

2015

## Descripción de la heterogeneidad espacial y temporal de los ambientes acuáticos presentes en los caños Tiestal y Güio en el predio San José de Matadepantano como herramienta de ordenamiento ecológico

Dangella Paola Barahona Gil  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Leonardo Alexander Pérez Rubiano  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

---

### Citación recomendada

Barahona Gil, D. P., & Pérez Rubiano, L. A. (2015). Descripción de la heterogeneidad espacial y temporal de los ambientes acuáticos presentes en los caños Tiestal y Güio en el predio San José de Matadepantano como herramienta de ordenamiento ecológico. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/929](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/929)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**DESCRIPCIÓN DE LA HETEROGENEIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS AMBIENTES  
ACUATICOS PRESENTES EN LOS CAÑOS TIESTAL Y GÜIO EN EL PREDIO SAN JOSÉ DE  
MATADEPANTANO COMO HERRAMIENTA DE ORDENAMIENTO ECÓLOGICO**

**DANGELLA PAOLA BARAHONA GIL  
LEONARDO ALEXANDER PEREZ RUBIANO**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D. C.  
2015**

**DESCRIPCIÓN DE LA HETEROGENEIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS AMBIENTES  
ACUATICOS PRESENTES EN LOS CAÑOS TIESTAL Y GÜIO EN EL PREDIO SAN JOSEDE  
MATADEPANTANO COMO HERRAMIENTA DE ORDENAMIENTO ECÓLOGICO**

**DANGELLA PAOLA BARAHONA GIL  
LEONARDO ALEXANDER PEREZ RUBIANO**

**Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario**

**Director: GUILLERMO BRICEÑO VANEGAS  
Biólogo Ms Sc Ecología**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D. C.**

**2015**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

**DIRECTOR**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores manifiestan su agradecimiento a:

Guillermo Briceño Vanegas, docente del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria y director del proyecto por brindarnos la asesoría y el tiempo para la ejecución de la idea.

El Hermano Gonzalo Achury quien nos brindó hospitalidad en el campus Utopía para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

## DEDICATORIA

*En primer lugar quiero dar agradecimiento a Dios por permitirme culminar esta etapa académica y por brindarme la oportunidad de crecer personalmente e intelectualmente, a mi padre Alberto Escobar por brindarme su apoyo incondicional, a mi madre Maria Yolanda Gil por ayudarme a culminar esta etapa profesional, por su lucha constante y su amor incondicional.*

*A mis amigos Julián Sabogal, Andrés Robles, Sebastián Ramírez, Mariana Cárdenas, Felipe Zúñiga, Eliana Roncancio, Susan Castro, Ángela Barreto y María Alejandra González por darme alegrías y hacer de esta etapa que culmina inmemorable. A mi novio Jesús Cubillos por darme felicidad, alegría y apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida.*

*A mi compañero y amigo Leonardo Pérez Rubiano; por hacer posible el desarrollo de este proyecto. Finalmente agradezco a los profesores y compañeros que hicieron parte de esta etapa por ayudar a fortalecer mi crecimiento intelectual y personal.*

*Dangella Barahona*

*Agradezco a Dios la posibilidad de darme el entendimiento para afrontar este proyecto con responsabilidad y dedicación en pro de mi crecimiento profesional.*

*A mi familia encabezada por mi padre Rafael Armando por su perseverancia para apoyarme y entenderme, a mi madre Elvia por sus oraciones y cariño, a mi hermana Claudia por su voz de aliento y apoyo en momentos de necesidad y a mi novia Julie Alejandra por su profundo amor y compañía en momentos de tristeza y desesperanza.*

*A mi compañera y amiga Dangella Paola por su esfuerzo para sacar adelante esta iniciativa.*

*Leonardo Pérez*

## TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS .....	10
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. MARCO TEÓRICO.....	12
3.1 Localización Geográfica.....	12
3.1.1 Área de Estudio .....	12
3.2 Climatología.....	14
3.3 Hidrografía.....	15
3.4 Geología del piedemonte llanero.....	17
3.5 Suelos y principales usos.....	19
3.6 Principales Unidades naturales de Paisaje del Área de Estudio.....	20
3.7 Generalidades predio San José de Matadepantano .....	24
3.7.1 Actividades Económicas del Área De Estudio.....	26
4. METODOLOGIA.....	28
4.1 Fase Preparatoria .....	28
4.1.1 Revisión bibliográfica.....	28
4.1.2 Revisión Cartográfica.....	28
4.1.3 Reconocimiento de Área .....	29
4.1.4 Criterios de selección de puntos de muestreo.....	29
4.2 Fase de Campo .....	30
4.2.1 Levantamiento de perfiles y medición de variables.....	31
4.3 Equipos y métodos .....	32
4.3.1 Descripción de ambientes acuáticos .....	32
4.3.2 Evaluación de Ambientes .....	33
4.4 Formulación de la Propuesta de Ordenamiento Ecológico.....	33
5. RESULTADOS.....	34
5.1. Abundancia de sustratos.....	34

5.2. Diversidad de sustratos .....	36
5.3. Abundancia de hábitats acuáticos.....	37
5.4. Diversidad de hábitats acuáticos.....	41
5.5. Estructura tridimensional de los caños .....	42
6. ANALISIS DE RESULTADOS.....	45
6.1 Caño Tiestal .....	45
6.2 Caño Güio.....	46
6.3. Análisis de la estructura tridimensional .....	46
6.4. Propuesta de Ordenamiento.....	47
7. CONCLUSIONES .....	50
8. RECOMENDACIONES .....	51



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización Área de estudio .....	13
Figura 2. Diagrama Ombrotermico .....	14
Figura 3. Mapa ubicación Río Cravo Sur .....	16
Figura 4. Caños que drenan el predio San José de Matadepantano .....	17
Figura 5. Distribución de las unidades de paisaje predominantes en el Área de Estudio .....	20
Figura 6. Sabanas localizadas en el predio San José De Matadepantano .....	22
Figura 7. Formación de pozos en las sabanas del predio San Jose de Matadepantano .....	22
Figura 8. Bosque de Galería Caño Güio época seca .....	22
Figura 9. Bosque de Galería Caño Güio época de lluvia .....	22
Figura 10. Intervención del caño Tiestal .....	24
Figura11. Construcción en Campus Utopía .....	25
Figura12. Camino dormitorios Campus Utopía .....	25
Figura13. Patio Central Campus Utopía .....	25
Figura14. Comedor estudiantil, campus Utopía .....	25
Figura15. Cultivo de Yuca .....	26
Figura16. Cultivo de Naranja.....	26
Figura 17. Crianza de pavos Campus Utopía .....	27
Figura 18. Sitio Destinado al abrevio de ganado .....	27
Figura19. Identificación de fuentes hídricas y formaciones Vegetales (caño Tiestal y Güio) .....	29
Figura 20. Puntos de Muestreo .....	30
Figura21. Diagramación de Grilla caño Tiestal, según metodología de Karr .....	31
Figura 22. Abundancia relativa Caño Tiestal .....	35
Figura 23. Abundancia relativa Caño Güio .....	36
Figura 24. Abundancia relativa de ambientes caño Tiestal.....	40
Figura 25. Abundancia relativa ambientes caño Güio.....	40
Figura 26. Diversidad de ambientes acuáticos caño Güio y Tiestal.....	42
Figura 27. Representación 3D caño Tiestal época lluvia, Estación 1 .....	43
Figura 28. Mapa de contorno caño Tiestal estación 1 época lluvia .....	43
Figura 29. Representación 3D caño Güio época lluvia. Estación1 .....	43
Figura 30. Mapa de contorno caño Güio estación 1 época lluvia .....	43
Figura 31. Representación 3D caño Tiestal época seca, Estación 1 .....	44
Figura 32. Mapa de contorno caño Tiestal estación 1 época seca .....	44
Figura 33. Representación 3D caño Güio época seca. Estación1 .....	44
Figura 34. Mapa de contorno caño Güio estación 1 época seca .....	44
Figura 35. Mapa de Ordenamiento San José de Matadepantano .....	48
Figura 36. Representación 3D caño Tiestal época seca. Estación1 .....	56
Figura 37. Mapa de contorno caño Tiestal estación 1 época seca .....	56
Figura 38. Representación 3D caño Tiestal época lluvia. Estación1 .....	57
Figura 39. Mapa de contorno caño Tiestal estación 1 época lluvia .....	57
Figura 40. Representación 3D caño Tiestal época lluvia. Estación 2 .....	58
Figura 41. Mapa de contorno caño Tiestal estación 2 época lluvia .....	58
Figura 42. Representación 3D caño Tiestal época seca. Estación 2 .....	59
Figura 43. Mapa de contorno caño Tiestal estación 2 época seca .....	59
Figura 44. Representación 3D caño Güio época seca. Estación1 .....	60
Figura 45. Representación 3D caño Güio época lluvia. Estación 2 .....	61

## INTRODUCCIÓN

Utopía, uno de los proyectos más importantes llevados a cabo por la Universidad De La Salle y de gran impacto social, se desarrolla actualmente en el predio San José De Matadepantano localizado en la zona rural del departamento del Casanare, municipio de El Yopal. Este proyecto tiene como objeto el desarrollo científico y académico de personas que han sido víctimas de conflicto armado y que no poseen recursos económicos para llevar a cabo su formación profesional; lo que los convierte en jóvenes líderes capaces de lograr la transformación social, política y productiva del país; dando un aporte significativo y novedoso para reinventar la Colombia agrícola y lograr la reconversión agropecuaria sustentable a través de la investigación participativa y la transferencia de nuevas tecnologías.

Debido a la gran importancia de este proyecto de desarrollo rural en una de las regiones más productivas del país y de gran importancia ecológica, es necesario establecer estrategias encaminadas a la preservación y desarrollo sostenible. A pesar que la región posee gran diversidad de recursos naturales y de ambientes propicios para el desarrollo de diversas especies de flora y fauna, el uso desmesurado de los mismos y la actividad antrópica ha contribuido al agotamiento de recursos y a cambios en la dinámica de los ecosistemas, de acuerdo con esta problemática se han establecido estrategias que conducen al desarrollo sostenible, disminuyendo así los impactos ambientales y contribuyendo a la conservación.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el presente estudio tiene como propósito analizar y modelar los cambios que han venido presentando los ecosistemas presentes en las vertientes Güio y Tiestal; con el fin de establecer estrategias de ordenamiento ecológico encaminadas al desarrollo sostenible.

Para ello se evaluó la heterogeneidad espacial y temporal de los dos caños mencionados mediante el análisis de información obtenida en dos muestreos realizados en dos épocas del año (seca y húmeda). En cada muestreo se realizaron mediciones concernientes a parámetros de batimetría (profundidad y ancho del río), velocidad de corriente y tipo de sustrato. Los resultados obtenidos permitieron evaluar la calidad de los ambientes, teniendo en cuenta índices de diversidad y la heterogeneidad espacial y temporal de las cuencas muestreadas; todo en virtud de la intervención antrópica producida por la construcción y ampliación del campus Utopía.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Describir la heterogeneidad espacial y temporal de los ambientes acuáticos presentes en los caños Tiestal y Güio en el predio San José de Matadepantano de Yopal (Casanare), con miras a la utilización sostenible de los recursos.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el patrón estructural espacio temporal de los caños Tiestal y Güio en el predio San José De Matadepantano.
- Modelar la heterogeneidad espacial de los ambientes acuáticos de los caños Tiestal y Güio en el predio San José de Matadepantano.
- Formular propuestas de ordenamiento ecológico en el predio San José de Matadepantano con miras a la utilización sostenible de los recursos.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad del mundo, posee alrededor de un 10% de la diversidad biológica mundial. Parte de esta es usada para llevar a cabo diversas actividades económicas y son el sustento de diferentes comunidades indígenas. De acuerdo a la Política Nacional de Biodiversidad esta debe ser usada de manera sostenible, lo que conlleva a la aplicación de políticas y estrategias encaminadas a la conservación y protección de la misma. (Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012)

Actualmente, en el predio San José de Matadepantano los ecosistemas acuáticos presentes en las corrientes Güio y Tiestal se han visto afectados por diversos factores asociados a la actividad antrópica y al cambio climático conduciendo a variaciones en la estabilidad, dinamismo y en la composición biótica de los ecosistemas.

El presente proyecto se realiza con el fin de describir la heterogeneidad espacial y temporal de las corrientes presentes en loscañosTiestal y Güio en el predio San José De Matadepantano de Yopal (Casanare); para así mismo establecer estrategias de conservación encaminadas al desarrollo sostenible. Para ello se pretende evaluar, modelar y analizar los cambios que han tenido los ecosistemas presentes en las vertientes mencionadas.

### **3. MARCO TEÓRICO**

En este apartado se establecen los aspectos más relevantes del área de estudio, tales como localización geográfica, hidrología, climatología, geomorfología, tipos de suelo y usos del mismo, formas vegetales, aspectos socioeconómicos propios de Yopal y finalmente se hablarán de las características propias de San José de Matadepantano.

#### **3.1 Localización Geográfica**

El área de estudio se encuentra localizada en una de las ecorregiones más productivas de Colombia, la Orinoquia, caracterizada por abarcar la zona de los llanos orientales. La ecorregion Orinoquía se ubica al suroeste de Colombia, en la cordillera Oriental y se extiende hasta la frontera con Venezuela; sus límites naturales corresponden a los ríos Arauca y Meta localizados al norte de la ecorregion, las cuencas Vichada y Guaviare ubicados al sureste; y el piedemonte llanero que se encuentra al occidente. En este último (piedemonte llanero) se sitúa el departamento del Casanare territorio conformado por 19 municipios y cuya capital es El Yopal. (Ver Figura 1)

El Yopal es una ciudad constituida por 93 corregimientos, y comprende un área total de 2595 Km<sup>2</sup> de los cuales 10,47 Km<sup>2</sup> corresponden a la cabecera municipal se localiza en las coordenadas 5°20'41.51"N y 72°23'50.52"O. El municipio limita al norte con el departamento de Boyacá, al sur con el municipio de Orocué y Maní, al oriente con San Luis de Palenque y al occidente con los municipios de Aguazul y Labranza Grande (Boyacá).

##### **3.1.1 Área de Estudio**

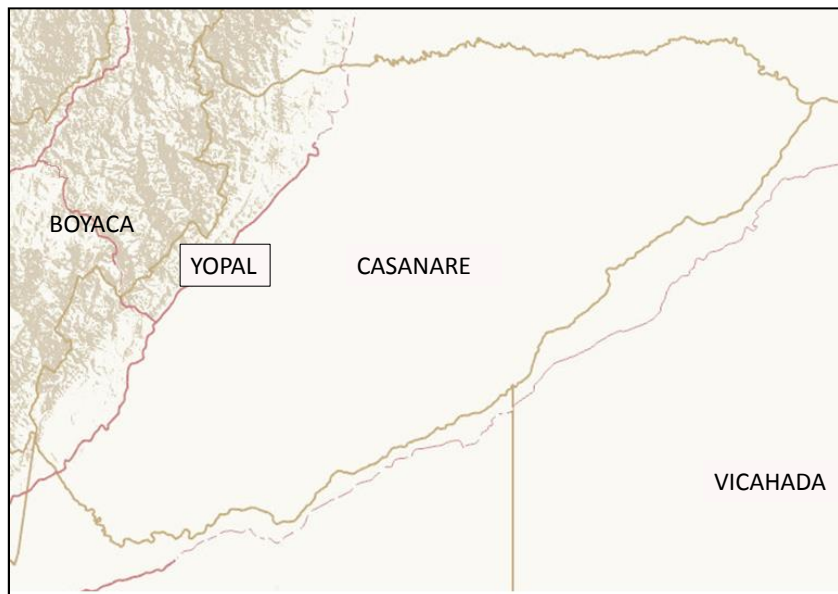
El área de estudio se encuentra enmarcada por los linderos que componen el predio San José de Matadepantano, localizada entre las coordenadas 5°19'14.66"N y 72°17'29,31"W. El terreno hace parte de la zona rural del Yopal departamento del Casanare; y del denominado Piedemonte Llanero.

La finca se ubica a 15 Km de la cabecera municipal y se extiende a inmediaciones de los caños Güio y Tiestal. El predio limita al Norte la vereda de Buenos Aires, al sur con la vereda Ciénaga, al Oeste con El Yopal y al este con la Vereda la Victoria. En la figura 1 se muestra de manera detallada el Área de Estudio.

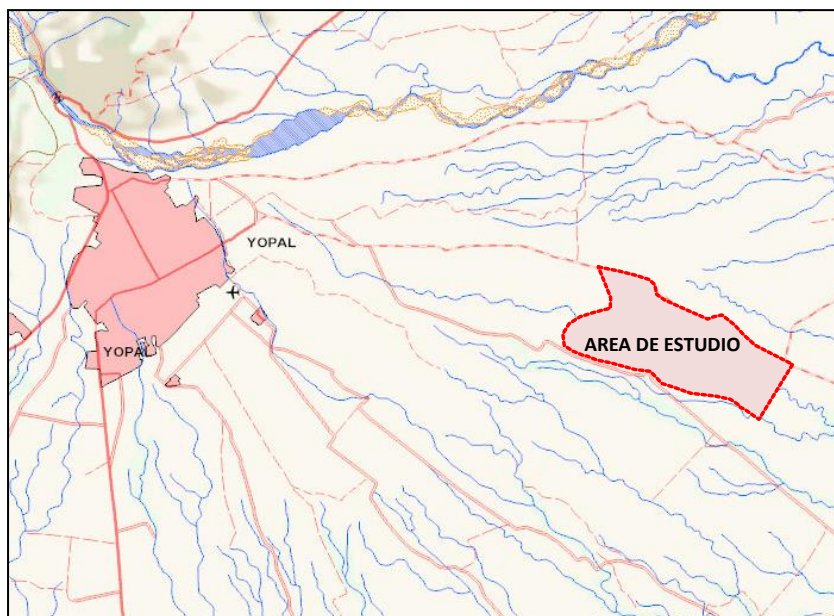
Figura 1. Localización Área de estudio



Recuadro 1. Localización geográfica del departamento del Casanare en el país



Recuadro 2. Localización municipio El Yopal



Recuadro 3. Localización área de estudio

**Nota:** En la figura 1 se muestra de manera detallada la localización del área de estudio. El recuadro 1 y 2 corresponde a la ubicación del departamento y municipio en el territorio colombiano. En el recuadro 3 se observa en líneas punteadas el área de estudio, cuya distancia al casco urbano es de 15 Km.

**Fuente.** Elaboración propia con base a información cartográfica obtenida del IGAC.

### 3.2 Climatología

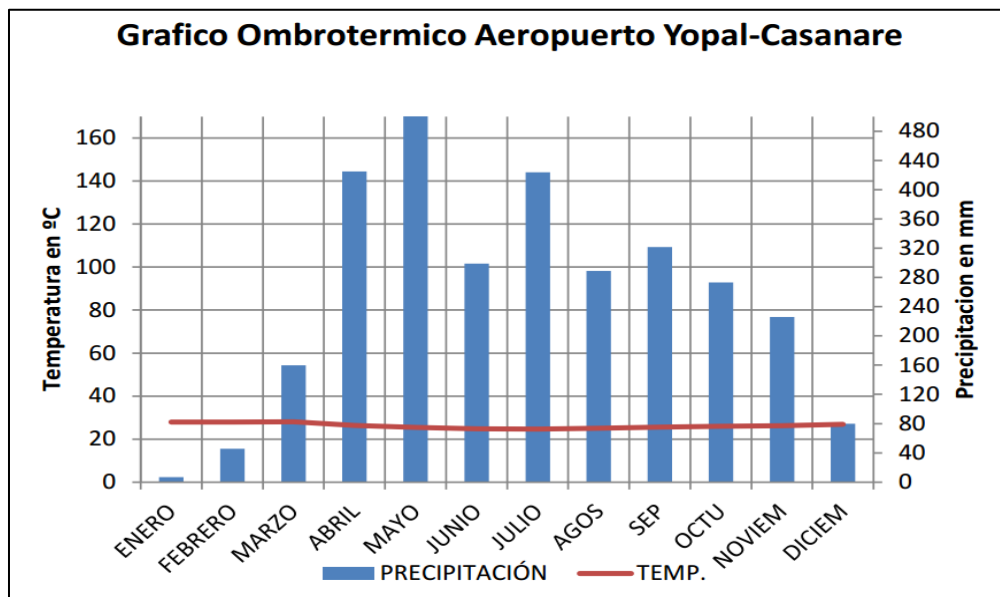
Según Bustamante (2012), la Ecoregión Orinoquia se encuentra influenciada por diferentes factores climatológicos como lo son la Temperatura, la precipitación, brillo solar, velocidad del viento y humedad relativa; parámetros que establecen el clima de la región. El municipio El Yopal, Casanare presenta un clima semi húmedo, ya que maneja un régimen monomodal y temperaturas promedio que oscilan entre los 20 y 30°C, lo que incide en los parámetros de humedad relativa, brillo solar y velocidad del Viento.

Debido a que la zona se encuentra ubicada en el piedemonte llanero y al sotavento de uno de los sistemas montañosos más importantes del país, la cordillera oriental; favorece al transporte de masas de aire húmedas y así mismo a la generación de precipitación de tipo convectivo.

Como ya se ha mencionado anteriormente, El Yopal presenta un régimen monomodal mostrando precipitaciones que oscilan entre los 40 y los 400 mm anuales según información obtenida del IDEAM (2014).

Los picos máximos de lluvia se generan en los meses de marzo a noviembre donde la radiación solar es baja debido al paso de la zona de confluencia intertropical y muestra un descenso de los niveles en los meses de diciembre a febrero favoreciendo al aumento de la radiación.

Figura 2. Diagrama Ombrotermico



Fuente. Elaboración propia adaptada del IDEAM (2014)

Por otro lado la temperatura es un factor que se liga directamente a la incidencia solar; y a su vez juega un papel importante en la definición del clima del municipio.

Debido al regimen de lluvias, a la presencia de cuerpos de agua, vegetación espesa y a los procesos de evapotranspiracion realizados por la misma la formación de vapor de agua es imprescindible; lo que influye en la formacion de nubes de tipo convectivo y en la incidencia de la radiación solar. Gran parte de la radiación solar es absorbida por las masas de aire humedo y vegetación circundante lo que incide en el aumento de la temperatura.

Como se ha establecido inicialmente, la temperatura oscila entre los 20° y 30°C, mostrando sus picos maximos en los meses de diciembre, enero y febrero correspondiente a la epoca seca y minimos en el periodo comprendido por los meses de marzo a noviembre, cuya afectación radica en el paso de la zona de confluencia intertropical.

Este comportamiento climatico tambien se establece en el area de estudio, cabe decir que esta zona posee en su inmediaciones vegetacion espesa correspondiente a bosques de galeria y 2 fuentes hidricas principales el caño Güio y Tiestal, lo que influye en la formación de microclimas.

### **3.3 Hidrografía**

Según Lopez (2010), la Orinoquía es una región que se encuentra marcada por diferentes fuentes hidricas importantes, como lo es el río Orinoco. Este nace en el cerro Delgado Chalbaud uno de los puntos mas altos de Venezuela, sus aguas recorren un 70% del territorio venezolano y un 30% al territorio nacional. En un trayecto de 890 Km, el Orinoco se encuentra con uno de los rios más importantes de la región el Guaviare que recorre con sus aguas la parte sur del país, formando así el medio Orinoco. En el medio Orinoco el caudal del río se aumenta básicamente por los grandes afluentes Vichada, Arauca, Apure y Meta; sus aguas aportan el 90% de los sólidos y contribuye a la deposición de sedimentos.

Uno de los departamentos con mayor importancia hídrica en la región Orinoquia es el departamento del Casanare, que cuenta con afluentes de gran extensión; el río Casanare es uno de ellos. Este tiene una longitud aproximada de 307 Km, nace en la cordillera Oriental y desemboca en el Río Meta (López, 2010).

Esta Subcuenca hidrográfica posee 2 efluentes principales, el río Cravo Sur y Charte que recorren el municipio de El Yopal. La cuenca del río Cravo Sur nace en la cordillera oriental, territorio correspondiente al municipio de Mongua, departamento de Boyacá.



En todo su trayecto recorre los municipios de Mongua y Labranza Grande en el departamento de Boyacá y los municipios el Yopal, San Luís de Palenque y Orocué en el departamento de Casanare. (Ver Figura 3)

**Figura 3. Mapa ubicación Rio Cravo Sur**



**Fuente. Elaboración propia adaptada de IGAC 2014**

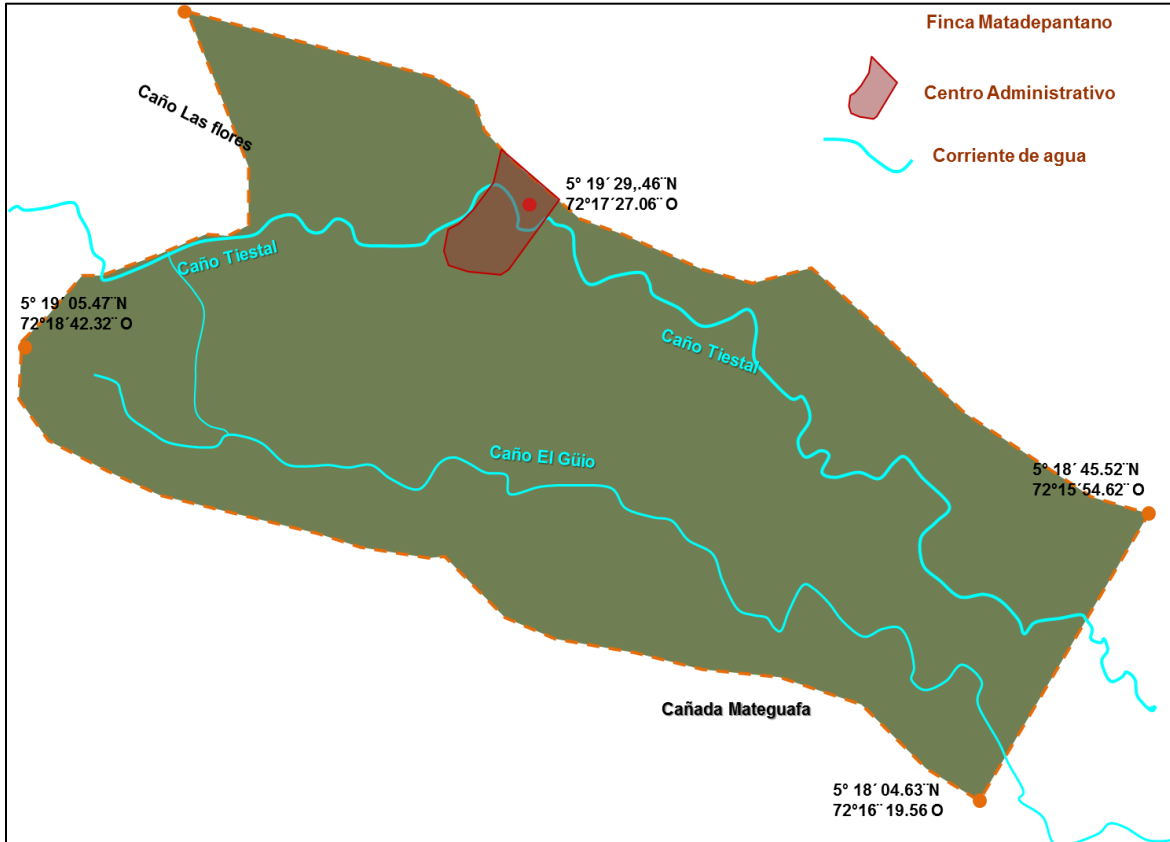
Según Corporinoquia (2009), el río Cravo Sur es considerado uno de los cuatro ríos más caudalosos del departamento, manejando un caudal aproximado de 151 m<sup>3</sup>/s. El afluente presenta un régimen torrencial debido a factores, dentro de los cuales se destaca lo escarpado del paisaje de montaña, la alta pendiente de los cauces y sus afluentes, la alta precipitación en el flanco oriental de la cordillera y el pie de monte y sumado a la deforestación provoca crecidas súbitas en invierno. Estos factores dan origen a los abanicos aluviales en el punto de contacto entre el pie de monte y la sabana, como el caso particular de la ciudad el Yopal<sup>1</sup>.

La subcuenca del Río Cravo Sur, a su vez posee varias microcuencas, una de ellas es caño Palomas, cuyo origen corresponde a la zona rural del municipio. Este drena las sabanas del municipio y entrega sus aguas a la vertiente Cravo Sur en la vereda de Altagracia, que se encuentra a una altura de 155 m.s.n.m. En esta microcuenca, se encuentran los caños Güioy Tiestal, los cuales fluyen de forma paralela al río Cravo Sur en dirección suroriental. Sus aguas drenan el predio San Jose De Matadepantano, atravesando los bosques de galería que se

<sup>1</sup>Vacca, D. (2011). Dinámica hidrológica y caracterización estructural de hábitats acuáticos asociados a los caños de la Finca Matadepantano Yopal-Casanare.

encuentran en el predio. Sus aguas confluyen a una altura de 220 m.s.n.m en la vereda la Guardia. (Ver Figura 4).

**Figura4. Caños que drenan el predio San José de Matadepantano**



Fuente. Guillermo Briceño(2014).

### 3.4 Geología del piedemonte llanero

La zona del Piedemonte Llanero comprendida entre los departamentos de Casanare y Arauca, presenta formaciones geológicas relacionadas con el movimiento de placas tectónicas; factor que favorece los deslizamientos y movimientos en masa. Debido a estos fenómenos el aporte de materiales hacia los conos de deyección es abundante, lo que favorece la sedimentación.

El piedemonte, se formó a finales del periodo terciario e inicios del cuaternario por el transporte de rocas y detritus que descendieron a través de los cañones y valles montañosos. Los sedimentos de grano más grueso fueron depositándose en la falda de las montañas, lo que contribuyó a la formación de abanicos o conos de deyección; y los sedimentos más finos llegaron a una gran distancia de la cordillera contribuyendo a la formación de lo que hoy en día

son las sabanas de la región (Banco de Occidente, 2005). Durante el pleistoceno se levantaron las tierras que actualmente corresponde a la altillanura que se localiza al oriente del río Meta.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, los terrenos predominantes en el piedemonte llanero son ondulados y escarpados, correspondiendo al relieve montañoso que se localiza al noroeste del área y a las planicies aluviales ubicadas al suroeste de la región. Dichos terrenos están compuestos por materiales arcillosos y por sedimentos que fueron depositándose por el arrastre de material y así mismo por la desintegración de rocas a causa de fenómenos erosivos.

Las formaciones geológicas contribuyen al depósito de aguas que originan las cuencas y subcuencas hidrográficas presentando pendientes muy fuertes en las partes altas de la región y con capacidades de carga muy altas lo que contribuye al arrastre de material. Para el caso de las planicies del piedemonte, las pendientes son moderadas lo que propicia que las corrientes divaguen y la desaparición de las mismas (Amézquita, 1998).

### **Principales estructuras geológicas**

Según lo descrito por López en el documento Aspectos más relevantes de la geomorfología y geología y del piedemonte llanero de Colombia; las principales estructuras geológicas predominantes de la zona corresponden a tres componentes rocas plegadas, mesetas disectadas, llanuras de inundación y valles aluviales.

**Rocas plegadas:** Según López (2004), este componente corresponde a formaciones que se ubican en el cinturón localizado en el borde oriental de la cordillera y que han surgido a causa del cizallamiento de las placas tectónicas conduciendo al plegamiento y la ruptura de las mismas. Este tipo de formaciones datan de 60 millones de años; algunas de ellas comprenden valles en los cuales son frecuentes los deslizamientos y así mismo el arrastre de material que va depositándose en los ríos que drenan los mismos. El tamaño de grano de este sedimento va desde el grano más grueso hasta el más fino, lo comprende el canto rodado, limos, arcillas y arenas de grano grueso.

**Mesetas disectadas:** De acuerdo con López (2004), este componente comprende formaciones cuyo origen es la acumulación y deposición de materiales que han sido arrastrados por corrientes y abanicos aluviales. Debido al movimiento tectónico, gran parte de estas formaciones han sido plegadas ocasionando en menor proporción el levantamiento de las mismas.

**Llanuras de inundación:** Según Harker (2011), esta estructura se compone de formaciones constituidas por zonas originadas a partir de la deposición de sedimentos debido al arrastre de materiales realizado por las vertientes de la región. En estas zonas los suelos jóvenes predominan debido a las inundaciones ocasionadas por los ríos ya que en el periodo invernal aumentan su caudal. Esta zona se ubica cerca del río Meta.

**Valles Aluviales:** Según Espriella (2010), este sistema está constituido por depósitos de fragmentos de roca de gran tamaño y composición variada de limos, arcillas y grava. En este sistema se ubica la región del Casanare, donde los ríos recorren las planicies de la región presentando pendientes y velocidades de corriente bajas.

### **3.5 Suelos y principales usos**

Según Arshad (2002), los suelos de la región Orinoquia se han visto afectados por diversos factores medioambientales y antrópicos lo que contribuye a un cambio en sus características físicas y químicas (textura, PH, disponibilidad de macro y micro nutrientes, materia orgánica, entre otros) y de igual manera en su capacidad de uso. Los suelos de la región, son infértiles y ácidos debido a la baja disponibilidad de materia orgánica y así mismo a la presencia de compuestos minerales como caleolitas y óxidos e hidróxidos de aluminio y hierro.

En el piedemonte llanero, los suelos están constituidos por arcillas y conglomerados provenientes de la de la denudación de la cordillera Oriental, y cuyas formaciones son abanicos fluviales de diferentes edades, que con el transcurso del tiempo han sido moldeados por las corrientes que descienden de la cordillera oriental, contribuyendo a la formación de canto rodado.

Los minerales predominantes en los suelos del Piedemonte llanero son cuarzo, caolinitas, óxidos de hierro y aluminio; estos materiales predominan en las franjas arcillosas y arenosas del suelo, Sanchez (2010). Debido a la baja cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio y a la escasa presencia de materia orgánica los suelos del piedemonte presentan un intercambio catiónico casi nulo, lo que incide en la fertilidad de los mismos.

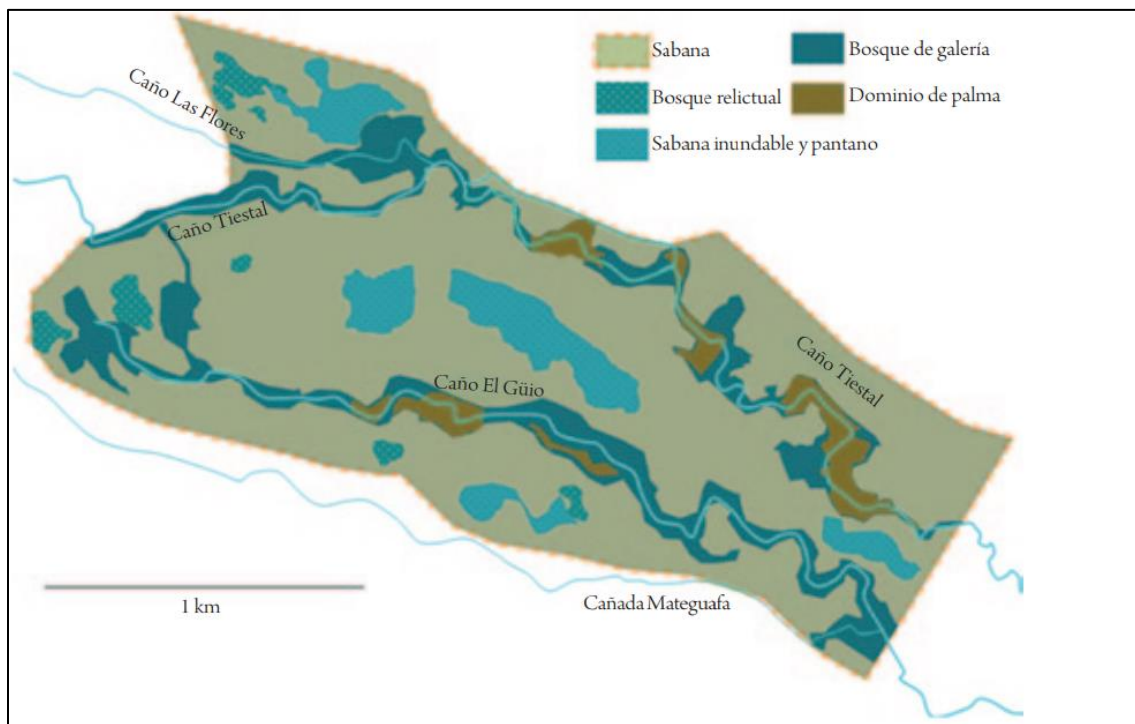
Según Sanchez (2010), el suelo del piedemonte presenta una estructura estable, textura moderada y una capacidad de retención de agua bastante baja; son suelos cuya conductividad hidráulica es lenta.

De acuerdo a las características físicas y químicas los suelos del piedemonte llanero son utilizados para actividades agropecuarias, donde los cultivos predominantes conciernen a platano, piña, mango, arroz y maíz. Por otro lado, las tierras son utilizadas para el asentamiento de ganado ovino y algunas de ellas destinadas para la protección de flora y fauna.

### 3.6 Principales Unidades naturales de Paisaje del Área de Estudio

Las principales unidades naturales de paisaje que tienen lugar en el piedemonte llanero corresponden a bosques de galería y sabanas inundables. Cada una de estas unidades de paisaje propicia la formación de ambientes para el desarrollo de las diferentes especies que predominan en el lugar. En la figura 5 se puede observar la distribución de las unidades de paisaje predominantes en el área de estudio.

**Figura 5. Distribución de las unidades de paisaje predominantes en el Área de Estudio.**



**Fuente. Guillermo Armando Briceño (2014)**

**Sabanas inundables:**De acuerdo con Unión Temporal Visión Yopal (2007), las sabanas inundables son unidades de paisaje caracterizadas por presentar terrenos planos e inundables en épocas de lluvia. Estas unidades se ubican al occidente del piedemonte llanero y corresponden a las sabanas del Casanare que se encuentran a 200m de altitud.

En el predio San José de Matadepantano predominan este tipo de vegetación; en estas planicies, el desarrollo de la flora, fauna, los procesos ecológicos, los suelos y el uso de los mismos dependen del comportamiento de las inundaciones ya que este permite la formación de distintos ambientes acuáticos permanentes, temporales y sabana de tierra firme; que resultan ser propicios para el crecimiento de los mismos; abarca un área aproximada de 1200 Ha y se encuentra atravesada por formaciones de bosques de galería. (Ver Figura 6)

En estas unidades de paisaje, las inundaciones generan procesos de rejuvenecimiento de los ecosistemas que hacen parte de los ríos, así mismo este factor interviene en la deposición de nuevos materiales que son arrastrados por la escorrentía lo que conlleva a la formación de ambientes como pozos cuyas profundidades oscilan entre los 30 y 50 Cm. (Ver Figura 7).

Durante el inicio de la época seca, en esta unidad de paisaje, los vientos alisios erosionan los terrenos causando el moldeo del mismo y el arrastre de arenas que conforman los sustratos. Esta formación presentan una alturas que oscilan entre 4 y 8 metros; y longitudes que van desde los 100 hasta los 500 metros. Su suelo está conformado por un 70% de arenas cuarzosas, 20% de arcilla y un 10% de materia orgánica.

**Bosques de Galería:**Esta unidad de paisaje predomina en la región, se caracteriza por presentar bosques de galería inundable y no inundable. En el predio San José deMatadepantano predominan los Bosques de Galería no inundables, localizados en el margen de los caños Güio y Tiestal. (Ver Figura 8)

Este tipo de formación se caracteriza por presentar suelos bien drenados, pero con disponibilidad de agua, tiene poca cobertura herbácea y un recubrimiento delgado de hojarasca en la superficie. Según Goosen (2009), en el fondo de la cañada los caños circulan, por un cauce angosto, de poco caudal y de flujo lento, en época seca sus aguas son claras y en épocas de lluvia las aguas se vuelven turbias, debido al arrastre de limos y arcillas.(Ver Figura 9).



**Figura 6. Sabanas localizadas en el predio San José De Matadepantano**



**Figura 7. Formación de pozos en las sabanas del predio San Jose de Matadepantano**



**Figura8. Bosque de Galería Caño Güio época seca**



**Figura9. Bosque de Galería Caño Güio época de lluvia**

**Fuente. Autores**

Según Camacho (2011), estos bosques de galería ocupan grandes áreas y se caracteriza por la abundancia de palmas de moriche que se mezclan con especies de árboles maderables que se adaptan al alto nivel freático; en su interior abundan especies de platanillo y melastomatáceas. En la finca san José De Matadepantano, los bosques se encuentran sujetos a la oscilación del nivel del agua, el clima, el nivel freático y a la fertilidad del suelo. Esta unidad de paisaje es muy importante ya que permite el desarrollo de especies de animales y plantas.

### **Sedimentación aluvial.**

El piedemonte llanero es una zona que presenta gran diversidad de sedimentos comprendidos por limos, arcillas, cantos rodados, arenas cuarzosas y materia orgánica en menor proporción. De acuerdo con Rivera (2008), los sedimentos predominantes en la cuenca del Rio Cravo Sur están compuestos principalmente por gravas de gran tamaño y limos. En época de lluvia la sedimentación de los ríos se ve afectada por el arrastre de nuevo material que va depositándose en el fondo de los ríos propiciando la formación de nuevos ambientes. Egbue (2012).

En el área de estudio, la sedimentación se ve afectada por factores relacionados a la actividad antrópica y clima. Durante el invierno, los materiales como canto rodado, limos, arcillas y materia orgánica son depositados en los caños Güio y Tiestal, lo que contribuye a cambios en la geomorfología de las microcuencas y así mismo propicia la formación de nuevos ambientes acuáticos que permiten que el desarrollo de distintas especies propias del lugar. En época seca que comprende los meses de diciembre y enero, el transporte de sedimentos y la sedimentación disminuye debido a la reducción de los caudales de los ríos lo que conlleva al descenso de la diversidad de ambientes. Por otro lado, la actividad antrópica interviene en la sedimentación de las microcuencas; actualmente en el área de estudio se llevan a cabo actividades relacionadas a la agricultura, ganadería y construcción de infraestructura. El arrastre de sedimentos como canto rodado, arenas y limos aumenta en los caños Guio y Tiestal, pero así mismo retribuye a la erosión de los mismos lo que genera un cambio brusco en la geomorfología de los caños y un desequilibrio en los ecosistemas presentes en el predio (ver Figura 10).



Figura 10. Intervención del caño Tiestal



Fuente. Autores

### 3.7 Generalidades predio San José de Matadepantano

El predio San José De Matadepantano cuenta con un área aproximada de 1200 Ha de las cuales un 40% son destinadas a la producción agrícola y ganadera. En la actualidad, en el predio se desarrolla un proyecto denominado “UTOPIA”, cuya misión es enseñar a una población de estudiantes de escasos recursos y víctimas del conflicto armado acerca del uso sostenible de los recursos naturales. Debido a la filosofía del proyecto “UTOPIA”, con el transcurso del tiempo, la zona ha sufrido una serie de intervenciones que radican en la implementación de novedosa infraestructura hasta el asentamiento de personas de escasos recursos y víctimas de conflicto armado (ver figuras 11, 12, 13 y 14). Actualmente el campus alberga una población aproximada de 200 estudiantes que son formados en actividades de índole agropecuarios.



**Figura11. Construcción en Campus Utopía**



**Figura12. Camino dormitorios Campus Utopía**



**Figura13. Patio Central Campus Utopía**



**Figura14. Comedor estudiantil, campus Utopía**

**Nota:** En el siguiente cuadro se observa la infraestructura localizada en el predio San José De Matadepantano.

**Fuente. Autores**

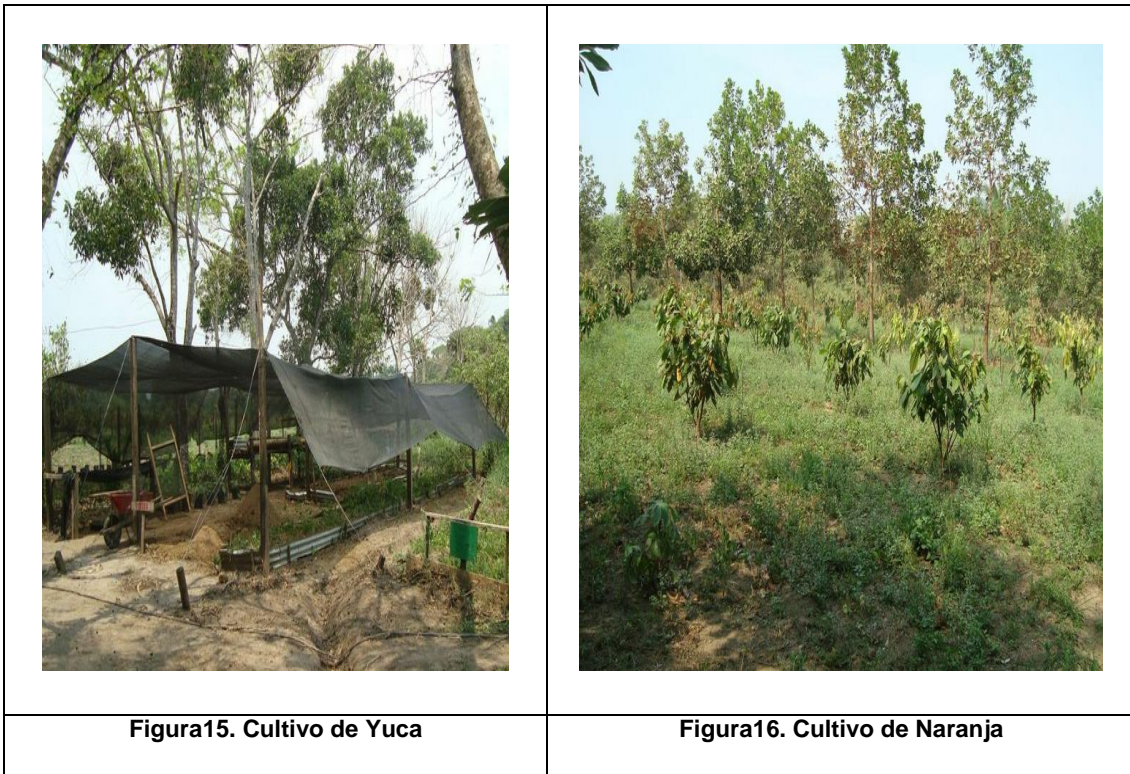
Por ser parte de una de las ecorregiones más productivas del país, La Finca San José De Matadepantano es una de las zonas más ricas en diversidad de hábitats. Se encuentra rodeada de dos fuentes hídricas, los Caños Güio y Tiestal, que favorecen el desarrollo de diferentes ambientes.

### 3.7.1 Actividades Económicas del Área De Estudio

En la finca San José de Matadepantano se desarrollan actividades tendientes a la agricultura y la ganadería, estas van desde el cultivo de frutas y hortalizas hasta el cuidado de ganado.

#### 3.7.1.1 Agricultura

Esta actividad es realizada por los estudiantes que alberga el campus universitario, y se realiza en los terrenos que se encuentran en la parte posterior del predio en cercanías al caño Tiestal, donde gran parte del agua es captada mediante sistemas de riego artesanal. Comprenden cultivos de frutas como maracuyá, piña, badea, limón, chulupa, naranjas, plátanos, sandía y algunos granos como maíz y frijol. (Ver figuras 15 y 16)



Fuente. Autores

### 3.7.1.2 Avicultura, porcicultura y ganadería

La ganadería, avicultura y porcicultura son otras de las actividades predominantes del campus Utopía, comprende la crianza de ganado bovino y porcino; y de algunas aves como pavos. Esta se desarrolla en terrenos aledaños al caño Tiestal; sitio en el cual se lleva el ganado a abrevar. (Ver figuras 17 y 18).



**Figura17. Crianza de pavos Campus Utopía**



**Figura18. Sitio Destinado al abrevio de ganado**

**Fuente. Autores**

## **4. METODOLOGIA**

La presente metodología se desarrolló con el fin de analizar la heterogeneidad espacial y temporal de los caños Güio y Tiestal para así establecer una estrategia de ordenamiento ecológico. La metodología establecida para el proyecto consta de tres fases correspondientes a la preparación, exploración y análisis de la información recolectada.

### **4.1 Fase Preparatoria**

En esta fase se realizó la recolección de información; para ello se tomaron en cuenta artículos científicos relacionados a estudios de heterogeneidad espacial y temporal en ecosistemas acuáticos que se han llevado a cabo a nivel nacional y mundial y así mismo cartografía relacionada con el área de estudio.

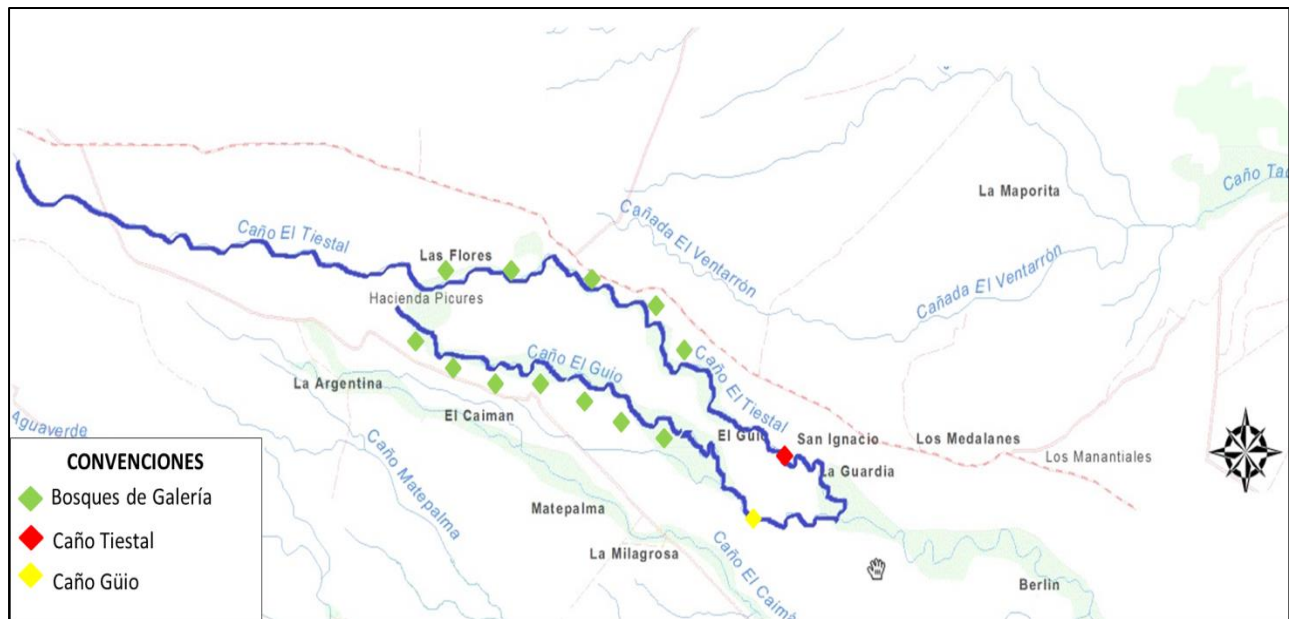
#### **4.1.1 Revisión bibliográfica**

En este apartado, se realizó una investigación a cerca de los estudios realizados en ecosistemas acuáticos en regiones similares al área de estudio cuyo fin es analizar la heterogeneidad espacial y temporal en diferentes ambientes acuáticos de zonas tropicales con el fin de tener referencias de investigación para la ejecución del proyecto.

#### **4.1.2 Revisión Cartográfica**

Mediante la observación de cartografía relacionada al área de estudio, se hizo un reconocimiento del área permitiendo observar los caños Güio y Tiestal; y algunas formaciones vegetales que circundan el territorio. Para ello se utilizaron mapas temáticos de escala 1:100.000 obtenidos del IGAC, mapas realizados por el profesor Guillermo Armando Briceño y así mismo algunas fotografías obtenidas en Google Earth. (Ver Figura 19)

Figura19. Identificación de fuentes hídricas y formaciones Vegetales (caño Tiestal y Güio)



Fuente. Elaboración Propia, modificado de IGAC (2014)

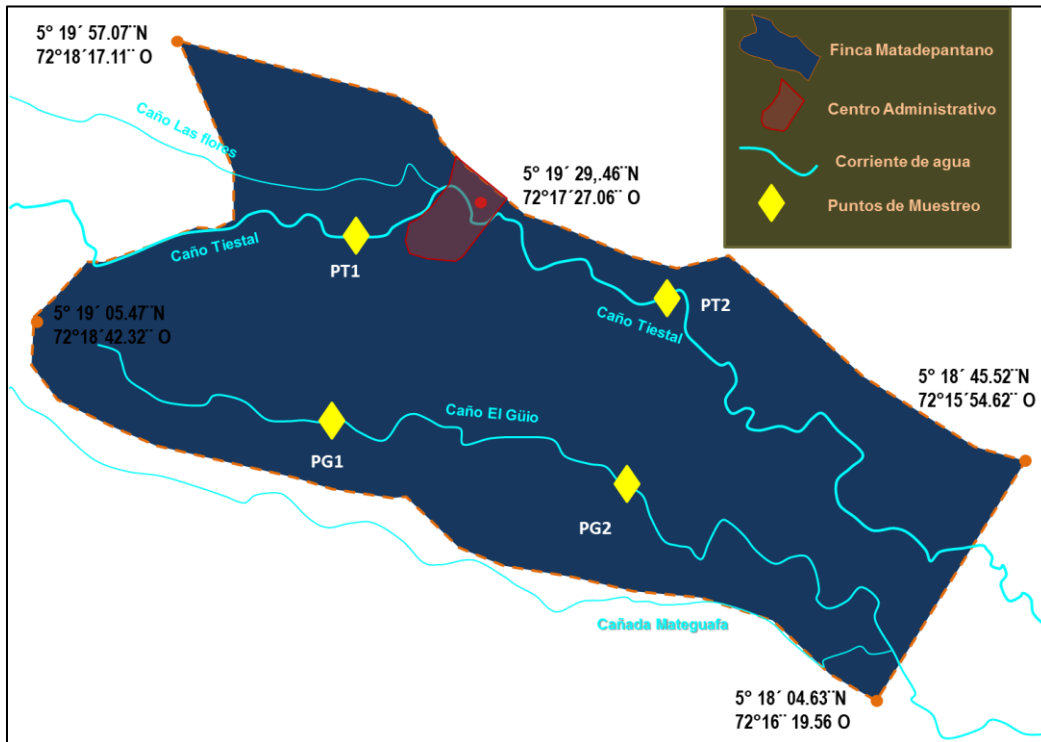
#### 4.1.3 Reconocimiento de Área

El reconocimiento de área se inició el 5 de Octubre de 2013, en una visita realizada al campus Utopía, con el objetivo de identificar y reconocer las diferentes actividades que se realizan en el campus, principales formaciones vegetales, fuentes hídricas; y así mismo establecer posibles puntos de muestreo. De acuerdo a lo anteriormente descrito, se encontraron formaciones vegetales correspondientes a bosques de galería, construcción de infraestructura, cultivos relacionados a sandía, naranja, yuca, mango entre otros; y se evidenciaron intervenciones en los caños Güio y Tiestal.

#### 4.1.4 Criterios de selección de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se establecieron teniendo en cuenta el grado de intervención de los caños Güio y Tiestal; y el acceso a cada uno de estos. Para ello se establecieron dos puntos aguas arriba y aguas abajo de cada caño. Para el caño Tiestal, el punto aguas abajo se encontraba intervenido, había una desviación del cauce del río y así mismo se estaba realizando la construcción de nueva infraestructura; y en el punto aguas arriba se estaba llevando ganado a abrevar. El punto aguas abajo del caño Güio se encontraba sin intervención alguna pero en el punto aguas arriba se estaba llevando a cabo la captación de agua destinada para riego de cultivos. En la Figura 20 se muestran los puntos de muestreo seleccionados.

Figura 20. Puntos de Muestreo



**Nota:** La figura 20 corresponde al mapa del área de estudio, los puntos PT corresponden al caño Tiestal y PG Caño Güio.

Fuente. Elaboración propia, modificado de Guillermo Briceño (2014)

#### 4.2 Fase de Campo

En esta fase se realizaron muestreos en dos épocas del año (época seca y de lluvia) el 6 de marzo y el 29 de abril del 2014. En cada una de las salidas se determinaron caudales, profundidades, sedimentos y velocidades de las dos corrientes estudiadas; todo en pro de evaluar la heterogeneidad espacial y temporal de las dos fuentes hídricasy así mismo realizar comparaciones que permitan establecer estrategias de ordenamiento ecológico.

#### 4.2.1 Levantamiento de perfiles y medición de variables.

Para llevar a cabo el levantamiento de perfiles en cada uno de los puntos muestreados se siguió la metodología descrita por Gorman y Karr(1978), en la que se tomaron franjas longitudinales cada 20 centímetros a una distancia de 20 metros sobre el cauce de los dos caños. (ver figura 21)

Figura21. Diagramación de Grilla caño Tiestal, según metodología de Karr



Fuente. Autores

En cada punto de la franja se determinaron variables como profundidad, tipo de sustrato y velocidad de la corriente. Para llevar a cabo la medición de la velocidad de corriente se utilizó un ping pong y un cronómetro con el fin de determinar el tiempo que tardaba el objeto de transalarse entre dos puntos A y B que distaban de 20 metros entre sí. La toma de profundidades se realizó utilizando varas aforadas a modo de limnómetro y el tipo de sustrato se clasificó como canto rodado, arenas, limos y gravilla.



### 4.3 Equipos y métodos

En esta fase se realiza la descripción de ambientes acuáticos encontrados en las dos salidas de campo realizadas en los meses de marzo y junio. Así mismo, mediante la información obtenida se procedió a calcular la diversidad utilizando la ecuación matemática de Margalef y se modelaron en el software Surfer los datos obtenidos de profundidad, todo con el fin de evaluar la heterogeneidad espacial y temporal de los dos caños. De acuerdo a los datos obtenidos y al análisis de los mismos se procedió a realizar una propuesta de ordenamiento que permita utilizar los recursos de del predio de manera sostenible.

#### 4.3.1 Descripción de ambientes acuáticos

De acuerdo a la información recolectada en las dos salidas de campo programadas en los meses de marzo y junio se determinaron los tipos de ambientes formados en los 2 caños muestreados encontrando principalmente regadales, pozos someros, pozos profundos, canales principales y macrófitas. Según lo anteriormente descrito, para facilitar el conteo de los mismos es necesario en primera instancia establecer las características principales de cada ambiente:

- **Regadal:** Corresponden a ambientes en los cuales la profundidad es mínima, pero el agua presenta turbulencia; produciendo el lavado de sedimentos como canto rodado y grava.
- **Pozo somero:** Corresponde a ambientes en los cuales la profundidad y la velocidad de corriente es baja y sustratos variables.
- **Pozos profundos:** Corresponde a ambientes en los cuales la profundidad es alta, la velocidad de corriente es baja y sustratos variables.
- **Canal principal:** Corresponde a ambientes que abarcan el cauce principal, presentan velocidades de corriente constantes, flujos laminares, profundidades medias y sustrato variable.
- **Macrófitas:** Corresponde a ambientes en los cuales la corriente es obstaculizada por vegetación, se presentan profundidades someras y sustratos comprendidos, arenas y limos.

Para llevar a cabo el conteo de los mismos se recurrió a representaciones gráficas realizadas en Surfer y así mismo se trasladaron los datos a Excel. Con ayuda de Surfer, se realizó una grilla con el fin de establecer los principales ambientes formados en los dos caños para así determinar la diversidad de ambientes y evaluar la heterogeneidad espacial y temporal de los

dos cañosmuestreados en época seca y de lluvia. (Ver Anexo A Tabla 6). A partir del de la consolidación de los datos se graficaron en el software surfer para determinar la estructura espacio – temporal de las corrientes acuáticas de la zona de estudio.

#### **4.3.2 Evaluación de Ambientes**

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la graficación en Sufer se procede a determinar la biodiversidad de ambientes utilizando la ecuación matemática de Margalef, que relaciona la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Federico Villareal (2012). De acuerdo a lo anterior, la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde I corresponde a la biodiversidad, S al número de especies presentes y N el número total de individuos encontrados en todas las especies analizadas.

Después de determinar los índices de biodiversidad, los datos obtenidos se graficaron en Excel de manera porcentual utilizando histogramas de frecuencia; con el fin de comparar la oferta de ambientes en los puntos muestreados en las dos épocas del año (seca y de lluvia). Esta comparación permitió establecer el impacto ambiental que presentan los caños por actividades antrópicas, y así mismo determinar la permanencia que tienen los ambientes según el ciclo climatológico e hidrológico.

#### **4.4 Formulación de la Propuesta de Ordenamiento Ecológico**

De acuerdo a los análisis realizados de la heterogeneidad espacial y temporal; y de los resultados obtenidos de biodiversidad se formuló una propuesta de ordenamiento ecológico con el fin de proveer un manejo sostenible de los recursos hídricos que se encuentran en el predio. Así mismo se establecieron zonas de protección que garantizarán la calidad ecológica de los caños y el equilibrio de los ecosistemas presentes.

## 5. RESULTADOS

Con base a la información recolectada en cada uno de los muestreos, se determinó y se evaluó la biodiversidad y estado de conservación en cada uno de los caños; en época seca y húmeda. Para ello se determinaron variables referentes a abundancia absoluta y relativa; diversidad e índice de riqueza. Así mismo se realizó una modelación en Surfercon el objeto de describir la heterogeneidad espacial y temporal de las fuentes hídricas localizadas en el predio.

### 5.1. Abundancia de sustratos

A partir de la información recolectada en cada uno de los muestreos realizados en época seca y húmeda; se determinaron los tipos de sedimentos predominantes en cada uno de los caños muestreados. Para ello se evaluaron parámetros físicos como textura, tamaño de grano y tipo de grano; encontrando gravas, arenas, limos y canto rodado. Posteriormente, se clasificó y se realizó el conteo de los sedimentos obtenidos para así determinar la abundancia absoluta y relativa de los sustratos predominantes en cada uno de los caños (ver tabla 1).

Tabla 1. Abundancia Absoluta De sustratos Caños Güio y Tiestal

Sustrato	Abundancia Absoluta Caño Tiestal				Abundancia Absoluta Caño Güio			
	Estación 1		Estación 2		Estación 1		Estación 2	
	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia
Arena	64	45	81	89	89	101	67	112
Limos	75	80	39	41	22	40	34	20
Gravilla	80	103	37	29	120	149	88	114
Canto rodado	11	9	84	75	118	54	142	82
Total Puntos	230	237	241	234	349	344	331	328

Fuente. Autores

Después de realizada la sistematización de los datos, se determinó la abundancia relativa de cada uno de los sedimentos encontrados teniendo en cuenta los datos obtenidos en la tabla no 1. Para este cálculo se tuvo en cuenta la abundancia absoluta de cada sustrato y el total de puntos muestreados, a continuación se determinó la abundancia relativa del sedimento arena, estación 1-época seca.

$$Abundancia\ relativa = \frac{Abundancia\ absoluta \times 100}{Total\ de\ puntos\ muestreados}$$

$$Abundancia\ relativa\ arena\ estación\ 1.\ \acute{E}poca\ seca = \frac{64 \times 100}{230}$$

$$Abundancia\ relativa = 27.8\%$$

Para determinar la abundancia relativa de los demás sustratos, se realiza el procedimiento descrito anteriormente; los datos de cada caño se describen en la tabla No 2.

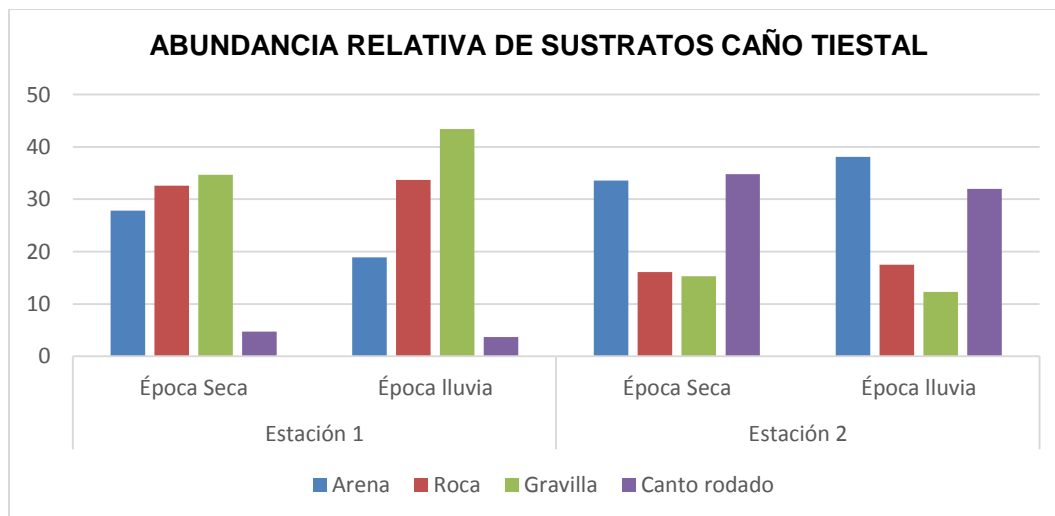
**Tabla 2. Abundancia Relativa Caños Tiestal y Güio**

Sustrato	Abundancia Relativa Caño Tiestal %				Abundancia Relativa Caño Güio %			
	Estación 1		Estación 2		Estación 1		Estación 2	
	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia
Arena	27.8	18.9	33.6	38.1	33.8	29.3	20.2	34.1
Limos	32.6	33.7	16.1	17.5	6.3	11.4	10.2	6
Gravilla	34.7	43.4	15.3	12.3	34.3	43.3	26.5	34.7
Canto rodado	4.7	3.7	34.8	32	33.8	15.4	40.6	25
Total Puntos	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente. Autores

De acuerdo a lo anterior, el sustrato con mayor abundancia en la estación 1 ubicada en el caño Tiestal fue la gravilla; presentando un aumento de su volumen en época de lluvia debido al arrastre de material por escorrentía. En la estación dos los sustratos predominantes fueron canto rodado y arena, lo que se debe a intervención antrópica. (Ver figura 22).

**Figura 22. Abundancia relativa Caño Tiestal**

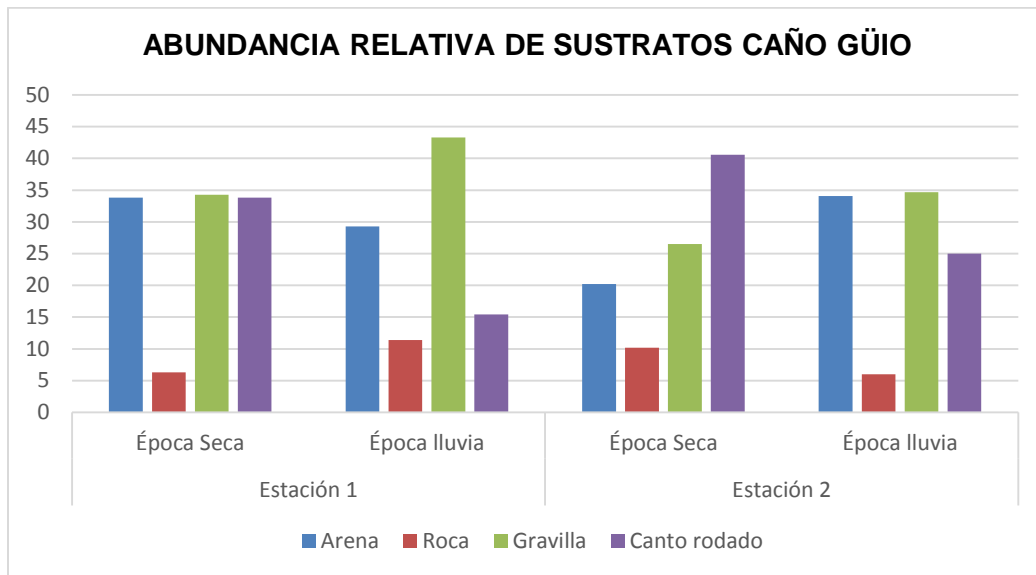


Fuente. Autores

Por otro lado, existe una variación espacio temporal significativa en la estación dos debido a las obras de infraestructura y a la afectación del bosque de galería por actividades antrópicas.

En el caño Güio el sustrato predominante fue la gravilla en la estación uno presentando una variación espacio temporal constante teniendo en cuenta las condiciones ecológicas de la corriente y a los periodos secos y de lluvia, en la estación dos el sustrato predominante fue el canto rodado que es directamente proporcional a la actividad antrópica de maquinaria (bombas), cultivos y afectación de la cobertura vegetal del bosque de galería (ver gráfico 23).

Figura 23. Abundancia relativa Caño Güio



Fuente. Autores

## 5.2. Diversidad de sustratos

Para determinar la diversidad de sustratos, se utilizó el índice de Margalef considerando que a mayor biodiversidad de ambientes, es mayor la heterogeneidad espacial de las corrientes de agua en función de su calidad ecológica. Teniendo en cuenta la ecuación descrita en el numeral 4.3.2 se determina la diversidad para cada estación en los caños Güio y Tiestal; los resultados se muestran en la tabla No 3.

**Tabla 3. Diversidad de sustratos, caños Güio y Tiestal.**

Caño	Diversidad de Margalef			
	Estación 1		Estación 2	
	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia
Tiestal	0.736	0.732	0.729	0.733
Güio	0.683	0.684	0.684	0.690

**Fuente. Autores**

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el caño Tiestal presenta mayor diversidad de sustratos y a su vez menor diversidad de ambientes acuáticos. El caño Tiestal en las dos épocas del año presenta una diversidad de sustratos similar, esto se debe a la intervención antrópica presentada aguas arriba y abajo del caño; y a su vez al deterioro del bosque de galería; que según Camacho (2012) se debe a los cultivos aledaños al caño y a la erosión causada por el tránsito de personas lo que conlleva también a la disminución de los estratos más bajos que son los directamente afectados por este fenómeno.

El caño Güio es el que presenta menor diversidad de sustratos, en las 2 épocas del año. A pesar que este caño no presenta una intervención antrópica alta, la diversidad es baja en comparación al caño Tiestal; esto se debe básicamente a que gran parte de los materiales que contribuyen en la sedimentación son arrastrados por escorrentía lo que disminuye la diversidad de sustratos.

### **5.3. Abundancia de hábitats acuáticos**

Se determinaron los ambientes predominantes en los puntos muestrales a partir de la caracterización de los mismos, para ello se tuvo en cuenta la caracterización realizada por Grimaldo (2000), en la que se evalúa la distribución espacio – temporal de coriotopos presentes en una corriente acuática tropical; además de estipular los atributos de los hábitats acuáticos presentes en la zona de estudio. Tomando como referencia la caracterización anterior, se realizó una adopción de las características de los caños Tiestal y Güio para definir los rasgos propios de las corrientes acuáticas y así evaluar la calidad de los ecosistemas presentes en función de su calidad ecológica. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Principales características y atributos espacio temporales de los tipos de coriotopos descritos en las dos corrientes

TIPO DE CORIOTOPO					
CARACTERISTICA	POZO SOMERO	POZO PROFUNDO	CANAL PRINCIPAL	REGADAL	MACROFITAS
<b>Profundidad (cm)</b>	20 – 40	40 – 100	25 – 45	0 – 30	0
<b>Velocidad de la corriente</b>	Muy baja	Muy baja	Moderada	Alta	Variable
<b>Tipo de sustrato</b>	Grava	Limo	Arena	Grava	Cieno - Arcilla
<b>Incidencia solar/día</b>	Baja	Variable	Alta	Variable	Variable
<b>Tipo de flujo</b>	Laminar	Laminar	Variable	Turbulento	Variable
<b>Presencia en el tiempo (año)</b>	Persistente	Persistente	Persistente	Persistente	Temporal
<b>Variabilidad en el tiempo</b>	Baja	Nula	Moderada	Alta	Muy Alta
<b>Variabilidad en el espacio</b>	Baja	Nula	Baja	Alta	Alta
<b>Río Tiestal</b>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
<b>Río Gülo</b>	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente

Fuente: Adaptado de BRICENO, Vanegas (1996)

De acuerdo a los datos suministrados en la tabla No 4, se calculó la abundancia relativa de los ambientes acuáticos de la zona estudio, con el fin de determinar los hábitats predominantes y conocer la heterogeneidad espacial de las corrientes acuáticas en época seca y de lluvia. Para ello se utilizó la ecuación de la abundancia relativa en la que se involucran variables referentes a la abundancia absoluta y al total de puntos muestreados; así mismo se realizó el conteo de los hábitats encontrados en cada uno de los puntos muestreados para así determinar la abundancia relativa. (Ver tabla 5)

**Tabla 5. Abundancia relativa de ambientes caños Tiestal y Güio**

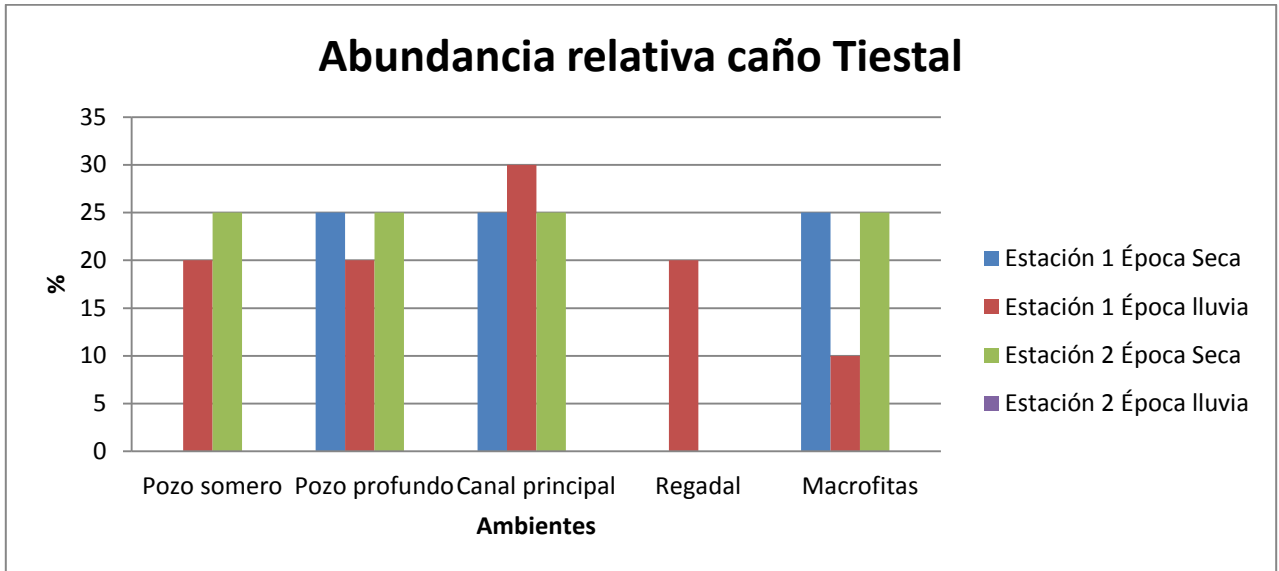
Ambiente	Caño Tiestal Porcentaje % Abundancia Relativa				Caño Güio Porcentaje % Abundancia Relativa			
	Estación 1		Estación 2		Estación 1		Estación 2	
	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia
<b>Pozo somero</b>	12.5	20	25	16.6	25	28.5	33.3	25
<b>Pozo profundo</b>	25	20	25	33.3	50	14.2	66.6	25
<b>Canal principal</b>	25	30	25	33.3	25	28.5	33.3	25
<b>Regadal</b>	12.5	20	0	16.6	0	14.2	0	25
<b>Macrófitas</b>	25	10	25	0	25	14.2	0	25
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente. Autores

Con base a los resultados obtenidos se puede observar que los ambientes predominantes en el caño Tiestal; en época seca-estación 1 son pozo profundo, canal principal y macrofitas. Esta baja diversidad de ambientes se debe a la intervención antrópica presente en el área de estudio y a algunas actividades agropecuarias (crianza de ganado y cultivos) realizadas en el predio (Ver figura 24). A pesar que la lluvia es un factor intrínseco en la formación de nuevos ambientes, la reducción del bosque de galería y las actividades antrópicas referentes a la construcción de infraestructura, cultivos presentes y crianza de ganado conlleva a que solo unos pocos ambientes predominen (pozo profundo y canal principal) lo que afecta a la heterogeneidad espacial y temporal de los ambientes acuáticos y así mismo a la distribución de sedimentos.



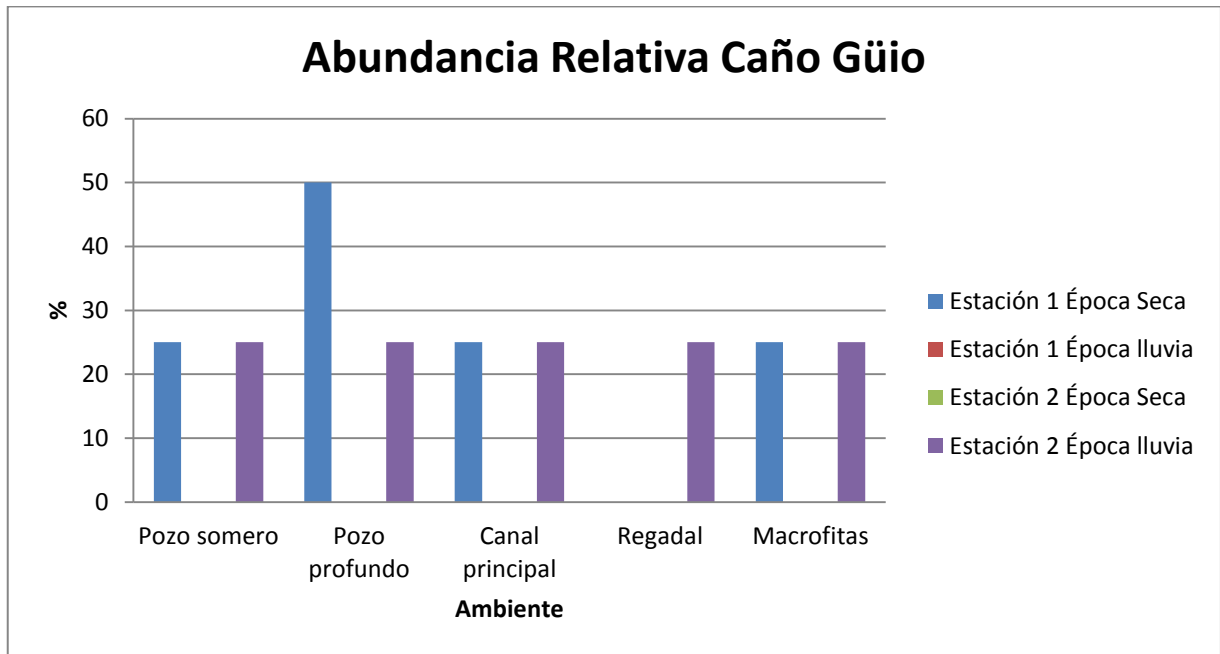
Figura 24. Abundancia relativa de ambientes caño Tiestal



Fuente. Autores

Para el caño Güio, los hábitats predominantes son pozos somero y profundo, canal principal, regadal y macrofitas, la formación de estos ambientes aumenta en época de invierno lo que induce a que se genere una mayor heterogeneidad espacial y temporal. (Ver figura 25).

Figura 25. Abundancia relativa ambientes caño Güio



Fuente. Autores

En época seca estos ambientes disminuyen debido a la reducción de caudales y gran parte a la baja sedimentación. En comparación al caño Tiestal, el caño Güio presenta mayor diversidad de ambientes debido a que este no presenta mayor intervención antrópica y el grado de conservación es mayor.

#### 5.4. Diversidad de hábitats acuáticos

La descripción de calidad de hábitats de las corrientes acuáticas siguiendo la metodología propuesta se determinó utilizando las diferentes variables físicas del caño: batimétricos, profundidad y sustratos. De acuerdo a estos índices se determina la calidad de corrientes y tipo de hábitats que se encuentran en el trayecto de los caños, teniendo en cuenta su división en dos estaciones.

Para ello se calculó el índice de Margalef mediante la ecuación descrita en el numeral 4.3.2, con el fin de determinar la diversidad de hábitats, considerando que a mayor biodiversidad de ambientes, es mayor la heterogeneidad espacial de las corrientes de agua en función de su calidad ecológica.

Tabla 6. Diversidad de ambientes acuáticos

Caño	Diversidad de Margalef			
	Estación 1		Estación 2	
	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia
Tiestal	1.443	1.923	2.164	1.675
Güio	1.737	2.045	1.834	2.164

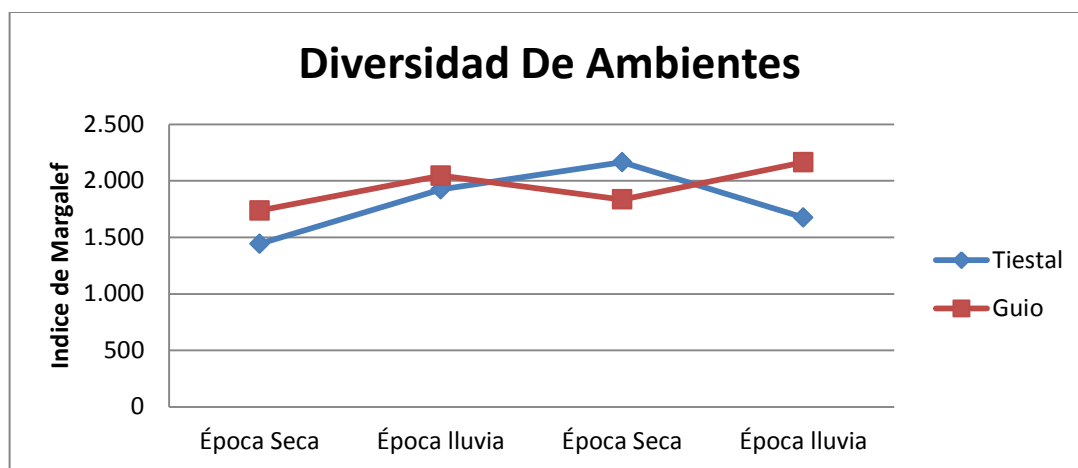
Fuente. Autores

La diversidad de hábitats puede albergar diferentes tipos de organismos y seres vivos que se adaptan y aprovechan las diferentes estructuras, corrientes y tipos de sustrato que se encuentran en los caños, a mayor diversidad de hábitats mayor heterogeneidad espacial. El índice de Margalef, donde zonas con valores inferiores a 2,0 son considerados como zonas de baja riqueza (debido al resultado de los efectos antropogénicos), mientras que valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el caño Tiestal, en la estación 1 presenta un índice de diversidad baja según Margalef. Esta estación se encuentra localizada en cercanías a las obras

de canalización del río, lo que influye en la disminución de los valores (ver figura 26). El arrastre del material generado por las obras de infraestructura y la sedimentación del mismo altera de manera significativa la estructura espacio temporal de la corriente, contribuyendo a cambios en los ambientes presentes. En la estación 2 en comparación a la estación 1, se presenta un índice de diversidad de hábitats elevado que se debe en gran parte a la baja intervención y así mismo a la integridad del bosque de galería presente.

Figura 26. Diversidad de ambientes acuáticos caño Güio y Tiestal



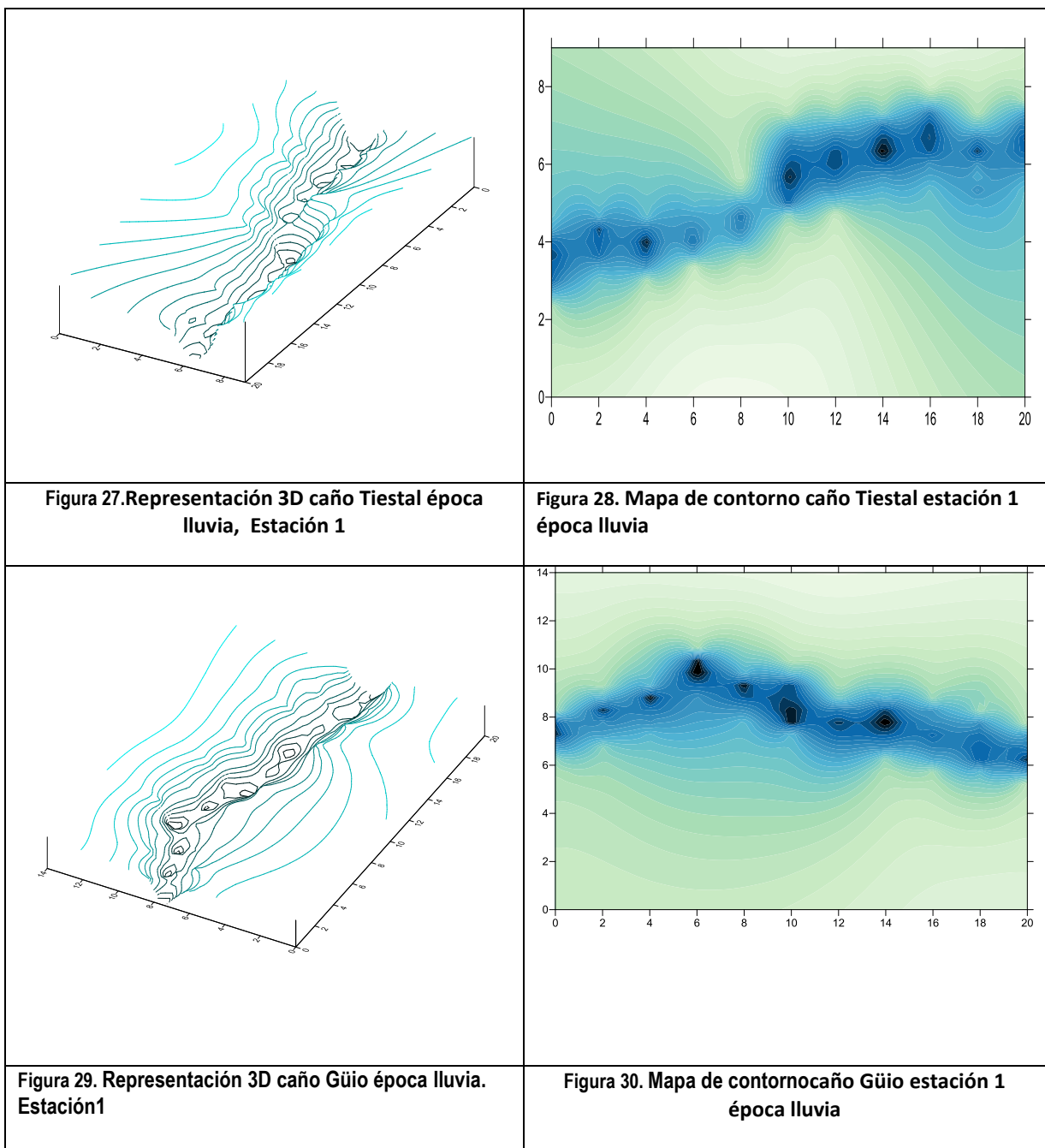
Fuente. Autores

A partir del análisis de diversidad de las corrientes acuáticas, el caño Güio presenta una tendencia normal en las dos estaciones muestreadas en época seca y de lluvia, lo que se debe al aporte de materiales a la sedimentación en las dos épocas del año. En época de lluvia en la estación 1 se presenta una mayor diversidad de ambientes acuáticos siendo de 2.045 e y de 2.164 en la estación dos; pese a la intervención antrópica en el desarrollo de actividades agropecuarias.

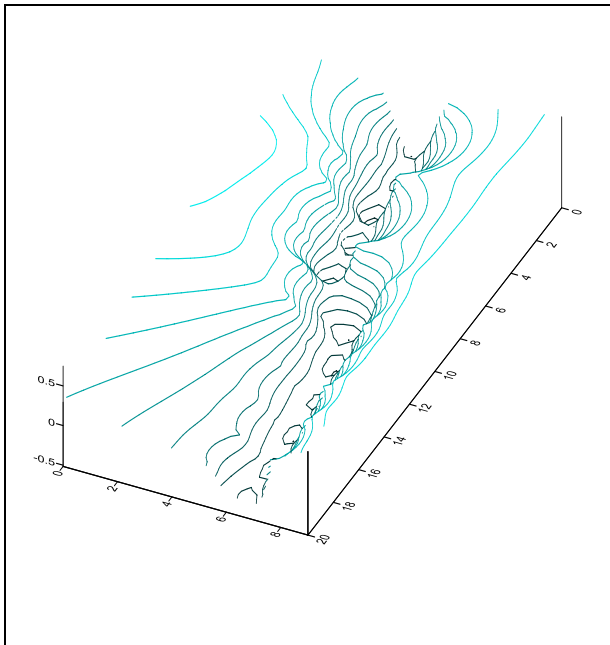
### 5.5. Estructura tridimensional de los caños

A partir de la información obtenida en la fase de campo se procedió a correr el modelo Surfer 10, en cual se incluyeron las variables descritas en la metodología. El primer paso consistió en digitalizar en Excel los valores obtenidos en la batimetría de las corrientes Tiestal y Güio a partir de la metodología de Gorman y Karr (1978) para así crear la grilla de datos en Surfer 10.

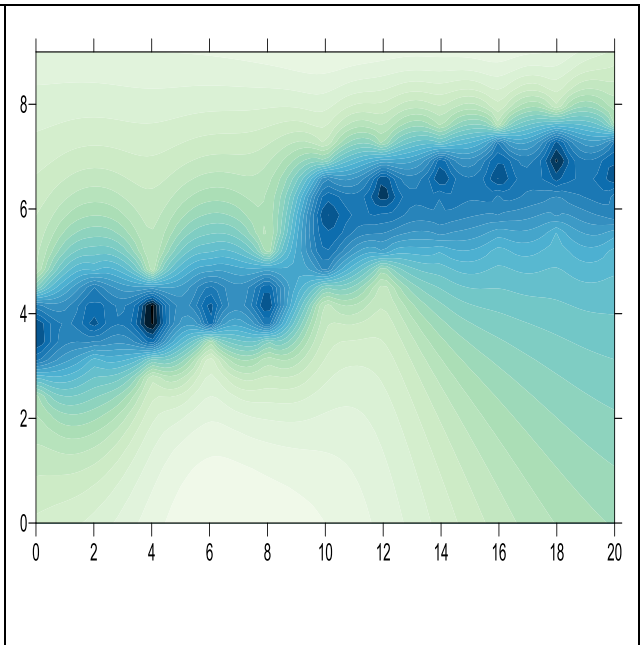
Gracias a información del análisis del software modelado de procedió a realizar el análisis de heterogeneidad espacial y temporal de las corrientes acuáticas del predio San José de Matadepantano; y a partir de la generación de las grillas se graficaron los mapas de contorno y las vistas en 3D en las cuales se observa la morfología de las corrientes acuáticas; lo anterior se puede evidenciar en las figuras 27, 28, 29, 30,31, 32, 33 y 34.



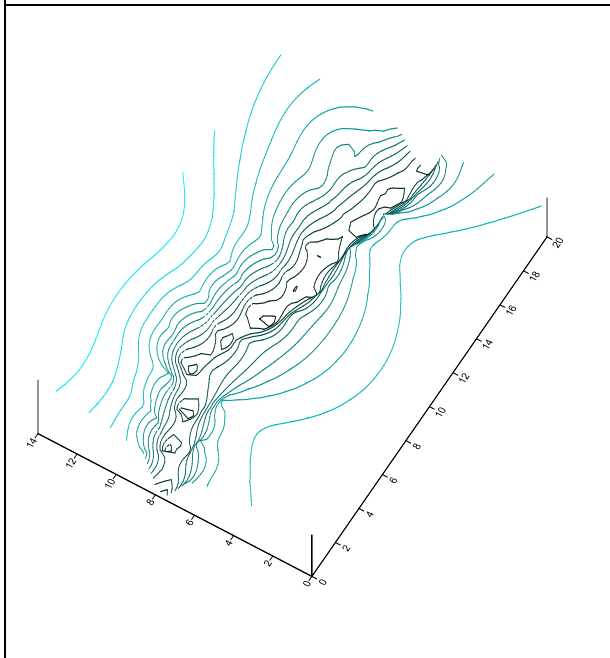
Fuente. Autores



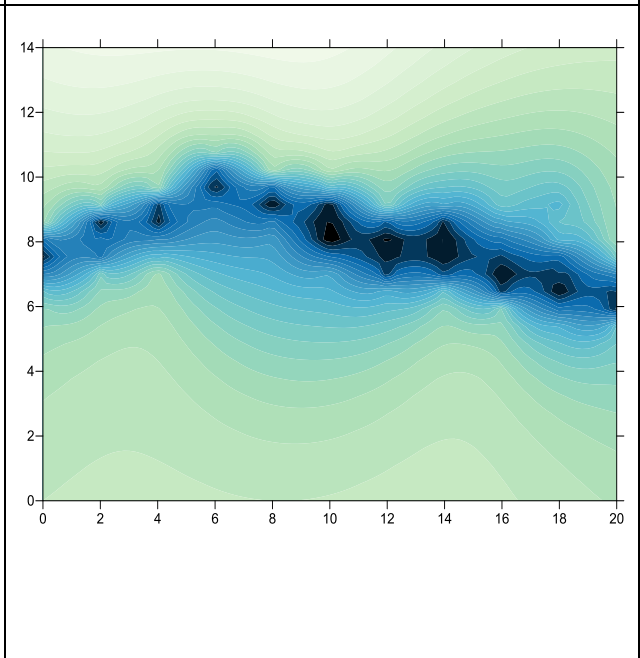
**Figura 31. Representación 3D cañon Tiestal época seca, Estación 1**



**Figura 32. Mapade contorno cañon Tiestal estación 1 época seca**



**Figura 33. Representación 3D cañon Güio época seca. Estación1**



**Figura 34. Mapa de contorno cañon Güio estación 1 época seca**

Fuente. Autores

## 6. ANALISIS DE RESULTADOS

### 6.1 Caño Tiestal

De acuerdo a los datos obtenidos en los muestreos realizados en las dos épocas del año; se encontró una mayor diversidad de sustratos en época seca debido a la obra de infraestructura que se lleva a cabo en inmediaciones de esta corriente acuática. Gran parte del material resultante de la construcción es arrastrado por la corriente del caño lo que propicia el aumento en la formación de sustratos como grava, canto rodado, limos y arena.

El hábitat que presentó mayor abundancia es el pozo profundo y el canal principal, esta corriente acuática cuenta con una heterogeneidad espacial lateral y una mayor homogeneidad que el caño Guio, lo que permite inferir un aumento en la incidencia de actividades antrópicas causando una afectación de la calidad ecológica de esta corriente. De acuerdo con Irastorza (2009), la calidad de paisaje de las corrientes de regiones tropicales se ve afectada por factores relacionados a la actividad antrópica y en menor medida a factores climatológicos, lo que conduce a cambios en las geoformas presentes en las corrientes acuáticas y así mismo en la textura de los sustratos encontrados.

Para el caño Tiestal este grado de afectación se ve reflejado en la heterogeneidad espacial y temporal puesto que se evidenciaron cambios en la estructura principal del caño provocando cambios en el equilibrio ecosistémico.

De acuerdo con Díaz (2007) y Grimaldo (2000), se determina que las épocas de lluvia conllevan al aumento de la sedimentación debido al incremento de la velocidad de corriente y de caudal lo que induce a un mayor arrastre de material y así mismo a la formación de nuevos ambientes. Teniendo en cuenta lo expuesto por Briceño (1996), los caños presentan una estructura heterogénea en mosaico que brinda una gama de coriotipos diversos estables en el tiempo; lo que evidencia la influencia de las precipitaciones, la descarga y la presencia o ausencia de vegetación en la oferta y formación de nuevos ambientes.

## **6.2 Caño Güio**

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que el caño Guio, presentó menor calidad y diversidad de ambientes en época seca, estación uno; debido a actividades relacionadas a la ganadería y agricultura. En esta estación predominan sustratos compuestos en mayor proporción por gravilla y canto rodado, lo que conlleva a la formación de hábitats de tipo regadal. A pesar de que el caño se encuentra intervenido aguas arriba, cabe decir que en época de lluvia en la estación 1 aumenta la diversidad de sustratos comprendidos en arenas, grava, canto rodado y fragmentos de roca en menor proporción, lo que propicia el aumento en la formación de ambientes de tipo regadal, macrofitas, canal principal, pozo somero y profundo.

En la estación 2 considerada como un área de baja intervención, se encontró gran diversidad y calidad de ambientes, tanto en época seca como de lluvia. A pesar de la baja intervención en época seca disminuye la aparición de sustratos como arena, canto rodado, gravilla y rocas en comparación a la época de lluvia, que por arrastre de material aumenta la cantidad de sustrato propiciando al aumento de la diversidad de ambientes.

Teniendo en cuenta los conceptos de heterogeneidad espacial lateral y longitudinal (Briceño, et. al., 1996), el caño Güio presentó una mayor heterogeneidad de hábitats que el caño Tiestal, lo que significa un aumento en la diversidad y en la calidad de los ambientes que se encuentran inmersos en el caño.

## **6.3. Análisis de la estructura tridimensional**

De acuerdo a las gráficas modeladas en Surfer, se pudo determinar que la dinámica de parches se presenta en las dos corrientes acuáticas debido a la fragmentación del bosque de galería y a las actividades antrópicas propias de esta sede de la Universidad. De acuerdo a Briceño (2014), la destrucción reticular de los bosques de galería equivale a la pérdida de conectividad de hábitats y de los corredores ecológicos de urgente conservación para la diversidad florística y faunística del predio.

Por otro lado, de acuerdo a la modelación realizada (Ver anexo B) se puede inferir que la pérdida de los corredores ecológicos en cuanto a su estructura y función está directamente

relacionada con la fragmentación del bosque de galería lo que incide en la disminución de la calidad ecológica de las corrientes acuáticas presentes.

Según Camacho (2012), el bosque de galería que bordea el caño Güio presenta una mayor integridad y continuidad respecto al caño Tiestal, lo que induce a una mayor heterogeneidad espacial y temporal ya que persiste en las 2 épocas estudiadas; manteniendo su estructura y una oferta de hábitats estable pese a la leve intervención antrópica de la corriente acuática.

Al observar la gráfica tridimensional y de contorno del Caño Tiestal en las estaciones muestreadas, se puede observar una disminución de la oferta de hábitats que se relacionan con la pérdida de la cobertura vegetal debido a la intervención antrópica relacionada a las actividades inherentes al funcionamiento del centro administrativo. Este factor, se ve reflejado en la dinámica de parches existente en el caño y su permanencia espacio temporal en las dos épocas del año.

#### **6.4. Propuesta de Ordenamiento**

Teniendo en cuenta el concepto de ordenamiento ecológico establecido por Sermanat (2009), se pretende desarrollar una propuesta que permita explotar los recursos naturales presentes en la finca San José Matadepantano de una manera sostenible garantizando la productividad y la conservación de los ecosistemas presentes. Para ello se tuvieron en cuenta los procedimientos descritos en el Manual de Ordenamiento Ecológico publicado por SEMARNAT en el 2009, lo que comprende un diagnóstico inicial (ver numeral 3.7) y el diseño de una estructura ecológica para el predio.

- **Propuesta**

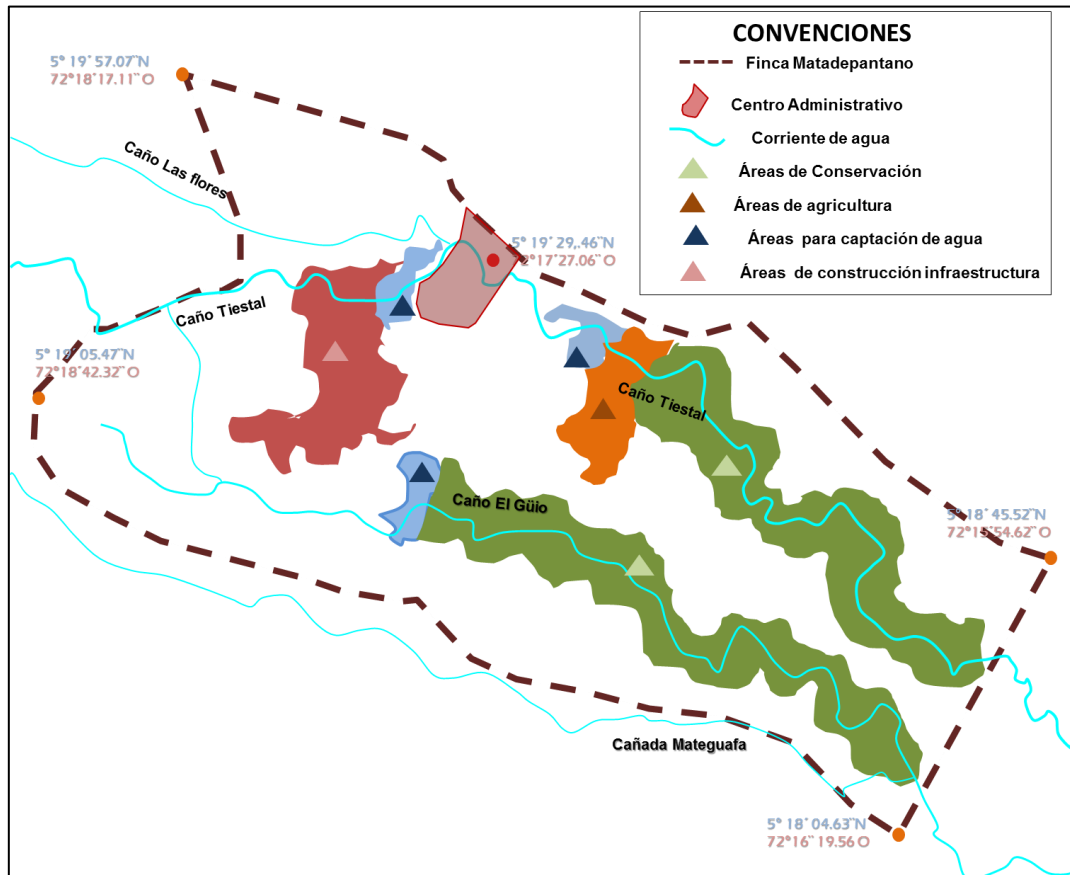
Con base al diagnóstico inicial se formuló una propuesta encaminada al desarrollo sostenible garantizando el cuidado y la conservación de los ecosistemas; y así mismo el bienestar de la comunidad presente. De acuerdo a lo anterior la siguiente propuesta de ordenamiento establece cuatro zonas principales (Ver figura 35):

- Áreas de conservación
- Áreas Agropecuarias



- Áreas destinadas a infraestructura.
- Áreas destinadas para la captación de Agua

Figura 35. Mapa de Ordenamiento San José de Matadepantano



*Nota:* En la presente figura se refleja la propuesta de ordenamiento planteada; las áreas verdes corresponden a las áreas destinadas a conservación, el área naranja a la zona destinada para cultivos, el área azul para aquellas destinadas para captación de agua y el rojo para zonas destinadas a la construcción de infraestructura.

Fuente. Autores

**Áreas de conservación:** Se define como el conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural del municipio, la región o la nación, cuya conservación resulta imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura, las cuales se reservan en beneficio de todos los habitantes. Es necesario el cercamiento para que el ganado no siga fragmentando el bosque de galería. Son necesarios caminos para el paso de estudiantes y la siembra de especies nativas en zonas donde el bosque de galería está fragmentado

También es necesaria la señalización de las zonas aledañas al bosque de galería y la definición de las zonas de abrevio de ganado para que estas no incidan en la calidad ecológica de los ambientes acuáticos presentes en la zona de estudio

Estas áreas corresponderán a los terrenos ubicados aguas abajo de los caños Guio y Tiestal, en donde la intervención es poca y la calidad de los ambientes es óptima, lo que contribuye al desarrollo de la diversidad de hábitat.

**Áreas Agropecuarias:** Se define como los espacios destinados a la plantación y asentamiento de ganado. Estas áreas se ubicaran en la parte central del terreno conocido como la pista. Estas áreas serán destinadas a la producción agrícola y ganadera, como se viene llevando a cabo en la actualidad, de tal manera que no exista expansión de estas zonas en proximidad al bosque de galería y a las corrientes acuáticas. Cabe notar que esta actividad es inherente al fin misional del programa académico de Ingeniería Agronómica y por ende se debe velar porque la oferta hídrica continúe, debido a que si se afecta la calidad ecológica de los bosques de galería se afectará a futuro la cantidad, calidad y continuidad del recurso hídrico para estos fines

**Áreas destinadas a infraestructura.** Definidas como las obras civiles existentes y proyectadas para la ampliación de la oferta académica de la Universidad. Estas deberán desarrollarse a una distancia aproximada de 1 Km de las fuentes de agua que se encuentran en el predio (Caño Tiestal y Güio).

**Áreas destinadas para captación del recurso hídrico:** Definida como los sitios ubicados en la ronda del río destinados para la captación de agua; comprendidos aguas arriba del caño Tiestal.

Para el desarrollo de esta propuesta de ordenamiento es necesario que se realice un plan de educación ambiental en el cual se establezcan los lineamientos necesarios para llevar a cabo el uso sostenible de los recursos por la población presente en el área de estudio. Por otro es necesario realizar los planes pertinentes en gestión ambiental (residuos sólidos, manejo de vertimientos, residuos peligrosos) con el fin de garantizar la conservación del predio y así mismo prever el desarrollo de especies de flora y fauna autóctonas del lugar.

## 7. CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta cada uno de los puntos muestreados se pudo determinar que el Caño Güio presenta mayor heterogeneidad espacial y temporal respecto al Caño Tiestal. Debido a que su estructura y oferta de ambientes acuáticos es estable en el tiempo y no presenta fluctuaciones significativas
- Las dos corrientes acuáticas presentan una dinámica de parches debido a la diversidad de ambientes acuáticos presentes, siendo el Caño Güio en época de lluvia el de mayor significancia debido al arrastre de material por escorrentía. Esto se pudo inferir a partir del análisis de las figuras tridimensionales modeladas en Surfer
- En época seca la diversidad de ambientes acuáticos fue baja, aunque estos ambientes permanecen espacialmente en el tiempo y en época de lluvia por arrastre de material vuelven a retomar su heterogeneidad y estructura en función de su calidad ecológica
- Pese a la obra de infraestructura de canalización del caño Tiestal, esta obra civil no incidió en la oferta de hábitats acuáticos ni en la diversidad presente en el caño, probablemente por la capacidad de resiliencia del ecosistema y el aceptable estado de conservación del bosque de galería presente el predio
- Las actividades antrópicas (obras de infraestructura, agricultura, ganadería, etc.), inciden directamente en la calidad ecológica de los ambientes acuáticos presentes en el predio San José de Matadepantano, causando alteración del paisaje, fragmentación del bosque de galería, pérdida de cobertura vegetal, por ende es importante implementar la propuesta de ordenamiento para proteger y conservar las unidades de paisajes presentes.

## 8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la propuesta de ordenamiento que se plantea en este documento tenga continuidad puesto que permite dar un manejo sostenible a los recursos y así mismo garantiza la productividad del predio
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto, se recomienda que aquellas áreas que han sido objeto de intervención antrópica se acojan a un programa de restauración ecológica que incluya establecimiento de franjas protectoras en las orillas de los caños mediante la siembra de especies vegetales nativas, enriquecimiento de rastrojos, arreglos agrosilvopastoriles y asistencia a la regeneración natural; entre otros.
- Es importante complementar estos estudios con investigaciones encaminadas a planes de manejo ambiental de las áreas de ordenamiento definidas en este proyecto, para velar por la protección y conservación ecológica del predio San José de Matadepantano.
- Cuando se piense ejecutar una obra de infraestructura en el campus la Utopía por parte de la Universidad es importante que se tenga en cuenta la protección del bosque de galería y las zonas aledañas a los caños presentes en el predio.
- Son necesarios senderos peatonales para el uso de los estudiantes y personal de la Universidad para evitar la fragmentación del bosque de galería y así afectar la calidad ecológica de las corrientes acuáticas que se encuentran inmersos en el predio.

## BIBLIOGRAFIA

Banco de Occidente. (2005). La Orinoquía de Colombia. *Colección Ecológica del Banco de Occidente*. Recuperado de <http://www.imeditores.com/banocc/orinoquia/introduccion.htm>.

Briceño, Guillermo; Galvis, Germán & Guillot, Gabriel. (1996). Descripción espacio temporal de la oferta de coriotopos y caracterización fisicoquímica de tres sistemas loticos del piedemonte llanero. *Diogenes*, 3(1), 41-62.

Orozco Jamioy; Diego David (2011). Propuesta de indicadores de calidad edafológicos para valorar la influencia de los sistemas productivos sobre algunas propiedades físicas y químicas en suelos oxisoles del piedemonte llanero colombiano. *Revista Universidad Nacional De Colombia*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7169/#sthash.ErgvIQP.dpuf>

Rodrigo, Mario; Rojo Camilo. (2010). Heterogeneidad espacio-temporal de la calidad del agua en un humedal costero El Marjal de la Safor (Valencia). *InstitutCavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva*, 20(2): 329-339.

Torres, Angelica; Duque, Santiago; Caraballo, pedro (2013). Spatial and temporal heterogeneity of the physical and chemical conditions of two floodplain lakes in the Colombian Amazon. *RevistaActualidadesBiológicas*35 (9), 98-109.

Arias,Diego; Gladys, Reinoso; Guevara, Giovany; Villa, Francisco (2007). Spatial and temporal distribution of the water beetles in the Coello River Basin (Tolima, Colombia). Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0366-52322007000100014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0366-52322007000100014&script=sci_arttext)

Grimaldo, Wilson (2000). Distribución espacio-temporal de coriotopos como respuesta a las fluctuaciones por regímenes de disturbancia en un ecosistema lotico. Recuperado de <http://pima.webpin.com/imagesnew2/0/0/0/1/0/5/6/3/7/9/Articulo%20Tesis.pdf>

Briceño, Guillermo (2013). Caracterización ecológica general de unidades de paisaje de la finca San José de Matadepantano (Yopal, Casanare). *Epsilon*, 30(22), 189-206.

Riveros, Santos (1983). La Orinoquía colombiana. Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia; Número 118, Vol. 36. Recuperado de [www.sogeocol.edu.co/documentos/la\\_orinoquia\\_col.pdf](http://www.sogeocol.edu.co/documentos/la_orinoquia_col.pdf).

Meng, Wei, ZHANG Nan, ZHANG Yuan, & ZHENG Binghui. (2008). Integrated assessment of river health based on water quality, aquatic life and physical habitat. *Journal of Environmental Sciences*, 21(8), 1017–1027. doi: 10.1016/S1001-0742(08)62377-3

Espiella Ricardo (1976). Observaciones sobre el cuaternario en el valle del río negro-guayuriba y piedemonte llanero al oriente de Bogotá. *Revista Geología Colombiana* 200(14), 39-47.

López, Eduardo. (2004). Aspectos más relevantes de la geomorfología y geología y del piedemonte llanero de Colombia. *Revista Geología Colombiana*. 200(180), 89-101

López, E. (2004): Aspectos más Relevantes de la Geomorfología y Geología y del Piedemonte Llanero de Colombia. *INGEMOMINAS* (24-30).

Stallard, R. F. and Edmond, J. M. (1983): Geochemistry of the Amazon: 2 The influence of geology and weathering environment on the dissolved load. *Journal of Geophysical Research*. V.88, pp 9671- 9688.

Corporinoquia, Uaesppn y corpoboyacá.(2007). *POMCA Río Cravo Sur*. Recuperado de

<http://l.corporinoquia.gov.co/ktml2/images/uploads/CRAVOSUR.pdf>

Unión Temporal Visión Yopal (2007). Agenda Ambiental Municipio de Yopal. Alcandía yopal Secretaria de planeación. Recuperado de [http://yopal-casanare.gov.co/apc-aa-files/64646666323135333533653463353437/AGENDA\\_AMBIENTAL.pdf](http://yopal-casanare.gov.co/apc-aa-files/64646666323135333533653463353437/AGENDA_AMBIENTAL.pdf)

Lisenby, Peyton; Slattery, Michael; Waskiewicz, Thad. (2014). Morphological organization of a steep, tropical headwater stream: The aspect of channel bifurcation. 214(200), 245-260. Recuperado de:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X1400083X>

Ramírez,Alonso; Pringle, katherin; Wantzen, Karl. (2007). Tropical Stream Conservation. *Tropical Stream Ecology*. (245-30). Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780120884490>

## CIBERGRAFIA

- [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-02832008000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-02832008000200001)
- [http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/22510/html\\_22](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/22510/html_22)
- <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/viewFile/10164/10690>
- [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542013000100008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542013000100008)
- <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis88.pdf>
- <http://www.bdigital.unal.edu.co/cgi/export/6723/>
- [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442008000300026&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442008000300026&script=sci_arttext)
- <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ep/article/view/37>
- [http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_31/121/481-498.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_31/121/481-498.pdf)
- <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bOZIGkStun8C&oi=fnd&pg=PA15&dq=depositos+aluviales%2Bpiedemonte+llanero&ots=5YAWpKKMcD&ig=9gsYhsBNRoJ7-L8iZXsNqNWyeQ4#v=onepage&q=depositos%20aluviales%2Bpiedemonte%20llanero&f=false>
- [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842013000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842013000100006&script=sci_arttext)
- [http://www.accefyn.org.co/revista/Volumen\\_12/46/130-139.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Volumen_12/46/130-139.pdf)
- <http://elbagre-antioquia.gov.co/apc-aa-files/38353661633561373234346163363831/proyecto-utopa-universidad-de-la-salle-3-.pdf>
- [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842013000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842013000100006&script=sci_arttext)
- <http://elbagre-antioquia.gov.co/apc-aa-files/38353661633561373234346163363831/proyecto-utopa-universidad-de-la-salle-3-.pdf>

**ANEXO A. TABLA DE ABUNDANCIA ABSOLUTA DE AMBIENTES**

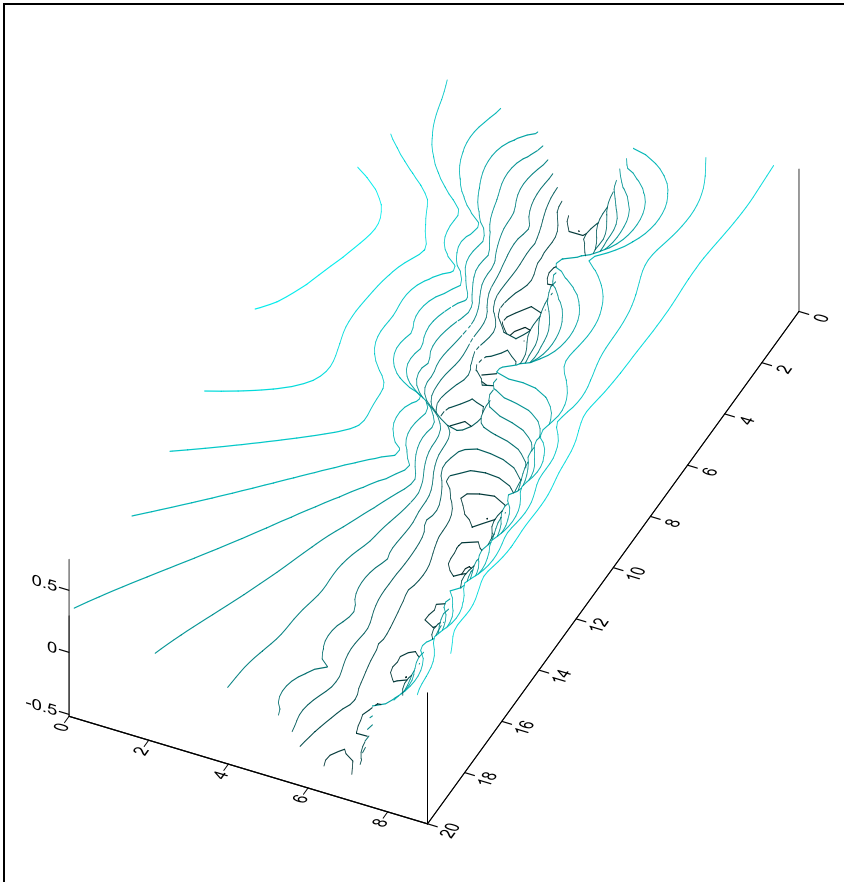
**Tabla 7. Abundancia Absoluta de Ambientes Caño Güio y Tiestal**

Ambiente	Caño Güio Abundancia Absoluta				Caño Tiestal Abundancia Absoluta			
	Estación 1		Estación 2		Estación 1		Estación 2	
	Época seca	Época lluvia	Época seca	Época lluvia	Época seca	Época lluvia	Época seca	Época lluvia
<b>Pozo somero</b>	0	2	1	1	1	2	1	1
<b>Pozo profundo</b>	2	1	2	1	2	2	1	2
<b>Canal principal</b>	1	2	1	1	2	3	1	2
<b>Regadal</b>	0	1	0	0	1	2	0	1
<b>Macrófitas</b>	1	1	0	1	2	1	1	0
<b>Total</b>	4	7	3	4	8	10	4	6

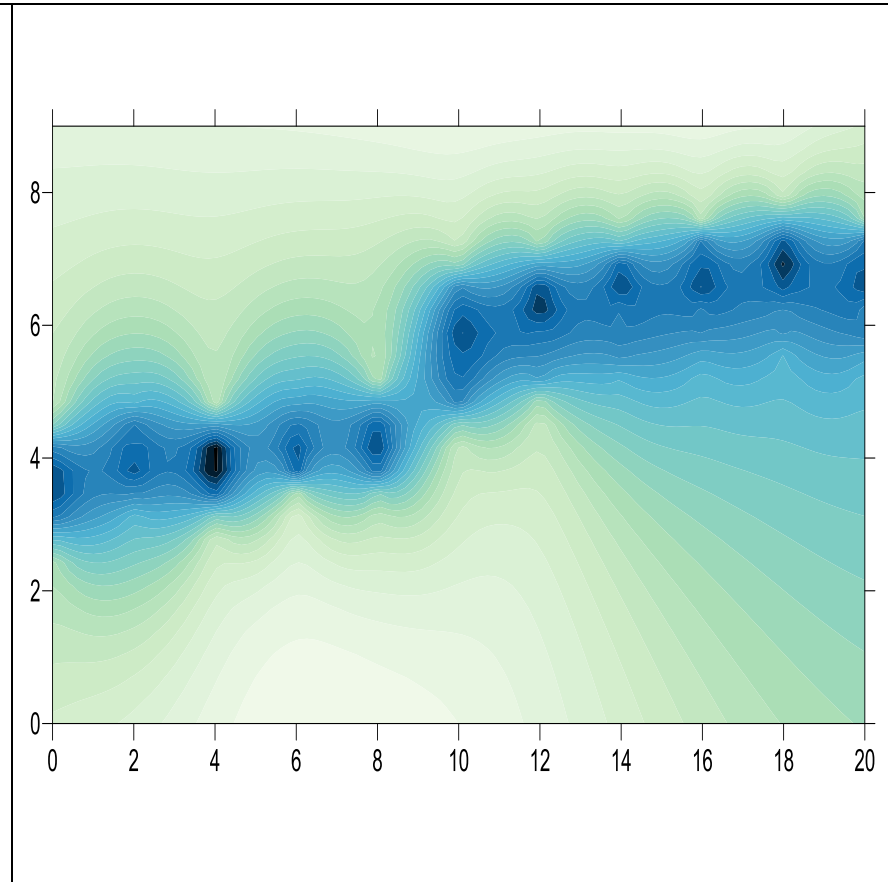
**Fuente. Autores**



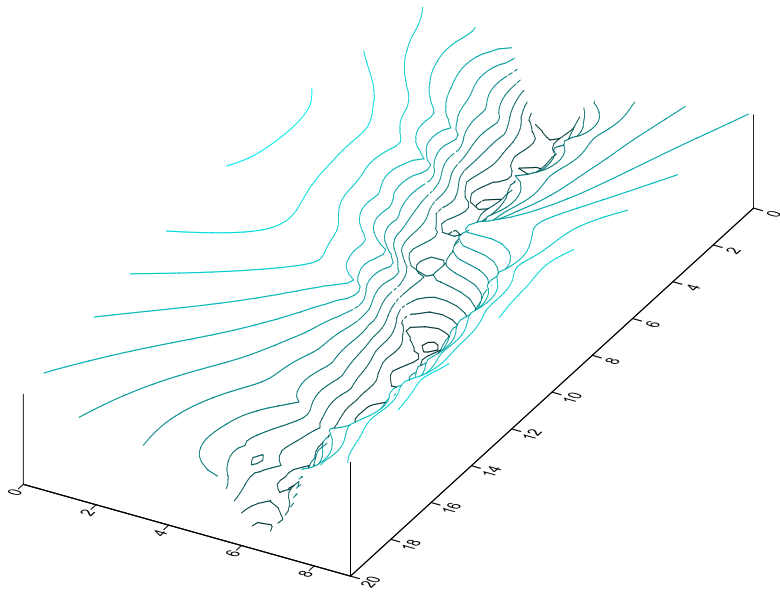
**ANEXO B**



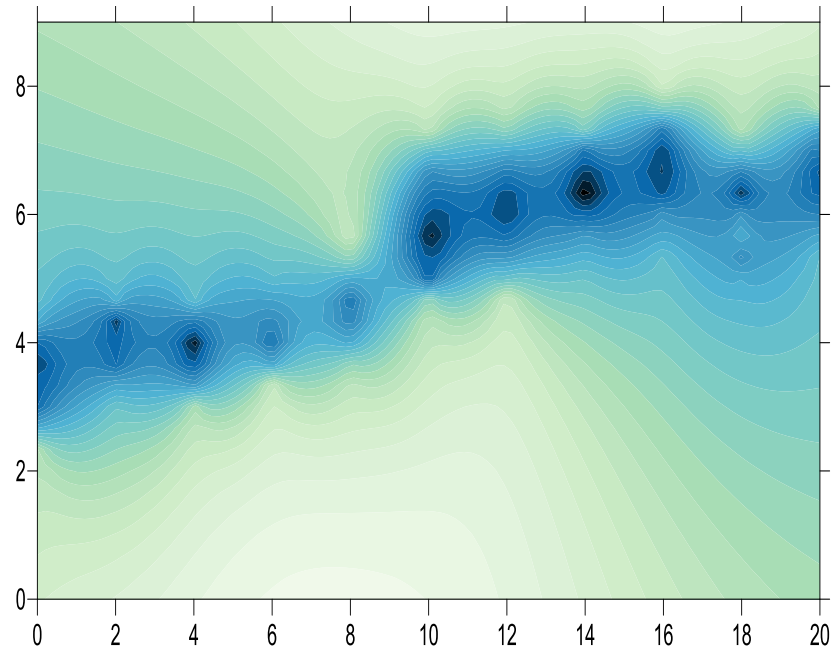
**Figura 36. Representación 3D caño Tiestal época seca. Estación1**



**Figura 37. Mapa de contorno caño Tiestal estación 1 época seca**

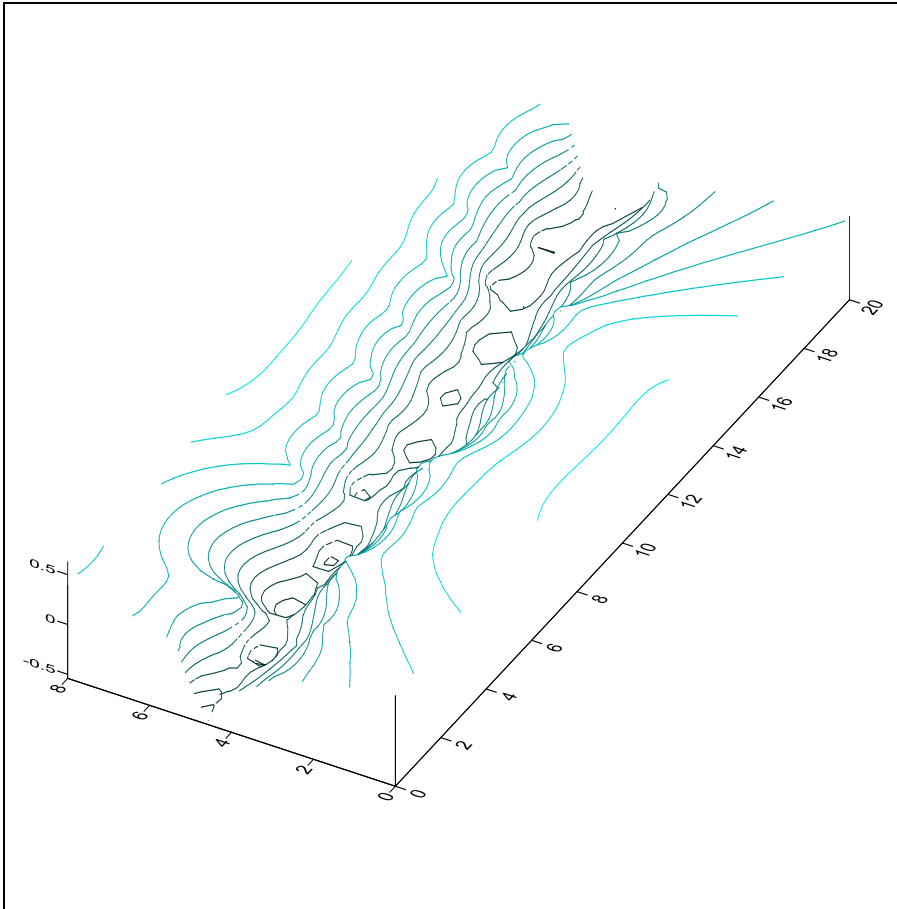


**Figura 38. Representación 3D cañon Tiestal época lluvia. Estación1**

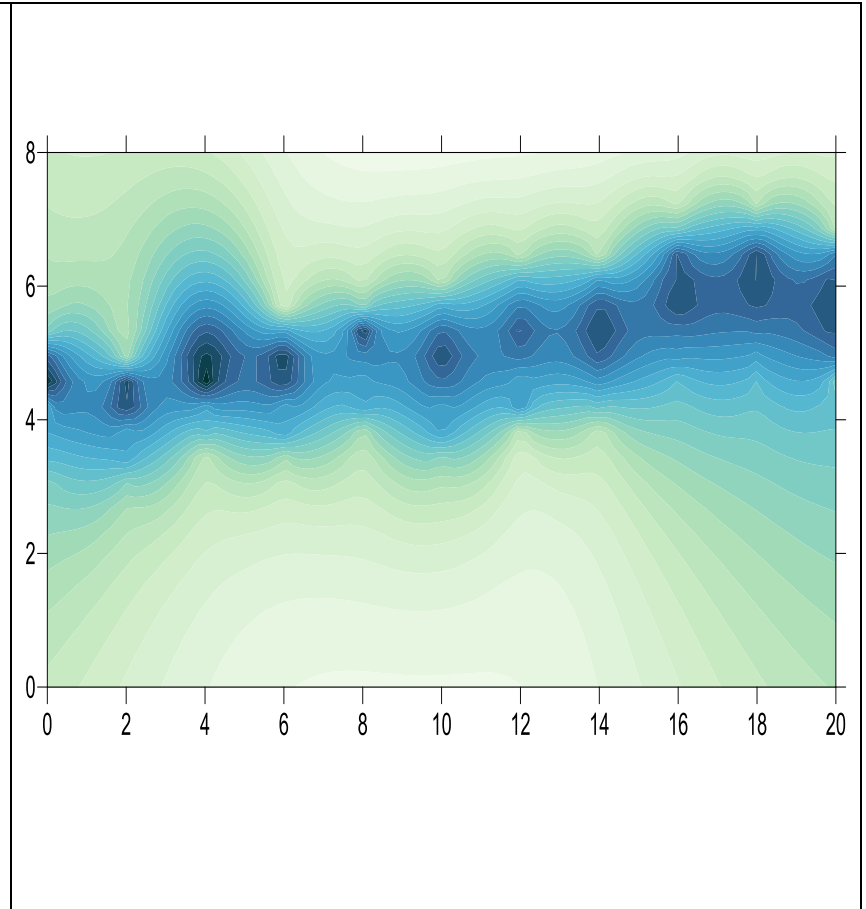


**Figura 39. Mapa de contorno cañon Tiestal estación 1 época lluvia**

Autores

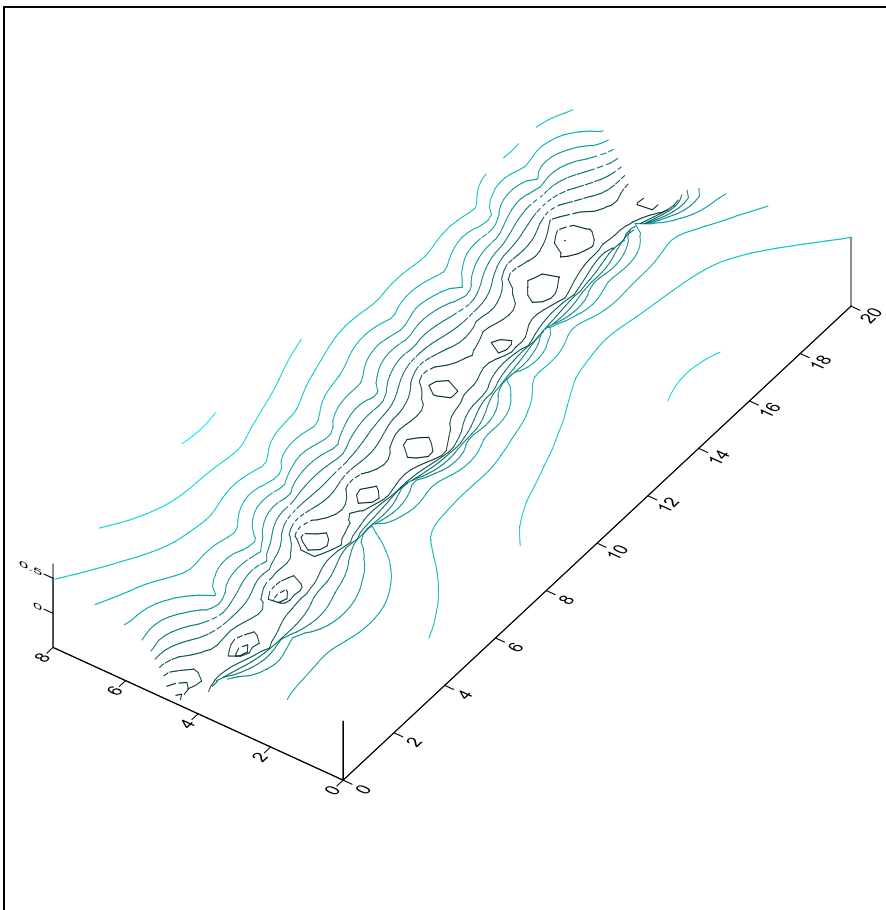


**Figura 40. Representación 3D caño Tiestal época lluvia. Estación 2**

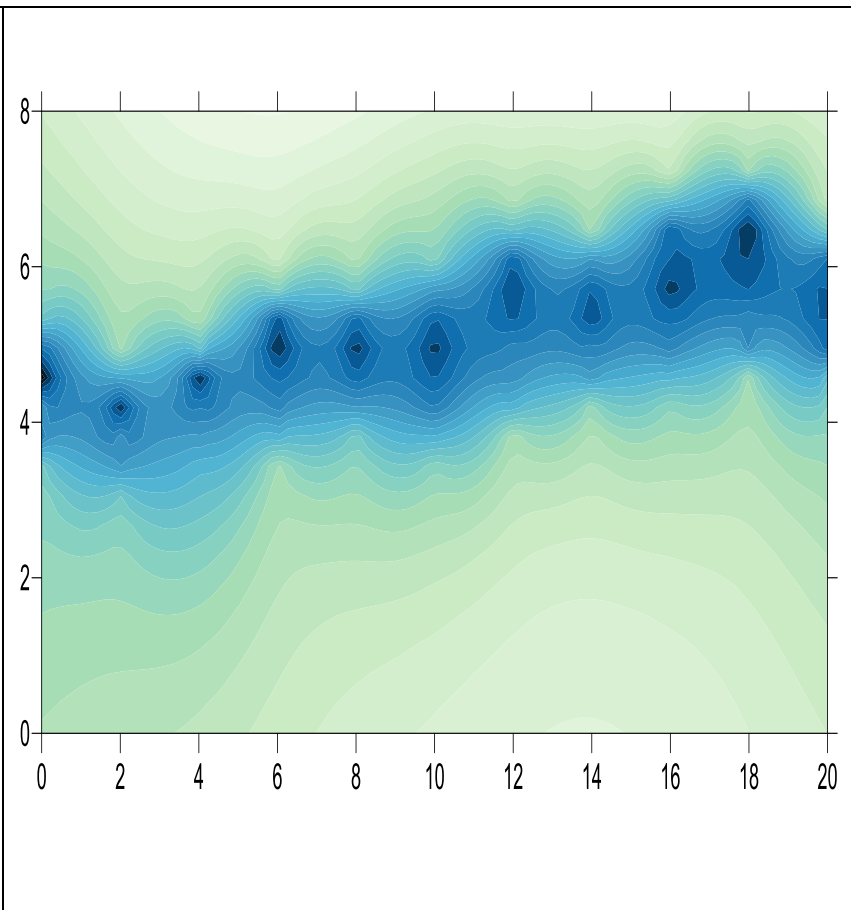


**Figura 41. Mapa de contorno caño Tiestal estación 2 época lluvia**

**Autores**

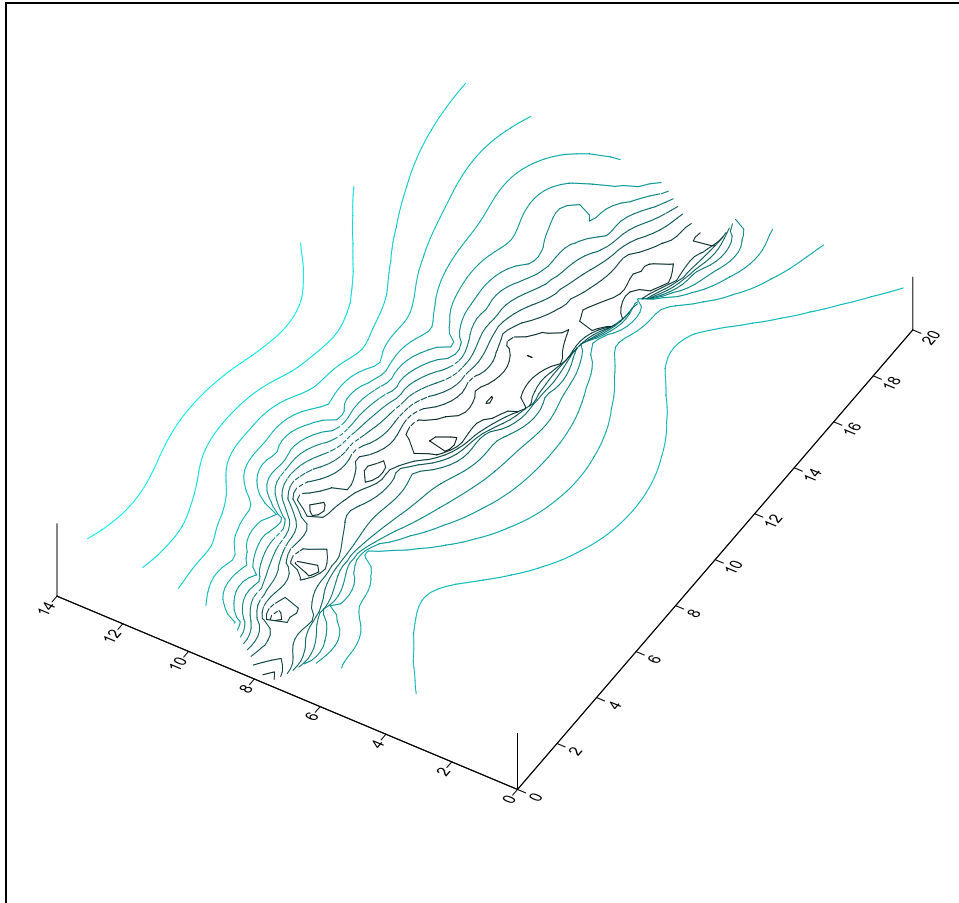


**Figura 42. Representación 3D caño Tiestal época seca. Estación 2**

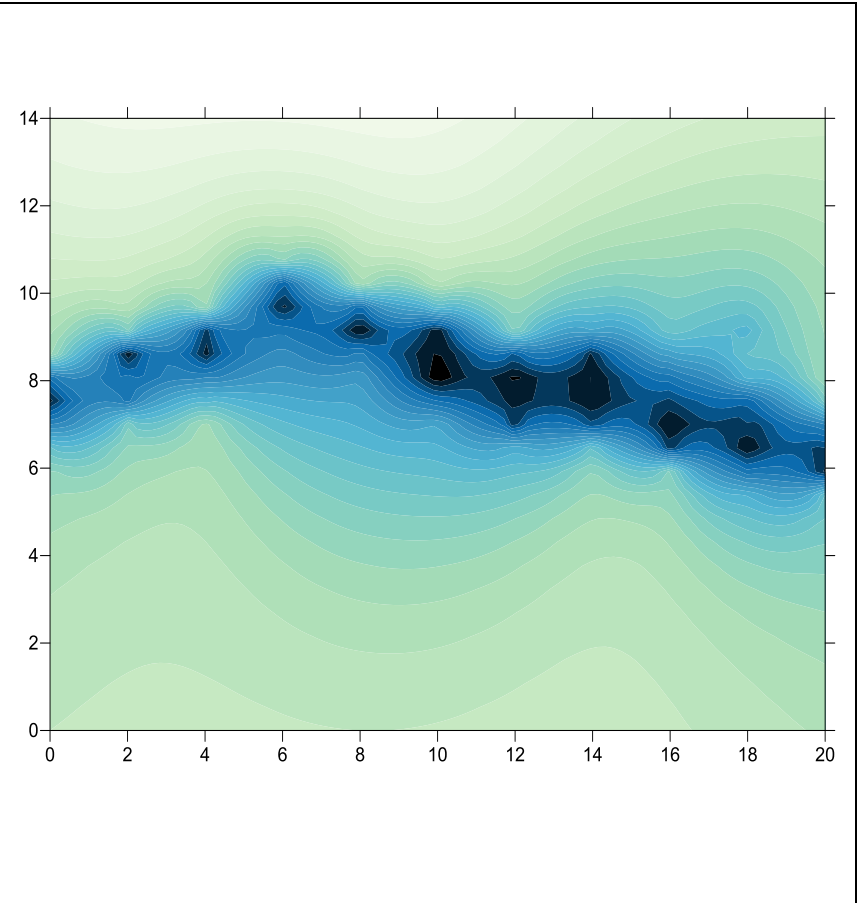


**Figura 43. Mapa de contorno caño Tiestal estación 2 época seca**

**Autores**



**Figura 44. Representación 3D caño Güio época seca. Estación1**



**Figura 35. Mapa de contorno caño Güio estación 1 época seca**

**Fuente. Autores**

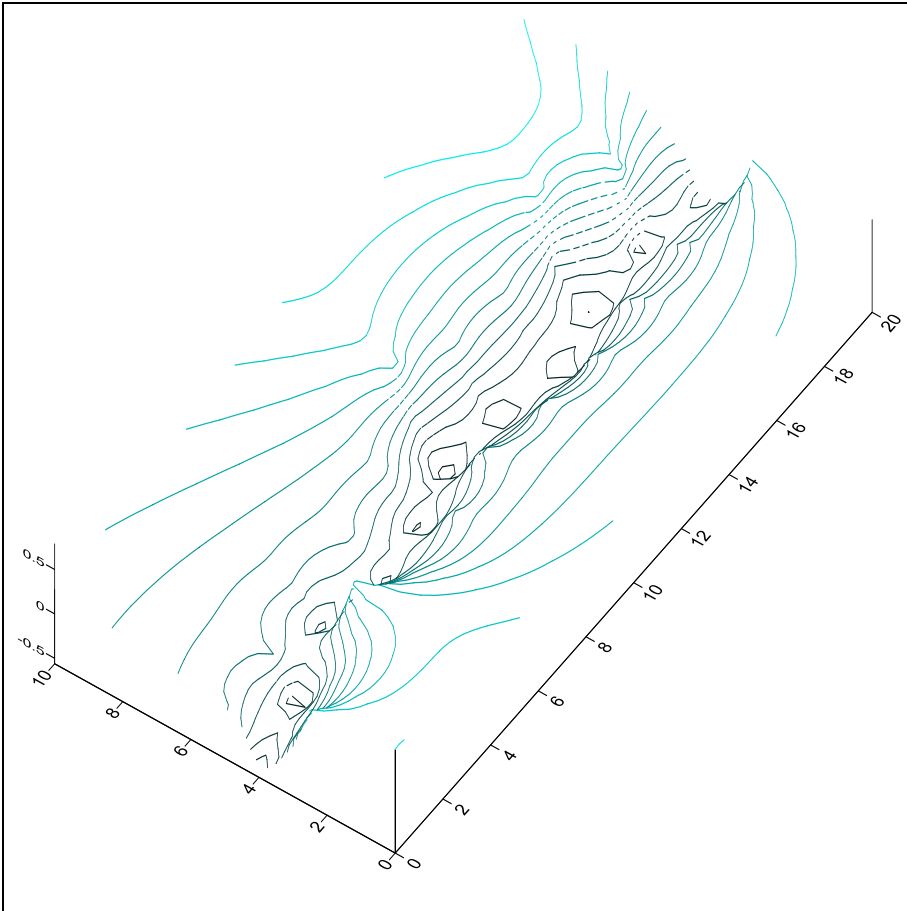


Figura 45. Representación 3D cañon Güio época lluvia. Estación 2

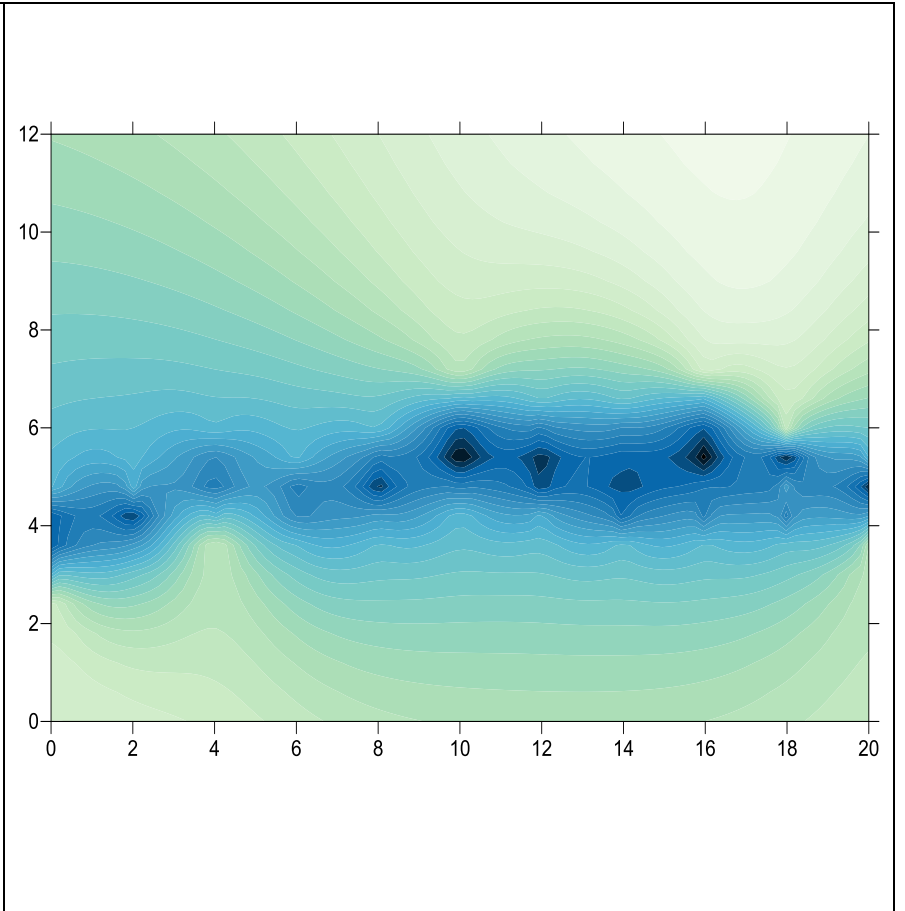


Figura 37. Mapa de contorno cañon Güio estación 2 época lluvia

Fuente. Autores

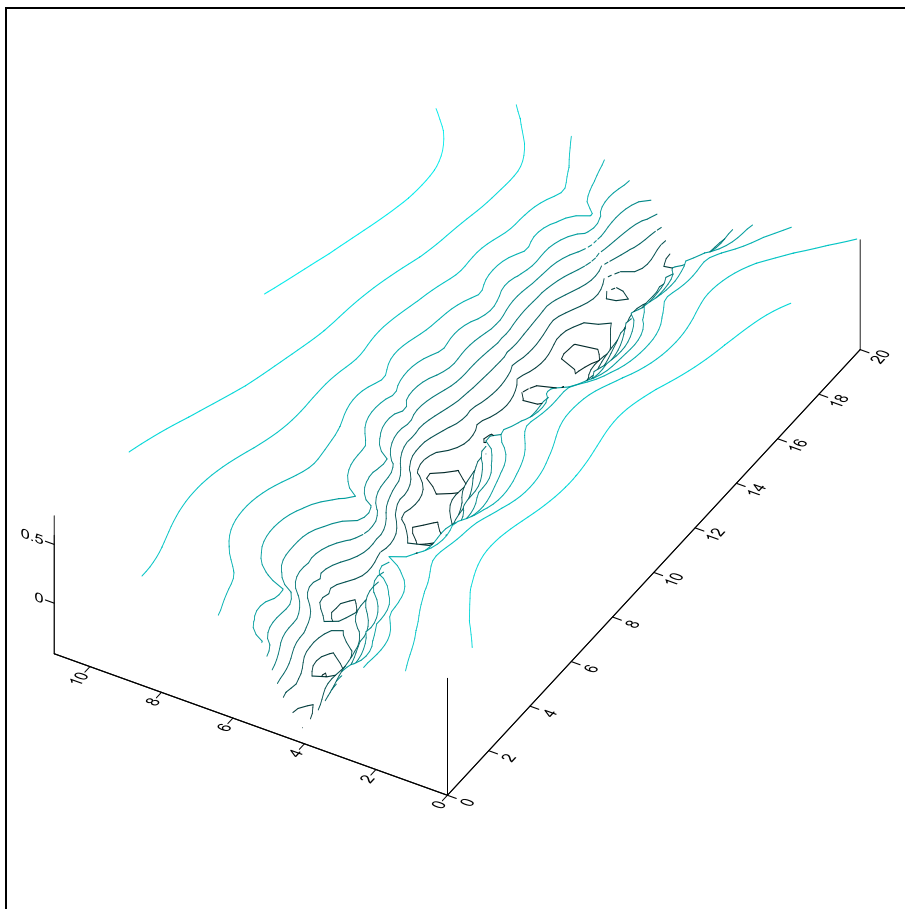


Figura 38. Representación 3D cañon Güio época seca. Estación 2

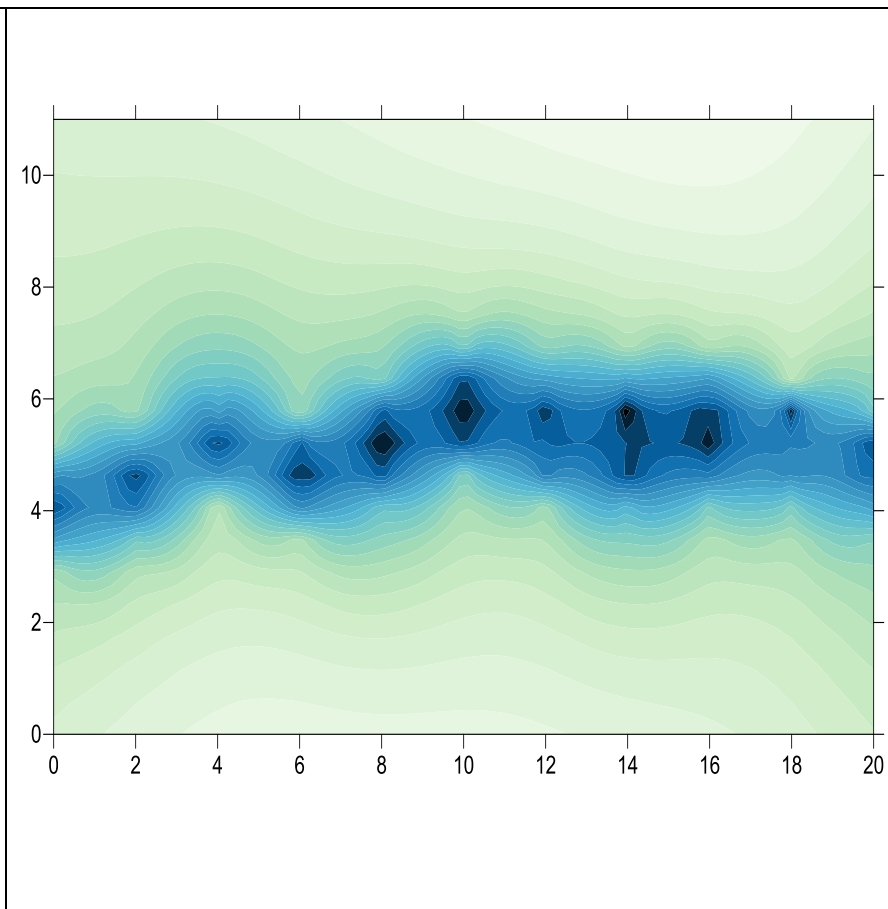


Figura 39. Mapa de contorno cañon Güio estación 2 época seca

Fuente. Autores

**ANEXO C. GRILLAS DE DATOS**

GÜIO ESTACIÓN 1 INVIERNO		
X	Y	Z
0	6.2	0.3
0	6.4	0
0	6.6	-0.2
0	6.6	-0.1
0	6.8	-0.1
0	7	-0.4
0	7.2	-0.5
0	7.4	-0.5
0	7.6	-0.5
0	7.8	-0.4
0	8	0
0	8.2	0.3
2	6.8	0.2
2	7	0
2	7.2	-0.2
2	7.4	-0.2
2	7.6	-0.1
2	7.8	-0.2
2	8	-0.4
2	8.2	-0.5
2	8.4	-0.5
2	8.6	-0.5
2	8.8	0
2	9	0.3

4	7.2	0.4
4	7.4	0
4	7.6	-0.2
4	7.8	-0.2
4	8	-0.1
4	8.2	-0.2
4	8.4	-0.4
4	8.6	-0.5
4	8.8	-0.6
4	9	-0.5
4	9.2	0
4	9.4	0.3
6	8.4	0.4
6	8.6	0
6	8.8	-0.2
6	9	-0.2
6	9.2	-0.1
6	9.4	-0.4
6	9.6	-0.5
6	9.8	-0.6
6	10	-0.6
6	10.2	-0.6
6	10.4	-0.6
6	10.6	0
6	10.8	0.3
8	7.8	0.3
8	8	0
8	8.2	-0.4

8	8.4	-0.5
8	8.6	-0.4
8	8.8	-0.4
8	9	-0.4
8	9.2	-0.5
8	9.4	-0.6
8	9.6	-0.5
8	9.8	0
8	10	0.4
10	7.2	0.4
10	7.4	0
10	7.6	-0.4
10	7.8	-0.6
10	8	-0.6
10	8.2	-0.5
10	8.4	-0.5
10	8.6	-0.4
10	8.8	-0.4
10	9	-0.5
10	9.2	-0.5
10	9.4	-0.4
10	9.6	-0.4
10	9.8	0
10	10	0.3
12	6.4	0.5
12	6.6	0
12	6.8	-0.4
12	7	-0.3



12	7.2	-0.5
12	7.4	-0.5
12	7.6	-0.4
12	7.8	-0.4
12	8	-0.5
12	8.2	-0.6
12	8.4	-0.4
12	8.6	-0.4
12	8.8	0
12	9	0.3
12	9.2	0.4
14	6.2	0.3
14	6.4	0
14	6.6	-0.2
14	6.8	-0.2
14	7	-0.3
14	7.2	-0.4
14	7.4	-0.4
14	7.6	-0.6
14	7.8	-0.6
14	8	-0.6
14	8.2	-0.5
14	8.4	-0.4
14	8.6	-0.2
14	8.8	0
14	9	0.3
14	9.2	0.4
16	5.8	0.3

16	6	0
16	6.2	-0.6
16	6.4	-0.5
16	6.6	-0.5
16	6.8	-0.5
16	7	-0.4
16	7.2	-0.4
16	7.4	-0.4
16	7.6	-0.2
16	7.8	-0.1
16	8	-0.2
16	8.2	-0.1
16	8.4	-0.2
16	8.6	0
16	8.8	0.3
18	9	0.2
18	5.8	0
18	6	-0.4
18	6.2	-0.4
18	6.4	-0.5
18	6.6	-0.6
18	6.8	-0.5
18	7	-0.4
18	7.2	-0.4
18	7.4	-0.3
18	7.6	-0.2
18	7.8	-0.2
18	8	0

18	8.2	0.3
20	5.4	0.4
20	5.6	0
20	5.8	-0.3
20	6	-0.4
20	6.2	-0.5
20	6.4	-0.4
20	6.6	-0.4
20	6.8	-0.2
20	7	-0.1
20	7.2	-0.2
20	7.4	0
20	7.6	0.4

GÜIO ESTACIÓN 1 VERANO		
X	Y	Z
0	6.4	0.3
0	6.6	0
0	6.8	-0.2
0	7	-0.1
0	7.2	-0.1
0	7.4	-0.3
0	7.6	-0.4
0	7.8	-0.3
0	8	-0.3
0	8.2	0
0	8.4	0.4
2	7	0.3
2	7.2	0
2	7.4	-0.1
2	7.6	-0.2
2	7.8	-0.1
2	8	-0.1
2	8.2	-0.3
2	8.4	-0.4
2	8.6	-0.4
2	8.8	-0.3
2	9	0
2	9.2	0.4
4	7.4	0.4
4	7.6	0
4	7.8	-0.1

4	8	-0.1
4	8.2	-0.1
4	8.4	-0.2
4	8.6	-0.4
4	8.8	-0.3
4	9	-0.4
4	9.2	-0.3
4	9.4	0
4	9.6	0.4
6	8.4	0.4
6	8.6	0
6	8.8	-0.1
6	9	-0.1
6	9.2	-0.1
6	9.4	-0.2
6	9.6	-0.4
6	9.8	-0.4
6	10	-0.4
6	10.2	-0.3
6	10.4	0
6	10.6	0.3
8	7.8	0.3
8	8	0
8	8.2	-0.2
8	8.4	-0.2
8	8.6	-0.1
8	8.8	-0.3
8	9	-0.4

8	9.2	-0.4
8	9.4	-0.4
8	9.6	-0.4
8	9.8	0
8	10	0.4
10	7.2	0.4
10	7.4	0
10	7.6	-0.3
10	7.8	-0.4
10	8	-0.4
10	8.2	-0.5
10	8.4	-0.4
10	8.6	-0.4
10	8.8	-0.4
10	9	-0.3
10	9.2	-0.4
10	9.4	-0.4
10	9.6	0
10	9.8	0.4
12	6.6	0.5
12	6.8	0
12	7	-0.4
12	7.2	-0.3
12	7.4	-0.3
12	7.6	-0.4
12	7.8	-0.4
12	8	-0.4
12	8.2	-0.4

12	8.4	-0.4
12	8.6	-0.3
12	8.8	0
12	9	0.3
12	9.2	0.3
14	6.4	0.3
14	6.6	0
14	6.8	-0.2
14	7	-0.3
14	7.2	-0.3
14	7.4	-0.4
14	7.6	-0.4
14	7.8	-0.4
14	8	-0.4
14	8.2	-0.4
14	8.4	-0.3
14	8.6	-0.4
14	8.8	-0.2
14	9	0
14	9.2	0.3
14	9.4	0.4
16	6	0.3
16	6.2	0
16	6.4	-0.3
16	6.6	-0.4
16	6.8	-0.4
16	7	-0.4
16	7.2	-0.4

16	7.4	-0.4
16	7.6	-0.3
16	7.8	-0.1
16	8	-0.1
16	8.2	-0.2
16	8.4	-0.1
16	8.6	0
16	8.8	0.2
18	9	0.1
18	5.8	0
18	6	-0.3
18	6.2	-0.3
18	6.4	-0.4
18	6.6	-0.4
18	6.8	-0.4
18	7	-0.3
18	7.2	-0.3
18	7.4	-0.3
18	7.6	-0.2
18	7.8	-0.1
18	8	0
18	8.2	0.3
20	5.4	0.2
20	5.6	0
20	5.8	-0.3
20	6	-0.4
20	6.2	-0.4
20	6.4	-0.3

20	6.6	-0.3
20	6.8	-0.1
20	7	-0.1
20	7.2	-0.1
20	7.4	0
20	7.6	0.4

GUÍO ESTACIÓN 2 INVIERNO		
X	Y	Z
0	2.8	0.5
0	3	0
0	3.2	-0.2
0	3.4	-0.2
0	3.6	-0.4
0	3.8	-0.4
0	4	-0.5
0	4.2	-0.4
0	4.4	-0.2
0	4.6	0
0	4.8	0.4
2	3.2	0.4
2	3.4	0
2	3.6	-0.2
2	3.8	-0.3
2	4	-0.4
2	4.2	-0.4
2	4.4	-0.5
2	4.6	-0.4
2	4.8	0
2	5	0.4
4	4	0.5
4	4.2	0
4	4.4	-0.2
4	4.6	-0.2
4	4.8	-0.5

4	5	-0.4
4	5.2	-0.4
4	5.4	-0.4
4	5.6	0
4	5.8	0.3
6	3.6	0.4
6	3.8	0
6	4	-0.5
6	4.2	-0.5
6	4.4	-0.5
6	4.6	-0.4
6	4.8	-0.4
6	5	-0.3
6	5.2	0
6	5.4	0.4
8	3.8	0.4
8	4	0
8	4.2	-0.5
8	4.4	-0.5
8	4.6	-0.6
8	4.8	-0.5
8	5	-0.4
8	5.2	-0.4
8	5.4	-0.3
8	5.6	0
8	5.8	0.4
10	4.4	0.4
10	4.6	0

10	4.8	-0.3
10	5	-0.4
10	5.2	-0.5
10	5.4	-0.5
10	5.6	-0.6
10	5.8	-0.4
10	6	-0.4
10	6.2	-0.4
10	6.4	-0.3
10	6.6	0
10	6.8	0.4
12	4	0.5
12	4.2	0
12	4.4	-0.3
12	4.6	-0.2
12	4.8	-0.5
12	5	-0.4
12	5.2	-0.4
12	5.4	-0.4
12	5.6	-0.5
12	5.8	-0.3
12	6	-0.3
12	6.2	0
12	6.4	0.4
14	3.8	0.4
14	4	0
14	4.2	-0.4
14	4.4	-0.5

14	4.6	-0.4
14	4.8	-0.4
14	5	-0.5
14	5.2	-0.4
14	5.4	-0.4
14	5.6	-0.3
14	5.8	-0.4
14	6	-0.2
14	6.2	0
14	6.4	0.4
16	3.8	0.4
16	4	0
16	4.2	-0.3
16	4.4	-0.2
16	4.6	-0.1
16	4.8	-0.3
16	5	-0.5
16	5.2	-0.5
16	5.4	-0.6
16	5.6	-0.4
16	5.8	-0.3
16	6	-0.4
16	6.2	-0.4
16	6.4	-0.4
16	6.6	0
16	6.8	0.5
18	3.8	0.4
18	4	0

18	4.2	-0.3
18	4.4	-0.1
18	4.6	-0.2
18	4.8	-0.1
18	5	-0.5
18	5.2	-0.6
18	5.4	-0.5
18	5.6	-0.4
18	5.8	0
18	6	0.5
20	3.6	0.4
20	3.8	0
20	4	-0.2
20	4.2	-0.1
20	4.4	-0.1
20	4.6	-0.4
20	4.8	-0.5
20	5	-0.4
20	5.2	-0.4
20	5.4	0
20	5.6	0.5

GÜIO ESTACIÓN 2 VERANO		
X	Y	Z
0	3.2	0.3
0	3.4	0
0	3.6	-0.2
0	3.8	-0.2
0	4	-0.3
0	4.2	-0.3
0	4.4	-0.3
0	4.6	-0.1
0	4.8	0
0	5	0.3
2	3.4	0.3
2	3.6	0
2	3.8	-0.1
2	4	-0.2
2	4.2	-0.2
2	4.6	-0.3
2	4.8	-0.4
2	5	-0.3
2	5.2	0
2	5.4	0.3
4	4.2	0.4
4	4.4	0
4	4.6	-0.1
4	4.8	-0.1
4	5	-0.3
4	5.2	-0.3

4	5.4	-0.4
4	5.6	-0.3
4	5.8	0
4	6	0.3
6	3.8	0.3
6	4	0
6	4.2	-0.4
6	4.4	-0.4
6	4.6	-0.3
6	4.8	-0.4
6	5	-0.3
6	5.2	-0.3
6	5.4	0
6	5.6	0.3
8	4.2	0.1
8	4.4	0
8	4.6	-0.3
8	4.8	-0.3
8	5	-0.4
8	5.2	-0.4
8	5.4	-0.4
8	5.6	-0.3
8	5.8	-0.3
8	6	0
8	6.2	0.2
10	4.6	0.3
10	4.8	0
10	5	-0.3

10	5.2	-0.3
10	5.4	-0.3
10	5.6	-0.4
10	5.8	-0.4
10	6	-0.3
10	6.2	-0.3
10	6.4	-0.3
10	6.6	-0.3
10	6.8	0
10	7	0.3
12	4.2	0.3
12	4.4	0
12	4.6	-0.2
12	4.8	-0.1
12	5	-0.4
12	5.2	-0.2
12	5.4	-0.3
12	5.6	-0.2
12	5.8	-0.4
12	6	-0.2
12	6.2	-0.2
12	6.4	0
12	6.6	0.2
14	4	0.1
14	4.2	0
14	4.4	-0.4
14	4.6	-0.3
14	4.8	-0.3

14	5	-0.3
14	5.2	-0.3
14	5.4	-0.3
14	5.6	-0.2
14	5.8	-0.5
14	6	-0.3
14	6.2	-0.1
14	6.4	0
14	6.6	0.3
16	4	0.3
16	4.2	0
16	4.4	-0.2
16	4.6	-0.2
16	4.8	-0.1
16	5	-0.2
16	5.2	-0.4
16	5.4	-0.4
16	5.6	-0.4
16	5.8	-0.3
16	6	-0.3
16	6.2	-0.3
16	6.4	0
16	6.6	0.3
18	4	0.3
18	4.2	0
18	4.4	-0.2
18	4.6	-0.1
18	4.8	-0.1

18	5	-0.1
18	5.2	-0.5
18	5.4	-0.2
18	5.6	-0.3
18	5.8	-0.4
18	6	0
18	6.2	0.4
20	3.8	0.2
20	4	0
20	4.2	-0.1
20	4.4	-0.1
20	4.6	-0.2
20	4.8	-0.3
20	5	-0.4
20	5.2	-0.3
20	5.4	-0.2
20	5.6	0
20	5.8	0.2

TIESTAL ESTACIÓN 1 INVIERNO		
X	Y	Z
0	2.4	0.3
0	2.6	0
0	2.8	-0.3
0	3	-0.4
0	3.2	-0.4
0	3.4	-0.4
0	3.6	-0.5
0	3.8	-0.5
0	4	-0.4
0	4.2	-0.3
0	4.4	0
0	4.6	0.4
2	3	0.4
2	3.2	0
2	3.4	-0.2
2	3.6	-0.4
2	3.8	-0.3
2	4	-0.4
2	4.2	-0.4
2	4.4	-0.6
2	4.6	-0.1
2	4.8	0
2	5	0.4
4	3	0.3
4	3.2	0
4	3.4	-0.3
4	3.6	-0.4
4	3.8	-0.5
4	4	-0.6
4	4.2	-0.5

4	4.4	-0.4
4	4.6	0
4	4.8	0.3
6	3.4	0.4
6	3.6	0
6	3.8	-0.4
6	4	-0.5
6	4.2	-0.5
6	4.4	-0.4
6	4.6	-0.3
6	4.8	-0.1
6	5	0
6	5.2	0.4
8	3.6	0.3
8	3.8	0
8	4	-0.5
8	4.2	-0.5
8	4.4	-0.6
8	4.6	-0.4
8	4.8	-0.5
8	5	-0.1
8	5.2	0
8	5.4	0.3
8	5.6	0.4
10	4.6	0.3
10	4.8	0
10	5	-0.5
10	5.2	-0.5
10	5.4	-0.4
10	5.6	-0.6
10	5.8	-0.4
10	6	-0.3
10	6.2	-0.4

10	6.4	-0.3
10	6.6	-0.3
10	6.8	-0.2
10	7	0
10	7.2	0.3
10	7.4	0.4
12	4.8	0.4
12	5	0
12	5.2	-0.2
12	5.4	-0.2
12	5.6	-0.4
12	5.8	-0.4
12	6	-0.5
12	6.2	-0.6
12	6.4	-0.4
12	6.6	-0.4
12	6.8	-0.2
12	7	-0.1
12	7.2	0
12	7.4	0.3
14	5	0.4
14	5.2	0
14	5.4	-0.1
14	5.6	-0.2
14	5.8	-0.2
14	6	-0.4
14	6.2	-0.7
14	6.4	-0.6
14	6.6	-0.5
14	6.8	-0.5
14	7	-0.4
14	7.2	0
14	7.4	0.2



16	5.2	0.4
16	5.4	0
16	5.6	-0.1
16	5.8	-0.2
16	6	-0.2
16	6.2	-0.4
16	6.4	-0.5
16	6.6	-0.4
16	6.8	-0.5
16	7	-0.5
16	7.2	-0.4
16	7.4	-0.3
16	7.6	0
16	7.8	0.4
18	5.6	0.4
18	5.8	0
18	6	-0.2
18	5	-0.1
18	5.2	-0.2
18	5.4	-0.3
18	5.6	-0.5
18	5.8	-0.4
18	6	-0.6
18	6.2	-0.6
18	6.4	-0.5
18	6.6	-0.4
18	6.8	-0.1
18	7	0
18	7.2	0.3
20	5.2	0.4
20	5.4	0
20	5.8	-0.2
20	6	-0.3

20	6.2	-0.3
20	6.4	-0.4
20	6.6	-0.5
20	6.8	-0.4
20	7	-0.3
20	7.2	-0.4
20	7.4	0
20	7.6	0.3

TIESTAL ESTACIÓN 1 VERANO		
X	Y	Z
0	2.6	0.3
0	2.8	0
0	3	-0.2
0	3.2	-0.3
0	3.4	-0.4
0	3.6	-0.4
0	3.8	-0.4
0	4	-0.3
0	4.2	-0.2
0	4.4	0
0	4.6	0.4
2	3	0.4
2	3.2	0
2	3.4	-0.1
2	3.6	-0.4
2	3.8	-0.3
2	4	-0.4
2	4.2	-0.3
2	4.4	-0.4
2	4.6	-0.1
2	4.8	0
2	5	0.4
4	3	0.4
4	3.2	0
4	3.4	-0.3

4	3.6	-0.4
4	3.8	-0.5
4	4	-0.6
4	4.2	-0.5
4	4.4	-0.4
4	4.6	0
4	4.8	0.4
6	3.4	0.5
6	3.6	0
6	3.8	-0.4
6	4	-0.3
6	4.2	-0.4
6	4.4	-0.4
6	4.6	-0.3
6	4.8	-0.1
6	5	0
6	5.2	0.4
8	3.4	0.3
8	3.6	0
8	3.8	-0.3
8	4	-0.4
8	4.2	-0.4
8	4.4	-0.4
8	4.6	-0.3
8	4.8	-0.1
8	5	0
8	5.2	0.4
10	4.4	0.4

10	4.6	0
10	4.8	-0.2
10	5	-0.3
10	5.2	-0.3
10	5.4	-0.3
10	5.6	-0.4
10	5.8	-0.4
10	6	-0.4
10	6.2	-0.3
10	6.4	-0.3
10	6.6	-0.2
10	6.8	0
10	7	0.4
12	4.8	0.4
12	5	0
12	5.2	-0.1
12	5.4	-0.2
12	5.6	-0.2
12	5.8	-0.2
12	6	-0.4
12	6.2	-0.4
12	6.4	-0.5
12	6.6	-0.4
12	6.8	-0.2
12	7	0
12	7.2	0.3
14	5	0.4
14	5.2	0

14	5.4	-0.1
14	5.6	-0.2
14	5.8	-0.2
14	6	-0.3
14	6.2	-0.2
14	6.4	-0.4
14	6.6	-0.4
14	6.8	-0.4
14	7	-0.3
14	7.2	0
14	7.4	0.3
16	5.2	0.4
16	5.4	0
16	5.6	-0.1
16	5.8	-0.2
16	6	-0.2
16	6.2	-0.2
16	6.4	-0.4
16	6.6	-0.4
16	6.8	-0.4
16	7	-0.3
16	7.2	-0.4
16	7.4	0
16	7.6	0.4
18	5.4	0.4
18	5.6	0
18	5.8	-0.2
18	6	-0.1

18	6.2	-0.2
18	6.4	-0.2
18	6.6	-0.4
18	6.8	-0.4
18	7	-0.5
18	7.2	-0.4
18	7.4	-0.3
18	7.6	0
18	7.8	0.4
20	5.4	0.4
20	5.4	0
20	5.8	-0.2
20	6	-0.3
20	6.2	-0.2
20	6.4	-0.4
20	6.6	-0.4
20	6.8	-0.4
20	7	-0.3
20	7.2	-0.4
20	7.4	0
20	7.6	0.3

TIESTAL ESTACIÓN 2 INVIERNO		
X	Y	Z
0	3.2	0.1
0	3.4	0
0	3.6	-0.1
0	3.8	-0.1
0	4	-0.1
0	4.2	-0.1
0	4.4	-0.5
0	4.6	-0.5
0	4.8	-0.4
0	5	-0.3
0	5.2	0
0	5.4	0.2
2	3	0.2
2	3.2	0
2	3.4	-0.1
2	3.6	-0.1
2	3.8	-0.1
2	4	-0.2
2	4.2	-0.4
2	4.4	-0.6
2	4.6	-0.4
2	4.8	0
2	5	0.3
4	3.6	0.3
4	3.8	0

4	4	-0.1
4	4.2	-0.1
4	4.4	-0.3
4	4.6	-0.6
4	4.8	-0.5
4	5	-0.4
4	5.2	-0.4
4	5.2	0
4	5.4	0.3
6	3.4	0.3
6	3.6	0
6	3.8	-0.1
6	4	-0.1
6	4.2	-0.1
6	4.4	-0.3
6	4.6	-0.3
6	4.8	-0.5
6	5	-0.4
6	5.2	-0.4
6	5.4	0
6	5.6	0.4
8	3.8	0.3
8	4	0
8	4.2	-0.1
8	4.4	-0.2
8	4.6	-0.1
8	4.8	-0.1
8	5	-0.5

8	5.2	-0.4
8	5.4	-0.5
8	5.6	0
8	5.8	0.3
10	3.4	0.2
10	3.6	0
10	3.8	-0.1
10	4	-0.2
10	4.2	-0.1
10	4.4	-0.2
10	4.6	-0.4
10	4.8	-0.4
10	5	-0.4
10	5.2	-0.3
10	5.4	-0.3
10	5.6	-0.2
10	5.8	0
10	6	0.3
12	3.8	0.4
12	4	0
12	4.2	-0.2
12	4.4	-0.1
12	4.6	-0.1
12	4.8	-0.2
12	5	-0.3
12	5.2	-0.3
12	5.4	-0.4
12	5.6	-0.3

12	5.8	-0.2
12	6	-0.1
12	6.2	0
12	6.4	0.3
14	4	0.3
14	4.2	0
14	4.4	-0.1
14	4.6	-0.2
14	4.8	-0.2
14	5	-0.4
14	5.2	-0.4
14	5.4	-0.4
14	5.6	-0.4
14	5.8	-0.3
14	6	-0.3
14	6.2	0
14	6.4	0.3
16	4.4	0.4
16	4.6	0
16	4.8	-0.1
16	5	-0.2
16	5.2	-0.2
16	5.4	-0.3
16	5.6	-0.4
16	5.8	-0.4
16	6	-0.4
16	6.2	-0.3
16	6.4	-0.4

16	6.6	-0.3
16	6.8	0
16	7	0.3
18	4.4	0.4
18	4.6	0
18	4.8	-0.2
18	5	-0.1
18	5.2	-0.2
18	5.4	-0.3
18	5.6	-0.3
18	5.8	-0.4
18	6	-0.4
18	6.2	-0.4
18	6.4	-0.4
18	6.6	-0.4
18	6.8	-0.1
18	7	0
18	7.2	0.3
20	4.2	0.4
20	4.4	0
20	4.6	0.1
20	4.8	-0.2
20	5	-0.3
20	5.2	-0.3
20	5.4	-0.4
20	5.6	-0.4
20	5.8	-0.4
20	6	-0.3

20	6.2	-0.4
20	6.4	-0.4
20	6.6	0
20	6.8	0.3

TIESTAL ESTAIÓN 2 VERANO		
X	Y	Z
0	3.4	0.2
0	3.6	0
0	3.8	-0.2
0	4	-0.1
0	4.2	-0.1
0	4.4	-0.4
0	4.6	-0.5
0	4.8	-0.4
0	5	-0.2
0	5.2	0
0	5.4	0.2
2	3	0.2
2	3.2	0
2	3.4	-0.1
2	3.6	-0.1
2	3.8	-0.1
2	4	-0.4
2	4.2	-0.4
2	4.4	-0.3
2	4.6	0
2	4.8	0.3
4	5	0.3
4	3.6	0
4	3.8	-0.1
4	4	-0.1

4	4.2	-0.2
4	4.4	-0.4
4	4.6	-0.4
4	4.8	-0.4
4	5	0
4	5.2	0.3
6	3.6	0.3
6	3.8	0
6	4	-0.1
6	4.2	-0.2
6	4.4	-0.1
6	4.6	-0.3
6	4.8	-0.3
6	5	-0.4
6	5.2	-0.4
6	5.4	-0.3
6	5.6	0
6	5.8	0.4
8	3.8	0.2
8	4	0
8	4.2	-0.1
8	4.4	-0.2
8	4.6	-0.3
8	4.8	-0.3
8	5	-0.4
8	5.2	-0.4
8	5.4	-0.2
8	5.6	0

8	5.8	0.3
10	3.6	0.2
10	3.8	0
10	4	-0.1
10	4.2	-0.2
10	4.4	-0.3
10	4.6	-0.3
10	4.8	-0.3
10	5	-0.4
10	5.2	-0.3
10	5.4	-0.3
10	5.6	-0.2
10	5.8	0
10	6	0.2
12	4	0.3
12	4.2	0
12	4.4	-0.2
12	4.6	-0.1
12	4.8	-0.1
12	5	-0.2
12	5.2	-0.3
12	5.4	-0.3
12	5.6	-0.4
12	5.8	-0.3
12	6	-0.3
12	6.2	-0.3
12	6.4	0
12	6.6	0.3

14	4.2	0.3
14	4.4	0
14	4.6	-0.1
14	4.8	-0.1
14	5	-0.2
14	5.2	-0.4
14	5.4	-0.3
14	5.6	-0.3
14	5.8	-0.3
14	6	-0.2
14	6.2	0
14	6.4	0.3
16	4.4	0.2
16	4.6	0
16	4.8	-0.1
16	5	-0.2
16	5.2	-0.2
16	5.4	-0.3
16	5.6	-0.4
16	5.8	-0.4
16	6	-0.3
16	6.2	-0.3
16	6.4	-0.3
16	6.6	-0.3
16	6.8	0
16	7	0.4
18	4.6	0.3
18	4.8	0

18	5	-0.2
18	5.2	-0.1
18	5.4	-0.2
18	5.6	-0.3
18	5.8	-0.3
18	6	-0.3
18	6.2	-0.4
18	6.4	-0.4
18	6.6	-0.4
18	6.8	-0.3
18	7	0
18	7.2	0.3
20	4.2	0.2
20	4.4	0
20	4.6	0.1
20	4.8	-0.2
20	5	-0.3
20	5.2	-0.3
20	5.4	-0.3
20	5.6	-0.3
20	5.8	-0.3
20	6	-0.3
20	6.2	-0.2
20	6.4	0
20	6.6	0.4