

Artículo de Revisión

Cómo citar: M. Castañeda, C. Camacho y J. Rativa. "Análisis de las variables que influyen en el desbordamiento del río Frío en el municipio de Campoalegre, Huila (Colombia)". *Inventum*, Vol 16, No. 30, pp. 31-39. doi: 10.26620/uniminuto.inventum.16.30.2021.31-39

Editorial: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.

ISSN: 1909-2520
eISSN: 2590-8219

Fecha de recibido: Enero 10 de 2021
Fecha de aprobado: Febrero 10 de 2021
Fecha de publicación: Marzo 10 de 2021

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existen intereses en competencia.

Análisis de las variables que influyen en el desbordamiento del río Frío en el municipio de Campoalegre, Huila (Colombia)

Analysis of the variables that influence the overflow of the río Frío in the municipality of Campoalegre, Huila (Colombia)

Análise das variáveis que influenciam o transbordamento do río Frío no município de Campoalegre, Huila (Colômbia)

Resumen

En este estudio se realizó una abstracción teórica de los conceptos básicos sobre meteorología y la medición de cada una de sus variables, además, se analizó cada uno de los datos suministrados por el IDEAM, con el fin de determinar la variable con mayor incidencia en la creciente de la cuenca hídrica del río Frío, con ayuda del programa Weka. De los resultados de la simulación en el software experto en minería de datos, se puede concluir que el factor dominante es la precipitación, debido a que a mayor grado de precipitación es más alto el riesgo de que ocurra una inundación en el municipio de Campoalegre (Huila), y el resto de las variables afectarían directamente la precipitación. En esta dirección, este proyecto propone estudiar las causas del desbordamiento del río Frío en la región del municipio de Campoalegre, ocurrido el 22 de febrero de 2017 y que ocasionó daños materiales a la comunidad.

Palabras clave: cambio climático, conceptos meteorológicos, cuenca hídrica, río Frío, Weka.

Abstract

In this study, a theoretical abstraction of the basic concepts of meteorology and the measurement of each of its variables was carried out. In addition, each of the data provided by IDEAM was analyzed in order to determine the variable with the greatest incidence in the growing water basin of the Frío River, with the help of the Weka program. From the results of the simulation in the expert data mining software, it can be concluded that the dominant factor is precipitation, because the higher the degree of

Mónica Sofía Castañeda Espinosa
u20152139583@usco.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-6399-7192>
Universidad Surcolombiana (Neiva, Huila),
Programa de Matemática Aplicada.
Grupo de investigación Henry Poincaré,
semillero de Investigación.

Cindy Johanna Camacho Hernández
u20151137282@usco.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-4587-1638>
Universidad Surcolombiana (Neiva, Huila),
Programa de Matemática Aplicada.
Grupo de investigación Henry Poincaré,
semillero de Investigación.

Juan Felipe Rativa Ortega
u20152143288@usco.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-5487-5609>
Universidad Surcolombiana (Neiva, Huila),
Programa de Matemática Aplicada.
Grupo de investigación Henry Poincaré,
semillero de Investigación.

precipitation, the higher the risk of a flood occurring in the municipality of Campoalegre (Huila), and the rest of the variables would directly affect precipitation. In this direction, this project proposes to study the causes of the overflow of the Frío River in the Campoalegre municipality region, which occurred on February 22, 2017 and caused material damage to the community.

Keywords: climate change, meteorological concepts, río Frío, water basin, Weka.

Resumo

Neste estudo, foi realizada uma abstração teórica dos conceitos básicos da meteorologia e a medição de cada uma de suas variáveis. Além disso, cada um dos dados fornecidos pelo IDEAM foi analisado a fim de determinar a variável com maior incidência no crescimento. bacia hidrográfica do rio Frío, com a ajuda do programa Weka. A partir dos resultados da simulação no software especialista em mineração de dados, pode-se concluir que o fator dominante é a precipitação, pois quanto maior o grau de precipitação, maior o risco de ocorrência de inundação no município de Campoalegre (Huila), e o resto das variáveis afetariam diretamente a precipitação. Nesse sentido, este projeto se propõe a estudar as causas do transbordamento do Rio Frío na região do município de Campoalegre, ocorrido em 22 de fevereiro de 2017 e que causou danos materiais à comunidade.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, conceitos meteorológicos, mudanças climática, río Frío, Weka.

I. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es una realidad que incide directamente en la calidad de vida, por tal motivo es oportuno determinar su causa y efecto, gracias a las matemáticas aplicadas en la naturaleza. Con la biomatemática se puede determinar el comportamiento en los ecosistemas y los factores que involucran su transformación con el paso del tiempo [1], [2].

Esta investigación es importante ya que es necesaria para analizar, determinar e interpretar el comportamiento de los ríos a lo largo del tiempo. Además, ayuda a precisar cuáles afluentes sufren cambios drásticos por la contaminación y las precipitaciones desde su nacimiento hasta su desembocadura, así como a conocer cuáles son los riesgos que existen para las personas que viven a sus alrededores y cómo influye y afecta el ecosistema en general [3]. De tal forma que, con la biomatemática se puede simular el recorrido de un río y sus resultados al sufrir cualquier tipo de cambio en su cuenca, para así concluir cuáles son las mejores herramientas y acciones que se deben tomar para contrarrestar los riesgos de vida y subsistencia del hábitat natural [4].

El desbordamiento de los ríos ocurre cuando se excede la capacidad de los canales para conducir

el agua y, por lo tanto, se desbordan las márgenes del río, causando severos problemas sociales, ambientales y económicos [5].

Asociado a lo anterior, se han registrado numerosos cambios en el clima a largo plazo. Estos cambios incluyen los posibles aumentos en la intensidad de los ciclones tropicales, en las ondas de calor y un aumento en la frecuencia de eventos extremos como sequías y lluvias torrenciales. Por ello se llevó a cabo el estudio minucioso realizado en la fuente hídrica río Frio del municipio de Campoalegre (Huila).

II. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Campoalegre está ubicado en el centro del departamento del Huila, con una distancia de 22 km entre este municipio y la ciudad de Neiva, medida tomada sobre la vía troncal del sur, que une la mayoría de los municipios regionales.

Tiene una extensión de 661 km², según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el punto más bajo del municipio se encuentra en la confluencia del río Neiva con el río Magdalena y su altura es de 456 m s.n.m. La cota más alta corresponde al cerro Cresta de Gallo, ubicado en el ecosistema estratégico de la Siberia, a 3250 m s.n.m., que comparte con los municipios de Rivera y Algeciras.

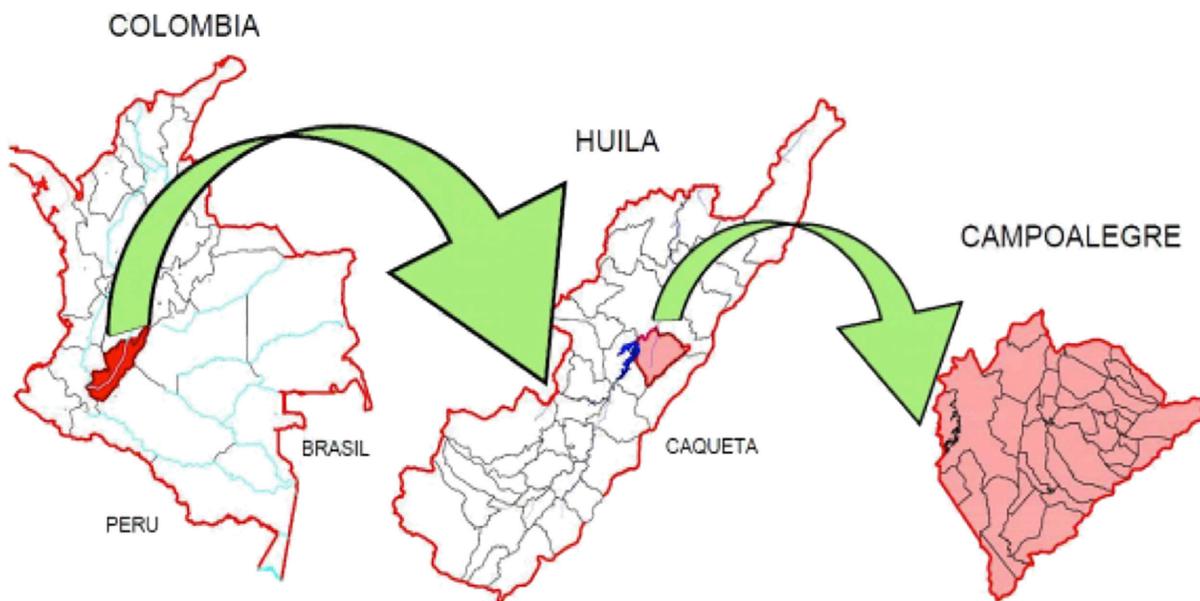


Figura 1. Localización geográfica de Campoalegre.
Fuente: [6].

La altura promedio de la ciudad es de 525 m s.n.m., y su temperatura media de 27 °C y con una precipitación media de 1254 milímetros.

El municipio de Campoalegre - Huila, limita al norte con el municipio de Rivera, al oriente con el municipio de Algeciras, al sur con el municipio de Hobo y al occidente con los municipios de Hobo y Yaguará. “Según las coordenadas geográficas del IGAC, el territorio del municipio de Campoalegre se inicia al sur a los 2° 31’ y termina a los 2° 47’ de latitud norte y en el este principia a los 75° 12’ y termina a los 75° 26’ de longitud oeste de Greenwich. La situación geográfica de su plaza principal corresponde a los 2° 41’ 20” de latitud norte y a 75° 14’ 33” de longitud al occidente del meridiano de Santa fe de Bogotá”. [15]

III. MARCO REFERENCIAL

Algunos conceptos y definiciones que tomamos para conocer el comportamiento atmosférico del tiempo y clima de la región de Campoalegre son los siguientes:

A. Meteorología

La meteorología como ciencia interdisciplinaria, es la encargada del estudio de la atmósfera y sus fenómenos, en particular sobre las condiciones del tiempo y del clima. [7]

B. Clima

Es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, en un periodo y región dados, y controlado por factores forzantes y determinantes, y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático como lo son: la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera, la criósfera, la biosfera y antropósfera) [7].

C. Precipitación

Se conoce como precipitación a la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y que proviene de la humedad atmosférica, en varios estados (estado líquido o sólido). Además, es uno de los procesos meteorológicos fundamentales para la Hidrología, y junto a la evaporización conforman la interacción de la atmosfera con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua. [17]

Tipo	Definición
Llovizna	Precipitación cuasi uniforme compuesta exclusivamente de pequeñas gotas de agua (diámetro menor de 0,5 mm) muy numerosas, que pueden reducir la visibilidad en mayor medida que la lluvia ligera.
Lluvia	Precipitación de partículas de agua líquida en forma de gotas de diámetro mayor de 0,5 mm o más pequeñas si caen de forma dispersa.
Lluvia engelante	Lluvia formada por gotas de agua subfundida que se congela al impactar sobre un objeto.
Chubasco	Los chubascos se caracterizan por su comienzo y final repentinos, generalmente por grandes y rápidos cambios de intensidad. Como sinónimo de chubasco puede usarse el término aguacero.
Nieve	Precipitación de cristales de hielo aislados o aglomerados. La cota de nieve es aquella a partir de la cual la precipitación cae en forma de nieve, independientemente de si cuaja o no a ese nivel.
Granizo	Precipitación de pequeños glóbulos o trozos de hielo (pedrisco) con diámetros de entre 5 mm y 50 mm o algunas veces más, y que caen separados o agrupados irregularmente.

Tabla I. Tipos de precipitación.
Fuente: adaptada de [8].

D. Temperatura

La temperatura es una magnitud física la cual determina una medida del grado de caliente o frío relativo, y que refiere, las variaciones de calor que presenta un cuerpo o un medio. [18]

En este sentido los términos que hay que utilizar son:

- “Pocos cambios o cambios ligeros”: Variaciones de ± 2 °C.
- “Aumento/descenso”: Variaciones de entre 3 °C a 5 °C.
- “Aumento/descenso notable”: Variaciones de entre 6 °C a 10 °C.
- “Aumento/descenso extraordinario”: Variaciones superiores a ± 10 °C

Helada: Fenómeno que se produce cuando la temperatura del aire es igual o inferior a 0 °C.

Las heladas se clasifican en:

- Débiles: cuando la temperatura esté entre 0 °C y -4 °C.
- Sin adjetivar: Cuando la temperatura esté entre -4 y -8 °C.
- Fuertes: Cuando la temperatura sea inferior a -8 °C [8, p. 28].

E. Humedad atmosférica

La humedad atmosférica es la cantidad de vapor de agua disuelto en el aire del ambiente y depende de la temperatura. [19]

F. Viento

Es el aire del movimiento y se representa por un vector que puede ser descompuesto en un componente horizontal o vertical. El primero se conoce como viento, y el segundo, se le denomina corriente ascendente.

Para identificar el viento, es necesario determinar su dirección y velocidad. El primer concepto se encuentra asociado con la dirección del mismo y se define como aquella de donde procede y se expresa en grados sexagesimales contados en el

sentido que giran las manecillas del reloj, a partir del norte geográfico, utilizando los rumbos de la rosa de los vientos. En este sentido, las direcciones principales son: Norte, Noreste, Este, Sureste, Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste. Por otro lado, es oportuno referir que la velocidad del viento es la distancia que recorre una partícula de aire en la unidad de tiempo expresada en metros por segundo (m/s), kilómetros por hora (km/h) o nudos y que cuando es inferior a 0,5 m/s se dice que el viento está en calma. [7]

G. Brillo solar

El brillo solar o insolación, se encuentra asociado con la cantidad de tiempo que es expuesta la superficie del suelo a través de la radiación solar directa. [7]

H. Humedad relativa

La humedad relativa se conoce como el equilibrio entre el agua real en el aire comparada con la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a la temperatura correspondiente, y es considerada, como una medida que permite saber que tan húmedo o seco se encuentra el aire. [16]

I. Tensión de vapor

La tensión de vapor se define como la presión que tendría el vapor de agua si ocupara él solo el volumen ocupado por el aire húmedo. El valor en cantidad es limitado, y se dice que cuando lleva a ese nivel el aire es saturado. La presión de vapor así es la tensión de vapor de saturación (es) y depende únicamente de la temperatura. [9]

J. Punto de rocío

Conocido también como la temperatura de rocío, es la más alta temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire [16]

K. Evaporación

La evaporación es entendida como la máxima temperatura que alcanza un líquido para pasar al

estado gaseoso. En este sentido, la circulación de los cuerpos de agua hacia la atmósfera genera a su vez procesos de saturación que conllevan a la probabilidad de precipitaciones [10]

L. Nubosidad

La Nubosidad es la fracción de cielo cubierto de nubes de un cierto género, de una cierta especie,

de una cierta variedad, de una cierta capa o de una combinación de nubes. En este sentido, el Cielo es el espacio atmosférico, ajeno a la corteza terrestre, que vemos desde nuestro lugar de observación, y que por lo tanto, hay múltiples cielos en una misma región por lo cual se habla de “cielos nubosos” o de alguna otra expresión que incluya la palabra cielo o cielos en un boletín de información meteorológica. [8]

Tipo	Definición
Nubes altas	Precipitación cuasi uniforme compuesta exclusivamente de pequeñas gotas de agua (diámetro menor de 0,5 mm) muy numerosas, que pueden reducir la visibilidad en mayor medida que la lluvia ligera.
Nubes medias y altas	Pueden producir precipitaciones y, en el caso de que tengan poco espesor, pueden dejar pasar los rayos del sol.
Nubes bajas	En general serán estratos o estratocúmulos. Un caso especial serían las nieblas y las brumas, aunque estos fenómenos serán tratados en el apartado de visibilidad.
Nubosidad de evolución (diurna)	Aquella que se desarrolla en las horas centrales del día por efecto del calentamiento del suelo y que desaparece por la noche.
Nubosidad de estancamiento (retención)	Nubes bajas que persisten largo tiempo en un mismo lugar, generalmente en la costa o en la montaña, debido principalmente a la orografía.

Tabla 2. Tipos de nubosidad.
 Fuente: adaptado de [8].

IV. METODOLOGÍA

Tipo de estudio

El presente estudio es una investigación descriptiva con enfoque cualitativo y cuantitativo y está delimitado por la problemática del desbordamiento sobre la cuenca hídrica río Frío en la zona de Campoalegre, Huila [11], [12].

Técnica de estudio

Se hace una recolección de datos de las variables que influyen en el desbordamiento de la cuenca hídrica, datos suministrados por las estaciones meteorológicas las cuales registran los parámetros climáticos del sitio donde están instaladas, ellas son: Hacienda Potosí, Los Rosales e Hidrobetania. Dichas variables fueron polucionadas en forma numérica y se hizo el respectivo cambio a variables

cualitativas, luego fueron digitadas en Excel, para posteriormente ser utilizadas en el programa Weka y hacer un análisis mediante un árbol de decisión con base en los datos suministrada por el IDEAM.

Después, se realizó una abstracción teórica de los conceptos básicos sobre meteorología y la medición de cada una de sus variables [13], [14].

Una vez hecho el análisis de los datos, se procedió a identificar las variables con mayor incidencia en la creciente de la cuenca hídrica río Frío y, por ende, en el cambio climático del mismo con la ayuda del programa matemático Weka [5].

V. RESULTADOS

A continuación, se presenta la aplicación que se utilizó en el programa Weka [13] y los resultados que arrojó:

- EXPLORE: el modo explorador es el modo más usado y descriptivo. Este permite realizar operaciones sobre un solo archivo de datos.

El explorador permite tareas de:

1. Preprocesador de los datos y aplicación de filtros.
2. Clasificación.

3. Clustering.
4. Búsqueda de asociaciones.
5. Selección de atributos.
6. Visualización de datos.

Después se ingresó la base de datos (anexo) al programa Weka para generar el árbol de decisión en J48.

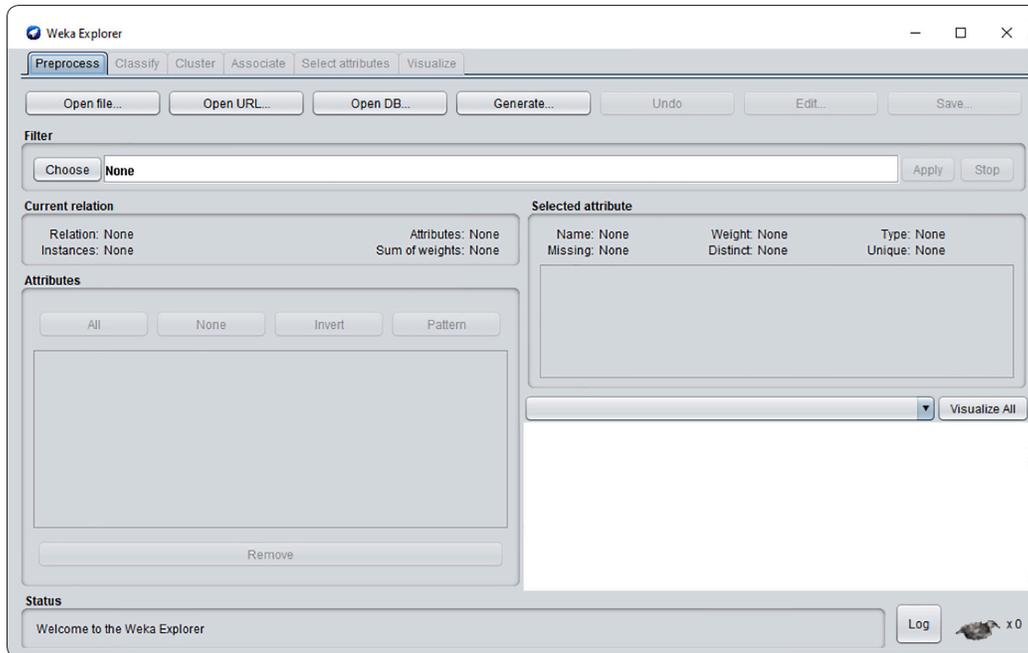


Figura 2. Escritorio de Weka con el modo explore.
Fuente: elaboración propia.

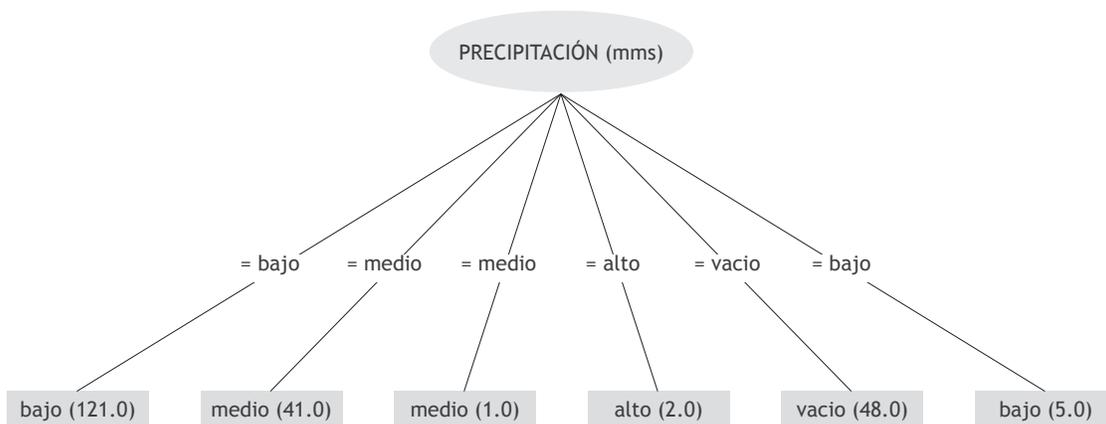


Figura 3. Árbol de decisión.
Fuente: elaboración propia.

A. Primeros resultados

- El factor dominante es la precipitación debido a que cuando es alta el grado de que ocurra una inundación en el municipio de Campoalegre es mayor.
- La precipitación del entorno del río Frio depende de la tensión del vapor.

B. Reglas

- 1 Tensión del vapor (alta) → precipitación (baja).
- 2 Nubosidad (alta) → tensión de vapor (baja).
- 3 Evaporación (media), temperatura (baja), caudal (alto) → precipitación (alta).
- 4 Humedad relativa (alta) → tensión de vapor (baja).
- 5 Nubosidad (alta), precipitación (alta) → tensión de vapor (baja) [12].

VI. CONCLUSIONES

En el municipio de Campoalegre, la amenaza por inundación se presenta en los sectores contiguos al río Magdalena, la quebrada La Sardinata, el río Neiva, la quebrada La Ciénaga, la quebrada Otas, la quebrada Las Tapias, la quebrada Caraguaja, la quebrada San Isidro y la quebrada Río Frio. Se evidencia este tipo de fenómenos de inundación cuando hay fuertes precipitaciones, estas hacen que aumente el caudal de las fuentes que discurren de la zona montañosa y en la parte de menor pendiente en la zona de piedemonte, en estas zonas tienden a desbordarse inundando las áreas aledañas.

En los últimos años se están presentando varios impactos en el municipio de Campoalegre, asociados al cambio climático, como lo son: fuertes incrementos de la temperatura, así como una tendencia a la disminución de la precipitación acumulada anual y de precipitaciones de alta intensidad (como los aguaceros); estos últimos provocaron la inundación del 22 de febrero del 2017.

Analizando los datos suministrados del IDEAM en el software experto en minería de datos (Weka), se observó que la variable que está ligada a la inundación es la precipitación, debido a que, si es alta, el grado de inundación es mayor; el resto de variables afectarían directamente la precipitación.

VII AGRADECIMIENTOS

A la profesora Jasmidt Vera Cuenca, docente de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo en la elaboración de este artículo. Al profesor Oswaldo Delgado, también docente de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo y acompañamiento en la utilización de los aplicativos y el análisis de los resultados.

REFERENCIAS

- [1] Ball State Undergraduate Mathematics Exchange, vol. 10, no. 1, 2016. [p. 1-15] [En línea]. Disponible en: <https://lib.bsu.edu/beneficencepress/mathexchange/10-01/index.html>
- [2] N. Sánchez Santillán, y R. Garduño López, “El clima, la ecología y el caos desde la perspectiva de la teoría general de los sistemas”, Ingeniería. Investigación y Tecnología, vol. 8, no. 3, pp. 183-195, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/404/40480305.pdf>
- [3] A. Nava, y D. Cortés, “Hidráulica de Ríos. Morfología, técnicas de medición y muestreo en ríos”, Trabajo de grado (Pregrado), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Naucalpan de Juárez, México, 2009. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4632>
- [4] M. C. Gallastegui, “El cambio climático y la importancia de las matemáticas”, Matemática, vol. 6, no. 2, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3238405>
- [5] A. Triviño Pérez, y S. Ortiz Rojas, “Metodología para la modelación distribuida de la escorrentía superficial y la delimitación de zonas inundables en ramblas y ríos-rambla mediterráneos”, Investigaciones geográficas, no. 35, pp. 67-83, 2004. doi: 10.14198/INGEO2004.35.08
- [6] Alcaldía de Campoalegre, Plan básico de ordenamiento territorial, [En línea]. Disponible en: <https://www.campoalegre-huila.gov.co/Transparencia/Plan%20basico%20Ordenamiento/PBOT/03%20DIAGNOSTICO%20PBOT%20CAMPOALEGRE.pdf>

- [7] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Metodología de la operación estadística variables meteorológicas [16-may-2018], Bogotá: IDEAM. Colombia. [En línea]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Documento+metodologico+variables+meteorologicas.pdf/8a71a9b4-7dd7-4af4-b98e-9b1eda3b8744>
- [8] Agencia Estatal de Meteorología, Manual de usos de términos meteorológicos, Madrid: AEMET, 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/prediccion/comun/Manual_de_uso_de_terminos_met_2015.pdf
- [9] H. E. Sarochar, Introducción a la meteorología general, Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata. [En línea, 20-nov-2018]. Disponible: http://extension.fcaglp.unlp.edu.ar/content/obs/descargas/Introduccion_a_la_Meteorologia_I.pdf
- [10] A. K. López Sánchez, “Revaloración de las características de la arquitectura vernácula para su incorporación en la arquitectura contemporánea de la región de Juchitán”, Tesis de grado (Maestría), Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F., 2013. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/128738892.pdf>
- [11] Master Oficial en Clima, Energía y Riesgo Ambiental, Clase práctica de Dinámica atmosférica: Ejecución del Modelo Regional Climático REMO, curso 2010-2011. [En línea]. Disponible en: http://www3.uah.es/clima/staff/gianni/doc/practicas/practica1_ejecucion_modelo.pdf
- [12] L. Timbe, y P. Willems, “Desempeño de modelos hidráulicos 1D y 2D para la simulación de inundaciones”, Maskana, vol. 2, no. 1, pp. 91-98, 2011. doi: 10.18537/mskn.02.01.06
- [13] D. García, Manual de Weka, s.f. [En línea]. Disponible en: <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/MANUAL%20WEKA.pdf>
- [14] L. Aristizábal, y B. Oviedo, Guía de procedimiento para la generación de escenarios de cambio climático regional y local a partir de los modelos globales, Bogotá: IDEAM, 2010.
- [15] Cristancho, A. and Navarro, D., 2014. DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN EL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE (HUILA) 2014-2017. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/10006/CB-0520909.pdf?sequence=1>
- [16] Humedad en la atmósfera (s.f). [En línea]. Disponible en: <http://www.uaaan.mx/~jaflores/humedad/humedad.pdf> [20 abril 2021].
- [17] Precipitación. Capítulo 2. [En línea]. Disponible en: http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_136_147_89_1257.pdf [20 abril 2021]
- [18] Temperatura. Capítulo 4 (s.f). [En línea]. Disponible en: http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf [20 abril 2021]
- [19] A. Tejada Martínez, I. Méndez, N. Rodríguez, E. Tejada-Zacarías. “LA HUMEDAD EN LA ATMÓSFERA. Bases físicas, instrumentos y aplicaciones”. Universidad de Colima, México 2018. [En línea]. Disponible en: http://www.uco.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/La-humedad-en-la-atmosfera_466.pdf