Maestría en Ingeniería Civil

Estudio de la calidad trófica del humedal Gualí - Tres Esquinas

Manuel Andrés González Malagón

Bogotá, D.C., 2 de junio de 2017

Escuela Colombiana de Ingeniería
Julio Garavito

Estudio de la calidad trófica del humedal Gualí - Tres Esquinas

Tesis para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

Héctor Matamoros Rodríguez

Director

Bogotá, D.C., 2 de junio de 2017

Escuela Colombiana de Ingeniería
Julio Garavito

La tesis de maestría titulada “Estudio de la calidad trófica del humedal Gualí - Tres Esquinas”, presentada por Manuel Andrés González Malagón, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

Jurado 1

Héctor Matamoros Rodríguez

Jurado 2

Jairo Alberto Romero Rojas

Jurado 3

Héctor Alfonso Rodríguez Díaz

Bogotá, D.C., 2 de junio de 2017

Resumen

El humedal Gualí - Tres Esquinas se encuentra a 2.535 m.s.n.m., abarca un área aproximada de 1.294,3 hectáreas y está ubicado en la parte central de la Cordillera Oriental, al occidente de la sabana de Bogotá, entre los municipios Funza, Mosquera y Tenjo, a un costado de la carretera Troncal de Occidente.

Este humedal es el límite natural entre Funza y Mosquera, convertido actualmente en un eje de desarrollo urbano; en cuya ribera se localizan conjuntos residenciales, parques industriales, instituciones educativas y edificaciones gubernamentales.

Debido a su ubicación geográfica, la cuenca de recarga hídrica se ha venido reduciendo, sometiendo el cuerpo lagunar a fuertes presiones que deterioran la calidad del recurso hídrico y poniendo en riesgo la flora y fauna que allí habita.

Durante un recorrido perimetral se identificaron once puntos de descarga de aguas lluvias, cuatro descargas directas de aguas residuales, una de la planta de tratamiento de Funza y un punto de recarga y cinco de drenaje operados por el Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones de La Ramada.

Aplicando los modelos propuestos por Karydis (1983), con el Índice de Eutrofización (IE), se determinó que el humedal presenta zonas mesotróficas y eutróficas. Por otra parte, utilizando la metodología de Vollenweider y la Distancia Inversa Ponderada (IDW), utilizando el software ArcGis, se estableció que se encuentra en un grado eutrófico.

Con dicho nivel de eutrofia se evidencia el fuerte impacto que genera en el humedal la recarga que realiza el Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones de La Ramada con aguas del río Bogotá, captadas a la altura del río Chicú en el municipio de Cota, y el efecto de las descargas directas de aguas residuales provenientes de las cabeceras municipales de Funza y Mosquera.

Como medidas de mitigación y control se propone, en primera instancia, eliminar las descargas directas de aguas residuales y adelantar obras de adecuación hidráulica en todo el cuerpo lagunar, removiendo sedimentos y material vegetal para recuperar el vaso. Ya que la recarga que efectúa el sistema La Ramada no se puede eliminar, se recomienda aumentar los tiempos de retención y tránsito del flujo, comunicando el humedal Gualí con el embalse de La Isla, que por la alta concentración de hierro en sus suelos inhibe la proliferación de malezas acuáticas. Adicionalmente, se requiere adelantar campañas eco-pedagógicas con la comunidad e industrias asentadas en la ribera del humedal, de tal forma que generen acciones que beneficien la conservación de dicho cuerpo lagunar.

Tabla de contenido

Introducción 10

Objetivos y alcance 11

1.1. Objetivos 11

1.1.1 General 11

1.1.2 Específicos 11

1.2. Alcance 11

Capítulo I

Eutrofización 12

1.1. Causas de la eutrofización 12

1.1.1 Naturales. 12

1.1.2 Externas. 12

1.2. Determinación de la eutrofización 14

Capítulo II

Humedal Gualí - Tres Esquinas 18

2.1. Cobertura y usos del suelo. 19

2.2. Flora y fauna. 22

2.2.1 Flora 22

2.2.2 Fauna 24

2.3. Afectaciones al humedal 25

2.4. Hidrología 27

2.4.1 Evaporación total (mm) 27

2.4.2 Humedad relativa media (%) 27

2.4.3 Precipitación máxima en 24 horas (mm) 28

2.4.4 Días mensuales de precipitación 28

2.4.5 Precipitación total (mm) 29

2.4.6 Temperatura máxima (°C) 29

2.4.7 Temperatura media (°C) 30

2.4.8 Temperatura mínima (°C). 30

2.5. Modelo digital del terreno 31

Capítulo III

Análisis de datos y estimación de concentraciones 32

3.1. Tipo de descargas 32

3.2. Puntos de muestreo 32

3.3. Plan de muestreo 35

3.4. Resultados de laboratorio 36

3.5. Estimación de caudales 37

3.5.1 Aporte de fósforo por descarga agua lluvia (A.LL) 38

3.5.2 Aporte de fósforo por aguas residuales (A.R). 39

3.5.3 Aporte de fósforo por escorrentía 41

3.5.4 Aporte puntual de fósforo 41

3.6. Carga de fósforo total. 42

3.7. Procesamiento de la información 42

Capítulo IV

Aplicación del modelo 46

4.1. Índice de eutrofización (IE) 46

4.2. Vollenweider 47

4.2.1 Campaña 1 47

4.2.2 Campaña 3 49

4.3. Distancia inversa ponderada (IDW) 50

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones 52

Bibliografía 55

Capítulo VI

Anexos 56

Índice de tablas

Tabla 1. Coeficientes de exportación en función del uso de la tierra (Salas & Martino, 1990). 13
Tabla 2. Aportes de fósforo y nitrógeno total de animales utilizados en la explotación ganadera y por personas (Salas & Martino, 1990) 13
Tabla 3. Cargas de nutrientes en lagos. 14
Tabla 4. Valores de fósforo promedio. 16
Tabla 5. Reglamentación de usos del suelo hecha por las instituciones estatales relacionadas con el manejo del humedal Gualí - Tres Esquinas. 21
Tabla 6. Relación de descargas Gualí - Tres Esquinas. 32
Tabla 7. Puntos de muestreo en el humedal Gualí - Tres Esquinas. 33
Tabla 8. Fechas de muestreo por punto. 35
Tabla 9. Resultados de laboratorio. 36
Tabla 10. Coeficientes de exportación en función del uso de la tierra (tomado de Salas & Martino, 1990). 38
Tabla 11. Carga dispersa de fósforo por descarga de A.LL. 38
Tabla 12. Nivel de complejidad del sistema. 39
Tabla 13. Dotación neta máxima. 40
Tabla 14. Coeficiente de retorno. 40
Tabla 15. Carga dispersa de fósforo por A.R. 41
Tabla 16. Carga dispersa de fósforo por escorrentía. 41
Tabla 17. Carga puntual de fósforo. 42
Tabla 18. Carga total de fósforo 42
Tabla 19. Índice de eutrofización por fósforo en el humedal Gualí - Tres Esquinas. 46

Índice de figuras

Figura 1. Distribución espacial del humedal por municipio. 18
Figura 2. Territorio del humedal en la década de los cincuenta 19
Figura 3. Principales actividades desarrolladas en los predios del área de estudio.. 20
Figura 4. Evaporación total mensual multianual. 27
Figura 5. Humedad relativa media mensual multianual. 28
Figura 6. Precipitación máxima en 24 horas. 28
Figura 7. Días mensuales de precipitación multianual. 29
Figura 8. Precipitación total mensual multianual. 29
Figura 9. Temperatura máxima mensual multianual. 30
Figura 10. Temperatura media mensual multianual. 30
Figura 11. Humedad relativa media mensual multianual. 31
Figura 12. Modelo digital del terreno, humedal Gualí - Tres Esquinas. 31
Figura 13. Registro fotográfico, toma de muestras en campo. 35
Figura 14. Puntos de muestreo ArcGis. 43
Figura 15. Tabla de concentraciones por punto en ArcGis. 43
Figura 16. Perímetro del humedal. 44
Figura 17. Raster por concentración de la ciénaga ArcGis. 44
Figura 18. Índice de eutrofización del humedal Gualí - Tres Esquinas. 47

Índice de anexos

Anexo 1. Inventario de descargas 57
Anexo 2. Puntos de muestreo y descargas en el humedal Gualí - Tres Esquinas. 68
Anexo 3. Registros de la estación climatológica La Ramada. 71
Anexo 4. Resultados de laboratorio por punto 83
Anexo 5. Mapa de concentraciones, IDW e IE 85

Introducción

En este documento se presenta el estudio de la calidad trófica del humedal Gualí - Tres Esquinas, con base en información recolectada en campo de las descargas puntuales de aguas residuales y lluvias en la parte perimetral de la zona, y de un plan de muestreo efectuado a las descargas y puntos internos distribuidos a lo largo de ésta.

La determinación del grado de eutrofización que presenta el humedal se estimó mediante aplicación de los modelos de índice de eutrofización (IE), Vollenweider y distancia inversa ponderada (IDW), mediante el software ArcGis.

Objetivos y alcance

1.1. Objetivos

1.1.1 General

- Analizar la calidad trófica del humedal Gualí - Tres Esquinas.

1.1.2 Específicos

- Reconocer las características físicas, biológicas, climáticas, geográficas e hidrológicas del humedal Gualí - Tres Esquinas.
- Identificar los principales nutrientes que incrementan la calidad trófica de este humedal.
- Evaluar el estado trófico del humedal Gualí - Tres Esquinas.
- Formular medidas de control para evitar la eutrofización del humedal.

1.2. Alcance

El presente estudio se enmarca en el denominado humedal Gualí - Tres Esquinas, ubicado entre los municipios de Funza y Mosquera. Los muestreos se enfocaron en los puntos de descargas identificados durante el recorrido perimetral del cuerpo lagunar, el análisis climatológico se efectuó con base en los registros meteorológicos de la estación climatológica ordinaria La Ramada, localizada en el municipio de Funza, cerca al humedal, y que es operada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.

Para la estimación de caudales se tomaron la precipitación promedio anual y las cargas de fósforo generadas, a partir de los valores promedios establecidos por Salas & Martino (1990), así como las que se obtuvieron en los muestreos efectuados en la zona de estudio.

Capítulo I

Eutrofización

La eutrofización en los cuerpos de agua es consecuencia del incremento nutricional, debido a la concentración y a la carga existente de nitrógeno y fósforo, principalmente en sus afluentes. A medida que avanza el estado trófico de un cuerpo lagunar, de oligotrófico a mesotrófico y eutrófico, la biomasa aumenta y disminuye la calidad del agua, haciendo más difícil su uso para abastecimiento y recreación.[1]

1.1. Causas de la eutrofización

La principal causa es el incremento de la carga de nutrientes por diversas vías, especialmente de las fracciones de fósforo y nitrógeno. Dicho aumento se puede presentar de forma natural o por procesos exógenos:

1.1.1 Naturales

- Arrastre de nutrientes por la escorrentía generada por precipitaciones.
- Proliferación de maleza acuática.
- Descomposición de materia orgánica localizada en el fondo de los cuerpos lagunares.
- Incremento de partículas suspendidas que aumentan la turbidez del agua.
- Disminución del oxígeno disuelto.

1.1.2 Externas

- Desarrollo de actividades agrícolas en zona ribereña al cuerpo lagunar.

[1] Romero, J. (2009). *Calidad del agua* (3ra edición). Bogotá D.C.: Editorial Escuela Colombia de Ingeniería, p. 413.

- Descargas directas de aguas residuales domésticas o industriales.
- Descarga directa de aguas lluvias que puedan arrastrar materia orgánica.
- Disposición de basuras o escombros.
- Urbanizaciones asentadas en la periferia, lo cual produce un incremento en los sedimentos que pueden llegar al cuerpo de agua.

Tomando como base el desarrollo de actividades en inmediaciones de los cuerpos lagunares, Salas & Martino (1990) determinaron los valores en gramo promedio anual por metro cuadro de fósforo total y nitrógeno total en función del uso de suelo (ver Tabla 1. Coeficientes de exportación en función del uso de la tierra (Salas & Martino, 1990).

Tabla 1. Coeficientes de exportación en función del uso de la tierra (Salas & Martino, 1990).

Uso de la cuenca	Fósforo total ($g*m^{-2}*año^{-1}$)	Nitrógeno total ($g*m^{-2}*año^{-1}$)
Urbano	0,1	0,5
Agrícola	0,05	0,5
Forestal	0,01	0,3

Fuente: Mazzeo, N. y otros. *Eutrofización: cusas, consecuencias y manejo*.

Así mismo, establecieron los valores promedio generados por personas, animales o semovientes, Tabla 2. Aportes de fósforo y nitrógeno total de animales utilizados en la explotación ganadera y por personas (Salas & Martino, 1990).

Tabla 2. Aportes de fósforo y nitrógeno total de animales utilizados en la explotación ganadera y por personas (Salas & Martino, 1990)

	Fósforo total ($g*hab^{-1}$ o $animal^{-1}*año^{-1}$)	Nitrógeno total ($g*hab^{-1}$ o $animal^{-1}*año^{-1}$)
Personas	1000 $g*hab^{-}1*año^{-1}$	
Vacunos	7.000	54.750
Porcinos - ovinos	3.000	14.600
Caballos	4.500	18.250
Patos y similares	300	474,5

Fuente: Mazzeo, N. y otros. *Eutrofización: causas, consecuencias y manejo*.

1.2. Determinación de la eutrofización

La forma y los modelos para determinar el grado de eutrofización de un lago han variado, desde la determinación visual hasta la aplicación de modelos matemáticos que implican variables como las concentraciones de fósforo y nitrógeno o el uso de isótopos radiactivos.

- Índice de eutrofización por nutriente[2]: Metodología establecida por Karydis et al. (1983), cuyo objetivo es definir los aportes y disponibilidad de sustancias o nutrientes inorgánicos y evaluar sus concentraciones. Este índice establece una escala < 3 para agua oligotrófica, entre 3 y 5 para mesotrófica y > 5 para eutróficas.

$$IE_i = \frac{C}{C - \log Xi} + \log A$$

Donde

IE_i = índice de eutrofización del nutriente en cada punto (estación) de muestreo durante el periodo de estudio, compuesto por M muestreos.

C = logaritmo de la concentración total del nutriente durante la etapa de estudio en cada punto de muestreo.

X_i = concentración total del nutriente durante la etapa de estudio en el punto de muestreo.

A = número de puntos de muestreo durante el periodo de estudio.

- Vollenweider (1970)[3]: En la década de los setenta, Vollenweider estableció la carga límite admisible de fósforo y nitrógeno para que un lago conserve su condición oligotrófica indefinida (ver Tabla 3. Cargas de nutrientes en lagos

Tabla 3. Cargas de nutrientes en lagos

[2] Betanzos V., Garcés R., A., Delgado M., Y. & Pis R., M.A. (2012). Variación espacio-temporal y grado de eutrofia de sustancias nutrientes en aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo, Cuba. *Rev. Mar. Cost*. ISSN 1659-455X, vol 4, 120, pp. 117-130.

[3] Romero, J. (2009). *Calidad del agua,* 3ª. ed. Bogotá D.C.: Editorial Escuela Colombia de Ingeniería, p. 415.

Profundidad media (m)	Carga permisible para lagos oligotróficos (g/m^2-año)		Carga excesiva conducente a eutrofización (g/m^2-año)	
	N	P	N	P
5	1,0	0,07	2	0,13
10	1,5	0,10	3	0,20
50	4,0	0,25	8	0,50
100	6,0	0,40	12	0,80
150	7,5	0,50	15	1,00
200	9,0	0,60	18	1,20

Fuente: Romero R., J. *Calidad del agua*, p. 417 (tabla 9.29).

Debido a que los lagos no se ajustan a los valores de la tabla anterior, por su característica en el tiempo de retención, Vollenweider propuso las siguientes fórmulas:

$$P = \frac{L\,t}{Z\,(1+\sqrt{t})}\;;\; L_c = \frac{P_c\,Z\,(1+\sqrt{t})}{t}$$

Donde

P = concentración del fósforo en el agua del lago, g/m^3.

L = carga superficial anual de fósforo, g/m^2-año.

Z = profundidad promedio, m.

t = tiempo de retención, año.

L_c = carga superficial anual crítica de fósforo, g/m^2-año.

P_c = concentración crítica de fósforo, g/m^3.

En términos generales, se acepta una concentración crítica de fósforo de 0,01 g P/m^3 para que un lago templado conserve el estado oligotrófico y de 0,02 g P/m^3 como límite de separación entre mesotrófico y eutrófico.

Para el caso de lagos cálidos tropicales, el modelo establece el fósforo como nutriente limitante, siempre que la relación nitrógeno a fósforo sea superior

a 9; de lo contrario, el nitrógeno es el nutriente limitante. Con base en la concentración promedio de fósforo se establecen los valores que se presentan en la Tabla 4. Valores de fósforo promedio

Tabla 4. Valores de fósforo promedio

	Eutrófico	Mesotrófico	Oligotrófico
$P_{promedio}$ (mg/L)	0,12	0,04	0,02

Fuente: Romero R., J. *Calidad del agua*, p. 418.

Para lagos limitados por el fósforo, se establece la siguiente fórmula:

$$P = \frac{0{,}29 L_c^{0{,}891} t^{0{,}676}}{Z^{0{,}934}}$$

Donde

P: concentración total de fósforo total en el lago, mg/L.

Lc: carga superficial anual de fósforo, gr/m^{2}año.

t: tiempo de retención, año.

Z: profundidad media, m.

P ≤ 0,03 mg/L para lagos oligotróficos.

P ≤ 0,07 mg/L para lagos mesotróficos.

- Distancia inversa ponderada, IDW, mediante ArcGis[4].

  La distancia inversa ponderada permite procesar la información recolectada en campo con las siguientes restricciones:

  - ✓ El valor de salida para una celda que utiliza la distancia inversa ponderada (IDW) se limita al rango de valores utilizados para la interpolación. Dado que la IDW es un promedio de distancia

[4] IDW (2016). *ArcGis for Desktop.* Recuperado de http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/3d-analyst-toolbox/idw.htm el 22 de febrero de 2017.

ponderada, el promedio no puede ser mayor que la entrada máxima o inferior que la entrada mínima. Por lo tanto, no puede crear crestas o valles si estos extremos aún no se han muestreado (Watson & Philip, 1985).

- ✓ Los mejores resultados de la IDW se obtienen cuando la muestra es lo suficientemente densa respecto de la variación local que intenta simular. Si la muestra de los puntos de entrada es dispersa o dispareja los resultados pueden no representar en forma suficiente la superficie deseada (Watson & Philip, 1985).
- ✓ La influencia de un punto de entrada sobre un valor interpolado es isotrópica. Dado que la influencia de un punto de entrada sobre un valor interpolado se relaciona con la distancia, la IDW no preserva la cresta (Watson & Philip, 1982).
- ✓ Algunos datasets de entrada pueden tener puntos con las mismas coordenadas x,y. Si los valores de los puntos de una ubicación común son los mismos se consideran duplicados y no afectan a la salida. Si los valores son diferentes se consideran puntos coincidentes.
- ✓ Los datos de la entidad de entrada deben contener por lo menos un campo válido

Capítulo II

Humedal Gualí - Tres Esquinas[5]

El humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzhé cubre un área aproximada de 1.294,3 hectáreas, está a 2.535 m.s.n.m. y se ubica en la parte central de la Cordillera Oriental, en el sector occidental de la sabana de Bogotá, en jurisdicción de los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, sobre un costado de la carretera Troncal de Occidente.

Según el convenio de 2004 entre la CAR y Biocolombia, ajustado por la Subdirección de Administración de Recursos Naturales y Áreas Protegidas en 2011, se identificó el área de afectación del humedal Gualí - Tres Esquinas según las características hidrogeológicas, naturales, socioeconómicas y culturales. Dicho estudio encontró que el humedal presenta afectación por 406 predios (249 en Funza, 139 en Mosquera y 18 en Tenjo), los cuales se interceptan o tienen límites sobre este cuerpo de agua, como se presenta en la Figura 1. Distribución espacial del humedal por municipio. Fuente. . Informe final del plan de manejo y propuesta de delimitación de un área natural protegida en el humedal Gualí - Tres Esquinas. Biocolombia, noviembre de 2004.

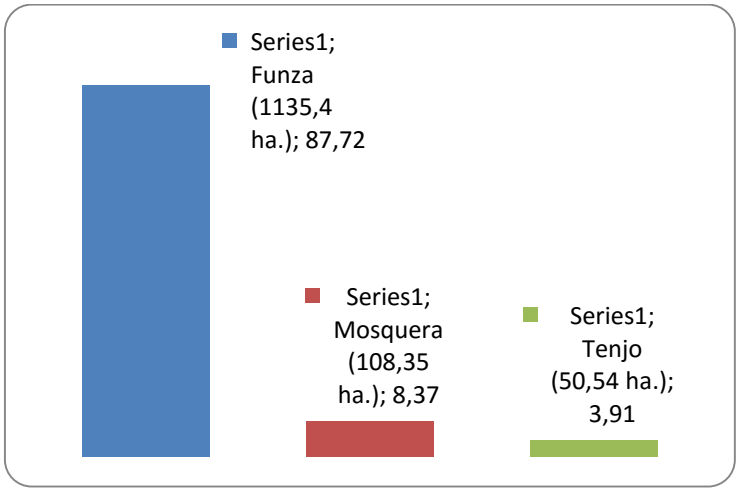


Figura 1. Distribución espacial del humedal por municipio. Fuente. . Informe final del plan de manejo y propuesta de delimitación de un área natural protegida en el humedal Gualí - Tres Esquinas. Biocolombia, noviembre de 2004.

[5] Biocolombia (2004). Informe final del plan de manejo y propuesta de delimitación de un área natural protegida en el humedal Gualí - Tres Esquinas. Bogotá D.C.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

Hace algunos años el humedal tenía una estructura única en forma de cuernos de venado, se alimentaba por la corriente principal de la quebrada del Porte, que nacía en el cerro de las Palmas (Tenjo), en el punto conocido como el Cerrito, y que hoy prácticamente ha desaparecido. El humedal se conectaba por el extremo final con el río Bogotá, a nivel de la carretera Troncal de Occidente, en inmediaciones de la antigua estación de captación de aguas del distrito de riego y drenaje de La Ramada, que hoy se encuentra totalmente relleno (ver Figura 2. Territorio del humedal en la década de los cincuenta. Fuente: CAR.

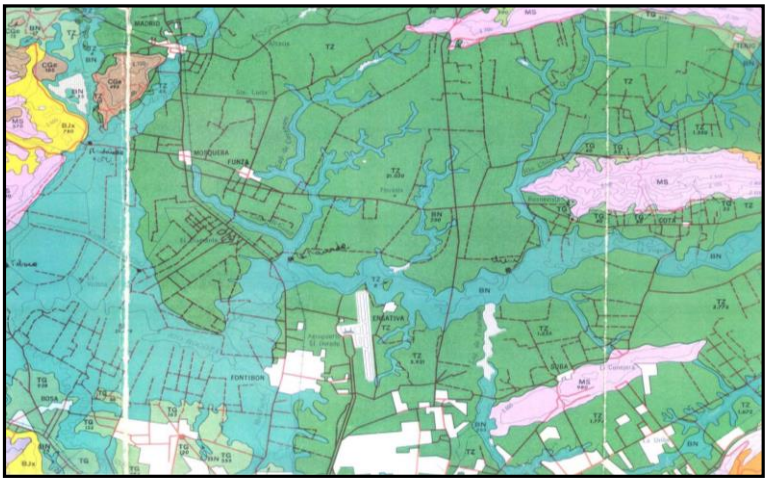


Figura 2. Territorio del humedal en la década de los cincuenta. Fuente: CAR.

Actualmente este humedal ha sido desecado en varios sectores, aislado en diversas ciénagas, algunas de las cuales han desaparecido y otras sobreviven a manera de lagos al interior de algunas haciendas. Otras permanecen conectadas sólo en época de invierno y hay dos unidas permanentemente, conformando lo que hoy se conoce como el humedal Gualí - Tres Esquinas.

2.1. Cobertura y usos del suelo

El área de influencia indirecta de este cuerpo de agua, donde se encuentra ubicado el Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones La Ramada, se ve afectada por diversas labores industriales, ganaderas, agrícolas y artesanales. Las principales actividades económicas relacionadas con este sistema hidráulico son la ganadería y la agricultura. Estos usos se han generado durante el proceso de

desarrollo de la región, debido al crecimiento industrial y demográfico de la zona donde la intensidad y heterogeneidad de las actividades origina una creciente demanda del recurso hídrico, creando conflictos en torno a la prioridad para su utilización (PBOT Funza, 1999).

En el PBOT de Funza se realizó una delimitación y caracterización de áreas morfológicas homogéneas del municipio (Alcaldía Municipal de Funza, 2000), que clasificó los suelos en torno al humedal en dos áreas: con vocación residencial (Serrezuelita, El Hato, El Cacique, Casa Blanca) y con vocación industrial.

En los predios colindantes con el humedal se identificó la práctica de nueve actividades productivas principales (Figura 3): ganadería (24 predios), agricultura (19 predios), en cinco predios se realizan actividades de servicios (parqueaderos y patios de almacenamiento). En la categoría institucional se encuentran los centros educativos y de recreación (6 predios), el ítem "otros" se refiere a predios que trabajan con equinos y se incluye un predio donde no se realiza ninguna actividad.

De los predios encuestados, 47 utilizan agua del humedal para riego de pastos y cultivos, consumo humano, extracción de cartucho, vertimiento de aguas y para las calderas o lavado de establos. La distribución porcentual se establece en la Figura 3. Principales actividades desarrolladas en los predios del área de estudio. Fuente. Informe final Biocolombia, noviembre de 2004.

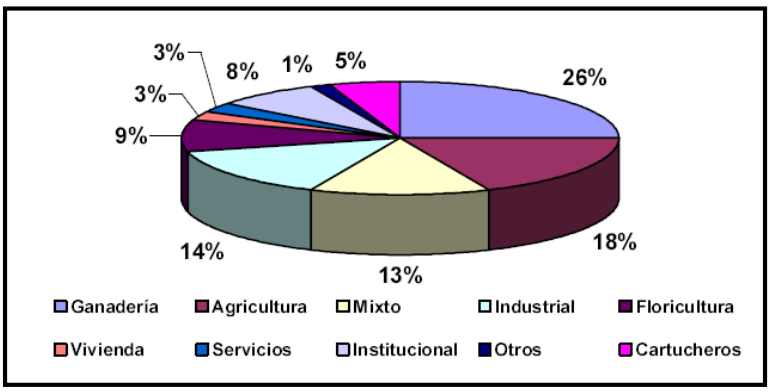


Figura 3. Principales actividades desarrolladas en los predios del área de estudio. Fuente. Informe final Biocolombia, noviembre de 2004.

Además del uso para actividades agrícolas y pecuarias tradicionales se ha incrementado la demanda de agua debido al auge de los cultivos de flores en el municipio de Funza.

Teniendo en cuenta lo anterior, y con el fin de proteger este tipo de ecosistemas, la CAR y las administraciones municipales, a través del ordenamiento territorial, han reglamentado el uso del suelo, como se muestra en la Tabla 5. Reglamentación de usos del suelo hecha por las instituciones estatales relacionadas con el manejo del humedal Gualí - Tres Esquinas.

Tabla 5. Reglamentación de usos del suelo hecha por las instituciones estatales relacionadas con el manejo del humedal Gualí - Tres Esquinas.

ACTOR SOCIAL	***ACCIONES***	***USOS PRINCIPALES***	***USOS COMPATIBLES***	***USOS CONDICIONADOS***	***USOS PROHIBIDOS***
CAR	Reglamentación de usos del Distrito de Riego La Ramada (DRR).	Usos agropecuarios tradicionales semiintensivos o semimecanizados.			Prohibidos los usos industriales y el loteo con fines de construcción, vivienda o minería. Se prohíbe contaminar el agua.
Alcaldía municipal de Funza	Declara el HGTE como ecosistema para la protección de la fauna (PBOT).	Conservación de fauna nativa, principalmente especies endémicas y en peligro de extinción.	Repoblamiento con especies nativas, rehabilitación ecológica, recreación contemplativa e investigación controlada.	Construcción de instalaciones relativas al uso compatible y extracción de ejemplares para investigación y zoocría.	Caza, pesca, captura, extracción genética y todo lo que atente contra el uso principal
Alcaldía municipal de Mosquera	Declara que la zona de protección y amortiguación de todos los cuerpos de agua será de 50 metros, medidos a partir del borde de la lámina de agua (EOT)	Conservación de suelos y restauración de la vegetación adecuada para la protección de éstos.	Recreación pasiva o contemplativa	Captación de aguas o incorporación de vertimientos, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre los nacimientos. Construcción de infraestructura de apoyo para actividades de recreación,	Usos agropecuarios, industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas, minería, disposición de residuos sólidos, tala y rocería de la vegetación.

ACTOR SOCIAL	ACCIONES	USOS PRINCIPALES	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS PROHIBIDOS
				embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagüe de instalaciones de acuicultura y extracción de material de arrastre.	
	Declara el HGTE como territorio para la protección de la fauna (EOT)	Conservación de fauna con énfasis en especies endémicas y en peligro de extinción.	Repoblamiento con especies propias del territorio, rehabilitación ecológica, recreación contemplativa e investigación controlada	Caza y pesca previa obtención de los permisos respectivos, construcción de instalaciones relativas al uso compatible, extracción de ejemplares para investigación, zoocría y extracción genética.	Caza y pesca sin previo permiso y tala.
	Define áreas de amortiguación de zonas protegidas (EOT)	Actividades orientadas a la protección integral de los recursos naturales.	Recreación contemplativa, rehabilitación ecológica e investigación controlada.	Agropecuarios tradicionales, aprovechamiento forestal de especies foráneas, captación de acueductos y vías.	Institucionales, agropecuario mecanizado, recreación masiva y parcelaciones con fines de construcción de vivienda campestre, minería y extracción de materiales de construcción.

Fuente: Informe final de Biocolombia, noviembre de 2004.

2.2. Flora y fauna

2.2.1 Flora

Originalmente, el humedal se hallaba rodeado por una comunidad arbórea y arbustiva de diversas especies, pero esta vegetación se eliminó totalmente para establecer cultivos y pastizales para ganadería. En la actualidad la cobertura existente sobre su litoral está conformada por praderas de “pasto kikuyo” (*Pennisetum clandestinum*) o cultivos de hortalizas y frutales como uchuvas y fresas.

Las especies arbóreas que existen actualmente en el área del humedal son eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), acacias (*Acacia decurrens* y *A. melanoxylum*), cipreses (*Cupressus spp*) y sauces (*Salix humboldtiana*), las cuales posiblemente se plantaron como cercas vivas o setos a modo de muro para delimitar propiedades. En menor número se encuentran alisos (*Alnus acuminata*), arrayán (*Myrcianthes leucoxyla*), sauco (*Sambucus peruviana*), chilco (*Baccharis latifolia*), duraznillo (*Abatia parviflora*), urapán (*Fraxinus chinensis*), jazmín (*Pittosporum undulatum*) y holly (*Pyracantha coccinea*), que seguramente corresponden a siembras efectuadas como medida de compensación ambiental por la construcción de las autopistas que circundan este cuerpo de agua.

Desde el punto de vista fisionómico, en el humedal se encuentran los siguientes sistemas:

- Pradera flotante: corresponde a una vegetación dominada por plantas herbáceas helófitas, que se encuentran enraizadas en un sustrato flotante formado por acumulación de materia orgánica, entre ellas encontramos clavito (*Ludwigia peploides*), lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*), sombrillita (*Hydrocotyle ranunculoides*) y botoncillo (*Bidens laevis*). Ocasionalmente, macollas de junco se desprenden del suelo y flotan en la superficie para hacer parte integral de esta unidad fisionómica.
- Pradera emergente: constituye el paisaje de mayor extensión en el humedal, con predominio de “praderas graminoides” de enea (*Typha angustifolia*) y praderas juncoides (*Schoenoplectus californicus*), las cuales dominan hacia las riberas y en lugares donde existe un mayor nivel de sedimentación. En sitios más abiertos los juncos y las eneas son reemplazados por praderas herbáceas de lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*), sombrillita (*Hydrocotyle ranunculoides*) o cala (*Zantedeschia aethiopica*).

La presencia de estas praderas herbáceas, cuya extensión es variable, parece estar determinada fundamentalmente por la presencia de una lámina de agua de mayor profundidad y por la dinámica de su circulación.

- Comunidades errantes: una proporción importante del espejo de agua se encuentra ocupada por praderas errantes emergidas de buchón (*Eichornia crassipes*), lo cual evidencia una estrecha relación con la presencia de altos contenidos de nutrientes en el agua. En otros sectores aparecen lentejas (*Lemna gibba* y *L. minuta*), buchón cucharita (*Limnobium laevigatum*) y en sitios muy localizados el helecho de agua (*Azolla filiculoides*).

2.2.2 Fauna

A pesar de su avanzado estado de deterioro, el humedal Gualí - Tres Esquinas mantiene aún un conjunto representativo de especies de fauna y flora características de la región. Un estudio realizado por Biocolombia reporta una alta diversidad faunística en el humedal, ya que constituye un importante refugio para un gran número de especies amenazadas o vulnerables, y otras con poblaciones que se encuentran disminuidas a nivel local, como el curí (*Cavia anolaimae*), la rana sabanera (*Dendropsophus labialis*) o el lagarto collarejo (*Stenocercus trachycephalus*) (Hernández Camacho, 1992; Lynch & Rengifo, 2002).

Además, el humedal sirve como refugio para especies en peligro a nivel global como el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*) y la tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*); para especies amenazadas a nivel nacional como la tingua de pico verde (*Gallinula melanops bogotensis*), el pato andino (*Oxyura jamaicensis*) y la alondra cundiboyacense (*Eremophila alpestris*); para especies de aves clasificadas como vulnerables como el doradito lagunero (*Pseudocolopteryx acutipennis*), el canario bogotano (*Sicalis luteola*) y colonias de guacos (*Nycticorax nycticorax*); y otras subespecies amenazadas a nivel regional como la monjita (*Chrysomus icterocephalus*).

El humedal Gualí - Tres Esquinas brinda hábitat a un total de 18 familias de aves, con un total de 33 especies, 17 acuáticas, 6 migratorias y 3 endémicas que se encuentran amenazadas de extinción.

En razón a que uno de los objetivos de la restauración ecológica y la rehabilitación de un ecosistema degradado es que las condiciones retornen al estado más cercano al original, es relevante conocer la composición de la riqueza biótica que existía en la zona. En comparación con el total de especies faunísticas registradas, en la actualidad para los humedales de la sabana y los registrados para Gualí - Tres Esquinas, la pérdida de especies es bastante notoria y preocupante.

2.3. Afectaciones al humedal

A pesar de que el humedal Gualí - Tres Esquinas contiene altos valores ecológicos, algunos de ellos presentan conflictos de uso por las siguientes razones:

- ✓ Un alto grado de contaminación del recurso hídrico proveniente, principalmente, de las descargas de agua del río Bogotá y de las aguas residuales de Funza y Mosquera.

- ✓ El desecamiento y relleno del humedal, debido a que algunos dueños de los predios han venido ampliando sus fronteras.

- ✓ La disminución de la fauna asociada al humedal, que si bien se considera una consecuencia de la contaminación y de la pérdida del hábitat, también es un problema que condiciona el adecuado funcionamiento del ecosistema.

- ✓ La contaminación como el principal problema registrado en las encuestas y en los talleres con los extractores de cartucho e industriales (18,4 %).

- ✓ La cacería, con un 13,8%, ocupa el segundo lugar en la problemática del humedal; sin embargo, algunos predios y parte de los extractores de cartucho realizan un control sobre esta práctica.

- ✓ Las condiciones de eutrofización actuales, consecuencia del desarrollo industrial y la contaminación gradual del río Bogotá generada por acción humana.

- ✓ La tecnología que se aplica a los cultivos es mecánica, la cual genera un importante desarrollo en la siembra y la recolección. Así mismo, el uso de abonos químicos y plaguicidas conduce a una producción mayor y más segura; no obstante, esto implica la degradación y contaminación de suelos, aguas, productos agrícolas y pecuarios.

- ✓ Por falta de control, en algunos lugares del humedal los propietarios han construido tambres, reservorios, jarillones y rellenos, causando su desecación; además, en otros sitios se ha cortado el flujo normal de agua.

- ✓ En cuanto a los lugares donde se permite el consumo de agua directamente del humedal por parte del ganado la vegetación natural es pisoteada, lo cual impide su crecimiento y erosiona el suelo. Esto, sumado al "mejoramiento" del terreno para optimizar los cultivos, ha ocasionado la pérdida de la cobertura vegetal.

- ✓ El control de plagas (insectos y ratones) puede estar ocasionando un impacto negativo sobre el humedal. La mayoría de predios controlan los roedores con raticidas, ubicándolos en la periferia para evitar su ingreso, lo cual también puede afectar la población de curíes y comadrejas presentes en esta zona. Por otro lado, algunas fincas realizan este control con perros y gatos, que compiten con las especies de fauna propias del humedal.

- ✓ La extracción de cartucho está catalogada como un impacto negativo para el humedal, ya que para recolectar este material se introducen tablones, llantas y otros elementos que contaminan las aguas y zonas de ronda.

- ✓ La construcción de rellenos y jarillones alteran la topografía del área.

2.4. Hidrología

La estación climatológica La Ramada, identificada con el código 2120516, se localiza en las coordenadas E: 988907 y N: 1011808. Está a cargo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, y registra datos desde 1967 (ver Anexo 3. Registros de la estación climatológica La Ramada).

Para realizar el análisis hidrológico es necesario precisar que el humedal Gualí - Tres Esquinas es un cuerpo hídrico regulado por el canal Chicú, que se abastece con 3,2 m^3/seg de agua procedentes del río Bogotá mediante la estación de bombeo elevadora denominada Chicú, en el punto de desembocadura de esta quebrada en el río Bogotá. Los niveles del humedal se controlan y operan de acuerdo con las necesidades del Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones La Ramada.

2.4.1 Evaporación total (mm)

La zona de influencia del humedal presenta una evaporación total máxima de 123,8 mm y una media de 81,31 mm durante el año.

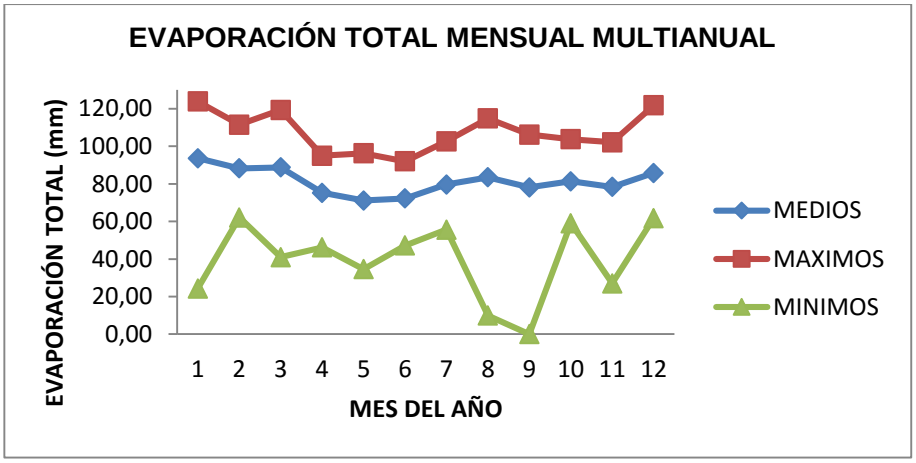


Figura 4. Evaporación total mensual multianual. Fuente: registros de la CAR.

2.4.2 Humedad relativa media (%)

La humedad relativa promedio es de 75,66%, con un valor máximo de 89% y un mínimo de 51%.

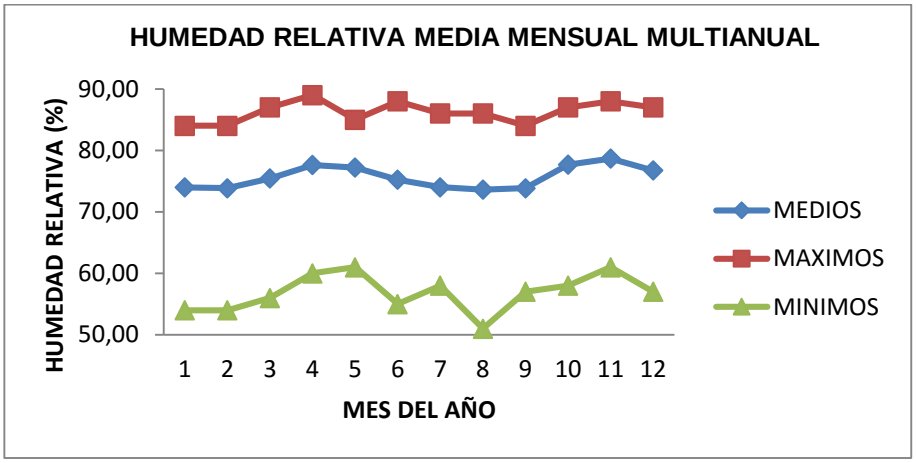


Figura 5. Humedad relativa media mensual multianual. Fuente: registros de la CAR.

2.4.3 Precipitación máxima en 24 horas (mm)

La precipitación máxima en 24 horas que registró la zona es de 110 mm, dato tomado en octubre de 1945. La media es de 16,77 mm.

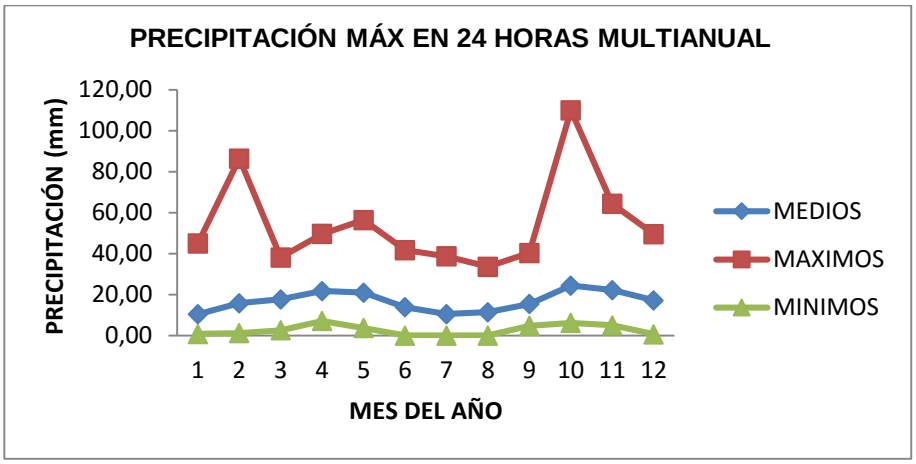


Figura 6. Precipitación máxima en 24 horas. Fuente: registros de la CAR.

2.4.4 Días mensuales de precipitación

Los periodos más lluviosos del año corresponden a abril-mayo y octubre-noviembre, con un promedio de 15 días consecutivos de lluvias.

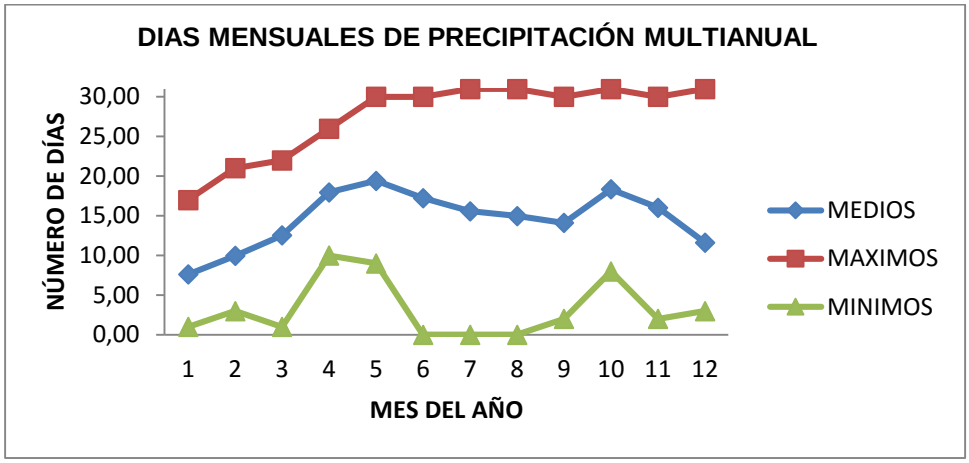


Figura 7. Días mensuales de precipitación multianual. Fuente: registros de la CAR.

2.4.5 Precipitación total (mm)

El régimen de lluvias en el humedal es bimodal, con los meses picos de abril y octubre.

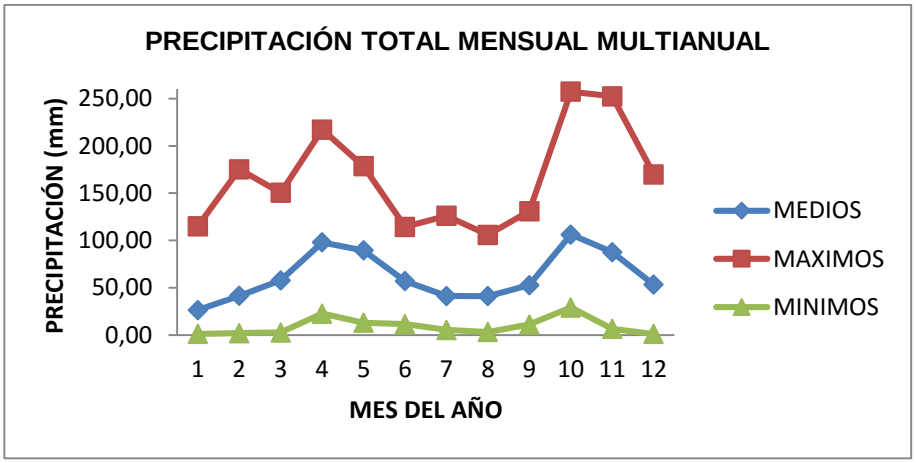


Figura 8. Precipitación total mensual multianual. Fuente: registros de la CAR.

2.4.6 Temperatura máxima (°C)

La temperatura máxima registrada es de 28 °C, la cual se presentó en enero de 2006.

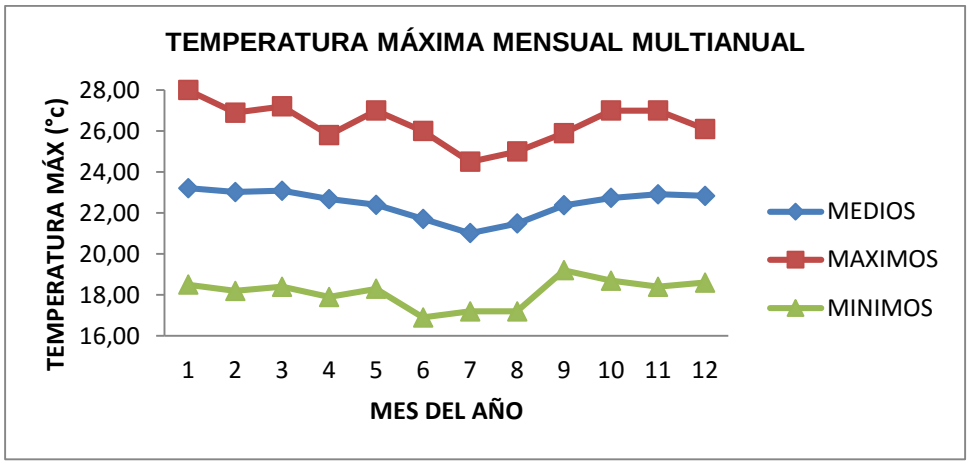


Figura 9. Temperatura máxima mensual multianual. Fuente: registros de la CAR.

2.4.7 Temperatura media (°C)

La temperatura media de la zona es de 13,41 °C.

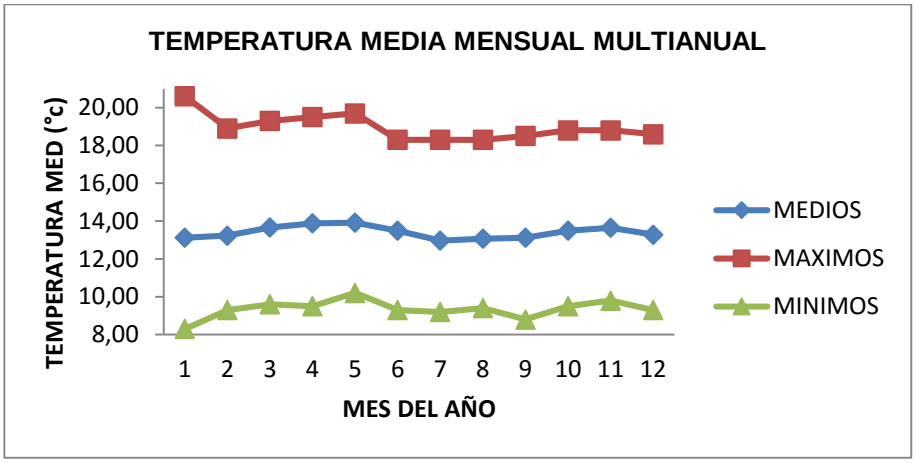


Figura 10. Temperatura media mensual multianual. Fuente: registros de la CAR.

2.4.8 Temperatura mínima (°C)

La temperatura mínima registrada en esta área corresponde a –5,6 °C, la cual se presentó en marzo de 1964.

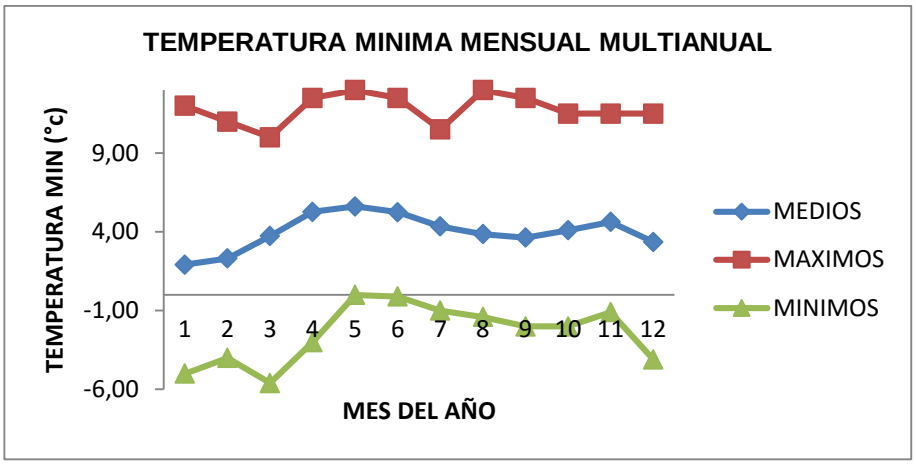


Figura 11. Humedad relativa media mensual multianual. Fuente: registros de la CAR.

2.5. Modelo digital del terreno[6]

Figura 12. Modelo digital del terreno (humedal Gualí - Tres Esquinas).

[6] Consorcio CGT (2007). Informe final, contrato CAR N° 419 de 2005.

Capítulo III

Análisis de datos y estimación de concentraciones

2.6. Tipo de descargas

En torno al humedal Gualí - Tres Esquinas se identificaron descargas directas de aguas residuales provenientes de barrios ubicados en los municipios de Funza y Mosquera, y descargas de aguas lluvias derivadas de los parques industriales asentados en el perímetro del cuerpo lagunar (ver Tabla 6. Relación de descargas Gualí - Tres Esquinas.

Tabla 6. Relación de descargas Gualí - Tres Esquinas.

Cantidad	Tipo
11	Descarga de aguas lluvias.
4	Descarga de aguas residuales.
1	Descargas de plantas de tratamiento.
5	Puntos de drenaje.
1	Punto de ingreso.

Fuente: elaboración propia.

Cabe recordar que este humedal es un cuerpo natural, cuyos niveles los regula la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca mediante el Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones de La Ramada, realizando abastecimiento a través de un canal denominado Florida - Gualí, el cual se drena a través de los canales A, B, C y San José.

Los puntos identificados se relacionan en el Anexo 1. Inventario de descargas.

2.7. Puntos de muestreo

En cada punto de descarga se definió una estación de muestreo, generando 22 puntos perimetrales, conforme al inventario que se presenta en el Anexo 1. Identificación de descargas. Se tomaron 11 puntos internos, los cuales se relacionan en la Tabla 7. Puntos de muestreo Humedal Gualí - Tres Esquinas. La distribución espacial se detalla en el Anexo 2. Puntos de muestreo y descargas en el humedal Gualí - Tres Esquinas.

Tabla 7. Puntos de muestreo Humedal Gualí - Tres Esquinas.

PUNTO	NORTE (m)	ESTE (M)	TIPO
1	988237	1012175	Perimetral
2	988229	1012171	Perimetral
3	987480	1012005	Perimetral
4	987084	1011804	Perimetral
5	987084	1011804	Perimetral
6	986969	1011754	Perimetral
7	986632	1011669	Perimetral
8	986313	1011588	Perimetral
9	986277	1011568	Perimetral
10	986273	1011567	Perimetral
11	985357	1011504	Perimetral
12	984677	1011155	Perimetral
13	984169	1011649	Perimetral
14	984855	1011501	Perimetral
15	985053	1011548	Perimetral
16	985108	1011639	Perimetral
17	985253	1011680	Perimetral
18	986066	1011799	Perimetral
19	987322	1014403	Perimetral
20	988199	1014674	Perimetral
21	988495	1013087	Perimetral
22	988725	1012153	Perimetral
23.1	988119	1014636	Interno

PUNTO	NORTE (m)	ESTE (M)	TIPO
24.2	987874	1014177	Interno
25.3	988248	1013364	Interno
26.4	988555	1012726	Interno
27.5	987062	1011905	Interno
28.6	986466	1011713	Interno
29.7	985690	1011603	Interno
30.8	985026	1011370	Interno
31.9	983698	1012052	Interno
32.10	988144	1012259	Interno
33.11	987256	1014542	Interno

Fuente: elaboración propia.

Las campañas de muestreo se realizaron con la ayuda de personal del laboratorio ambiental de la corporación, quienes se desplazaron hasta cada uno de los puntos externos e internos en las fechas relacionadas. Este trabajo de campo se desarrolló de la siguiente forma:

1. Al inicio de la comisión se calibraron y verificaron los equipos de medición, como pH-metro, oxígeno disuelto y conductividad.

2. Se marcaron los frascos para el transporte de las muestras, identificando cada punto de muestreo.

3. Se realizó el desplazamiento hacia los puntos para la toma de las muestras. En el caso de los internos se necesitó el acompañamiento de una cuadrilla de obreros adscrita al Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones La Ramada y de una volqueta para el traslado del bote.

4. Se hizo la georreferenciación y registro del punto en la planilla de laboratorio.

5. Se tomaron las muestras en los frascos y se aplicaron los preservantes.

6. Se colocaron los frascos en la nevera, cubiertos con hielo para mantener una temperatura constante y preservar la muestra.

Figura 13. Registro fotográfico de la toma de muestras en campo. Fuente: elaboración propia.

2.8. Plan de muestreo

Para determinar la concentración de cada uno de los compuestos se desarrollaron tres comisiones por punto en las 33 estaciones de muestreo, de las cuales 22 eran externas y 11 al interior del cuerpo lagunar. El análisis de las muestras se hizo en el laboratorio ambiental de la corporación. Las fechas de cada muestra corresponden a las que se relacionan en la Tabla 8. Fechas de muestreo por punto.

Tabla 8. Fechas de muestreo por punto.

Punto	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
1	22/05/2015	27/05/2015	18/08/2015
2	22/05/2015	27/07/2015	18/08/2015
3	22/05/2015	27/07/2015	18/08/2015
4	22/05/2015	27/07/2015	18/08/2015
5	22/05/2015	28/07/2015	18/08/2015
6	25/05/2015	28/07/2015	19/08/2015
7	25/05/2015	28/07/2015	19/08/2015,
8	25/05/2015	28/07/2015	19/08/2015
9	25/05/2015	28/07/2015	19/08/2015
10	25/05/2015	28/07/2015	19/08/2015
11	25/05/2015	28/07/2015	19/08/2015
12	27/05/2015	28/07/2015	19/08/2015

Punto	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
13	27/05/2015	05/08/2015	19/08/2015
14	27/05/2015	05/08/2015	20/08/2015
15	27/05/2015	05/08/2015	20/08/2015
16	27/05/2015	05/08/2015	20/08/2015
17	28/05/2015	05/08/2015	20/08/2015
18	28/05/2015	05/08/2015	20/08/2015
19	05/08/2015	20/08/2015	N.A*
20	28/05/2015	05/08/2015	20/08/2015
21	28/05/2015	N.A*	20/08/2015
22	27/07/2015	05/08/2015	18/08/2015
23.1	28/09/2015	05/10/2015	13/10/2015
24.2	28/09/2015	05/10/2015	13/10/2015
25.3	28/09/2015	05/10/2015	13/10/2015
26.4	28/09/2015	05/10/2015	13/10/2015
27.5	28/09/2015	05/10/2015	13/10/2015
28.6	28/09/2015	05/10/2015	13/10/2015
29.7	02/10/2015	07/10/2015	16/10/2015
30.8	02/10/2015	07/10/2015	16/10/2015
31.9	02/10/2015	07/10/2015	16/10/2015
32.10	02/10/2015	07/10/2015	16/10/2015
33.11	02/10/2015	07/10/2015	16/10/2015

Fuente: elaboración propia.

*N.A: rotura de los recipientes durante el transporte de las muestras.

2.9. Resultados de laboratorio

Los resultados de cada uno de los muestreos se encuentran en el Anexo 4. Resultados de laboratorio por punto. El resumen del análisis de las cargas de clorofila y fósforo encontradas en los puntos de muestreo aparece en la Tabla 9. Resultado de laboratorio.

Tabla 9. Resultado de laboratorio.

Punto	Este	Norte	Clorofila 1 (ɥg/L)	Clorofila 2 (ɥg/L)	Clorofila 3 (ɥg/L)	Fósforo 1 (mg/L-P)	Fósforo 2 (mg/L-P)	Fósforo 3 (mg/L-P)
Punto 1	988237	1012175	747.750	21.400	67.700	0.989	3.353	2.596
Punto 2	988229	1012171	1178.645	38.200	208.000	0.830	2.146	0.676
Punto 3	987480	1012005	64.771	5.200	100.000	0.963	1.763	2.000
Punto 4	987084	1011804	89.571	40.600	19.000	2.066	2.080	2.753

Punto	Este	Norte	Clorofila 1 (ug/L)	Clorofila 2 (ug/L)	Clorofila 3 (ug/L)	Fósforo 1 (mg/L-P)	Fósforo 2 (mg/L-P)	Fósforo 3 (mg/L-P)
Punto 5	987084	1011804	89.571	7.700	1.200	2.066	1.794	1.803
Punto 6	986969	1011754	20.639	10.100	2.000	2.973	7.952	2.417
Punto 7	986632	1011669	0.000	5.200	8.400	0.104	0.083	0.000
Punto 8	986313	1011588	28.484	187.000	18.300	0.089	1.839	0.978
Punto 9	986277	1011568	27.080	22.100	5.200	1.817	0.162	0.974
Punto 10	986273	1011567	59.042	3.200	31.700	0.264	1.673	0.922
Punto 11	985357	1011504	0.203	24.100	4.200	1.467	0.890	0.725
Punto 12	984677	1011155	0.000	1.900	3.500	0.968	1.707	0.906
Punto 13	984169	1011649	25.570	17.300	4.600	0.963	0.913	0.727
Punto 14	984855	1011501	43.444	70.100	0.000	3.311	0.874	0.762
Punto 15	985053	1011548	9.942	35.600	31.600	2.625	0.924	19.206
Punto 16	985108	1011639	203.422	9.400	1.900	1.368	6.312	17.430
Punto 17	985253	1011680	0.000	3.100	3.200	1.229	0.861	4.389
Punto 18	986066	1011799	9.567	1.000	20.600	17.061	0.950	0.252
Punto 19	987322	1014403	0.000	3.100	4.600	5.045	6.591	N.A
Punto 20	988199	1014674	905.197	15.300	1.500	13.816	0.000	0.097
Punto 21	988495	1013087	43.272	0.000	43.100	13.344	N.A	0.294
Punto 22	988725	1012153	40.500	9.700	23.600	1.794	0.641	0.639
Punto 23.1	988119	1014636	2.262	2.262	0.324	0.103	0.117	0.137
Punto 24.2	987874	1014177	0.690	0.690	1.574	4.687	5.062	6.820
Punto 25.3	988248	1013364	0.352	0.352	1.056	2.683	4.660	3.260
Punto 26.4	988555	1012726	0.000	0.000	0.000	0.691	0.890	0.959
Punto 27.5	987062	1011905	0.000	0.000	0.000	1.589	0.806	0.906
Punto 28.6	986466	1011713	0.000	0.000	0.000	0.635	0.845	0.976
Punto 29.7	985690	1011603	0.602	0.442	2.093	1.458	0.831	1.610
Punto 30.8	985026	1011370	0.000	0.607	0.000	1.180	0.807	0.940
Punto 31.9	983698	1012052	0.560	2.492	1.301	0.867	0.576	0.778
Punto 32.10	988144	1012259	0.578	2.307	1.275	1.058	0.877	1.500
Punto 33.11	987256	1014542	0.000	0.627	2.866	4.964	39.400	8.385

Fuente: laboratorio de la CAR Cundinamarca

2.10. Estimación de caudales

Debido a la falta de información de las empresas operadoras del servicio de acueducto y alcantarillado de Funza y Mosquera y de los parques industriales ubicados en la ronda del humedal, la estimación de los caudales aportados por cada

punto identificado se determinó mediante la intensidad promedio de los registros de lluvias de la estación climatológica La Ramada, que para el caso de estudio es de 792,43 mm/año.

Para la estimación de aportes por fósforo de los caudales que ingresan a la ciénaga por escorrentía o descarga directa se tomaron los valores promedio estimados por Salas & Martino (1990) en el documento *"*Eutrofización: causas, consecuencias y manejo*"* (ver Tabla 10. Coeficientes de exportación en función del uso de la tierra (tomado de Salas & Martino, 1990).

Tabla 10. Coeficientes de exportación en función del uso de la tierra (tomado de Salas & Martino, 1990).

Uso de la cuenca	P_{total} (gr/m^2-año)	N_{total} (gr/m^2-año)
Urbano	0,1	0,5
Agrícola	0,05	0,5
Forestal	0,01	0,3

Fuente: Mazzeo, N. y otros. *Eutrofización: causas, consecuencias y manejo*.

3.5.1 Aporte de fósforo por descarga de agua lluvia (A.LL)

El volumen generado por agua lluvia se estima a partir de la precipitación promedio anual del área en estudio, multiplicado por el área aferente. Los datos se presentan en la Tabla 11. Carga dispersa de fósforo por descarga de A.LL.

Tabla 11. Carga dispersa de fósforo por descarga de A.LL.

Punto	Tipo	*P* (mm/año)	A (ha)	Q (l/s)	$P_{TOTAL\ PROMEDIO}$ (gr/m^2-año)	$P_{APORTADO}$ (gr/año)
1	A.LL	792.43	18.52	4.65	0.1	18520
2	A.LL	792.43	26.35	6.62	0.1	26350
5	A.LL	792.43	3.83	0.96	0.1	3830
6	A.LL	792.43	5.86	1.47	0.1	5860
7	A.LL	792.43	5.86	1.47		5860
8	A.LL	792.43	5.86	1.47		5860

Punto	Tipo	*P* (mm/año)	A (ha)	Q (l/s)	$P_{TOTAL\ PROMEDIO}$ (gr/m^2-año)	$P_{APORTADO}$ (gr/año)
9	A.LL	792.43	5.86	1.47		5860
11	A.LL	792.43	11.16	2.80	0.1	11160
14	A.LL	792.43	34.5	8.67	0.1	34500
16	A.LL	792.43	6.17	1.55	0.1	6170
20	ALL	792.43	17.58	4.42	0.1	17580
			∑	35.57		141550

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con esta información, se puede concluir que el humedal recibe un volumen promedio de 35,57 l/s por descarga de aguas lluvias, generando un aporte de 141.550 gr/año de fósforo.

3.5.2 Aporte de fosforó por aguas residuales (A.R)

Como no se obtuvieron registros de las descargas de aguas residuales de los municipios de Funza y Mosquera en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, fue necesario estimar dichos caudales con base en los parámetros de diseño para sistemas de alcantarillados contemplados en la Norma Técnica Colombiana RAS 2000. El nivel de complejidad de los sistemas se basa en la población de la cabecera municipal y en su capacidad económica, como aparece en la Tabla 12. Nivel de complejidad del sistema.

Tabla 12. Nivel de complejidad del sistema.

Complejidad	Población en la cabecera municipal(1) [Hab.]	Capacidad económica de los usuarios(2)
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: RAS 2000, tabla A.3.1.

Según el Departamento Nacional de Planeación, DNP, la población en la cabecera municipal de Funza es de 69.524 habitantes y la de Mosquera de 77.460, lo cual determina como alto el nivel de complejidad del sistema.

Para los sistemas de complejidad alto, según la Resolución 2320 de 2009, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en su artículo 1°, que modifica el artículo 67 de la Resolución 1096 del 2000, se establece que la dotación neta máxima para poblaciones ubicadas en pisos térmicos fríos o templados es de 140 L/hab*día, como se puede apreciar en la Tabla 13. Dotación neta máxima.

Tabla 13. Dotación neta máxima.

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con clima frío o templado (L/hab*día)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima cálido (L/hab*día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: RAS 2000, tabla A.3.1.

Ahora, sólo una parte de la dotación neta máxima retorna a los sistemas de alcantarillado, para lo cual es necesario aplicar un coeficiente de retorno que se establece según el nivel de complejidad del sistema (Tabla 14. Coeficiente de retorno) para el caso de estudio se adopta 0,85.

Tabla 14. Coeficiente de retorno

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,7 – 0,8
Medio alto y alto	0,8 – 0,85

Fuente: RAS 2000, tabla D.3.1.

El caudal aportado por los puntos de muestreo 4, 15, 17, 18 y 19 está determinado por la dotación neta máxima, el coeficiente de retorno y la población, como se muestra en la Tabla 15. Carga dispersa de fósforo por A.R.

Tabla 15. Carga dispersa de fósforo por A.R.

Punto	Tipo	Índice poblacional (hab*km^2)	A (km^2)	Habitantes	Q (l/s)	P $_{TOTAL}$ gr/m^2-año	P$_{APORTADO}$ (gr/año)
4	A.R	1061*	0,0636	67	2,21	0,1	63,6
15	A.R	773*	0,0617	44	1,45	0,1	61,7
17	A.R	1061*	0,0857	91	3	0,1	85,7
18	A.R	1061*	0,2183	232	7,67	0,1	218,3
19	P.T				120**		
				∑	14,35		429,3

Fuente: elaboración propia.

* Dato tomado de la ficha de caracterización del Departamento Nacional de Planeación.

** Dato tomado de los reportes entregados por la empresa de servicios públicos de Funza a la CAR.

3.5.3 Aporte de fósforo por escorrentía

La estimación de las áreas que se emplean como potreros o de cobertura en pastos se realizó mediante la medición directa en imagen satelital y el valor promedio de fósforo se tomó de la clasificación de Salas & Martino (1990), como se resume en la Tabla 16. Carga dispersa de fósforo por escorrentía.

Tabla 16. Carga dispersa de fósforo por escorrentía.

Uso	C	*i* (mm/año)	A (ha)	Q (l/s)	P $_{TOTAL}$ gr/m^2-año	P$_{APORTADO}$ (gr/año)
Pastos	0,3	792,43	413,70	103,95	0,05	206850

Fuente: elaboración propia.

3.5.4 Aporte puntual de fósforo

Según los registros de bombeo efectuados mediante la operación del Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones, durante el año 2016 se

captaron 176.310.000 m^3 desde el río Bogotá, con un promedio de 5,59 m^3/s, de los cuales 97.470.000 m^3 se llevaron al humedal Gualí - Tres Esquinas, correspondiente a 3,09 m^3/s. Por temas prácticos se asume el valor promedio anual de fósforo que se obtuvo en cada uno de los muestreos (ver Tabla 17. Carga puntual de fósforo

Tabla 17. Carga puntual de fósforo

Fecha del muestreo	Campaña	A superficial Humedal (m^2)	Q (L/s)	P (mg/L-P)	P (mg/s-P)	P (g/m^2-año)
28/05/2016	1	1558900	3090	13,344	41232,96	834,13
20/08/2016	3	1558900	3090	0,294	908,46	18,38

Fuente: elaboración propia.

2.11. Carga total de fósforo

La carga total de fósforo presente en el humedal se determinó a partir de las cargas puntuales, la escorrentía y las descargas directas de aguas lluvias (A.LL) y residuales (A.R). Para el caso de las que se generaron por escorrentía, aguas lluvias y residuales se dividió por el área superficial del humedal para determinar los gramos por metro cuadrado de fósforo disperso, como se aprecia en la Tabla 18. Carga total de fósforo.

Tabla 18. Carga total de fósforo.

Fecha del muestreo	Campaña	Puntual (g/m^2-año)	Escorrentía (g/m^2-año)	A.LL (g/m^2-año)	A.R (g/m^2-año)	P TOTAL (g/m^2-año)
28/05/2016	1	834,13	0,13	0,091	0,00028	834,35
20/08/2016	3	18,38	0,13	0,091	0,00028	18,60

Fuente: elaboración propia.

2.12. Procesamiento de la información

Con base en las concentraciones determinadas de fósforo y clorofila de cada una de las estaciones de muestreo se generaron los mapas de concentraciones por medio de la herramienta IDW del software ArcGis, conforme al siguiente procedimiento:

1. Shape de concentraciones. En una tabla de Excel se generó el archivo con la información por punto de coordenada norte y este y las concentraciones de fósforo y clorofila, se exportó a ArcGis tipo shape con geometría punto (ver Figura 14. Puntos de muestreo ArcGis.y Figura 15. Tabla de concentraciones por punto en ArcGis.

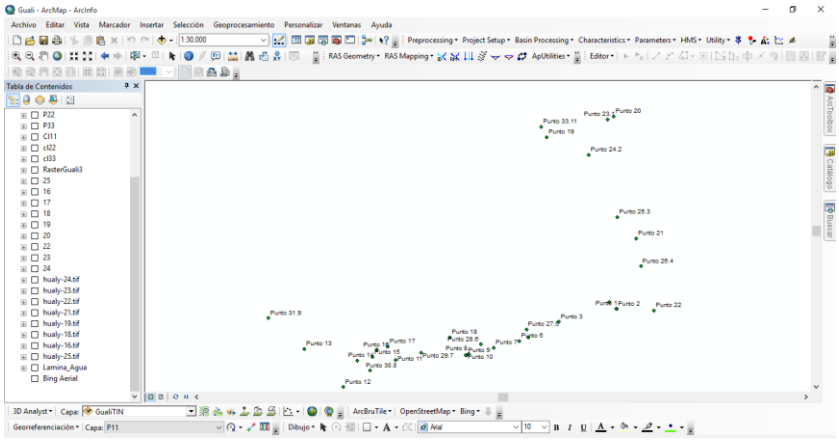


Figura 14. Puntos de muestreo ArcGis. Fuente: ArcGis.

Tabla

PuntMuestreo

FID	Shape *	Punto	Este	Norte	Clorofila	Clorofil_1	Clorofil_2	Fosforo_1	Fosforo_2	Fosforo_3
0	Punto	Punto 1	98823	101217	747.75	21.4	67.7	0.989	3.353	2.596
1	Punto	Punto 2	98822	101217	1178.645	38.2	208	0.83	2.146	0.676
2	Punto	Punto 3	98748	101200	64.771	5.2	100	0.963	1.763	2
3	Punto	Punto 4	98708	101180	89.571	40.6	19	2.066	2.08	2.753
4	Punto	Punto 5	98708	101180	89.571	7.7	1.2	2.066	1.794	1.803
5	Punto	Punto 6	98696	101175	20.639	10.1	2	2.973	7.952	2.417
6	Punto	Punto 7	98663	101166	0	5.2	8.4	0.104	0.083	0
7	Punto	Punto 8	98631	101158	28.484	187	18.3	0.089	1.839	0.978
8	Punto	Punto 9	98627	101156	27.08	22.1	5.2	1.817	0.162	0.974
9	Punto	Punto 10	98627	101156	59.042	3.2	31.7	0.264	1.673	0.922
10	Punto	Punto 11	98535	101150	0.203	24.1	4.2	1.467	0.89	0.725
11	Punto	Punto 12	98467	101115	0	1.9	3.5	0.968	1.707	0.906
12	Punto	Punto 13	98416	101164	25.57	17.3	4.6	0.963	0.913	0.727
13	Punto	Punto 14	98485	101150	43.444	70.1	0	3.311	0.874	0.762
14	Punto	Punto 15	98505	101154	9.942	35.6	31.6	2.625	0.924	19.206
15	Punto	Punto 16	98510	101163	203.422	9.4	1.9	1.368	6.312	17.43
16	Punto	Punto 17	98525	101168	0	3.1	3.2	1.229	0.861	4.389
17	Punto	Punto 18	98606	101179	9.567	1	20.6	17.061	0.95	0.252
18	Punto	Punto 19	98732	101440	0	3.1	4.6	5.045	6.591	0
19	Punto	Punto 20	98819	101467	905.197	15.3	1.5	13.816	0	0.097
20	Punto	Punto 21	98849	101308	43.272	0	43.1	13.344	0	0.294
21	Punto	Punto 22	98872	101215	40.5	9.7	23.6	1.794	0.641	0.639
22	Punto	Punto 23.1	98811	101463	2.262	2.262	0.324	0.103	0.117	0.137
23	Punto	Punto 24.2	98787	101417	0.69	0.69	1.574	4.687	5.062	6.82

(0 de 33 Seleccionado)

Figura 15. Tabla de concentraciones por punto en ArcGis. Fuente: ArcGis.

2. Perímetro del humedal. Con base en la topografía existente y la ayuda de imágenes satelitales se delimitó el perímetro de la lámina de agua del humedal, generando un shape de geometría polilínea (ver Figura 16. Perímetro del humedal.

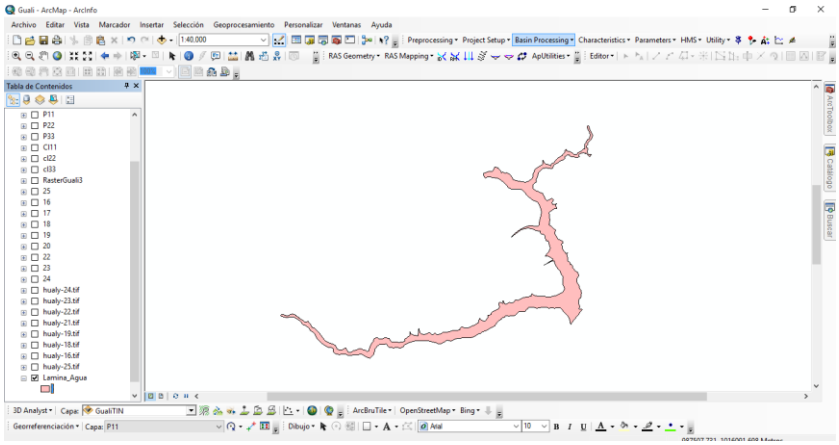


Figura 16. Perímetro del humedal. Fuente: ArcGis.

3. Interpolación raster. A partir del shape de concentraciones generado en el punto 1 y mediante la caja de herramienta 3D Analyst, Interpolación Raster, IDW, se generó el raster por concentración asignado al valor Z de la concentración por determinar, tomando como potencia 2. Mediante la función extracción por máscara se usó el polígono generado en el punto 2 para delimitar el shape de concentración (ver Figura 17. Raster por concentración de la ciénaga ArcGis.

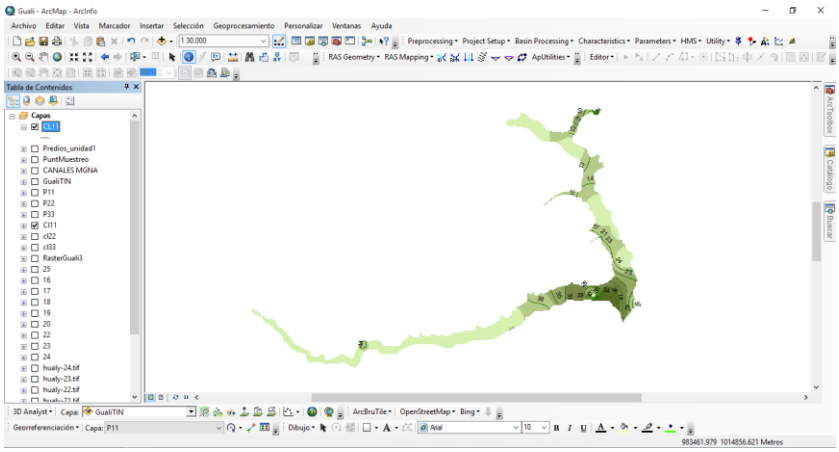


Figura 17. Raster por concentración de la ciénaga ArcGis. Fuente: ArcGis.

El resultado del procesamiento de cada uno de los compuestos analizados en los tres días de trabajo de campo se encuentra en el Anexo 5. Mapa de concentraciones, IDW e IE.

Capítulo IV

Aplicación del modelo

3.1. Índice de eutrofización (IE)

El índice de eutrofización se determinó por cada estación de muestreo, generando los valores que se presentan en la Tabla 19. Índice de eutrofización por fósforo en el humedal Gualí - Tres Esquinas. y en la Figura 18. Índice de eutrofización del humedal Gualí - Tres Esquinas.

Tabla 19. Índice de eutrofización por fósforo en el humedal Gualí - Tres Esquinas.

Punto	C	X_i	A	Log X_{ij}	Log A	IE	Tipo
1	5.45	6938.00	33	3.84	1.52	4.91	Mesotrófico
2	5.45	3652.00	33	3.56	1.52	4.41	Mesotrófico
3	5.45	4726.00	33	3.67	1.52	4.59	Mesotrófico
4	5.45	6899.00	33	3.84	1.52	4.90	Mesotrófico
5	5.45	5663.00	33	3.75	1.52	4.73	Mesotrófico
6	5.45	13342.00	33	4.13	1.52	5.64	Eutrófico
7	5.45	187.00	33	2.27	1.52	3.23	Mesotrófico
8	5.45	2906.00	33	3.46	1.52	4.26	Mesotrófico
9	5.45	2953.00	33	3.47	1.52	4.27	Mesotrófico
10	5.45	2859.00	33	3.46	1.52	4.25	Mesotrófico
11	5.45	3082.00	33	3.49	1.52	4.30	Mesotrófico
12	5.45	3581.00	33	3.55	1.52	4.40	Mesotrófico
13	5.45	2603.00	33	3.42	1.52	4.20	Mesotrófico
14	5.45	4947.00	33	3.69	1.52	4.63	Mesotrófico
15	5.45	22755.00	33	4.36	1.52	6.51	Eutrófico
16	5.45	25110.00	33	4.40	1.52	6.72	Eutrófico
17	5.45	6479.00	33	3.81	1.52	4.85	Mesotrófico
18	5.45	18263.00	33	4.26	1.52	6.11	Eutrófico
19	5.45	11636.00	33	4.07	1.52	5.46	Eutrófico
20	5.45	13913.00	33	4.14	1.52	5.70	Eutrófico
21	5.45	13638.00	33	4.13	1.52	5.67	Eutrófico
22	5.45	3074.00	33	3.49	1.52	4.30	Mesotrófico
23.1	5.45	357.00	33	2.55	1.52	3.40	Mesotrófico

Punto	C	X_i	A	Log X_{ij}	Log A	IE	Tipo
24.2	5.45	16569.00	33	4.22	1.52	5.95	Eutrófico
25.3	5.45	10603.00	33	4.03	1.52	5.35	Eutrófico
26.4	5.45	2540.00	33	3.40	1.52	4.19	Mesotrófico
27.5	5.45	3301.00	33	3.52	1.52	4.34	Mesotrófico
28.6	5.45	2456.00	33	3.39	1.52	4.17	Mesotrófico
29.7	5.45	3899.00	33	3.59	1.52	4.45	Mesotrófico
30.8	5.45	2927.00	33	3.47	1.52	4.27	Mesotrófico
31.9	5.45	2221.00	33	3.35	1.52	4.11	Mesotrófico
32.10	5.45	3435.00	33	3.54	1.52	4.37	Mesotrófico
33.11	5.45	52749.00	33	4.72	1.52	9.03	Eutrófico

Fuente: elaboración propia.

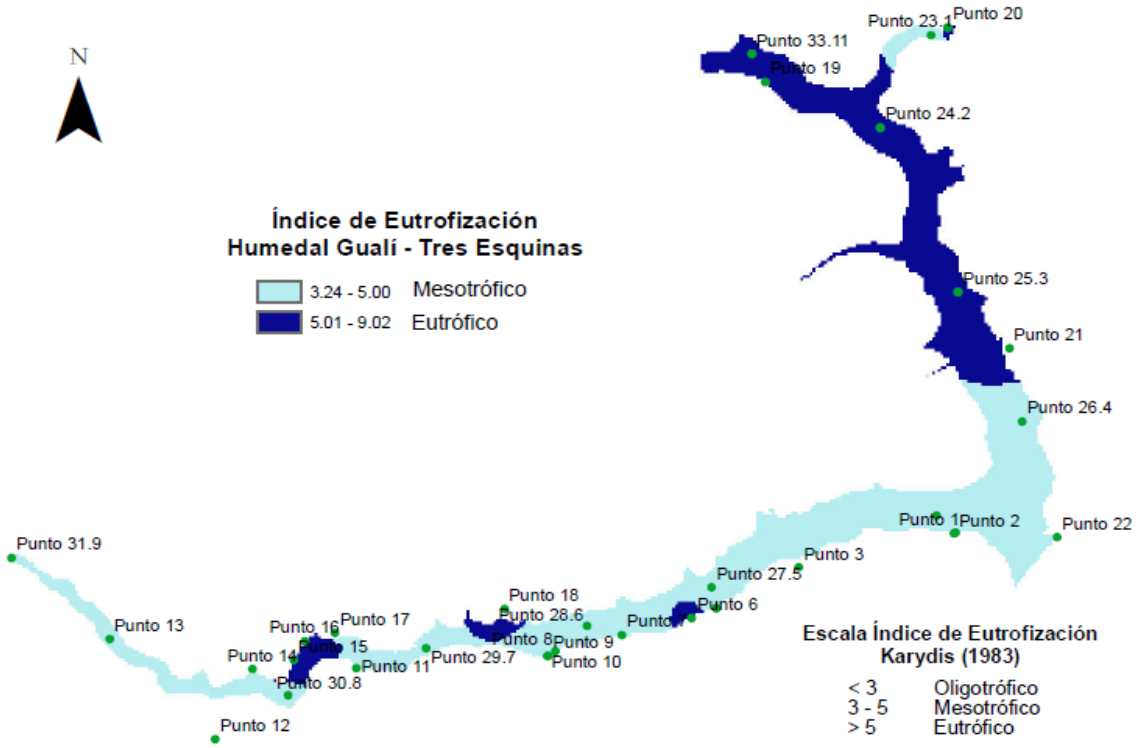


Figura 18. Índice de eutrofización del humedal Gualí - Tres Esquinas.

3.2. Vollenweider

4.2.1 Campaña 1

- Fórmula lagos cálidos:

Profundidad media (Z): 2,03 m.

Área superficial (As): 155,89 ha.

Caudal total (Q) = 3,24 m^3/s.

Carga total de fósforo: 834,35 g/m^2 - año

$$t = \frac{Z * A}{Q} = \frac{2{,}03 * 1558900}{3{,}24 * 86400 * 365} = 0{,}031\ años$$

$$P = \frac{0{,}29 L_c^{0{,}891} t^{0{,}676}}{Z^{0{,}934}} = \frac{0{,}29 * 834{,}35^{0{,}891} * 0{,}031^{0{,}676}}{2{,}03^{0{,}934}} = \frac{11{,}104}{1{,}9374} = 5{,}73 \rightarrow\ Eutrófico$$

- Usando la tabla 3. Cargas de nutrientes en lagos:

$$t = \frac{Z * A}{Q} = \frac{2{,}03 * 1558900}{3{,}24 * 86400 * 365} = 0{,}031\ años$$

Carga límite permisible de fósforo para lagos templados: se estima una concentración crítica de fósforo de 0,02 para mesotrófico.

$$L_c = \frac{P_c Z\left(1 + \sqrt{t}\right)}{t} = \frac{0{,}02 * 2{,}03(1 + \sqrt{0{,}031})}{0{,}031} = \frac{0{,}0477}{0{,}031} = 1{,}54\ g/m2 - año$$

Carga límite permisible de fósforo para lagos cálidos tropicales: se estima una concentración promedio de fósforo de 0,12 mg/L para eutrófico

$$L_c = \left[\frac{P Z^{0{,}934}}{0{,}29 t^{0{,}676}}\right]^{\frac{1}{0{,}891}} = \left[\frac{0{,}12 * 2{,}03^{0{,}934}}{0{,}29 * 0{,}031^{0{,}676}}\right]^{\frac{1}{0{,}891}} = \left[\frac{0{,}2325}{0{,}0277}\right]^{\frac{1}{0{,}891}} = 10{,}88\ g/m2 - año$$

Carga anual de fósforo sobre el lago:

$$L_p = 834{,}35\ g/m2 - año$$

Como la carga anual sobre el lago es mayor a la admisible para lagos templados y cálidos tropicales se deduce que es eutrófico.

4.2.2 Campaña 3

- Fórmula lagos cálidos:

Profundidad media (Z): 2,03 m.

Área superficial (As): 155,89 ha.

Caudal total (Q) = 3,24 m^3/s.

Carga total de fósforo: 18,60 g/m^2 - año

$$t = \frac{Z * A}{Q} = \frac{2{,}03 * 1558900}{3{,}24 * 86400 * 365} = 0{,}031\ años$$

$$P = \frac{0{,}29 L_c^{0{,}891} t^{0{,}676}}{Z^{0{,}934}} = \frac{0{,}29 * 18{,}60^{0{,}891} * 0{,}031^{0{,}676}}{2{,}03^{0{,}934}} = \frac{0{,}3747}{1{,}9374} = 0{,}19 \rightarrow\ Eutrófico$$

- Usando la tabla 3. Cargas de nutrientes en lagos:

$$t = \frac{Z * A}{Q} = \frac{2{,}03 * 1558900}{3{,}24 * 86400 * 365} = 0{,}031\ años$$

Carga límite permisible de fósforo para lagos templados: se estima una concentración crítica de fósforo de 0,02 para mesotrófico.

$$L_c = \frac{P_c Z\left(1 + \sqrt{t}\right)}{t} = 1{,}54\ g/m2 - año$$

Carga límite permisible de fósforo para lagos cálidos tropicales: se estima una concentración promedio de fósforo de 0,12 mg/L para eutrófico

$$L_c = \left[\frac{P Z^{0.934}}{0{,}29 t^{0{,}676}}\right]^{\frac{1}{0{,}891}} = 10{,}88\ g/m2 - año$$

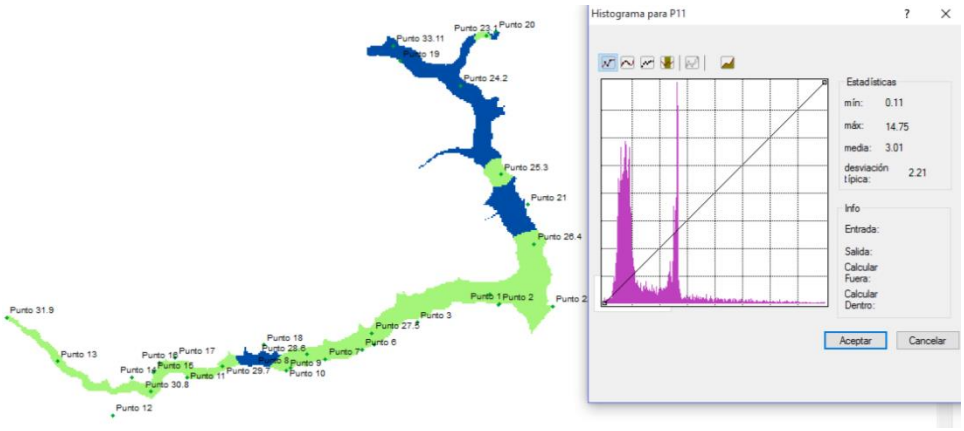
Carga anual de fósforo sobre el lago:

$$L_p = 18{,}60\ g/m2 - año$$

Como la carga anual sobre el lago es mayor a la admisible para lagos templados y cálidos tropicales se deduce que es eutrófico.

3.3. Distancia inversa ponderada IDW

- Campaña 1:

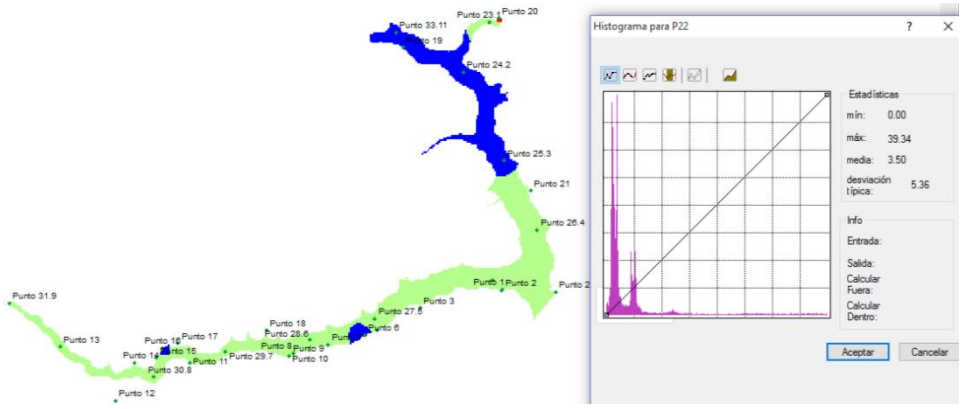


Fósforo promedio del humedal: 3,01 mg/L → 188,15 g/m^2 - año

Fósforo total: 188,37 g/m^2 - año

$$P = \frac{0{,}29 L_c^{0{,}891} t^{0{,}676}}{Z^{0{,}934}} = \frac{0{,}29 * 188{,}37^{0{,}891} * 0{,}031^{0{,}676}}{2{,}03^{0{,}934}} = \frac{2{,}9485}{1{,}9374} = 1{,}52 \rightarrow \ Eutrófico$$

- Campaña 2:

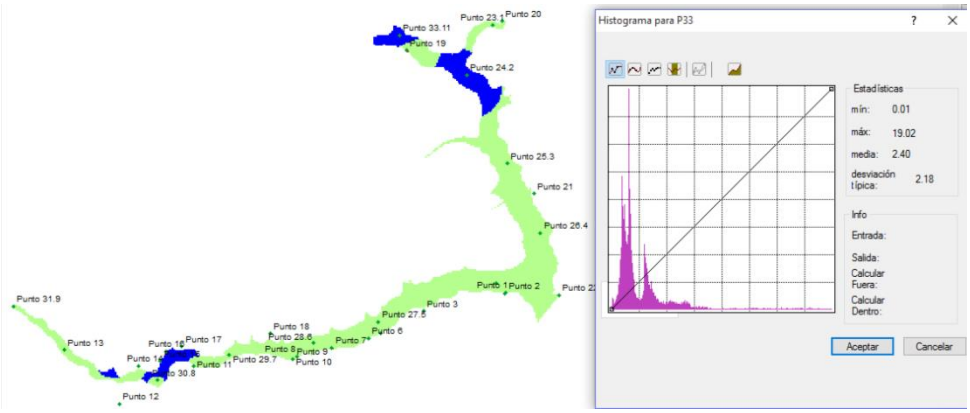


Fósforo promedio del humedal: 3,50 mg/L → 218,78 g/m^2 - año

Fósforo total: 219,00 g/m^2 - año

$$P = \frac{0{,}29 L_c^{0{,}891} t^{0{,}676}}{Z^{0{,}934}} = \frac{0{,}29 * 219^{0{,}891} * 0{,}031^{0{,}676}}{2{,}03^{0{,}934}} = \frac{3{,}3721}{1{,}9374} = 1{,}74 \rightarrow \ Eutrófico$$

- Campaña 3:



Fósforo promedio del humedal: 2,40 mg/L → 150,02 g/m^2 - año

Fósforo total: 150,24 g/m^2 - año

$$P = \frac{0{,}29 L_c^{0{,}891} t^{0{,}676}}{Z^{0{,}934}} = \frac{0{,}29 * 150{,}24^{0{,}891} * 0{,}031^{0{,}676}}{2{,}03^{0{,}934}} = \frac{2{,}4103}{1{,}9374} = 1{,}24 \rightarrow \ Eutrófico$$

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

1. El humedal Gualí - Tres Esquinas es un cuerpo hídrico regulado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, mediante la operación del Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones de La Ramada, el cual es operado y mantenido para prestar los servicios de riego, drenaje, control de inundaciones a los municipio de Funza y Mosquera y para la preservación y conservación de la flora y fauna que alberga. Este cuerpo de aguas es receptor de diversos tipos de aves migratorias y hogar de especies en peligro de extinción; así como de diferentes anfibios y reptiles.
2. Este cuerpo de agua se encuentra seriamente afectado por el desarrollo urbano que han sufrido los municipios de Funza y Mosquera, con los cuales limita, viéndose afectada su recarga hídrica natural y convirtiéndose en el receptor de escombros y basuras. Durante el estudio de campo se identificaron 4 puntos de descarga directa de aguas residuales y 11 de aguas lluvias, que inciden directamente en la calidad del recurso hídrico.
3. En promedio, las aguas del humedal presentan valores de concentración de fósforo entre 2,40 y 3,01 mg/L.
4. Con base en la metodología propuesta por Vollenweider, se concluye que el humedal se encuentra en un estado eutrófico, generado por el enriquecimiento de nutrientes como el fósforo, lo cual produce una alta proliferación de plantas acuáticas, las cuales aumentan la turbidez del agua, aportan nutrientes en su ciclo natural de vida y disminuyen la cantidad de oxígeno disuelto, poniendo en riesgo la flora y la fauna que lo habitan.
5. Aplicando la metodología de Karydis (Índice de eutrofización por nutrientes) se pudo establecer que los puntos de descarga de aguas residuales, así como la recarga efectuada a través del sistema hidráulico La Ramada, generan una alta incidencia en el nivel de eutrofización del humedal, produciendo zonas eutróficas en las áreas cercanas y de influencia de dichos puntos y zonas mesotróficas en el resto del cuerpo lagunar.

6. Según el análisis estadístico, al aplicar la interpelación IDW a las campañas de muestreo de fósforo se estableció que las aguas presentan niveles de concentración de fósforo entre 2,04 y 3,5 mg/L, que al aplicarse en el modelo de Vollenweider generan condición eutrófica.
7. Con base en los resultados del estudio se puede afirmar que el humedal Gualí - Tres Esquina presenta una condición eutrófica.

4.2. Recomendaciones

1. Como medida de control se propone eliminar las descargas directas de aguas residuales provenientes de los municipios de Funza y Mosquera, así como ejercer un estricto control en las descargas que se originan en las plantas de tratamiento de aguas residuales del parque industrial San Carlos y del municipio de Funza. Esta labor la debe ejercer la Dirección Regional Sabana de Occidente de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, haciendo seguimiento a los planes de manejo y saneamiento de vertimientos, PSMV.
2. Dado que el humedal es el principal cuerpo hídrico de regulación del sistema hidráulico La Ramada no es posible eliminar la recarga efectuada por el sistema desde la captación en el río Bogotá, pero sí resulta necesario controlar la carga de nutrientes de las aguas transportadas por dicho afluente. Una posible medida es instalar tanques sedimentadores en el canal Chicú, que retenga en los sedimentos parte de la carga de nutrientes. Estos sedimentos serán removidos mecánicamente de forma periódica, dentro de la maniobra de del sistema.
3. Se recomienda además implementar un plan de manejo que permita la recuperación total del espejo de agua del humedal, retirando la vegetación flotante y generando islas al interior para albergar y resguardar la fauna propia y migratoria. Dada la extensión del cuerpo lagunar es necesario usar maquinaria pesada tipo retroexcavadora anfibia o dragas anfibias de succión multipropósito para remover el material vegetal y los sedimentos, lo cual ha demostrado ser eficiente para la extracción de material acuático, como sucedió en el caso de la laguna de Fúquene.
4. Efectuar el dragado del humedal para recuperar el vaso, lo cual permite una mejor circulación del agua y aumenta la capacidad de dilución de nutrientes.

5. Paisajísticamente el humedal ofrece grandes oportunidades de recreación activa y pasiva, como el avistamiento de aves y la práctica de deportes acuáticos no motorizados, para lo cual es necesario generar campañas de concientización con la población circundante, de tal manera que se genere un mayor sentido de pertenencia.

Con las anteriores medidas se busca mantener condiciones oligotróficas o mesotróficas en el humedal Gualí - Tres Esquinas, que permitan que este cuerpo hídrico cumpla las funciones definidas para él dentro del Sistema Hidráulico de Manejo Ambiental y Control de Inundaciones de La Ramada (SHMACI La Ramada) como cuerpo regulador de inundaciones y que continúe albergando de forma adecuada las especies de fauna y flora presentadas en el numeral 2.2 del presente documento.

Bibliografía

1. Romero, J. (2009). *Calidad del agua,* 3ª. ed. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, pp. 413-415.
2. Betanzos V., Garcés R., A., Delgado M., Y. & Pis R., M.A. (2012). Variación espacio-temporal y grado de eutrofia de sustancias nutrientes en aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo, Cuba. *Rev. Mar. Cost.* ISSN 1659-455X, vol. 4, 120, pp. 117--130.
3. IDW (2016). ArcGis for Desktop. Recuperado de http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/3d-analyst-toolbox/idw.htm el 22 de febrero de 2017.
4. Biocolombia (2004). Informe final del plan de manejo y propuesta de delimitación de un área natural protegida en el humedal Gualí - Tres Esquinas. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
5. Consorcio CGT. (2007). Informe final, contrato CAR N° 419 de 2005. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
6. Villamarín, L. M. (2014). Análisis de la calidad trófica de la laguna de Fúquene (tesis de maestría). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
7. Tibaquirá, P.M. (2014). Análisis de la calidad trófica del embalse El Hato (tesis de maestría). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
8. Romero, J. (2002). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Capítulo VI

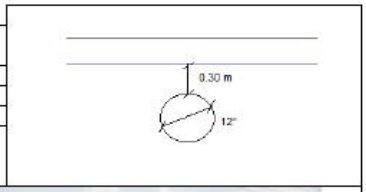
Anexos

Anexo 1. Inventario de descargas

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO:	1		FECHA:	14/03/2015	
COORDENADAS:	NORTE:	1012175	ESTE:	988237	
TIPO DE VERTIMIENTO:	Descarga de aguas lluvias				
DESCRIPCIÓN:	Descarga de aguas lluvias provenientes de la red de canales internos y de las cubiertas de los invernaderos de la empresa Flores Bacata S.A.S, localizada en el municipio de Mosquera				
REGISTRO FOTOGRAFICO:					



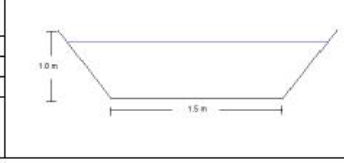
MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO:	2		FECHA:	14/03/2015	
COORDENADAS:	NORTE:	1012171	ESTE:	988229	
TIPO DE VERTIMIENTO:	Descarga de aguas lluvias y planta de tratamiento				
DESCRIPCIÓN:	Descarga de aguas lluvias del Parque Industrial San Carlos I y de la planta de tratamiento de aguas residuales, no se evidencia trampa de grasas en los canales ni en la entrega al humedal				
REGISTRO FOTOGRAFICO:					



MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 3 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1012005 ESTE: 987480

TIPO DE VERTIMIENTO: Derivación de agua del Humedal Guali - Tres Esquinas

DESCRIPCIÓN: Derivación del Humedal Guali Tres Esquinas hacia el denominado Canal A del SHMACI La Ramada, salida controlada mediante una compuerta de pantalla.

REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

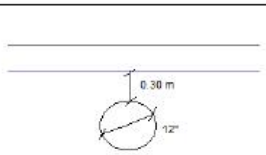
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 4 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011804 ESTE: 987084

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga planta de Tratamiento Barrio Martinez Rico

DESCRIPCIÓN: Planta de Tratamiento del barrio Martinez Rico de Mosquera, se presume que no se efectua la remocion necesaria para hacer una entrega correcta de las aguas al humedal desde la planta de tratamiento.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 5 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011762 ESTE: 986979

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga aguas lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de las aguas lluvias que recorren la emrpesa Italcol.

REGISTRO FOTOGRAFICO:

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 6 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011574 ESTE: 986969

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de Aguas Lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias del Parque Industrial San Carlos II de la red de canales del parque industrial, se presume descarga involuntarai de aceites y grasas del parque automotor que permanece en el interior.

REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

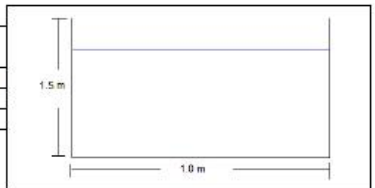
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 7 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011669 ESTE: 986632

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias y planta de tratamiento

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias del Parque Industrial San Carlos II de la red de canales del parque industrial y de la planta de tratamiento, se presume descarga de aceites y grasas del parque automotor.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

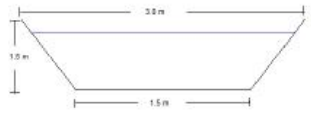
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 8 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011588 ESTE: 986313

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias del Parque Industrial San Carlos II de la red de canales del parque industrial y de la planta de tratamiento, se presume descarga de aceites y grasas del parque automotor.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

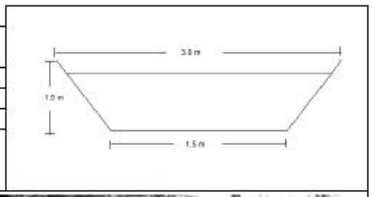
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 9 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011568 ESTE: 986277

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias del Parque Industrial San Carlos II de la red de canales del parque industrial y de la planta de tratamiento, se presume descarga de aceites y grasas del parque automotor.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

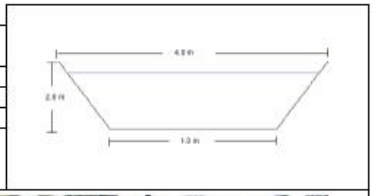
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 10 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011567 ESTE: 986273

TIPO DE VERTIMIENTO: Derivación de agua del Humedal Guali - Tres Esquinas

DESCRIPCIÓN: Derivación del Humedal Guali Tres Esquinas hacia el denominado Canal B del SHMACI La Ramada, salida controlada mediante una compuerta de pantalla.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

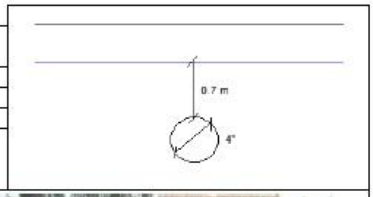
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 11 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011504 ESTE: 985357

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias del Club La Estancia



REGISTRO FOTOGRAFICO:

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

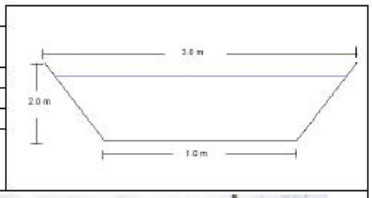
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 12 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011155 ESTE: 984677

TIPO DE VERTIMIENTO: Derivación de agua del Humedal Guali - Tres Esquinas

DESCRIPCIÓN: Derivación del Humedal Guali Tres Esquinas hacia el denominado Canal C del SHMACI La Ramada, salida controlada mediante una compuerta de pantalla.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

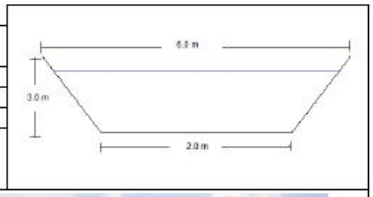
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 13 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011649 ESTE: 984169

TIPO DE VERTIMIENTO: Derivación de agua del Humedal Guali - Tres Esquinas

DESCRIPCIÓN: Derivación del Humedal Guali Tres Esquinas hacia el denominado Canal San José del SHMACI La Ramada, salida controlada mediante una compuerta de pantalla.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

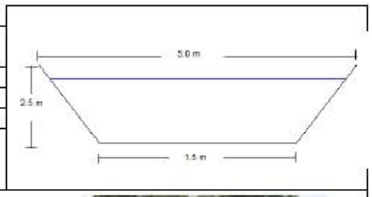
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 14 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011501 ESTE: 984855

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias provenientes de los barrios del municipio de mosqeura, dentro de los cuales se encuentra la urbanización El Trebol y los proyectos de Constructora Bolivar.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

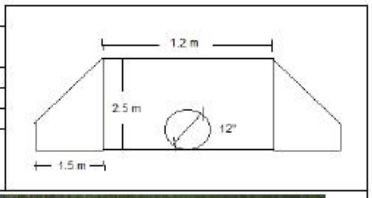
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 15 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011548 ESTE: 985053

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas residuales

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas residuales provenientes de los barrios del municipio de mosquera, en el punto denominado la cortuja 1.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

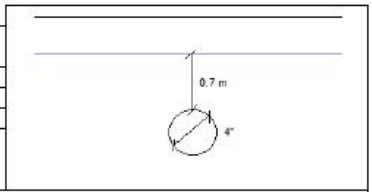
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 16 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011639 ESTE: 985108

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias provenientes de los barrios del municipio de mosquera, en el punto denominado la cortuja 2.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

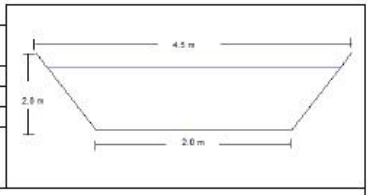
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 17 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011680 ESTE: 985253

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas residuales.

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas residuales provenientes de los barrios del municipio de Funza.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

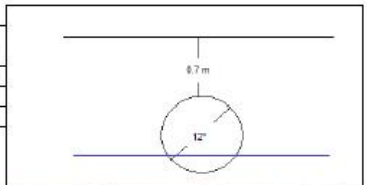
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 18 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011799 ESTE: 986066

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias y residuales.

DESCRIPCIÓN: Descarga de aguas lluvias y residuales del alcantarillado del municipio de Funza, la entrega es mediante un tubo de 12", el cual es de difícil acceso por la malla sobre el puente.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

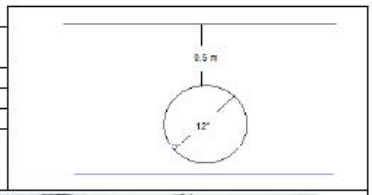
PUNTO: 19 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1011799 ESTE: 986066

TIPO DE VERTIMIENTO: Aguas Planta de Tratamiento

DESCRIPCIÓN: Descarga de las aguas provenientes de la planta de tratamiento del municipio de Funza.

REGISTRO FOTOGRAFICO:



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

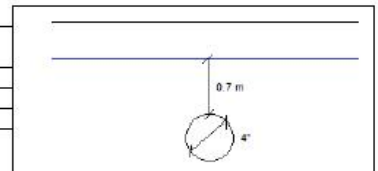
PUNTO: 20 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1014674 ESTE: 988199

TIPO DE VERTIMIENTO: Descarga de aguas lluvias

DESCRIPCIÓN: Descarga de las aguas lluvias provenientes de la planta de la empresa BigCola.

REGISTRO FOTOGRAFICO:



MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

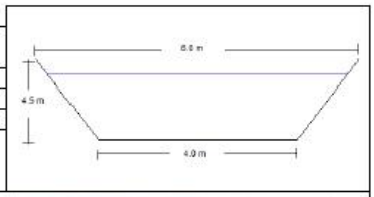
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 21 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1013087 ESTE: 988495

TIPO DE VERTIMIENTO: Ingreso de agua del Humedal Guali - Tres Esquinas

DESCRIPCIÓN: Ingreso de agua al Humedal Guali Tres Esquinas proveniente del denominado Canal Chicú del SHMACI, el cual controla el humedal la Florida con aguas provenientes del río Bogotá.



REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

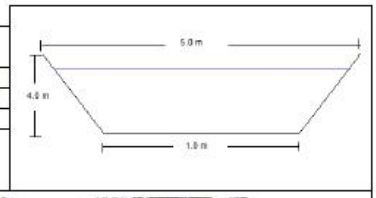
ESTUDIO DE LA CALIDAD TROFICA HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS
INVENTARIO VERTIMIENTO HUMEDAL GUALI - TRES ESQUINAS

PUNTO: 22 FECHA: 14/03/2015

COORDENADAS: NORTE: 1012153 ESTE: 988199

TIPO DE VERTIMIENTO: Derivación de agua del Humedal Guali - Tres Esquinas

DESCRIPCIÓN: Derivación del Humedal Guali Tres Esquinas hacia el denominado Canal La Ramada del SHMACI La Ramada, salida controlada mediante una compuerta de pantalla.

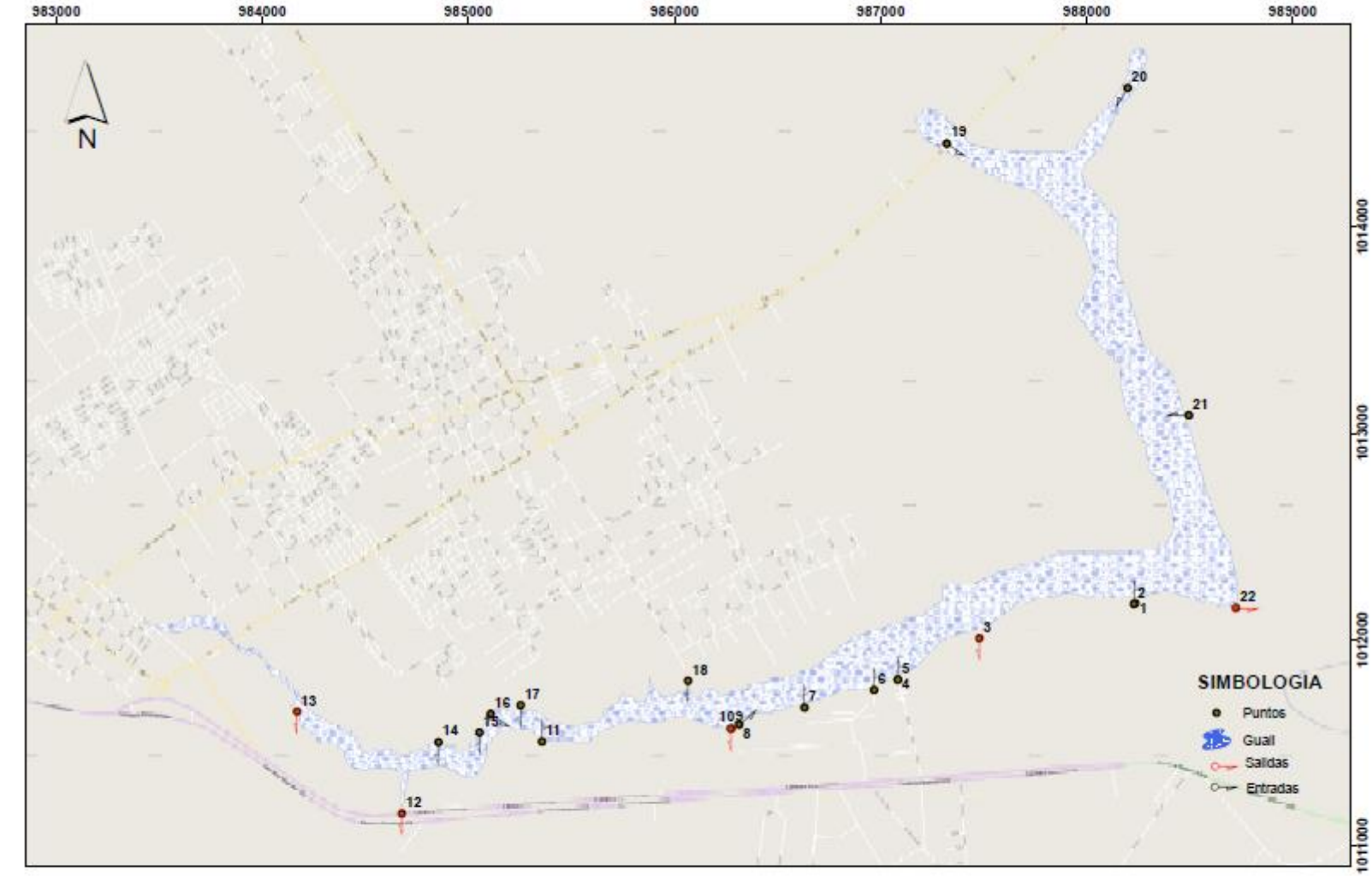


REGISTRO FOTOGRAFICO:

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

Anexo 2. Puntos de muestreo y descargas en el humedal Gualí - Tres Esquinas.



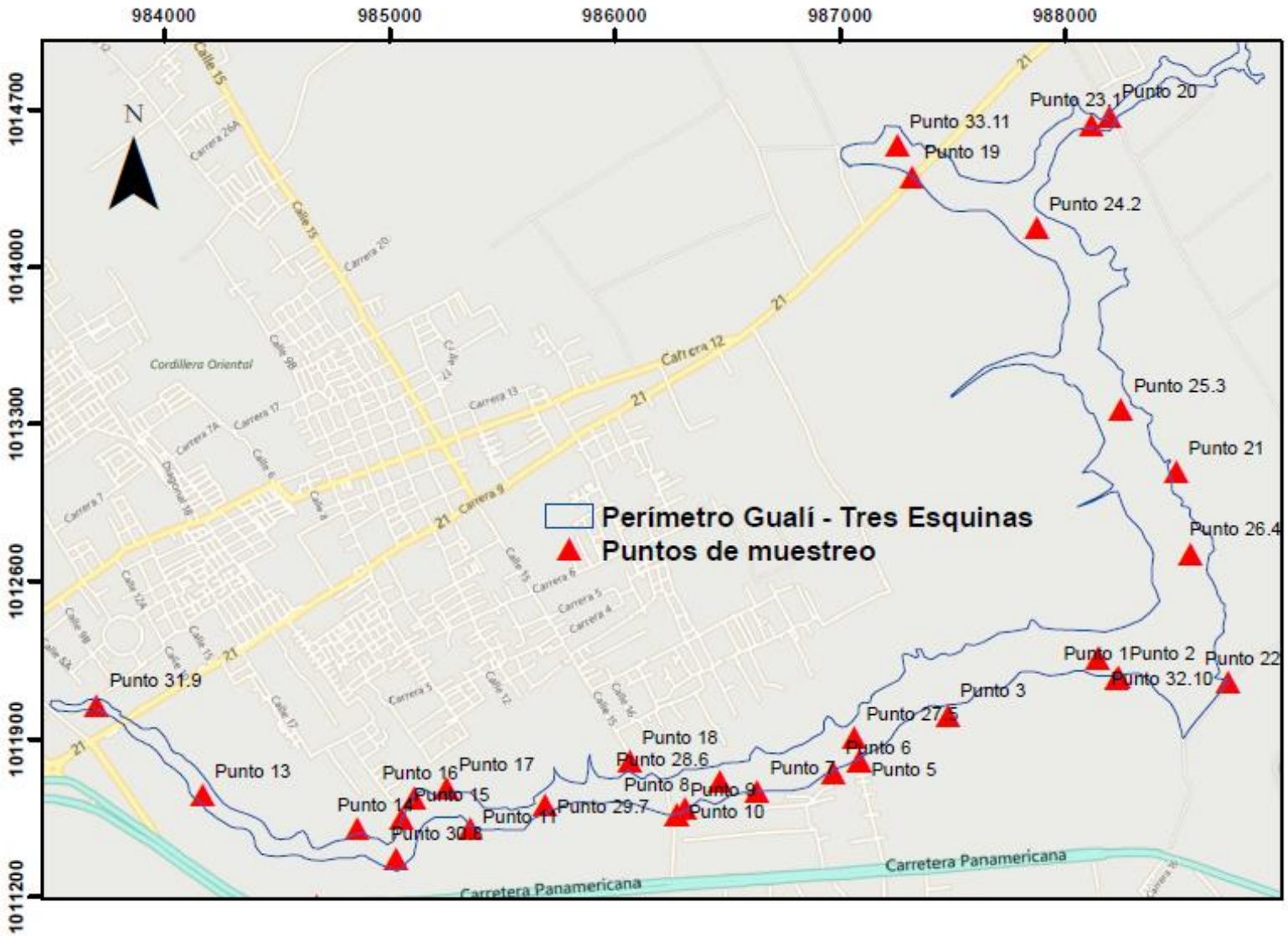
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

ESTUDIO DE LA CALIDAD TRÓFICA HUMEDAL GUALI – TRES ESQUINAS
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL ÉNFASIS EN HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE
MANUEL ANDRES GONZALEZ MALAGON

CAR

0 0.25 0.5 1 1.5 Km

Escala 1:10,000


984000
985000
986000
987000
988000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Perímetro Gualí - Tres Esquinas
Puntos de muestreo
Punto 33.11
Punto 19
Punto 23.1
Punto 20
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 1
Punto 2
Punto 22
Punto 32.10
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 5
Punto 7
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 14
Punto 15
Punto 16
Punto 17
Punto 13
Punto 31.9
Carrera 12
Carrera 9
Cordillera Oriental
Carretera Panamericana
Carretera Panamericana

Anexo 3. Registros de la estación climatológica La Ramada.

EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2120516	1967	41.7	90.9	106.3	55.7	76.4	57.9	92.2	89	76.1	74	102.1	82.7
2120516	1968	100.6	82.3	91.1	84.3	91.1	68.6	75.3	86.8	84.2	70.8	93.7	98
2120516	1969	123.8	103.3	102.9	89.3	80.6	88.8	91.5	92.2	0	95.7	85.9	86.1
2120516	1970	100.3	99.2	110.4	87.2	81.6	78.4	97	89.3	76.7	78.9	81.8	80.9
2120516	1971	89.5	76.4	78.7	82.1	71.3	73.2	59.3	73.3	74.9	75.4	72.9	81.4
2120516	1972	86	99	96.4	92.2	77	79.1	90.1	82.6	87.8	93.5	86.5	94.5
2120516	1973	109.4	111.5	87.5	88.7	88.6	64.3	79.2	76.6	71.9	88.9	73.3	85.7
2120516	1974	89.9	80.4	94.8	70.4	72.9	69.2	83.1	86.7	73.4	76.7	81.7	116.7
2120516	1975	98.4	72.9	81.3	88.3	64.8	69.4	71.4	77.9	76.3	78	81.6	65.2
2120516	1976	99	91.8	51	46.7	61.6	54.4	71.9	90.1	83.8	84	91.3	82
2120516	1977	121.9	91.1	97.6	74.7	57.4	63.5	78.7	75.5	85.9	79	72.3	98.2
2120516	1978	111.5	102.4	94.7	76.1	65.8	74	70.9	88.3	71.8	77.4	70.2	92.1
2120516	1979	114.9	109.7	81.5	75.5	63.3	56.5	71.9	64.3	74.6	61.1	77.7	79.4
2120516	1980	98.8	102.6	91.8	83.7	83	79.8	99.5	89.5	94.2	86.8	83.5	86.8
2120516	1981	104.8	77.7	103.1	70.7	63.7	69.8	82.5	85.5	84.4	74.2	84.5	82.7
2120516	1982	97.7	76.6	97.6	74.3	71.5	76.8	85.3	101.6	78.6	83.9	74.9	67.8
2120516	1983	100.6	89.3	107.4	70.9	82.7	84.6	73	114.8	97.8	91.3	95.7	82.5
2120516	1984	99.3	83.8	111	95	96.2	74.9	89.5	87.6	77.7	80.5	79.5	90.8
2120516	1985	122.4	96.2	119.3	93.2	85.9	83.8	88.8	93	88.8	91.5	88.5	121.8
2120516	1986	93.4	83.7	83.3	74.7	81.1	79.8	100.5	99.1	82.7	76	78.5	88.6
2120516	1991	96.6	90.4	86.5	76	63.9	74.6	72.9	100.5	88.7	99.2	65.1	92.6
2120516	1992	97.6	86.3	109.8	87.4	80.6	88.6	82	105	86.3	80.9	71.3	83.8
2120516	1993	82.6	93.9	81.3	61	72	76.1	80.2	83.6	71.1	72.2	68.4	88
2120516	1994	88.6	74.8	79.5	66.8	66.5	77.3	85.1	84.4	79.8	86.1	77.1	86.6
2120516	1995	98.2	101.7	82.3	74.6	63.5	65.9	67.4	71.1	75.7	73.8	80.2	62.5
2120516	1996	88.5	73	76.9	68	54.2	60.9	78.8	72.3	60.2	71.4	82.6	76.3
2120516	1997	85.2	81.6	88.9	71.1	70.5	73.5	79.5	102.1	80.5	101.4	78.5	100.5
2120516	1998	103.6	88.6	92	78	64.6	72.9	69.5	82.3	81.6	86.2	79.2	74.3
2120516	1999	81	62.1	80	66.9	78.2	65.3	82.1	71.5	66.1	62.7	73.3	
2120516	2000	45.7	95.6	88.7	73.1	51.3	47.2	79	77.1	65.7	73.2	85.2	73.6
2120516	2001	119.2	93.5	41									
2120516	2005	80.1	87.3	94.1	46.2	52.1	78.7	92.6	62	76	59	69.9	87.4
2120516	2006	24.3	87.7	49.4	66.5	34.6	53.5	73				27	72.8
2120516	2007					65	73.4	55.6	9.9	90.1	83.9	84.3	94.3
2120516	2008	91	84.9	95.8	80.3	77.8	68.2	68.2	72.5	81.8	77.2	70.3	92.9
2120516	2009	76.6	78.7	83.3	78.6	78.2	83	80	92.7	106.2	103.7	80.8	101.2
2120516	2010	115.7	99.9	90.6	85.4	65.5	69.9	62.5	79.8	69.9	84.6	75	69.8
2120516	2011	100	78.5	77.1	47	66.9	71.1	69.4	86.6	86.8	81.8	78.7	86.6
2120516	2012	85.6	84.8	69.6	62.1	77.5	82.9	86.3	85.3	100.5	91.5	84.3	96.4
2120516	2013	103.2	86.1	78.3	91.9	66.4	92	102.6	98.1	89.4	90.7	92	79
2120516	2014	108.3	81.7	98.3	76.5	76.5	68.4	81.9	84.5	92.1	75.4	72.3	61.8
2120516	2015	82.7	82.6	91.4	89.3	81.9	67.8	72.8	71.1	73.2		62.6	87
2120516	2016	72.4	90	105.5	63.4	61.3	74.4	70.1	85.9	37.4			
MEDIOS		93.59	88.20	88.76	75.21	71.08	72.20	79.60	83.46	78.07	81.35	78.40	85.78

MÁXIMOS	123.8	111.5	119.3	95	96.2	92	102.6	114.8	106.2	103.7	102.1	121.8
MÍNIMOS	24.3	62.1	41	46.2	34.6	47.2	55.6	9.9	0	59	27	61.8

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2120516	1938	84	76	74	80	77	71	73	74	69	76	76	74
2120516	1939	71	67	72	72	74	71	67	68	70	73	74	70
2120516	1940	66	66	69	72	73	70	67	74	70	86	79	73
2120516	1941	74	71	72	73	70	70	68	68	66	72	76	73
2120516	1945	70	72	67	78	80	71	68	70	65	76	75	75
2120516	1946	73	72	71	77	75	70	65	67	65	74	74	73
2120516	1947	71	70	70	69	74	73	73	70	71	80	75	70
2120516	1948	66	67	69	80	76	72	69	68	69	71	75	72
2120516	1949	72	70	74	73	76		77	74	74	70	67	67
2120516	1950	75	77	77	77	77	74	74	72	69	79	77	76
2120516	1951		75	73	75	74	73	72	75				
2120516	1952	79	81	84	82	79	70	73	70	72	73	77	75
2120516	1953	71	70	73	77	75	73	66	66	74	78	75	73
2120516	1954	66	72	70	76	74	71	72	65	66	78	76	76
2120516	1955	71	69	73	72	79	79	80	76	78	82	80	80
2120516	1956	79	79	79	80	81	82	75	76	77	83	80	80
2120516	1957	73	72	75	77	78	74	73	72	73	76	75	72
2120516	1958	75	73	72	70	72	69	74	76	69	78	80	81
2120516	1959	77	73	76	79	78	80	77	76	76	80	81	80
2120516	1960	78	78	77	79	81	77	78	78	77	76	80	81
2120516	1961	78	71	75	78	73	78	75	72	74	76	80	76
2120516	1962	77	76	81	80	83	82	80	79	79	81	84	80
2120516	1963	78	82	78	84	81	80	79	84	84	86	87	79
2120516	1964				84	85	88	86	86	80	83	85	87
2120516	1965	84	79	80	89	85	83	83	83	82	86	88	86
2120516	1966	73	70	79	77	81	80	78	77	77	80	84	82
2120516	1967	78	81	80	82	83	84	80	78	79	81	84	81
2120516	1968	78	81	79	82	80	82	79	77	78	80	80	79
2120516	1969	69	71	69	74	70	72	69	76	76	78	79	78
2120516	1970	82	82	78	79	81	79	78	79	80	83	83	80
2120516	1971	81	80	81	81	81	77	76	80	80	81	81	78
2120516	1972	79	79	80	81	82	79	77	78	78	80	83	81
2120516	1973	76	77	78	79	78	79	77	79	81	81	82	82
2120516	1974	80	81	82	81	80	80	77	78	81	82	82	78
2120516	1975	75	81	81	79	82	79	80	80	81	83	83	85
2120516	1976	79	80	82	84	81	80	77	74	75	82	79	80
2120516	1977	75	73	76	79	80	77	76	77	77	80	80	77
2120516	1978	77	75	77	82	80	79	77	77	77	79	79	80
2120516	1979	77	74	79	78	78	80	76	77	79	80	82	78
2120516	1980	75	77	75	75	75	73	70	73	73	73	74	77
2120516	1981	73	76	80	84	84	80	78	79	79	83	83	80
2120516	1982	80	82	82	85	84	79	77	75	78	81	81	81
2120516	1983	78	75	78	83	79	78	74	74	73	79	77	79

2120516	1984	77	79	79	80	79	80	79	78	81	82	83	80
2120516	1985	82	74	77	78	79	77	76	77	78	79	81	79
2120516	1986	77	81	87	87	85	85	79	78	79	85	84	81
2120516	1987	81		83	83	83	79	81	83	81	86	86	80
2120516	1991	70	70	79	75	76	70	71	67	72	72	78	72
2120516	1992	67		68	72	72	63	69	64	66	66	75	71
2120516	1993	70	68	71	76	76	66	64	62	67	71	75	74
2120516	1994	67	69	73	76	68	65	63	63	66	72	75	67
2120516	1995	63	63	69	74	72	71	71	74	67	68	73	75
2120516	1996	65	70	73	68	72	71	67	64	58	65	61	64
2120516	1997	64	54	58	64	61	62	58	51	57	58	66	57
2120516	1998	54	58	56	60	62	55	60	56	60	62	62	76
2120516	1999		72	75	74	74	77	72	73	74	79	82	85
2120516	2000	76	81	78	77	80	72	70	67	74	70	70	72
2120516	2001	62	62	66	79								
2120516	2003												61
2120516	2004	60	59	58	64	63	69	70	68	73	76	75	74
2120516	2005	70	72	69	72	69	68	67	67	68	70	69	74
2120516	2007	72	68	84	78			73	76	72	79	76	78
2120516	2008	75	75	76	80	79	80	78	82	80	80	80	75
2120516	2009	75	74	81	78	74	71	71	70	70	75	80	77
2120516	2010	69	71	73	79	82	82	85	78	81	81	85	83
2120516	2011	76	77	80	80	80	76	76	74	73	81	86	82
2120516	2012	82	79	81	85	81	77	81	80	78	84	80	77
2120516	2013	80	84								81	85	82
2120516	2014	79	83	82	78	80	80	80	77	74	87	83	
2120516	2015	74	77	79	80	76	77	77	76	74	77	87	81
2120516	2016	77	75	79	82	81					78	80	

MEDIOS	73.99	73.85	75.46	77.64	77.21	75.25	74.00	73.61	73.85	77.69	78.66	76.75
MÁXIMOS	84	84	87	89	85	88	86	86	84	87	88	87
MÍNIMOS	54	54	56	60	61	55	58	51	57	58	61	57

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2120516	1938	5.2	5.6	12.6	18.5	22.1	8.9	8.4	11.2	10.8	22.4	9.3	34.1
2120516	1939	2.2	3.4	12	15.9	18.6	19.7	9.7	8.5	8.1	19.8	21.5	13.6
2120516	1940	8.6	5	13.6	21.7	17.3	8.6	2.7	9.6	13.5	58	19.2	14
2120516	1941	7.8	17.8	3.4	11.4	17	16.8	1.6	8	14.3	26.6	28.7	25.5
2120516	1942	9	17.4	22	23.5	28.5	14.5	37	12.5	16	18.2	29	17
2120516	1943	28.4	30.5	16	11.6	11.8	6.8	5.7	12.8	7.6	21.6	45.6	48
2120516	1944	8.6	7	37.2	10.4	56.4	0	0	0	7.8	20.3	11	15.3
2120516	1945	4.6	12	6.6	38.6	30.7	9	5	4.1	7.5	110	28.8	17
2120516	1946	8.8	20.1	14.5	15.8	9.9	7.9	19.2	19.5	7.4	19.8	20.6	42.1
2120516	1947	2.6	2	24.6	7.2	11.6	14.2	21	14	15.7	28.2	5	11.7
2120516	1948	2	15.4	6	12	31.6	14.6	9.2	14.5	22.3	7	7.8	16
2120516	1949	12.5	9.5	11	15.8	24.6	31.8	17.2	8.8	22.2	16.4	15.6	3.3
2120516	1950	18	45.6	26.8	24.6	20.3	15	9.8	6	10	24	35	8.9

2120516	1951	8.8	15.7	19	16	24.4	9	8.4	8	6.8	16	24.2	9.1
2120516	1952	4.8	3.8	9	17.8	17	12.4	16	6.8	6.5	6.2	21.6	8.4
2120516	1953	4.4	14	16.6	21.4	36.4	16.9	5.1	8.7	12	24.3	33.5	3.3
2120516	1954	15	9.6	13.2	20.5	17.2	10	5.4	23	8.9	16.8	22.7	19.7
2120516	1955	7.7	9.8	16.1	38				7				
2120516	1956	20.8	15.6	20.5	20.1	10.8	17.4	5.9	4.5	18	23.4	10.7	23.1
2120516	1957	7	9.2	16	19.7	16.2	9.7	4.5	11.4	8.8	28.3	16.1	10
2120516	1958	11.8	33.5	16.9	42	20.4	6.8	3.1	16	33.1	21.3	12.5	49.5
2120516	1960	14.1	14.9	12.8	17.9	10	5.4	12.1	7.8	17.7	8.7	22.2	23.6
2120516	1962	8.2	4.9	26.7	33.4	16.2	16	6.9	11.2	9.7	10	11.1	18.2
2120516	1963	6.3	14.8	27.4	8.5	13.3	26.5	6.6	8	5.3	30	11.4	8.8
2120516	1964	3	13.1	16.8	23.6	17.1	21.8	14.3	14.9	11.4	18	23.5	16.8
2120516	1965	2	6.3	20.8	28.8	19.6	5.3	4.9	7.3	5.5	21.3	20.1	14.7
2120516	1966	2.4	5.8	7.3	9.7	17.7	13.9	7.5	9.4	6.8	29.9	23.7	22.1
2120516	1967	1.3	13.2	9	11.8	21.9	16.8	16.6	8.4	8.7	25.1	23.8	25.4
2120516	1968	8.8	25.4	22.1	31.1	19.3	21.3	9	5.3	21.2	11	34.2	5.6
2120516	1969	25	21	20.7	35	13.4	41.7	2	7.7	29.2	21	8.7	11.9
2120516	1970	11.9	18.6	4.4	19.5	17.4	7.7	14.1	7	18.8	47.1	11.6	7.6
2120516	1971	23.5	21.5	18.6	17	16.5	17	9.3	16	25.2	10	30.7	13.5
2120516	1972	19	10.8	20.3	18.3	21.3	10.8	13.9	9.2	9.7	24.5	25.1	12.1
2120516	1973	1.2	1.2	9.3	24.2	16.3	21.2	5.3	7.8	25.4	21.8	13.6	16
2120516	1974	13.6	15.2	8.6	26	18.6	12.7	3.2	17	29	17.7	35.5	11.2
2120516	1975	0.8	10.5	34.1	9.8	41.3	23.4	11.1	12.6	20	22.9	19.8	14.6
2120516	1976	10.6	21		20.2	26.3	14.1	1.4	9	15.1	13.9	13.7	22.4
2120516	1977	3.4	10.4	21.6	11.5	6.3	5.5	7.7	7.1	29.1	39.7	14.9	12.6
2120516	1978	4.8	6.5	11.7	23	29.8	16.7	10.6	4.7	16	16.3	7.3	9.3
2120516	1979	14.2	28	18	19.6	22.2	6.8	6.1	24.9	12.4	25.1	22	19.1
2120516	1980	2.6	21.5	15.6	25.8	8	14.4	3.8	11.9	13.1	12	8	18.6
2120516	1981	2.5	5.4	6.3	31.7	40.3	10.5	12.1	7.6	12	14.2	31.4	15.6
2120516	1982	23.9	16.4	22.8	45	15.4	8.2	2.4	7.3	5	24.5	11.6	20
2120516	1983	2.5	11.2	25.5	22.6	34	5.9	13.5	9.9	8	12.9	27	22.2
2120516	1984	44.9	14	8.8	27.6	35.4	18.3	4.6	16.8	18.2	23	20.2	11.6
2120516	1985	2	3.6	7	18.6	26.9	9.5	21.2	27	23.3	19.7	43	11
2120516	1986	1.1	21.1	15.3	16.4	13.1	12.2	10	27.8	40.3	21.2	20.7	1.4
2120516	1988					21.5							
2120516	1991	5.2	2.8	24.3	15.6	15	8.9	10.4	7.8	14.8	21.3	27.4	17.9
2120516	1992	28.3	6.1	11.3	10.9	5.6	3.1	13.5	20	14.8	14.2	25.3	8.5
2120516	1993				13	28.8	4.1	19.8	15.3	10.2	17.4	64.3	6.8
2120516	1994	24.5	86.4	29.3	20.7	20	8.5	4.1	8.8	16.6	13.9	42.6	5.9
2120516	1995	2	7.7	26	19.3	29.8	20.1	20	14.6	33	72.3	15.9	25.8
2120516	1996	6.8	18.7	32.6	17.6	21.5	22	9	26.5	11.9	28.6	7.7	11.2
2120516	1997	15.2	13.2	15	16.2	8.2	34.8	6.9	3	12.2	20.8	10.2	0.6
2120516	1998	1.9	12.7	9.2	30.1	21.5	17.4	21.3	12	16.7	36.1	24.5	16.8
2120516	1999	10.2	31	20.6	7.1	13.8	18	9.4	13.2	28.7	31.8	28.2	11.5
2120516	2000	9.7	42.3	21.7	10	21.2	15.5	17	21.6	21	20.1	7.9	15.5
2120516	2001	24.8	9	2.6									
2120516	2003	1.5	15.3	19.8	16	11.5	10.8	8.8	7.4	17.3	13.6	15	7.9
2120516	2004	11.5	14.4	20.7	33.4	19.8	8.1	8.8	14	10.3	32	27.7	3.7
2120516	2005	12.3	5.6	4.8	17.8	29.2	3.8	5	14.3	16.5	13.3	18.3	15.7

2120516	2006	8.5	4.3	13.6	26.3	20.7	12.2	11.6	7.8	10.5	29.5	16	34
2120516	2007	4.2	6	17	33.8	31	17.2	38.7	3.2	4.8	20.8	22.7	29.8
2120516	2008	24.2	12.4	23.1	28.6	26.4	13.4	10.4	12.5	11.5	23	17.1	18.3
2120516	2009	8.8	22.1	38.1	29.6	3.7	30.3	16.8	6.7	15.1	41.9	15.5	38.4
2120516	2010	3.1	21.4	8.1	29.6	31.5	26.4	13.5	7.5	10.2	18.8	58	43.2
2120516	2011	21.4	15.9	22.7	22.5	19.8	12.7	16.3	6.7	24.4	41.3	37.6	32.5
2120516	2012	14.7	7.9	34.5	49.6	15.7	8.8	11.8	10.1	8.1	34.8	17.6	9.5
2120516	2013	2.7	61.2	7.3	26	16	10.6	5.4	33.6	9.3	23.8	49.8	32
2120516	2014	34.8	26.5	29.7	19.3	45.3	7.8	6.9	8.4	38	28.2	27.5	21.5
2120516	2015	7	8.2	25.5	24.1	8.8	8.1	6.1	3.4	13.4	6.3	18.3	1
2120516	2016	1	12.8	30.6	27	18.5	12.4	13.5	13.6	13.5	29.5	5.8	

MEDIOS	10.37	15.81	17.62	21.74	20.92	13.84	10.43	11.42	15.37	24.33	22.20	17.15
MÁXIMOS	44.9	86.4	38.1	49.6	56.4	41.7	38.7	33.6	40.3	110	64.3	49.5
MÍNIMOS	0.8	1.2	2.6	7.1	3.7	0	0	0	4.8	6.2	5	0.6

PRECIPITACIÓN, No. DE DÍAS CON LLUVIA (mm)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2120516	1938	3	12	16	23	22	10	21	23	11	24	10	11
2120516	1939	5	4	11	12	16	16	9	12	10	14	16	9
2120516	1940	8	5	9	11	12	15	6	5	7	13	15	7
2120516	1941	7	4	3	10	11	4	5	8	10	13	12	4
2120516	1942	5	7	4	12	12	7	3	5	5	21	14	14
2120516	1943	10	14	12	14	16	12	8	12	12	17	11	10
2120516	1944	7	9	7	17	11	0	0	0	6	18	14	8
2120516	1945	1	7	8	26	30	18	10	6	2	18	16	19
2120516	1946	13	10	13	18	17	13	13	16	3	13	17	8
2120516	1947	6	7	9	10	17	21	24	13	18	25	15	6
2120516	1948	4	3	6	20	19	12	10	12	11	15	9	10
2120516	1949	4	6	14	16	19	23	15	9	17	16	13	8
2120516	1950	13	17	12	17	23	18	18	20	14	18	22	9
2120516	1951	7	15	19	20	24	25	16	16	8	14	22	19
2120516	1952	10	8	11	24	23	17	13	10	14	11	19	14
2120516	1953	6	6	9	16	15	17	11	7	16	20	21	14
2120516	1954	8	8	11	21	23	24	27	12	11	26	19	16
2120516	1955	16	21	16	22				14				
2120516	1956	16	16	18	25	25	28	22	24	25	31	16	19
2120516	1957	9	14	18	20	22	15	13	21	16	17	9	4
2120516	1958	6	15	17	14	16	10	13	22	12	18	21	19
2120516	1960	7	8	11	14	23	18	20	14	13	20	17	16
2120516	1962	11	5	16	13	20	19	19	18	15	16	17	10
2120516	1963	8	13	14	26	29	22	21	24	14	18	18	6
2120516	1964	4	4	8	22	17	28	24	19	19	20	21	15
2120516	1965	5	10	6	25	21	14	19	20	9	20	18	10
2120516	1966	2	7	18	14	13	18	14	18	16	17	22	18
2120516	1967	9	10	12	17	23	25	19	15	11	18	18	12
2120516	1968	8	13	13	21	17	23	19	15	18	23	18	8
2120516	1969	10	10	7	21	19	19	14	18	13	22	13	17

2120516	1970	10	9	6	13	23	21	21	19	15	23	14	11
2120516	1971	17	15	15	14	24	19	19	23	17	18	17	13
2120516	1972	15	13	15	19	23	21	17	16	11	14	18	7
2120516	1973	5	3	16	13	20	17	19	18	21	23	20	20
2120516	1974	14	16	15	19	15	21	19	13	16	18	20	5
2120516	1975	4	13	14	11	20	18	21	17	20	21	14	19
2120516	1976	9	8		11	14	13	14	9	11	16	12	10
2120516	1977	1	10	9	15	15	15	16	18	14	16	12	7
2120516	1978	3	5	12	21	20	18	14	15	17	18	11	9
2120516	1979	5	5	12	19	16	20	10	17	18	16	19	8
2120516	1980	4	7	10	10	17	21	10	19	18	13	13	18
2120516	1981	5	13	12	24	24	23	14	11	16	24	24	7
2120516	1982	17	15	19	24	22	19	14	15	13	21	19	5
2120516	1983	6	15	14	23	22	18	12	16	18	23	9	17
2120516	1984	15	20	13	19	22	21	20	17	24	17	18	5
2120516	1985	6	7	10	17	19	14	20	17	22	16	17	8
2120516	1986	9	12	16	21	19	25	16	15	16	27	18	8
2120516	1988					25							
2120516	1991	8	6	20	16	19	15	21	17	17	8	12	14
2120516	1992	6	8	7	16	17	13	19	11	12	11	21	10
2120516	1993				20	27	30	31	31	30	31	30	31
2120516	1994	11	11	14	17	21	15	17	14	12	19	21	7
2120516	1995	5	4	14	21	20	19	21	25	13	16	12	19
2120516	1996	11	12	14	15	25	18	21	17	14	21	12	10
2120516	1997	15	9	11	18	18	18	16	11	11	10	15	3
2120516	1998	3	12	15	21	25	19	20	20	21	19	15	15
2120516	1999	8	18	16	23	15	26	10	15	19	26	16	14
2120516	2000	10	15	13	13	23	15	13	17	20	14	5	11
2120516	2001	4	4	1									
2120516	2003	1	6	13	15	9	14	13	13	13	18	16	10
2120516	2004	4	13	10	18	19	17	13	12	14	21	17	10
2120516	2005	11	7	13	20	18	10	11	10	15	17	15	11
2120516	2006	5	4	22	18	19	14	4	10	9	21	13	11
2120516	2007	1	4	11	20	20	15	9	1	9	19	16	17
2120516	2008	5	11	14	20	20	18	19	18	16	23	18	11
2120516	2009	9	12	20	11	9	12	14	10	9	13	10	5
2120516	2010	1	9	7	25	19	15	24	16	17	18	24	20
2120516	2011	9	13	19	24	26	15	10	12	12	24	24	15
2120516	2012	15	12	14	21	18	17	17	20	10	16	17	9
2120516	2013	4	13	12	20	26	11	15	16	13	14	18	13
2120516	2014	8	14	12	16	16	15	16	16	16	18	17	16
2120516	2015	11	7	14	15	16	14	20	17	12	12	8	3
2120516	2016	3	8	15	18	19	16	15	12	10	15	2	

MEDIOS	7.62	9.94	12.53	17.96	19.42	17.23	15.59	14.99	14.10	18.34	16.03	11.62
MÁXIMOS	17	21	22	26	30	30	31	31	30	31	30	31
MÍNIMOS	1	3	1	10	9	0	0	0	2	8	2	3

PRECIPITACIÓN, TOTALES MENSUALES (mm)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2120516	1938	8.9	27.3	60.4	122.5	142	31.5	40	89.6	23.1	150.4	53.3	144.6
2120516	1939	6	6.2	42.8	57.5	102.2	61.8	23.1	26.6	41.3	72.5	96.3	29.2
2120516	1940	23.6	19.2	23.6	57.3	56.4	39	9.6	19.5	34.1	198.6	157.4	44.4
2120516	1941	32.9	47.7	6.5	62.1	70.9	35.4	5.3	29.9	58.3	66.4	90.3	36.6
2120516	1942	20.3	54.6	48	102	93.4	45.3	69	22.9	36.5	167.4	145.1	102.6
2120516	1943	86.4	81.6	82.2	91.7	52.9	30.1	27.9	49.9	28.6	118.9	84.8	111
2120516	1944	20.8	33.7	75.4	61.2	160.9				21.5	130.6	65.3	51.6
2120516	1945	4.6	49.4	17.6	195.4	178.5	25.1	20.4	14	12.2	250.2	108	47.2
2120516	1946	30.9	34	57.8	88.8	55.1	23.3	32.9	48.5	11.1	78.2	80.7	89.9
2120516	1947	10.8	5.8	48.5	22.6	46.8	52.1	110	49	78.9	175.5	29	19.6
2120516	1948	3.5	21.3	15.5	112.5	96.2	42.6	35.9	44.5	42.4	47.4	29.6	63.4
2120516	1949	23.5	20.3	39.2	60.9	108.8	114.3	73.1	30.6	60.9	72.2	88.6	9.9
2120516	1950	92.8	114.5	69.5	92.9	128.5	89.9	53.7	37.8	32.1	119.5		28.9
2120516	1951	19.2	63.6	79.4	47.6	85.2	35.9	35.2	28.9				
2120516	1952	12.3	18.2	30.8	129.8	106.2	48.3	54.7	16.8	44.3	29.1	134.7	54
2120516	1953	14.8	23.6	39.9	68	117.6	67	22.3	21.3	79.3	117.1	151.6	21.3
2120516	1954	26.1	18.5	52.4	126.9	83.8	59.8	49.8	52.2	35.9	155.3	69.7	99.7
2120516	1955	17.7	30.8	62.2	128.4	73.3	104.2	71.7	28	86.8	184.2	120.9	80.3
2120516	1956	47.4	78.2	67.3	95.4	59.8	112.7	32.7	27.7	68.1	172.4	52.2	78.5
2120516	1957	26.5	20.4	45.9	124.6	86.7	26.1	29.3	33.9	42.2	116.7	52.9	22.2
2120516	1958	22.6	50.5	80.4	120.3	55.1	21.5	11.9	71.1	43.3	71.7	93	90.6
2120516	1959	14.5	14.5	34.5	64.2	53	88.2	70.9	37.3	29.6	54.6	62.5	30.6
2120516	1960	28	37.2	30.1	91	61.9	22.5	51.5	39.9	58.6	65.7	53.8	81.4
2120516	1961	29.5	11.6	90.7	102.4	34.5	70.9	50.9	27.1	20.7	126.9	122.9	43.4
2120516	1962	32.2	10	73	74.3	98.4	93.6	31.1	52.8	48.5	53.1	53.3	51.9
2120516	1963	26.6	67.8	54.4	64.6	89.6	67.7	28.7	36.7	17.4	115.8	76	15.5
2120516	1964	3.9	20.9	35.4	121.5	77.6	105.7	78.3	50.4	37	79.9	61	43.4
2120516	1965	6.8	20.7	37.5	191.1	92.4	16.1	23.7	30.7	17.7	111.4	88.7	32.3
2120516	1966	2.5	11.2	47	38.1	63	78.9	40.2	61.9	22.1	89.3	119.1	80.6
2120516	1967	5.6	25.1	20	46.9	93.5	86.6	48.3	27.7	27.3	76.2	106.8	57.9
2120516	1968	12	42.2	44.8	119.2	54.8	98.6	28.4	14.2	70.1	73.4	150.8	16.4
2120516	1969	58.2	37.3	26.4	146.4	60.1	92.6	9.2	34.2	90.5	171.7	41.5	46.7
2120516	1970	35.5	39.1	11.8	49	100	56	55	36.7	56.7	257.3	39.4	40.7
2120516	1971	115.1	65.2	94	70.1	74.2	59.3	34.2	58.9	81.8	70.2	103.3	42.4
2120516	1972	45.5	40.1	51.3	115.3	110.2	59	55.8	33.4	27.2	78.7	107.5	34.3
2120516	1973	2	2	51.2	59.4	75.1	63	39.8	56.3	115.9	102.9	71.1	83
2120516	1974	53.9	59.7	30.3	97.7	59.5	38.8	14.8	51.7	94.6	74	150.2	15.5
2120516	1975	1.1	36.4	130.2	40.9	118.2	66.5	45.6	61.8	79.3	137.1	59.8	71.6
2120516	1976	22.1	52.8		63.3	61.9	45.2	8.5	19.3	47.1	101.8	70.8	51.2
2120516	1977	3.4	27.5	72	52.9	28.4	20.3	37.3	40.3	110.1	150.5	65.2	25.1
2120516	1978	6.6	11.1	52.5	153	109.6	66.6	29.1	16.3	50.6	89.2	29.6	29.8
2120516	1979	20.2	42.1	51.8	94.8	86.7	64.6	17.6	87.3	62.6	125.3	128.2	23.8
2120516	1980	6.8	31.8	23.4	48.8	41.9	78.3	6.4	46.9	43	47.8	32.8	81.7
2120516	1981	3.7	15.8	13.7	171.8	152.6	60.9	30.7	27.9	39	79.1	96.4	40.3
2120516	1982	62.6	44.3	70.8	216.9	89.2	20.1	12.1	20.7	19.7	102.5	54.8	40.5
2120516	1983	6.4	19.9	82	173.5	87.9	39.5	47.2	35.8	27.5	68	62.1	87.9
2120516	1984	77.7	46.8	44.6	122.1	122.8	105.6	32.2	65.8	86.7	71.9	93.2	17.4

2120516	1985	3.5	6.2	22.2	39.3	107.7	21.2	45.9	105.9	125.9	67.6	103	21.1
2120516	1986	4.2	82.8	43.8	75.7	65.4	100.8	32.1	51.1	86.7	175.8	104.1	4.3
2120516	1987	33.6	13.2	26.6	85.5	94.5	24.7	81.5	35.3	69.3	121.6	94.3	34.2
2120516	1988	15.8	45.8	19.3	103.3	131.6	50.6	46.5	63.6	109.8	78.2	137.9	103.7
2120516	1989	37.7	38.7	103.1	32.4	52	46.7	34.7	35	61.8	78	29.2	73.2
2120516	1990	35.4	44.9	61.2	137.4	79.3	18.8	32.8	33.6	54.7	181	61.7	72
2120516	1991	12.6	6.9	150.4	61.5	71.7	28.3	41.7	28.8	43.1	34.8	79.2	58.5
2120516	1992	38.8	19.6	19.6	39.2	26.6	11.5	37.5	39.5	44.6	32.9	116.9	29.4
2120516	1993				84.1	122.3	22.3	60	31.7	42.7	52.8	175.7	9.8
2120516	1994	53.5	175.2	104.8	86.1	63.7	50.3	17.6	29.3	38.7	74.9	151.3	8.2
2120516	1995	4	13.5	98.4	113.6	111.1	76.2	78.3	74.2	48.9	145.8	78.7	78.4
2120516	1996	30.2	67.8	74.1	67.2	109	66.1	54.9	64.6	26.9	119.4	35.2	24.5
2120516	1997	72.3	22.8	56.9	64.4	43.7	92.1	20.5	8.3	42.7	47.9	54.8	1.2
2120516	1998	3	49.5	30.8	111	131.6	59.4	85.2	57.9	86.5	117.6	66.6	84
2120516	1999	24.4	118.4	64.4	61	72.5	89.9	29.2	53.7	116.8	152.5	81.4	56.3
2120516	2000	23.4	97.1	79.9	36	104.4	76.5	48.4	48.6	130.9	47.4	31.5	43.1
2120516	2003	1.5	35.2	78	76.2	30.6	50.9	25.9	30.6	43.2	62.7	91.1	22
2120516	2004	24.9	65.4	61.4	174.2	94.4	48.7	48.9	30.4	59.1	140.5	98.9	12.7
2120516	2005	22.9	14.8	30.2	85.1	150.4	17.7	20.5	60.9	61	99.3	68.5	53.4
2120516	2006	19	10	99.8	84.6	156.6	73	13.9	26.6	24.1	131.8	53.8	52.2
2120516	2007	4.2	11.5	52.8	154.3	126.7	67	60.7	3.2	21.7	148.8	87.5	142.8
2120516	2008	32	59	114.4	106.5	171.4	88.2	59.3	74.9	51.5	97.8	107.4	49.7
2120516	2009	37	56.9	148.8	74.4	13	74.1	51.3	23.6	24.9	139.4	53.8	45.3
2120516	2010	3.1	48.8	14.5	187.9	153.3	94.3	126	47.4	42.2	104.8	205.4	138.2
2120516	2011	55.1	94.2	120.5	206.7	127.8	64.2	40.6	37.9	81.6	188.6	252.5	100.2
2120516	2012	57.7	39.3	113.4	217.2	56.2	42.7	52.2	33.1	15.8	99.5	62	28.1
2120516	2013	4.7	148.5	29.2	100.8	105.9	30.7	32.6	82.9	30.7	54.1	141.1	169.8
2120516	2014	74.7	86.7	72.5	81.5	94.2	39	25.5	33	102.8	98.6	65.7	64.2
2120516	2015	20	13.2	110.4	99.1	39.2	23.4	35.6	23.3	27.8	30.5	73.9	2
2120516	2016	2.6	28.2	72.9	133.3	129.3	47.5	53.4	43.1	30.3	77.2	6.5	

MEDIOS	26.13	41.67	58.57	97.88	89.52	56.94	41.17	41.14	52.75	106.19	87.65	53.24
MÁXIMOS	115.1	175.2	150.4	217.2	178.5	114.3	126	105.9	130.9	257.3	252.5	169.8
MÍNIMOS	1.1	2	6.5	22.6	13	11.5	5.3	3.2	11.1	29.1	6.5	1.2

TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2120516	1956	21	21.5	22.5	22	22.5	20.5	20.5	20	21	22	25	22
2120516	1957	21.4	22	22.4	22.1	21.5	22.8	22	20.5	22.5	22	21.5	22
2120516	1958	23	23.3	23.5	24.5	22	22.5	21.5	21.5	22	23	21.5	22
2120516	1960	22	22.5	22	22	21	22	21	22	21	22	22	21.5
2120516	1964	20	20.5	21	18.9	20.5	19	18.2	20	19.2	19.3	19.2	19.5
2120516	1965	18.5	20	21	17.9	19	16.9	17.2	17.2	19.5	20.9	18.9	19
2120516	1966	20.3	22	19.9	21.2	19	19.7	18	18.1	20	19	18.4	18.6
2120516	1967	20.8	18.2	19.1	18.2	18.3	17.1	18.2	19.1	20	18.7	19.3	18.8
2120516	1968	19.7	20	18.4	19.2	19.9	17.2	17.6	17.6	19.3	20.8	21.2	21.6
2120516	1969	21.1	21.2	22.3	21.3	21	21	18.2	19	23.2	22.5	23.7	22.8
2120516	1970	24.5	24.2	22.1	21.5	20.9	21	19.9	20	21	20.7	20.9	21.5

2120516	1971	21.2	20	20.7	21.2	20.8	19.9	19	20	20.9	20.3	21.1	20.9
2120516	1972	20.7	22	22.2	22.1	22	21.3	20.5	21.5	22	23	22.6	22.8
2120516	1973	22.8	25	23.8	23.8	24.3	21.5	23	24.9	21.7	21.7	21.9	22
2120516	1974	21.9	22	22.7	22	21.3	22.5	21.5	21.2	21.9	21.3	22.2	23
2120516	1975	23.2	22.8	23.1	24	21.8	21	20.6	21	21.5	22.6	22.1	21.8
2120516	1976	24	22.2	23	23.9	22.6	21.6	21.2	23.4	22.1	23.8	23.8	22
2120516	1977	24.8	24	25.5	25.5	23.8	22	22.8	24	23.9	23.4	22.9	23.5
2120516	1978	22.9	24	23.5	21.2	22.8	21	21.8	20.5	23.5	22.8	23	24.6
2120516	1979	24	24.2	24	25	23.8	22.9	22.1	21.9	23.6	24	23.6	23.8
2120516	1980	24.9	25.9	24.3	23.9	23	21.9	21.8	21.8	22.2	22.3	23.9	23.6
2120516	1981	23.9	24.5	25.9	25	24.9	25.4	24	25	23.9	25.1	25.6	26
2120516	1982	27.6	25.4	27.2	25.8	25.9	25.7	23.1	23.6	25.9	25.8	25.8	26.1
2120516	1983	27.6	26.9	27	25.7	27	26	24.5	25	25.9	26	26.5	25
2120516	1984	21.5	21.8	23.5	22.5	22	20.8	21.2	21	22.1	22.9	22	23
2120516	1985	23	23.8	22.9	22	21.2	22	20	20	21	21.2	21.5	22
2120516	1986	21.2	20.5	21	21.5	22.9	20.2	20	22.8	22.9	23	24.9	21.9
2120516	1991	24	24.1	24.9	22	22.9	23.5	21	19.9	24	24.1	24	25
2120516	1992	26.5											
2120516	1993	22	23.9	22.1	22		21	21	22.2	23.2	23.1	23.5	23.5
2120516	1994	23.2	23.5	23	23.9	24	22.5	22	23.5	24.2	24.8	24.2	25.2
2120516	1995	25.2	25.5	22.5	22.5	21.8	22.2	21.5	21.2	23.8	24.5	24.9	24.5
2120516	1996	24	21.2	21.5	22.2	21.5	21	20.2	21.5	23	23.5	23.5	24.5
2120516	1997	24	25	25	24.2	25	24	22	24.5	24.5	25	25.5	25.5
2120516	1998	27.5	24.9	24.5	24.2	24	22.2	21.2	24.2	24.2	20.5	23	23.5
2120516	1999		21	22	21.5	22	21.5	19	19.8	20	21.5	24	22.5
2120516	2000	23	21	22	21	22	22	20	19.5	21	21.8	21.8	22.5
2120516	2001	23.8	23	22.5	22.8								
2120516	2003												21
2120516	2004	22	23	24	23	22	19	20	20	22	23	22	25
2120516	2005	23	24	25	23	23	21	23	23	24	23	27	23
2120516	2006	28	25	24.5	24	22	20.5	21	21.5	24	22.5	21.5	22.5
2120516	2007	25	25	23	24			21.5	20.5	20.5	21.8	22	22
2120516	2008	22.2	22	23.7	23.5	23.2	22.2	22	21	21.5	22.5	24	24
2120516	2009	24	23.2	23.7	23	23	24.3	21	23	23	24.5	25	24
2120516	2010	24.5	25	25	23.5	24	22	22	22	22	24.5	24	24
2120516	2011	23	22	21.5	22	21	26	23	23.3	24	21.7	23	23
2120516	2012	24	23	22.5	22	21	22.5	21	21.5	23	24	24.2	24
2120516	2013	24	23	25	25	22.5	24	23	23.5		23.5	22.2	23
2120516	2014	24	24.5	23.7	23.5	23.7	21.6	21.3	21.8	23.2	27	23	
2120516	2015	23	25	25	24	26	22	22.5	21.3	22.9	23.7	23.2	22.5
2120516	2016				23.3	22.5					23.2	22.2	

MEDIOS	23.21	23.02	23.08	22.68	22.40	21.71	21.01	21.49	22.38	22.73	22.91	22.83
MÁXIMOS	28	26.9	27.2	25.8	27	26	24.5	25	25.9	27	27	26.1
MÍNIMOS	18.5	18.2	18.4	17.9	18.3	16.9	17.2	17.2	19.2	18.7	18.4	18.6

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

2120516	1938	10.7	11.7	11.3	11.6	11.7	12.2	10.4	11.2	11.2	11.4	11.7	10.7
2120516	1939	13.3	12.6	14.6	14.7	14.4	14.3	14.1	14.5	14.2	14.6	14.9	14.4
2120516	1940	13.7	14.9	14	14.5	14.7	14.1	13.1	13.2	14	14.5	14.2	13.6
2120516	1941	12.8	13.2	13.2	13.3	13.2	12.7	12.3	12.8	12.2	12.7	12.6	12.6
2120516	1942	9.8	9.8	13.2	9.5	13	12	9.7	10.7	12	11.5	13.4	11.5
2120516	1943	11.7	10.7	11.7	13.2	13	13.2	11.2	11.2	11.5	12	12	11.7
2120516	1944	11.2	11.7	12.5	13.5	11				13.5	12	12.7	11
2120516	1945	12.5	13	13.6	14	14.1	14.3	13.2	13	13	13.5	14	13.1
2120516	1946	12.4	13	13.6	14	14.1	14.3	13.2	13	13	13.5	14	13.1
2120516	1947	12.7	12.8	13.1	14	13.5	13.2	13.2	13.1	12.8	13.5	13.4	12.6
2120516	1948	12.5	12.4	13.5	14.2	14	13.3	12.5	12.2	12.8	13.5	13.4	12.6
2120516	1949	12.8	13.1	13.4	13.6	13.8	13.2	12.3	13.5	12.4	13.3	11.8	12.3
2120516	1950	13	13.8	13.6	13.8	14.2	14	12.3	12.7	12.3	13.2	12.8	13
2120516	1951		12.9	13.3	13.7	14.2	12.9	12.7	13.1				
2120516	1952	13	12.6	14	14.2	13.9	13.5	13	12.3	12.1	12.9	13.2	13.4
2120516	1953	12.5	13.1	13.8	13.6	13.2	12.1	11.6	11.5	11.7	13.3	13.9	13.8
2120516	1954	11.6	12.2	13.4	13.9	13.6	13.1	12.4	12.2	12.4	12.9	12.6	13.1
2120516	1955	12	12.2	13.2	13.5	13.7	12.5	11.7	11.3	10.8	11.9	12.2	12.2
2120516	1956	11.7	11.9	12.6	12.3	12.4	11.9	11.6	11.9	12.2	12.4	13.1	12.5
2120516	1957	11.3	12.4	12.6	12.9	13.8	13.8	13.5	12.9	12.1	12.4	12	12.1
2120516	1958	12.5	12.4	12.6	13	13	13.2	13.2	13.4	13.2	13.9	13.7	13.3
2120516	1959	13.1	12.9	13.8	13.6	14	12.9	12.7	12.1	12.3	12.9	12.4	12.2
2120516	1960	12	12	12.1	12.8	12.7	12.3	11.7	12.1	11.9	11.9	11.9	11.6
2120516	1961	11.5	10.7	12.4	12.5	12	11.8	11.7	11.4	10.8	12.1	11.8	9.8
2120516	1963	9.4	9.9	10.4	11.1	11.7	10.2	10.1		9.7	10.7	9.8	10.2
2120516	1964	9.2	10.3	10.3	11.9	12	11.1	10.4	10.4	10.6	10.5	11	10.1
2120516	1965	9.5	9.6	11.2	10.3	10.6	10.2	10.1	10	10.6	11	11.1	10.2
2120516	1966	10.4	11.1	11.1	11	11.2	11	10.3	10.1	10.3	10.4	10.4	10.6
2120516	1967	9.2	9.5	9.6	9.6	10.7	9.3	9.2	9.6	8.8	9.5	10.5	9.3
2120516	1968	8.3	9.3	9.7	10.4	10.2	9.6	9.7	9.4	9.7	11.3	11.4	10.1
2120516	1969	10.8	12.3	11.1	12.3	12.3	11.9	10.5	10.5	13.2	13.7	13.4	12.9
2120516	1970	12.9	13.6	12.4	13	12.8	12.3	11.8	11.8	11.5	12.5	12.2	11.5
2120516	1971	11.9	11.7	13	12.5	13	12.1	12.1	11.6	11.3	12	11.7	11.3
2120516	1972	12.1	11.6	12.7	13.2	14.1	13.7	13	12.7	13.1	12.8	13.5	12.9
2120516	1973	13.1	13.2	14.2	14.1	13.7	12.7	12.3	12.4	12.2	12.7	13.2	12.8
2120516	1974	12	13.3	13.4	13.6	13.1	13.3	13	13.1	12.8	12.9	13.9	12.4
2120516	1975	12.2	13.3	13.5	13.8	13.7	13.4	12.9	13	13.6	13.3	14	13.4
2120516	1976	12.9	13.9	15	14.9	15.1	14.4	14	13.3	13.8	14.6	14	13.7
2120516	1977	13.7	14.1	15.5	15.9	15.6	15.1	15	14.8	14.5	13.6	13.5	13.1
2120516	1978	12.5	13.4	13.5	14.3	14.1	13.4	12.8	13	13.1	13.7	13.8	13.3
2120516	1979	13.9	13.8	14.8	15.4	15.1	14.9	14.3	14.4	14.5	15.3	15.8	14.8
2120516	1980	14.9	15.5	15.5	14.6	14.7	14.5	14	13.2	14.3	14.4	14.5	14.5
2120516	1981	13.8	15.7	16.8	17.6	17.6	17.3	16.5	16.5	16.7	17.3	18.1	17.2
2120516	1982	17.2	18.3	18.7	18.9	18.8	18.1	17.5	17.4	18.3	18.6	18.7	18.6
2120516	1983	18.6	18.9	19.3	19.5	19.7	18.3	18.3	18.3	18.5	18.8	18.8	18.4
2120516	1984	14.1	14.8	15.2	15.2	14.9	14.1	13.8	14.3	14.4	14.7	15	14.6
2120516	1985	14.7	10.9	12.5	12.6	12.2	11.8	11.4	11.7	11.1	11.6	11.3	10.9
2120516	1986	11.3	11	12.3	13.4	13.1	12.4	12.3	13.2	12.9	13.5	13.1	11.6
2120516	1987	11.8	10.5	11	10.9	11.6	11.5	11.3	11	11.3	11.7	11.2	12.9

2120516	1991	13.9	14.4	14.1	14.2	14.6	14.8	12	11.4	13.9	13.1	14	15.8
2120516	1992	15.1											
2120516	1993	14.7	15.7	15.8	16.3	15.1	14.9	14.6	14.3	14.1	14.4	15.1	13.7
2120516	1994	13.9	14.4	14.8	14.7	15.2	14.4	14.7	15	15.4	15.6	16	16.3
2120516	1995	16.2	15.1	14	14.9	14.6	14.7	14.7	15.1	15.7	15.5	16.3	16.1
2120516	1996	14.8	14.1	14.4	14.6	14.5	13.9	13.6	13.5	14.2	14.4	15.1	14.9
2120516	1997	15.3	16.1	16.4	16	16.3	16.1	15.5	15.8	15.7	16.9	17	17.1
2120516	1998	17.5	14.7	16.2	16.4	15.9	14.6	14.5	14.8	12.7	12.2	13.3	14.1
2120516	1999		14.4	14.3	14.3	14.1	13.6	13.4	13.4	13.5	14.1	15.3	15.2
2120516	2000	13.7	13.9	14.3	14.3	15.1	14.9	13.4	13.6	13.7	14.4	14.5	14.4
2120516	2001	14.3	14.8	14.9	14.9								
2120516	2003												14.1
2120516	2004	14.1	14.5	14.8	14.8	15.9	14.5	14.2	14.5	15	15.6	14.9	14.5
2120516	2005	14.9	15.4	15	15.6	15.7	15	15.1	15	15	15.2	14.5	14.9
2120516	2006	14.8	13.2	12.9	15	15.1	15	14.2	14.7	14.6	14.3	13.7	14.4
2120516	2007	14.9	13.5	14	14.7			15.2	15	14.9	14.6	14.9	14.4
2120516	2008	20.6	14.7	13.8	13.9	14	13.7	13.3	13.3	13.4	13.5	14	13.6
2120516	2009	13.8	13.7	13.6	14.2	14.2	14	13.9	14.7	14.3	14.3	14.8	13.5
2120516	2010	13.7	15.2	15	14.5	14.4	14.2	13.2	13.2	13	13.7	13.7	13.6
2120516	2011	12.7	12.7	12.7	13.1	13	14.2	13.7	13.9	13.9	13.1	13.6	14
2120516	2012	13.3	13.5	13.9	13.6	13.7	13.9	13.3	13.6	13.9	14	14.1	13.7
2120516	2013	14.2	14.1								14.9	14.9	14.9
2120516	2014	15.3	15.9	15.4	15.3	15	14.8	14.7	15.6	15.6	15.3	14.6	13.9
2120516	2015	14.5	15.6	16.4	15.8	16.5	15.3	14.6	14.4	14.3	14.5	14.4	14.9
2120516	2016	14.7	15.5	15.7	15	14.7					14.3	14.8	

MEDIOS	13.12	13.23	13.66	13.89	13.92	13.49	12.97	13.07	13.12	13.50	13.64	13.28
MÁXIMOS	20.6	18.9	19.3	19.5	19.7	18.3	18.3	18.3	18.5	18.8	18.8	18.6
MÍNIMOS	8.3	9.3	9.6	9.5	10.2	9.3	9.2	9.4	8.8	9.5	9.8	9.3

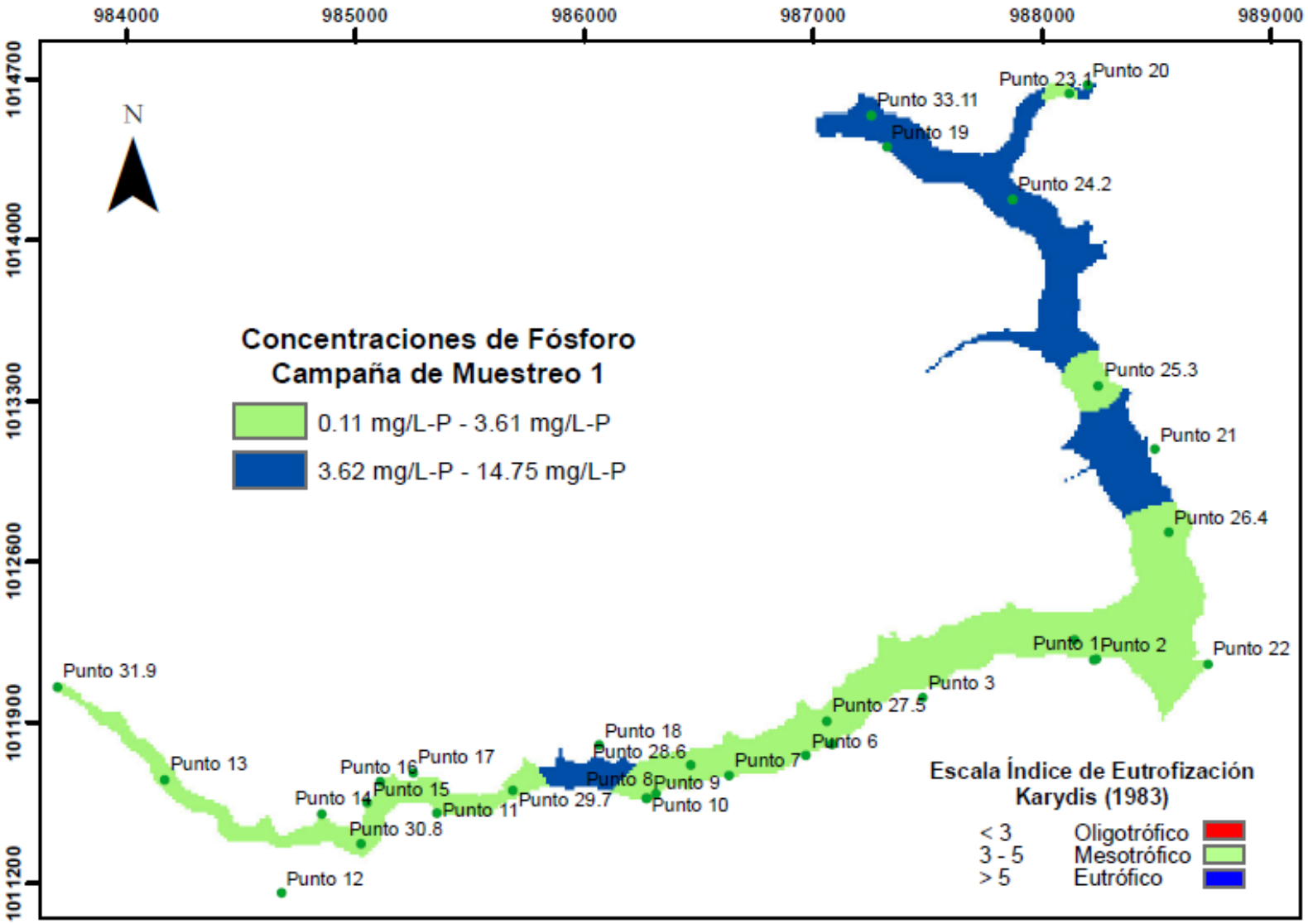
TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)													
CÓDIGO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2120516	1956	1	2	4	2	1.5	3.5	2	2.5	2	2	4	3
2120516	1957	0	1.3	3.9	5	5	5	3	1.5	0	0	1.5	0.1
2120516	1958	0.1	0.3	1.5	2.5	2.5	1	1	0	0	0.5	1	0.1
2120516	1960	0	0.1	0	0	1.5	1	1	0.5	0.1	0.1	0	0
2120516	1964	-5	-3.8	-5.6	5	3.2	3.3	1.2	1	0	-0.3	1.2	-0.5
2120516	1965	-5	-3.8	-1	0.1	3.3	0	-0.1	0	0.7	-0.9	3	-0.7
2120516	1966	-3	-4	-1	-3	2.4	1	-1	-0.2	-1.9	-2	1.9	0
2120516	1967	-3	-1	-1.7	-0.4	3.1	-0.1	1	-1.4	-2	-1.3	2.6	-4
2120516	1968	-3.8	-3.2	-0.8	2.6	0	1	1.6	-1	-1.3	2.8	3	2.9
2120516	1969	-3	1.1	-1.2	4	3.8	2.5	0	0.7	3	4.4	3	1.3
2120516	1970	0.3	2	1.1	5.1	3.2	2	3	2	1.5	1.8	2.2	2.2
2120516	1971	3.1	1.1	5.5	3.4	5.9	5.1	2.9	1.9	1.1	2	0.8	1
2120516	1972	1.6	-0.8	5.2	1.2	5.8	4.4	6.8	2.3	3.1	2.7	3.1	-0.6
2120516	1973	2.7	0	4	4.3	3.3	3.3	2.6	2.8	0.9	4.6	4.1	4.2
2120516	1974	2.3	5	3.7	5.4	4.2	3.1	3.5	3.4	2.7	3	5.5	0
2120516	1975	0.9	3.8	4.8	2.1	4	5	4.5	4	3.3	3.5	4.9	5.9

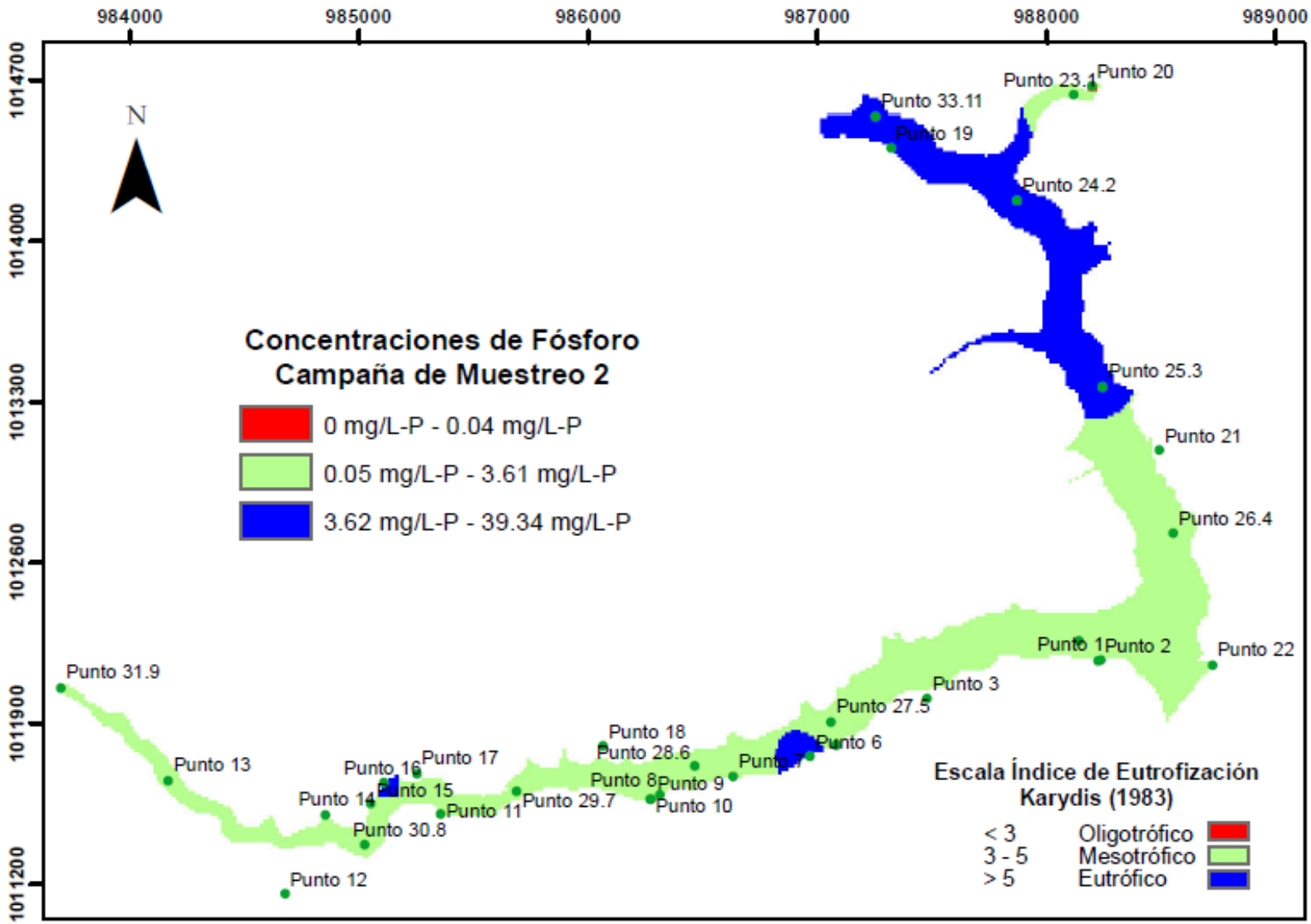
2120516	1976	0.2	4.1	5.9	6.1	6.5	6	6	2	4.6	4.4	3.4	2.1
2120516	1977	0.6	1.5	3.9	7.1	6.6	7	6.8	3.1	5	4.6	-1.1	1
2120516	1978	0.8	1	-0.2	5.6	4.1	5.9	2	3	3	3.2	3.1	3
2120516	1979	1.1	0	1	4.6	5	8.1	6	4.1	5	5.5	7.2	5.4
2120516	1980	1	1	6.2	4.2	4.2	5.1	0	4.1	5.1	4.4	3.9	4.2
2120516	1981	2.4	5.1	8.1	7.4	11.1	9.7	7.8	7.6	8.4	8.1	10	6.8
2120516	1982	4.8	8.2	8.1	12.5	12	9.3	9.3	3.9	7.5	8.1	9.9	9.6
2120516	1983	7.7	8	10	6	11.6	9.5	10	9	9	9.2	9	9
2120516	1984	3.8	6.5	4	6	4.9	7.2	6	6.4	5.8	7	6.8	5
2120516	1985	6	-3.2	-0.5	1.2	2.5	1.8	-1	2	0.5	2.5	2.2	-4.1
2120516	1986	0	0.5	2	4.2	3	4.2	1.5	2.5	3.2	5	3.5	1.9
2120516	1991	1.1	0.2	2	3.1	5	5.5	3	0.9	2	1	2	3.9
2120516	1992	2											
2120516	1993	6	6	7.1	9.9		8.9	3.9	6	3.8	3.5	8	1.2
2120516	1994	2	3.9	6.1	7.2	8.8	5	5	4	5.8	5.9	6	5.9
2120516	1995	4.5	-1	3	5	6	6.8	6.5	8.8	7	5.9	7	5
2120516	1996	5.5	5.5	5.8	6.5	6	7.8	6	3.8	3	4.2	5	4.8
2120516	1997	6.5	5.5	4.5	8.5	6.8	6	7.5	3.5	4	7	7	5
2120516	1998	3	1.5	6.5	8.5	8.5	5	7	3	2.8	3	4	5
2120516	1999		7	5	8	6.5	6	4.5	5	7	6.5	6.8	6.5
2120516	2000	4	5.3	5.5	6.5	8.5	8	5.8	5	5.5	7	7	4.5
2120516	2001	2.5	4	6	6								
2120516	2003												8
2120516	2004	3	2	4	9	11	8	7	9	9	8	7	6
2120516	2005	2	5	6	9	11	9	8	7	8	7	1	3.5
2120516	2006	12	11	9.5	12.5	13	12.5	10.5	13	12.5	11.5	11.5	11.5
2120516	2007	1	-4	2.2	6			7	8	6	8	5.8	8
2120516	2008	6	4	3	5	4	5	4	4	4	2	6.3	2.3
2120516	2009	4	3	6	6.5	3	4.6	5.5	6	2.5	2	3.5	0
2120516	2010	-0.7	3	3	4.7	6	6	4.7	6	4	5.3	7	5
2120516	2011	1.5	1.5	3	6	5.2	5	4	3.7	2.5	3.5	4.5	5.3
2120516	2012	3	3	6.7	5.2	5	3.5	4	5.5	4	3.5	2.5	2
2120516	2013	-0.6	5	4	6.5	7	6	4	6		5.3	6.5	5
2120516	2014	5	6	6	5.3	4.8	7	7.2	4.9	3.3	7.5	5	
2120516	2015	3	3	7	6	7	6.1	6	4.3	3.9	4.2	6.5	4
2120516	2016				8.3	6.6					4.2	7	

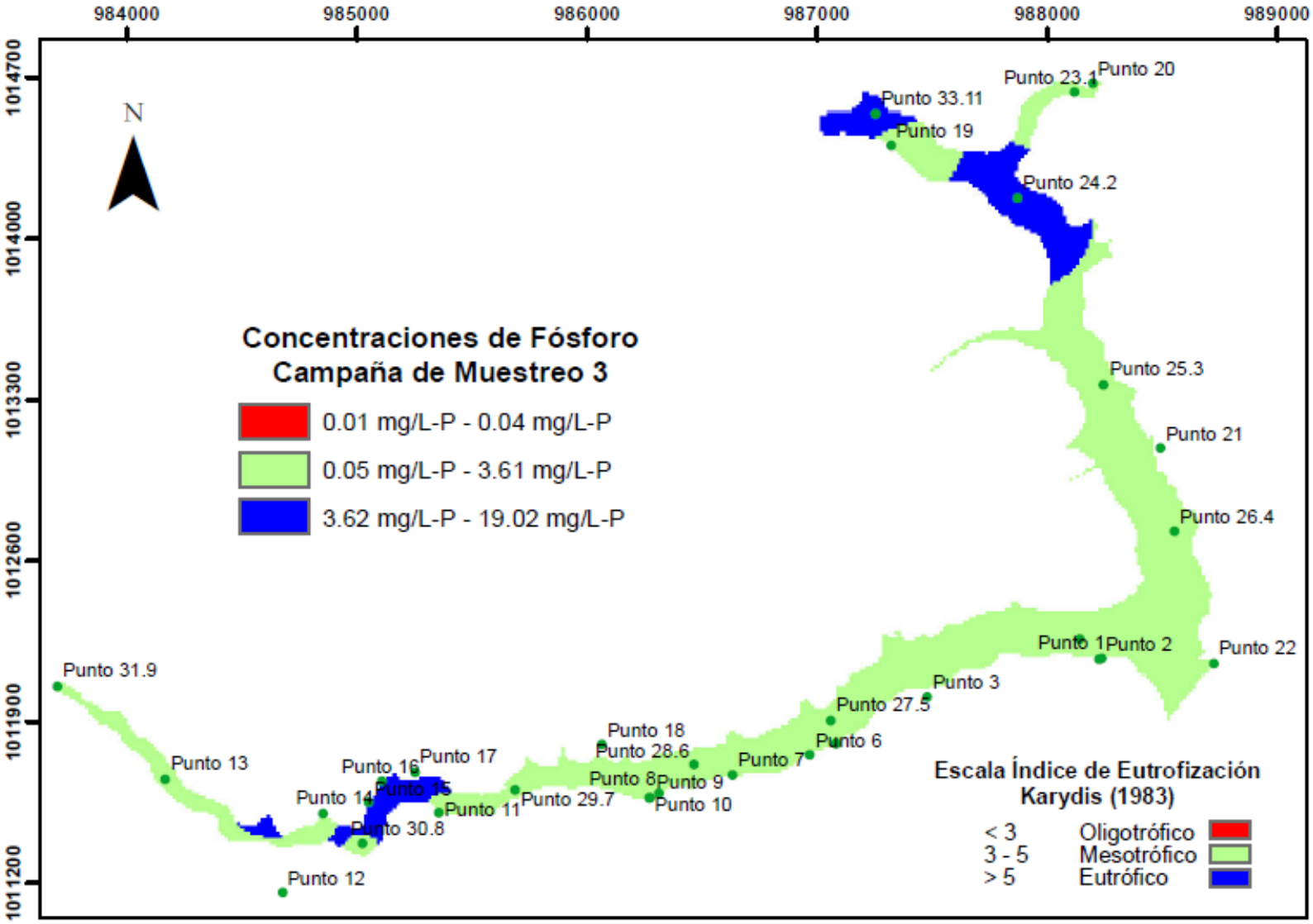
MEDIOS	1.92	2.31	3.73	5.27	5.61	5.25	4.34	3.86	3.64	4.10	4.62	3.36
MÁXIMOS	12	11	10	12.5	13	12.5	10.5	13	12.5	11.5	11.5	11.5
MÍNIMOS	-5	-4	-5.6	-3	0	-0.1	-1	-1.4	-2	-2	-1.1	-4.1

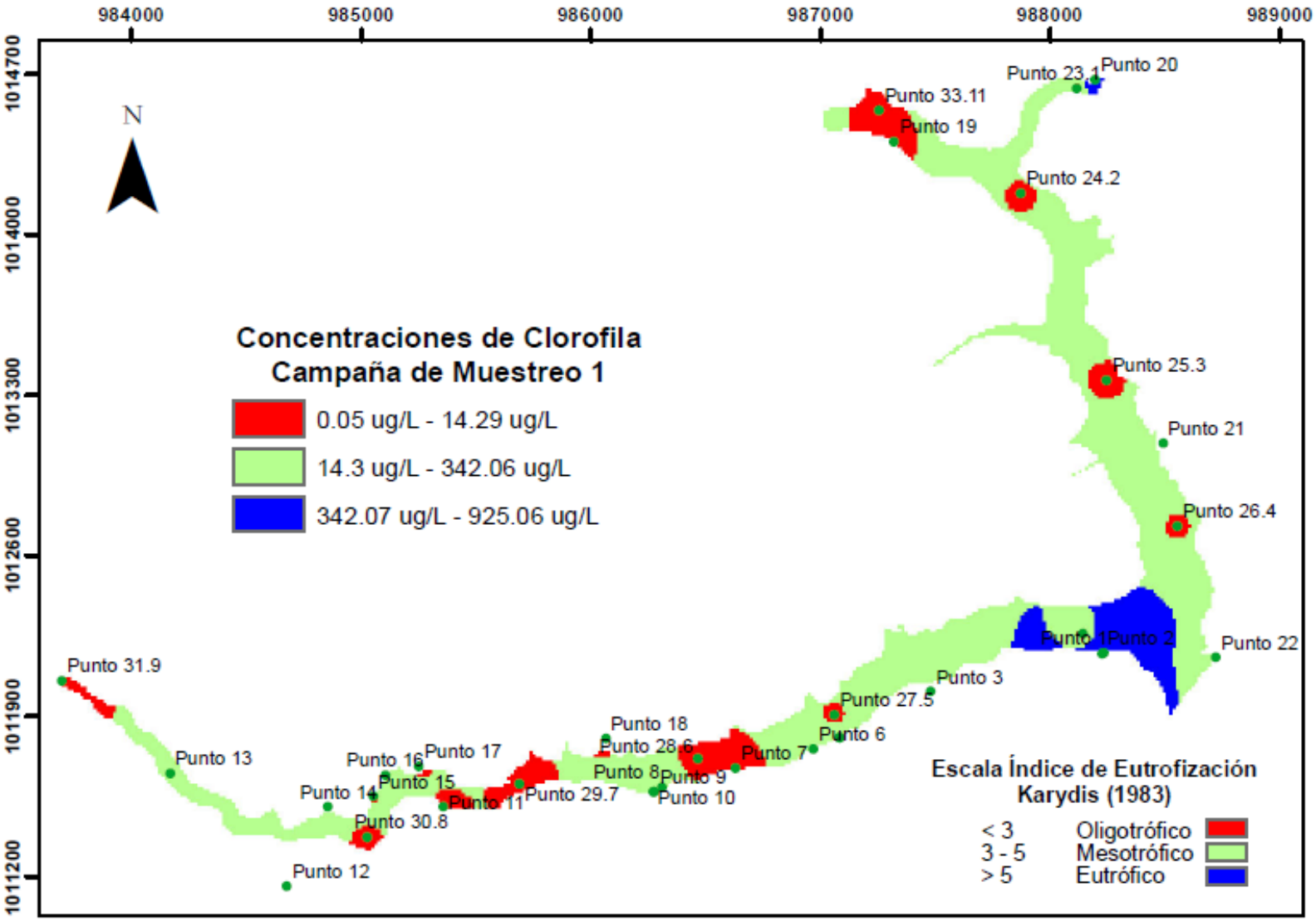
Anexo 4. Resultados de laboratorio por punto

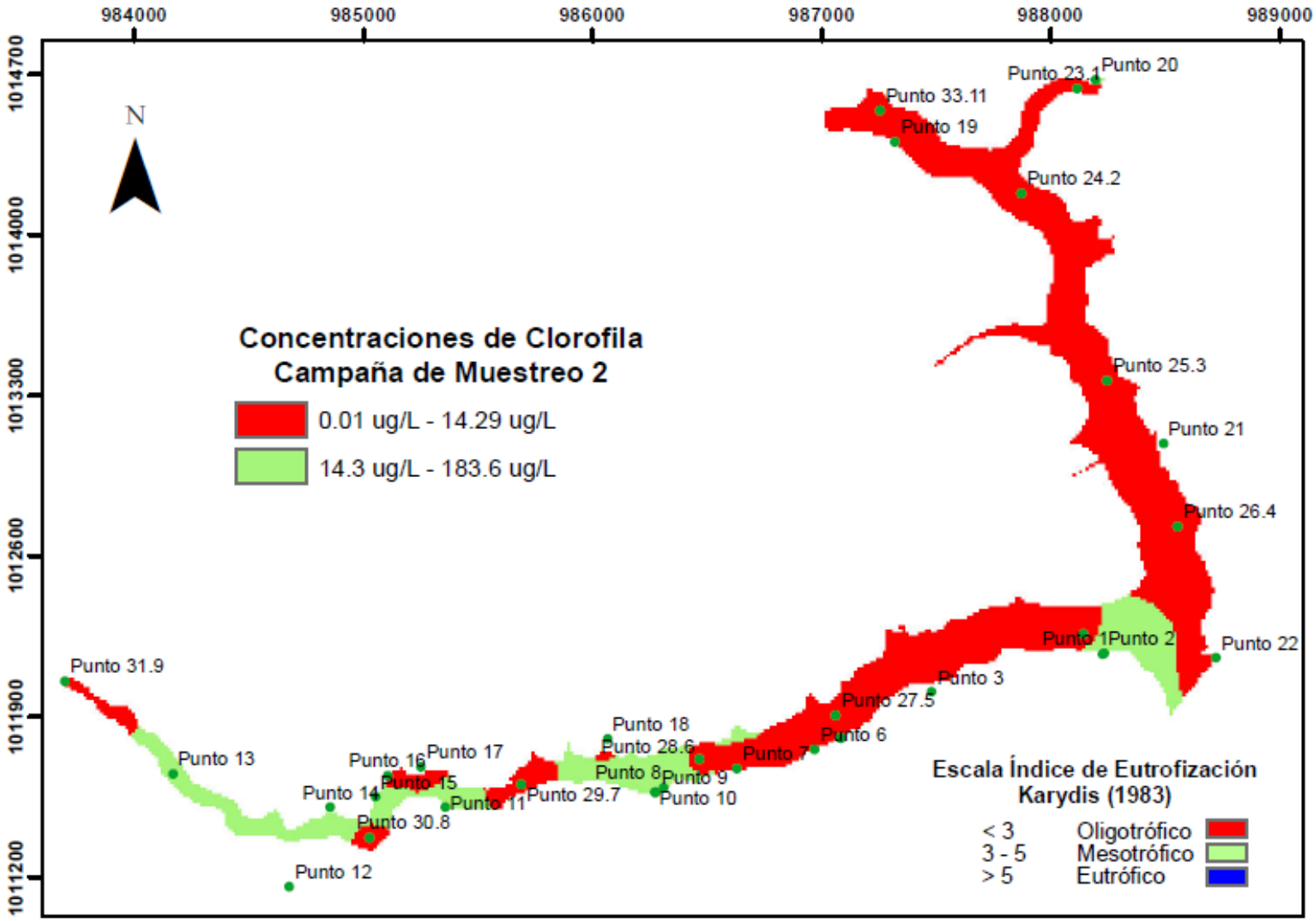
Anexo 5. Mapa de concentraciones, IDW e IE

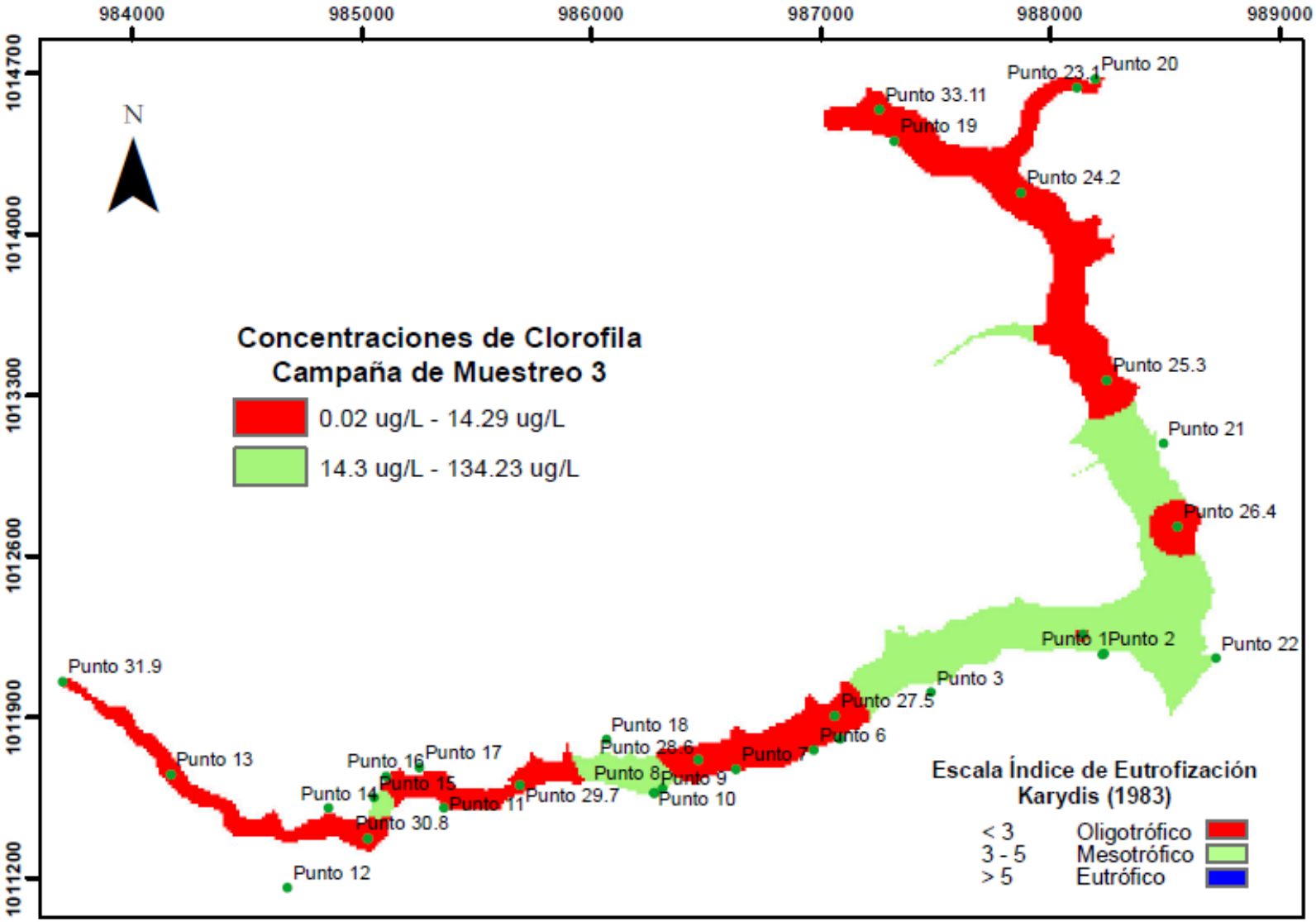

984000
985000
986000
987000
988000
989000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Concentraciones de Fósforo
Campaña de Muestreo 1
0.11 mg/L-P - 3.61 mg/L-P
3.62 mg/L-P - 14.75 mg/L-P
Punto 20
Punto 23.1
Punto 33.11
Punto 19
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 22
Punto 1
Punto 2
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 7
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 15
Punto 16
Punto 17
Punto 14
Punto 30.8
Punto 12
Punto 13
Punto 31.9
Escala Índice de Eutrofización
Karydis (1983)
< 3 Oligotrófico
3 - 5 Mesotrófico
> 5 Eutrófico

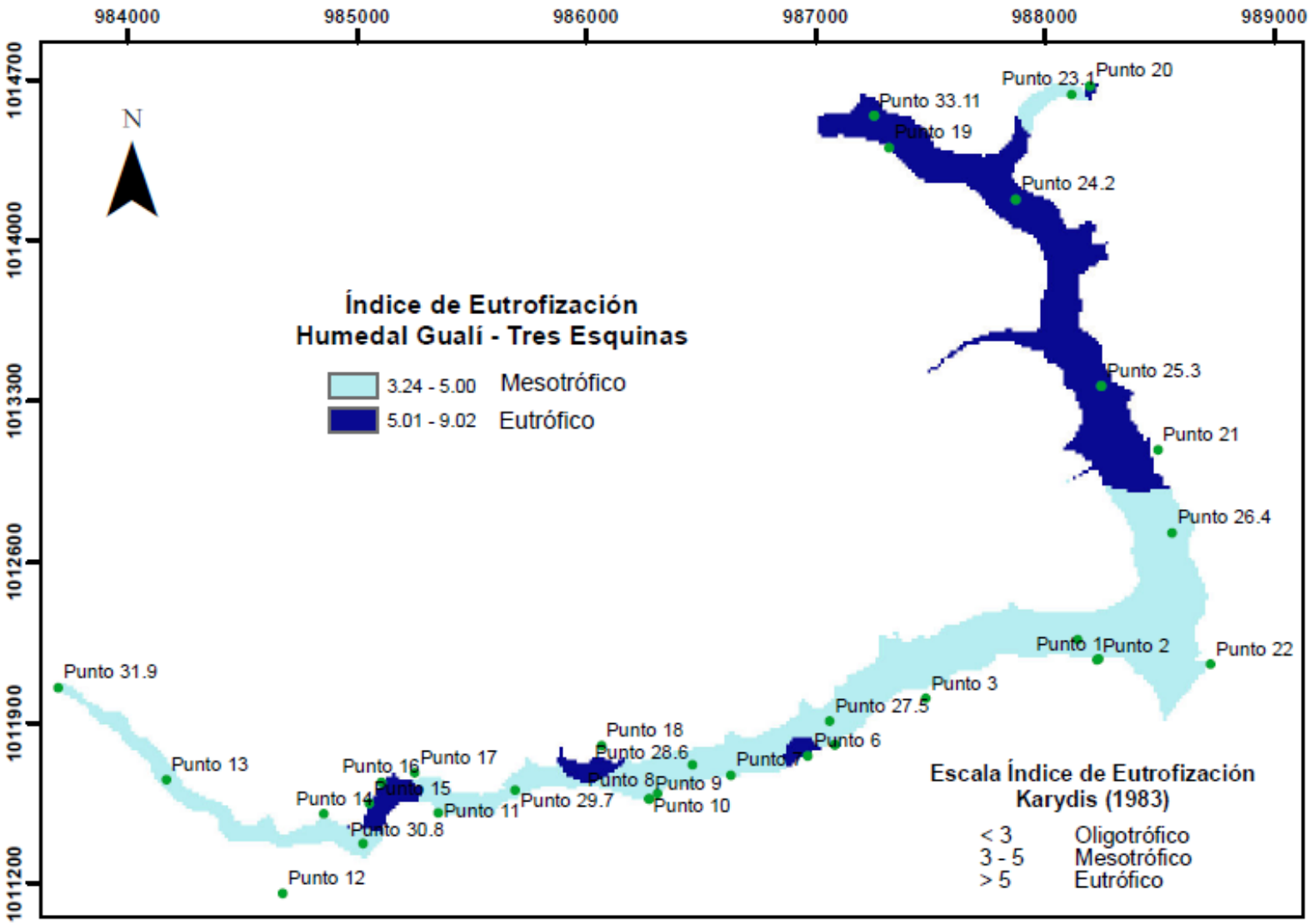

984000
985000
986000
987000
988000
989000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Concentraciones de Fósforo
Campaña de Muestreo 2
0 mg/L-P - 0.04 mg/L-P
0.05 mg/L-P - 3.61 mg/L-P
3.62 mg/L-P - 39.34 mg/L-P
Punto 20
Punto 23.1
Punto 33.11
Punto 19
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 1
Punto 2
Punto 22
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 7
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 15
Punto 16
Punto 17
Punto 14
Punto 30.8
Punto 13
Punto 31.9
Punto 12
Escala Índice de Eutrofización
Karydis (1983)
< 3 Oligotrófico
3 - 5 Mesotrófico
> 5 Eutrófico


984000
985000
986000
987000
988000
989000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Concentraciones de Fósforo
Campaña de Muestreo 3
0.01 mg/L-P - 0.04 mg/L-P
0.05 mg/L-P - 3.61 mg/L-P
3.62 mg/L-P - 19.02 mg/L-P
Punto 20
Punto 23.1
Punto 33.11
Punto 19
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 1
Punto 2
Punto 22
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 7
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 17
Punto 16
Punto 15
Punto 14
Punto 13
Punto 31.9
Punto 30.8
Punto 12
Escala Índice de Eutrofización
Karydis (1983)
< 3 Oligotrófico
3 - 5 Mesotrófico
> 5 Eutrófico


984000
985000
986000
987000
988000
989000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Concentraciones de Clorofila
Campaña de Muestreo 1
0.05 ug/L - 14.29 ug/L
14.3 ug/L - 342.06 ug/L
342.07 ug/L - 925.06 ug/L
Punto 23.1
Punto 20
Punto 33.11
Punto 19
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 1
Punto 2
Punto 22
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 7
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 15
Punto 16
Punto 17
Punto 14
Punto 30.8
Punto 12
Punto 13
Punto 31.9
Escala Índice de Eutrofización
Karydis (1983)
< 3 Oligotrófico
3 - 5 Mesotrófico
> 5 Eutrófico


984000
985000
986000
987000
988000
989000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Concentraciones de Clorofila
Campaña de Muestreo 2
0.01 ug/L - 14.29 ug/L
14.3 ug/L - 183.6 ug/L
Punto 20
Punto 23.1
Punto 33.11
Punto 19
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 22
Punto 1
Punto 2
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 7
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 15
Punto 16
Punto 17
Punto 14
Punto 30.8
Punto 12
Punto 13
Punto 31.9
Escala Índice de Eutrofización
Karydis (1983)
< 3 Oligotrófico
3 - 5 Mesotrófico
> 5 Eutrófico


984000
985000
986000
987000
988000
989000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Concentraciones de Clorofila
Campaña de Muestreo 3
0.02 ug/L - 14.29 ug/L
14.3 ug/L - 134.23 ug/L
Punto 20
Punto 23.1
Punto 33.11
Punto 19
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 1
Punto 2
Punto 22
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 7
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 15
Punto 16
Punto 17
Punto 14
Punto 30.8
Punto 12
Punto 13
Punto 31.9
Escala Índice de Eutrofización
Karydis (1983)
< 3 Oligotrófico
3 - 5 Mesotrófico
> 5 Eutrófico


984000
985000
986000
987000
988000
989000
1014700
1014000
1013300
1012600
1011900
1011200
N
Índice de Eutrofización
Humedal Gualí - Tres Esquinas
3.24 - 5.00 Mesotrófico
5.01 - 9.02 Eutrófico
Punto 23.1
Punto 20
Punto 33.11
Punto 19
Punto 24.2
Punto 25.3
Punto 21
Punto 26.4
Punto 1
Punto 2
Punto 22
Punto 3
Punto 27.5
Punto 6
Punto 18
Punto 28.6
Punto 8
Punto 9
Punto 10
Punto 29.7
Punto 11
Punto 15
Punto 16
Punto 17
Punto 14
Punto 30.8
Punto 13
Punto 31.9
Punto 12
Escala Índice de Eutrofización
Karydis (1983)
< 3 Oligotrófico
3 - 5 Mesotrófico
> 5 Eutrófico