se llevó a cabo del 9 al 13 de septiembre del 2013 y del 10 al 12 de Diciembre del 2013 respectivamente donde se midieron todas las variables fisicoquímicas ya mencionadas.

## 6.5. VARIABLES FISICOQUIMICAS

En la presente investigación se evaluaron las siguientes variables fisicoquímicas como se presenta en la tabla 3:

**Tabla 3:** Listado de variables fisicoquímicas que se monitorearon.

NOMBRE DE LA VARIABLE	METODO	EQUIPO
<i>Salinidad</i>	Electrométrico	Sonda portable para conductividad SENSION+ EC5
<i>pH</i>	Potenciométrico	Sonda multiparamétrica HQ40D HACH
<i>Oxígeno disuelto</i>	Electrométrico	Sonda multiparamétrica HQ40D HACH
<i>Temperatura</i>	Electrométrico	Sonda multiparamétrica HQ40D HACH
<i>Transparencia</i>	Disco Secchi	Disco Secchi
<i>Sólidos suspendidos Totales</i>	Gravimetría	Estufa MEMMERTUF30plus y desecador
<i>Nitrógeno Total Kjeldahl</i>	Kjeldahl	Destilador automático UDK 142 y digestor DK 6 VELP CIENTIFICA.
<i>Fósforo total</i>	Digestión	Espectrofotómetro NOVA 60 MERCK
<i>Fosfatos</i>	Colorimétrico	Espectrofotómetro NOVA 60 MERCK
<i>Nitritos</i>	Colorimétrico	Espectrofotómetro NOVA 60 MERCK
<i>Nitratos</i>	Colorimétrico	Espectrofotómetro NOVA 60 MERCK
<i>Nitrógeno amoniacal</i>	Colorimétrico	Espectrofotómetro NOVA 60 MERCK

Los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras estudiadas se hicieron de acuerdo a lo establecido por la American Public Health Association<sup>45</sup>.

### 6.5.1. Muestreo puntual.

El muestreo puntual se llevó a cabo con el objeto de monitorear en tiempo real los cambios que ocurren en los diferentes estratos de la columna de agua, en donde

<sup>45</sup> APHA. American Public Health Association, AWWA. American Water Works Association y WPCF. Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 ed. España: Edición Díaz de Santos S.A, 1992. Parte: 2520, 2540, 2550, 4500-H, 4500-N, 4500- NH3, 4500- NO2, 4500- NO3, 4500- NORG, 4500-O y 4500-P.

se realizó mediciones oportunas a parámetros físico y químicos cuya magnitud varía rápidamente con el tiempo. La tabla 4 muestra los parámetros fisicoquímicos que se midieron, los puntos de muestreo y método utilizado ajustándose a lo propuesto por la American Public Health Association<sup>46</sup>.

**Tabla 4:** Parámetros fisicoquímicos y puntos de medición en campo para el área estudiada.

PARÁMETRO	PUNTO DE MUESTREO				PROCEDIMIENTO STANDARD METHODS (APHA), 1992
	ESTRATO SUPERFICIAL	ESTRATO MEDIO	ESTRATO FONDO	COMPUESTA	
Temperatura ° C	X	X	X	X	2550 – B
Salinidad (ppm)	X	X	X	X	2520 – B
Oxígeno disuelto (mgL <sup>-1</sup> )	X	X	X	X	4500 – G
pH	X	X	X	X	4500 –H

### 6.5.2. Muestreo compuesto.

De cada estación, debidamente homogenizada, se tomaron 2 litros de agua; con uno de ellos se determinó Nitrógeno Amoniacal, fosfatos y Sólidos Suspendidos Totales, tratados con un filtro con tamaño de poro 0.7µm. del mismo modo, los nitritos y nitratos fueron procesados con un filtro de poro 0.45 µm.

Con el litro restante y sin filtrar, se determinó Nitrógeno Kjeldahl y Fósforo total; las muestras se conservaron con ácido sulfúrico concentrado y almacenado a 4 °C de acuerdo con lo establecido en el Estándar Métodos<sup>47</sup>. Estas muestras se analizaron en un periodo no mayor a un mes en el laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la universidad del Cauca. (Ver tabla 5)

**Tabla 5:** Parámetros fisicoquímicos para muestras compuestas.

PARÁMETRO	MUESTRA COMPUESTA			PROCEDIMIENTO STANDARD METHODS (APHA), 1992
	FILTRADA		NO FILTRADA	
	0,7 µm	0,45 µm		
Sólidos Suspendido Totales (mg l <sup>-1</sup> )	X			2540 D
Fosfato (mg l <sup>-1</sup> )	X			4500 – P D
Fósforo Total (mg l <sup>-1</sup> )			x	4500 – P D
Nitritos (mg l <sup>-1</sup> )		x		4500 – NO <sub>2</sub>
Nitratos (mg l <sup>-1</sup> )		x		4500 – NO <sub>3</sub> B
Nitrógeno Kjeldahl (mg l <sup>-1</sup> )			x	4500 – N Org. B
Nitrógeno Amoniacal (mg l <sup>-1</sup> )	X			4500 – NH <sub>3</sub> D

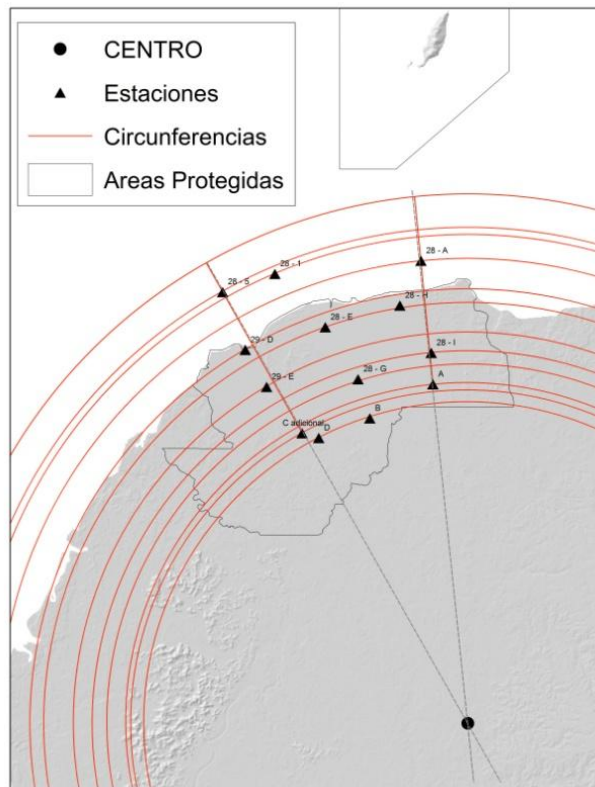
<sup>46</sup> APHA. American Public Health Association, AWWA. American Water Works Association y WPCF. Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 ed. España: Edición Díaz de Santos S.A, 1992. Parte: 2520-B, 2550-B, 4500-H, 4500-G.

<sup>47</sup> Ibíd., Parte: 2540-D, 4500- NH<sub>3</sub> D, 4500- NO<sub>2</sub>, 4500- NO<sub>3</sub> B, 4500- N ORG B y 4500-P D.

## 6.6. DISTANCIAS PARA CADA ESTACION

Las estaciones de monitoreo han sido denominadas con letras y números con el fin de ver una correlación entre los datos y cada estación, surgió la necesidad de relacionarlas con distancias, es decir cada estación tuvo un valor de distancia correspondiente. Con ayuda del equipo de SIG de la WWF se logró convertir las 13 estaciones de monitoreo del PNN Sanquianga en distancias como se ilustra en la tabla 6y se realizó de la siguiente manera: se trazaron dos líneas rectas (ver figura 4),la primera va desde la estación 28-5 a la estación C y la otra línea recta va entre la estación 28-A a la estación A, proyectando sus segmentos hasta el punto de intersección ubicado en las coordenadas (x,y),tomando este punto como referencia centro para generar las circunferencias de medidas estándar a cada punto de la estación. Después se proyectó una circunferencia exterior aproximadamente a 4.405m del punto 28-5, a partir de esta se comenzó a registrar distancias desde el exterior de la bocana hacia el interior entre cada una de las estaciones, como se representa en la figura 4.

**Figura 4:** Metodología para determinar las distancias de cada estación de estudio.



Fuente: SIG / WWF Colombia, 2012.



**Tabla 6:** Asignación de distancia a cada estación estudiada.

ESTACIÓN	DISTANCIA (m)
28-5	4405
29-D	12405
29-E	17989
C	25720
D	27346
28-1	5231
28-E	14202
28-G	22328
B	27065
28-A	8488
28-H	14280
28-I	20672
A	24819

También se generaron las distancias entre estaciones para cada bocana y fueron las siguientes:

**Tabla 7:**Distancias entre bocanas.

BOCANA	ESTACIONES	DISTANCIA (m)
<i>Guascama</i>	28-5 /29-D	8179
	29-D / 29-E	5619
	29-E / C	7671
	C / D	2284
<i>Sanquianga</i>	28-1 / 28-E	9650
	28-E / 28-G	8082
	28-G / B	5376
<i>Amarales</i>	28-A / 28-H	6500
	28-H /28-I	7458
	28-I / A	4152

## 6.7. VARIABILIDAD DE PRECIPITACION EN LOS AÑOS 2012 Y 2013

En los meses de Julio, Noviembre de 2012, Septiembre y Diciembre de 2013, como referencia se tomó la estación del IDEAM de Mosquera (Nariño) debido a la cercanía al área de estudio, se obtuvo la serie de datos (1984- 2013) de las precipitaciones anuales mensuales (mms) (Ver Anexo A). Esta serie de datos estaba incompleta en los años 2012 (Agosto y Diciembre) y 2013 (Abril), por tanto se realiza una estimación de estos registros faltantes por el procedimiento empleado por U. S. Weather Bureau<sup>48,49</sup>, con la ayuda de la serie de datos (1984 – 2013) de la estación del Charco (Nariño)(Ver Anexo B),ya que esta se encuentra

<sup>48</sup> PAULHUS, J. L. H. y KOHLER M. A., Interpolation of Missing Precipitation Records, Citado por LINSLEY, Ray, KOHLER, Max y PAULHUS, Joseph. Hidrología Para Ingenieros. Madrid: Ediciones del Castillo S. A., 1967. p. 47.

<sup>49</sup> MC. DONALD, J. E. A Note on the Precision of Estimation of Missing Precipitation Data, Citado por LINSLEY, Ray, KOHLER, Max y PAULHUS, Joseph. Hidrología Para Ingenieros. Madrid: Ediciones del Castillo S. A., 1967. p. 47.

en el área de influencia directa. La estimación de los datos faltantes se realizó tan solo con dos estaciones debido a que las otras estaciones cercanas al área de estudio no estaban disponibles por la falta de registros y se desarrolló de la siguiente manera:

$$P(mm)Dic\ 2012\ Mosquera = \frac{P(mm)Dic\ 2012\ Charco * \bar{x}\ Dic\ (1984 - 2009)Mosquera}{\bar{x}\ Dic\ (1984 - 2009)Charco}$$

Dónde:

*P(mm) Dic 2012 Mosquera*: Precipitación del mes de Diciembre del año 2012 para Mosquera.

*P(mm) Dic 2012 Charco*: Precipitación del mes de Diciembre del año 2012 para el Charco.

*$\bar{x}$  Dic (1984-2009) Mosquera*: Promedio del mes de Diciembre de la serie (1984 – 2009) de Mosquera.

*$\bar{x}$  Dic (1984-2009) Charco*: Promedio del mes de Diciembre de la serie (1984 – 2009) del Charco.

Con la formula anterior se calcula el valor de la precipitación de los meses de diciembre de 2012 con 423,50 mm y Agosto, Abril de 2013 con 132,1mm y 454,9 mm respectivamente (Ver Anexo C).

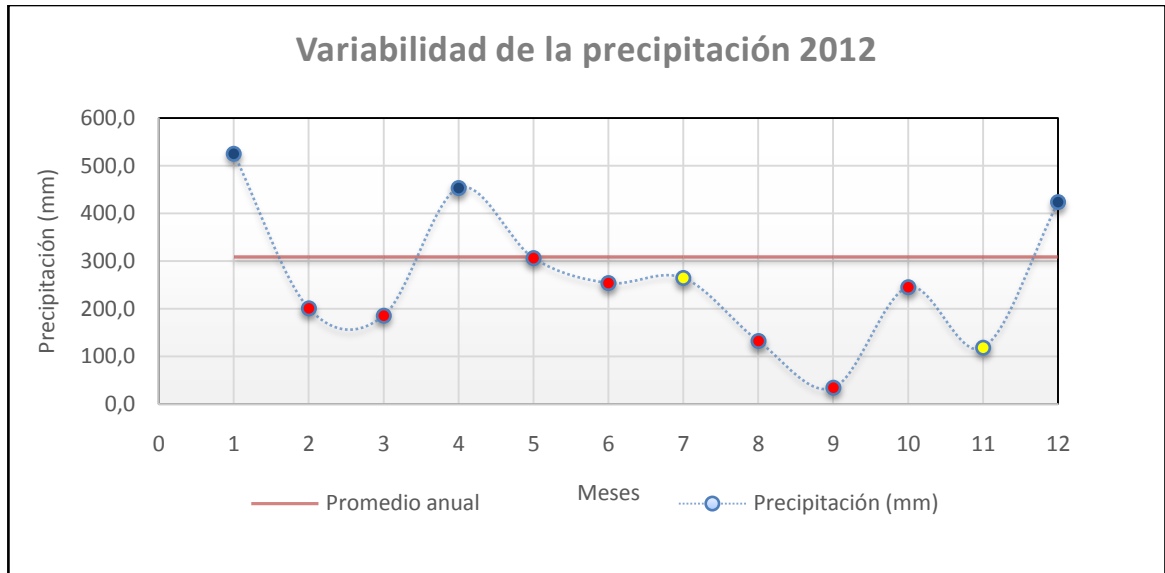
Completa la serie de datos de la estación Mosquera, se calculó el promedio anual entre los años 1984 – 2011, el valor de la media de la serie fue 308,7mm (Ver Anexo D). Para comparar los meses de los años en que se realizaron los muestreos de este estudio con respecto al valor de la media anual, se halló la diferencia con respecto al valor de la precipitación mensual de los años 2012 y 2013. Como se observa en las tablas 8 y 9.

**Tabla 8:** Variabilidad de Precipitación para el año 2012 a la media anual de la serie de datos (1984-2011) para la estación Mosquera.

MESES	PRECIPITACION MENSUAL 2012	PROMEDIO ANUAL DE LA SERIE (1984-2011)	DIFERENCIA MES 2012-X ANUAL(1984-2011)
<b>ENERO</b>	524,9	308,7	216,2
<b>FEBRERO</b>	201,0	308,7	-107,7
<b>MARZO</b>	185,6	308,7	-123,1
<b>ABRIL</b>	453,4	308,7	144,7
<b>MAYO</b>	306,4	308,7	-2,3
<b>JUNIO</b>	254,1	308,7	-54,6
<b>JULIO</b>	264,4	308,7	-44,3
<b>AGOSTO</b>	132,1	308,7	-176,6
<b>SEPTIEMBRE</b>	34,1	308,7	-274,6
<b>OCTUBRE</b>	245,3	308,7	-63,4
<b>NOVIEMBRE</b>	118,4	308,7	-190,3
<b>DICIEMBRE</b>	423,5	308,7	114,8

Las gráficas 1 y 2, muestran la variabilidad de la precipitación en los años del periodo de estudio con respecto a la media anual; los puntos azules, simbolizan los periodos de lluvia (Fenómeno de la niña) por encima de la media mientras que los puntos rojos, los periodos de menos lluvia (Fenómeno del niño) por debajo de

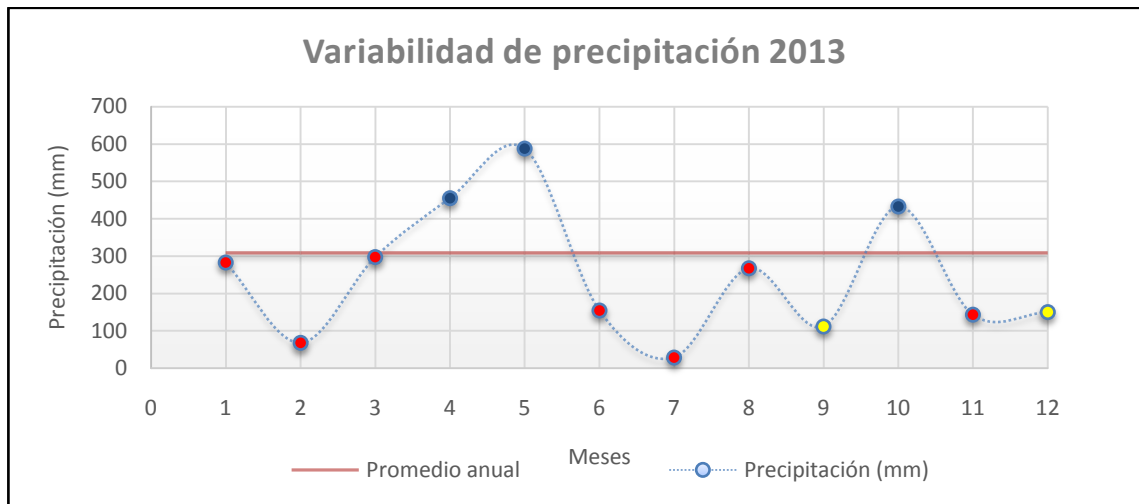
la media anual. Los puntos amarillos representan los meses de muestreo para los años estudiados, dichos meses se ubicaron por debajo de la media anual, indicando que fueron periodos de menos lluvia.



**Gráfica 1:** Variabilidad de la precipitación del año 2012 respecto a la media anual de la serie de datos (1984-2011) para la estación Mosquera.

**Tabla 9:** Variabilidad de Precipitación para el año 2013 a la media anual de la serie de datos (1984-2011) para la estación Mosquera.

MESES	PRECIPITACION MENSUAL 2013	PROMEDIO ANUAL DE LA SERIE (1984-2011)	DIFERENCIA MES 2012-X ANUAL(1984-2011)
<b>ENERO</b>	282,7	308,7	-26,0
<b>FEBRERO</b>	68,1	308,7	-240,6
<b>MARZO</b>	297,3	308,7	-11,4
<b>ABRIL</b>	454,9	308,7	146,2
<b>MAYO</b>	587,5	308,7	278,8
<b>JUNIO</b>	154,9	308,7	-153,8
<b>JULIO</b>	29,0	308,7	-279,7
<b>AGOSTO</b>	267,8	308,7	-40,9
<b>SEPTIEMBRE</b>	112,1	308,7	-196,6
<b>OCTUBRE</b>	432,7	308,7	124,0
<b>NOVIEMBRE</b>	143,3	308,7	-165,4
<b>DICIEMBRE</b>	150,4	308,7	-158,3



**Gráfica 2:** Variabilidad de la precipitación del año 2013 respecto a la media anual de la serie de datos (1984-2011) para la estación Mosquera.

De acuerdo con el Índice de Oceanic Niño (ONI)<sup>50</sup> proporcionado por la NOAA, no hubo incidencia del fenómeno Niño y Niña para los años 2012 y 2013 en los meses de interés, pues se muestra como un periodo neutro. Ver Anexo E.

Se concluye que la variabilidad de la precipitación de los años 2012 y 2013 estuvieron por debajo de la media anual de la serie de datos (1984-2011), así, los periodos de muestreo se clasificaron como sigue:

**Variabilidad de precipitación (mm) con base en el promedio anual de la serie 1984-2011:**

- Lluvioso 2012: Muestreo de Julio.
- Menos lluvioso 2012: Muestreo de Noviembre.
- Menos lluvioso 2013: Muestreo de Septiembre.
- Lluvioso 2013: Muestreo de Diciembre.

<sup>50</sup>NOAA. Changes to the Oceanic Niño Index (ONI). [en línea]. [Citado el 22 de mayo del 2014]. Disponible en internet: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

## **6.8. TRATAMIENTO DE DATOS**

Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), para el cual la Universidad del Cauca cuenta con Licencia.

Inicialmente se llevó a cabo un análisis exploratorio de datos para las variables y factores de interés en el estudio. Este análisis comienza con estadísticas básicas y algunas representaciones gráficas a través de diagramas de barras y de líneas comparativas. Para determinar si existieron o no diferencias significativas en los promedios de las variables de acuerdo con factores como precipitación mensual, periodos de precipitación, distancia y estratos en la columna de agua se realizaron pruebas estadísticas no paramétricas de Kolmogorov – Smirnov y Levene para evaluar la homogeneidad y ajustar los datos a una distribución normal. Posteriormente se hizo una correlación bivariada de Pearson evaluando la incidencia de la precipitación en las variables fisicoquímicas y Anovas de un factor por comparación múltiple de Post Hoc de Duncan.

## 7. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

La tabla 10 muestra un resumen de los datos promedio y desviación estándar medidos en cada punto de muestreo por bocana. En cada estación se obtuvo valores de las variables fisicoquímicas (salinidad, pH, temperatura, Oxígeno disuelto y otras) a diferentes profundidades de la columna de agua. En este resumen no se ha incluido esta estratificación ni el periodo de precipitación, sin embargo durante el análisis de la información se tendrán en cuenta estos dos aspectos. Todos los datos sin procesar obtenidos en el desarrollo de la investigación se especifican en el Anexo F.

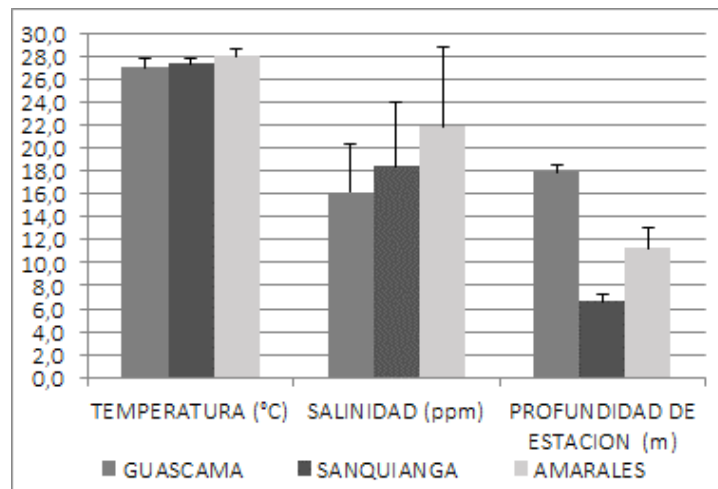
**Tabla 10:** Promedio y desviación estándar de los datos para cada punto de muestreo por bocana (A: Amarales, S:Sanquianga y G:Guascama).

Estación	Bocana	Valor estadístico	Temperatura (°C)	Salinidad (ppm)	Transparencia (m)	Profundidad de estación (m)	pH	O2 disuelto (mg/l)	% saturación	N total (mg/l)	N amoniacal (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	SST (mg/l)
28-5	G	PROM	27,1	28,4	2,7	47,7	8,2	7,9	99,4	0,055	0,019	0,003	0,364	<0,007	0,020	82,3
		σ	0,2	6,4	0,8	2,1	0,3	0,2	2,0	0,016	0,013	0,005	0,166	0,000	0,004	21,8
		CV	0,8	22,6	28,5	4,5	3,4	2,3	2,0	29,0	67,5	160,1	45,6		20,8	26,5
29-D	G	PROM	27,1	21,4	1,1	14,3	8,0	7,1	89,2	0,053	0,014	0,004	0,256	<0,007	0,025	74,4
		σ	0,7	8,9	0,5	1,0	0,2	0,5	5,6	0,018	0,002	0,002	0,228	0,000	0,012	6,4
		CV	2,6	41,8	46,5	6,8	2,7	7,0	6,3	34,95	14,52	48,26	89,13		49,25	8,7
29-E	G	PROM	27,3	19,1	0,9	14,8	7,9	6,9	87,3	0,057	0,023	0,004	0,256	<0,007	0,029	63,7
		Σ	0,8	8,3	0,5	1,3	0,3	0,5	5,8	0,033	0,007	0,002	0,259	0,000	0,020	15,5
		CV	2,9	43,4	62,8	9,1	3,2	7,0	6,6	58,5	31,9	69,8	101,1		67,9	24,3
C	G	PROM	26,6	6,2	0,6	8,1	7,6	6,8	85,2	0,037	0,018	0,002	0,218	<0,007	0,056	55,5
		σ	1,2	8,5	0,6	1,2	0,4	0,2	2,6	0,015	0,015	0,001	0,243	0,000	0,010	2,4
		CV	4,5	137,7	111,7	14,6	4,8	2,9	3,0	41,6	81,8	56,2	111,5		18,9	4,3
D	G	PROM	26,7	5,8	0,4	4,5	7,8	6,8	85,0	0,075	0,014	0,006	0,251	<0,007	0,099	76,9
		σ	1,6	7,9	0,4	2,1	0,6	0,3	2,3	0,031	0,013	0,004	0,202	0,000	0,051	33,4
		CV	5,9	137,1	103,0	47,0	7,6	4,4	2,7	41,2	88,6	64,8	80,2		51,3	43,4
28-1	S	PROM	26,7	25,7	1,5	7,8	8,2	7,6	96,0	0,048	0,020	0,005	0,302	<0,007	0,023	89,2
		σ	1,6	6,9	0,2	1,2	0,2	0,3	3,1	0,011	0,010	0,002	0,189	0,000	0,024	3,9
		CV	5,9	26,8	12,2	15,3	2,1	3,4	3,2	22,2	51,4	41,7	62,6		102,7	4,4
28-E	S	PROM	26,8	19,9	0,8	4,0	7,7	7,2	89,4	0,081	0,012	0,012	0,278	0,002	0,045	86,3
		σ	0,6	8,3	0,6	0,3	0,5	0,2	2,7	0,056	0,006	0,004	0,143	0,004	0,016	30,1
		CV	2,4	41,7	71,3	8,5	6,2	3,5	3,1	68,7	46,4	36,3	51,6	173,2	35,6	34,8
28-G	S	PROM	27,7	12,4	0,9	2,2	7,5	6,5	82,5	0,054	0,028	0,025	0,164	<0,007	0,034	67,0
		σ	0,7	8,6	0,3	0,8	0,3	0,2	2,4	0,032	0,020	0,019	0,070	0,000	0,005	21,8
		CV	2,4	69,3	31,9	35,3	4,4	2,8	2,9	60,0	72,5	74,3	43,0		15,0	32,5
B	S	PROM	28,0	15,4	0,8	12,5	7,7	6,0	77,0	0,056	0,017	0,024	0,090	<0,007	0,045	61,4
		σ	0,8	5,7	0,3	0,7	0,5	0,2	3,5	0,047	0,011	0,013	0,156	0,000	0,037	5,9
		CV	2,7	37,2	41,9	5,3	6,1	3,3	4,6	83,9	62,3	55,2	173,2		82,5	9,6
28-A	A	PROM	27,8	24,7	1,8	6,6	8,1	7,7	97,5	0,027	0,014	0,004	0,333	<0,007	0,027	90,1
		σ	0,3	10,2	0,8	1,6	0,3	0,2	2,4	0,008	0,002	0,005	0,174	0,000	0,014	15,8
		CV	1,2	41,4	42,2	23,5	3,2	2,7	2,5	31,5	16,1	139,2	52,5		52,2	17,5
28-H	A	PROM	27,5	22,1	1,3	15,1	8,1	7,5	94,8	0,064	0,008	0,004	0,259	<0,007	0,032	104,7
		σ	0,7	10,4	0,4	0,8	0,3	0,2	1,9	0,039	0,004	0,004	0,232	0,000	0,021	15,4
		CV	2,5	47,3	29,9	5,4	3,2	2,8	2,0	60,8	52,7	86,9	89,7		66,0	14,7
28-I	A	PROM	28,2	20,7	1,9	9,0	8,1	7,0	89,5	0,067	0,009	0,007	0,279	<0,007	0,021	84,5
		σ	0,7	8,9	0,3	1,4	0,2	0,5	5,3	0,018	0,005	0,002	0,137	0,000	0,024	5,0
		CV	2,5	43,0	16,0	15,3	2,5	6,8	5,9	26,9	59,2	34,3	49,1		113,4	5,9
A	A	PROM	28,4	20,0	2,1	14,2	7,9	6,4	82,3	0,073	0,009	0,007	0,275	<0,007	0,026	74,2
		σ	0,7	6,4	0,1	4,9	0,3	0,5	5,4	0,01	0,002	0,005	0,129	0,000	0,01	9,4
		CV	2,4	32,2	6,4	34,8	3,2	7,3	6,6	12,3	22,2	70,5	46,8		31,9	12,6

## 7.1. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS EN LAS BOCANAS DE GUASCAMA, SANQUIANGA Y AMARALES

Comportamiento promedio de las variables fisicoquímicas para cada bocana en los muestreos realizados en los años 2012 y 2013 (ver Anexo G), como se especifica en las siguientes gráficas:

En la gráfica 3 se presentan las tendencias de las variables temperatura, salinidad y profundidad en las tres bocanas.



**Gráfica 3:** Temperatura, Salinidad y profundidad para cada bocana.

No se registró una variación relevante en la desviación de los datos respecto a la temperatura para las diferentes bocanas mostrándose casi homogénea entre ellas, aun así la bocana de Amarales presenta sustancialmente una mayor temperatura promedio ( $28,0 (\pm 0,59) ^\circ\text{C}$ ) debido al diámetro de entrada de sus aguas lo que minimiza la cobertura vegetal y aumenta los fenómenos de conducción y convección generados por la radiación solar<sup>51</sup>. Dado que la temperatura del cuerpo de agua en general no registra una variación muy marcada y que estos son sistemas naturales reguladores del ecosistema acuático, la fauna y flora directamente relacionada con el cuerpo de agua puede no tener mayor afectación de cambio.

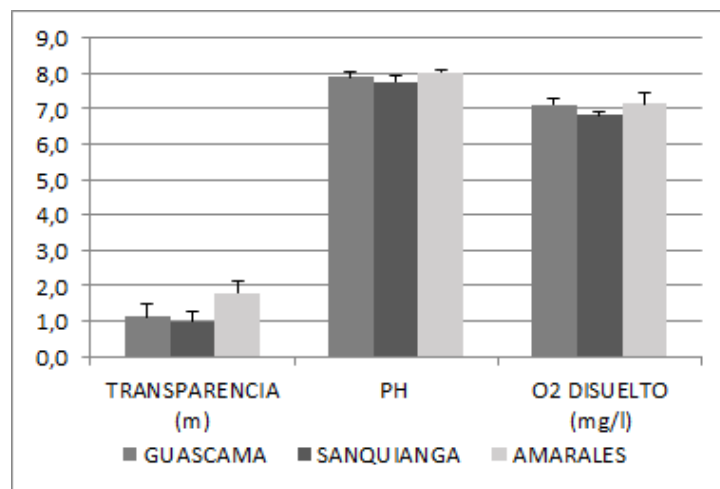
Referente a la salinidad se tiene que los valores promedio para cada una de las bocanas denota una diferencia marcada en la desviación de los datos, así, Amarales tuvo una mayor salinidad ( $22,1 (\pm 10,4) \text{ ppm}$ ). Una de las posibles causas de este registro en Amarales fue la poca influencia de canales distributarios de agua dulce hacia esta bocana incrementando así la penetración de agua salina hacia el interior de la misma; efecto contrario ocurre en la bocana

<sup>51</sup>GIDHAGEN, L. Introducción a la Oceanografía Física y Química. Universidad del Valle, Cali. Sección de Biología Marina, 1981. 237 p.

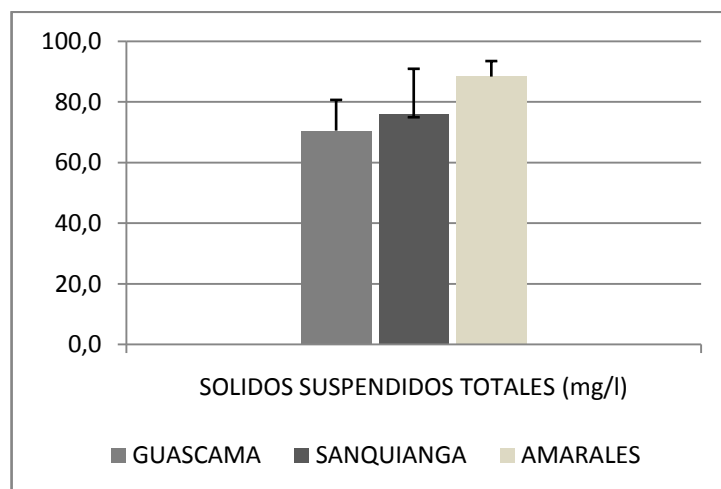
de Guascama ya que esta tiene mayor influencia de estos canales por ende mayor intrusión de agua dulce ya que posee un menor ancho de boca.

La profundidad se considera como una variable física y es importante a la hora de analizar otras variables como la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, transparencia ya que se ve influencia por cambios mareales, precipitación y arrastre de sedimentos.

En las gráficas 4 y 5 se observa los valores promedio en los muestreos realizados de las variables: transparencia (disco *Secchi*), pH, oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales.



**Gráfica 4:** Transparencia, pH y Oxígeno disuelto para cada bocana.



**Gráfica 5:** Sólidos Suspendidos totales para cada bocana.



La variación es poca respecto a la transparencia en las bocanas, sin embargo Amarales, tenuemente registró un valor más alto (1,8 ( $\pm$  0,36) m) para este dato fisicoquímico, siendo así un ecosistema oligotrófico ( $\geq$ 1,60 m) según Toledo<sup>52</sup> en su clasificación para sistemas leníticos, permitiéndose esta homología. Esto se debe a que el área de estudio está influenciada por las precipitaciones y por consiguiente el arrastre de sedimentos, estos presentan por lo regular transparencias que varían pocos centímetros<sup>53</sup>. Los sólidos suspendidos totales pudieran ser también la causa entendiendo su relación, estos comprenden los sedimentos flotantes y no sedimentales. Las aguas de los estuarios del Pacífico colombiano se caracterizan por su alta turbidez lo que genera un factor limitante para la existencia de organismos productores en las zonas profundas<sup>54</sup>; los sólidos reducen la penetración de la luz en el agua dada su reflexión cuando chocan con aquellas partículas en suspensión generando un efecto similar a las que causan las poblaciones de fitoplancton y zooplancton<sup>55</sup>. Particularmente Amarales con un valor promedio de 88,4 ( $\pm$  5,11) mg/L (ver Gráfica 5), resulta ligeramente más alto respecto a las otras dos bocanas, este de repente no es del todo consecuente con los de transparencia, esta descoordinación puede atribuirse a los bruscos cambios mareales en el momento de la toma de las muestras y por el represamiento de agua debido a que tiene pocos canales distributarios.

En relación al pH, los datos no reportan diferencias entre las diferentes bocanas para este parámetro fisicoquímico comportándose de manera similar. El pH para las tres bocanas fue ligeramente básico, reportando Amarales el valor más alto de 8 ( $\pm$ 0,08) unidades promedialmente (ver gráfica 4). Estos valores son un poco más altos a los reportados por Prah<sup>56</sup> en 1990 en estudios previos en zonas acuáticas estuarinas quienes reportan valores cercanos a 6 unidades. Posiblemente se deba al cambio mareal y a la formación de una suspensión conformada principalmente por partículas de arcillas que poseen un carácter alcalino<sup>57</sup>. El oxígeno disuelto no muestra una importante diferencia en su concentración entre las bocanas, indicando así una baja dispersión de los datos. Amarales con un valor promedio de 7,5( $\pm$ 0,02) mg/L en el punto 28-H. En general durante el periodo actual de análisis, en la mayoría de estación es los valores de oxígeno disuelto estuvieron por encima de 4,0 mg/L, considerado el valor mínimo de calidad para la preservación de flora y fauna según la legislación colombiana<sup>58</sup>.

La gráfica 6, muestra el valor promedio de nitrógeno Kleldahl y fósforo total para el periodo de estudio en cada una de las bocanas.

<sup>52</sup>TOLEDO, A. P. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. Citado por ROLDAN, Gabriel. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2 ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2008. p. 155.

<sup>53</sup>ROLDAN P., Gabriel. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2 ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2008. p. 201.

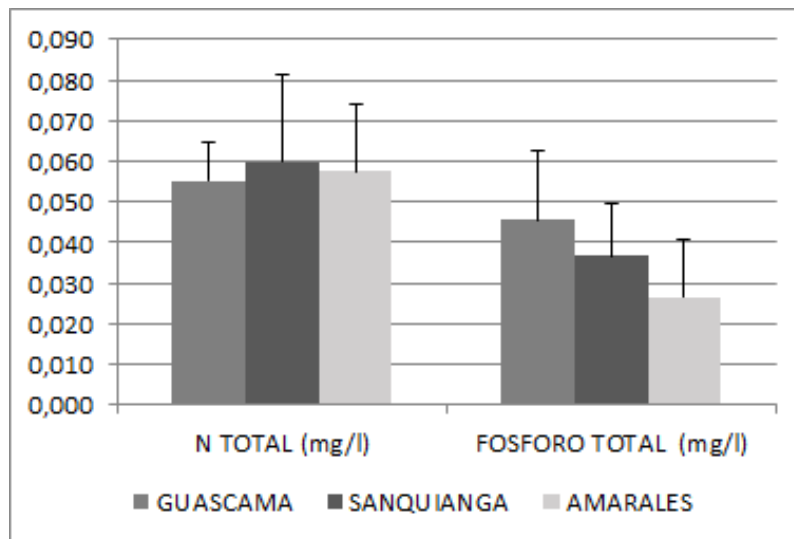
<sup>54</sup>PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacifico colombiano. 1 ed. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 21.

<sup>55</sup>RAMÍREZ, A. y VIÑA, G. Limnología colombiana. Aporte a su conocimiento y estadísticas de análisis. Bogotá: Panamericana, 1998. p. 13.

<sup>56</sup>PRAHL. Op. Cit., p. 21.

<sup>57</sup> PRAHL. Op. Cit., p. 21.

<sup>58</sup>COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 19G74 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. p. 18.



**Gráfica 6:** Nitrógeno Kjeldahl y Fósforo total para cada bocana.

El nitrógeno total Kjeldahl refleja la cantidad total de nitrógeno orgánico en el agua analizada, es la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminas, etc.) y el amoniaco. Este parámetro mide el nitrógeno capaz de ser nitrificado a nitritos y nitratos y, posteriormente y en su caso, desnitrificado a nitrógeno gaseoso. No incluye, por tanto, los nitratos ni los nitritos<sup>59</sup>.

En el estudio no se evidencia una variación de este parámetro respecto a las bocanas de interés, así, la concentración de nitrógeno total como valor promedio y más alto para Sanquianga fue de 0,060 ( $\pm 0,02$ ) mg/L. La alta concentración de nitrógeno total registrado, que resulta normal en estos ecosistemas según Prahl<sup>60</sup> puede darse por la presencia de microorganismos que interactúan en el ciclo del nitrógeno, así como también el aporte de agua dulce a través de canales distributarios a estas bocanas que contiene aguas residuales provenientes de pequeños asentamientos humanos ubicados de aguas arriba.

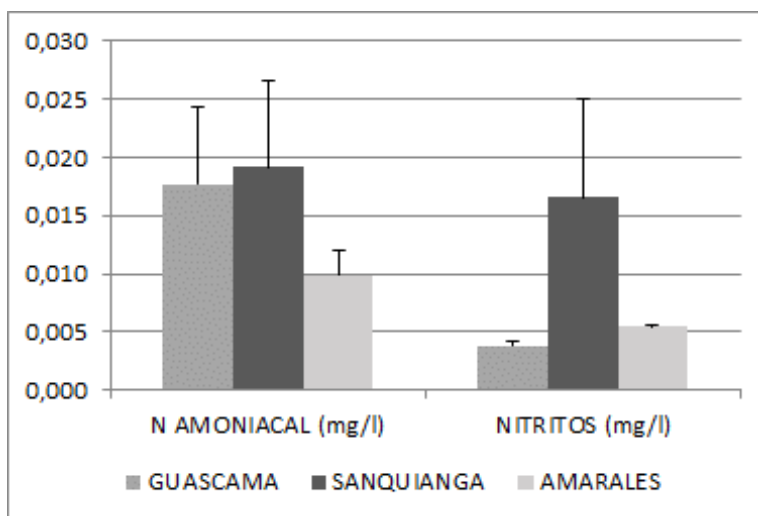
Un factor importante en las actividades metabólicas producidas en un cuerpo acuífero es el contenido de fósforo total en agua no filtrada, que consiste en el fósforo suspendido en materia particulada y el fósforo inorgánico en forma disuelta (ortofosfatos y polifosfatos). El fósforo particulado se encuentra en los ácidos nucleicos, proteínas, nucleótidos fosfatados - ADP y ATP ligados a los procesos

<sup>59</sup> APHA. American Public Health Association, AWWA. American Water Works Association y WPCF. Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 ed. España: Edición Díaz de Santos S.A, 1992. Parte: 4500- NORG.

<sup>60</sup> PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 21.

de respiración y asimilación de CO<sub>2</sub>, también en fase mineral de roca y suelos<sup>61</sup>. En este parámetro fisicoquímico no es relevante la variación en la desviación de los datos para las bocanas citadas. Guascama arrojó el valor más alto en valores promedio de fósforo total con 0,046 (± 0,02) mg/L que las otras dos bocanas.

La gráfica 7 representa los valores promedio de nitrógeno amoniacal y nitritos obtenidos en las bocanas Guascama, Sanquianga y Amarales.



**Gráfica 7:** Nitrógeno amoniacal y Nitritos para cada bocana.

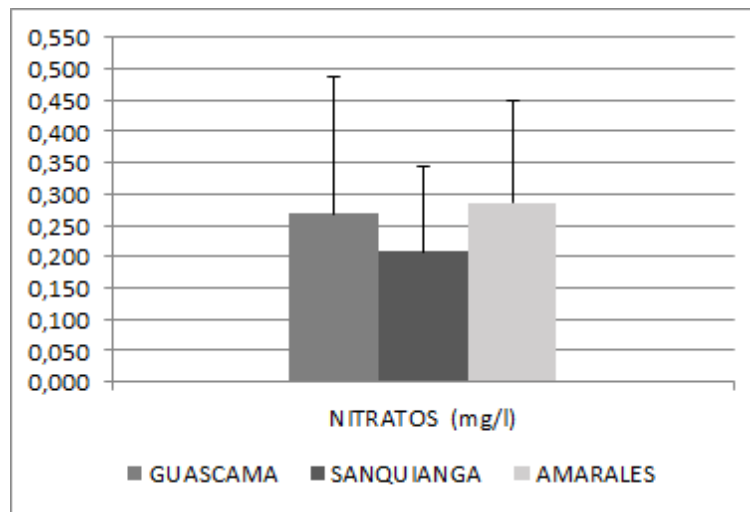
El amoníaco está presente en cuerpos de agua de manera transitoria puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados. En el agua puede aparecer en forma molecular o como ion amonio, dependiendo del pH. Este proceso se realiza por lo regular en el sedimento y en él actúan tanto bacterias aeróbicas como anaeróbicas. La amonificación y la excreción de los animales acuáticos contribuyen como fuente principal de amoníaco en el agua. Esta variable fisicoquímica evidencia una leve diferencia entre las bocanas, siendo 0,019 (± 0,01) mg/L el valor promedio más alto respecto a Guascama y Amarales. Estos valores están dentro del límite permisible para la preservación de flora y fauna (0,1 mg/L)<sup>62</sup>. El menor valor de amoníaco en Amarales posiblemente se debe a que no hay asentamientos humanos en esta zona mientras que para las otras bocanas si existe incidencia de éstos, también puede deberse a la poca descomposición de materia orgánica por parte de organismos como el plancton.

<sup>61</sup>APHA. American Public Health Association, AWWA. American Water Works Association y WPCF. Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 ed. España: Edición Díaz de Santos S.A, 1992. Parte: 4500-P.

<sup>62</sup>COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. p. 18.

El nitrito es un estado intermedio de la oxidación del nitrógeno, tanto en la oxidación del amoníaco a nitrato como en la reducción de nitrato<sup>63</sup>. En aguas de mar se observa un porcentaje de nitritos bajo debido a la presencia de iones monovalentes como cloruros o bicarbonatos que reaccionan con estos. En esta gráfica apreciamos que Sanquianga obtuvo un valor promedio de 0,017 ( $\pm$  0,01) mg/L, aproximadamente 4 veces mayor respecto a los registrados por las dos bocanas restantes, posiblemente el aumento de esta magnitud se deba a la población de fitoplancton dada a su capacidad de asimilar iones amonio y nitrato y a su vez excretar nitritos durante la ingestión de nitrato<sup>64</sup>.

La gráfica 8 indica los resultados obtenidos para la composición de nitratos para las bocanas.



**Gráfica 8:** Nitratos para cada bocana.

El nitrógeno oxidado total contiene tanto nitritos como nitratos, este último resulta ser muy tóxico para muchas especies acuáticas que residen en estos ambientes. En la literatura se reporta valores de 0,05 ppm en aguas de mar abierto<sup>65</sup>. Los valores observados para cada una de las bocanas están muy por encima de este valor teórico, registrando Amarales 0,286 ( $\pm$  0,16) mg/L, como valor más alejado; este y todos los valores posiblemente son altos debido a la eutrofización que se caracteriza por crecimiento excesivo de algas.

<sup>63</sup> APHA. American Public Health Association, AWWA. American Water Works Association y WPCF. Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 ed. España: Edición Díaz de Santos S.A, 1992. Parte: 4500-N.

<sup>64</sup> MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p. 50

<sup>65</sup> *Ibíd.*, p. 53.

## 7.2. EFECTO DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS PARA LAS DIFERENTES BOCANAS

Para analizar el efecto de la precipitación sobre las características fisicoquímicas para las diferentes bocanas se contrastó los registros pluviométricos de la estación de Mosquera – Nariño para los meses de Julio, Noviembre del 2012; Septiembre, Diciembre del 2013 con los valores promedios obtenidos de cada variable fisicoquímica en las bocanas de Guascama, Sanquianga y Amarales.

A través de la prueba de homogeneidad de varianza se garantizó que los datos siguieran una distribución normal para poder emplear el estadístico de correlación de Pearson. Se resumen los resultados de estos en la tabla 11.

**Tabla 11:** Correlación de Pearson entre la precipitación y las variables fisicoquímicas para las bocanas.

		Precipitación	Transparencia Sanquianga (m)	Nitratos Guascama (mg/L)	Nitratos Sanquianga (mg/L)	Fósforo Total Guascama (mg/L)
Precipitación	Correlación de Pearson	1	,992(**)	,998(*)	,999(*)	-,998(**)
	Sig. (bilateral)		0,008	0,042	0,024	0,002
	N	4	4	3	3	4

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

La tabla 11 muestra la transparencia y los nitratos en la bocana de Sanquianga que poseen una correlación positiva del 0,992 y 0,998 respectivamente con la precipitación, es decir, son directamente proporcionales. Es evidente que al aumentar el volumen de agua se genera una dilución disminuyendo la turbidez, permitiendo que la penetración de la luz sea más probable y favorable para procesos productivos en algas en los ecosistemas estuarinos, por otro lado el aumento de nitratos en los cuerpos de agua para esta zona se deba principalmente al arrastre de minerales ya sea por agua lluvia o por parte del Rio Patía hacia el delta.

Variabes como nitratos y fósforo total se vieron influenciadas por la precipitación en la bocana de Guascama, presentando una correlación positiva de 0,998 y negativa de 0,998 respectivamente, siendo directamente proporcional al nitrato e inversamente al fósforo total. Como ya se mencionó anteriormente el aumento de nitratos, posiblemente obedezca al arrastre de minerales por efecto de aguas de precipitación y la influencia del Rio Patía al estuario; para el fósforo total es evidente que presenta una dilución de estos generando una baja concentración.

### 7.3. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS EN FUNCIÓN DE LOS PERIODOS DE PRECIPITACIÓN, UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y SUS ESTRATOS

A continuación, una comparación de las variables físicoquímicas para las bocanas de Amarales, Sanquianga y Guascama según la variabilidad de la precipitación (lluvioso y menos lluvioso), la ubicación de las estaciones de muestreo en cada bocana y su estrato en la columna de agua durante el periodo de estudio.

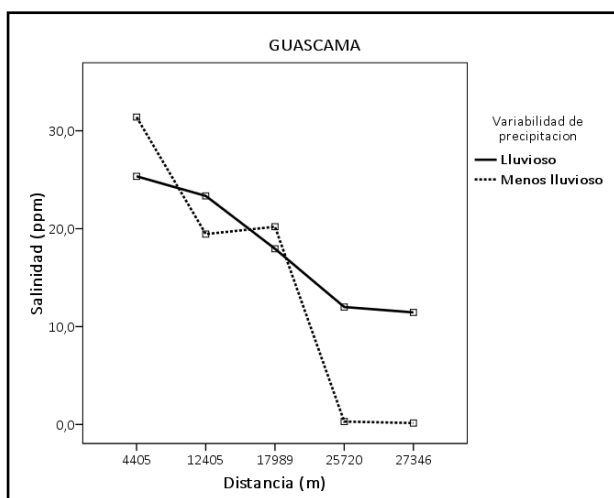
Para cada uno de los parámetros se aplicó la prueba de Kolmogorov – Smirnov para evaluar la homogeneidad de los datos y se normalizaron con la prueba de Levene. Posteriormente, con Anovas de un factor en cada bocana en función de la variabilidad de precipitación para observar si hay diferencias significativas en los parámetros de estudio. En función de la ubicación de cada estación en las diferentes bocanas y los estratos, se aplicó Anovas de un factor por comparación múltiple de Post Hoc de Duncan para evaluar diferencias de los parámetros a cada bocana.

#### 7.3.1. Salinidad.

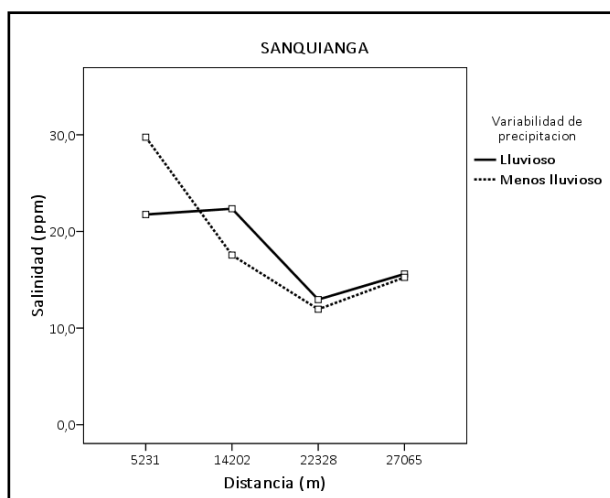
Se realizó un análisis de la salinidad en función del periodo de precipitación, distancia y estratos como se muestra a continuación:

##### 7.3.1.1. Análisis de variabilidad de precipitación (lluvioso – menos lluvioso)

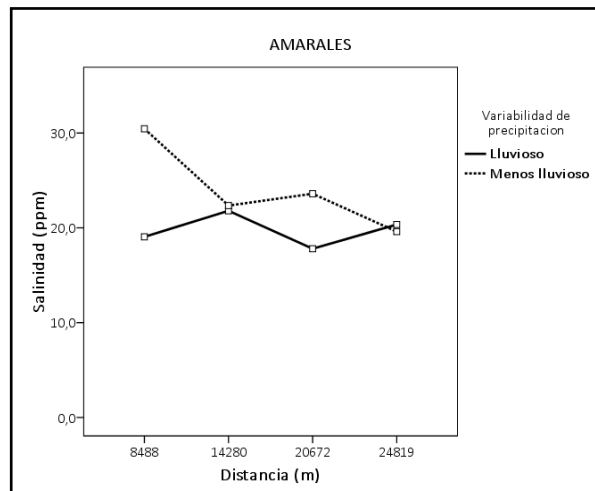
Las gráficas 9, 10 y 11, representan la salinidad promedio para cada bocana en función de la distancia en el estudio realizado para los tiempos lluvioso y menos lluvioso.



Gráfica 9: Guascama salinidad vs distancia.



Gráfica 10: Sanquianga salinidad vs distancia.



**Gráfica 11:** Amarales salinidad vs distancia.

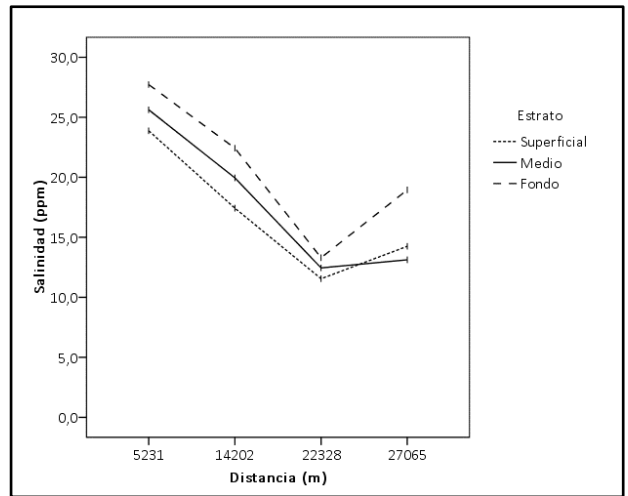
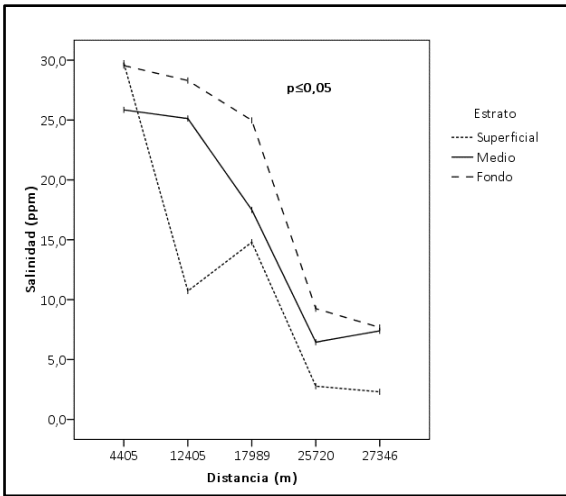
Las Anovas para cada bocana muestran que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ , ver tabla 12), entre ellas para la salinidad en función de los periodos de precipitación (lluvioso – menos lluvioso). (Ver Anexo I, J y K).

**Tabla 12:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) para las bocanas de salinidad en función de la variabilidad de precipitación.

BOCANAS	ESTRATO		
	SUPERFICIE	MEDIO	FONDO.
<i>Guascama</i>	0,770	0,496	0,266
<i>Sanquianga.</i>	0,461	0,972	0,780
<i>Amarales</i>	0,128	0,737	0,334

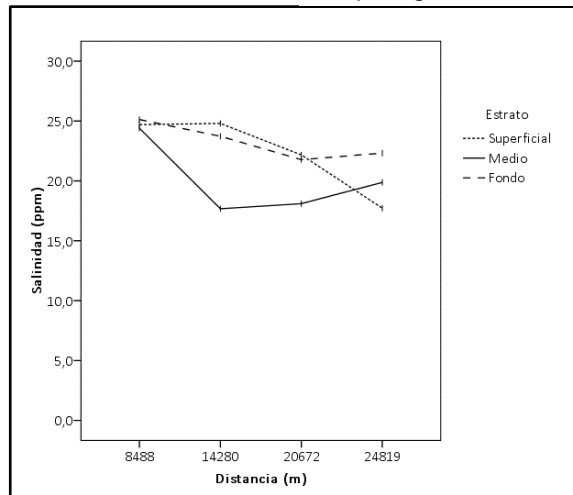
**7.3.1.2. Análisis del efecto de la ubicación de las estaciones en cada bocana y sus estratos.**

Las gráficas 12, 13 y 14 muestran los valores promedio de salinidad en el estrato (superficie, medio y fondo) en función de la distancia para cada una de las bocanas.



**Gráfica 12:** Salinidad en cada estrato para Guascama.

**Gráfica 13:** Salinidad en cada estrato para Sanquianga.



**Gráfica 14:** Salinidad en cada estrato para Amarales.

Según los resultados obtenidos de las Anovas de un factor por comparación de Duncan no hubo variaciones significativas ( $p > 0,05$ , ver tabla 13) para las bocanas de Sanquianga y Amarales en función de la ubicación de las estaciones y estratos. Mientras en Guascama si hubo diferencias significativas ( $p = 0-0,013$ , ver tabla 13) respecto a la ubicación de las estaciones pero no para los estratos. En Guascama,



se obtuvo valores ascendentes de concentración acorde sus aguas salen a mar abierto de entre 2,3 ppm y 29,7 ppm para las estaciones D y 28-5 en el estrato superficial. De acuerdo a la gráfica 12 se puede identificar dos láminas en la columna de agua, prevaleciendo agua dulce en la superficie y el agua salada en la parte del fondo; también se puede percibir que la intrusión del mar causa mayor efecto sobre la lámina inferior (fondo) conforme se aleja de la bocana a mar abierto y un menor efecto sobre la capa superficial (ver Anexo L). En conclusión, se puede observar claramente un gradiente de salinidad aumentando desde el punto D (interno) al punto 28-5 (exterior, mar abierto), esto en consecuencia con el comportamiento en los tres canales distributarios, que han aumentado marcadamente las descargas del río a lo largo de las medidas longitudinales del mismo.

**Tabla 13:** Resultados de las Anovas Duncan (Valores p) para las bocanas de la salinidad en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.

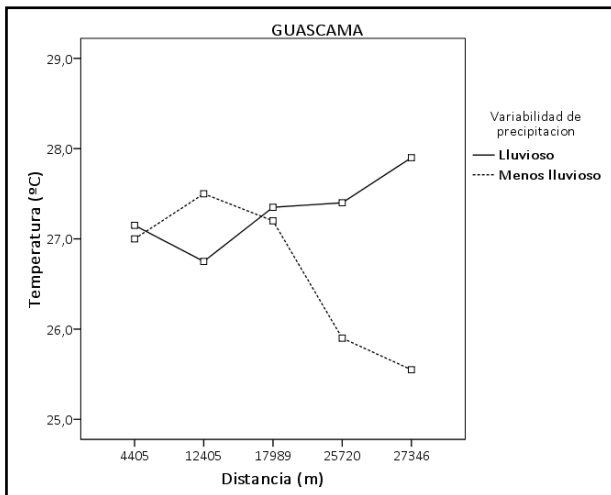
BOCANAS	ESTRATO	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)	EN FUNCION DEL ESTRATO (DUNCAN)
Guascama	<i>Superficie</i>	0,0	0,107
	<i>Medio</i>	0,013	
	<i>Fondo</i>	0,001	
Sanquianga.	<i>Superficie</i>	0,104	0,456
	<i>Medio</i>	0,158	
	<i>Fondo</i>	0,165	
Amarales	<i>Superficie</i>	0,699	0,591
	<i>Medio</i>	0,815	
	<i>Fondo</i>	0,950	

### 7.3.2. Temperatura.

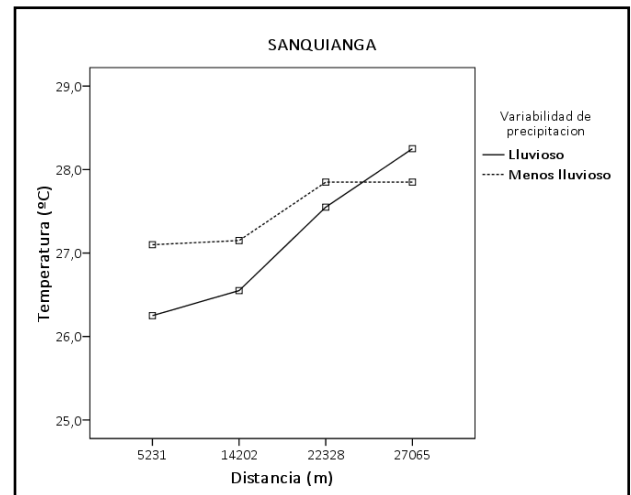
Se efectuó un análisis de la temperatura en función del periodo de precipitación, distancia y estratos como se muestra a continuación:

#### 7.3.2.1. Análisis de variabilidad de precipitación (lluvioso – menos lluvioso)

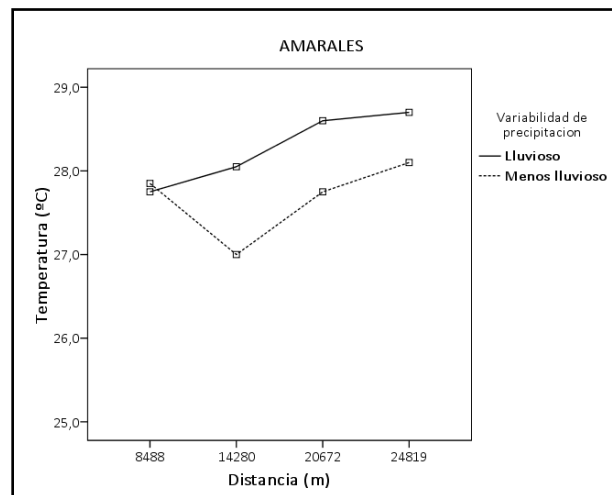
En las gráficas 15, 16 y 17 se presentan los valores promedios de temperatura para cada una de las bocanás en función de la distancia y el periodo de precipitación (lluvioso y menos lluvioso)



Gráfica 15: Guascama Temperatura vs distancia.



Gráfica 16: Sanquianga Temperatura vs distancia.



Gráfica 17: Amarales Temperatura vs distancia.

En función de los periodos de precipitación (lluvioso – menos lluvioso) para cada una de las bocanás no se registraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ , ver tabla

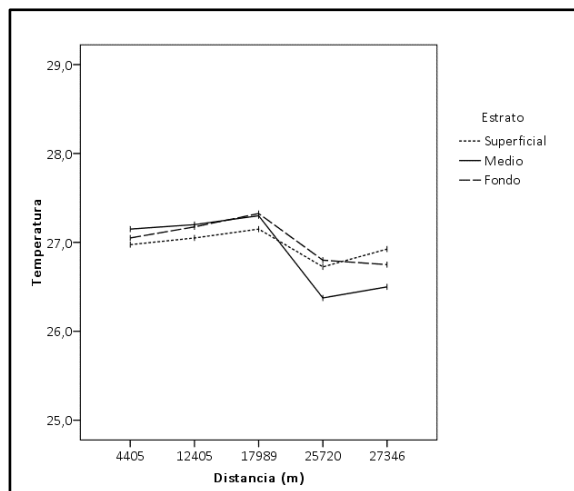
14) contextualizadas con los valores registrados por Prah<sup>66</sup>, entre 24°C y 29°C; en el estuario del Pacífico colombiano. En Guascama, la temperatura cayó en el punto D, a 25,5°C en el periodo menos lluvioso, la diferencia es de aproximadamente 2 grados de este punto para los periodos de precipitación. Esta variación está sujeta a la cobertura vegetal presente en el interior del estuario. Anexos I, J y K.

**Tabla 14:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de la temperatura para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación.

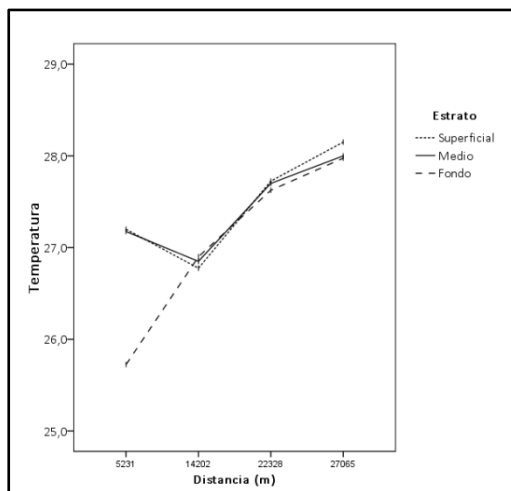
BOCANAS	ESTRATO		
	SUPERFICIE	MEDIO	FONDO.
Guascama	0,130	0,154	0,122
Sanquianga.	0,641	0,777	0,409
Amarales	0,062	0,126	0,089

### 8.3.2.1. Análisis del efecto de la ubicación de las estaciones en cada bocana y sus estratos.

Las gráficas 18, 19 y 20 presentan la temperatura promedio registrada de todos los puntos de cada bocana en los diferentes estratos (superior, medio y fondo) en función de la distancia.

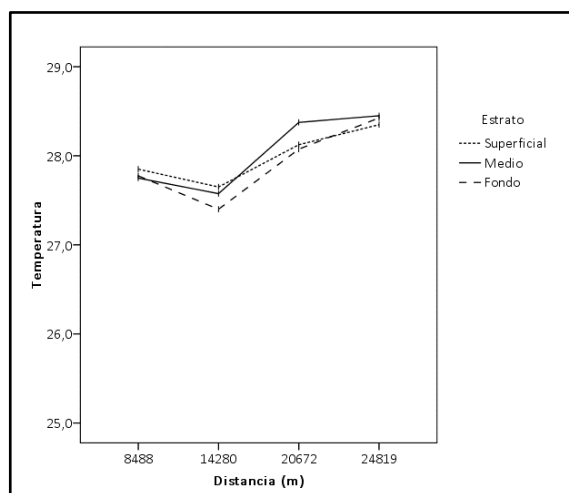


**Gráfica 18:** Temperatura vs estrato en Guascama.



**Gráfica 19:** Temperatura vs estrato en Sanquianga.

<sup>66</sup>PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 19.



**Gráfica 20:** Temperatura vs estrato en Amarales.

En las gráficas 18, 19 y 20 apreciamos que en las bocanas no hay diferencia significativas ( $p > 0,05$ , Ver tabla 15) respecto a los estratos y ubicación de los puntos de muestreo (ver Anexo M, N, O, P y Q). Se mantiene una tendencia homogénea de temperaturas en las bocanas, pero existen pequeñas diferencias, caso puntual en Sanquianga en el punto 28-1 con  $2^{\circ}\text{C}$  de diferencia para el fondo, probablemente como lo plantea Prahl<sup>67</sup>, debido a errores de reproducibilidad, cambios mareales, factores ambientales, profundidad, vientos, entre otros, estos valores registrados se remarcan en la dinámica de temperatura en estuarios del Pacífico Colombiano.

**Tabla 15:** Resultados de las Anovas Duncan (Valores P) para las bocanas de la temperatura en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.

BOCANAS	ESTRATO	EN FUNCION DE LA UBICACION DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)	EN FUNCION DEL ESTRATO (DUNCAN)
Guascama	Superficie	0,992	0,938
	Medio	0,504	
	Fondo	0,936	
Sanquianga.	Superficie	0,071	0,530
	Medio	0,121	
	Fondo	0,204	
Amarales	Superficie	0,579	0,891
	Medio	0,208	
	Fondo	0,189	

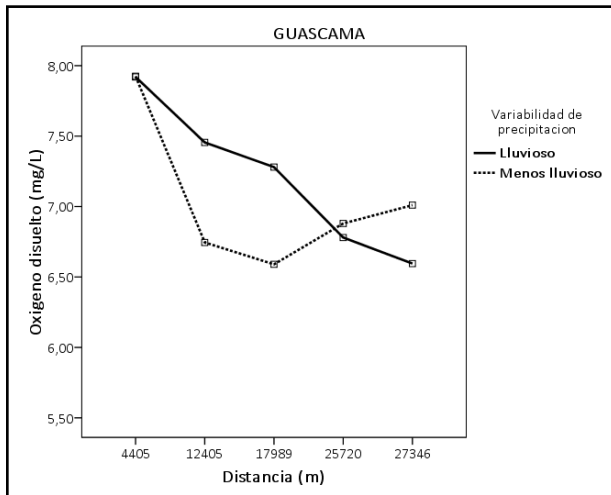
<sup>67</sup> PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacifico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 19.

### 7.3.3. Oxígeno disuelto.

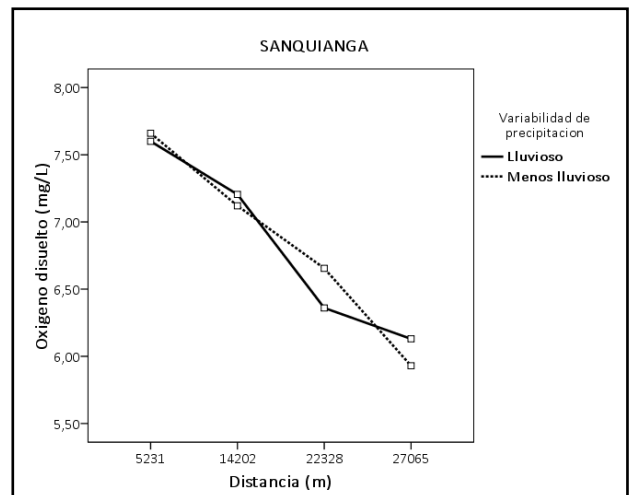
Se hizo un análisis del oxígeno disuelto en función del periodo de precipitación, distancia y estratos como se muestra a continuación:

#### 7.3.3.1. Análisis de variabilidad de precipitación (lluvioso – menos lluvioso)

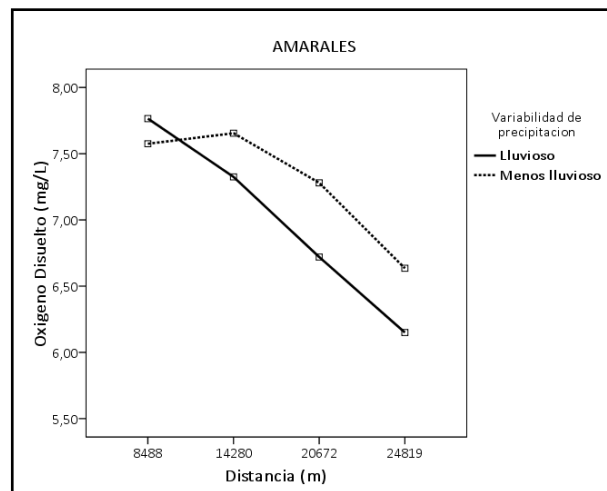
En las gráficas 21, 22 y 23 se observa los valores promedios de oxígeno disuelto de cada uno de las estaciones de muestreo en función de la distancia para cada periodo (lluvioso – menos lluvioso) en las bocanás.



Gráfica 21: Guascama Oxígeno disuelto vs distancia.



Gráfica 22: Sanquianga Oxígeno disuelto vs distancia.



Gráfica 23: Amarales Oxígeno disuelto vs distancia.

Las bocanás de Guascama, Sanquianga y Amarales no presentaron variaciones significativas ( $p > 0,05$ , ver tabla 16) entre periodos (lluvioso – menos lluvioso)

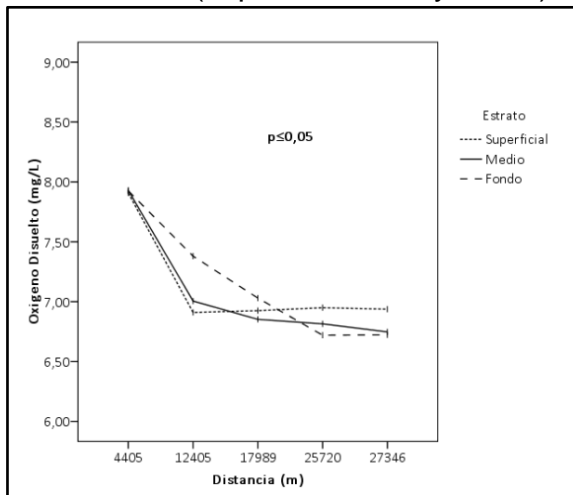
como se obtuvo en los resultados de las Anovas de un factor para cada una de ellas. Anexo I, J y K.

**Tabla 16:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del oxígeno disuelto para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación.

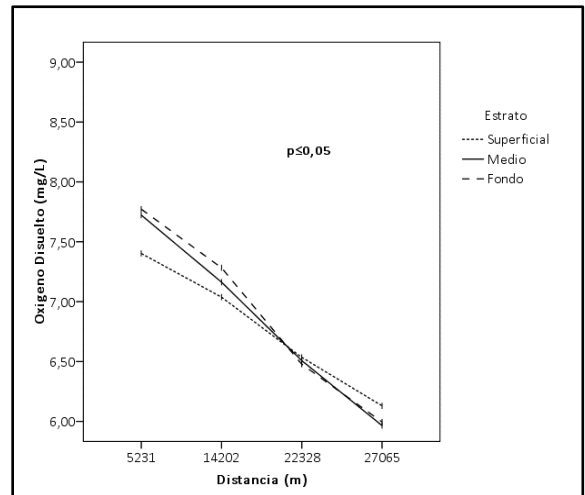
BOCANAS	ESTRATO		
	SUPERFICIE	MEDIO	FONDO.
<i>Guascama</i>	0,598	0,447	0,444
<i>Sanquianga.</i>	0,815	0,879	0,855
<i>Amarales</i>	0,502	0,431	0,183

**7.3.3.2. Análisis del efecto de la ubicación de las estaciones en cada bocana y sus estratos.**

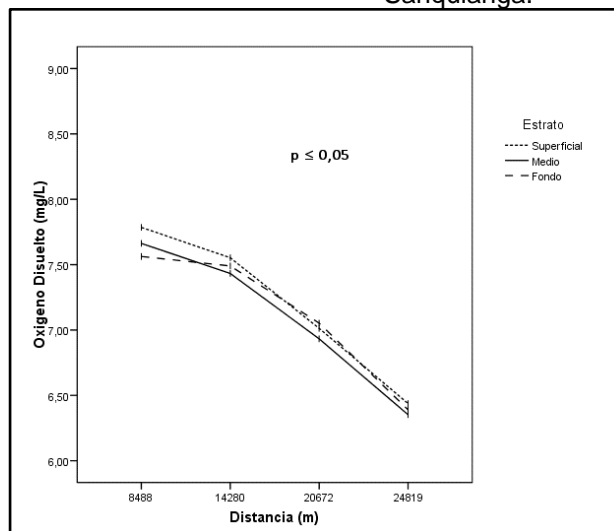
Las gráficas 24, 25 y 26 representan el oxígeno disuelto promedio registrado en cada estrato (superior, medio y fondo) de las bocanas en función de la distancia.



**Gráfica 24** Oxígeno disuelto vs estrato en Guascama.



**Gráfica 25:** Oxígeno disuelto vs estrato en Sanquianga.



**Gráfica 26:** Oxígeno disuelto vs estrato en Amarales.

En la bocana de Guascama hay diferencias significativas ( $p < 0,05$ , ver tabla 17) según la ubicación de las estaciones de muestreo, pero no existe para los estratos. El comportamiento del oxígeno disuelto en la bocana es ascendente, es decir, desde el punto D (interior) hasta el punto 29-D (medio exterior) va incrementando su concentración; mientras el punto 28-5 (exterior) lo hace diferente, ya que reporta una concentración elevada (7,9 mg/L). Esto puede obedecer a los cambios mareales que adquiere la estación 28-5 en mar abierto lo que le proporciona oxigenación. Estos valores son aceptables ya que estuvieron por encima de 4,0 mg/L, considerado el valor mínimo de calidad para la preservación de flora y fauna según la legislación colombiana<sup>68</sup>.

Sanquianga muestra diferencias significativas ( $p < 0,05$ , ver tabla 17) en función de la ubicación de las estaciones en la bocana pero no lo hace en los estratos. Presenta un incremento ascendente desde el interior hacia el exterior de la bocana en sus estaciones, el punto 28-1 registra una concentración elevada de 7,6 mg/L. También se denota un aumento de la concentración de oxígeno disuelto entre puntos de muestreo, lo que se infiere que hay un mayor movimiento del agua en esta bocana; esto puede deberse a la dinámica de sus canales distributarios y por cambios mareales. Por otro lado Amarales presenta un comportamiento muy similar que Sanquianga en la dinámica del flujo de sus aguas.

En general se puede concluir que existe un gradiente de oxígeno menor desde la parte interior del estuario hacia el mar esto obedece a factores como temperatura, cambios mareales, y presiones.

**Tabla 17:** Resultados de las Anovas Duncan (Valores p) para las bocanas del oxígeno disuelto en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.

BOCANAS	ESTRATO	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)	EN FUNCION DEL ESTRATO (DUNCAN)
Guascama	<i>Superficie</i>	0,00	0,884
	<i>Medio</i>	0,010	
	<i>Fondo</i>	0,06	
Sanquianga.	<i>Superficie</i>	0,00	0,904
	<i>Medio</i>	0,00	
	<i>Fondo</i>	0,00	
Amarales	<i>Superficie</i>	0,001	1,0
	<i>Medio</i>	0,002	
	<i>Fondo</i>	0,008	

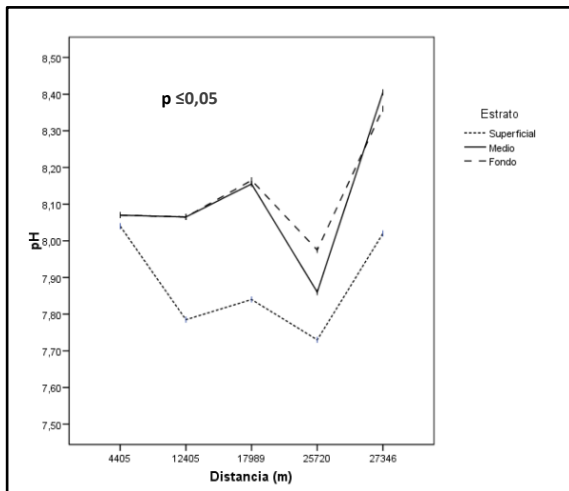
<sup>68</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. p. 18.

### 7.3.4. pH.

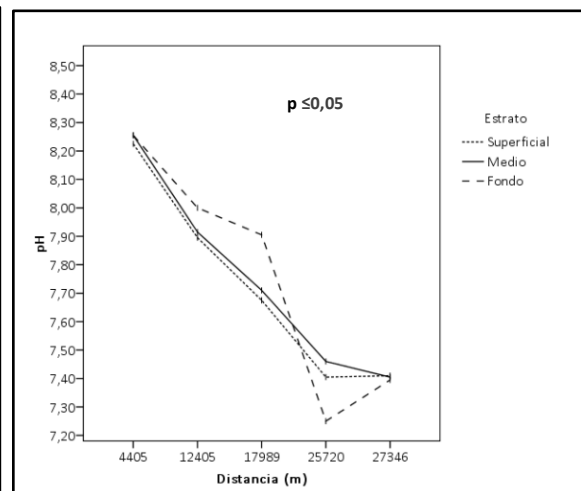
Se realizó un análisis en función de periodo de precipitación, distancia y estratos como se muestra a continuación:

#### 7.3.4.1. Análisis de variabilidad de precipitación (lluvioso – menos lluvioso)

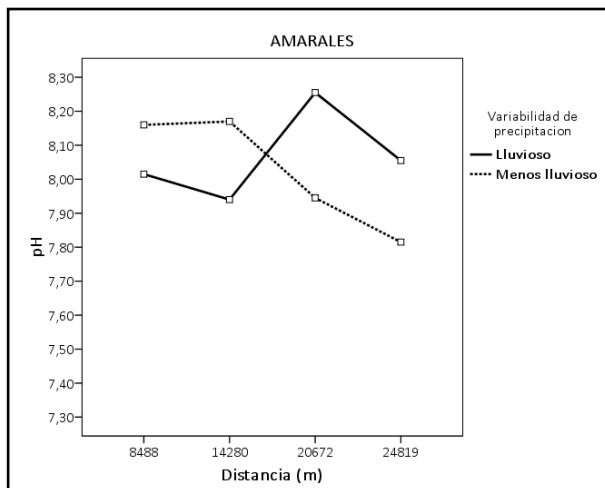
Las gráficas 27, 28, representan el pH promedio registrado en cada estrato (superior, medio, fondo) de la bocana de Guascama para los tiempos (lluvioso y menos lluvioso) y las gráficas 29, 30 representan el pH promedio registrado en la columna de agua de la bocana de Amarales y Sanquianga en los tiempos



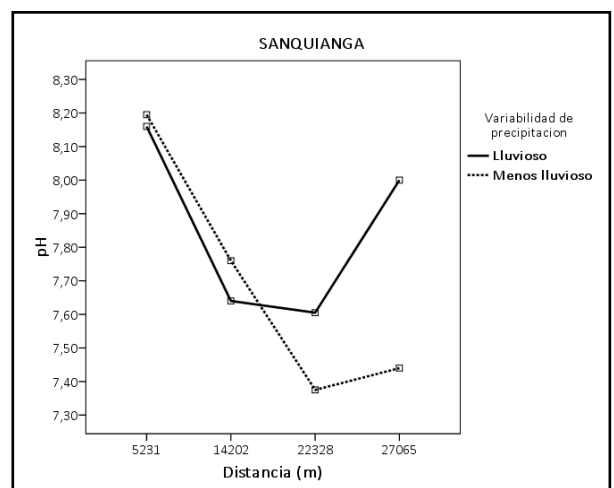
**Gráfica 27:** Periodo Lluvioso vs estrato en Guascama.



**Gráfica 28:** Periodo menos lluvioso vs estrato en Guascama.



**Gráfica 29:** Amarales pH vs distancia.



**Gráfica 30:** Sanquianga pH vs Distancia.



Los valores de pH de las aguas en las tres bocanas según el análisis, están dentro de los criterios de calidad permisibles de 6,5 a 8,5 unidades establecidos en el Decreto 1594 de 1984 para preservación de fauna y flora<sup>69</sup>. Aun así, hubo variaciones significativas entre los dos periodos de precipitación ( $p=0,036-0,049$ , ver tabla 18) (Ver Anexo I); en Guascama, no así en Sanquianga y Amarales. El valor más bajo de pH se registró en la estación C (Guascama) en el periodo menos lluvioso para estrato fondo con un valor de 7,25 unidades, lo que concuerda con el estudio realizado en el Rio Patía por David – Rúales, que mostro un valor de 7,23 unidades<sup>70</sup>. Esta pequeña variación del pH en el agua del estero con tendencia a ser neutro, tal vez sea inducida por un cambio mareal y por la baja precipitación, también por la formación de una suspensión conformada principalmente por partículas de arcillas que poseen un pH básico<sup>71</sup>. Como tendencia general, la variable disminuye en periodo menos lluvioso, principalmente en las estaciones estuarinas pudiéndose acuñar este efecto a la influencia de descargas de aguas residuales de los asentamientos humanos aledaños; su baja salinidad debido a que hay dilución y la consecuente producción de CO<sub>2</sub> que tiene características ácidas<sup>72</sup>.

**Tabla 18:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del pH para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación.

BOCANAS	ESTRATO		
	SUPERFICIE	MEDIO	FONDO.
<i>Guascama</i>	0,356	0,036	0,049
<i>Sanquianga.</i>	0,408	0,445	0,636
<i>Amarales</i>	0,703	0,729	0,834

<sup>69</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. p.18.

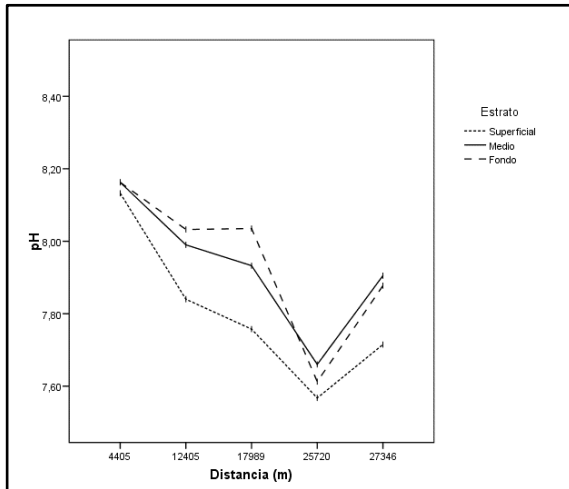
<sup>70</sup> DAVID-RUALES, C. A, ORTIZ, H., VASQUEZ, G. L., PÉREZ, M. C. y PERAFÁN, N. Y. Identificación del nivel trófico y determinación de estadios de madurez gonádica en la especie íctica *Rhamdia wagnerii* (Gunther, 1868) en el río Patía, Departamento del Cauca, Colombia. En: Unicauca Ciencia, Diciembre, 1999. Vol. 4. p. 34, 35.

<sup>71</sup> PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 21.

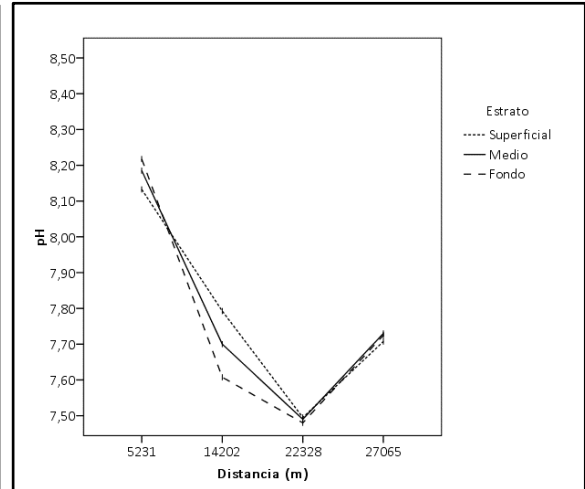
<sup>72</sup> MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p. 48 - 50

**7.3.4.2. Análisis del efecto de la ubicación de las estaciones en cada bocana y sus estratos.**

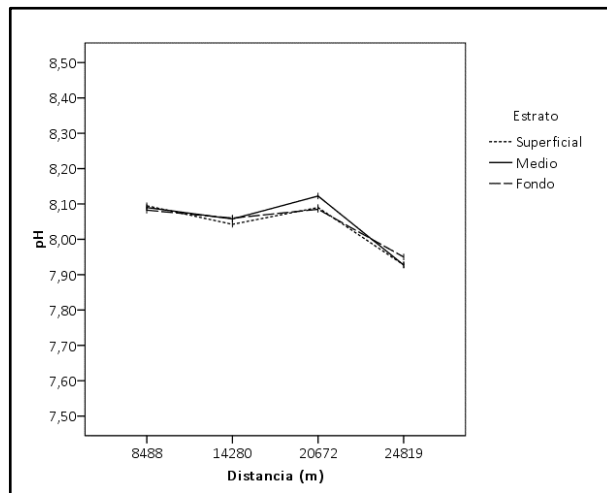
Las gráficas 31,32 y 33 muestran el pH promedio registrado en cada estrato de las bocanas en función de la distancia.



**Gráfica 31:** pH vs estrato en Guascama.



**Gráfica 32:** pH vs estrato en Sanquianga.



**Gráfica 33:** pH vs estrato en Amarales.

No se observó diferencias significativas en el pH respecto a la ubicación de las estaciones para cada bocana ni estratos como ilustran las gráficas 32,33 y 34. (Ver Anexo L, M, y N). En la gráfica 32 para Sanquianga, el punto 28-G muestra un pH de (7,5), siendo este el más bajo registrado frente a las otras dos bocanas. El pH está regulado por el sistema marino, manifestando un mecanismo de equilibrio de tipo neutro-alcalino<sup>73</sup>, este valor es aceptable para aguas estuarinas

<sup>73</sup> VÁSQUEZ Z., G. L., RAMÍREZ L., J. C., ROMERO T., I. C., PEÑA S., E. J., CANTERA K., J. R. Caracterización de la calidad del agua del estuario del Rio Dagua, Bahía de Buenaventura, departamento del Valle del Cauca, Colombia.

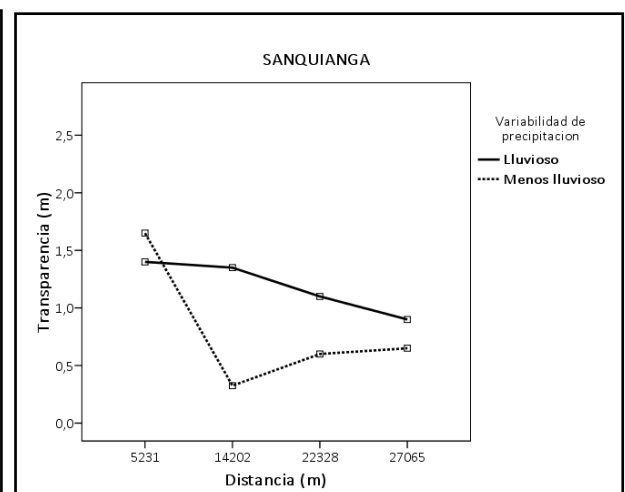
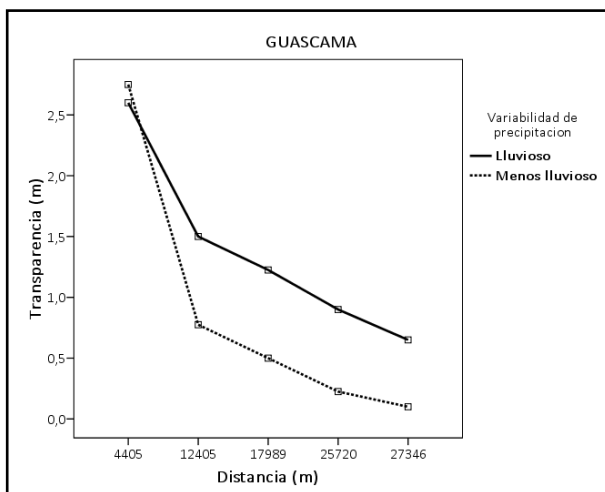
donde el pH puede descender a 6 o 5 unidades en aguas muy cercanas a los manglares<sup>74</sup>.

**Tabla 19:** Resultados de las Anovas Duncan (Valores p) para las bocanas del pH en función de la ubicación de las estaciones y sus estratos.

BOCANAS	ESTRATO	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)	EN FUNCION DEL ESTRATO (DUNCAN)
Guascama	<i>Superficie</i>	0,315	0,470
	<i>Medio</i>	0,538	
	<i>Fondo</i>	0,437	
Sanquianga.	<i>Superficie</i>	0,140	0,988
	<i>Medio</i>	0,165	
	<i>Fondo</i>	0,203	
Amarales	<i>Superficie</i>	0,822	0,993
	<i>Medio</i>	0,756	
	<i>Fondo</i>	0,862	

### 7.3.5. Transparencia y Sólidos Suspendidos totales.

Las gráficas 34, 35 y 36 representan la transparencia promedio registrada en las bocanas para los periodos lluvioso y menos lluvioso.

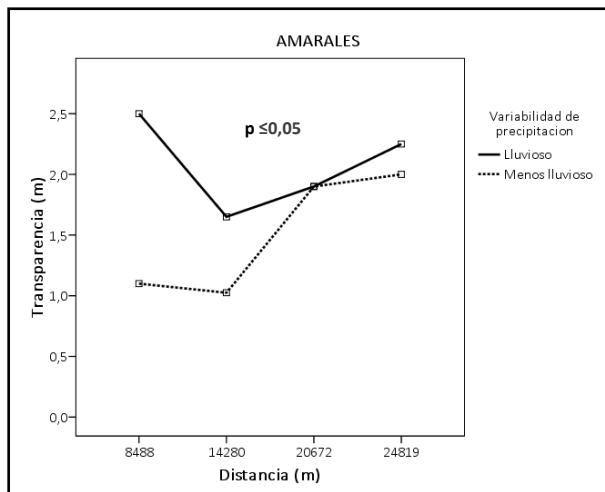


**Gráfica 34:** Guascama Transparencia vs distancia.

**Gráfica 35:** Sanquianga Transparencia vs distancia.

En: Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar: los retos de las ciencias del mar en Latinoamérica y el Caribe en el siglo XXI (9: 16-20, septiembre, 2001: San Andres). Resúmenes IX Colacmar. Colombia. Universidad nacional de Colombia, 2001. 485 p.

<sup>74</sup> PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacifico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 17-35

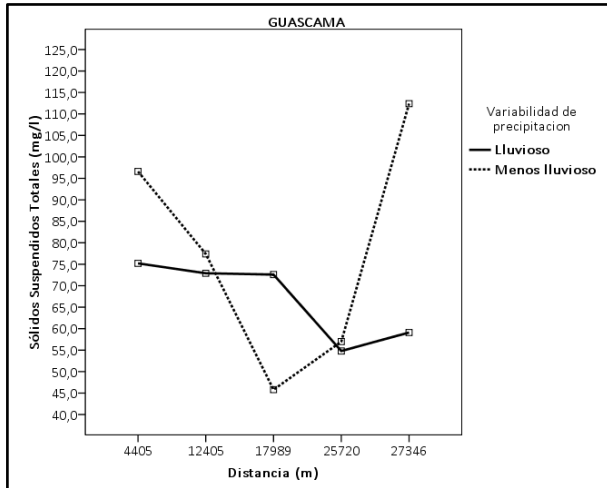


**Gráfica 36:** Amarales Transparencia vs distancia.

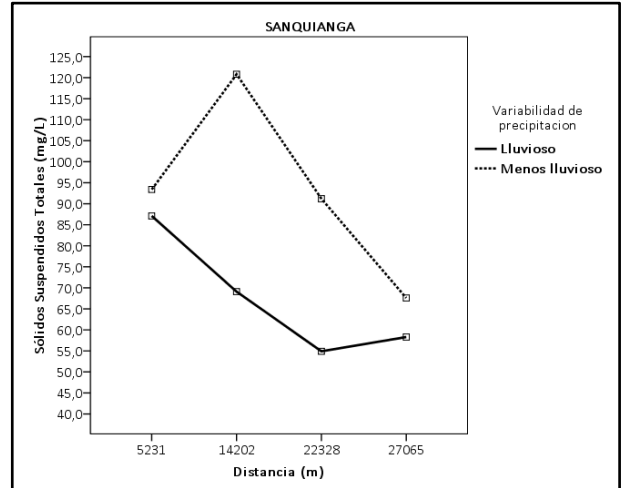
Según los resultados de la prueba Anova de un factor para la transparencia en función de la variabilidad de precipitación para Guascama y Sanquianga no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ , ver tabla 20) mientras que para Amarales si la hubo ( $p=0,031$ ); en la gráfica 36 se tiene un incremento de esta variable en el punto A con 2 m en los periodos de precipitación; a medida que aumenta la distancia desde la salida de la bocana al interior del delta (Ver Anexo K), en esta, la precipitación junto con los sólidos suspendidos tiene gran relevancia pues la relación es inversa –naturalmente--, al presentarse en Amarales un alta salinidad se deduce que poca agua dulce baja por este canal, esto no permite un movimiento constante del cuerpo de agua o no agitación, lo que concuerda con Parra y Restrepo<sup>75</sup>. Luego, la transparencia se hace evidente. Los únicos movimientos de este cuerpo de agua en Amarales obedecen a los cambios mareales y a los de oleaje que al estar lejos de la zona costera son poco fuertes. En función de la ubicación de las estaciones, únicamente en Guascama se evidencio diferencia significativa ( $p=0,001$ , ver tabla 20 y Anexo L). Así mismo, se registró un valor de transparencia, esta misma bocana en el punto 28-5, siendo el más alto con 2,6 m, ya que este punto se encuentra en mar abierto y sus aguas están poco influenciadas de sedimentos descargados por el rio en los dos periodos de precipitación. Se puede decir que los valores reportados para transparencia son consecuentes con los arrojados por el análisis de sólidos suspendidos totales, buscando el equilibrio de los resultados suponiendo la relación de estos dos factores en los cuerpos de agua.

En las gráficas 37, 38 y 39 se ilustra valores promedios de sólidos suspendidos para las bocanas estudiadas en función de la distancia para épocas de precipitación.

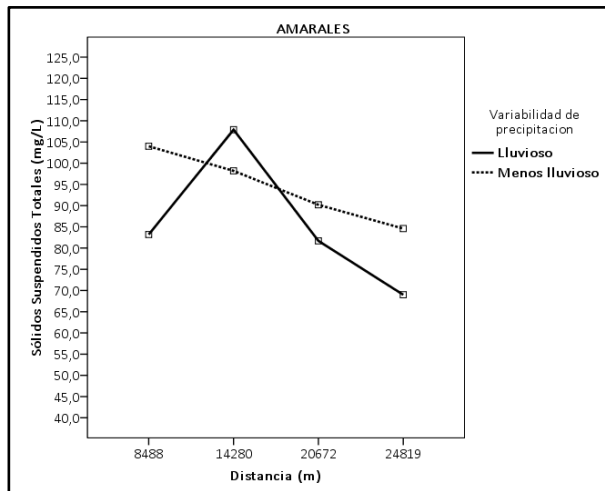
<sup>75</sup>PARRA, Adriana y RESTREPO, Juan. El Colapso Ambiental En El Río Patía, Colombia: Variaciones Morfológicas y Alteraciones En Los Ecosistemas De Manglar. En: Latin American Journal of Aquatic Research. Marzo, 2014. Vol. 42, N° 1. p. 51.



**Gráfica 37:** Guascama Sólidos suspendidos totales vs Distancia.



**Gráfica 38:** Sanquianga Sólidos suspendidos totales vs Distancia.



**Gráfica 39:** Amarales Sólidos suspendidos totales vs Distancia.

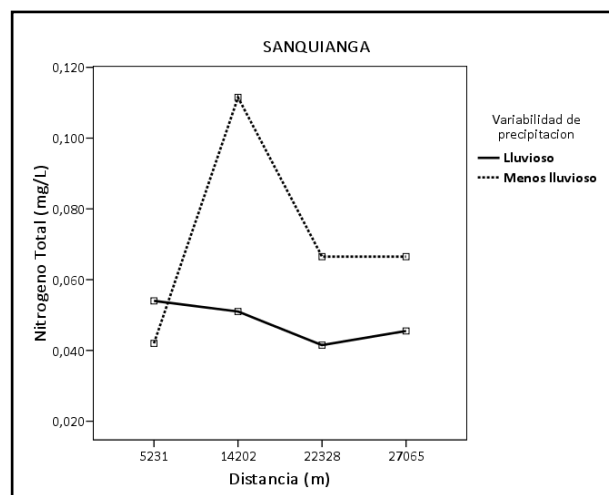
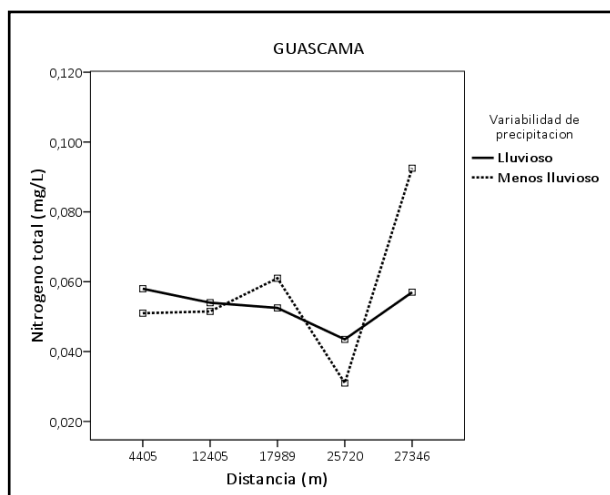
Los resultados obtenidos del estadístico Anova de un factor para los Sólidos suspendidos totales nos muestra que no existen diferencias significativas para las bocanas de Guascama y Amarales para periodos e precipitación ni para la ubicación de las estaciones (ver Anexo I y K), mientras que para la bocana de Sanquianga si hubo diferencia significativas ( $p=0,030$ , ver tabla 20). El valor más alto de concentración de sólidos suspendidos totales en el punto 28-E fue de 120mg/L en el periodo menos lluvioso. Esto se debe a cambios de mareas y presencia de fitoplancton, también a la influencia de canales distributarios de agua dulce que arrastran partículas en suspensión. (Ver Anexo J).

**Tabla 20:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de la transparencia y sólidos suspendidos totales para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.

VARIABLE FISICOQUIMICA	BOCANAS	EN FUNCION DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)
TRANSPARENCIA	<i>Guascama</i>	0,278	0,001
	<i>Sanquianga</i>	0,122	0,081
	<i>Amarales</i>	0,031	0,227
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	<i>Guascama</i>	0,316	0,484
	<i>Sanquianga</i>	0,030	0,262
	<i>Amarales</i>	0,379	0,081

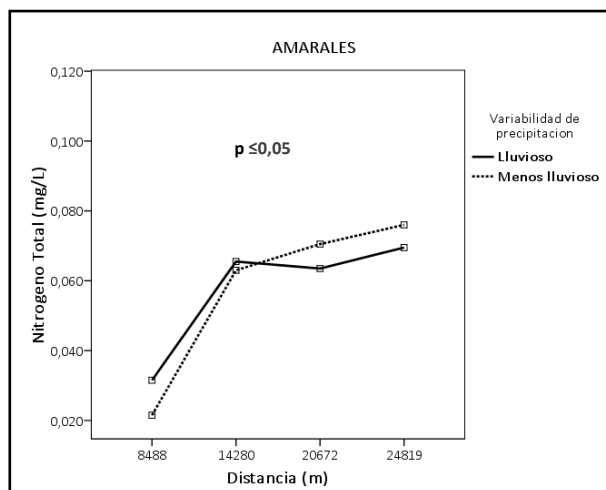
### 7.3.6. Nitrógeno total.

Las gráficas 40,41 y 42 representan el nitrógeno total promedio registrados en de las bocanas de estudio para los tiempos lluvioso y menos lluvioso. Según el análisis de varianza (ANOVA) no existe variación significativa entre periodos de precipitación respecto a las bocanas de Amarales, Guascama y Sanquianga. (Ver Anexo I, J y K)



**Gráfica 40:** Guascama Nitrógeno total vs Distancia.

**Gráfica 41:** Sanquianga Nitrógeno total vs Distancia.



**Gráfica 42:** Amarales Nitrógeno total vs Distancia.

Las fuentes de nitrógeno pueden ser muy variadas, entre ellas se puede citar los aminoácidos, aire, óxidos de nitrógeno, sales de nitrógeno, etc. Comúnmente existen microorganismos capaces que procesar estos compuestos, por ejemplo el zooplancton puede degradar el nitrógeno inorgánico y orgánico excretando fuentes de nitrógeno solubles, amoniaco y Nitrógeno orgánico, el alto índice de nitrógeno total indica factores como alta población de microorganismos, elevado pH, posibles contaminaciones por fuentes residuales, etc<sup>76</sup>.

En la gráfica 42 se observó variación significativa ( $p=0,048$ , ver tabla 21) en función de la ubicación de la estaciones en la bocana de Amarales. La estación 28-A tuvo una concentración baja de nitrógeno total de  $0,027 (\pm 0,008)$  mg/L respecto los demás punto de la bocana, siendo este el punto más exterior de Amarales. Puede darse por el consumo de nitrógeno por parte de los microorganismos que actúan en este ciclo (microorganismos nitrificantes), también se puede atribuir esto a los sedimentos y arrastre por parte de la escorrentía o posiblemente a una dilución. En cuanto a Sanquianga en el punto 28-E en el periodo menos lluvioso arroja una concentración alta respecto a las demás bocanas de  $0,110$  mg/L aproximadamente, esto quizás se da a la alta producción de nitrógeno y a la baja capacidad de consumo de nitrógeno en este ecosistema.

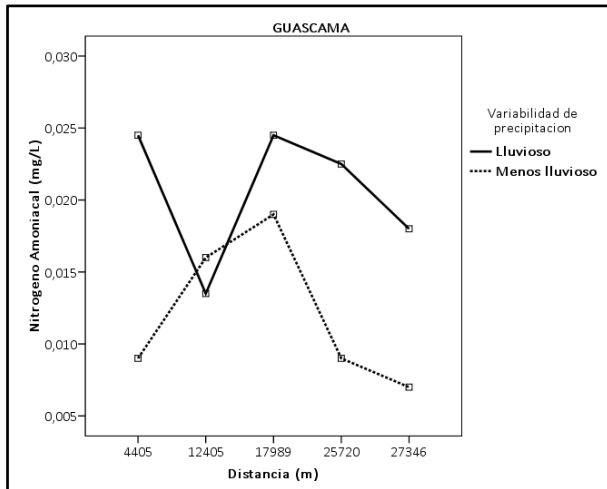
**Tabla 21:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del nitrógeno total para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.

VARIABLE FISICOQUIMICA	BOCANAS	EN FUNCION DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)
NITRÓGENO TOTAL	<i>Guascama</i>	0,7	0,336
	<i>Sanquianga</i>	0,230	0,669
	<i>Amarales</i>	0,986	0,048

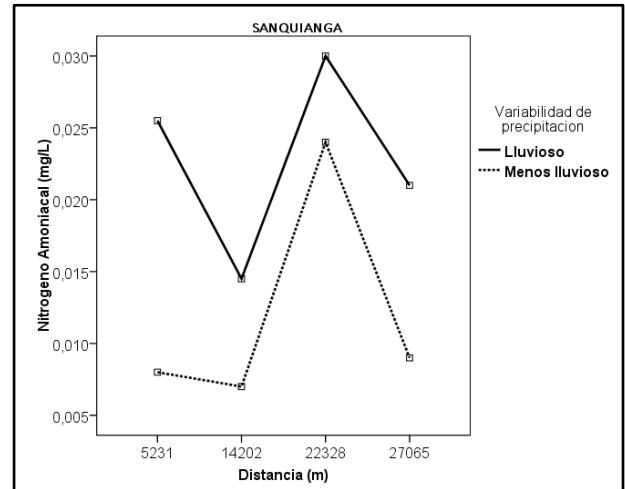
<sup>76</sup> MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. P 55.

### 7.3.7. Nitrógeno Amoniacal.

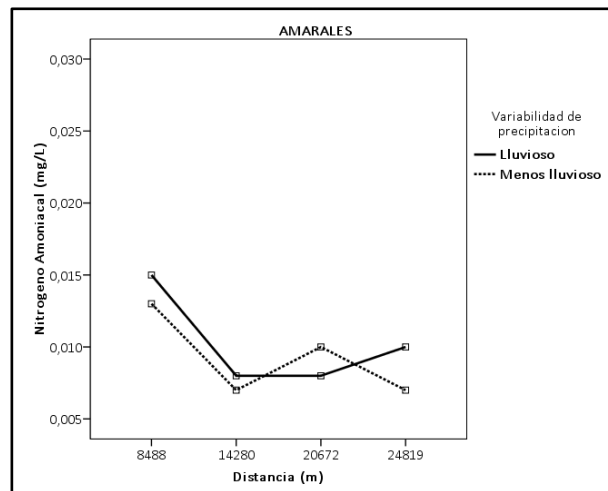
Las gráficas 43, 44 y 45 presenta valores promedios de nitrógeno amoniacal para cada bocana respectivamente para periodos de precipitación lluvioso y menos lluvioso en función de la distancia.



**Gráfica 43:** Guascama Nitrógeno Amoniacal vs Distancia.



**Gráfica 44:** Sanquianga Nitrógeno Amoniacal vs Distancia.



**Gráfica 45:** Amarales Nitrógeno Amoniacal vs Distancia.

En las tres bocanas no se registraron valores significativos ( $p > 0,05$ , ver tabla 22) de concentración de nitrógeno amoniacal en función de la precipitación y la ubicación de la estación, siendo 0,030 mg/L la más alta en el punto 28-G de Sanquianga durante el periodo lluvioso, estos valores están dentro del límite permitido para la conservación de flora y fauna (0,1mg/L)<sup>77</sup>. Esto es atribuido al

<sup>77</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. p. 18.



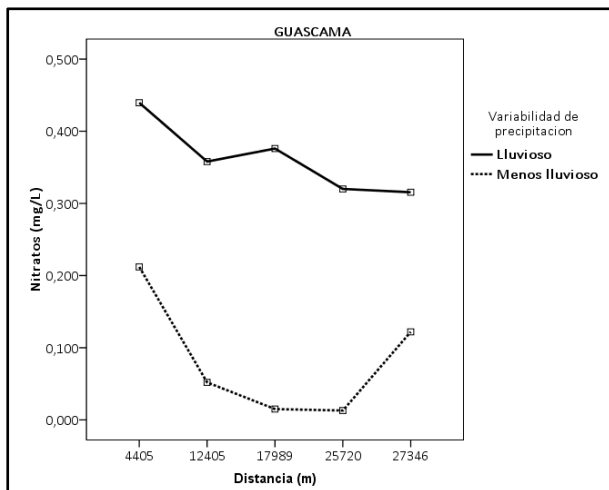
ciclo del nitrógeno, dado que el nitrógeno amoniacal es parte de este ciclo, por lo que es transitorio<sup>78</sup>. También puede deberse a las descargas de materia orgánica proveniente de organismos como el plantón o de animales acuáticos y la descomposición de las mismas. (Ver Anexo I al Q). En Guascama hubo una pequeña variación, entre los periodos lluvioso y menos lluvioso, donde el comportamiento tiende a ser independiente hasta al menos los 12405 m, esto quizás se deba a una dilución de nitrógeno o poca presencia de productores de este.

**Tabla 22:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del nitrógeno amoniacal para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.

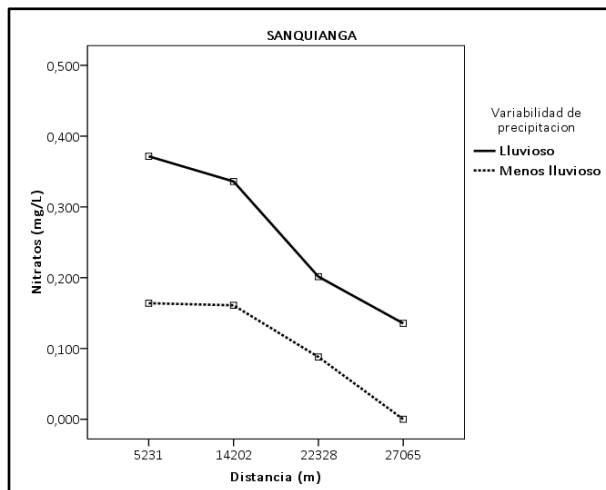
VARIABLE FISICOQUIMICA	BOCANAS	EN FUNCION DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)
NITRÓGENO AMONIA CAL	<i>Guascama</i>	0,114	0,865
	<i>Sanquianga</i>	0,170	0,520
	<i>Amarales</i>	0,710	0,182

### 7.3.8. Nitratos.

En las gráficas 46, 47 y 48 se presenta los valores promedios de nitratos en función de la distancia para cada bocana en tiempo (lluvioso y menos lluvioso)

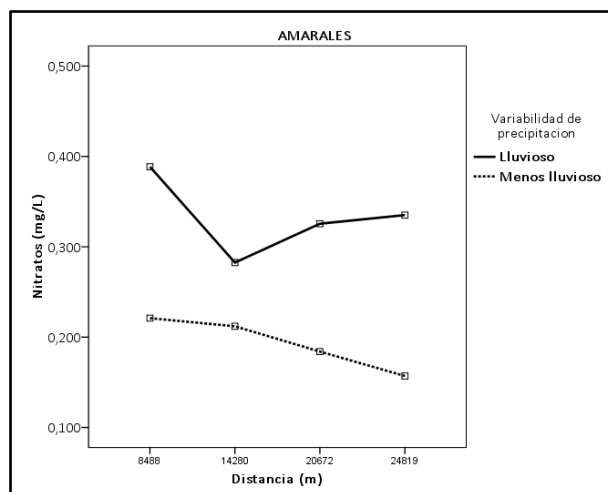


**Gráfica 46:** Guascama Nitratos vs Distancia.



**Gráfica 47:** Sanquianga Nitratos vs Distancia.

<sup>78</sup>MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p. 55.



**Gráfica 48:** Amarales Nitratos vs Distancia.

Los resultados obtenidos por el estadístico Anova muestran que Guascama presentó una variación significativa con  $p=0,004$ , referente al periodo de precipitación, en tanto en las demás bocanas no hubo una variación relevante en la ubicación de la estación, ni en precipitación. En guascama en el periodo lluvioso hubo un marcado incremento en la concentración de nitratos respecto a los bocanas restantes, esto, puede atribuirse a las aguas de escorrentía, y los afluentes que traen descargas de materia orgánica de carácter antropogénico, el nitrógeno oxidado total contiene nitratos entre otros componentes, este es muy tóxico para muchas especies que habitan en el estuario. Reportamos una concentración de nitrato de 0,45mg/L en la estación 28-5 en mar abierto en periodo lluvioso siendo superior a los reportados por los textos (0,05 ppm) en mar abierto a consecuencia de la eutrofización q se caracterizan por el crecimiento excesivo de algas<sup>79</sup>(ver Anexo I).

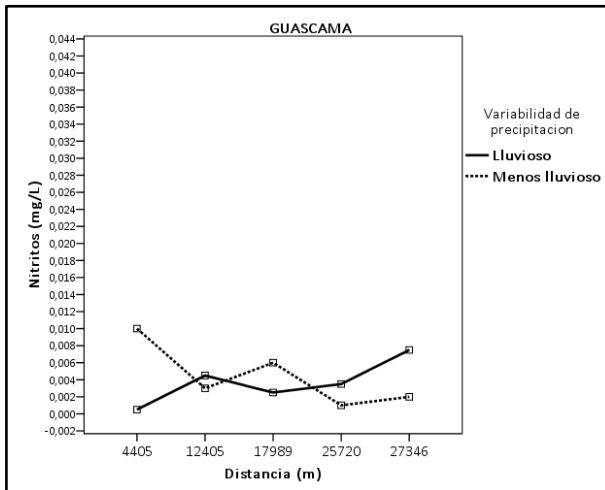
**Tabla 23:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de los nitratos para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.

VARIABLE FISICOQUIMICA	BOCANAS	EN FUNCION DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)
NITRATOS	<i>Guascama</i>	0,004	0,940
	<i>Sanquianga</i>	0,094	0,318
	<i>Amarales</i>	0,136	0,956

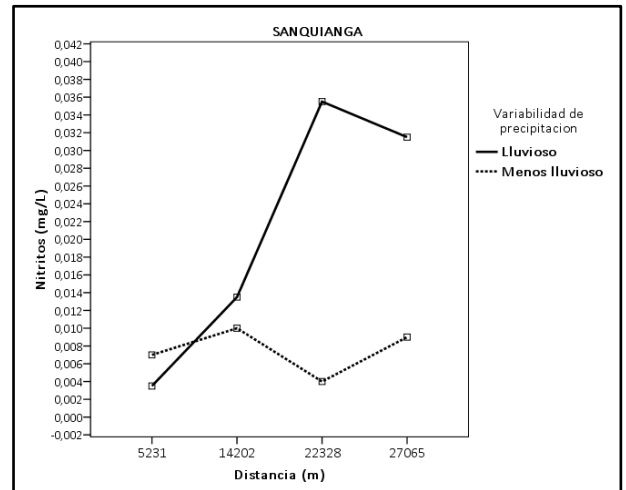
<sup>79</sup>MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p 53.

### 7.3.9. Nitritos.

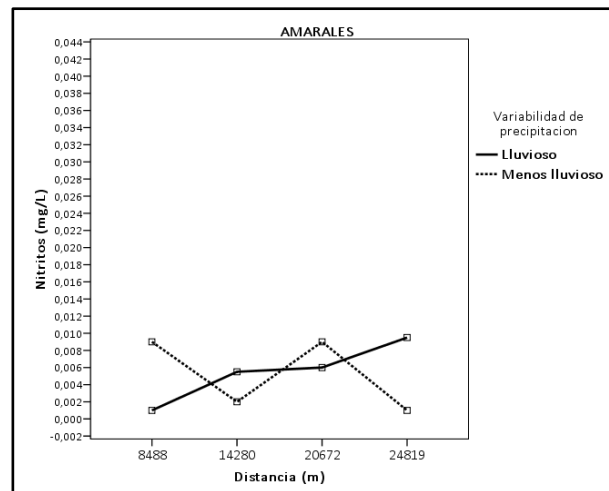
En las gráficas 49, 50 y 51, se presentan valores medios de nitritos para las diferentes bocanas en función de los periodos de precipitación.



Gráfica 49: Guascama Nitritos vs distancia.



Gráfica 50: Sanquianga Nitritos vs distancia.



Gráfica 51: Amarales Nitritos vs distancia.

En estos datos no se registra una variación significativa ( $p > 0,05$ , ver tabla 24) en las diferentes bocanas en función de periodos de precipitación y ubicación de la estación (ver Anexo del I al Q). Salvo el reportado en Sanquianga en la estación 28-G, que es de 0,036mg/L en periodo lluvioso que figura como el más alto en referencia de los demás. Los nitritos son el producto de transición en el ciclo de oxidación-reducción del nitrógeno y en referencia con los nitratos, son menormente solubles e inestables en agua, lo cual permite dilucidar la alta concentración presente en Sanquianga, este aumento particular puede ser

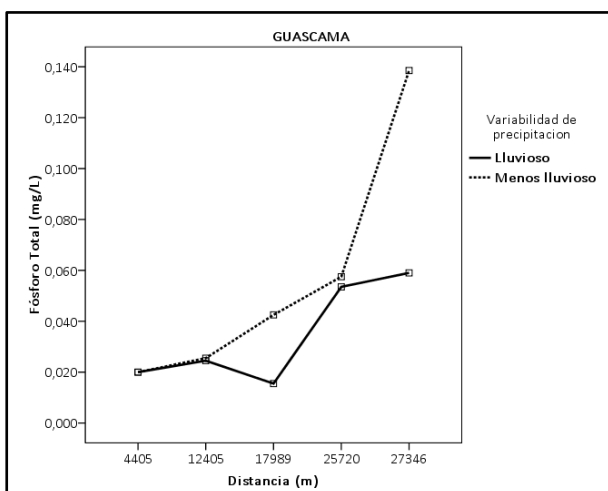
causado en el máximo fondo fotosintético, donde se da la oxidación del amoniaco a nitrito y en parte por la reducción del nitrato a nitrito por acción del fitoplancton<sup>80</sup>.

**Tabla 24:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) de los nitritos para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.

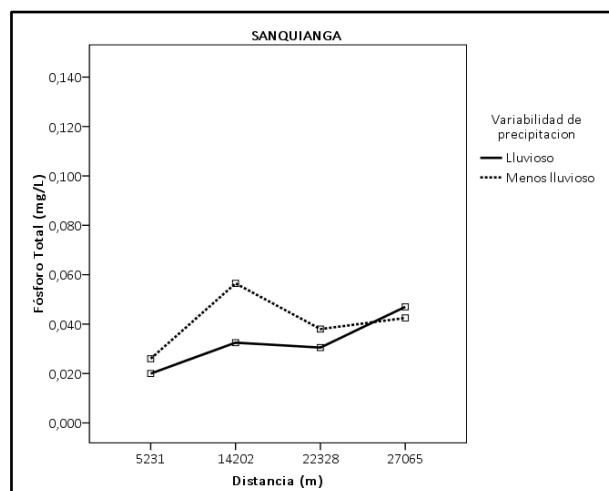
VARIABLE FISICOQUIMICA	BOCANAS	EN FUNCION DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION	EN FUNCION DE LA UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)
NITRITOS	<i>Guascama</i>	0,682	0,853
	<i>Sanquianga</i>	0,1	0,183
	<i>Amarales</i>	0,922	0,713

### 7.3.10. Fósforo total.

Las gráficas 52, 53 y 54 presentan valores promedio de fósforo total para las diferentes bocanas en periodo lluvioso y menos lluvioso en función de la distancia.

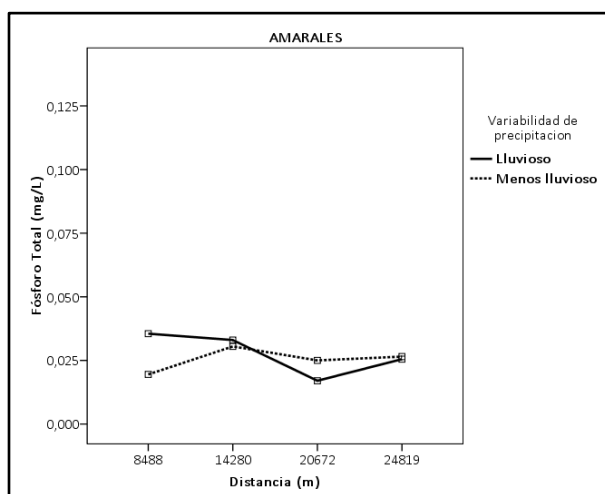


**Gráfica 52:** Guascama Fósforo total vs Distancia.



**Gráfica 53:** Sanquianga Fósforo total vs Distancia.

<sup>80</sup>MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p 53.



**Gráfica 54:** Amarales Fósforo total vs Distancia.

En las bocanas de Sanquianga y Amarales no hubo una diferencia significativa ( $p > 0,05$ , ver tabla 25) en función de la precipitación y ubicación de las estaciones. No así para Guascama, que registro una diferencia significativa ( $p = 0,003$ ) en el punto D, referente a los demás puntos de la misma bocana. Este se reporta como el valor más alto de fósforo total (0,14mg/L) en el periodo menos lluvioso. En la gráfica 52 se observa una relación inversa entre la posible población de organismos planctónicos y el fósforo total, el efecto tal vez corresponda a la influencia de las actividades derivadas de asentamiento humanos cercanos a este estuario, otra posible causa quizás sea la alta tasa de mortalidad de estos microorganismos, según Chávez<sup>81</sup>, el fósforo fijado por estos, es devuelto al agua de mar por su muerte o por sus altas excreciones. Anexo I, J y K.

**Tabla 25:** Resultados de las Anovas de un factor (Valores p) del fósforo total para las bocanas en función de la variabilidad de precipitación y ubicación de la estación.

VARIABLE FISCOQUIMICA	BOCANAS	EN FUNCION DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACION	EN FUNCION DE LA UBICACION DE LAS ESTACIONES (DUNCAN)
FÓSFORO TOTAL	<i>Guascama</i>	1,838	0,003
	<i>Sanquianga</i>	0,490	0,530
	<i>Amarales</i>	0,784	0,863

<sup>81</sup>CHÁVEZ, Guillermo. Elementos de Oceanografía. México: Compañía Editorial Continental. S.A. 1975. p. 90.

### 7.3.11. Fosfatos.

La cuantificación de fosfatos mostró valores por debajo del límite de detección del método de medición empleado (0,007-0,2 mg / L de  $\text{PO}_4^{-3}$ ). El ácido fosfórico es un ácido triprótico que presenta tres constantes de acidez,  $K_{a1}= 7,25 \times 10^{-3}$ ,  $K_{a2}= 6.31 \times 10^{-8}$  y  $K_{a3}= 3.98 \times 10^{-13}$  para  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{HPO}_4^{2-}$  respectivamente; como ya se ha mostrado anteriormente el pH de cada una de las bocanas oscilo entre los valores aproximados de 7,6-8,1 unidades, indicando así que la especie presente en cada una de las bocanas es fosfato monoacido ( $\text{HPO}_4^{2-}$  con  $\text{pKa}=7,2$ ). Los valores reportados en aguas de mar de esta especie se encuentra en el rango de  $1 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-3}$  ppm<sup>82</sup>. De este modo, es posible deducir que la presencia de población alta de Fitoplancton implica una baja concentración de fosfatos indicando así un control biológico por estas especies<sup>83</sup>.

---

<sup>82</sup>MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. p 53.

<sup>83</sup>PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacifico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 21.

## 8. CONCLUSIONES

En el estudio de los parámetros fisicoquímicos realizado al delta del Río Patía se realza su importancia dadas las dinámicas en este sistema estuarino tropical, los flujos de energía y diferentes formas que centraliza el comportamiento de los manglares del Parque Nacional Natural Sanquianga en el Pacífico Colombiano.

Los parámetros fisicoquímicos en su gran mayoría presentan homogeneidad; lo que permite evidenciar el comportamiento equidinámico del ecosistema, luego se hace necesario analizar variaciones de estos en función de periodos de precipitación, ubicación de las estaciones y estratos; los que a su vez se consideran como indicadores de calidad de aguas naturales. De este modo, la temperatura, que si bien no presento gran cambio entre las bocanas, se demarca un tenue cambio en pocos grados, (Amarales con  $28 (\pm 0.59)$  °C siendo el valor más alto respecto al general de los datos), esto quizás por las características compartidas del ecosistema, las fluctuaciones mareales y su ecología en cada una de las bocanas. La salinidad presenta un poco más de divergencia, así los resultados arrojados por Amarales se presentan como los más altos (22,1 ( $\pm 10,4$ ) ppm) referente a los de las demás bocanas. Tal comportamiento en la concentración de sales en las aguas puede tener una estrecha relación con la precipitación, la poca disponibilidad de canales distributarios que alimentan el estuario e indiscutiblemente con las variaciones mareales, pues al ser alta, esta adentra más agua hacia el estuario. Los datos arrojados por Guascama muestran diferencias significativas en referencia a la ubicación de las estaciones, del mismo modo se identificaron dos láminas de agua (dulce en la superficie y salada en el fondo) por la intrusión salina del mar, también un gradiente de salinidad aumentando desde el interior de la bocana (estación D) hacia el exterior (estación 28-5). Si bien estas variaciones no pudieran presentar mayor relevancia, podemos resaltar este cambio en términos de la estructura ecológica y funcional del paisaje en las bocanas. La profundidad es relativamente homogénea y al resaltar las tenues diferencias se caracteriza la capacidad de arrastre de los afluentes que alimentan las bocanas.

La transparencia presento diferencias significativas en Guascama (estación 28-5) en función de la ubicación y Amarales (estación A) en función de la precipitación con valores relativamente altos (2,6 m y 2,0 m respectivamente) en comparación con la otra bocana, lo que evidencia un estado oligotrófico para Amarales, teniendo en cuenta la homología permitida, dado que los estudios de Roldan se referencian para ecosistemas leníticos. Esta conducta tiene directa relación con los sólidos suspendidos totales en el cuerpo de agua que del mismo modo evidencia la quietud del agua en Amarales ya que por este canal es poca la influencia de agua dulce que baja produciendo poca agitación en el cuerpo total del agua siendo sus únicos movimientos los producidos por el oleaje y los

mareales. Las concentraciones de sólidos suspendidos totales en Sanquianga (estación 28-E con 120 mg/L) son altos, lo que le confiere diferencia significativa en función de la precipitación respecto a las demás bocanas. Este comportamiento obedece a la dinámica mareal, a la influencia de canales que arrastran partículas en suspensión.

La tendencia del pH fue de tipo neutro-alcalino para las bocanas ya que no presentaron mayor variación en cuanto a la ubicación de las estaciones ni al estrato pero si hubo diferencias significativas respecto a la precipitación en Guascama, el valor más bajo fue en la estación C con 7,25 unidades en el estrato fondo en el periodo menos lluvioso. Estas variaciones de pH pueden atribuirse a los cambios de marea, bajas precipitaciones también a la formación de partículas en suspensión conformadas por arcilla que aportan un carácter alcalino al agua estuarina. Se presentaron fluctuaciones del oxígeno disuelto en este sistema con respecto a la ubicación de las estaciones en las bocanas, en la zona exterior (mar abierto) se registró variaciones con concentraciones de oxígeno disuelto de 7,9; 7,6 y 7,7 mg/L para las estaciones 28-5, 28-1 y 28-A respectivamente, debido a la influencia mareal y factores ambientales; diferente a la zona interior del estuario con niveles bajos de oxígeno; indicando así, que existe un gradiente de concentración de oxígeno disuelto descendente del exterior al interior de cada bocana.

En función de la precipitación y los estratos no hubo diferencias significativas en la concentraciones de nitrógeno total para las tres bocanas, no así en relación a la ubicación de las estaciones ya que si se pudieron registrar algunas variantes a resaltar, así, en Amarales en la estación 28-A (mar abierto) la concentración fue de 0,027 ( $\pm 0,008$ ) mg/L, siendo este el más bajo en comparación con las demás estaciones. Este valor es bajo en relación a las demás bocanas y puede darse por el alto consumo de nitrógeno por parte de los microorganismos que actúan en este ciclo (microorganismos nitrificantes), también se puede atribuir esto a los sedimentos y arrastre por parte de la escorrentía.

El nitrógeno amoniacal no presento diferencias significativas en función de la precipitación, ubicación y sus estratos en las bocanas; Sanquianga, en la estación 28-G se registra un pico en la concentración evidente (0,030mg/L) para el periodo lluvioso, tal pico puede tener relación con la alta amonificación como también la posible presencia de un reservorio de materia orgánica.

El nitrato no registra valores de concentración con diferencias significativas en cuanto a las bocanas de Amarales y Sanquianga pero son valores relativamente altos, esto quizás a la presencia de asentamientos humanos, aguas arriba que serían vertientes de residuos acuosos con alta carga de este componente. Guascama, registra un valor de 0,45mg/L que es un poco más alto en referencia a los de las otras bocanas. Este muy posiblemente por las escorrentías que a su vez



pueden traer carga orgánica, también a la eutrofización que se caracteriza por la alta presencia de algas.

Para el caso de los nitritos podemos tener unas concentraciones homogéneas para Guascama y Amarales, donde sus valores son igualmente bajos, no así en Sanquianga registramos valores mucho más altos de 0,036 mg/L para la estación 28-G en periodo lluvioso, esto, muy posiblemente corresponda a la densa población de fitoplancton, pues estos son importantes asimiladores de nitrato y amonio, lo que conlleva a la excreción de nitritos.

El fósforo total tuvo diferencias significativas respecto a la ubicación de las estaciones para Guascama en la estación D con una concentración de 0,14 mg /L en el periodo menos lluvioso, no así en Amarales y Sanquianga. La concentración de fósforo en Guascama puede tener relación con la poca pluviosidad, pues no hay dilución, así también se puede inferir que esta estación actúa como reservorio temporal de este aporte de nutriente, lo que permite que los niveles de productividad sean mayores bajo el punto de vista fisicoquímico y biológico.

Los fosfatos no se pudieron cuantificar debido a que mostro valores por debajo del límite detención del método empleado (0,007-0,2 mg / L de  $\text{PO}_4^{-3}$ ). Estos son extremadamente reactivos e interactúan con muchos cationes para formar especialmente bajo condiciones oxidantes compuestos insolubles q se precipitan así es posible deducir que la prominente presencia de Fitoplancton conlleva una baja concentración de fosfatos indicando de este modo un biocontrol a cargo de estas especies.

Se obtuvo dos correlaciones altamente significativas, la primera se dio de manera positiva entre la precipitación y variables como la transparencia y nitratos para la bocana de Sanquianga. Esta relación es de tipo directa, posiblemente se deba al aumento del volumen de agua por lluvias generando una dilución y por tanto una baja turbidez permitiendo la penetración de luz favorable para procesos productivos en algas, así mismo, la concentración de nitratos que es alta en relación a Amarales y Guascama, puede obedecer al arrastre y descarga de minerales del Río Patía. En guascama, la segunda correlación es, entre la precipitación, el fósforo total y nitrato, esta es directa respecto al nitrato e indirectamente para fósforo total. El comportamiento de estas concentraciones de nitrato puede ocurrir de igual forma y por las mismas causas en Guascama. En referencia al fósforo, la disminución se hace evidente en función del aumento de la pluviosidad, lo que permite su dilución.

En general se observó que todas las variables tuvieron un comportamiento en función de un gradiente siendo menor en los puntos internos y siendo mayor en los puntos externos para cada una de las bocanas.

## 9. RECOMENDACIONES

Para estudios posteriores se recomienda ser más estricto con la escogencia del periodo de muestreo, el ciclo mareal y el régimen pluviométrico, incluyendo épocas lluviosas y menos lluviosas, debido a que es de gran importancia el flujo de las mareas ya que puede influir en los resultados de los parámetros fisicoquímicos.

Se recomienda que para la determinación de fosfatos se deba seguir un método cuyo rango de detección sea menor a 0,007 mg/L para estudios posteriores.

Del mismo modo de acuerdo al análisis geoestadísticos no se encuentra variabilidad espacial y se recomienda para próximos estudios tomar una zona piloto más pequeña e incrementar la intensidad de muestreo.

Es importante que estos estudios sean contrapuestos con variables biológicas con el fin de poder entender mejor la dinámica de estos ecosistemas estuarinos, a través de variables como la clorofila utilizando para su determinación equipos de campo portables.

Ampliar el estudio con variables de cobre, cromo, mercurio, plomo, hidrocarburos y detergentes con el fin de entender la dinámica de toxicidad y la acción antrópica en estas aguas y determinar DBO y DQO, pues dada la dificultad y accesibilidad a la zona, en este estudio no se realizó.

## BIBLIOGRAFIA

APHA. American Public Health Association, AWWA. American Water Works Association y WPCF. Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 ed. España: Edición Díaz de Santos S.A, 1992. Parte: 2520, 2540, 2550, 4500-H, 4500-N, 4500- NH3, 4500- NO2, 4500- NO3, 4500- NORG, 4500-O y 4500-P.

BRUGNOLI, O. E. y MORALES, R. A. Parámetros físico-químicos de la columna de agua, en la zona de Punta Morales, Golfo de Nicoya, durante un evento “El Niño”. En: Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos .1999. Vol. 6. p. 52-57.

CASPERS, H. Estuaries: Analysis of defenitions and biological considerations. En: Estuaries, G.S. Lauff (Ed.). Washington: American Association for the Advancement of Sciencie, publ. 83, 1967. p. 6-8.

CHÁVEZ, Guillermo. Elementos de Oceanografía. México: Compañía Editorial Continental. S.A. 1975. p. 90.

COLOMBIA. DEFENSORIA DEL PUEBLO. Informe defensorial: Canal Naranja. Impactos y situación actual. Bogotá D.C., 2009. p. 2.

COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEREOLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno el Niño en Colombia. Bogotá D. C: IDEAM, 2002. p. 14 - 19.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 55 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Parque Nacional Natural Sanquianga: Plan de manejo. Versión institucional. Bogotá D. C: UAESPNN, 2005-2009. 299 p.

DAVID-RUALES, C. A, ORTIZ, H., VASQUEZ, G. L., PÉREZ, M. C. y PERAFÁN, N. Y. Identificación del nivel trófico y determinación de estadios de madurez gonádica en la especie íctica *Rhamdia wagnerii* (Gunther, 1868) en el río Patía, Departamento del Cauca, Colombia. En: Unicauca Ciencia, Diciembre, 1999. Vol. 4. p. 34, 35. ISSN: 0122-6037.

DEL VALLE, Jorge Ignacio. Anotación sobre el clima de los Bosques del Guandal del delta del Río Patía. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 1994. Vol. 47. No. (1 y 2). p. 145-159.

DEL VALLE, Jorge Ignacio. Los Bosques del Guandal del delta del Río Patía. En: Revista Académica De Ciencias Colombia. 1996. Vol. 20. p. 475-489. ISSN 0370 – 3908.

GIDHAGEN, L. Introducción a la Oceanografía Física y Química. Universidad del Valle, Cali. Sección de Biología Marina, 1981. 237 p.

LINSLEY, Ray, KOHLER, Max y PAULHUS, Joseph. Hidrología Para Ingenieros. Madrid: Ediciones del Castillo S. A., 1967. p. 47.

MC. DONALD, J. E. A Note on the Precision of Estimation of Missing Precipitation Data. En: Transaction, American Geophysical Union, Octubre, 1957. Vol. 38. p. 657 – 661.

MEADOWS, P. S. y CAMPBELL, J.I. Introducción a la ciencia del mar. Zaragoza - España. Acribia editorial, 1981. 207 p.

NOAA. Changes to the Oceanic Niño Index (ONI). [en línea]. [Citado el 22 de mayo del 2014]. Disponible en internet: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

PARRA, Adriana y RESTREPO, Juan. El Colapso Ambiental En El Río Patía, Colombia: Variaciones Morfológicas y Alteraciones En Los Ecosistemas De Manglar. En: Latin American Journal of Aquatic Research. Marzo, 2014. Vol. 42, N° 1. 50 – 60. p.

PARRA, Luís Norberto y JARAMILLO, Alexis. GEOMORPHOLOGY OF THE REGION OF THE PATIA. En: Revista ambiental agua, aire y suelo, 2006. Vol. 1. p. 3–12. ISSN 1900 – 9178.

PAULHUS, J. L. H. y KOHLER M. A., Interpolation of Missing Precipitation Records. En: Monthly Weather Rev. Agosto, 1952. Vol. 80. p. 129-133.

POFF, N. Leroy, BLEDSOE, Brian P. y CUHACIYAN, Christopher O. Hydrologic variation with land use across the contiguous United States: Geomorphic and ecological consequences for stream ecosystems. En: Science Direct. Agosto, 2006. Vol. 79. p. 264 – 285.

PRAHL, H. Von, CANTERA, Jaime R. y CONTRERAS, Rafael. Manglares y Hombres del Pacífico colombiano. Colombia: Editorial Presencia, 1990. p. 17-35.

PRITCHARD, D. W. Observations of circulation in coastal plain estuaries. En: Estuaries, G.S. Lauff (Ed.). Washington: American Association for the Advancement of Science, publ. 83, 1967. p. 37-44.

RAMÍREZ, A. y VIÑA, G. Limnología colombiana. Aporte a su conocimiento y estadísticas de análisis. Bogotá: Panamericana, 1998. p. 13.

RESTREPO, Juan D. y CANTERA, Jaime R. Desvío de descarga en el delta del río Patía, Pacífico colombiano: geomórfica y las consecuencias ecológicas de los ecosistemas de manglar. En: Science Direct. Octubre, 2013. Vol. 46. p. 183-198.

ROLDAN P., Gabriel. Fundamentos de Limniología Neotropical. 2 ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2008. p. 30

TOLEDO, A. P., TALARICO, M., CHINEZ, S.J y AGUDO, E. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. En: XIX Congresso Interamericano de Engenharia e ambiental. Camboriú.1983.

VÁSQUEZ Z., G. L., RAMIREZ L., J. C., ROMERO T., I. C., PEÑA S., E. J., CANTERA K., J. R. Caracterización de la calidad del agua del estuario del Rio Dagua, Bahía de Buenaventura, departamento del Valle del Cauca, Colombia. En: Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar: los retos de las ciencias del mar en Latinoamérica y el Caribe en el siglo XXI (9: 16-20, septiembre, 2001: San Andres). Resúmenes IX Colacmar. Colombia.Universidad nacional de Colombia, 2001. 485 p. ISSN: 9587010787, 9789587010787.

## ANEXOS

### Anexo A. Información pluviométrica de la estación Mosquera – Nariño (1984-2013)

I D E A M INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS  
AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL  
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO:2014/05/26 ESTACION:53010020MOSQUERA  
LATITUD 0230 N FECHA INSTALACION1983-SEP ELEVACION 0010 m.s.n.m  
LONGITUD 7827 W ENTIDAD 01 IDEAM REGIONAL 07 NARIÑO-CAUCA  
TIPO EST PM MUNICIPIO MOSQUERA CORRIENTE GUASCAMA  
DEPTO NARIÑO FECHA-SUSPENSION

**Tabla 26:** Base de datos de la estación Mosquera – Nariño (1984-2013) proporcionada por el IDEAM.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Vr anual
1984	451,9	333,2	449,2	385,1	454,6	544,1	330,1	239,9	400,9	189,7	461,3	581,0	4821,0
1985	128,5	123,8	12,8	46,2	499,1	404,9	126,7	298,7	130,3	209,7	334,4	617,2	2932,3
1986	699,7	35,3	379,3	206,0	134,8	264,3	60,2	159,0	156,5	503,4	318,6	269,4	3186,5
1987	152,2	120,8	395,9	525,8	566,9	162,4	166,9	51,5	68,7	327,2	210,8	82,9	2832,0
1988	266,9	303,6	95,7	214,2	577,7	610,0	170,9	95,3	282,2	181,1	103,8	111,8	3013,2
1989	376,4	245,1	0,0	156,3	255,0	332,3	192,9	181,6	211,9	333,8	36,3	285,2	2606,8
1990	200,2	213,3	111,8	198,4	363,8	293,6	519,8	28,5	83,7	224,9	17,4	20,3	2275,7
1991	438,0	191,5	237,6	394,9	252,2	249,5	320,7	87,4	272,7	229,0	106,3	357,8	3137,6
1992	439,6	162,5	207,1	494,3	661,9	355,7	142,5	415,9	296,9	118,1	293,0	225,7	3813,2
1993	460,8	163,9	104,5	364,3	608,5	227,3	373,9	324,5	368,6	283,8	289,4	131,1	3700,6
1994	587,5	114,1	67,7	364,2	589,0	311,3	129,6	69,5	149,4	203,0	278,4	295,1	3158,8
1995	602,5	166,6	22,2	354,8	589,3	709,2	461,0	385,3	109,4	614,6	186,5	449,0	4650,4
1996	393,7	304,2	58,4	304,4	598,3	235,5	165,5	77,3	86,9	248,3	78,1	409,8	2960,4
1997	532,6	502,4	154,6	247,9	260,9	439,7	119,5	122,7	489,7	683,0	598,9	222,5	4374,4
1998	393,5	294,5	361,1	665,5	175,5	300,5	570,6	418,7	466,3	176,0	242,2	237,4	4301,8
1999	336,1	506,1	342,3	334,4	432,5	578,5	126,2	120,1	617,6	176,6	563,6	452,7	4586,7
2000	545,7	564,7	363,8	166,5	751,4	335,3	460,2	122,0	199,4	154,0	187,5	426,2	4276,7
2001	305,9	141,1	16,6	363,4	306,6	348,9	198,7	13,0	226,3	89,3	213,5	213,8	2437,1
2002	335,9	217,6	130,2	382,1	291,8	233,5	241,9	12,1	190,6	308,7	319,9	237,7	2902,0
2003	268,3	80,7	214,3	405,8	582,1	586,3	58,6	280,1	258,2	411,9	404,9	94,7	3645,9
2004	198,9	220,7	124,7	125,5	585,5	108,2	480,2	59,4	462,3	186,4	315,9	139,3	3007,0
2005	443,1	157,6	432,4	580,0	598,6	153,7	9,9	14,5	134,8	315,1	738,9	647,4	4226,0
2006	733,6	917,0	53,0	103,5	283,2	297,4	147,2	134,6	810,7	500,7	1256,0	58,1	5295,0
2007	432,3	83,7	211,8	575,3	1197,0	686,8	171,3	402,1	233,6	405,6	193,8	605,3	5198,6
2008	700,0	317,0	332,4	264,8	333,1	542,5	425,5	549,4	223,4	399,0	178,4	236,2	4501,7
2009	544,9	392,1	153,9	232,0	137,7	195,6	248,1	374,7	168,6	189,6	306,3	201,4	3144,9
2010	141,5	268,3	380,7	205,8	254,0	637,8	608,5	212,2	279,5	188,5	1131,0	629,0	4936,8
2011	489,3	454,3	46,7	101,2	167,4	560,6	762,8	193,0	230,2	472,8	26,6	299,7	3804,6
2012	524,9	201,0	185,6	453,4	306,4	254,1	264,4		34,1	245,3	118,4		2588,0
2013	282,7	68,1	297,3		587,5	154,9	29,0	267,8	112,1	432,7	143,3	150,4	2525,8
<b>Medios</b>	411	270,9	198,1	317,8	446,7	370,5	269,4	190,4	264,2	306,1	324,9	301,6	3671,6
<b>Máximos</b>	733,6	917	449,2	665,5	1197	709,2	762,8	549,4	810,7	683	1256	647,4	1256
<b>Mínimos</b>	128,5	35,3	0	46,2	134,8	108,2	9,9	0,4	34,1	89,3	17,4	20,3	0

## Anexo B. Información pluviométrica de la estación El Charco – Nariño (1984-2013)

IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS  
 AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL  
 VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO: 2014/04/25 ESTACION: 53020010 EL CHARCO  
 FECHA-INSTALACION 1983-  
 LATITUD 0226 N SEP ELEVACION 0010 m.s.n.m  
 LONGITUD 7805 W ENTIDAD 01 IDEAM REGIONAL 07 NARIÑO-CAUCA  
 TIPO EST PM MUNICIPIO EL CHARCO CORRIENTE TAPAJE  
 DEPTO NARIÑO FECHA-SUSPENSION

**Tabla 27:** Base de datos de la estación El Charco – Nariño (1984-2013) proporcionada por el IDEAM.

Año	Enero	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Vr anual
1984	170,8	346,9	435,2	331,5	416,7	669,8	153,9	198,4	494,7	268,9	277,0	305,2	4069,0
1985	222,4	173,2	113,6	148,6	497,5	280,0	147,1	204,3	193,4	45,9	162,1	359,1	2547,2
1986	535,1	180,8	305,5	228,3	204,3	197,1	164,0	211,5	160,6	250,8	346,9	137,9	2922,8
1987	233,7	87,1	48,1	498,6	349,0	224,6	368,9	227,5	311,9	324,0	284,5	239,5	3197,4
1988	260,8	359,2	75,4	415,4	158,1	234,9	226,2	265,6	156,0	83,5	269,3	202,0	2706,4
1989	540,4	89,3	28,8	142,3	280,1	473,6	221,9	186,1	459,9	219,2	157,4	354,6	3153,6
1990	287,9	577,8	464,5	247,4	309,3	163,7	402,2	90,0	434,2	306,0	121,4	173,3	3577,7
1991	454,1	167,6	212,8	372,2	52,3	469,9	225,6	159,7	184,1	141,2	80,0	88,3	2607,8
1992	357,3	407,5	466,4	520,9	425,0	278,0	146,0	252,0	342,0	200,0	332,0	189,0	3916,1
1993	166,0	182,0	334,0	261,0	312,0	45,2	129,3	219,0	189,0	317,0	192,0	172,0	2518,5
1994	396,0	231,0	278,0	434,0	559,0	283,0	116,0	233,0	215,0	156,0	146,0	325,0	3372,0
1995	235,0	102,0	193,0	422,0	771,0	509,0	444,0	320,0	202,0	451,0	322,0	307,0	4278,0
1996	442,0	265,0	140,0	298,0	711,0	315,0	242,0	164,0	348,0	186,0	105,0	235,0	3451,0
1997	385,0	522,0	39,0	228,0	359,0	232,3		190,0	386,0	559,0	350,0	194,0	3444,3
1998	192,0	165,0	511,0	615,0	263,0	225,0	808,0	441,1	363,0	197,0	129,0	231,0	4140,1
1999	309,0	267,0	359,0	487,0	402,4	584,0	140,0	172,0	455,0	343,0	266,0	148,0	3932,4
2000	172,0	234,0	304,0	237,0	493,0	272,0	201,0	227,0	241,0	142,0	109,0	57,0	2689,0
2001	326,0	189,0	132,0	374,0	381,3	366,0	280,0	115,0	330,0	135,0	247,0	253,0	3128,3
2002	362,0	301,0	174,0	314,0	309,0	166,0	294,0	67,0	293,0	362,0	457,0	423,0	3522,0
2003	621,0	256,0	218,0	435,0	740,0	487,0	180,0	326,0	186,0	443,0	495,0	375,0	4762,0
2004	274,0	313,0	402,0	392,0	455,0	236,0	218,0	128,0	379,0	293,4	181,0	106,0	3377,4
2005	381,3	188,0	488,0	485,0	227,0	279,0	161,0	175,0	175,0	142,4	228,0	337,0	3266,7
2006	291,0	369,0	126,0	358,0	251,0	288,0	95,0	277,0	292,0	282,0	503,0	261,0	3393,0
2007	443,0	222,0	520,0	335,0	700,0	693,0	332,0	419,0	144,5	234,0	185,0	341,0	4568,5
2008	582,3	431,0	345,0	364,0	554,0	671,0	522,0	471,9	314,0	467,0	115,0	250,0	5087,2
2009	516,0	340,0	179,0	241,0	176,0	258,0	311,0	474,0	123,0	205,0	254,0	494,0	3571,0
2010	262,0	547,0	350,0	374,0	299,0	760,0	470,0	502,0	305,0				3869,0
2011	541,0	30,0	414,0	*									985,0
2012								169,0	140,0	355,0	318,0	365,0	1347,0
2013	783,0	146,0	322,0	502,0	529,0	227,0	146,0	271,0					2926,0
<b>Medios</b>	370,4	265,2	275,1	359,3	399,4	353,1	264,6	246,8	285,6	268,8	251,0	254,2	3593,6
<b>Máximos</b>	783,0	577,8	520,0	615,0	771,0	760,0	808,0	502,0	494,7	559,0	503,0	494,0	808,0
<b>Mínimos</b>	166,0	30,0	28,8	142,3	52,3	45,2	95,0	67,0	123,0	45,9	80,0	57,0	28,8

**Anexo C. Valores de precipitación calculados para los meses de Diciembre, Agosto del 2012 y abril 2013 para completar la serie (1984-2013) de la estación de Mosquera (Nariño)**

**Tabla 28:**Valores de precipitación calculados para los meses de Diciembre, Agosto del 2012 y Abril del 2013.

AÑOS	Diciembre 2012		Agosto 2012		Abril 2013	
	MOSQUERA	CHARCO	MOSQUERA	CHARCO	MOSQUERA	CHARCO
1984	581,0	305,2	239,9	198,4	385,1	331,5
1985	617,2	359,1	298,7	204,3	46,2	148,6
1986	269,4	137,9	159,0	211,5	206,0	228,3
1987	82,9	239,5	51,5	227,5	525,8	498,6
1988	111,8	202,0	95,3	265,6	214,2	415,4
1989	285,2	354,6	181,6	186,1	156,3	142,3
1990	20,3	173,3	28,5	90,0	198,4	247,4
1991	357,8	88,3	87,4	159,7	394,9	372,2
1992	225,7	189,0	415,9	252,0	494,3	520,9
1993	131,1	172,0	324,5	219,0	364,3	261,0
1994	295,1	325,0	69,5	233,0	364,2	434,0
1995	449,0	307,0	385,3	320,0	354,8	422,0
1996	409,8	235,0	77,3	164,0	304,4	298,0
1997	222,5	194,0	122,7	190,0	247,9	228,0
1998	237,4	231,0	418,7	441,1	665,5	615,0
1999	452,7	148,0	120,1	172,0	334,4	487,0
2000	426,2	57,0	122,0	227,0	166,5	237,0
2001	213,8	253,0	13,0	115,0	363,4	374,0
2002	237,7	423,0	12,1	67,0	382,1	314,0
2003	94,7	375,0	280,1	326,0	405,8	435,0
2004	139,3	106,0	59,4	128,0	125,5	392,0
2005	647,4	337,0	14,5	175,0	580,0	485,0
2006	58,1	261,0	134,6	277,0	103,5	358,0
2007	605,3	341,0	402,1	419,0	575,3	335,0
2008	236,2	250,0	549,4	471,9	264,8	364,0
2009	201,4	494,0	374,7	474,0	232,0	241,0
2010			212,2	502,0	205,8	374,0
Media anual	292,7	252,2	194,4	248,7	320,8	354,0
Precipitación (mm)		423,5		132,1		454,9



## Anexo D. Serie de datos completa para la estación de Mosquera Nariño.

**Tabla 29:** Serie de datos (1984-2013) completa para Mosquera Nariño.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
1984	451,9	333,2	449,2	385,1	454,6	544,1	330,1	239,9	400,9	189,7	461,3	581,0	
1985	128,5	123,8	12,8	46,2	499,1	404,9	126,7	298,7	130,3	209,7	334,4	617,2	
1986	699,7	35,3	379,3	206,0	134,8	264,3	60,2	159,0	156,5	503,4	318,6	269,4	
1987	152,2	120,8	395,9	525,8	566,9	162,4	166,9	51,5	68,7	327,2	210,8	82,9	
1988	266,9	303,6	95,7	214,2	577,7	610,0	170,9	95,3	282,2	181,1	103,8	111,8	
1989	376,4	245,1	0,0	156,3	255,0	332,3	192,9	181,6	211,9	333,8	36,3	285,2	
1990	200,2	213,3	111,8	198,4	363,8	293,6	519,8	28,5	83,7	224,9	17,4	20,3	
1991	438,0	191,5	237,6	394,9	252,2	249,5	320,7	87,4	272,7	229,0	106,3	357,8	
1992	439,6	162,5	207,1	494,3	661,9	355,7	142,5	415,9	296,9	118,1	293,0	225,7	
1993	460,8	163,9	104,5	364,3	608,5	227,3	373,9	324,5	368,6	283,8	289,4	131,1	
1994	587,5	114,1	67,7	364,2	589,0	311,3	129,6	69,5	149,4	203,0	278,4	295,1	
1995	602,5	166,6	22,2	354,8	589,3	709,2	461,0	385,3	109,4	614,6	186,5	449,0	
1996	393,7	304,2	58,4	304,4	598,3	235,5	165,5	77,3	86,9	248,3	78,1	409,8	
1997	532,6	502,4	154,6	247,9	260,9	439,7	119,5	122,7	489,7	683,0	598,9	222,5	
1998	393,5	294,5	361,1	665,5	175,5	300,5	570,6	418,7	466,3	176,0	242,2	237,4	
1999	336,1	506,1	342,3	334,4	432,5	578,5	126,2	120,1	617,6	176,6	563,6	452,7	
2000	545,7	564,7	363,8	166,5	751,4	335,3	460,2	122,0	199,4	154,0	187,5	426,2	
2001	305,9	141,1	16,6	363,4	306,6	348,9	198,7	13,0	226,3	89,3	213,5	213,8	
2002	335,9	217,6	130,2	382,1	291,8	233,5	241,9	12,1	190,6	308,7	319,9	237,7	
2003	268,3	80,7	214,3	405,8	582,1	586,3	58,6	280,1	258,2	411,9	404,9	94,7	
2004	198,9	220,7	124,7	125,5	585,5	108,2	480,2	59,4	462,3	186,4	315,9	139,3	
2005	443,1	157,6	432,4	580,0	598,6	153,7	9,9	14,5	134,8	315,1	738,9	647,4	
2006	733,6	917,0	53,0	103,5	283,2	297,4	147,2	134,6	810,7	500,7	1256,0	58,1	
2007	432,3	83,7	211,8	575,3	1197,0	686,8	171,3	402,1	233,6	405,6	193,8	605,3	
2008	700,0	317,0	332,4	264,8	333,1	542,5	425,5	549,4	223,4	399,0	178,4	236,2	
2009	544,9	392,1	153,9	232,0	137,7	195,6	248,1	374,7	168,6	189,6	306,3	201,4	
2010	141,5	268,3	380,7	205,8	254,0	637,8	608,5	212,2	279,5	188,5	1131,0	629,0	
2011	489,3	454,3	46,7	101,2	167,4	560,6	762,8	193,0	230,2	472,8	26,6	299,7	
2012	524,9	201,0	185,6	453,4	306,4	254,1	264,4	132,1	34,1	245,3	118,4	423,5	
2013	282,7	68,1	297,3	454,9	587,5	154,9	29,0	267,8	112,1	432,7	143,3	150,4	<b>x ANUAL</b>
<b>X 2011</b>	<b>414,3</b>	<b>271,3</b>	<b>195,0</b>	<b>313,0</b>	<b>446,7</b>	<b>382,3</b>	<b>278,2</b>	<b>194,4</b>	<b>271,8</b>	<b>297,3</b>	<b>335,4</b>	<b>304,9</b>	<b>308,7</b>
<b>DESV</b>	169,6	187,0	146,1	158,5	233,2	175,1	191,6	150,5	171,8	151,2	296,9	186,1	
<b>CV</b>	0,41	0,69	0,75	0,51	0,52	0,46	0,69	0,77	0,63	0,51	0,89	0,61	

## Anexo E. Los cambios en el Índice de Oceanic Niño (ONI)

**DESCRIPTION:** Warm (red) and cold (blue) episodes based on a threshold of +/- 0.5 °C for the Oceanic Niño Index (ONI) [3 month running mean of ERSST.v3b SST anomalies in the Niño 3.4 region (5°N-5°S, 120°-170°W)], based on centered 30-year base periods updated every 5 years. For historical purposes cold and warm episodes (blue and red colored numbers) are defined when the threshold is met for a minimum of 5 consecutive over-lapping seasons.

**Tabla 30:** Registro de ONI para los años 1992-2014.

Año	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	HIJO	OND	NDJ
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.7	0.3	0.0	-0,2	-0,3	-0,2	0.0
1993	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2
1995	1.0	0.8	0.6	0.3	0.2	0.0	-0,2	-0,4	-0,7	-0,8	-0,9	-0,9
1996	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5
1997	-0,5	-0,4	-0,1	0.2	0.7	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4	2.3
1998	2.2	1.8	1.4	0.9	0.4	-0,2	-0,7	-1,0	-1,2	-1,3	-1,4	-1,5
1999	-1,5	-1,3	-1,0	-0,9	-0,9	-1,0	-1,0	-1,1	-1,1	-1,3	-1,5	-1,7
2000	-1,7	-1,5	-1,2	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,6	-0,8	-0,8
2001	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0.0	0.0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3
2002	-0,2	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.3
2003	1.1	0.8	0.4	0.0	-0,2	-0,1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
2004	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0,2	-0,5	-0,8
2006	-0,9	-0,7	-0,5	-0,3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.0
2007	0.7	0.3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8	-1,1	-1,2	-1,4
2008	-1,5	-1,5	-1,2	-0,9	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,5	-0,7
2009	-0,8	-0,7	-0,5	-0,2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.6
2010	1.6	1.3	1.0	0.6	0.1	-0,4	-0,9	-1,2	-1,4	-1,5	-1,5	-1,5
2011	-1,4	-1,2	-0,9	-0,6	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	-1,0
2012	-0,9	-0,6	-0,5	-0,3	-0,2	0.0	0.1	0.4	0.5	0.6	0.2	-0,3
2013	-0,6	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4
2014	-0,6	-0,6	-0,5									









## Anexo G. Tabla de datos promedios de las variables fisicoquímicas de las bocanas para los meses de muestreo con el registro de precipitación.

**Tabla 35:** Datos promedios de las variables fisicoquímicas para las diferentes bocanas en los meses muestreados con su respectiva precipitación.

Año	Mes	Precipitación (mms)	Temperatura Guascama (°C)	Temperatura Sanquianga (°C)	Temperatura Amarales (°C)	Salinidad Guascama (ppm)	Salinidad Sanquianga (ppm)	Salinidad Amarales (ppm)	Transparencia Guascama (m)	Transparencia Sanquianga (m)	Transparencia Amarales (m)	Profundidad de Guascama (m)	Profundidad de Sanquianga (m)	Profundidad de Amarales (m)
2012	Julio	264,4	28,1	27,2	28,8	22,2	22,4	26,5	1,7	1,4	2,2	18,6	7,0	12,3
2012	Noviembre	118,4	26,5	26,9	27,4	13,0	24,0	28,1	0,7	0,9	1,6	16,9	5,6	12,2
2013	Septiembre	112,1	26,7	28,0	27,9	15,6	13,3	19,9	1,0	0,8	1,4	18,1	7,1	11,8
2013	Diciembre	150,4	26,5	27,1	27,8	13,8	13,9	13,0	1,1	1,0	2,0	17,9	6,7	8,6
	<b>PROMEDIO</b>		27,0	27,3	28,0	16,2	18,4	21,9	1,1	1,0	1,8	17,9	6,6	11,2
	<b>DESVIACION</b>		0,79	0,49	0,59	4,18	5,59	6,90	0,39	0,27	0,36	0,70	0,67	1,75

Año	Mes	Precipitación (mm s)	pH Guascama	pH Sanquianga	pH Amarales	O2 disuelto Guascama (mg/l)	O2 disuelto Sanquianga (mg/l)	O2 disuelto Amarales (mg/l)	N total Guascama (mg/l)	N total Sanquianga (mg/l)	N total Amarales (mg/l)	N amoniacal Guascama (mg/l)	N amoniacal Sanquianga (mg/l)	N amoniacal Amarales (mg/l)
2012	Julio	264,4	8,0	7,7	8,0	7,1	6,8	6,8	0,046	0,030	0,043	0,016	0,019	0,008
2012	Noviembre	118,4	7,7	7,6	8,1	7,2	6,9	7,5	0,066	0,082	0,044			
2013	Septiembre	112,1	7,8	7,8	8,0	6,9	6,8	7,0	0,049	0,061	0,071	0,012	0,012	0,009
2013	Diciembre	150,4	8,1	8,0	8,1	7,4	6,9	7,1	0,060	0,066	0,072	0,025	0,027	0,012
	<b>PROMEDIO</b>		7,9	7,8	8,0	7,1	6,8	7,1	0,055	0,060	0,058	0,018	0,019	0,010
	<b>DESVIACION</b>		0,18	0,17	0,08	0,19	0,06	0,29	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,002

Año	Mes	Precipitación (mms)	Nitritos Guascama (mg/l)	Nitritos Sanquianga (mg/l)	Nitritos Amarales (mg/l)	Nitratos Guascama (mg/l)	Nitratos Sanquianga (mg/l)	Nitratos Amarales (mg/l)	Fósforo total Guascama (mg/l)	Fósforo total Sanquianga (mg/l)	Fósforo total Amarales (mg/l)	SST Guascama (mg/l)	SST Sanquianga (mg/l)	SST Amarales (mg/l)
2012	Julio	264,4	0,003	0,024	0,005	0,508	0,363	0,473	0,021	0,033	0,022	59,0	67,7	86
2012	Noviembre	118,4							0,057	0,056	0,042			
2013	Septiembre	112,1	0,004	0,008	0,006	0,083	0,103	0,193	0,056	0,026	0,009	77,8	93,2	94,25
2013	Diciembre	150,4	0,004	0,018	0,006	0,216	0,159	0,193	0,048	0,032	0,034	74,8	67,0	84,9
	<b>PROMEDIO</b>		0,004	0,017	0,005	0,269	0,208	0,286	0,046	0,037	0,027	70,6	76,0	88,4
	<b>DESVIACION</b>		0,0004	0,01	0,0001	0,22	0,14	0,16	0,02	0,01	0,01	10,12	14,96	5,11

**Anexo H. Correlación bivariada de Pearson entre la precipitación y las variables fisicoquímicas para cada bocana.**

**Tabla 36:** Matriz de Correlación de Pearson entre la precipitación y las variables fisicoquímicas para las bocanas.




## Anexo I. Anova de un factor bocana de Guascama en función del periodo de precipitación.

**Tabla 37:** Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov-Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de la precipitación.

		Temperatura superficial (° C)	Temperatura Medio (° C)	Temperatura Fondo (° C)	Salinidad superficial (ppm)	Salinidad medio (ppm)	Salinidad fondo (ppm)	Transparencia (m)	Profundidad de la estación (m)	pH superficial	pH medio	pH Fondo	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Oxígeno Disuelto fondo (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Nitrógeno Amoniaco (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
<b>N</b>		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	15	15	20	15
<b>Parámetros normales(a,b)</b>	<b>Media</b>	26,965	26,905	27,020	12,070	16,465	19,950	1,123	17,860	7,803	7,930	7,944	7,126	7,070	7,156	0,055	0,018	0,004	0,269	0,046	70,560
	<b>Desviación típica</b>	1,128	0,914	1,004	11,622	11,526	11,622	1,016	15,881	0,379	0,394	0,422	0,441	0,598	0,602	0,025	0,010	0,003	0,194	0,038	19,187
<b>Diferencias más extremas</b>	<b>Absoluta</b>	0,127	0,114	0,158	0,171	0,130	0,222	0,198	0,344	0,155	0,129	0,139	0,233	0,143	0,134	0,137	0,182	0,158	0,198	0,199	0,157
	<b>Positiva</b>	0,127	0,114	0,158	0,171	0,121	0,150	0,198	0,344	0,155	0,129	0,090	0,233	0,143	0,134	0,137	0,182	0,158	0,193	0,199	0,157
	<b>Negativa</b>	-0,070	-0,091	-0,068	-0,158	-0,130	-0,222	-0,157	-0,159	-0,124	-0,121	-0,139	-0,123	-0,112	-0,120	-0,128	-0,140	-0,094	-0,198	-0,150	-0,098
<b>Z de Kolmogorov-Smirnov</b>		0,570	0,511	0,706	0,763	0,583	0,994	0,885	1,539	0,694	0,578	0,624	1,040	0,641	0,597	0,613	0,706	0,611	0,768	0,891	0,608
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		0,902	0,956	0,701	0,605	0,886	0,276	0,413	0,018	0,722	0,892	0,831	0,230	0,806	0,868	0,847	0,702	0,850	0,597	0,405	0,854

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Tabla 38:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función del periodo de precipitación.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura superficial (° C)	1,508	1	18	0,235	pH Fondo	1,167	1	18	0,294
Temperatura Medio (° C)	0,231	1	18	0,637	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	0,007	1	18	0,936
Temperatura Fondo (° C)	0,192	1	18	0,667	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	0,635	1	18	0,436
Salinidad superficial (ppm)	2,284	1	18	0,148	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	0,814	1	18	0,379
Salinidad medio (ppm)	10,230	1	18	0,005	Nitrógeno total (mg/L)	2,799	1	18	0,112
Salinidad fondo (ppm)	16,069	1	18	0,001	Nitrógeno Amoniaco (mg/L)	7,041	1	13	0,020
Transparencia (m)	0,004	1	18	0,953	Nitritos (mg/L)	0,738	1	13	0,406
Profundidad de la estación (m)	0,128	1	18	0,724	Nitratos (mg/L)	8,360	1	13	0,013
pH superficial	0,008	1	18	0,930	Fósforo Total (mg/L)	2,023	1	18	0,172
pH medio	0,062	1	18	0,806	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	3,639	1	13	0,079

**Tabla 39:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función del periodo de la precipitación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura superficial (° C)	Inter-grupos	2,965	1	2,9652	2,515	0,130	pH Fondo	Inter-grupos	0,670	1	0,6702	4,451	0,049
	Intra-grupos	21,221	18	1,179				Intra-grupos	2,709	18	0,150		
	Total	24,186	19					Total	3,379	19			
Temperatura Medio (° C)	Inter-grupos	1,741	1	1,741	2,217	0,154	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Inter-grupos	0,058	1	0,058	0,289	0,598
	Intra-grupos	14,129	18	0,785				Intra-grupos	3,636	18	0,202		
	Total	15,870	19					Total	3,694	19			
Temperatura Fondo (° C)	Inter-grupos	2,450	1	2,450	2,640	0,122	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Inter-grupos	0,220	1	0,220	0,604	0,447
	Intra-grupos	16,702	18	0,928				Intra-grupos	6,567	18	0,365		
	Total	19,152	19					Total	6,788	19			
Salinidad superficial (ppm)	Inter-grupos	12,482	1	12,482	0,088	0,770	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Inter-grupos	0,227	1	0,227	0,612	0,444
	Intra-grupos	2.553,825	18	141,879				Intra-grupos	6,667	18	0,370		
	Total	2.566,307	19					Total	6,894	19			
Salinidad medio (ppm)	Inter-grupos	65,885	1	65,885	0,482	0,496	Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	0,153	0,700
	Intra-grupos	2.458,081	18	136,560				Intra-grupos	0,011	18	0,001		
	Total	2.523,966	19					Total	0,011	19			
Salinidad fondo (ppm)	Inter-grupos	175,232	1	175,232	1,319	0,266	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	2,876	0,114
	Intra-grupos	2.390,958	18	132,831				Intra-grupos	0,001	13	0,000		
	Total	2.566,190	19					Total	0,001	14			
Transparencia (m)	Inter-grupos	1,275	1	1,275	1,251	0,278	Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	0,175	0,682
	Intra-grupos	18,352	18	1,020				Intra-grupos	0,000	13	0,000		
	Total	19,627	19					Total	0,000	14			
Profundidad de la estación (m)	Inter-grupos	2,450	1	2,450	0,009	0,925	Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,259	1	0,259	12,556	0,004
	Intra-grupos	4.789,318	18	266,073				Intra-grupos	0,269	13	0,021		
	Total	4.791,768	19					Total	0,528	14			
pH superficial	Inter-grupos	0,130	1	0,130	0,899	0,356	Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,002	1	0,002	1,838	0,192
	Intra-grupos	2,595	18	0,144				Intra-grupos	0,024	18	0,001		
	Total	2,724	19					Total	0,027	19			
pH medio	Inter-grupos	0,655	1	0,655	5,135	0,036	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	397,488	1	397,488	1,086	0,316
	Intra-grupos	2,297	18	0,128				Intra-grupos	4.756,368	13	365,874		
	Total	2,952	19					Total	5.153,856	14			

## Anexo J. Anova de un factor bocana de Sanquianga en función del periodo de precipitación.

**Tabla 40:** Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de la precipitación.

		Temperatura superficial (° C)	Temperatura Medio (° C)	Temperatura Fondo (°C)	Salinidad superficial (ppm)	Salinidad medio (ppm)	Salinidad fondo (ppm)	Transparencia (m)	Profundidad de la estación (m)	pH superficial	pH medio	pH Fondo	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Nitrógeno Amoniaco (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
N		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	12	12	12	16	12
Parámetros normales(a,b)	Media	27,463	27,431	27,056	16,779	17,788	20,600	0,997	6,606	7,782	7,776	7,758	6,776	6,839	6,882	0,060	0,019	0,017	0,209	0,037	75,983
	Desviación típica	0,818	0,756	1,602	7,590	9,538	9,361	0,489	4,163	0,398	0,452	0,519	0,548	0,700	0,741	0,038	0,012	0,013	0,154	0,023	20,408
Diferencias más extremas	Absoluta	0,183	0,183	0,279	0,133	0,127	0,139	0,166	0,194	0,093	0,131	0,122	0,105	0,134	0,199	0,203	0,189	0,270	0,184	0,095	0,159
	Positiva	0,183	0,183	0,134	0,133	0,127	0,108	0,166	0,194	0,090	0,131	0,115	0,105	0,114	0,130	0,203	0,189	0,270	0,184	0,095	0,159
	Negativa	-0,122	-0,159	-0,279	-0,118	-0,108	-0,139	-0,107	-0,139	-0,093	-0,121	-0,122	-0,092	-0,134	-0,199	-0,119	-0,165	-0,177	-0,129	-0,074	-0,098
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,733	0,731	1,114	0,534	0,507	0,555	0,665	0,774	0,372	0,522	0,489	0,421	0,537	0,798	0,813	0,655	0,935	0,638	0,379	0,552
Sig. asintót. (bilateral)		0,656	0,660	0,167	0,938	0,959	0,918	0,768	0,587	0,999	0,948	0,970	0,994	0,936	0,548	0,524	0,784	0,346	0,810	0,999	0,921

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Tabla 41:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función del periodo de precipitación.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura superficial (° C)	0,050	1	14	0,826	pH Fondo	1,274	12	143	0,278
Temperatura Medio (° C)	0,138	1	14	0,716	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	0,456	1	14	0,510
Temperatura Fondo (°C)	1,366	1	14	0,262	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	0,181	1	14	0,677
Salinidad superficial (ppm)	2,502	1	14	0,136	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	0,539	1	14	0,475
Salinidad medio (ppm)	3,371	1	14	0,088	Nitrógeno total (mg/L)	5,744	1	14	0,031
Salinidad fondo (ppm)	0,801	1	14	0,386	Nitrógeno Amoniaco (mg/L)	0,743	1	10	0,409
Transparencia (m)	1,337	1	14	0,267	Nitritos (mg/L)	13,934	1	10	0,004
Profundidad de la estación (m)	0,055	1	14	0,818	Nitratos (mg/L)	0,872	1	10	0,372
pH superficial	0,054	1	14	0,820	Fósforo Total (mg/L)	1,283	1	14	0,276
pH medio	0,707	1	14	0,415	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	0,185	1	10	0,677

**Tabla 42:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función del periodo de la precipitación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura superficial (° C)	Inter-grupos	0,160	1	0,1602	0,227	0,641	pH Fondo	Inter-grupos	0,068	1	0,0682	0,238	0,633
	Intra-grupos	9,878	14	0,706				Intra-grupos	3,972	14	0,284		
	Total	10,038	15					Total	4,039	15			
Temperatura Medio (° C)	Inter-grupos	0,051	1	0,051	0,083	0,777	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Inter-grupos	0,018	1	0,018	0,057	0,815
	Intra-grupos	8,524	14	0,609				Intra-grupos	4,483	14	0,320		
	Total	8,574	15					Total	4,501	15			
Temperatura Fondo (°C)	Inter-grupos	1,891	1	1,891	0,723	0,409	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Inter-grupos	0,013	1	0,013	0,024	0,879
	Intra-grupos	36,589	14	2,613				Intra-grupos	7,347	14	0,525		
	Total	38,479	15					Total	7,359	15			
Salinidad superficial (ppm)	Inter-grupos	34,018	1	34,018	0,574	0,461	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Inter-grupos	0,020	1	0,020	0,035	0,855
	Intra-grupos	830,205	14	59,300				Intra-grupos	8,220	14	0,587		
	Total	864,223	15					Total	8,240	15			
Salinidad medio (ppm)	Inter-grupos	0,122	1	0,122	0,001	0,972	Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,002	1	0,002	1,576	0,230
	Intra-grupos	1.364,555	14	97,468				Intra-grupos	0,020	14	0,001		
	Total	1.364,678	15					Total	0,022	15			
Salinidad fondo (ppm)	Inter-grupos	7,563	1	7,563	0,081	0,780	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	2,186	0,170
	Intra-grupos	1.306,778	14	93,341				Intra-grupos	0,001	10	0,000		
	Total	1.314,340	15					Total	0,002	11			
Transparencia (m)	Inter-grupos	0,581	1	0,581	2,703	0,122	Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	3,290	0,100
	Intra-grupos	3,011	14	0,215				Intra-grupos	0,001	10	0,000		
	Total	3,592	15					Total	0,002	11			
Profundidad de la estación (m)	Inter-grupos	1,051	1	1,051	0,057	0,815	Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,066	1	0,066	3,426	0,094
	Intra-grupos	258,899	14	18,493				Intra-grupos	0,194	10	0,019		
	Total	259,949	15					Total	0,260	11			
pHsuperficial	Inter-grupos	0,117	1	0,117	0,728	0,408	Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	0,502	0,490
	Intra-grupos	2,255	14	0,161				Intra-grupos	0,008	14	0,001		
	Total	2,372	15					Total	0,008	15			
pH medio	Inter-grupos	0,130	1	0,130	0,618	0,445	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	1.788,827	1	1.788,827	6,406	0,030
	Intra-grupos	2,938	14	0,210				Intra-grupos	2.792,330	10	279,233		
	Total	3,067	15					Total	4.581,157	11			

## Anexo K. Anova de un factor bocana de Amarales en función del periodo de precipitación.

**Tabla 43:** Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función del periodo de la precipitación.

		Temperatura superficial (° C)	Temperatura Medio (° C)	Temperatura Fondo (°C)	Salinidad superficial (ppm)	Salinidad medio (ppm)	Salinidad fondo (ppm)	Transparencia (m)	Profundidad de la estación (m)	pH superficial	pH medio	pH Fondo	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
N		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	12	12	12	16	12
Parámetros normales(a,b)	Media	27,994	28,038	27,919	22,350	20,013	23,238	1,794	11,225	8,039	8,049	8,044	7,197	7,095	7,124	0,058	0,010	0,005	0,286	0,027	88,383
	Desviación típica	0,719	0,712	0,691	9,011	10,198	8,050	0,537	4,512	0,262	0,254	0,237	0,631	0,628	0,614	0,027	0,004	0,004	0,150	0,016	15,509
Diferencias más extremas	Absoluta	0,184	0,209	0,109	0,228	0,165	0,240	0,149	0,212	0,114	0,187	0,168	0,190	0,153	0,202	0,170	0,143	0,246	0,244	0,208	0,118
	Positiva	0,184	0,209	0,103	0,166	0,162	0,144	0,111	0,212	0,102	0,106	0,135	0,115	0,147	0,152	0,170	0,143	0,226	0,244	0,159	0,118
	Negativa	-0,107	-0,097	-0,109	-0,228	-0,165	-0,240	-0,149	-0,174	-0,114	-0,187	-0,168	-0,190	-0,153	-0,202	-0,157	-0,111	-0,246	-0,133	-0,208	-0,078
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,736	0,834	0,437	0,912	0,662	0,960	0,598	0,849	0,455	0,749	0,672	0,760	0,610	0,809	0,680	0,494	0,854	0,846	0,830	0,410
Sig. asintót. (bilateral)		0,651	0,490	0,991	0,377	0,773	0,315	0,867	0,467	0,986	0,629	0,757	0,610	0,850	0,530	0,744	0,967	0,460	0,471	0,496	0,996

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Tabla 44:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función del periodo de precipitación.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura superficial (° C)	1,649	1	14	0,220	pH Fondo	7,209	12	143	0,018
Temperatura Medio (° C)	1,410	1	14	0,255	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	0,318	1	14	0,582
Temperatura Fondo (°C)	0,050	1	14	0,826	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	0,727	1	14	0,408
Salinidad superficial (ppm)	0,152	1	14	0,703	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	2,437	1	14	0,141
Salinidad medio (ppm)	0,902	1	14	0,358	Nitrógeno total (mg/L)	0,106	1	14	0,750
Salinidad fondo (ppm)	1,084	1	14	0,316	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	1,035	1	10	0,333
Transparencia (m)	1,401	1	14	0,256	Nitritos (mg/L)	0,133	1	10	0,723
Profundidad de la estación (m)	0,356	1	14	0,560	Nitratos (mg/L)	9,914	1	10	0,010
pH superficial	3,829	1	14	0,071	Fósforo Total (mg/L)	2,094	1	14	0,170
pH medio	6,144	1	14	0,027	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	1,263	1	10	0,287

**Tabla 45:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función del periodo de la precipitación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura superficial (° C)	Inter-grupos	1,756	1	1,7562	4,101	0,062	pH Fondo	Inter-grupos	0,003	1	0,0032	0,046	0,834
	Intra-grupos	5,994	14	0,428				Intra-grupos	0,843	14	0,060		
	Total	7,749	15					Total	0,845	15			
Temperatura Medio (° C)	Inter-grupos	1,210	1	1,210	2,652	0,126	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Inter-grupos	0,196	1	0,196	0,474	0,502
	Intra-grupos	6,388	14	0,456				Intra-grupos	5,780	14	0,413		
	Total	7,598	15					Total	5,976	15			
Temperatura Fondo (°C)	Inter-grupos	1,381	1	1,381	3,342	0,089	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Inter-grupos	0,265	1	0,265	0,657	0,431
	Intra-grupos	5,784	14	0,413				Intra-grupos	5,649	14	0,404		
	Total	7,164	15					Total	5,914	15			
Salinidad superficial (ppm)	Inter-grupos	191,823	1	191,823	2,617	0,128	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Inter-grupos	0,697	1	0,697	1,966	0,183
	Intra-grupos	1.026,198	14	73,300				Intra-grupos	4,965	14	0,355		
	Total	1.218,020	15					Total	5,663	15			
Salinidad medio (ppm)	Inter-grupos	12,960	1	12,960	0,117	0,737	Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	0,000	0,986
	Intra-grupos	1.546,878	14	110,491				Intra-grupos	0,011	14	0,001		
	Total	1.559,838	15					Total	0,011	15			
Salinidad fondo (ppm)	Inter-grupos	64,803	1	64,803	1,000	0,334	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	0,146	0,710
	Intra-grupos	907,335	14	64,810				Intra-grupos	0,000	10	0,000		
	Total	972,138	15					Total	0,000	11			
Transparencia (m)	Inter-grupos	1,266	1	1,266	5,783	0,031	Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	0,010	0,922
	Intra-grupos	3,064	14	0,219				Intra-grupos	0,000	10	0,000		
	Total	4,329	15					Total	0,000	11			
Profundidad de la estación (m)	Inter-grupos	9,000	1	9,000	0,425	0,525	Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,052	1	0,052	2,632	0,136
	Intra-grupos	296,310	14	21,165				Intra-grupos	0,197	10	0,020		
	Total	305,310	15					Total	0,249	11			
pH superficial	Inter-grupos	0,011	1	0,011	0,151	0,703	Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	1	0,000	0,078	0,784
	Intra-grupos	1,021	14	0,073				Intra-grupos	0,004	14	0,000		
	Total	1,032	15					Total	0,004	15			
pH medio	Inter-grupos	0,009	1	0,009	0,125	0,729	Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	Inter-grupos	206,507	1	206,507	0,847	0,379
	Intra-grupos	0,957	14	0,068				Intra-grupos	2.439,210	10	243,921		
	Total	0,965	15					Total	2.645,717	11			

## Anexo L. Anova Duncan Bocana Guascama en función de la Ubicación de las estaciones.

**Tabla 46:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura superficial (° C)	1,539	4	15	0,241	pH Fondo	1,438	42	153	0,270
Temperatura Medio (° C)	1,920	4	15	0,159	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	1,005	4	15	0,436
Temperatura Fondo (°C)	2,621	4	15	0,077	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	2,127	4	15	0,128
Salinidad superficial (ppm)	2,917	4	15	0,057	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	2,346	4	15	0,102
Salinidad medio (ppm)	1,198	4	15	0,352	Nitrógeno total (mg/L)	1,929	4	15	0,158
Salinidad fondo (ppm)	3,755	4	15	0,026	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	3,168	4	10	0,063
Transparencia (m)	1,242	4	15	0,335	Nitritos (mg/L)	2,506	4	10	0,109
Profundidad de la estación (m)	1,724	4	15	0,197	Nitratos (mg/L)	0,199	4	10	0,933
pH superficial	1,750	4	15	0,191	Fósforo Total (mg/L)	6,484	4	15	0,003
pH medio	1,425	4	15	0,274	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	3,256	4	10	0,059

### PRUEBAS POST HOC

#### Subconjuntos homogéneos:

**Tabla 47:** Estadístico Duncan para la temperatura en Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

TEMPERATURA SUPERFICIAL (° C)			TEMPERATURA MEDIO (° C)			TEMPERATURA FONDO (°C)		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Interior	4	26,725	Interior	4	26,375	MAS INTERIOR	4	26,750
MAS INTERIOR	4	26,925	MAS INTERIOR	4	26,500	Interior	4	26,800
Exterior	4	26,975	Exterior	4	27,150	Exterior	4	27,050
Medio Exterior	4	27,050	Medio Exterior	4	27,200	Medio Exterior	4	27,175
Medio Interior	4	27,150	Medio Interior	4	27,300	Medio Interior	4	27,325
Sig.		0,671	Sig.		0,220	Sig.		0,513

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 48:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de la ubicación de las estaciones en Guascama.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura superficial (° C)	Inter-grupos	0,403	4	0,101	0,064	0,992	pH Fondo	Inter-grupos	0,713	4	0,178	1,002	0,437
	Intra-grupos	23,783	15	1,586				Intra-grupos	2,666	15	0,178		
	Total	24,186	19					Total	3,379	19			
Temperatura Medio (° C)	Inter-grupos	2,992	4	0,748	0,871	0,504	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Inter-grupos	3,057	4	0,764	17,991	0,000
	Intra-grupos	12,878	15	0,859				Intra-grupos	0,637	15	0,042		
	Total	15,870	19					Total	3,694	19			
Temperatura Fondo (° C)	Inter-grupos	0,957	4	0,239	0,197	0,936	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Inter-grupos	3,841	4	0,960	4,887	0,010
	Intra-grupos	18,195	15	1,213				Intra-grupos	2,947	15	0,196		
	Total	19,152	19					Total	6,788	19			
Salinidad superficial (ppm)	Inter-grupos	2.015,683	4	503,921	13,728	0,000	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Inter-grupos	4,142	4	1,035	5,643	0,006
	Intra-grupos	550,624	15	36,708				Intra-grupos	2,752	15	0,183		
	Total	2.566,307	19					Total	6,894	19			
Salinidad medio (ppm)	Inter-grupos	1.386,478	4	346,620	4,571	0,013	Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,003	4	0,001	1,239	0,336
	Intra-grupos	1.137,488	15	75,833				Intra-grupos	0,009	15	0,001		
	Total	2.523,966	19					Total	0,011	19			
Salinidad fondo (ppm)	Inter-grupos	1.809,195	4	452,299	8,962	0,001	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	4	0,000	0,310	0,865
	Intra-grupos	756,995	15	50,466				Intra-grupos	0,001	10	0,000		
	Total	2.566,190	19					Total	0,001	14			
Transparencia (m)	Inter-grupos	13,402	4	3,350	8,073	0,001	Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	4	0,000	0,328	0,853
	Intra-grupos	6,226	15	0,415				Intra-grupos	0,000	10	0,000		
	Total	19,627	19					Total	0,000	14			
Profundidad de la estación (m)	Inter-grupos	4.743,713	4	1.185,928	370,178	0,000	Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,037	4	0,009	0,187	0,940
	Intra-grupos	48,055	15	3,204				Intra-grupos	0,491	10	0,049		
	Total	4.791,768	19					Total	0,528	14			
pH superficial	Inter-grupos	0,701	4	0,175	1,299	0,315	Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,017	4	0,004	6,596	0,003
	Intra-grupos	2,023	15	0,135				Intra-grupos	0,010	15	0,001		
	Total	2,724	19					Total	0,027	19			
pH medio	Inter-grupos	0,525	4	0,131	0,811	0,538	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	1.399,349	4	349,837	0,932	0,484
	Intra-grupos	2,427	15	0,162				Intra-grupos	3.754,507	10	375,451		
	Total	2,952	19					Total	5.153,856	14			



**Tabla 49:** Estadístico Duncan para la salinidad en Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

SALINIDAD SUPERFICIAL (PPM)				SALINIDAD MEDIO (PPM)				SALINIDAD FONDO (PPM)				
Duncan				Duncan				Duncan				
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05			Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	3	1			2	1			2	1
MAS INTERIOR	4	2,293			Interior	4	6,450		MAS INTERIOR	4	7,675	
Interior	4	2,770			MAS INTERIOR	4	7,400		Interior	4	9,250	
Medio Exterior	4	10,735	10,735		Medio Interior	4	17,500	17,500	Medio Interior	4		24,975
Medio Interior	4		14,803		Medio Exterior	4		25,125	Medio Exterior	4		28,300
Exterior	4			29,750	Exterior	4		25,850	Exterior	4		29,550
<b>Sig.</b>		0,080	0,357	1,000	<b>Sig.</b>		0,108	0,218	<b>Sig.</b>		0,758	0,402

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 50:** Estadístico Duncan para la transparencia y profundidad en Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

TRANSPARENCIA (M)				PROFUNDIDAD DE LA ESTACIÓN (M)						
Duncan				Duncan						
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05				
		2	1			2	3	4	1	
MAS INTERIOR	4	0,375		MAS INTERIOR	4	4,450				
Interior	4	0,563		Interior	4		8,125			
Medio Interior	4	0,863		Medio Exterior	4			14,250		
Medio Exterior	4	1,138		Medio Interior	4			14,800		
Exterior	4		2,675	Exterior	4					47,675
<b>Sig.</b>		0,143	1,000	<b>Sig.</b>		1,000	1,000	0,670	1,000	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 51:** Estadístico Duncan para el pH en Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

pH SUPERFICIAL			pH MEDIO			pH FONDO		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Interior	4	7,5675	Interior	4	7,6600	Interior	4	7,6125
MAS INTERIOR	4	7,7150	MAS INTERIOR	4	7,9050	MAS INTERIOR	4	7,8775
Medio Interior	4	7,7575	Medio Interior	4	7,9325	Medio Exterior	4	8,0325
Medio Exterior	4	7,8400	Medio Exterior	4	7,9900	Medio Interior	4	8,0350
Exterior	4	8,1325	Exterior	4	8,1625	Exterior	4	8,1625
<b>Sig.</b>		0,067	<b>Sig.</b>		0,130	<b>Sig.</b>		0,115

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 52:** Estadístico Duncan para el Oxígeno disuelto en Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

OXÍGENO DISUELTO SUPERFICIAL (mg/L)				OXÍGENO DISUELTO MEDIO (mg/L)				OXÍGENO DISUELTO FONDO(mg/L)			
Duncan				Duncan				Duncan			
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1			2	1			2	1
Medio Exterior	4	6,9100		MAS INTERIOR	4	6,7475		Interior	4	6,7200	
Medio Interior	4	6,9250		Interior	4	6,8150		MAS INTERIOR	4	6,7225	
MAS INTERIOR	4	6,9375		Medio Interior	4	6,8525		Medio Interior	4	7,0300	
Interior	4	6,9500		Medio Exterior	4	7,0050		Medio Exterior	4	7,3800	7,3800
Exterior	4		7,9075	Exterior	4		7,9300	Exterior	4		7,9250
Sig.		0,804	1,000	Sig.		0,461	1,000	Sig.		0,062	0,092

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 53:** Estadístico Duncan para el Nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

NITRÓGENO TOTAL (mg/L)			NITRÓGENO AMONIAICAL (mg/L)			NITRITOS (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Interior	4	<b>0,037</b>	Interior	4	<b>0,014</b>	MAS INTERIOR	4	<b>0,003</b>
MAS INTERIOR	4	0,053	MAS INTERIOR	4	0,014	Interior	4	0,004
Exterior	4	0,055	Exterior	4	0,018	Exterior	4	0,004
Medio Exterior	4	0,057	Medio Exterior	4	0,019	Medio Exterior	4	0,004
Medio Interior	4	0,075	Medio Interior	4	0,023	Medio Interior	4	0,006
Sig.		0,063	Sig.		0,411	Sig.		0,328

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000 nitrógeno total, 3,000 amoniacal y nitritos.

**Tabla 54:** Estadístico Duncan para el Nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Guascama en función de la ubicación de las estaciones.

NITRATOS (mg/L)			FÓSFORO TOTAL (mg/L)			SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			2			1
Interior	3	0,218	Exterior	4	0,020	Interior	3	55,533
MAS INTERIOR	3	0,251	Medio Exterior	4	0,025	Medio Interior	3	63,667
Medio Interior	3	0,256	Medio Interior	4	0,029	Medio Exterior	3	74,400
Medio Exterior	3	0,256	Interior	4	0,056	MAS INTERIOR	3	76,867
Exterior	3	0,364	MAS INTERIOR	4	0,099	Exterior	3	82,333
Sig.		0,473	Sig.		0,088	Sig.		0,150

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000 nitratos y sólidos suspendidos totales, 4,000 fósforo total.

## Anexo M. Anova Duncan Bocana Sanquianga en función de Ubicación.

**Tabla 55:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura superficial (° C)	2,889	3	12	0,079	pH Fondo	1,086	32	123	0,392
Temperatura Medio (° C)	2,909	3	12	0,078	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	1,529	3	12	0,257
Temperatura Fondo (°C)	3,905	3	12	0,037	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	0,807	3	12	0,514
Salinidad superficial (ppm)	2,458	3	12	0,113	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	1,571	3	12	0,248
Salinidad medio (ppm)	0,238	3	12	0,868	Nitrógeno total (mg/L)	1,547	3	12	0,253
Salinidad fondo (ppm)	1,044	3	12	0,408	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	1,904	3	8	0,207
Transparencia (m)	2,732	3	12	0,090	Nitritos (mg/L)	4,536	3	8	0,039
Profundidad de la estación (m)	1,663	3	12	0,228	Nitratos (mg/L)	1,551	3	8	0,275
pH superficial	0,749	3	12	0,543	Fósforo Total (mg/L)	10,631	3	12	0,001
pH medio	0,854	3	12	0,491	Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	5,445	3	8	0,025

## PRUEBAS POST HOC

### Subconjuntos homogéneos:

**Tabla 56:** Estadístico Duncan para la temperatura en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

TEMPERATURA SUPERFICIAL (° C)				TEMPERATURA MEDIO (° C)				TEMPERATURA FONDO (°C)			
Duncan				Duncan				Duncan			
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1			2	1			2	1
Medio Exterior	4	26,775		Medio Exterior	4	26,850		Exterior	4	25,725	
Exterior	4	27,200	27,200	Exterior	4	27,175	27,175	Medio Exterior	4	26,900	
Medio Interior	4	27,725	27,725	Medio Interior	4	27,700	27,700	Medio Interior	4	27,625	
Interior	4		28,150	Interior	4		28,000	Interior	4	27,975	
<b>Sig.</b>		0,088	0,088	<b>Sig.</b>		0,113	0,123	<b>Sig.</b>		0,070	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 57:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de la ubicación de las estaciones en Sanquianga.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura superficial (° C)	Inter-grupos	4,332	3	1,444	3,038	0,071	pH Fondo	Inter-grupos	1,249	3	0,416	1,790	0,203
	Intra-grupos	5,705	12	0,475				Intra-grupos	2,790	12	0,233		
	Total	10,038	15					Total	4,039	15			
Temperatura Medio (° C)	Inter-grupos	3,197	3	1,066	2,378	0,121	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Inter-grupos	3,745	3	1,248	19,825	0,000
	Intra-grupos	5,377	12	0,448				Intra-grupos	0,756	12	0,063		
	Total	8,574	15					Total	4,501	15			
Temperatura Fondo (°C)	Inter-grupos	11,857	3	3,952	1,781	0,204	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Inter-grupos	7,036	3	2,345	86,991	0,000
	Intra-grupos	26,623	12	2,219				Intra-grupos	0,324	12	0,027		
	Total	38,479	15					Total	7,359	15			
Salinidad superficial (ppm)	Inter-grupos	337,529	3	112,510	2,563	0,104	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Inter-grupos	7,615	3	2,538	48,727	0,000
	Intra-grupos	526,694	12	43,891				Intra-grupos	0,625	12	0,052		
	Total	864,223	15					Total	8,240	15			
Salinidad medio (ppm)	Inter-grupos	465,323	3	155,108	2,070	0,158	Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,003	3	0,001	0,532	0,669
	Intra-grupos	899,355	12	74,946				Intra-grupos	0,019	12	0,002		
	Total	1.364,678	15					Total	0,022	15			
Salinidad fondo (ppm)	Inter-grupos	440,435	3	146,812	2,016	0,165	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	3	0,000	0,817	0,520
	Intra-grupos	873,905	12	72,825				Intra-grupos	0,001	8	0,000		
	Total	1.314,340	15					Total	0,002	11			
Transparencia (m)	Inter-grupos	1,500	3	0,500	2,869	0,081	Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,001	3	0,000	2,069	0,183
	Intra-grupos	2,092	12	0,174				Intra-grupos	0,001	8	0,000		
	Total	3,592	15					Total	0,002	11			
Profundidad de la estación (m)	Inter-grupos	250,477	3	83,492	105,770	0,000	Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,089	3	0,030	1,377	0,318
	Intra-grupos	9,473	12	0,789				Intra-grupos	0,172	8	0,021		
	Total	259,949	15					Total	0,260	11			
pH superficial	Inter-grupos	0,844	3	0,281	2,207	0,140	Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,001	3	0,000	0,775	0,530
	Intra-grupos	1,529	12	0,127				Intra-grupos	0,007	12	0,001		
	Total	2,372	15					Total	0,008	15			
pH medio	Inter-grupos	1,028	3	0,343	2,016	0,165	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	1.725,530	3	575,177	1,611	0,262
	Intra-grupos	2,039	12	0,170				Intra-grupos	2.855,627	8	356,953		
	Total	3,067	15					Total	4.581,157	11			

**Tabla 58:** Estadístico Duncan para la salinidad en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

SALINIDAD SUPERFICIAL (ppm)				SALINIDAD MEDIO (ppm)				SALINIDAD FONDO (ppm)			
Duncan				Duncan				Duncan			
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1			1	2			1	
Medio Interior	4	11,560		Medio Interior	4	12,450		Medio Interior	4	13,300	
Interior	4	14,255	14,255	Interior	4	13,125		Interior	4	18,950	18,950
Medio Exterior	4	17,428	17,428	Medio Exterior	4	19,950		Medio Exterior	4	22,425	22,425
Exterior	4		23,875	Exterior	4	25,625		Exterior	4		27,725
<b>Sig.</b>		0,256	0,074	<b>Sig.</b>		0,069		<b>Sig.</b>		0,175	0,191

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 59:** Estadístico Duncan para la transparencia y profundidad en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

TRANSPARENCIA (m)				PROFUNDIDAD DE LA ESTACIÓN (m)					
Duncan				Duncan					
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05			
		2	1			2	3	4	1
Interior	4	0,775		Medio Interior	4	2,175			
Medio Exterior	4	0,838		Medio Exterior	4		3,950		
Medio Interior	4	0,850		Exterior	4			7,825	
Exterior	4		1,525	Interior	4				12,475
<b>Sig.</b>		0,813	1,000	<b>Sig.</b>		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 60:** Estadístico Duncan para el pH en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

pH SUPERFICIAL				pH MEDIO				pH FONDO			
Duncan				Duncan				Duncan			
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1			2	1			1	
Medio Interior	4	7,495		Medio Interior	4	7,490		Medio Interior	4		7,480
Interior	4	7,708	7,708	Medio Exterior	4	7,700	7,700	Medio Exterior	4		7,608
Medio Exterior	4	7,793	7,793	Interior	4	7,730	7,730	Interior	4		7,725
Exterior	4		8,133	Exterior	4		8,185	Exterior	4		8,218
<b>Sig.</b>		0,284	0,134	<b>Sig.</b>		0,449	0,139	<b>Sig.</b>			0,067

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 61:** Estadístico Duncan para el Oxígeno disuelto en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

OXÍGENO DISUELTO SUPERFICIAL (mg/L)				OXÍGENO DISUELTO MEDIO (mg/L)				OXÍGENO DISUELTO FONDO(mg/L)			
Duncan				Duncan				Duncan			
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	3			2	3			2	3
Interior	4	6,1300		Interior	4	5,965		Interior	4	5,995	
Medio Interior	4		6,5350	Medio Interior	4		6,508	Medio Interior	4		6,478
Medio Exterior	4		7,0375	Medio Exterior	4		7,163	Medio Exterior	4		7,283
Exterior	4		7,4025	Exterior	4		7,723	Exterior	4		7,773
<b>Sig.</b>		1,000	1,000	<b>Sig.</b>		1,000	1,000	<b>Sig.</b>		1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 62:** Estadístico Duncan para el Nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

NITRÓGENO TOTAL (mg/L)			NITRÓGENO AMONIACAL (mg/L)			NITRITOS (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Exterior	4	0,048	Medio Exterior	3	0,012	Exterior	3	0,005
Medio Interior	4	0,054	Interior	3	0,017	Medio Exterior	3	0,012
Interior	4	0,056	Exterior	3	0,020	Interior	3	0,024
Medio Exterior	4	0,081	Medio Interior	3	0,028	Medio Interior	3	0,025
<b>Sig.</b>		0,300	<b>Sig.</b>		0,188	<b>Sig.</b>		0,082

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000 nitrógeno total, 3,000 amoniacal y nitritos,.

**Tabla 63:** Estadístico Duncan para el Nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Sanquianga en función de la ubicación de las estaciones.

NITRATOS (mg/L)			FÓSFOROTOTAL (mg/L)			SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Interior	3	0,090	Exterior	4	0,023	Interior	3	61,400
Medio Interior	3	0,164	Medio Interior	4	0,034	Medio Interior	3	67,000
Medio Exterior	3	0,278	Medio Exterior	4	0,045	Medio Exterior	3	86,333
Exterior	3	0,302	Interior	4	0,045	Exterior	3	89,200
<b>Sig.</b>		0,134	<b>Sig.</b>		0,247	<b>Sig.</b>		0,129

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000 nitratos y sólidos suspendidos totales, 4,000 fósforo total.

## Anexo N. Anova Duncan Bocana Amarales en función de Ubicación.

**Tabla 64:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función de la ubicación de las estaciones.

z	Estadístico de Levene	gl 1	gl 2	Sig.		Estadístico de Levene	gl 1	gl 2	Sig.
Temperatura superficial (° C)	0,990	3	12	0,430	pH Fondo	0,267	3	12	0,848
Temperatura Medio (° C)	1,322	3	12	0,313	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	1,719	3	12	0,216
Temperatura Fondo (°C)	0,387	3	12	0,764	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	0,740	3	12	0,548
Salinidad superficial (ppm)	0,070	3	12	0,975	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	0,910	3	12	0,465
Salinidad medio (ppm)	2,065	3	12	0,158	Nitrógeno total (mg/L)	33,064	3	12	0,000
Salinidad fondo (ppm)	1,086	3	12	0,392	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	1,370	3	8	0,320
Transparencia (m)	6,982	3	12	0,006	Nitritos (mg/L)	0,742	3	8	0,556
Profundidad de la estación (m)	4,265	3	12	0,029	Nitratos (mg/L)	0,649	3	8	0,605
pH superficial	0,046	3	12	0,986	Fósforo Total (mg/L)	1,810	3	12	0,199
pH medio	0,066	3	12	0,977	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	1,697	3	8	0,244

## PRUEBAS POST HOC

### Subconjuntos homogéneos:

**Tabla 65:** Estadístico Duncan para la temperatura en Amarales en función de la ubicación de las estaciones.

TEMPERATURA SUPERFICIAL (° C)			TEMPERATURA MEDIO (° C)			TEMPERATURA FONDO (°C)		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Medio Exterior	4	27,650	Medio Exterior	4	27,575	Medio Exterior	4	27,400
Exterior	4	27,850	Exterior	4	27,750	Exterior	4	27,775
Medio Interior	4	28,125	Medio Interior	4	28,375	Medio Interior	4	28,075
Interior	4	28,350	Interior	4	28,450	Interior	4	28,425
Sig.		0,240	Sig.		0,109	Sig.		0,056

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 66:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de la ubicación de las estaciones en Amarales.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura superficial (° C)	Inter-grupos	1,132	3	0,377	0,684	0,579	pH Fondo	Inter-grupos	0,049	3	0,016	0,246	0,862
	Intra-grupos	6,618	12	0,551				Intra-grupos	0,796	12	0,066		
	Total	7,749	15					Total	0,845	15			
Temperatura Medio (° C)	Inter-grupos	2,323	3	0,774	1,761	0,208	Oxígeno Disuelto superficial (mg/L)	Inter-grupos	4,332	3	1,444	10,541	0,001
	Intra-grupos	5,275	12	0,440				Intra-grupos	1,644	12	0,137		
	Total	7,598	15					Total	5,976	15			
Temperatura Fondo (°C)	Inter-grupos	2,282	3	0,761	1,869	0,189	Oxígeno Disuelto medio (mg/L)	Inter-grupos	4,055	3	1,352	8,721	0,002
	Intra-grupos	4,882	12	0,407				Intra-grupos	1,860	12	0,155		
	Total	7,164	15					Total	5,914	15			
Salinidad superficial (ppm)	Inter-grupos	131,785	3	43,928	0,485	0,699	Oxígeno Disuelto fondo(mg/L)	Inter-grupos	3,480	3	1,160	6,380	0,008
	Intra-grupos	1.086,235	12	90,520				Intra-grupos	2,182	12	0,182		
	Total	1.218,020	15					Total	5,663	15			
Salinidad medio (ppm)	Inter-grupos	113,563	3	37,854	0,314	0,815	Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,005	3	0,002	3,546	0,048
	Intra-grupos	1.446,275	12	120,523				Intra-grupos	0,006	12	0,000		
	Total	1.559,838	15					Total	0,011	15			
Salinidad fondo (ppm)	Inter-grupos	27,088	3	9,029	0,115	0,950	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	3	0,000	2,075	0,182
	Intra-grupos	945,050	12	78,754				Intra-grupos	0,000	8	0,000		
	Total	972,138	15					Total	0,000	11			
Transparencia (m)	Inter-grupos	1,272	3	0,424	1,664	0,227	Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	3	0,000	0,468	0,713
	Intra-grupos	3,058	12	0,255				Intra-grupos	0,000	8	0,000		
	Total	4,329	15					Total	0,000	11			
Profundidad de la estación (m)	Inter-grupos	198,285	3	66,095	7,411	0,005	Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,009	3	0,003	0,103	0,956
	Intra-grupos	107,025	12	8,919				Intra-grupos	0,239	8	0,030		
	Total	305,310	15					Total	0,249	11			
pH superficial	Inter-grupos	0,073	3	0,024	0,303	0,822	Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	3	0,000	0,246	0,863
	Intra-grupos	0,959	12	0,080				Intra-grupos	0,004	12	0,000		
	Total	1,032	15					Total	0,004	15			
pH medio	Inter-grupos	0,088	3	0,029	0,399	0,756	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	1.452,597	3	484,199	3,247	0,081
	Intra-grupos	0,878	12	0,073				Intra-grupos	1.193,120	8	149,140		
	Total	0,965	15					Total	2.645,717	11			



**Tabla 67:** Estadístico Duncan para la salinidad en Amarales en función de la ubicación de las estaciones.

SALINIDAD SUPERFICIAL (ppm)			SALINIDAD MEDIO (ppm)			SALINIDAD FONDO (ppm)		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Interior	4	17,725	Medio Exterior	4	17,675	Medio Interior	4	21,775
Medio Interior	4	22,175	Medio Interior	4	18,100	Interior	4	22,325
Exterior	4	24,700	Interior	4	19,875	Medio Exterior	4	23,725
Medio Exterior	4	24,800	Exterior	4	24,400	Exterior	4	25,125
<b>Sig.</b>		0,349	<b>Sig.</b>		0,437	<b>Sig.</b>		0,069

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 68:** Estadístico Duncan para la transparencia y profundidad en Amarales en función de la ubicación de las estaciones.

TRANSPARENCIA (m)				PROFUNDIDAD DE LA ESTACION (m)			
Duncan				Duncan			
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1				2	1
Medio Exterior	4	1,350		Exterior	4	6,625	
Exterior	4	1,800		Medio Interior	4	9,025	
Medio Interior	4	1,900		Interior	4		14,150
Interior	4	2,125		Medio Exterior	4		15,100
<b>Sig.</b>		0,066		<b>Sig.</b>		0,278	0,661

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 69:** Estadístico Duncan para el pH en Amarales en función de la ubicación de las estaciones,

pH SUPERFICIAL			pH MEDIO			pH FONDO		
Duncan			Duncan			Duncan		
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Interior	4	7,928	Interior	4	7,928	Interior	4	7,950
Medio Exterior	4	8,043	Medio Exterior	4	8,058	Medio Exterior	4	8,060
Medio Interior	4	8,090	Exterior	4	8,090	Exterior	4	8,083
Exterior	4	8,095	Medio Interior	4	8,123	Medio Interior	4	8,085
<b>Sig.</b>		0,452	<b>Sig.</b>		0,363	<b>Sig.</b>		0,505

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 70:** Estadístico Duncan para el Oxígeno disuelto en Amarales en función de la ubicación de las estaciones.

OXÍGENO DISUELTO SUPERFICIAL (mg/L)				OXÍGENO DISUELTO MEDIO (mg/L)				OXÍGENO DISUELTO FONDO(mg/L)					
Duncan				Duncan				Duncan					
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05			
		2	3			1	2			3	1	2	1
Interior	4	6,4375		Interior	4	6,3525		Interior	4	6,390			
Medio Interior	4		7,0125	Medio Interior	4	7	6,9325	Medio Interior	4		7,053		
Medio Exterior	4		8	7,5525	Medio Exterior	4		7	7,4325	Medio Exterior	4	7,490	
Exterior	4			7,7850	Exterior	4			7,6625	Exterior	4	7,563	
<b>Sig.</b>		1,000	0,061	0,392	<b>Sig.</b>		0,059	0,098	0,425	<b>Sig.</b>		1,000	0,133

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Tabla 71:** Estadístico Duncan para el Nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Amarales en función de la ubicación de las estaciones.

NITRÓGENO TOTAL (mg/L)			NITRÓGENO AMONICAL (mg/L)			NITRITOS (mg/L)					
Duncan			Duncan			Duncan					
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1			1	1				
Exterior	4	0,027		Medio Exterior	3		0,008	Exterior	3		0,004
Medio Exterior	4		0,064	Medio Interior	3		0,009	Medio Exterior	3		0,004
Medio Interior	4		0,067	Interior	3		0,009	Interior	3		0,007
Interior	4		0,073	Exterior	3		0,014	Medio Interior	3		0,007
<b>Sig.</b>		1,000	0,619	<b>Sig.</b>			0,066	<b>Sig.</b>			0,387

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000 nitrógeno total y 3,000 amoniacal, nitritos.

**Tabla 72:** Estadístico Duncan para el Nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Amarales en función de la ubicación de las estaciones.

NITRATOS (mg/L)			FÓSFORO TOTAL (mg/L)			SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)					
Duncan			Duncan			Duncan					
Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05		Ubicación de la estación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1				1	2			1	
Medio Exterior	3		0,259	Medio Interior	4		0,021	Interior	3	74,200	
Interior	3		0,276	Interior	4		0,026	Medio Interior	3	84,533	84,533
Medio Interior	3		0,278	Exterior	4		0,028	Exterior	3	90,133	90,133
Exterior	3		0,333	Medio Exterior	4		0,032	Medio Exterior	3		104,667
<b>Sig.</b>			0,635	<b>Sig.</b>			0,446	<b>Sig.</b>		0,164	0,089

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000 nitratos, sólidos suspendidos y 4,000 fósforo total.

### Anexo O. Anova Duncan Bocana Guascama en función de estratos.

**Tabla 73:** Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de los estratos.

		Temperatura (° C)	Salinidad (ppm)	Transparencia (m)	Profundidad estación	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
N		60	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	45
Parámetros normales(a,b)	Media	26,963	16,162	1,123	17,860	7,892	7,117	0,055	0,018	0,004	0,269	0,046	70,560
	Desviación típica	1,003	11,846	0,999	15,609	0,397	0,544	0,024	0,010	0,003	0,190	0,037	18,746
Diferencias más extremas	Absoluta	0,089	0,144	0,199	0,345	0,113	0,153	0,137	0,181	0,160	0,204	0,200	0,162
	Positiva	0,089	0,144	0,199	0,345	0,075	0,153	0,137	0,181	0,160	0,195	0,200	0,162
	Negativa	-0,049	-0,131	-0,153	-0,155	-0,113	-0,096	-0,132	-0,146	-0,096	-0,204	-0,146	-0,093
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,688	1,113	1,540	2,671	0,877	1,187	1,060	1,214	1,072	1,367	1,550	1,087
Sig. asintót. (bilateral)		0,731	0,168	0,017	0,000	0,426	0,119	0,211	0,105	0,201	0,048	0,016	0,188

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Tabla 74:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Guascama en función de los estratos.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura (° C)	0,297	2	57	0,744
Salinidad (ppm)	0,030	2	57	0,970
Transparencia (m)	0,000	2	57	1,000
Profundidad estación	0,000	2	57	1,000
pH	0,047	2	57	0,954
Oxígeno Disuelto (mg/L)	2,564	2	57	0,086
Nitrógeno total (mg/L)	0,000	2	57	1,000
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	0,000	2	42	1,000
Nitritos (mg/L)	0,000	2	42	1,000
Nitratos (mg/L)	0,000	2	42	1,000
Fósforo Total (mg/L)	0,000	2	57	1,000
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	0,000	2	42	1,000

## PRUEBAS POST HOC

### Subconjuntos homogéneos:

**Tabla 75:** Estadístico Duncan para la temperatura, salinidad y transparencia en Guascama en función de los estratos.

TEMPERATURA (° C)			SALINIDAD (ppm)				TRANSPARENCIA (m)		
ESTRATO	N	Duncan		Duncan		Duncan			
		Subconjunto para alfa = .05		Subconjunto para alfa = .05		Subconjunto para alfa = .05			
		1		2		1			
Medio	20	26,905		Superficie	20	12,070	Superficie		
Superficie	20	26,965		Medio	20	16,465	16,465	Medio	
Fondo	20	27,020		Fondo	20	19,950		Fondo	
Sig.		0,740		Sig.		0,235	0,346	Sig.	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20,000.

**Tabla 76:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de los estratos en Guascama.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura (° C)	Inter-grupos	0,132	2	0,066	0,064	0,938
	Intra-grupos	59,207	57	1,039		
	Total	59,339	59			
Salinidad (ppm)	Inter-grupos	623,704	2	311,852	2,322	0,107
	Intra-grupos	7.655,698	57	134,310		
	Total	8.279,402	59			
Transparencia (m)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	58,882	57	1,033		
	Total	58,882	59			
Profundidad estación	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	14.375,304	57	252,198		
	Total	14.375,304	59			
pH	Inter-grupos	0,243	2	0,122	0,765	0,470
	Intra-grupos	9,055	57	0,159		
	Total	9,298	59			
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Inter-grupos	0,075	2	0,038	0,124	0,884
	Intra-grupos	17,376	57	0,305		
	Total	17,452	59			
Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,034	57	0,001		
	Total	0,034	59			
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,004	42	0,000		
	Total	0,004	44			
Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,000	42	0,000		
	Total	0,000	44			
Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	1,584	42	0,038		
	Total	1,584	44			
Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,081	57	0,001		
	Total	0,081	59			
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	15.461,568	42	368,133		
	Total	15.461,568	44			

**Tabla 77:** Estadístico Duncan para la profundidad, pH y oxígeno disuelto en Guascama en función de los estratos.

PROFUNDIDAD ESTACION			pH			OXIGENO DISUELTO (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	20	17,860	Superficie	20	7,803	Medio	20	7,070
Medio	20	17,860	Medio	20	7,930	Superficie	20	7,126
Fondo	20	17,860	Fondo	20	7,944	Fondo	20	7,156
Sig.		1,000	Sig.		0,296	Sig.		0,649

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20,000.

**Tabla 78:** Estadístico Duncan para el nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Guascama en función de los estratos.

NITRÓGENO TOTAL (mg/L)			NITRÓGENO AMONIAICAL (mg/L)			NITRITOS (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	20	0,055	Superficie	15	0,018	Superficie	15	0,004
Medio	20	0,055	Medio	15	0,018	Medio	15	0,004
Fondo	20	0,055	Fondo	15	0,018	Fondo	15	0,004
Sig.		1,000	Sig.		1,000	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20,000 nitrógeno total y 15,000 amoniacal, nitritos.

**Tabla 79:** Estadístico Duncan para los nitratos, fósforo total y sólidos suspendidos totales en Guascama en función de los estratos.

NITRATOS (mg/L)			FÓSFORO TOTAL (mg/L)			SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	15	0,269	Superficie	20	0,046	Superficie	15	70,560
Medio	15	0,269	Medio	20	0,046	Medio	15	70,560
Fondo	15	0,269	Fondo	20	0,046	Fondo	15	70,560
Sig.		1,000	Sig.		1,000	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15,000 nitratos, Sólidos suspendidos totales y 20,000 fósforo total.

## AnexoP.Anova Duncan Bocana Sanquianga en función de estratos.

**Tabla 80:** Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de los estratos.

		Temperatura (° C)	Salinidad (ppm)	Transparencia (m)	Profundidad estación	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
N		48	48	48	48	48	48	48	36	36	36	48	36
Parámetros normales(a,b)	Media	27,317	18,388	0,997	6,606	7,772	6,833	0,060	0,019	0,017	0,209	0,037	75,983
	Desviación típica	1,118	8,835	0,479	4,073	0,449	0,655	0,038	0,012	0,013	0,149	0,022	19,816
Diferencias más extremas	Absoluta	0,209	0,092	0,171	0,197	0,106	0,1	0,206	0,194	0,275	0,182	0,093	0,164
	Positiva	0,116	0,059	0,171	0,197	0,106	0,1	0,206	0,194	0,275	0,182	0,093	0,164
	Negativa	-0,209	-0,092	-0,112	-0,144	-0,083	-0,098	-0,124	-0,158	-0,184	-0,125	-0,07	-0,103
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,447	0,636	1,187	1,368	0,733	0,695	1,428	1,166	1,651	1,093	0,643	0,983
Sig. asintót. (bilateral)		0,03	0,813	0,119	0,047	0,655	0,719	0,034	0,132	0,009	0,183	0,803	0,288

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Tabla 81:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Sanquianga en función de los estratos.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura (° C)	0,563	2	45	0,574
Salinidad (ppm)	0,895	2	45	0,416
Transparencia (m)	0,000	2	45	1,000
Profundidad estación	0,000	2	45	1,000
pH	0,418	2	45	0,661
Oxígeno Disuelto (mg/L)	2,006	2	45	0,146
Nitrógeno total (mg/L)	0,000	2	45	1,000
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	0,000	2	33	1,000
Nitritos (mg/L)	0,000	2	33	1,000
Nitratos (mg/L)	0,000	2	33	1,000
Fósforo Total (mg/L)	0,000	2	45	1,000
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	0,000	2	33	1,000

## PRUEBAS POST HOC

### Subconjuntos homogéneos:

**Tabla 82:** Estadístico Duncan para la temperatura, salinidad y transparencia en Sanquianga en función de los estratos.

TEMPERATURA (° C)			SALINIDAD (ppm)			TRANSPARENCIA (m)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Fondo	16	27,056	Superficie	16	16,775	Superficie	16	0,997
Medio	16	27,431	Medio	16	17,788	Medio	16	0,997
Superficie	16	27,463	Fondo	16	20,600	Fondo	16	0,997
Sig.		0,343	Sig.		0,257	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16,000.

**Tabla 83:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de los estratos enSanquianga.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura (° C)	Inter-grupos	1,635	2	0,818	0,645	0,530
	Intra-grupos	57,091	45	1,269		
	Total	58,727	47			
Salinidad (ppm)	Inter-grupos	125,685	2	62,842	0,798	0,456
	Intra-grupos	3.543,208	45	78,738		
	Total	3.668,893	47			
Transparencia (m)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	10,777	45	0,239		
	Total	10,777	47			
Profundidad estación	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	779,848	45	17,330		
	Total	779,848	47			
pH	Inter-grupos	0,005	2	0,003	0,012	0,988
	Intra-grupos	9,478	45	0,211		
	Total	9,484	47			
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Inter-grupos	0,090	2	0,045	0,101	0,904
	Intra-grupos	20,101	45	0,447		
	Total	20,191	47			
Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,066	45	0,001		
	Total	0,066	47			
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,005	33	0,000		
	Total	0,005	35			
Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,006	33	0,000		
	Total	0,006	35			
Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,781	33	0,024		
	Total	0,781	35			
Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,024	45	0,001		
	Total	0,024	47			
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	13.743,470	33	416,469		
	Total	13.743,470	35			

**Tabla 84:** Estadístico Duncan para la profundidad, pH y el oxígeno disuelto en Sanquianga en función de los estratos.

PROFUNDIDAD DE LA ESTACIÓN			pH			OXÍGENO DISUELTO (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	16	6,606	Fondo	16	7,758	Superficie	16	6,776
Medio	16	6,606	Medio	16	7,776	Medio	16	6,839
Fondo	16	6,606	Superficie	16	7,782	Fondo	16	6,882
Sig.		1,000	Sig.		0,889	Sig.		0,677

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16,000.

**Tabla 85:** Estadístico Duncan para el nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Sanquianga en función de los estratos.

NITRÓGENO TOTAL (mg/L)			NITRÓGENO AMONICAL (mg/L)			NITRITOS (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	16	0,060	Superficie	12	0,019	Superficie	12	0,017
Medio	16	0,060	Medio	12	0,019	Medio	12	0,017
Fondo	16	0,060	Fondo	12	0,019	Fondo	12	0,017
Sig.		1,000	Sig.		1,000	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16,000 Nitrógeno total y 12,000 amoniacal y nitritos.

**Tabla 86:** Estadístico Duncan para los nitratos, fósforos totales y sólidos suspendidos totales en Sanquianga en función de los estratos.

NITRATOS (mg/L)			FÓSFORO TOTAL (mg/L)			SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	12	0,209	Superficie	16	0,037	Superficie	12	75,983
Medio	12	0,209	Medio	16	0,037	Medio	12	75,983
Fondo	12	0,209	Fondo	16	0,037	Fondo	12	75,983
Sig.		1,000	Sig.		1,000	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12,000 Nitratos, sólidos suspendidos totales y 16,000 fósforo total.



## AnexoQ. Anova Duncan Bocana Amarales en función de estratos

**Tabla 87:** Prueba no paramétrica - Prueba de Kolmogorov - Smirnov para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función de los estratos.

		Temperatura (° C)	Salinidad (ppm)	Transparencia (m)	Profundidad estación	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
<b>N</b>		48	48	48	48	48	48	48	36	36	36	48	36
<b>Parámetros normales(a,b)</b>	<b>Media</b>	27,983	21,867	1,791	11,225	8,044	7,139	0,058	0,010	0,005	0,286	0,027	88,383
	<b>Desviación típica</b>	0,694	9,038	0,532	4,415	0,246	0,613	0,027	0,004	0,004	0,146	0,016	15,059
<b>Diferencias más extremas</b>	<b>Absoluta</b>	0,157	0,205	0,153	0,216	0,125	0,153	0,175	0,136	0,253	0,247	0,209	0,115
	<b>Positiva</b>	0,157	0,136	0,107	0,216	0,099	0,115	0,175	0,136	0,233	0,247	0,154	0,115
	<b>Negativa</b>	-0,063	-0,205	-0,153	-0,179	-0,125	-0,153	-0,162	-0,116	-0,253	-0,140	-0,209	-0,072
<b>Z de Kolmogorov-Smirnov</b>		1,088	1,421	1,061	1,499	0,867	1,062	1,213	0,816	1,516	1,479	1,450	0,687
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		0,187	0,035	0,211	0,022	0,440	0,210	0,105	0,518	0,020	0,025	0,030	0,733

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Tabla 88:** Prueba de homogeneidad de varianzas para las variables fisicoquímicas en la bocana de Amarales en función de los estratos.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura (° C)	0,035	2	45	0,966
Salinidad (ppm)	1,134	2	45	0,331
Transparencia (m)	0,000	2	45	1,000
Profundidad estación	0,000	2	45	1,000
pH	0,109	2	45	0,897
Oxígeno Disuelto (mg/L)	0,077	2	45	0,926
Nitrógeno total (mg/L)	0,000	2	45	1,000
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	0,000	2	33	1,000
Nitritos (mg/L)	0,000	2	33	1,000
Nitratos (mg/L)	0,000	2	33	1,000
Fósforo Total (mg/L)	0,000	2	45	1,000
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	0,000	2	33	1,000

## PRUEBAS POST HOC

### Subconjuntos homogéneos:

**Tabla 89:** Estadístico Duncan para la temperatura, salinidad y transparencia en Amarales en función de los estratos.

TEMPERATURA (° C)			SALINIDAD (ppm)			TRANSPARENCIA (m)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Fondo	16	27,919	Medio	16	20,013	Superficie	16	1,791
Medio	16	27,994	Superficie	16	22,350	Medio	16	1,791
Superficie	16	28,038	Fondo	16	23,238	Fondo	16	1,791
Sig.		0,659	Sig.		0,353	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16,000.

**Tabla 90:** Anova de un factor de las variables fisicoquímicas en función de los estratos en Amarales.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura (° C)	Inter-grupos	0,115	2	0,058	0,1152	0,891
	Intra-grupos	22,511	45	0,500		
	Total	22,627	47			
Salinidad (ppm)	Inter-grupos	88,812	2	44,406	0,533	0,591
	Intra-grupos	3.749,995	45	83,333		
	Total	3.838,807	47			
Transparencia (m)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	13,293	45	0,295		
	Total	13,293	47			
Profundidad estación	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	915,930	45	20,354		
	Total	915,930	47			
pH	Inter-grupos	0,001	2	0,000	0,007	0,993
	Intra-grupos	2,842	45	0,063		
	Total	2,843	47			
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Inter-grupos	0,088	2	0,044	0,113	0,893
	Intra-grupos	17,553	45	0,390		
	Total	17,641	47			
Nitrógeno total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,034	45	0,001		
	Total	0,034	47			
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,001	33	0,000		
	Total	0,001	35			
Nitritos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,001	33	0,000		
	Total	0,001	35			
Nitratos (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,746	33	0,023		
	Total	0,746	35			
Fósforo Total (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	0,012	45	0,000		
	Total	0,012	47			
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	Inter-grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Intra-grupos	7.937,150	33	240,520		
	Total	7.937,150	35			

**Tabla 91:** Estadístico Duncan para la profundidad, pH y Oxígeno disuelto en Amarales en función de los estratos.

PROFUNDIDAD ESTACIÓN			pH			OXÍGENO DISUELTO (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	16	11,225	Superficie	16	8,039	Medio	16	7,095
Medio	16	11,225	Medio	16	8,044	Fondo	16	7,124
Fondo	16	11,225	Fondo	16	8,049	Superficie	16	7,197
Sig.		1,000	Sig.		0,911	Sig.		0,668

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16,000.

**Tabla 92:** Estadístico Duncan para el nitrógeno total, amoniacal y nitritos en Amarales en función de los estratos.

NITRÓGENO TOTAL (mg/L)			NITRÓGENO AMONIACAL (mg/L)			NITRITOS (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	16	0,058	Superficie	12	0,010	Superficie	12	0,005
Medio	16	0,058	Medio	12	0,010	Medio	12	0,005
Fondo	16	0,058	Fondo	12	0,010	Fondo	12	0,005
Sig.		1,000	Sig.		1,000	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12,000 amoniacal, nitritos y 16,000 Nitrógeno total.

**Tabla 93:** Estadístico Duncan para los nitratos, fósforo total y los sólidos suspendidos totales en Amarales en función de los estratos.

NITRATOS (mg/L)			FÓSFORO TOTAL (mg/L)			SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)		
Duncan			Duncan			Duncan		
ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05	ESTRATO	N	Subconjunto para alfa = .05
		1			1			1
Superficie	12	0,286	Superficie	16	0,027	Superficie	12	88,383
Medio	12	0,286	Medio	16	0,027	Medio	12	88,383
Fondo	12	0,286	Fondo	16	0,027	Fondo	12	88,383
Sig.		1,000	Sig.		1,000	Sig.		1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12,000 Nitratos, sólidos suspendidos totales y 16,000 fósforo total.