

ESTUDIO DEL ESTRÉS HÍDRICO EN EL SALVADOR: UN ANÁLISIS POR MEDIO DE LA TELEDETECCIÓN DURANTE EL PERÍODO 2012-2022

ESTUDO DO ESTRESSE HÍDRICO EM EL SALVADOR: UMA ANÁLISE POR MEIO DO SENSORIAMENTO REMOTO DURANTE O PERÍODO 2012-2022

David Emmanuel Salguero Miranda¹
Marcia Aparecida Procopio da Silva Scheer²

Resumen:

Esta investigación contempló el estudio del impacto que el estrés hídrico ha causado en El Salvador, país ubicado en Centroamérica con importante actividad volcánica relacionada con la formación del relieve y la hidrografía salvadoreña. El objetivo fue analizar los impactos causados por las grandes empresas embotelladoras e inmobiliarias, que hacen un uso excesivo o explotan excesivamente los recursos hídricos en El Salvador. Para ello se utilizaron levantamientos secundarios junto con fuentes bibliográficas y documentales. Los resultados mostraron que existe una situación de alerta hídrica en El Salvador, de continuar, en poco tiempo será un país sin recursos hídricos que puedan ser utilizados por la población para abastecer actividades básicas como hidratación, baño y cosecha, debido a una mala gestión y poca legislación para cuidar el agua en El Salvador. Se concluye que el estrés hídrico en El Salvador es un problema crítico que afecta tanto al medio ambiente como al bienestar social y económico del país. Para enfrentar este desafío, sería esencial implementar políticas públicas de gestión sostenible del agua, promover la conservación y fomentar la educación sobre el uso responsable del recurso hídrico.

Palabras clave: El Salvador; Recursos Naturales; Impactos Ambientales; Estrés Hídrico; Teledetección.

Resumo:

Esta pesquisa contemplou o estudo sobre o impacto que o estresse hídrico tem causado em El Salvador, um país localizado na América Central com importante atividade vulcânica relacionada à formação do relevo e hidrografia salvadorenha. Objetivou-se analisar os impactos ocasionados por grandes empresas engarrafadoras e imobiliárias, que fazem uso excessivo ou explorar excessivamente os recursos hídricos em El Salvador. Para tanto se utilizou de levantamentos secundários junto a fontes bibliográficas e documentais. Os resultados mostraram que existe uma situação de alerta hídrico em El Salvador, se continuar, em pouco tempo será um país sem recursos hídricos que possam ser utilizados pela população para abastecer atividades básicas como hidratação, banho e colheita, devido ao mau manejo e pouca legislação para cuidar da água em El Salvador. Conclui-se que o stress hídrico em El Salvador é um problema crítico que afecta tanto o ambiente como o bem-estar social e económico do país. Para enfrentar este desafio, seria essencial implementar políticas públicas para a gestão sustentável da água, promover a conservação e incentivar a educação sobre o uso responsável dos recursos hídricos.

Palavras chave: El Salvador; Recursos Naturais; Impactos Ambientais; Estresse Hídrico; Sensoriamento Remoto.

¹ Graduando em Geografia - Licenciatura pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA: des.miranda.2020@aluno.unila.edu.br

² Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas; atualmente é professora titular e pesquisadora da Universidade Federal da Integração Latino-Americana-UNILA.

Introducción

El Salvador, está ubicado en América Central, dividido en 14 departamentos agrupados geográficamente en tres zonas: Oriental, Central y Occidental. Se encuentra al noreste de América Central, El Salvador limita al norte y este con Honduras, en el sudeste extremo con el Golfo de Fonseca, por el sur con el Océano Pacífico, y en el oeste y noroeste con Guatemala. El Salvador, es el único país de América Central que no posee costas en el Mar Caribe. (fig 1)



Figura 1: Mapa Político de El Salvador
elaboración: autor (2024)

Cuando nos referimos al relieve de El Salvador, podemos decir que cuenta con un relieve muy diverso y con diferentes formaciones geográficas, las cuales han necesitado de cientos de años para su formación. Según Christofolletti (1981, p 1), dice que:

La geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve. Las formas representan la expresión espacial de una superficie, componiendo las diferentes configuraciones del paisaje morfológico. Es su aspecto visible, su configuración, que caracteriza el modelado topográfico de una área. Traducción propia.

La geomorfología es de suma importancia para saber qué tipo de configuración del paisaje existe en el relieve salvadoreño, para saber cómo fue su formación y ver su evolución. Debido a que El Salvador se encuentra en zona de subducción, es muy propenso a terremotos

Como ya se sabe su ubicación geográfica, podemos saber que en esa zona en específico, existe mucha actividad volcánica y tectónica, pues se encuentra sobre lo que se conoce como el “Cinturón de Fuego del Pacífico” por ende, el relieve en El Salvador cuenta con muchos desniveles y también muchas formaciones rocosas.

En El Salvador, existen varios tipos de relieves, entre los que podemos mencionar están: volcánicos, cordilleras, montañosos, valles y llanuras. Debido a que la región es bastante montañosa, su zona más alta alcanza los 2.730msnm (metros sobre el nivel del mar) en las que se alcanzan temperaturas bastante frías.

Ya que El Salvador se encuentra en la zona de choque de la placa tectónica de Cocos y la placa del Caribe, se han originado cadenas de volcanes dentro del territorio, siendo que algunos aún están activos y con actividades volcánicas expidiendo cenizas y gases.

El Salvador se caracteriza por su reducido territorio y por su alta demografía, demandando crecientemente recursos naturales, alimentos, energía y agua potable. Esta situación representa un enorme desafío, pues, a pesar de contar con abundantes recursos hídricos, según la Fundación Maquilishuat (2011, p 14) “el 90% de los ríos están contaminados debido principalmente a las aguas servidas de los asentamientos humanos y a la actividad de las fábricas.”

Los principales ríos de El Salvador, cumplen funciones básicas e importantes para los ecosistemas y para la población. Además; son clave para el tema de la alimentación específicamente por la pesca y el riego de los cultivos.

En El Salvador existen zonas hidrográficas y regiones hidrográficas, tal como lo establece el artículo 3 de la Ley General de Recursos Hídricos, para fines administrativos de la gestión integral de los recursos hídricos, las tres zonas hidrográficas son las siguientes: Lempa; Paz y Goascorán. (fig 2)



Figura 2: Zonas Hidrográficas de El Salvador

fuelle: Autoridad Salvadoreña del Agua - ASA (2022)

El Salvador también cuenta con 10 regiones hidrográficas, las cuales se encuentran divididas en las tres grandes zonas hidrográficas del territorio, esa división que se da en las regiones hidrográficas, es la base para poder agrupar los cuerpos de agua en sistemas principales de explotación. (fig 3)

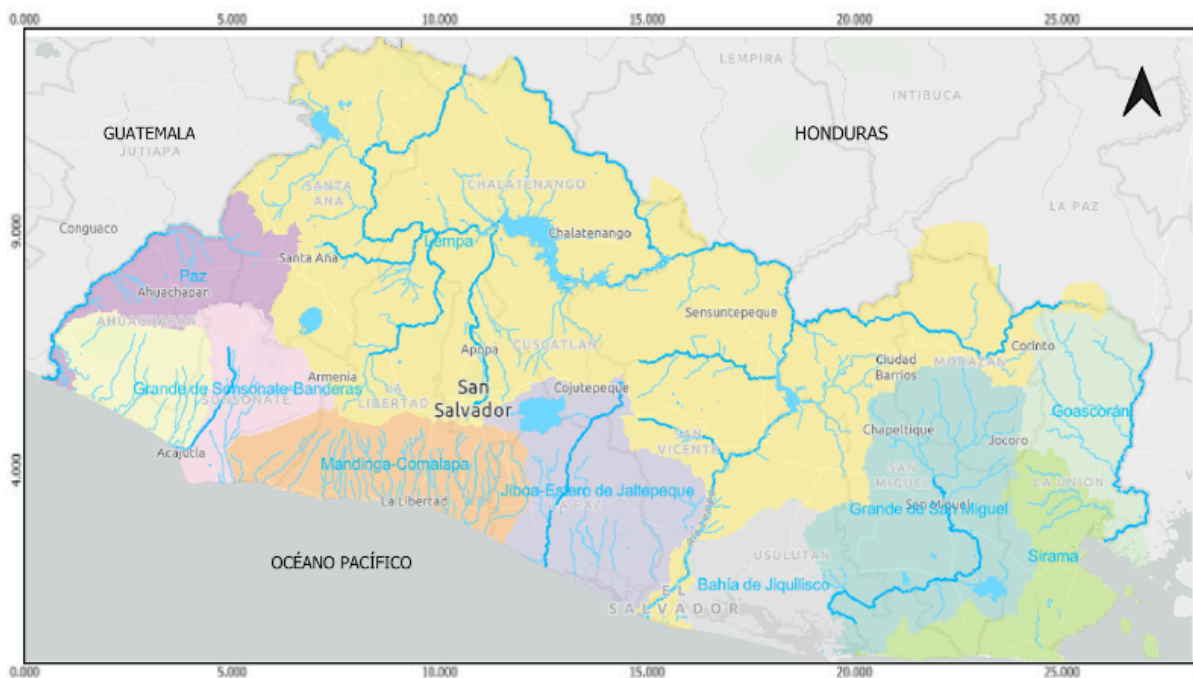


Figura 3: Regiones Hidrográficas de El Salvador

fuelle: Autoridad Salvadoreña del Agua - ASA (2022)

Recursos Hídricos en El Salvador

El Salvador, sin importar que es uno de los países más pequeños territorialmente a nivel mundial, cuenta con gran abundancia de recursos hídricos, los cuales son de suma importancia económicamente y socialmente hablando, pues esos recursos hídricos abastecen al sector económico y un porcentaje de la población, aunque se cuente con muchos recursos hídricos; hay una mala gestión de los mismos, impidiendo abastecer al 100% de la población.

La actividad volcánica del país y de la región centroamericana, ha dado paso a la formación de grandes embalses, ríos, lagos y lagunas, además de eso, las lluvias también juegan un papel importante en el ciclo de los recursos hídricos con los que el país cuenta.

Aunque el territorio salvadoreño es de tan solo 21,041km², cuenta con muchos ríos que proveen un flujo constante de agua dulce. Ibarra *et al* (2006, p 21) señala que:

El Salvador se caracteriza porque la mayor parte de su territorio se ubica en cuencas internacionales. En El Salvador existen unos 360 ríos, siendo los más importantes el río Lempa, Grande de San Miguel, Goascorán, Sumpul, Paz, Sensunapán, Suquiapa, Sucio, Acelhuate, Jiboa y Torola, entre otros. Todos están en franco proceso de deterioro. El río Lempa es el más caudaloso de todos y es compartido con Guatemala y Honduras, el río Paz es compartido con Guatemala y el río Goascorán con Honduras. El río Lempa posee una disponibilidad de 68% de las aguas superficiales; el río Grande de San Miguel representa el 6%; el restante 26% lo aportan los demás ríos que conforman la red hídrica del país.

Entre los ríos más importantes del país, se destaca el Río Lempa, el cual atraviesa todo el territorio salvadoreño, desde el norte del país, hasta desembocar en el Océano Pacífico, por su gran extensión y caudal, es utilizado principalmente en área de la agricultura, producción de energía hidroeléctrica, ganadero, industrial y abastecimiento de agua potable, además, se pueden mencionar otros ríos que destacan, por ejemplo el Río Grande de San Miguel y el Ríos Goascorán. El país también posee una serie de lagos, como el de Coatepeque e Ilopango, y varias lagunas además de un importante recurso de aguas subterráneas. (fig 4)

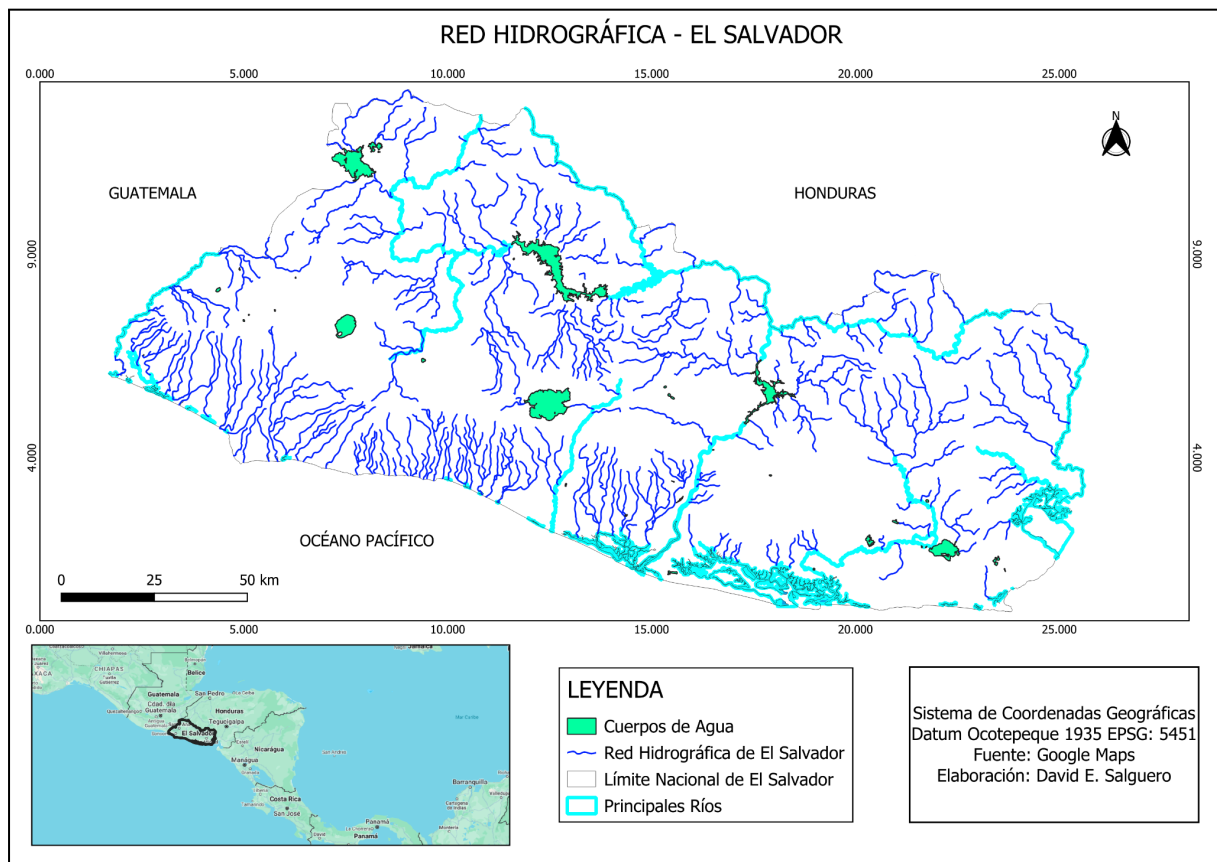


Figura 4: Red Hidrográfica de El Salvador
Elaboración: autor (2024)

Debido a la actividad volcánica en El Salvador, los lagos y lagunas pueden ser de diferentes orígenes, Guevara *et al* (2006, p 77-78), señalan que:

Entre los lagos y lagunas principales están: lago de Ilopango (70,4 km²) y lago de Coatepeque (24,8 km²), ambos de origen volcánico, mientras que el lago de Güija compartido con Guatemala (44,1 km²), laguna de Olomega (24,2 km²) y laguna El Jocotal (15 km²) son de origen tectónico.

De los principales lagos que se mencionan, está el lago de Coatepeque y el lago de Ilopango, sin embargo, estos lagos son de aguas contaminadas, según Vides (2023, p 2-3), “En 2019, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), determinó que las aguas del lago de Coatepeque no son aptas para el consumo humano, pero la mayoría de los pobladores de la zona consumen de esa agua.”, en estudios realizados se llegaron a encontrar micropartículas de plástico en los peces que se encuentran en el lago, todo debido a que se vierte una gran

cantidad de desechos sólidos y de aguas no tratadas, por lo que no se puede utilizar ni para los plantíos en las zonas aledañas.

Con respecto al agua del lago de Ilopango, Espinoza (2024, La Prensa Gráfica) expone que:

Los resultados preliminares de una investigación realizada por la Escuela de Física de la Universidad de El Salvador (UES) determinaron que el lago de Ilopango adolece de una fuerte contaminación de arsénico, cromo y plomo, varias veces superior al parámetro permitido, por lo que potabilizar su agua con métodos convencionales no es recomendable.

De igual forma que con el lago de Coatepeque, sucede en el lago de Ilopango, después de varios estudios realizados por la Universidad de El Salvador, se encontró una gran cantidad de arsénico, el cual es muy perjudicial para la salud, pudiendo generar cáncer y lesiones cutáneas, imposibilitando que se pueda utilizar el agua en la agricultura, plantíos, tampoco se puede potabilizar con métodos convencionales y mucho menos se puede pescar en el lago.

En Junio de 2019, la administración de Nayib Bukele, actual presidente de la República, anunció sus intenciones de una posible potabilización del agua del lago de Ilopango en cooperación con la República Popular China, en diciembre del 2023 se iniciaron con los primeros análisis para llevar a cabo dicha obra.

Problemas de gestión y distribución del agua en el país.

Como es habitual, estos problemas de gestión y distribución de agua, se debe a factores negativos que sólo afectan a las poblaciones más pobres, como ejemplo de ello, la sobreexplotación industrial que existe por empresas de bebidas embotelladas principalmente cocacola, que prácticamente, están secando mantos acuíferos muy importantes, haciendo uso desenfrenado del recurso hídrico, dejando sin agua a las personas que habitan en las comunidades aledañas a esos mantos acuíferos, y que con el pasar de los años, esta situación ha ido empeorando cada vez más a ritmos muy acelerados.

Según la fundación We Are Water (2022, We Are Water), “La mala gestión, la sobreexplotación de los acuíferos y las cuencas fluviales, la contaminación y, desde hace unos años, la

crisis climática han sido especialmente hirientes en el país.” Además de esa problemática, podemos agregar que esas empresas, arrojan muchos desechos sólidos y aguas no tratadas a los ríos en los que las personas que viven en esas zonas, utilizan esas aguas para la agricultura, para bañarse y muchas veces esas aguas contaminadas, es consumida por las comunidades.

Debido a toda esa mala gestión y sobreexplotación por parte de empresas multimillonarias de bebidas carbonatadas y a empresas de bienes raíces, a la cual campesinos de las zonas afectadas les llaman de “proyectos de muerte”, porque precisamente es lo que están causando en la población, ya que los están dejando sin el líquido vital, y sin agua no hay vida. Además de que las personas que viven en los alrededores de donde se da esa sobreexplotación, se quedan sin agua, también contraen enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada y por los químicos que son utilizados en plantaciones de diferentes tipos que se dan en El Salvador, plantaciones que muchas veces se encuentran al lado de las escuelas, y los niños y niñas empiezan a presentar problemas de diarrea crónica y otras personas con problemas de insuficiencia renal, deteriorando la calidad de vida de las personas que consumen alimentos que son “lavados” con agua contaminada y los pequeños cultivos también se ven afectados, pues usan esa agua contaminada para regar sus plantaciones produciendo cultivos de bajo nivel de calidad.

Estrés Hídrico en El Salvador

La situación de estrés hídrico en El Salvador, es realmente crítica, pues de los más de 300 ríos importantes que existen en el país, han perdido entre el 30 y 70% gradualmente de su caudal, incluyendo al río más grande de El Salvador, el río Lempa.

La situación es realmente impactante, porque de los ríos más importantes que no ha perdido su caudal, es el río Acelhuate, debido a que está siendo alimentado constantemente por aguas negras y desechos sólidos de las grandes empresas.

Debido a toda esa problemática del agua muy crítica y triste a la vez, Álvarez (2023, La Prensa Gráfica), señala que:

En el caso de El Salvador, el estrés hídrico es un problema particularmente grave debido a la combinación de factores como la deforestación, la contaminación humana e industrial, y las variaciones climáticas. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo, El Salvador es uno de los países más vulnerables al estrés hídrico en Centroamérica, y se espera que la situación empeore en el futuro debido a los escenarios climáticos proyectados, y por supuesto, por el aumento de la demanda del agua.

En El Salvador, el estrés hídrico debería ser de interés nacional ya que está en un estado muy crítico y que están relacionados por diversos factores, destacando a la deforestación, pues degrada en gran medida a los ecosistemas hídricos, además de eso, podemos mencionar la contaminación que los humanos generamos y también la contaminación industrial, la cual está comprometiendo la calidad y la disponibilidad del agua en el país.

Últimamente, las variaciones climáticas que están ocurriendo en El Salvador, acompañado de la contaminación generada por las empresas de bienes raíces, embotelladoras y la deforestación, etc., ayuda en gran manera con el estrés hídrico en el país y es muy viable que esa situación empeore si no se empiezan a imponer leyes contra la mala gestión y explotación del agua que existe.

Factores que contribuyen al Estrés Hídrico en el país.

Como ya hemos mencionado, el estrés hídrico en su mayoría se da por la mala gestión del agua en la que grandes empresas sobreexplotan el recurso hídrico, pero además de esos factores, también podemos mencionar el cambio climático y la deforestación masiva que existe en El Salvador. Por lo cual, Chinchilla y Quijano (2017, comunica.edu.sv) dicen que:

Entre los factores que provocan este fenómeno se encuentra el cambio climático, lo cual permite que haya tormentas aisladas de muy corta duración o muy intensas. El suelo tiene cierta capacidad de infiltración, es decir, se absorbe a cierta velocidad. Si la intensidad de la lluvia es mucho mayor que esta, lo que sucede es que escurre de forma superficial. Llega hasta los ríos y quebradas, drenándose rápidamente. Esto causa que a las dos o tres horas, el agua vuelva a bajar y llegue finalmente al océano. En segundo lugar se encuentra la deforestación, una de las principales causas que se deberían evitar. La razón es porque los árboles ayudan a tener una mayor cobertura para el impacto de las lluvias, lo que provoca que las gotas caigan con menos intensidad a la superficie y de esta manera permiten que el suelo aproveche mejor este recurso. Además, ayuda a que el agua se filtre adecuadamente. Por último, la distribución de las precipitaciones, en otras palabras, llueve más en algunas zonas que en otras. Dentro del país, el territorio que se ve más afectado ha sido la parte oriental; teniendo periodos acumulados de déficit de precipitación. Estas causas han ocasionado que muchos ríos transporten agua solamente en periodos de lluvia. A este fenómeno se le denomina: quebradas de invierno.

Teniendo en cuenta el texto anterior, necesitamos políticas a nivel de país para combatir y poder castigar la tala de árboles que muchas veces, se da de forma clandestina, perjudicando mucho a la flora y fauna local y trayendo consecuencias más críticas con el

estrés hídrico, también políticas del agua que sea beneficiosa para la población en general, y que no beneficie a algunos pocos como hasta en la actualidad está siendo.

Impacto del Estrés Hídrico en la población salvadoreña

La privatización del agua en El Salvador, ha sido de los últimos temas de interés nacional que han ocurrido, pues dicha privatización fue propuesta por la Asociación Nacional de la Empresa Privada (ANEP), que son los principales causantes del estrés hídrico en el país debido a sus grandes proyectos en los que hacen una sobreexplotación del agua, y según la propuesta de la ANEP, la distribución sería: 2 representantes de la ANEP, 2 representantes de la Corporación de Municipalidades de la República de El Salvador (COMURES) y un representante designado por el Presidente de la República de El Salvador, ante lo cual, muchos sindicatos de trabajadores organizaciones y en contra de la privatización del agua, principalmente la Universidad de El Salvador (UES), se organizaron y salieron a marchar en contra de dicha propuesta de privatización del agua en el 2018. (fig 5 y 6)



Figura 5 y 6: Estudiantes organizados de la Universidad de El Salvador en marcha contra la privatización del agua
Fuente: Jaime Mejía (2018)

Partiendo de la distribución de los que estarían a cargo del agua en el país, muchas personas quedaron inconformes porque no estaba distribuido de forma equitativa, el rector de la Universidad de El Salvador, llevaba la carta de correspondencia para que fuera analizada por los diputados que conformaban la Asamblea Legislativa de El Salvador. En esa marcha en contra de la privatización del agua, se ejerció tanta presión en contra de la ANEP que al final no fue aprobada la privatización del agua.

El estrés hídrico por el cual está pasando El Salvador, es sentido a nivel nacional pero causa un impacto más grande en las poblaciones más pobres y vulnerables del país, o sea es

más evidente en la clase media-baja y baja salvadoreña, muchas de las veces, esas poblaciones se encuentran en la zona rural del país, sin embargo, uno de los municipios que se han visto afectados se sitúa en el área metropolitana de San Salvador, municipio llamado Soyapango, las personas de ese municipio se han levantado varias veces en contra del gobierno y de su distribuidora de agua, la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANANDA), debido a la incompetencia a la hora del abastecimiento del vital líquido, debido a ello, a principios del 2020 después de varias semanas sin agua, las personas de ese municipio salieron a protestar por la inconformidad y falta de agua en sus casa, causando que el gobierno les enviara camiones cisterna como método de apaciguar la situación hídrica en Soyapango, pero que sin embargo, los habitantes se seguían quejando de esas medidas temporales y exigían al gobierno poder tener agua potable en los grifos de sus casas, porque es derecho de todas las personas contar con agua potable y limpia. (fig 7)



Figura 7: Habitantes de Soyapango protestando por la falta de agua
Fuente: Jorge Cuéllar, NACLA (2020)

Las tormentas tropicales que atraviesan el país también juegan un papel fundamental en el estrés hídrico de El Salvador, tanto la tormenta tropical Amanda como el COVID-19, según Cuéllar (2020), “han expuesto dramáticamente cómo la falta de inclusión del agua como un elemento clave de los planes de seguridad ciudadana y salud pública.” Además que esas tormentas contribuyen con el estrés hídrico ya que son lluvias muy intensas y causan erosión en el suelo, y es debido a que los grandes productores de caña y de café están sobreexplotando el suelo, están generando suelos secos, los cuales pierden sus nutrientes en casi su totalidad y también

se pierde la capacidad del suelo poder retener el agua. Según Cuéllar (2020, NACLA), apunta que:

En los escenarios estadísticos y climatológicos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe sobre la disponibilidad a futuro del agua en Centroamérica, proyectan que El Salvador será el más afectado. Si bien los países vecinos con costas caribeñas enfrentarán una disminución en el agua consumible, las lluvias activas aún promoverán la reposición de los acuíferos. Pero en El Salvador, una combinación de sequía, sobrepoblación y una temporada de lluvias más corta augura un futuro de gran estrés hídrico.

Durante la tormenta tropical Amanda 2020, se calcula que en un lapso de tiempo de 24hrs, llovió el 10% de la cantidad total que suele llover anualmente en El Salvador, generando deslizamientos en diversos puntos vulnerables del país e inundaciones, causando que muchos ríos se salieran de su cauce, muchas familias afectadas a nivel nacional, con pérdidas materiales y humanas. Ese tipo de tormentas, es muy habitual que afecte a toda o la mayoría de la red eléctrica, telefónica, las conexiones viales y también se interrumpe el servicio del agua.

Consecuencias del estrés hídrico en el acceso y permanencia a la educación en El Salvador.

El estrés hídrico en El Salvador, ha afectado mucho el acceso que se tiene en el país a la educación, mientras que hay colegios lujosos, que cuentan con una estructura excelente, con todos los implementos y equipos necesarios para que los estudiantes puedan desarrollar sus capacidades en diferentes áreas de estudio, que cuestan cientos de dólares las matrículas y mensualidades, también existen escuelas que carecen con todo lo antes mencionado y mucho más.

Dicha situación, ha llevado a que los directores de los centros educativos, en su mayoría escuelas (entiéndase que las escuelas a nivel nacional son públicas y los colegios son de carácter privado, con pequeñas y pocas excepciones de colegios mixtos), adopten medidas en las escuelas principalmente en verano, como por ejemplo el acortamiento del tiempo de clases de 7:00 am a 9:30 am siendo que normalmente el período matutino en las escuelas es de 7:00 am a 12:00 md, y en el período vespertino, las clases son de 1:00 pm a 3:30 pm, cuando el horario normal sería de 1:00 pm a 5:00 pm, en varias escuelas se acordó reducir las horas de clase, primeramente porque el agua disponible en los centros educativos, a duras

penas alcanza para mantener los sanitarios en condiciones aceptables, situación que en otras muchas escuelas, los sanitarios no son salubres.

Debido a que el estrés hídrico es tan crítico, que en muchas de las escuelas del país, no cuentan con agua potable, algunas escuelas reciben agua potable alrededor de una hora o dos como máximo y no se sabe el horario exacto en el que caerá agua, muchas veces en las zonas rurales, piden agua a los vecinos más cercanos que tienen agua de pozo, pero que no es agua potable, situación que muchas veces imposibilita que los padres manden a sus hijos a estudiar, porque no tienen agua en sus casas ni para lavar los uniformes de sus hijos.

En los centros educativos, se nota mucho la inasistencia de estudiantes por falta de agua en las escuelas, y falta de agua en sus casas, lo que conlleva a que las madres (en su mayoría), salgan a buscar agua a ríos cercanos en “cántaros” y llevan a sus hijos para que también lleven agua para el consumo del día a día, muchas veces el agua que es utilizada para el consumo, para lavar alimentos, para el aseo personal, etc., es agua contaminada, pero como no hay más opciones o alternativas, les toca usar el agua aunque esté contaminada. (fig 8 y 9)

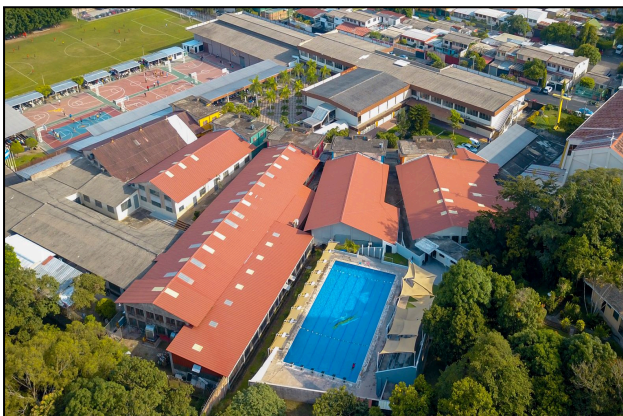


Figura 8: Instalación de un colegio en San Salvador
fuente: Ricaldone, (2019)



Figura 9: Instalación de una escuela en zonas rurales de Sonsonate
fuente: Jonathan Funes, (2023)

En El Salvador, la gran brecha que existe entre ricos y pobres es muy notable, ya que si las personas tienen dinero, tienen derecho a buena estructura, servicios de agua luz e internet, o sea que el agua es un negocio de las empresas privadas que hacen de este bien vital, una mercancía, dejando casi inaccesible ese recurso para la gran mayoría de salvadoreños.

Metodología:

La metodología para la realización del artículo se constituyó en 2 fases diferenciadas; la primera fase consiste en la revisión bibliográfica analizando el período 2012 - 2022, con un contexto de la ubicación, actividad volcánica y del estrés hídrico en El Salvador para comprender el actual estado del agua disponible en el país. La investigación bibliográfica, según Amaral (2007, p 1), es:

“...] un paso fundamental en todo trabajo científico que influirá en todas las etapas de la investigación, ya que da la base teórica sobre la que se sustentará el trabajo. Consisten en estudio, selección, registro y archivo de información relacionados con la investigación.”

Una vez recopilada toda la información, se destacan algunos de los aspectos que ocasionan y agravan la situación hídrica en El Salvador, los recursos hídricos disponibles de buena calidad, gestión y distribución del agua, los impactos que tiene el estrés hídrico en el territorio salvadoreño entre ellos planes y acciones educativas que se ven obligados a implementar debido a la falta de agua en los centros educativos.

En la segunda fase se hizo un sondeo de los ríos más importantes de El Salvador, con el fin de identificar su ubicación, la distribución, gestión y contaminación de los mismos. Según Lupinacci y Silva (2012, p 3), van a decir que: “La representación cartográfica del relieve puede ofrecer datos sobre las condiciones locales para la ocupación o, aún, en caso de ocupación ya efectiva, puede auxiliar en la identificación de áreas potencialmente problemáticas en el futuro.” traducción propia.

Para llevar a cabo esta fase cartográfica, se dispuso de tecnología y aplicaciones (hardware y software), determinadas por las necesidades durante el transcurso de la implantación. Herramientas como computadoras, el software utilizado: QGIS y sus plugins y el acceso a internet, han sido elementos principales para el desarrollo de dicha fase en el artículo científico. La realización del mapa de El Salvador, realizado en QGIS, fue hecho detallando las zonas del país a través de un mapa político que delimita a su vez los departamentos que componen cada zona.

Para el mapeamiento de la red hidrográfica de El Salvador, se utilizó una impresora 3D y filamento PLA, en conjunto con el software QGIS , el plugin DEMto3D e imágenes satelitales del Landsat 8, con acceso gratuito en la plataforma USGS EarthExplorer,

permitiendo la realización de un mapa 3D con el relieve de El Salvador. Dicho mapa muestra cómo la red hidrográfica se extiende por todo el territorio nacional.

Para una aplicación de este contenido en sala de aula y con el material didáctico de la maqueta de relieve e hidrografía de El Salvador, el plano de aula se encuentra en los anexos.

Posibles soluciones

La teledetección en El Salvador, debe ser empleada desde la raíz de modo que se pueda desarrollar una investigación con participación de profesores y alumnos en los centros educativos, de modo que se ofrezcan herramientas innovadoras para el desarrollo e interés por la comunidad estudiantil sobre la teledetección y los beneficios que esta tiene para amenizar los impactos ambientales y concientizar a la población en general sobre la problemática del estrés hídrico en El Salvador. Por lo que Nascimento (2019, p. 1211) va a decir que: “El aprendizaje dependerá del método de enseñanza y factores que determinan el éxito o fracaso de los estudiantes en la conquista del entendimiento de las cosas, o sea, en la construcción de su conocimiento.” Entonces dependerá de los métodos y técnicas utilizados por los profesores a la hora de enseñar a sus alumnos, teniendo en cuenta que cada alumno tiene formas diferentes de aprender y también ritmos diferentes de captar las informaciones, pero también se necesitan de capacitaciones para que los profesores puedan aprender sobre la teledetección y sus beneficios, para poder transmitir el conocimiento a sus alumnos.

Debido a que este tema trata de abordar la muy importante pero muy escasa utilización que existe en El Salvador de la teledetección como una herramienta educativa y de gestión ambiental, se podrían hacer talleres en las comunidades más afectadas para que sepan cómo actuar apegados a la ley para minimizar los impactos a nivel de país, haciendo uso de la teledetección pues consideramos que es una herramienta muy importante para diferentes fines, como ejemplo de ello: el monitoreamiento ambiental, observar las pérdidas de áreas húmedas y lo más importante, el estrés hídrico.

La elección de este tema se basa en la importancia de concientizar y envolver a profesores y estudiantes y a la población en general en el cuidado y preservación de los recursos naturales en El Salvador y que se organicen para luchar en contra de la privatización

del agua y exigir una buena gestión y distribución del agua, haciendo uso de varias herramientas que se pueden utilizar con la teledetección.

Teniendo en cuenta que en el país, no se enseña geografía como materia individual en las escuelas, sino que está insertada en otra materia llamada “Estudios Sociales” en la cual se abordan varios temas de la geografía como tal pero de una manera muy general, una reforma a la educación en El Salvador con la implementación de temas como el estrés hídrico, las causas y consecuencias que tiene en la población, sería una buena opción para poder informar a toda la población para que estén mejor preparados para poder luchar y defender el recurso hídrico con el que cuenta el país pero que la empresa privada se lo está acabando.

Resultados obtenidos: Línea del tiempo viendo cómo el estrés hídrico ha aumentado en El Salvador (Figs 10, 11 y 12)

Figura 10 – Fotos representativas del Caso del Río Lempa, San Vicente, El Salvador. Los mapas a) diciembre de 2012, b) noviembre de 2017 y, c) octubre de 2023.

a)



b)



c)



Organizado por: autor, 2024
fuente: Google Earth Pro, 2024

En las imágenes anteriores podemos observar que el Río Lempa, San Vicente, ha sufrido una pérdida significativa gradual de su cuenca, siendo que las imágenes del 2012 y 2017 son de noviembre y diciembre, respectivamente, o sea, verano en El Salvador, en teoría. el río tendría que estar con un mayor cauce debido a que estaría siendo alimentado por los flujos de los ríos que tienen desembocadura en el Río Lempa, pero que debido al estrés hídrico, la situación ha ido empeorando, mientras que la tercera imagen, es de octubre 2023, es en período lluvioso en El Salvador, pues es invierno y es la imagen en la que más se puede observar que el río ha perdido mucho de su cauce.

Dichas imágenes pueden ser de gran importancia en estudios ambientales ya que a través de ellas se puede evidenciar que el estrés hídrico está golpeando fuertemente a los ríos más importantes del país, además, en esa zona se dan muchas plantaciones grandes y pequeñas, y que han estado sufriendo por causa de la sequía, además, esa ubicación es muy turística, pues muchos salvadoreños aprovechan a apreciar la vista desde el Puente Cuscatlán, y la economía en ese lugar se basa mucho en el turismo, pero cuando el río está muy seco, las personas no hacen la respectiva parada para apreciar la vista, ni mucho menos para consumir productos en los pueblos cercanos, viéndose así, afectada la economía de muchas familias que viven en la zona.

Figura 11 – Fotos representativas del Caso del Río Paz, Ahuachapán, El Salvador. Los mapas a) noviembre de 2012, b) noviembre de 2017 y, c) diciembre de 2023.

a)



b)



c)



Organizado por: autor, 2024
fuente: Google Earth Pro, 2024

En este caso, todas las imágenes son de los meses de noviembre y diciembre, verano en El Salvador, en las cuales también se ha observado una pérdida del cauce del Río Paz, además de eso, se nota como el curso del río también ha cambiado con el pasar de los años y probablemente por acciones humanas, la zona estudiada se nota que sufre de mucha deforestación en la orilla del río y en las zonas cercanas, de seguir con esas prácticas, el río podría llegar a estar seco totalmente en verano y con poca agua en invierno.

De igual forma, en la zona existe un Centro Ecoturístico, el cual es visitado tanto por nacionales y extranjeros del país vecino Guatemala, contribuyendo con la economía local, pues las personas de la zona, viven de la venta de pescados, golosinas y todo tipo de comida y otra parte de la población, viven de la agricultura y de la ganadería.

Estas imágenes pueden ayudar a que las alcaldías de ambos países (Guatemala al Norte del Río Paz y El Salvador al sur del Río Paz), a poner cartas en el asunto e implementar acuerdos para preservar la vegetación en las orillas del río para no dejar que se seque, también se observa que la cantidad de personas que viven en esa zona, ha ido creciendo gradualmente, por lo que, hacen uso del agua del Río Paz, como fuente de irrigación de cultivos, para ducharse y para el consumo humano.

Figura 12 – Fotos representativas del Caso del Río Goascorán, La Unión, El Salvador. Los mapas a) diciembre de 2012, b) agosto de 2017 y, c) agosto de 2023.



b)



c)



Organizado por: autor, 2024
fuente: Google Earth Pro, 2024

En estas imágenes del Río Goascorán, La Unión, el cual como en el caso anterior del Río Paz, funciona como frontera entre Honduras y El Salvador (al norte Honduras y al sur El Salvador), en ese período de tiempo ocurrió como en el Río Paz, siendo que la primera imagen es de verano y las últimas dos son imágenes captadas en invierno, también se observa que el río ha venido perdiendo su cauce aunque sea la época lluviosa de El Salvador, en este caso, las irresponsabilidades de ambos países ha causado con que el río se vaya secando, aunque en El Salvador existe una ley que prohíbe que se extraigan rocas y arena del río porque no es beneficioso para el mismo, en la parte de Honduras, no siguen las leyes y además de eso, son arrojados desechos sólidos, aguas no tratadas, animales muertos, etc y es

el agua que las pequeñas comunidades salvadoreñas usan para lavar ropa, alimentos, ducharse, consumir y utilizar en los cultivos.

Consideraciones finales:

Para finalizar, podemos decir que El Salvador, como muchos otros países, enfrenta una serie de desafíos relacionados con la gestión y distribución del agua, así como con la preservación de sus recursos hídricos en un contexto de estrés hídrico y escasez. A lo largo de este análisis, se ha destacado la diversidad geográfica del país, que va desde sus altas montañas hasta sus valles y llanuras, pasando por una marcada actividad volcánica y tectónica que contribuye a la formación de embalses, lagos y lagunas.

Sin embargo, esta riqueza natural se ve amenazada por una serie de factores, entre ellos la contaminación de los ríos, lagos y acuíferos, así como la sobreexplotación de los recursos hídricos por parte de industrias y empresas privadas. La deforestación y el cambio climático también juegan un papel importante en el estrés hídrico del país, exacerbando la escasez de agua y afectando la disponibilidad de este recurso vital.

En este contexto, se han identificado diversas consecuencias del estrés hídrico en la población salvadoreña, especialmente en las comunidades más pobres y vulnerables, donde la falta de acceso al agua potable afecta no solo la salud, sino también el acceso a la educación y el desarrollo socioeconómico. La privatización propuesta del agua ha generado protestas y movilizaciones sociales, evidenciando la importancia de este recurso y la necesidad de una gestión equitativa y sostenible.

Se han propuesto posibles soluciones para abordar esta problemática, que van desde el uso de la teledetección como herramienta educativa y de gestión ambiental hasta la implementación de políticas públicas que promuevan una distribución equitativa del agua y la preservación de los recursos hídricos. Sin embargo, estas soluciones requieren un enfoque integral y la participación activa de todos los sectores de la sociedad para lograr un manejo sostenible del agua en El Salvador.

Referencias bibliográficas:

AMARAL, J. J. F. Como fazer uma pesquisa bibliográfica. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará, 2007. Disponible en: <http://200.17.137.109:8081/xiscanoe/courses-1/mentoring/tutoring/Como%20fazer%20pesquisa%20bibliografica.pdf>.

ÁLVAREZ, J.. La Prensa Gráfica, Estrés hídrico: impactos económicos y desafíos, Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/opinion/Estres-hidrico-impactos-economicos-y-desafios-20231116-0089.html>.

CHINCHILLA, G.; QUIJANO, K, Comunica.edu.sv, Situación hídrica de El Salvador, Disponible en: <https://comunica.edu.sv/archivo/situacion-hidrica-de-el-salvador/>.

CHRISTOFOLETTI, A., Geomorfologia, 2da edição - 1980, São Paulo: Blucher 1980

CUÉLLAR, J., NACLA, La Crisis Hidrosocial de El Salvador, Disponible en: <https://nacla.org/news/2020/09/23/agua-privatizacion-crisis-hidrosocial-el-salvador#:~:text=Las%20consecuencias%20de%20la%20mala.potable%20embotellada%20a%20los%20salvadore%C3%B1os>.

ESPINOZA, C, La Prensa Gráfica, Agua del lago de Ilopango no es apta para potabilizar, para usos agropecuarios ni bañarse, advierte estudio de la UES, Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Agua-del-lago-de-Ilopango-no-es-apta-para-potabilizar-para-usos-agropecuarios-ni-banarse-advierte-estudio-de-la-UES-20240322-0099.html>.

Fundación Maquilishuatl, “Aprendamos a protegernos” El Agua contaminada, Disponible en: <http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/222/el-agua-contaminada.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Alrededor%20del%2090%25%20de%20los.activi%2D%20dad%20de%20las%20f%C3%A1bricas.&text=Una%20industria%20es%20m%C3%A1s%20beneficiosa.bien%20y%20contami%2D%20na%20menos>.

GUEVARA, M. *et al.* 2006. Estado de las aguas subterráneas en El Salvador. Boletín Geológico y Minero, 117 (1): 75-88, Disponible en: https://www.igme.es/boletin/2006/117_1_2006/Art.6.PDF.

IBARRA, A. M, *et al*, Unidad Ecológica Salvadoreña -UNES, Elementos Básicos Para La Gestión Sustentable De Las Cuencas Hidrográficas En El Salvador: Una Propuesta Metodológica para la Participación Comunitaria, Primera Edición Marzo 2006, Disponible en: <https://www.unes.org.sv/wp-content/uploads/2017/02/Cuencas-Hidrogr%C3%A1ficas-en-El-Salvador.pdf>.

LUPINACCI, C; SILVA, D., CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem Rio Claro (SP) – Vol.7 – n.1-2 – janeiro/dezembro/2012, p. 22

MEJÍA, J., Ciencias Sociales, Multitudinaria marcha de la Universidad de El Salvador en contra de la privatización del agua, Disponible en: <https://sociales.humanidades.ues.edu.sv/blog/post/en-contra-de-la-privatizacion-del-agua>.

NASCIMENTO, R., 14 Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia, Políticas, Linguagens e Trajetórias, Educação Geográfica, Neurociência e Metodologia Ativa: Aprendizagens para a Cartografia Escolar, através da Construção de Recursos Didáticos, Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/anais14enpeg/article/view/2963/2826>.

VIDES, W. (2023), Unidad Ecológica Salvadoreña, Falta de institucionalidad en el Lago de Coatepeque, Disponível em: <https://unes.org.sv/wp-content/uploads/2023/04/Falta-de-institucionalidad-en-el-Lago-de-Coatepeque.pdf>

We Are Water Foundation, El Salvador: la inacabable lucha por el agua, Disponível em: <https://www.wearewater.org/es/insights/el-salvador-la-inacabable-lucha-por-el-agua/>.