

PoC: SeGuía - Detección de Sequías para una Gestión Apropiable del Riesgo

Nivel de Madurez: TRL 2-3

1. Generalidades

1.1 Generalidades del proyecto

El proyecto SeGuía tiene como objetivo desarrollar un modelo de inteligencia artificial supervisado para predecir la ocurrencia de sequías con un mes (por ahora) de anticipación en los municipios de la República Mexicana. Este modelo se basa en la extracción y análisis de diversos indicadores meteorológicos, geológicos, biológicos y sociodemográficos (figura 1), utilizando datos históricos para realizar predicciones sobre la ocurrencia y severidad de sequías.

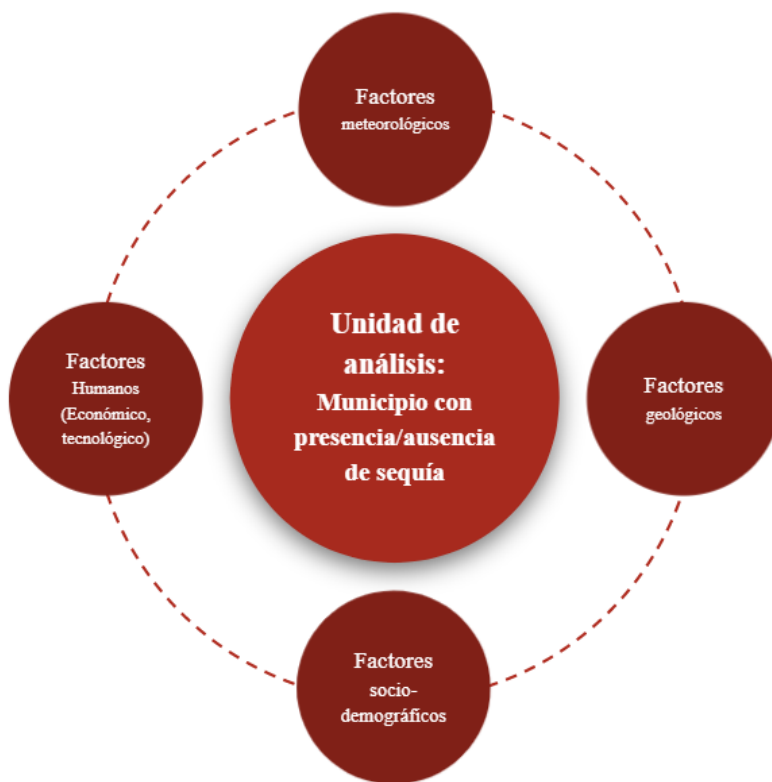


Figura 1. Factores para la predicción de presencia/ausencia de sequía a nivel municipal.

SeGuía está incorporado en una plataforma digital que facilita la visualización de los resultados y la toma de decisiones. El alcance del proyecto abarca todos los municipios de México, proporcionando predicciones locales sobre la ocurrencia de sequías. Esto permite a los usuarios anticiparse a estos eventos y tomar medidas preventivas para mitigar su impacto, lo que resulta en una gestión más eficiente de los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, la estabilidad económica y la sostenibilidad ambiental.

SeGuía funciona mediante la recopilación y análisis de datos históricos y actuales de diversos indicadores relacionados con las sequías (véase figura 2) los cuales provienen del monitor de sequía de México (disponible en <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>), utilizando técnicas avanzadas de aprendizaje automático para predecir la probabilidad y severidad de sequías en el siguiente mes. El modelo se ajusta continuamente a medida que se recopilan más datos. SeGuía es tanto un producto como un servicio: un modelo predictivo de IA que se ofrece a través de una plataforma digital, proporcionando acceso a predicciones y análisis sobre sequías. Los usuarios potenciales

incluyen entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, agricultores, administradores de recursos hídricos y otros tomadores de decisiones que se benefician de la información anticipada para planificar y gestionar mejor los recursos y actividades relacionadas con el agua.

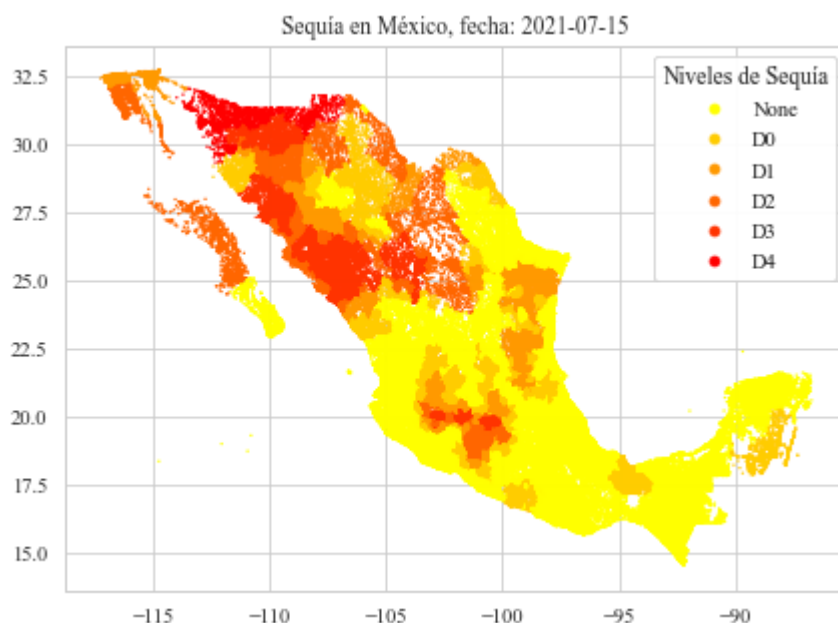


Figura 2. Índice de sequías obtenido para una fecha específica donde se identifica los niveles de severidad de sequías: None quiere decir que no hay sequía, D0 se refiere a anormalmente seco, D1 es sequía moderada, D2 sequía severa, D3 es sequía extrema y D4 es sequía excepcional

El impacto de SeGuía puede ser significativo a nivel local, regional y nacional. Ayuda a planificar oportunamente para reducir los efectos negativos de las sequías en la agricultura, la economía y la sociedad en general, mejorando la resiliencia y la capacidad de respuesta ante estos eventos. A nivel global, podría servir como un ejemplo para otros países enfrentando problemas similares, promoviendo una mejor gestión del riesgo climático.

1.2 Oportunidad Detectada

SeGuía surge como respuesta a la necesidad crítica de contar con herramientas precisas para la gestión proactiva de sequías en México, donde el 52% del territorio es árido o semiárido, impactando al 77% de la población. Históricamente, la respuesta reactiva a las sequías ha generado severos daños. Ante esto, SeGuía ofrece un sistema innovador de alerta temprana y predicción de sequías, empoderando a comunidades e instituciones para enfrentarlas de manera proactiva y resiliente.

Su objetivo es proveer información precisa y oportuna para mejorar la capacidad de anticipación, optimizar la gestión de recursos hídricos y reducir los impactos socioeconómicos. SeGuía tiene el potencial de transformar la gestión de sequías en México, mitigando los daños económicos y sociales asociados a estos eventos y promoviendo un uso más eficiente del agua.

1.3 Generalidades Técnicas

SeGuía es un sistema compuesto por componentes de hardware como computadoras para procesamiento de datos y entrenamiento de modelos, y software que incluye Python, marcos de aprendizaje automático (sklearn y xgboost) y bases de datos geológicas y meteorológicas.

Su diseño teórico radica en un modelo predictivo que analiza datos históricos y actuales, calcula variables relevantes y genera coeficientes de probabilidad basados en la severidad de las sequías, todo ello presentado en una plataforma digital accesible para los usuarios.

Para su desarrollo se han utilizado metodologías de resolución estructurada de problemas y trabajo en equipo. Los siguientes pasos para avanzar el proyecto incluyen la integración del modelo predictivo en una plataforma web funcional y accesible, realizar pruebas piloto en varios municipios para ajustar y validar el modelo, y escalar la implementación a nivel nacional, proporcionando soporte y capacitación a los usuarios.



Es importante destacar la necesidad de comunicar las capacidades y beneficios de SeGuía a los diferentes actores relevantes, establecer alianzas estratégicas y promover la actualización y mejora continua del sistema para asegurar su relevancia y efectividad en el tiempo.

1.4 Innovación con IA

La incorporación de IA en SeGuía potencia la precisión y anticipación de las predicciones de sequías, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos hídricos y una mejor mitigación de sus impactos.

Elementos de IA utilizados:

- **Aprendizaje automático (avanzado):** Se emplea el algoritmo XGBoost para analizar y predecir la ocurrencia de sequías con alta precisión.
- **Fusión de datos:** Se integra información de diversas fuentes, incluyendo datos históricos, meteorológicos y geológicos, para generar pronósticos más completos.
- **Aprendizaje continuo:** El modelo se ajusta y mejora constantemente con la incorporación de nuevos datos, garantizando su relevancia y efectividad a lo largo del tiempo.

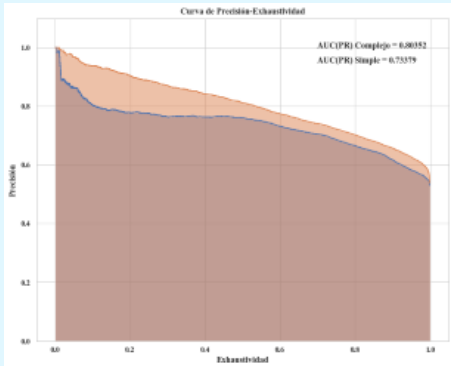

Consideraciones éticas:

- **Transparencia:** Se garantiza la transparencia en el desarrollo del modelo, asegurando que los datos y resultados sean accesibles y comprensibles para los usuarios.
- **Sostenibilidad ambiental:** Se fomenta el uso sostenible de los recursos hídricos a través de una gestión proactiva.

1.5 Equipo de Desarrollo de la PoC

El equipo de desarrollo de SeGuía está compuesto por profesionales de diversas disciplinas, incluyendo análisis de datos, marketing, y ciencia de datos. Cada miembro aporta su conocimiento especializado para el desarrollo y optimización del modelo predictivo, asegurando una solución robusta y efectiva. Los integrantes del equipo son Alan Jesús Cortés de la Torre (Data Analyst), Ana Sofía López Zúñiga (Marketing Operations), y Daniel Hernández Mota (Data Scientist).

2. Escenario de Pruebas según TRL:

1		TRL 2 – 3: Prueba de Concepto: Proceso de Validación a Nivel de Laboratorio	
Describe las pruebas preliminares de tu proyecto y los resultados de éstas:			
Validación del Modelo Predictivo		Métricas del modelo: AUCPR, Distribución desempeño visual de predicción vs realidad a nivel estatal.	<p>Se logró desarrollar dos modelos estadísticos de aprendizaje automático para realizar predicciones con un mes de anticipación de las sequías en la república mexicana. El primer modelo (simple) contenía solamente variables de sequía históricas, y se logró obtener con una métrica de 0.73 de área bajo la curva de precisión-exhaustividad (AUCPR). El segundo modelo (complejo) logró obtener un resultado de 0.80 AUCPR mediante la incorporación de datos variables meteorológicas, climatológicas y geográficas (véase figura 3).</p>  <p>Figura 3: Curvas de Precisión-Exhaustividad</p> <p>Fue posible entrenar este modelo complejo con una ventana temporal que ayudó a generalizar el fenómeno de sequías a través del tiempo. Los resultados de las predicciones nos indican que tener solamente información de sequía tiene poder predictivo, pero este se puede mejorar al incluir más variables predictoras. Además, con esto en mente se ejecutó una visualización para determinar la predicción y la realidad de lo que ocurrió para cierta ventana temporal y se encontró que el desarrollo de la predicción está muy por igual de lo que ocurrió en la realidad a través del tiempo (figura4)</p> 



Acelerando México con IA

intel

Integración en Plataforma Digital

Prueba de usabilidad

Figura 4. Desempeño visual de predicción (línea naranja) respecto a la realidad (línea azul) para el estado de Jalisco. Entre más similares sean ambas líneas mejor es el indicio de predicción.

Se generó un prototipo básico y funcional con acceso a predicciones y visualización de datos. Esta es una prueba inicial que se busca mejorar (véase figura 5).

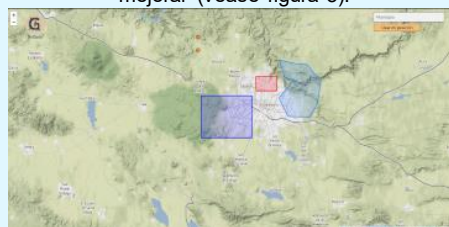


Figura 5. Prueba de concepto respecto a la usabilidad práctica del modelo.