

Estudio final Proyecto de observatorio

Monitoreo y Análisis de Variables Climáticas

SmartLand - Gestión inteligente del territorio



UTPL
La Universidad Católica de Loja

marzo de 2023
Loja - Ecuador

Contenido

1. Introducción	3
2. Objetivos.	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos específicos.	5
3. Indicadores	5
4. Resultados	6
5. Vinculación con la sociedad	21
6. Conclusiones.....	22
7. Recomendaciones	24

1. Introducción

Las actividades humanas para el desarrollo económico, como la producción de energía, procesos industriales, cambio de uso de suelos y agricultura (incluyendo los desechos resultantes) han provocado un exceso de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (MAE, 2017). Las emisiones de GEI han alterado la composición química atmosférica que resulta en cambios significativos del clima global y regional (IPCC, 2018). Las emisiones pasadas de los GEI han provocado un aumento de la temperatura media global por 1,0 °C en el período 2001–2020 comparado con el período 1850–1900 (IPCC, 2021).

Este aumento de la temperatura media global lleva a la reducción de los glaciares continentales y las capas polares, que juntamente con el incremento de la temperatura oceánica (expansión térmica); resulta en un incremento del nivel del mar. Además, se observa variaciones en la distribución de las precipitaciones y eventos extremos más frecuentes (sequías, olas de calor, inundaciones, tormentas, etc.). Todos estos efectos provocan la reducción en la producción alimentaria y la redistribución geográfica de plagas y enfermedades, así como aumenta el riesgo de desastres naturales (FAO, 2021; IPCC, 2021).

Al considerar que los efectos del Cambio Climático (CC) no son iguales en todas las regiones, en Ecuador existen solo pocos estudios regionales, provinciales o locales (Rivadeneira Vera et al., 2019; Aguirre et al., 2015), debido a la escasa información respecto al clima y la baja densidad de la red de estaciones meteorológicas (Bendix et al., 2017; Mejía et al., 2019). Esto resulta en inexactitudes respecto a los efectos y magnitudes del CC en las diferentes regiones y en complicaciones respecto a implementación de estrategias para la adaptación y mitigación. Además, el análisis de las variables meteorológicas debe ser un proceso confiable y continuo para mejorar la toma de decisiones relacionadas con el CC, específicamente para los gobiernos regionales y locales (GADs) de la Región 7 del Ecuador, como también para el servicio nacional de riesgos y emergencias.

El Observatorio de Clima mediante su red de estaciones y radares meteorológicas está monitoreando y analizando las variables meteorológicas desde 2011. La base de datos existente provee información confiable en cantidad y calidad

sobre el clima en la provincia y el cantón Loja. Sin embargo, el análisis de las variables meteorológicas debe ser un proceso continuo para fortalecer la conciencia en los gobiernos y la sociedad respecto a los efectos actuales y futuras del CC en la región, y así mejorar la toma de decisiones relacionadas respecto a la mitigación y adaptación al CC.

Este proyecto está vinculado con el ODS 13 que hace referencia a la adaptación de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, así como al eje de Transición Ecológica (no. 4) del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador (2021), específicamente con el objetivo 12 que pretende “Fomentar modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al Cambio Climático”. Esto incluye también garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, como el Plan Nacional de Desarrollo nacional de Ecuador (2022) aclaró. Respecto a las Líneas Estratégicas de Loja Sostenible 2030, este proyecto apoya el Hub de conectividad física y digital, ya que La información recopilada de las estaciones meteorológicas se facilitará en tiempo real a toda la población mediante una aplicación móvil (WeatherLink; Davis Instruments, 2022) y mediante la página web del Observatorio de Clima (<https://vinculacion.utpl.edu.ec/es/observatorios/clima>).

2. Objetivos.

2.1. Objetivo General.

Monitorear y analizar Variables Climáticas

2.2. Objetivos específicos.

- a) Recolectar información climática mediante las estaciones meteorológicas e incrementar la base de datos existente.
- b) Rehabilitar los radares meteorológicos instalados en el cerro Guachaurco (Célica) y el cerro El Tiro (Loja).
- c) Analizar la información recopilada y generar mapas temáticos y gráficos para preparar recursos informativos y didácticos.

3. Indicadores

OE a)

La recolección de información meteorológica es fundamental para todo tipo de investigación. La base de datos existente de las estaciones UTPL incluye ocho estaciones, ubicadas en los cantones Loja y Catamayo, y cubre actualmente el periodo 2011 – 2023. Las variables meteorológicas registradas no solo servirían para los proyectos internos de la UTPL, sino también a la sociedad, los gobiernos regionales y locales (GADs), así como para el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ya que información detallada es escasa. Debido a esto, este proyecto garantizó la recolección de esta información; más aun instaló nuevos sensores (calidad de aire) para facilitar más información para diferentes estudios y a la sociedad.

OE b)

La recuperación de los radares meteorológicos facilitara información respecto a la precipitación con una resolución espacial de 500 m hasta 100 m y una resolución temporal de 5 min para las provincias El Oro y Loja (radar GUAXX ubicado en el Cerro Guachaurco, Célica) y para la ciudad de Loja (radar LOXX ubicado en el Cerro El Tiro,

Loja). Con esta información es posible investigar la distribución de la precipitación, analizar eventos extremos, etc., que no solo serviría a la sociedad, sino también a los gobiernos regionales y locales (GADs), así como para el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

OE c)

En base de la información recopilada y analizada de las estaciones meteorológicas de la UTPL, se generaron gráficos y mapas mensuales y anuales, así como información respecto a eventos extremos, particularmente para la hoya de la ciudad de Loja. Los resultados obtenidos servirán para preparar recursos informativos y didácticos para la sociedad y los gobiernos regionales y locales (GADs).

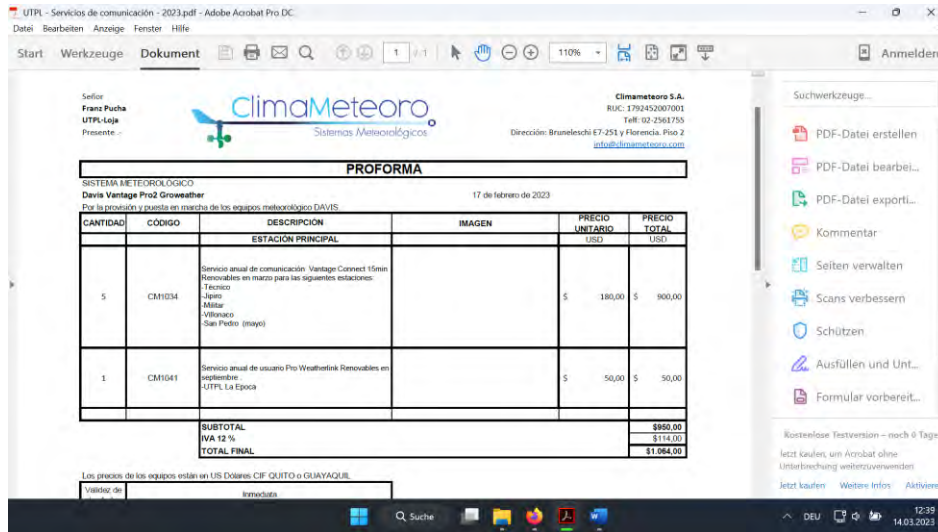
4. Resultados

OE a)

La información meteorológica recopilada de todas las estaciones esta transmitido en tiempo real en un intervalo de 15min (Figura 1). Para esto, todas las estaciones están equipados con una tarjeta “WeatherLink Live” que envía los datos a un servidor donde están descargados. Durante el año 2022 se instaló una tarjeta en la estación “Cajanuma” (Finca UTPL), la cual fue la única sin este servicio (Figura 2). Todas las estaciones transmitieron exitosamente la información, con excepción de la estación San Lucas (Paramo) la cual solo funcionó adecuadamente hasta junio 2022, debido a un daño de la tarjeta de transmisión en tiempo real. El análisis de los técnicos de la compañía en Quito resultó en un daño irreparable, por lo que se debe reemplazar la tarjeta para registrar la información nuevamente. Sin embargo, la información existente en los bancos de datos de todas las estaciones se incrementó y cómpreda el periodo 2011 – 2023 en este momento.

Figura 1.

Factura para la transmisión en tiempo real para el año 2022



Adicionalmente, se instaló 4 sensores de calidad de aire en sitios específicos dentro y en las afueras de la ciudad de Loja (Campus UTPL (Figura 3), Finca UTPL, Parque Central = oficinas UTPL, y Época). Los sensores miden las partículas que están presentes en el aire y calculan automáticamente el “Air Quality Index” (AQI), utilizado para determinar la calidad del aire en muchos países del mundo (Figura 2).

Figura 2.

Factura para los sensores de calidad de aire y la tarjeta para Cajanuma para la transmisión en tiempo real

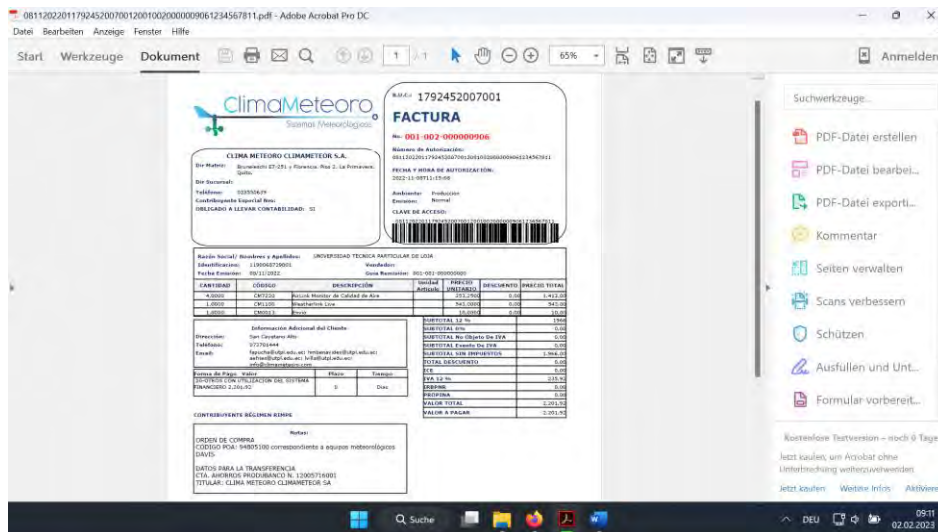


Figura 3.

Sensor de calidad de aire, instalada en el Campus UTPL



La información recolectada y enviada en tiempo real, también está disponible para la sociedad mediante el visor del Observatorio Clima (<https://vinculacion.utpl.edu.ec/es/observatorios/clima>) y una aplicación móvil que se puede instalar en cualquier teléfono celular (Figura 4). El manual para la instalación se encuentra en el siguiente enlace: <https://vinculacion.utpl.edu.ec/es/manual-de-acceso-las-estaciones-meteorol%C3%B3gicas-de-la-utpl>. Una captura de pantalla de los bases de datos se encuentra en el **Anexo A**.

Debo aclarar, en la página web solo se puede visualizar los datos actuales e históricos, mientras que en la aplicación móvil solo se puede ver los datos registrados de las últimas 24 horas. Para obtener los datos se debe presentar un oficio que indica para que los datos serán utilizados, es decir, solo con autorización.

Figura 4.

Captura de Pantalla de la aplicación móvil.



OE b)

Radar LOXX:

Al inicio del año 2022 se realizó una inspección técnica del radar meteorológico LOXX, ubicado en el Cerro El Tiro en el límite entre las provincias Loja y Yamora-Chinchipe (Figura 5), debido a que el radar se apaga automáticamente algunos segundos después el arranque. La inspección resultó en un problema con el suministro de energía de alto voltaje, por lo que el radar se apaga automáticamente por seguridad para evitar daños severos. Se llevo la unidad de control del radar al taller técnico para una revisión mas profundo. Sin embargo, no se puede detectar la falla exacta hasta el momento. En el transcurso del próximo mes se hará otra prueba en campo para intentar recuperar el radar. Los costos para la reparación fueron asumidos por la Phillips-Universidad Marburg/Alemania (7000,00€). Debo aclarar que el radar LOXX se encuentra fuera de su vida útil, por lo que una rehabilitación a cualquier costo no es factible.

Figura 5.

Radar LOXX



Radar GUAXX:

Al inicio del año 2022 se realizó una inspección técnica del radar meteorológico GUAXX también. Entre mayo y julio 2022 se realizó el mantenimiento de la infraestructura (caseta, torre, etc.) del radar meteorológico GUAXX, ubicado en el Cerro Guachurco, ya que después 10 años en uso una revisión general fue necesario para garantizar la seguridad de las personas (se adjunta el oficio de aprobación y el informe de entrega de la obra, **Anexo B**). El mantenimiento del radar tenía un costo de 6034,30 US\$ y fue financiado por la Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Departamento

Ingeniería Civil, es decir, esta rúbrica no fue incluido en el presupuesto para el observatorio.

Los repuestos necesarios para la rehabilitación del radar GUAXX fueron comprados (valor: 34800,00 €) por la Philipps-Universidad Marburg/ Alemania y enviados a la UTPL para su instalación (Figura 6). Además, la Phillips-Universidad de Marburg/ Alemania ha asumido los costos para el acompañamiento técnico durante la instalación de repuestos (1000,00€). Los repuestos incluyeron el Waveguide (Guia de onda; Figura 7) y la Head-Unit completa del radar, que incluye el motor, el magnetrón, los trajes y otros componentes electrónicos (Figura 8).

Figura 6.

Paquete enviado desde Alemania que incluyo los repuestos



Figura 7.

Waveguide (Guia de onda) nuevo instalado en el radar GUAXX



Figura 8.

Head-Unit nueva instalada en el radar GUAXX



Aun con los nuevos equipos instalados el radar GUAXX presentó el mismo problema, más preciso, no se detecta radiación por lo que no se guarda información respecto a la precipitación. El radar GUAXX arrancó correctamente, sin errores y inicia el escaneo (Figura 9); sin embargo, no se detecta o se procesa la radiación recibida, por lo que los imágenes guardados no contienen información (imágenes negras, Figura 10).

Figura 9.

Radar GUAXX escaneando

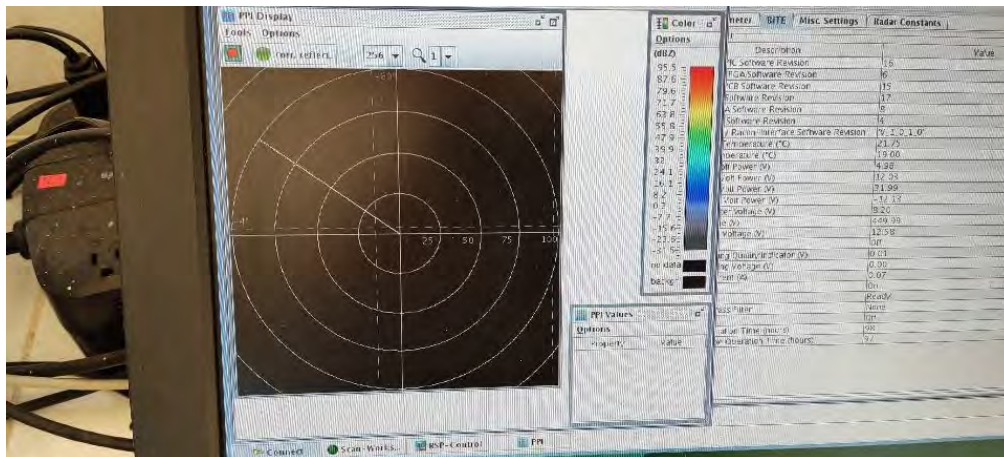
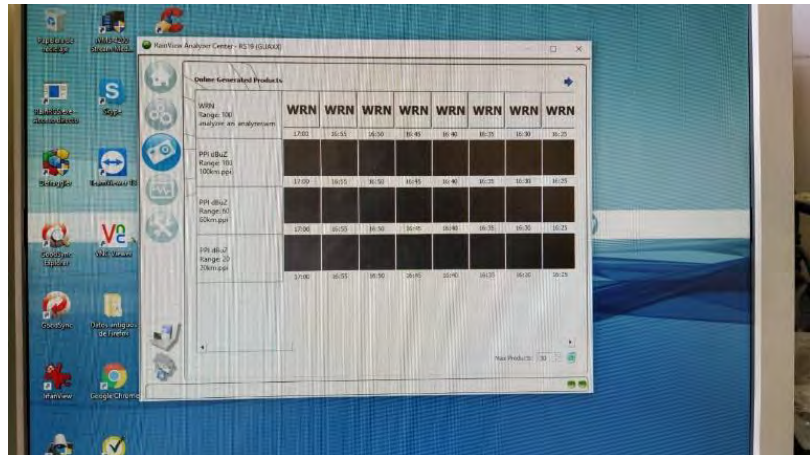


Figura 10.

Imágenes guardadas sin información



Debido a esto, se contactó con el fabricante en Alemania (SELEX), que propuso los siguientes análisis:

- Cambiar los parámetros del escaneo entre 833Hz, 1000Hz y 1200Hz. Después, reestablecer el parámetro 833Hz. Finalmente, controlar el valor del Indicador del Tuning, que debe estar sobre 2 V (Figuras 11 y 12)

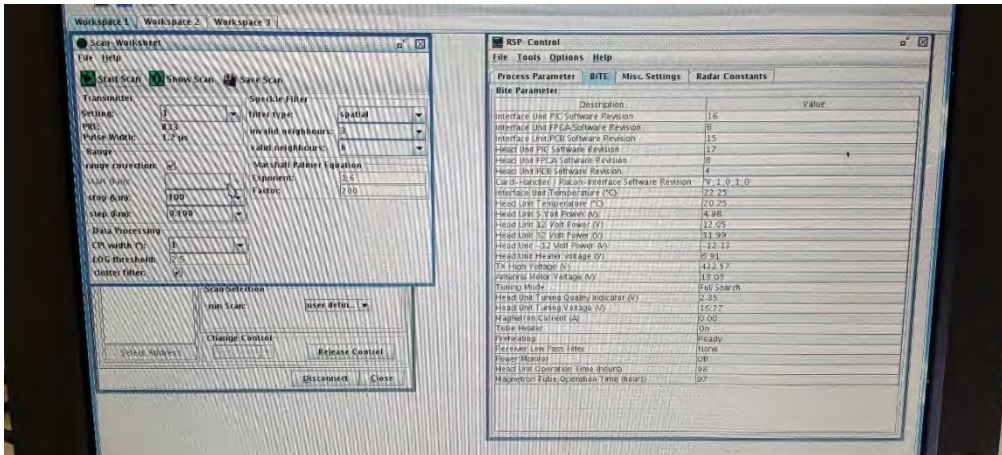
Figura 11.

Parámetros de escaneo



Figura 12.

Indicador de Tuning voltaje



- Revisar conexiones de los cables “Trigger” y “Video” que están conectados con la tarjeta AD, que procesa la información (Figura 13). Todo está correctamente conectado a la tarjeta AD no tiene daños visibles.

Figura 13.

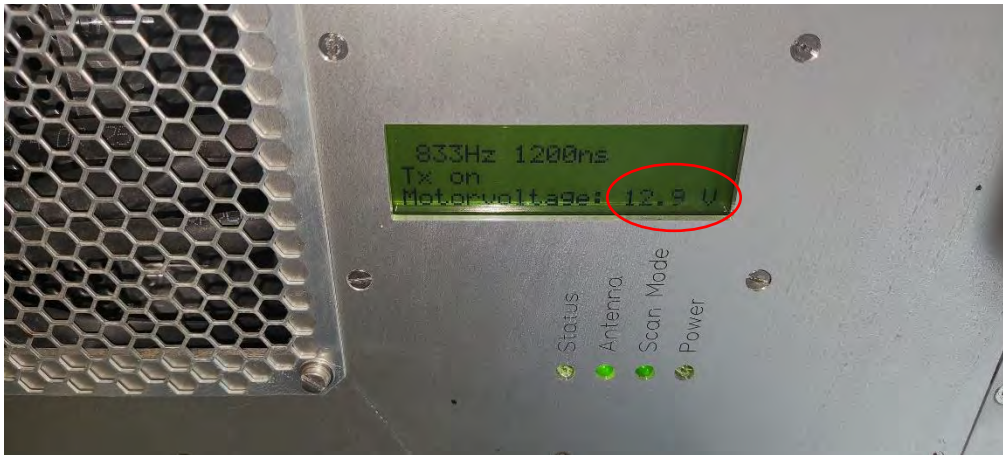
Tarjeta AD y cables (Video y Trigger)



- El voltaje del motor debe estar entre 12V y 14V (Figura 14).

Figura 14.

Voltaje del motor



OE c)

De la información recopilada cada 15 minutos de las estaciones meteorológicas respecto al periodo 2011 – 2022 (base de datos actualizado) se calcularon valores diarios promedias y extremas de los variables climáticas principales (temperatura, humedad relativa, vientos, presión atmosférica, precipitación radiación solar, radiación UV y evapotranspiración). Los valores diarios fueron sometidos a un control de calidad y todos los valores fuera del rango establecido eliminados. En basa de la información diaria corregida se calcularon valores mensuales y anuales de cada variable para cada estación. Los valores mensuales fueron utilizados para caracterizar el clima en la ciudad de Loja durante la última década (2011 – 2021), la cual fue comparado con la información mensual del año 2022. Se pretende presentar esta información en forma de un boletín, publicado en la página web del observatorio. Como ejemplo, se presentan a continuación los gráficos resultantes respecto a la estación Jipiro (Figuras 15 – 18), los datos y gráficos de las otras estaciones se encuentran en el **Anexo C**.

Figura 15.

Temperaturas regulares (mínima, promedio y máxima) del periodo 2011 – 2021 en comparación con las temperaturas medidas durante el año 2022 en la esta Jipiro (UTPL)

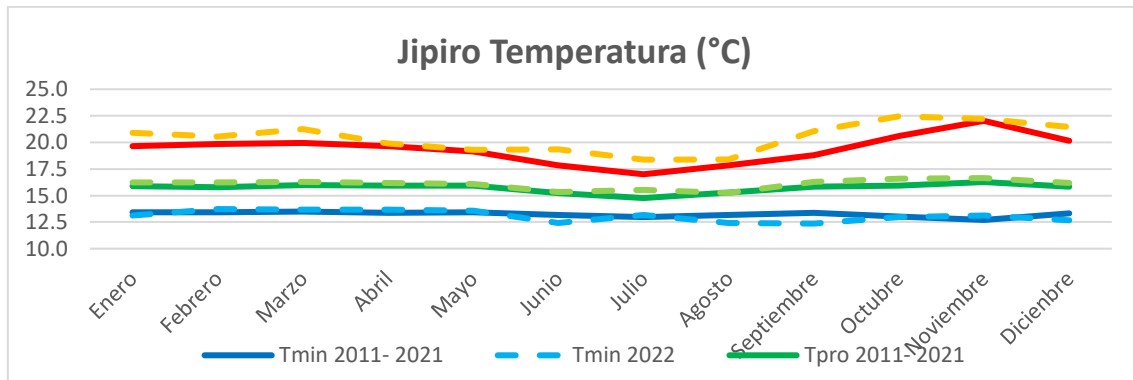


Figura 16.

Humedad relativa, Precipitación y evaporación del periodo 2011 – 2021 en comparación con los valores medidos durante el año 2022 en la esta Jipiro (UTPL)

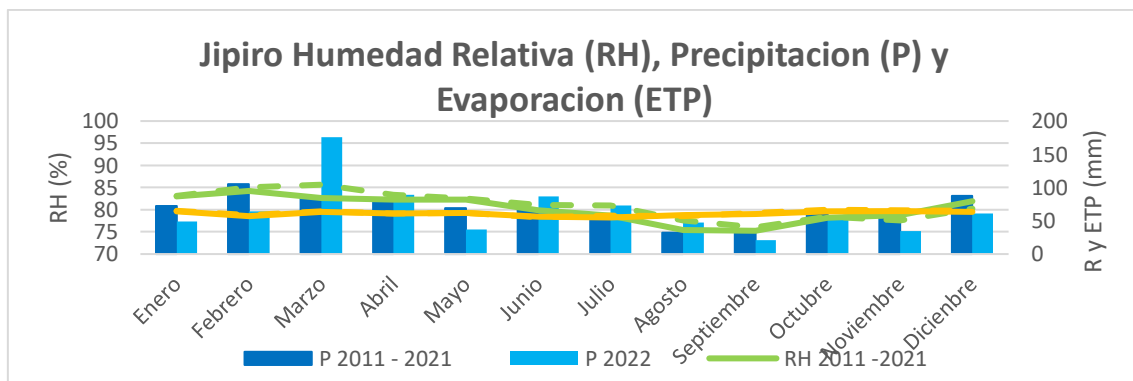


Figura 17.

Velocidad del viento (promedia y máxima) del periodo 2011 – 2021 en comparación con la velocidad del viento medidas durante el año 2022 en la esta Jipiro (UTPL)

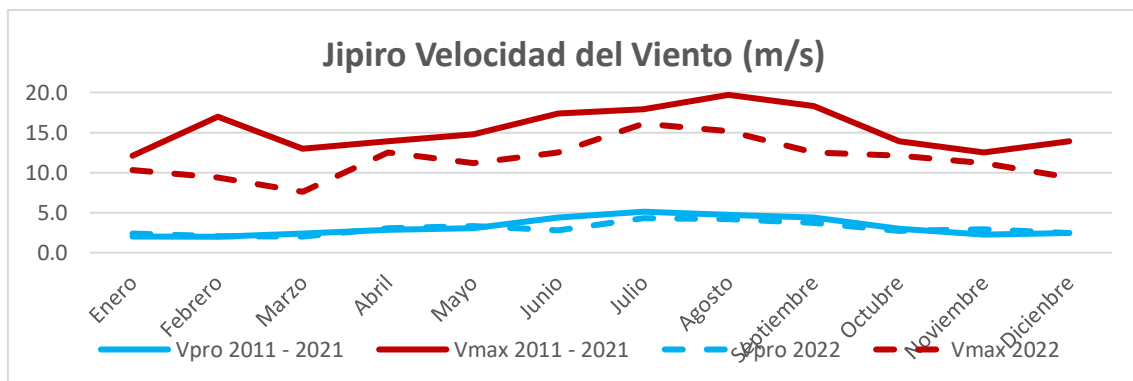
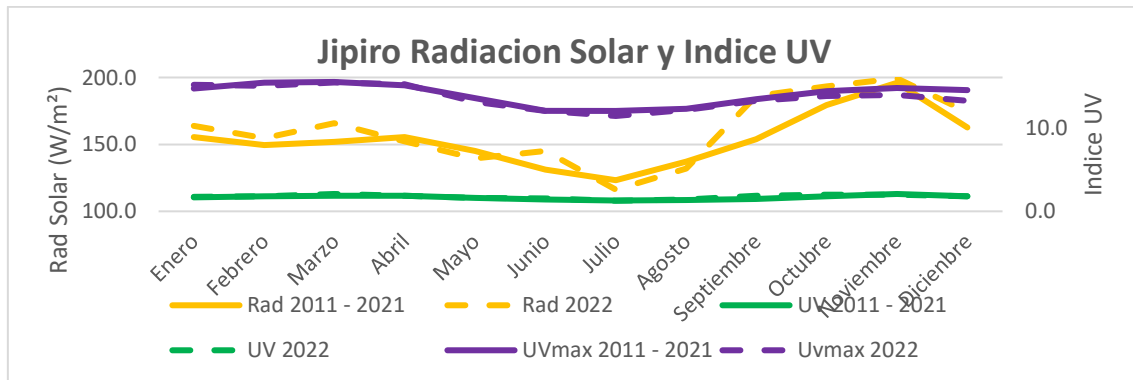


Figura 18.

Radiación solar y UV (promedia y máxima) del periodo 2011 – 2021 en comparación con los valores medidos durante el año 2022 en la esta Jipiro (UTPL)



En base de la información mensual y anual de las estaciones ubicadas en la ciudad de Loja se generaron mapas temáticos de los meses extremos y el año respecto al periodo 2011 – 2021 (clima de la última década), que incluyó las variables temperatura, humedad relativa, precipitación y evapotranspiración. Además, mediante los mapas de precipitación y evaporación se calcula el balance hídrico atmosférico para los meses extremos y el año del periodo 2011 – 2021 (Figuras 19 – 21).

Figura 19.

Temperaturas regulares (mínima, promedia y máxima) de los meses extremos y del año en la ciudad de Loja respecto al periodo 2011 – 2021

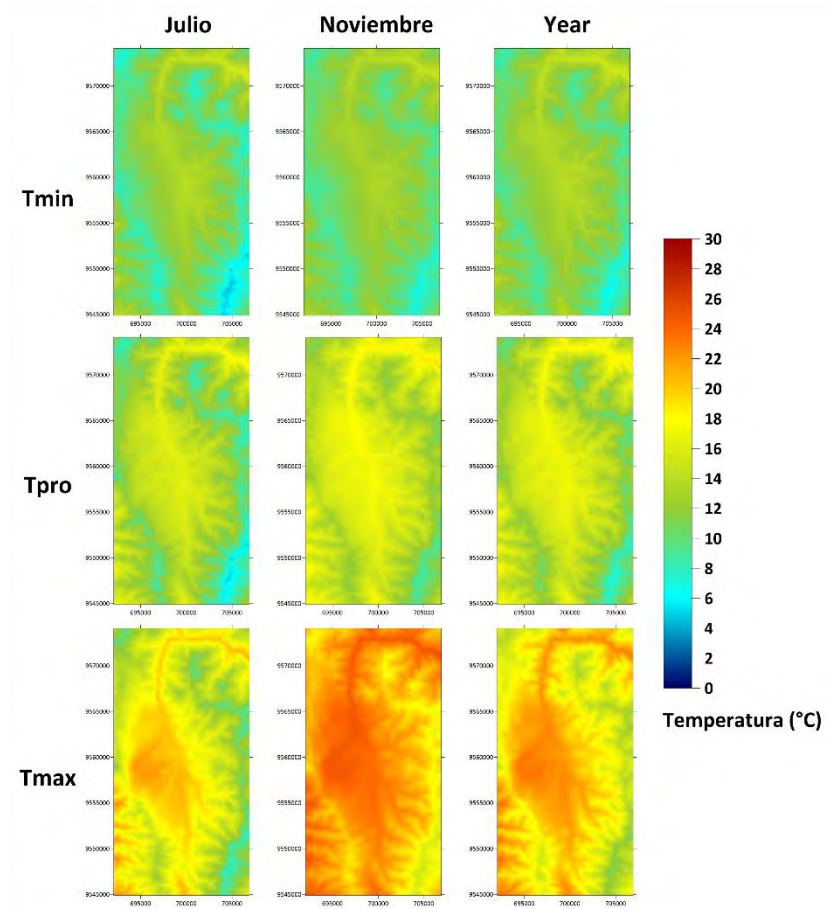


Figura 20

Humedad relativa promedio de los meses extremos y del año en la ciudad de Loja respecto al periodo 2011 – 2021

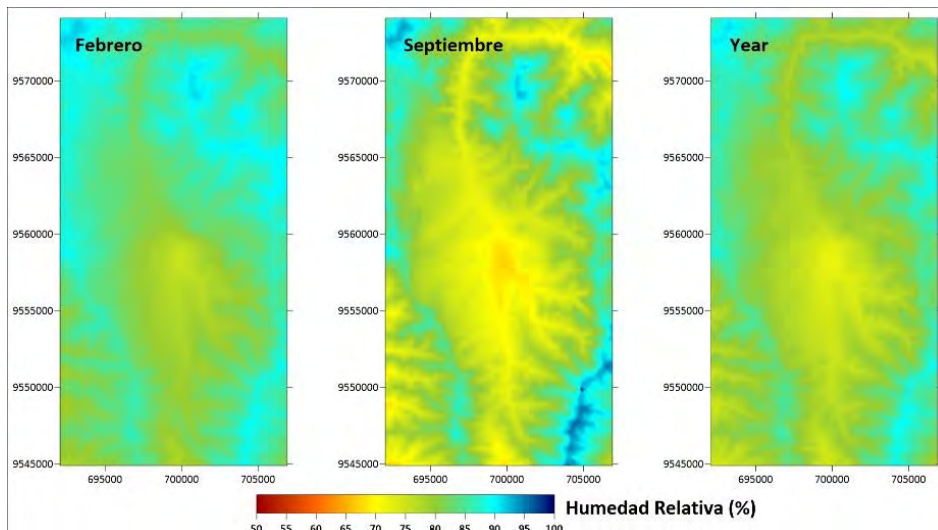
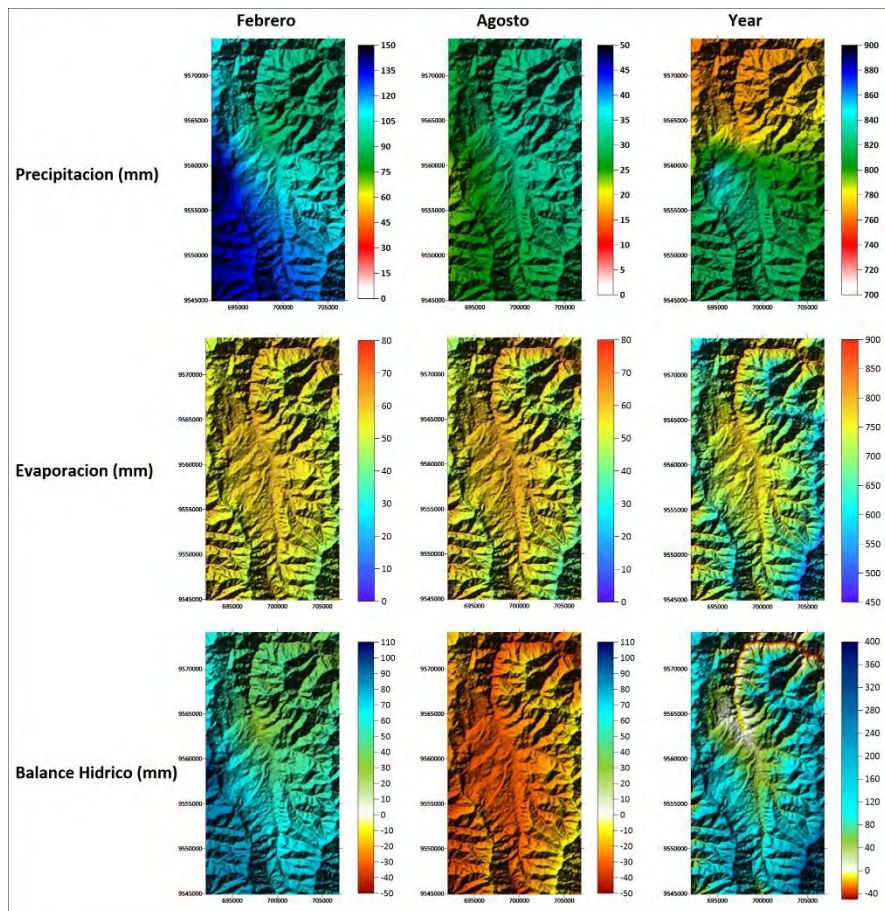


Figura 21.

Precipitación, Evaporación y Balance Hídrico atmosférico de los meses extremos y del año en la ciudad de Loja respecto al periodo 2011 – 2021



Los sensores de la calidad de aire fueron instalados a partir de noviembre 2022 en los siguientes puntos en la ciudad de Loja: Campus UTPL, Finca UTPL, Parque Central (oficinas UTPL) y Época. Los sensores miden la cantidad de las partículas en el aire, dividido en partículas pequeñas (PM1), medianas (PM 2.5) y grandes (PM10). En base de las partículas detectados, el sensor calcula automáticamente el Air Quality Index (AQI) establecido por la U.S. Environmental Protection Agency. El AQI está clasificada como se muestra en la figura 22.

Figura 22.

Escala Air Quality Index (AQI)

Conceptos básicos de AQI para el ozono y la contaminación por partículas			
Niveles del índice de la calidad del aire preocupantes para la salud	Niveles de preocupación	Valor numérico	Significado
Verde	Bueno	0 a 50	La calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación atmosférica presenta un riesgo escaso o nulo.
Amarillo	Moderado	51 a 100	La calidad del aire es aceptable pero para algunos contaminantes podría existir una preocupación moderada para la salud de un grupo muy pequeño de personas excepcionalmente sensibles a la contaminación ambiental.
Naranja	Insalubre para grupos sensibles	101 a 150	Los miembros de grupos sensibles pueden padecer efectos en la salud. Probablemente no afectará a las personas en general.
Rojo	Insalubres	151 a 200	Todos pueden comenzar a padecer efectos en la salud y los miembros de grupos sensibles pueden padecer efectos más graves.
Morado	Muy insalubre	201 a 300	Advertencias sanitarias de condiciones de emergencia. Son mayores las probabilidades de que toda la población esté afectada.
Granate	Peligroso	301 y superior	Alerta sanitaria: todos pueden padecer efectos sanitarios más graves.

Como ejemplo del análisis, se presentan a continuación los gráficos generados en base de la información registrada en la estación Época (Figuras 23 – 26), la información de los otros sensores se analizará en una de tesis de grado, correlacionando los registros de calidad de aire con otras variables meteorológicas y sociales (feriados, tráfico, etc.) para identificar las razones de las variaciones.

Figura 23.

Partículas pequeñas diarias (promedio, máximos y extremo) medidas en la estación Época en la ciudad de Loja respecto al periodo nov 2022 – ene 2023

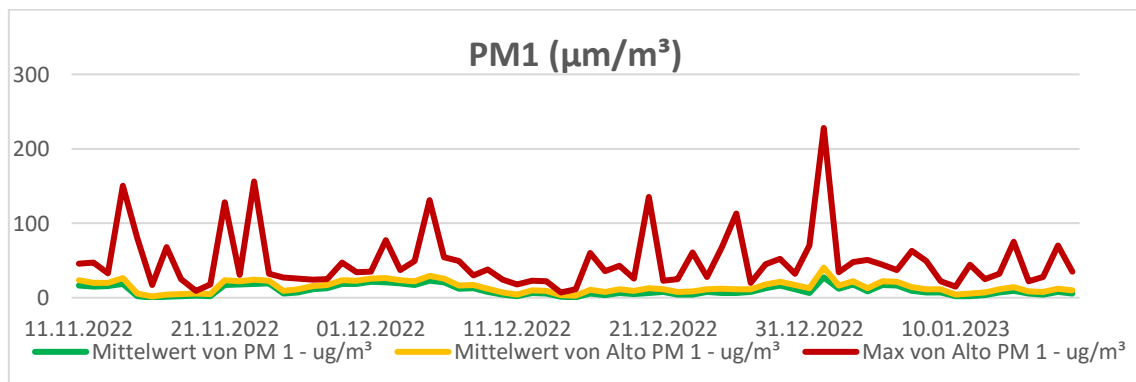


Figura 24.

Partículas medianas diarias (promedio, máximos y extremo) medidas en la estación Epoca en la ciudad de Loja respecto al periodo nov 2022 – ene 2023

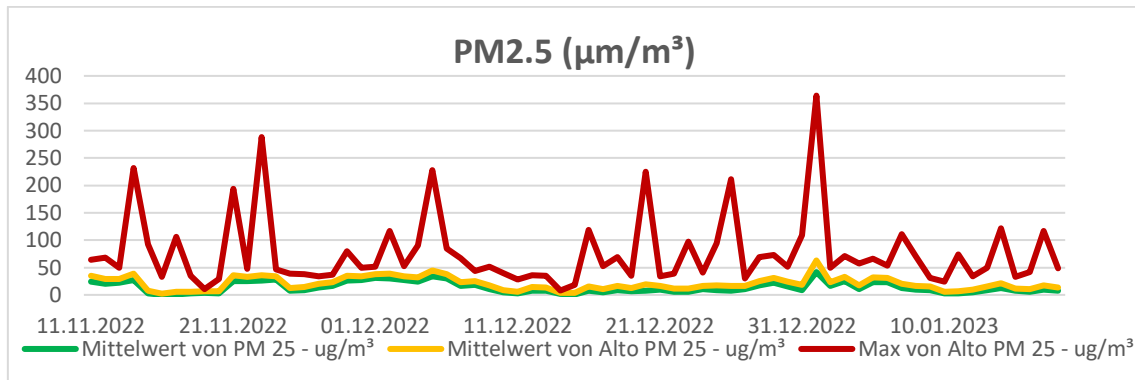


Figura 25.

Partículas grandes diarias (promedio, máximos y extremo) medidas en la estación Epoca en la ciudad de Loja respecto al periodo nov 2022 – ene 2023

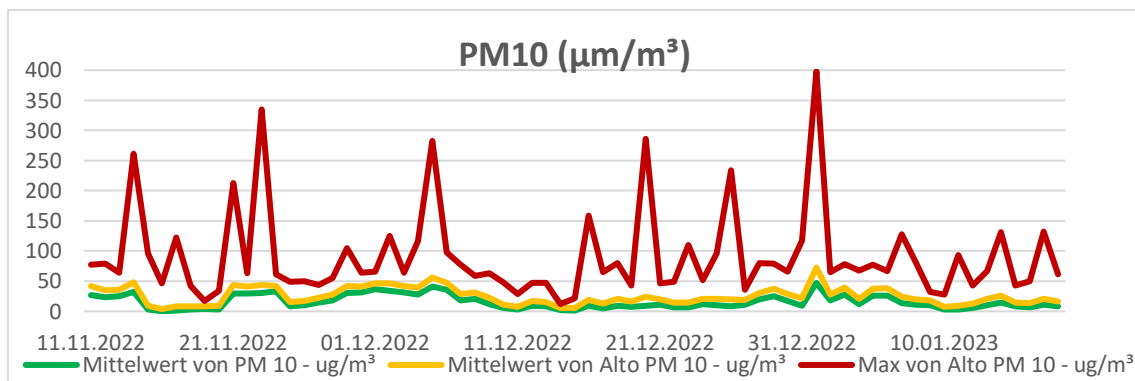
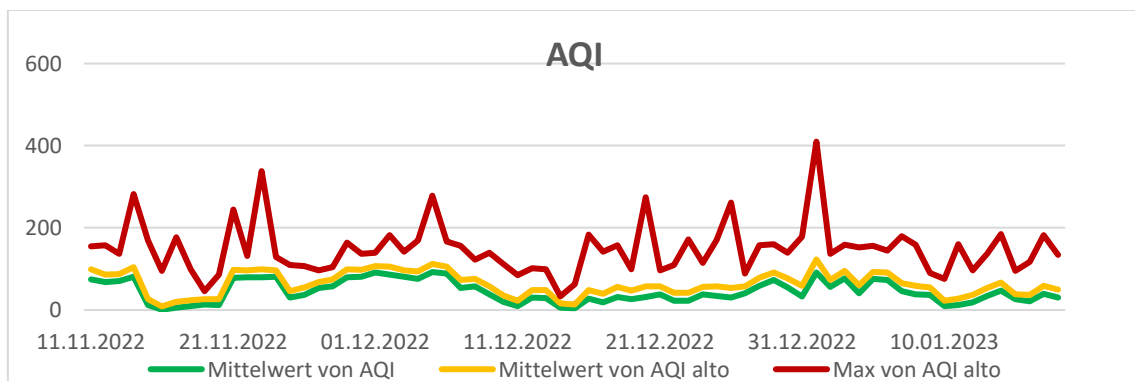


Figura 26.

Air Quality Index (AQI) diarias (promedio, máximos y extremo) medidas en la estación Epoca en la ciudad de Loja respecto al periodo nov 2022 – ene 2023



5. Vinculación con la sociedad

En base de la información climática existente y recopilada durante el año 2022 se realizaron las siguientes actividades para informar la sociedad sobre el clima en general y particularmente respecto al clima en la Ciudad y provincia de Loja. Los certificados y capturas de pantalla se encuentran en el **Anexo D**.

Presentaciones:

- “Análisis de la generación de energía eólica en la región sur del Ecuador” presentado por el Dr. Andreas Fries durante el evento XI Investiga y VI InnoVA UTPL el 11-10-2022 (Certificado 1)
- “Monitoreo del clima en el valle de Loja” presentado por el MSc. Franz Pucha Cofrep en el Auditorio Pablo Palacio del Edificio CCE (Loja) el 18-10-2022. (Imagen 1)
- “Cambio Climático: Escenarios y Proyecciones IPCC” presentado por el Dr. Andreas Fries para el programa de posgrado de la Maestría de Biodiversidad y Cambio Climático (UNL) el 17-11-2022 (Certificado 2)

Capítulos de libro/ Artículos de Divulgación:

Respecto a la presentación realizados en octubre 2022, se elaboraron capítulos para el libro de resumen de los eventos, los cuales se encuentran bajo revisión en este momento y serían publicados con su respectivo ISBN en el transcurso del año 2023. (Capturas de pantalla 1 y 2)

Boletines:

Se publicó un Boletín (SmartLand UTPL) para la página web del observatorio de Clima analizando la tormenta ocurrida el 15-03-2022 en la ciudad de Loja (Enlace: <https://vinculacion.utpl.edu.ec/es/observatorios/clima>). Como mencionado antes, las mapas generados respecto al clima de la última década (2011 – 2021), así como los gráficos de comparación respecto al año 2022, se publicará mediante otro boletín en la página web del observatorio.

Artículos científicos:

- Un artículo, denominado "Comparative analysis of monthly precipitation in the Catamayo watershed in southern Ecuador, using satellite precipitation products and meteorological station data" fue enviado el 10-09-2022 a la revista "Remote Sensing" (Manuscript ID: remotesensing-1937080), pero fue rechazado (Captura de pantalla 3). Después se lo envió a la revista "Hydrology" (Manuscript ID: hydrology-1979288), pero fue rechazado de nuevo (Captura de pantalla 4). Sin embargo, se aumentó el contenido del artículo y se espera enviarlo a otra revista hasta el mes de Abril 2023.

- Otro artículo, denominado "Effects of fire on physicochemical soil properties in an Andean paramo of southern Ecuador", lo cual se elaboró conjuntamente con el Departamento De Ciencias Biológicas Y Agropecuarias UTPL (Dr. Humberto Vinicio Carrión Paladines) está bajo la revisión de los coautores en España, lo cual será enviado a la revista "Fire Ecology" hasta el mes de Abril 2023 (Captura de pantalla 5).

Además, se revisó un artículo científico, denominado "Patrones de incendios forestales y su relación con factores climáticos en la sierra centro- Ecuador" para la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) que fue parte de su 8vo. Workshop Internacional de Ciencia, Innovación, Tecnología y Saberes (Certificado 3).

6. Conclusiones

La información meteorológica se guarda como previsto en la base de datos de cada estación y está disponible para todos los proyectos e investigaciones para la UTPL, así como para la sociedad cuando se requiere. La información actual también esta accesible mediante la aplicación móvil y en la página web del observatorio.

La información meteorológica existente (base de datos) de las estaciones climáticas de la UTPL permite analizar el clima de la última década y comparar las condiciones atmosféricas con el año actual. Esto incluye todos los variables meteorológicas registradas a escala diaria, mensual y anual con respecto a valores promedios y extremos.

El análisis de las condiciones atmosféricas durante 2022 en comparación con el clima durante la última década en la ciudad de Loja, indicó que el año pasado fue un año normal respecto a la temperatura mínima y promedia, pero se observó un aumento de las temperaturas máximas. Sin embargo, debido a que la evaporación potencial mensual (ETP) depende de la temperatura media, no se detectó grandes variaciones en ella. Por otro lado, la precipitación interanual es muy variable. Respecto al año 2022 se observó precipitaciones extremas especialmente en el mes de marzo (Boletín 15-03-2022), y precipitaciones más altas que lo normal en los meses de junio hasta agosto, lo cual se reflejó en la humedad relativa atmosférica también, que fue más alta de lo normal durante estos meses. Durante los otros meses del año 2022, se registró precipitaciones generalmente más bajas que lo normal, particularmente en febrero, mayo y noviembre.

La velocidad promedio de viento estuvo dentro del rango normal durante el año 2022 comparado con las velocidades promedio registradas durante la última década. Sin embargo, las velocidades máximas del viento no alcanzaron las velocidades máximas de los años anteriores, particularmente durante los primeros 9 meses del año. Para la radiación UV (promedio y máximo) no se registró variaciones significativas durante el año 2022; sin embargo, la radiación UV fue generalmente muy alta hasta extremo en la ciudad de Loja. La radiación solar solo mostró pequeñas variaciones en el año 2022 comparado con el clima de la última década. Solo durante el mes de septiembre fue más alto de lo normal, debido a la precipitación más baja que lo normal durante este mes (baja nubosidad), ya que el mes de septiembre es generalmente el mes más seco y el Sol se encuentra casi perpendicular sobre la ciudad (Veranillo del Niño).

Respecto a la calidad de aire las mediciones solo cubren el final del año 2022, ya que estos sensores fueron instalados a partir de noviembre 2022. Sin embargo, el análisis de los datos registrados en la estación Época indicaron, que las partículas más numerosas en la ciudad de Loja son las partículas grandes (PM10), seguido por las partículas intermedias (PM2.5) y las partículas pequeñas (PM1). En general, el aire en la ciudad de Loja es “bueno” hasta “moderado” (AQI), por lo que no existe peligro para la salud. Sin embargo, en ocasiones el AQI llegó a valores “no saludables” hasta “peligrosos”, como fue observado durante el año nuevo 2023 (01-01-2023, a las 0H00) cuando iniciaron los juegos pirotécnicos.

Respecto al radar GUAXX, como indicado anteriormente, este arranca correctamente e inicia el escaneo. El problema es que no se detecta y guarda la información respecto a la precipitación. Hasta el momento, no se pudo solucionar la falla exacta, por lo que se ha pedido a la Philipps-Universidad Marburg/Alemania, contactarse con el fabricante de nuevo, para conseguir más información respecto al problema. Aparte de este, se propuso cambiar la tarjeta AD y los cables “Trigger” y “Video”, que puede ser la fuente del problema. La última respuesta recibida desde Alemania (08-03-2023) fue que se trata de pedir un técnico de la empresa SELEX que viaja a Ecuador para revisar el radar. Esto también en vista que el mismo problema está presente en el radar de Piura/Perú (mismo tipo de radar). Finalmente debo aclarar, que el mismo problema ocurrió en el radar CAXX de Cuenca anteriormente, y solo pudo solucionarse mediante el cambio completo de todos los componentes.

Respecto al radar LOXX, en el transcurso del próximo mes se hará otra prueba en campo con los equipos revisados y limpiados. Los costos para la reparación son asumidos por la Phillips -Universidad Marburg/Alemania. Sin embargo, una reparación a cualquier costo no vale la pena, ya que el radar LOXX está fuera de su vida útil.

7. Recomendaciones

OE a) y c):

La operación de las estaciones y el análisis de los datos realizados durante el año 2022 señalaron las siguientes tareas pendientes:

1. Reemplazo de algunos sensores en las estaciones meteorológicas de la UTPL. Durante la recolección y el análisis de los bases de datos se encontró disminuciones de la precisión en algunos sensores en diferentes estaciones meteorológicas, debido a que estas sensores han cumplido su vida útil. Para garantizar una medición precisa y confiable es necesario reemplazar estos sensores en el transcurso del año 2023.

2. Analizar en más detalle la calidad de aire en la ciudad de Loja y comprar sensores adicionales. Los 4 sensores de calidad de aire fueron instalados en puntos estratégicos en la ciudad de Loja; sin embargo, para analizar la calidad de aire adecuadamente en toda la ciudad de Loja más sensores son necesarios. Estos sensores

adicionales se deben instalar específicamente en el centro de la ciudad (tráfico fuerte), así como en las partes norte y oeste, donde no existe información todavía.

3. Rehabilitar la estación San Lucas (paramo) de la UTPL. La estación San Lucas fue instalado en el año 2020 en la zona del páramo. La estación funcionó adecuadamente hasta junio 2022, cuando la tarjeta para la transmisión de los datos en tiempo real dejó de funcionar. Esta tarjeta es esencial para la obtención de datos, debido al difícil acceso a esta estación (3 horas de caminata), ya que el datalogger solo puede guardar la información durante 5 días. El análisis de los técnicos de la compañía en Quito resultó en un daño irreparable, por lo que se debe reemplazar la tarjeta para registrar la información nuevamente.

4. Recuperación del radar GUAXX en el cerro Guachaurco. Todavía el radar GUAXX no genera imágenes de precipitación, ya que no detecta la radiación. El problema puede ser la tarjeta AD que procesa la información o en los cables “Trigger” y “Video”, por lo que se pidió el reemplazo a la Universidad de Marburg. Con la instalación de esta tarjeta se espera la recuperación de radar meteorológico GUAXX, que facilita información de precipitación de dos provincias (El Oro y Loja) en una resolución espacial de 500 m y una resolución temporal de 5 min. Tal vez, se puede contratar un técnico de la empresa SELEX que viaja a Ecuador para revisar el radar y dar solución al problema.

8. Bibliografía

Aguirre, N., Ojeda, T., Eguiguren, P., y Aguirre-Mendoza, Z. (2015). El cambio climático y la conservación de la biodiversidad en el Ecuador. EDILOJA Cía. Ltda. ISBN: 978-9978-355-31-2

Bendix, J., Fries, A., Zárate, J., Trachte, K., Rollenbeck, R., Pucha-Cofrep, F., Paladines, R., Palacios, I., Orellana, J., Oñate-Valdivieso, F., Naranjo, C., Mendoza, L., Mejia, D., Guallpa, M., Gordillo, F., González-Jaramillo, V., Dobbermann, M., Celleri, R., Carrillo, C., Araque, A. and Achilles, S. (2017). RadarNet-Sur; First rain radar network in tropical high mountains. Bulletin of the American Meteorological Society (BAMS) 98 (6), pp.1-20. DOI: 10.1175/BAMS-D-15-00178.1

Davis Instruments (2022). Weatherlink. Google Play Store.

- FAO (2021). The State of Food and Agriculture 2021. Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4476en>
- IPCC (2018): Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf
- IPCC (2020). Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. ISBN 978-92-9169-154-8. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf
- IPCC (2021). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
- Mejia-Veintimilla, D., Ochoa-Cueva, P., Samaniego-Rojas, N., Felix, R., Arteaga, J., Crespo, P., Oñate-Valdivieso, F., y Fries, A. (2019). River Discharge Simulation in the High Andes of Southern Ecuador Using High-Resolution Radar Observations and Meteorological Station Data. *Remote Sens.*, 11, 2804. doi:10.3390/rs11232804
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2017). Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático. Quito, Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>

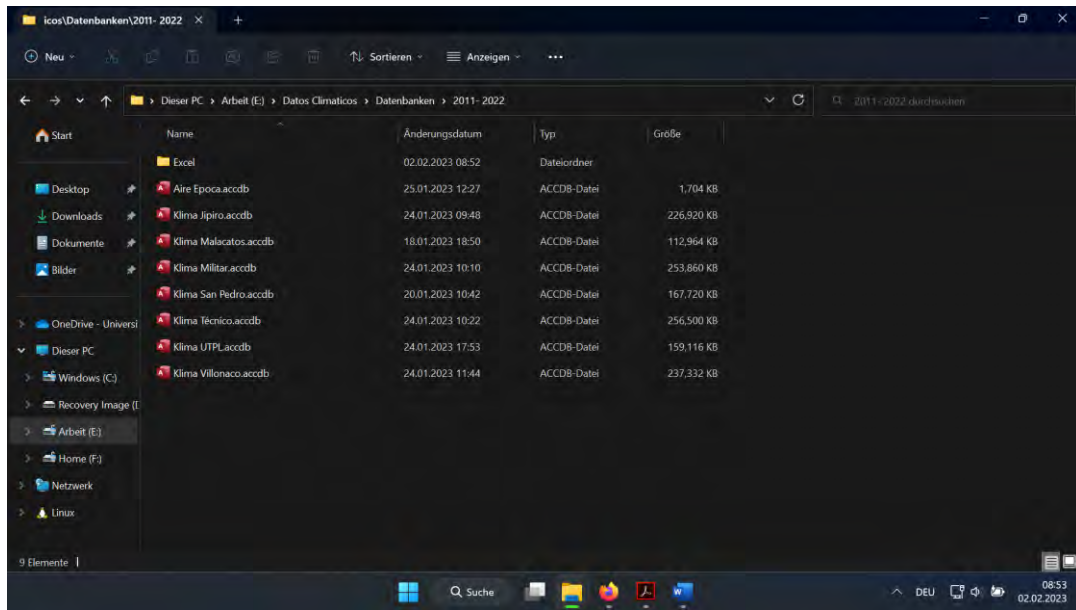
Rivadeneira Vera, JF. (2020). Impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria de climas tropicales. Aplicación a la Demarcación Hidrográfica de Manabí - Ecuador [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/149375>

Rollenbeck, R., Orellana-Alvear, J., Bendix, J., Rodriguez, R., Pucha-Cofrep, F., Gualpa, M., Fries, A., y Celleri, R. (2022). The Coastal El Niño Event of 2017 in Ecuador and Peru: A Weather Radar Analysis. *Remote Sens.*, 14, 824. <https://doi.org/10.3390/rs14040824>

Secretaria Nacional de Planificación (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador*. Quito – Ecuador. <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025-de-ecuador>

9. Anexos

ANEXO A



ANEXO B



Loja, 06 de mayo de 2022

Mgtr. María Soledad Segarra Morales
DIRECTORA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

Ciudad. -

De mi consideración:

Por medio del presente se solicita de la manera más comedida realizar el mantenimiento de la torre y la infraestructura de radar meteorológico GUAXX, ubicado en el cerro Guachaurco en Célica (provincia de Loja). El radar fue instalado en 2013 por el Gobierno Provincial de Loja (GPL) y entregado en comodato a la UTPL el 07 de julio de 2017 (No. 086-DPS-2017; contrato adjuntado). Como especifica el comodato, la UTPL es obligado a dar mantenimiento a los bienes entregados, por lo que después 10 años en uso un mantenimiento de la infraestructura es necesario para garantizar la seguridad de los técnicos encargados del radar GUAXX. Además, el mantenimiento es de suma importancia para reactivar el radar GUAXX, para lo cual se debe instalar algunos repuestos facilitados por la universidad de Marburg (Alemania), los cuales ya se encuentran en la UTPL.

Debido a esto se ha solicitado una proforma respecto a los trabajos necesarios en el radar GUAXX a la Arq. Adriana Cevallos V., la cual también realizó el mantenimiento de la infraestructura en el radar LOXX de la UTPL en julio 2017. La proforma se adjunta a este documento, con la petición de efectuar el mantenimiento a la brevedad posible con el objetivo de tener el radar GUAXX operativo nuevamente.

Por la amable atención que se sirva brindar al presente, le antelo mis sinceros agradecimientos,


Dr. Andreas Friés (PhD)
Docente Principal - Departamento Ingeniería Civil
Director de Observatorio Clima (UTPL)

San Cayetano Alto s/n
Loja-Ecuador
Telf.: (093-7) 370 1444
informacion@utpl.edu.ec
Apartado Postal: 11-01-008
www.utpl.edu.ec



50 años UTPL

Por favor
lo revise para para
aprobación de decano/coltactate
con Paola Godoy para el trámite



UTPL
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Of. 137 - OFIA - UTPL

Loja, 18 de mayo de 2022

Ph.D Silvia González Pérez
VICERRECTORA DE INVESTIGACION
Ciudad, -

Autorizado
[Firma]
20.05.2022



De mi consideración:

Mediante el presente comunico a usted que, el Gobierno provincial de Loja en el mes de julio del año 2017, entrega en comodato de la infraestructura y equipamiento utilizado para el monitoreo de la precipitación de la provincia de Loja a la Universidad Técnica Particular de Loja, tomando en cuenta que la capacidad logística de nuestra universidad, le permite dar un mantenimiento adecuado de los equipos, garantizando su operación de forma permanente. Se resalta además que el Gobierno Provincial de Loja, tendrá acceso a los productos y la información que dentro del marco del proyecto se genere.

El radar GUAXX es indispensable para el desarrollo de la región sur del país y para las comunidades, porque cubre casi por completo las provincias de Loja y el Oro, y sus imágenes facilitan información de la precipitación en alta resolución, las cuales son necesarias en aplicaciones climáticas, hidrológicas, agropecuarias y para sistemas de alerta temprana.

Es así que, cada cinco, o 10 años se debe realizar el mantenimiento de la torre y la infraestructura del radar meteorológico GUAXX ubicado en el Cerro Guachahurco del cantón Celica de la provincia de Loja.

Con este antecedente solicito a usted de la manera más comedida se sirva autorizar, realizar el mantenimiento de la torre y la infraestructura del radar meteorológico GUAXX ubicado en el Cerro Guachahurco del cantón Celica de la provincia de Loja, monto referencial: \$ 6,034,30. Cabe mencionar que la Universidad de Marburg (Alemania) ha facilitado algunos repuestos para ser instalados. Código POA: 948011013 Invest e Innov. Mant. Lit. FIA 36.

Agradeciendo de antemano su gentil atención:

Atentamente,

[Firma]

Mtro. Ramiro Correa Jaramillo
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

Nota: Se adjunta: Of. Sn del 6 de mayo de 2022 con sus respectivos habilitantes; (Presupuesto referencial) Contrato No. 086-DPS-2017), Of. 133 Ph. D. José Sierra, Vicerrector Administrativo.

San Cayetano Alto s/n
Loja-Ecuador
Telf.: (593-7) 257 0275
Fax: (593-7) 258 4893
Informacion@utpl.edu.ec
Apartado Postal: 11-01-608
www.utpl.edu.ec



R.U.C.: 1104432057001

FACTURA

No. 001-002-000000009

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

NO ENVIADO

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN

AMBIENTE: PRODUCCION

EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



1907202201110443205700120010020000000091234567817

ADRIANA ELIZABETH CEVALLOS VALAREZO

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FISCALIZACIÓN DE OBRAS CIVILES

Dirección Matriz: MANUEL AURELIO TOCOTO 15-125 Y JOSÉ MIGUEL ZARATE

Dirección Sucursal: ARABISCOS Y GOBERNACIÓN DE MANNAS

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD NO

Razón Social / Nombres y Apellidos: UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA **Identificación:** 1190068729001

Fecha de Emisión: 19/07/2022 **Guía Remisión:**

Dirección: SAN CAYETANO ALTO

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant	Descripción	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Precio Unitario	Subsidio	Precio Sin Subsidio	Descuento	Precio Total
CONST-001-AECV	OBC-001	1	ADECENTAMIENTO C Y	sefrias@utpl.edu.ec	073701444		5.387,77	0,00	0,00	0	5.387,77

Información Adicional

Dirección: SAN CAYETANO ALTO

Teléfono: 3701444

Email: gvefezt@utpl.edu.ec

SUBTOTAL 12%	5.387,77
SUBTOTAL IVA 0%	0,00
SUBTOTAL NO OBJETO IVA	0,00
SUBTOTAL EXENTO IVA	0,00
SUBTOTAL EN IMPUESTOS	5.387,77
DESCUENTO	0,00
ICE	0,00
IVA 12%	646,53
IBIPNR	0,00
PROPINA	0,00
VALOR TOTAL	6.034,30

Forma de Pago	Valor
OTROS CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	6034,30

VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO	0,00
AHORRO POR SUBSIDIO: (Incluye IVA cuando corresponda)	0,00

ANEXO C

Las tablas de Excel con los datos y gráficos para cada estación, así como los mapas generados respecto a la hoya de la ciudad de Loja se encuentran adjuntado en un archivo Zip.

ANEXO D

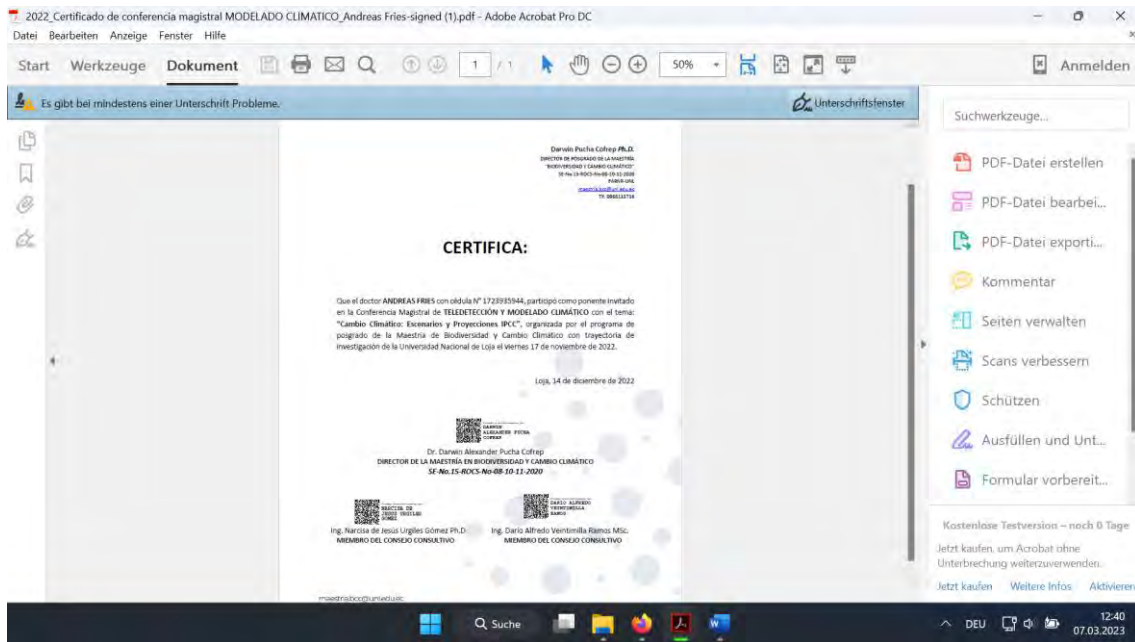
Certificado 1: Presentacion en el evento “XI Investiga y VI Innova UTPL”



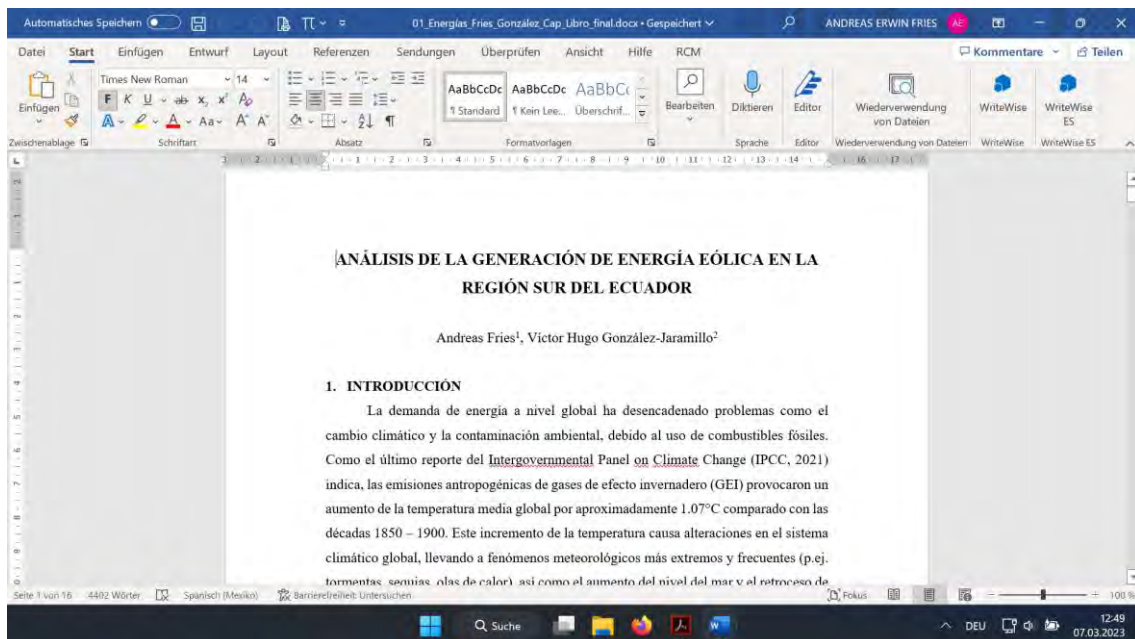
Imagen1: Invitación para el evento “Martes de Naturaleza”



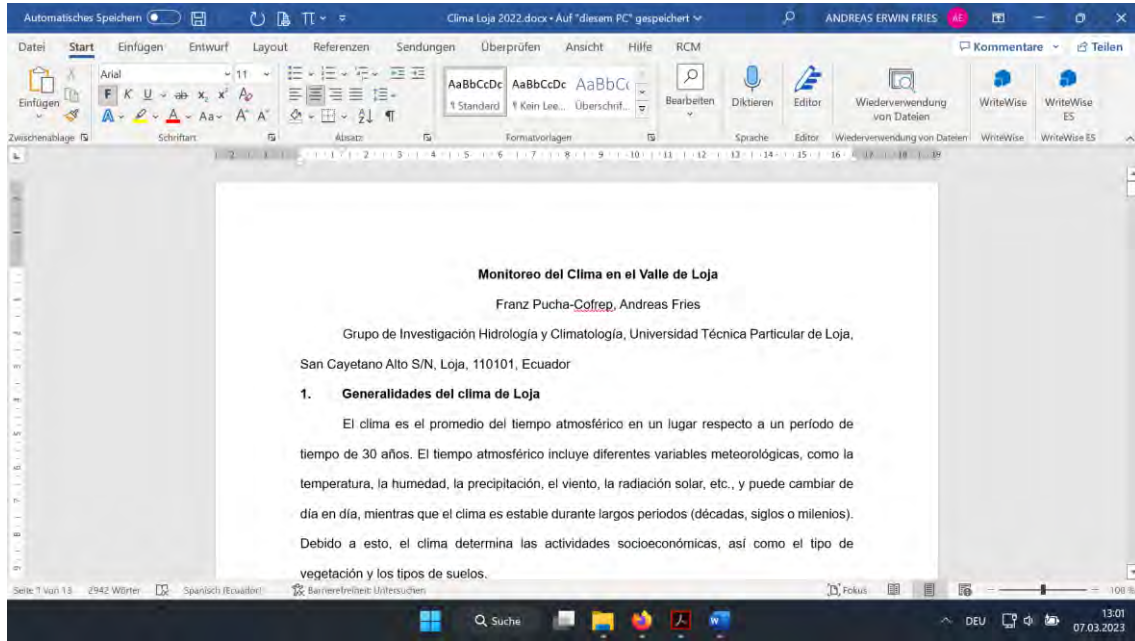
Certificado 2:



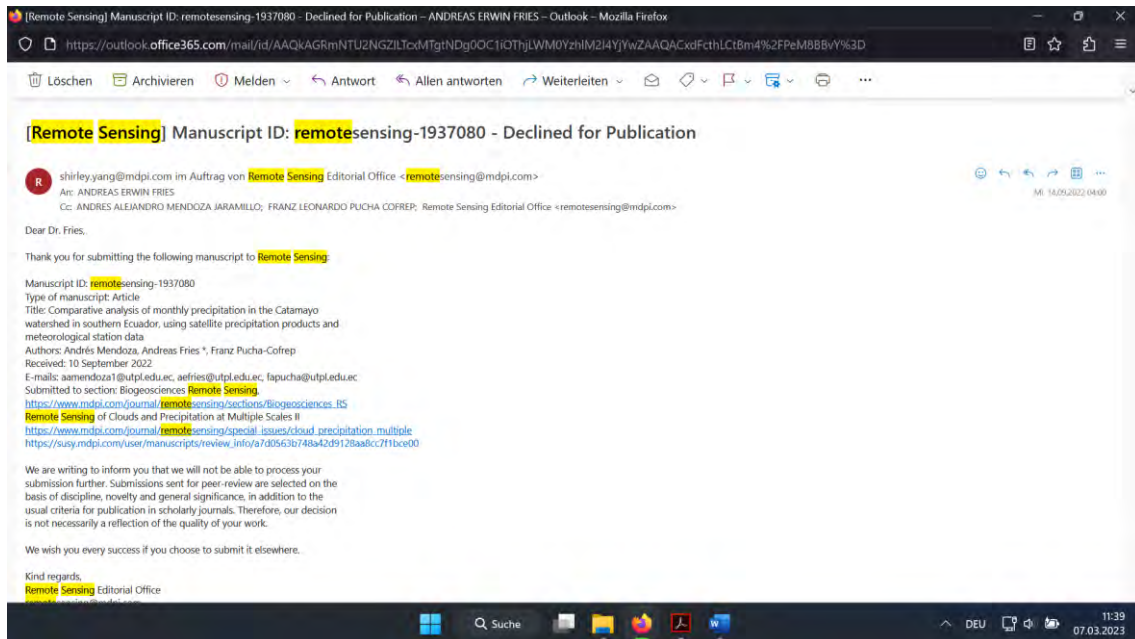
Captura de Pantalla 1: Capitulo de Libro para UTPL Investiga



Captura de Pantalla 2: Capitulo de libro CCE



Captura de Pantalla 3: Rechazo Remote Sensing



Captura de Pantalla 4: Rechazo Hydrology

The screenshot shows a web browser window displaying a manuscript information overview page. The browser's address bar shows the URL: https://susy.mdpi.com/user/manuscripts/review_info/97e1968da6f04aa2371dbcc210cd9eb6. The page title is "Manuscript Information Overview".

Key information displayed on the page includes:

- Manuscript ID:** hydrology-1979288
- Status:** Rejected by editor
- Article type:** Article
- Title:** Comparative analysis of monthly precipitation in the Catamayo watershed in southern Ecuador, using satellite precipitation products and meteorological station data
- Journal:** Hydrology
- Abstract:** The study of precipitation distribution in mountainous areas is challenging due to the climatic variability and the low density of meteorological stations. As alternative sources of climate information, satellite precipitation products (SPP) are available, which offer potential high spatio-temporal resolution data for watersheds with scarce information. The objective of this research was to evaluate two freely available SPPs regarding the amounts and distribution of monthly precipitation in the Catamayo watershed located in the Andes of southern Ecuador for the period 2003–2015; and to improve the original SPPs by applying adjustment equations considering the different climatic regions or altitudinal belts. This study used the SPPs of (i) Chirps V2.0 and (ii) Persiann-CCS, which were evaluated in comparison with observations from 24 surface weather stations. The results showed that the original SPPs estimate the amount of monthly precipitation adequately to some extent (Chirps V2.0: KGE = 0.68–0.72, Persiann-CCS: KGE = 0.42–0.43), although with notable underestimations, particularly during the rainy season. The application of the adjustment equations improved both SPPs concerning amounts and distribution of monthly precipitation (Chirps V2.0: KGE = 0.77–0.78, Persiann-CCS: KGE = 0.50–0.55). However, the corrected SPPs of Chirps V2.0 captured more effectively the different climatic conditions during the year, although the image resolution was lower (5 km) compared to Persiann-CCS (4 km).
- Keywords:** Satellite Precipitation Products (SPP); Chirps V2.0; Persiann-CCS; Statistical evaluation; King-Gupta

Captura de Pantalla 5: Artículo científico por enviar a "Fire Ecology"

The screenshot shows a Microsoft Word document titled "Manuscript Carrión-Paladines et al. ecology fire. Revfinal.docx". The document content is as follows:

1 Effects of fire on physicochemical soil properties in an Andean paramo of southern Ecuador

2

3

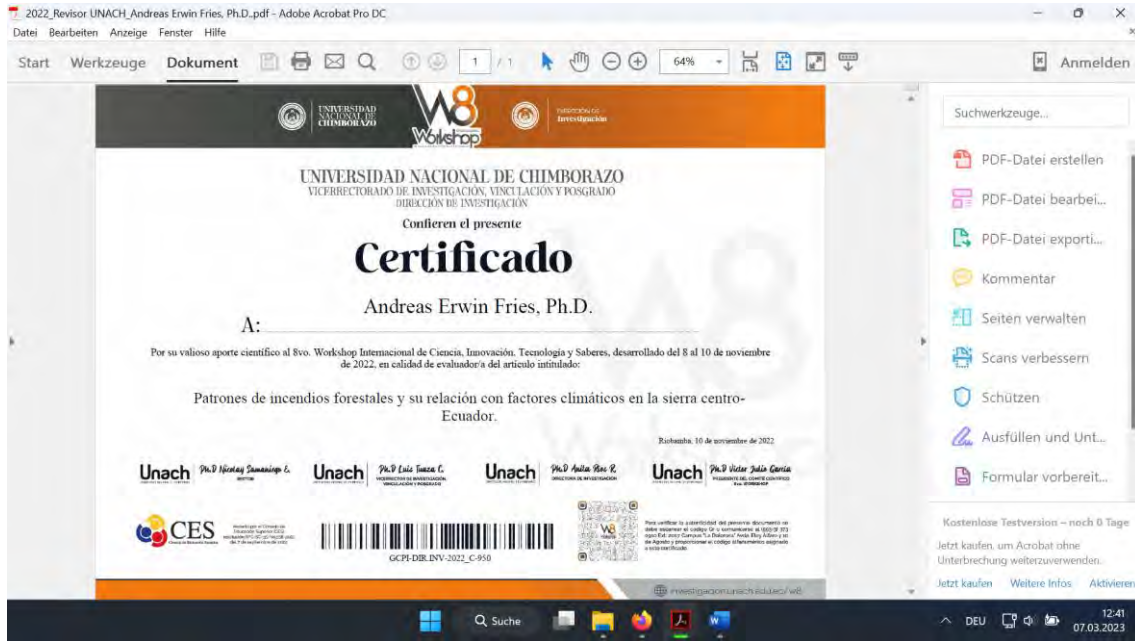
4 Abstract

5 High Andean paramos (AndPs) are critical ecosystems that harbor high biodiversity and provide essential ecological functions, such as water storage and supply, carbon storage and sequestration, and other ecosystem benefits. However, traditional burning practices have long been a threat to the AndPs in southern Ecuador, as they can have negative impacts on soil physicochemical properties. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of fire on soil physicochemical properties through an experimental burning approach in the buffer zone of the protected area "Corazón de Oro". To achieve this, burning experiments were conducted with different burn directions (uphill and downhill) during the Verano del Niño (VON) phenomenon, taking into account the best meteorological conditions. Soil samples were collected from both burned and unburned plots at a depth of 10 cm and analyzed for various physicochemical parameters, including bulk density (Bd), porosity (P), soil moisture content (SM), soil pH, organic matter content (SOM), soil organic carbon stocks (SOC), total nitrogen (TN), phosphorus (P), potassium (K), and other micronutrients. The results showed that low-intensity fire had positive effects on soil physicochemical properties, as it increased SOM, SOC, and macro- and micronutrient content, while only slightly increasing Bd. These positive modifications of soil properties could help maintain the AndPs water regulation capacity, guide integrated fire management, and implement appropriate policies for sustainable environmental management practices. The study emphasizes the importance of preserving AndPs and their services, and promoting the implementation of comprehensive fire management policies that consider the effects of fire on soil physicochemical properties. Such efforts could help to ensure the long-term sustainability of the AndPs and their environmental benefits.

6 *Key words:* Andean paramo, fire ecology, low severity fire, soil moisture dynamics

7 **1. Background**

Certificado 3:





UTPL
La Universidad Católica de Loja