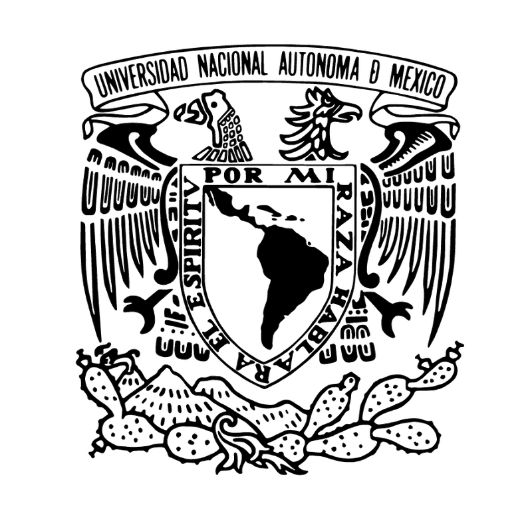
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**CENTRO DE FÍSICA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA**



“ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN LA ZONA DEL BAJÍO CON DATOS DEL RADAR METEOROLÓGICO UNICADO EN EL CERRO DE LA ROCHERA, QUERÉTARO PARA VALIDAR UN MÉTODO DE OBTENCIÓN DE AGUA QUE PERMITA DISMUNIR EL ESTRES HIDRICO LOCAL.”

**PROTOCOLO DE TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN TECNOLOGÍA

P R E S E N T A:

ARIEL CERÓN GONZÁLEZ

A S E S O R:

DR. ADOLFO MAGALDI HERMOSILLO

QUERETARO, 2021

Contenido

[OBJETIVOS 2](#_Toc60667836)

[HIPÓTESIS 2](#_Toc60667837)

[INTRODUCCIÓN 2](#_Toc60667838)

[ANTECEDENTES 2](#_Toc60667839)

[JUSTIFICACIÓN 2](#_Toc60667840)

[MÉTODO 2](#_Toc60667841)

[BIBLIOGRAFÍA 2](#_Toc60667842)

# OBJETIVOS

* Conocer la dinámica de la lluvia con los datos históricos de un radar meteorológico ubicado en el Cerro de la Rochera en Querétaro para validar un sistema simple de recolección y almacenamiento de precipitación pluvial.
  + Generar mapas hídricos del estado de Querétaro
  + Conocer la demanda hídrica del estado de Querétaro.

# HIPÓTESIS

El conocimiento del régimen hídrico que se desarrolla en el estado permitirá generar políticas y tecnologías que mejoren la gestión del recurso para disminuir el estrés hídrico que sufre Querétaro y en general, el país

# INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable para el desarrollo de la vida cuya distribución se ve afectada por diversas cuestiones sociales y geográficas. En la actualidad diversos organismos gubernamentales y sociales buscan métodos para poder distribuir el recurso a todo aquel que lo requiera, así por ejemplo la Organización de las Naciones Unidad (ONU) plantea dentro de sus objetivos de desarrollo sustentable que los países garanticen la disponibilidad de agua y su ordenación sostenible y el saneamiento para todos; por su parte México ha desarrollado programas públicos como PROCATAR (Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Enotecnias en Zonas Rurales) que busca llevar agua potable a zonas rurales o cuya locación es de difícil acceso con métodos alternos al que se usa en ciudades.

En el presente trabajo haremos una exploración de las necesidades hídricas de la zona del bajío y a su vez se hará un cálculo usando datos de un radar meteorológico sobre la precipitación histórica sobre la zona que mapea el radar, con ello buscamos generar información que permita mejorar la administración del recurso hídrico y comprobar a su vez si es viable la instalación de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para sectores domésticos, ganaderos/agricultura e industriales.

# ANTECEDENTES

La precipitación pluvial o lluvia, es un fenómeno natural que se ha presentado desde tiempos remotos, los beneficios del aprovechamiento de la lluvia permitieron el desarrollo del cultivo de temporada y su recolección permitió el desarrollo de civilizaciones cuyo acceso al agua potable estaba comprometido.

Existen diferentes documentos y tecnologías actuales que toman como base las técnicas de comunidades rurales que aprovechan el recurso pero implementando métodos modernos que permiten generar diseños con normas que permitan mejorar la calidad y cantidad de agua colectada. Así por ejemplo Nickich,Sanchez [5] han publicado un artículo centrado en la implementación de sistemas de captación, filtración y purificación de agua pluvial para consumo humano en una zona de la Argentina. García también presenta un estudio enfocado en el desarrollo de un sistema y el estudio de la calidad del recurso en función de normas NOM para la cantidad de elementos y bacterias. Otros documentos con temática similares se enfocan en métodos de implementación sistemas de captación y almacenamiento usando diferentes sistemas y enfoques.

Por otro lado, los conocimientos que tenemos de las dimensiones de precipitación se muestran el los libros de INEGI y en documentos publicados por organismos públicos como el centro queretano de recursos naturales, Urquiza en 2008 destaco el incremento en la demanda de agua en la ciudad de Querétaro y la necesidad por establecer políticas públicas y tecnologías que permitan aprovechar y mejorar el uso y extracción de agua potable.

## MARCO TEÓRICO

Las nubes están formadas de pequeñas gotitas de agua y hielo (además de polvos y otras partículas). A las gotas formadas en la **troposfera[[1]](#footnote-1),**  se le denomina hidrometeoros.Los hidrometeoros están en constante crecimiento y al alcanzar cierto tamaño las partículas caen a la superficie terrestre.

Existen métodos para medir la intensidad de la lluvia que miden *in situ* almacenando y midiendo la cantidad de líquido almacenado en una unidad cúbica por un tiempo definido. Otros, como el radar, aprovechan fenómenos electromagnéticos para detectar a las pequeñas gotitas en todo momento que la partícula(s) este en su dominio. El radar permite además conocer de manera más precisa la cantidad de precipitación acumulada en una zona durante el desarrollo de precipitación.

La cercanía al trópico de cáncer da la ventaja a México de tener un territorio asechado de lluvia llegando a caer 1 449 471 millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación, sin embargo, la extensión del territorio y su variada geografía obliga a cada zona a desarrollar su propio ecosistema. Los 1,964 millones de km que es México, se dividen en 32 entidades federativas que incluyen 13 regiones hidrológicas administrativas que se encargan de repartir y administrar los cuerpos de agua en los que destacan 653 acuíferos subterráneos, 757 cuencas y 51 ríos.

Querétaro es un estado de México ubicado en la zona centro del país, tiene diferentes climas presentes entre las que destacan las zonas semisecas, tal hecho hace que en la entidad haya un promedio de precipitación de 570 mm anuales

. El consumo del líquido en el estado no solo se limita al doméstico, pues en él existe un gran desarrollo de industrias y agricultura. Conocer cómo se distribuyen las necesidades hídricas permitirá tener una mejor perspectiva sobre los métodos y sistemas útiles y aplicables a las diferentes regiones

# JUSTIFICACIÓN

Desde hace años diferentes el estado de Querétaro ha desarrollado crecientes problemas relacionados con los recursos hídricos necesarios para satisfacer necesidades presentes y futuras. Presentar información detallada sobre la precipitación facilitará la creación de tecnología y políticas públicas para el aprovechamiento del recurso en la zona.

# MÉTODO

Separando en cuatro etapas:

1. Lectura de antecedentes e información utilizable para establecer suposiciones iniciales
2. Adquisición de datos históricos del radar meteorológico y a la Comisión Estatal de Agua, información sobre el consumo del recurso, la cantidad y tipos de usuarios que existen y las zonas de mayor demanda hídrica.
3. Manipulación de los datos de radar para obtener información medible sobre la cantidad de precipitación, el acumulado anual y la creación de mapas que señale las zonas históricas sobre la precipitación anual acumulada
4. La implementación de documentación necesaria para la reproducción de los experimentos sobre otros datos de radar.

REVISIÓN DE MARCO TEÓRICO

ADQUISICIÓN DE DATOS

ANÁLISIS NUMÉRICO

DOCUMENTACIÓN

Antecedentes del problema, estadísticas de la lluvia e información de los registros hídricos del estado

Evaluación de la diferencia entre consumo y agua aprovechable

Manipulación de datos usando librerías Python

Generación de mapas

Información del consumo de agua

Datos de radar

# BIBLIOGRAFÍA

[1] Rodríguez, R., Benito, A., & Portela, A. (2004). Meteorología y climatología. *Fundación española para la ciencia y la tecnología. Villena Artes Gráficas. España*, 12-16.

[2] Stull, R. B. (2018). Practical meteorology: an algebra-based survey of atmospheric science.

[3] CONAGUA, C. (2018). Estadísticas del agua en México. *México, DF: CONAGUA (2018). Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua. Reporte*.

[4] Van Wambeke, J. (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. *Santiago de Chile*.

[5] Nickisch, M. B., Sánchez, L., Tosolini, R., Díaz, F. T., & Jordan, P. (2018). Sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano, sinónimo de agua segura. *Aqua-LAC*, *10*(1), 15-25.

[6] Hiram, G. V. J. (2012). Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la CD. de Mexico (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO).

[7] Estrada, M. M. U. (2005). EL AGUA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO. La ecología política en la cultura del agua de Querétaro, 101.

[8] Rosengaus, M. (1995). Fundamentos de radares meteorológicos: aspectos modernos (segunda de dos partes). Tecnología y ciencias del agua, 10(2), 59-78.

1. La capa más baja de la atmósfera, extendiéndose unos 10 km en los polos y 18 km en el ecuador. [↑](#footnote-ref-1)