



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO

Implementación de un sistema de monitoreo medioambiental mediante sensores inalámbricos y tecnologías IoT para el centro experimental Sacha Wiwa

AUTOR

Montaguano Toaquiza, Jonathan Alexis

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

TUTOR

Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio, MSc.

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Firmado electrónicamente por:
ALICIA GERMANIA
ANDRADE VERA

**Ing. Alicia Andrade Vera, Mgtr.
COORDINADORA DEL
PROGRAMA**



Firmado electrónicamente por:
MANUEL ASDRUAL
MONTANO BLACIO

**Ing. Manuel Montaña Blacio, MSc.
TUTOR**



Firmado electrónicamente por:
JUNIOR RAFAEL
FIGUEROA OLMEDO

**Ing. Junior Figueroa Olmedo, MSc.
DOCENTE
ESPECIALISTA**



Firmado electrónicamente por:
SENDEY AGUSTIN
VERA GONZALEZ

**Ing. Sendey Vera González, MSc.
DOCENTE
ESPECIALISTA**



Firmado electrónicamente por:
MARIA MARGARITA
RIVERA GONZALEZ

**Abg. María Rivera, MSc.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Jonathan Alexis Montaguano Toaquiza, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Electrónica y Automatización.

Santa Elena, 21 de junio de 2024

TUTOR



Ing. Manuel Montaña Blacio, MSc.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, JONATHAN ALEXIS MONTAGUANO TOAQUIZA

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, **Implementación de un sistema de monitoreo medioambiental mediante sensores inalámbricos y tecnologías Iot para el centro experimental sacha Wiwa** previo a la obtención del título en Magíster en Electrónica y Automatización, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, 21 de junio de 2024

EL AUTOR



Firmado electrónicamente por:
JONATHAN ALEXIS
MONTAGUANO TOAQUIZA

Jonathan Alexis Montaguano Toaquiza



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, JONATHAN ALEXIS MONTAGUANO TOAQUIZA

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, 21 de junio de 2024

EL AUTOR



Firmado electrónicamente por:
JONATHAN ALEXIS
MONTAGUANO TOAQUIZA

Jonathan Alexis Montaguano Toaquiza



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Implementación de un sistema de monitoreo medioambiental mediante sensores inalámbricos y tecnologías IoT para el centro experimental Sacha Wiwa

Autor: Jonathan Alexis Montaguano Toaquiza

Tutor: Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio, MSc.

RESUMEN

Este estudio presenta la implementación de un sistema de monitoreo ambiental en el centro experimental Sacha Wiwa, Ecuador, utilizando sensores inalámbricos y tecnologías del Internet de las Cosas (IoT). Ante los desafíos del crecimiento poblacional y el cambio climático en la agricultura, se desplegó el modelo de estación meteorológica Ecowitt GW1100 en una parcela de café ubicada dentro del centro experimental Sacha Wiwa. Durante abril de 2024, se recopilaron datos de temperatura, humedad y radiación solar cada 5 minutos. Los resultados revelaron temperaturas promedio de 28.81°C, humedad del 74.07% y radiación solar media de 320.38 W/m², evidenciando variabilidad en las condiciones ambientales. Estos datos permitieron realizar una gestión agrícola más informada, optimizando recursos y permiten mejorar la sostenibilidad. Además, se implementó un modelo de predicción de Random Forest para estimar el estrés hídrico de los cultivos, con un Error Cuadrático Medio de 0.7246, Error Absoluto Medio de 0.5952, demostrando su efectividad al realizar la estimación por medio de

Machine Learning. La discusión destaca la viabilidad técnica y económica de la Agricultura 4.0 en entornos rurales para abordar desafíos globales. Este estudio permitió sentar las bases para futuras implementaciones de IoT en agricultura, impulsando su transformación digital hacia un futuro más perdurable y sostenible.

Palabras claves:

Monitoreo ambiental, Sensores inalámbricos, Internet de las Cosas (IoT), Agricultura 4.0, Random Forest, estrés hídrico.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Implementación de un sistema de monitoreo medioambiental mediante sensores inalámbricos y tecnologías IoT para el centro experimental Sacha Wiwa

Autor: Jonathan Alexis Montaguano Toaquiza

Tutor: Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio, MSc.

ABSTRACT

This study presents the implementation of an environmental monitoring system at the Sacha Wiwa experimental center, Ecuador, using wireless sensors and Internet of Things (IoT) technologies. Faced with the challenges of population growth and climate change in agriculture, the Ecowitt GW1100 weather station model was deployed in a coffee plot located within the Sacha Wiwa experimental center. During April 2024, temperature, humidity, and solar radiation data were collected every 5 minutes. The results revealed average temperatures of 28.81°C, humidity of 74.07% and average solar radiation of 320.38 W/m², evidencing variability in environmental conditions. These data allowed for more informed agricultural management, optimizing resources and improving sustainability. In addition, a Random Forest prediction model was implemented to estimate the water stress of crops, with a Mean Square Error of 0.7246, Mean Absolute Error of 0.5952, demonstrating its effectiveness when estimating through Machine Learning. The discussion highlights the technical and economic

feasibility of Agriculture 4.0 in rural settings to address global challenges. This study allowed us to lay the foundations for future implementations of IoT in agriculture, promoting its digital transformation towards a more durable and sustainable future.

Keywords:

Environmental monitoring, Wireless sensors, Internet of Things (IoT), Agriculture 4.0, Random Forest, water stress.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Implementación de un sistema de monitoreo medioambiental mediante sensores inalámbricos y tecnologías IoT para el centro experimental Sacha Wiwa

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN PARA PUBLICACIÓN



| | |
|----------------------|---|
| Nombre de la revista | https://dateh.es/index.php/main |
| | DATEH Latindex, catálogo 2. |

