

Sistema de mapeo para el pastoreo de ovejas en arvenses presentes en los cultivos de caña en la hacienda el Hatico (Cerrito Valle del Cauca)

SEBASTIAN DE VALDENE BRO, MARCO URBANO, MICHAEL HERNANDEZ , Y ALEJANDRO SILVA

¹sebasdeval@javerianacali.edu.co

²maicoldead@javerianacali.edu.co

³asilvae22@javerianacali.edu.co

⁴Marcok012@javerianacali.edu.co

ABSTRACT

El Hatico, una hacienda ubicada en Cerrito Valle del Cauca, la cual hace uso de diversos sensores, procesos y plataformas tecnológicas para optimizar el uso de los recursos, la producción y disminuir el impacto ambiental. Uno de los procesos productivos en los cuales se identificó una oportunidad de mejora a través de la tecnología es en el pastoreo de ovejas, este pastoreo consiste en la eliminación de arvenses(es decir malezas positivas) alrededor de los cultivos de caña, esto se realiza con el fin de controlar esas especies vegetales las cuales en el ecosistema del cultivo llevan a cabo la función de control de plagas al atraer depredadores de las plagas del cultivo de caña de azúcar, también con sus raíces ayudan a regular los niveles de oxígeno, nitrógeno entre otros nutrientes del suelo necesarios para la obtención de un cultivo orgánico, eficiente y de calidad. Es importante para el Hatico tener los datos de estos pastoreos, es decir los datos de localización y rastreo del pastoreo así mismo como las marcas temporales de esas ubicaciones. Con estos datos tendrían un mayor control sobre la regulación de la población de arvenses, mayores evidencias que soporten los modelos innovadores de su sistema productivo impulsando así mejores y novedosas prácticas agrícolas en la región. De esta manera se diseño un sistema pensado en solucionar esta problemática particular haciendo uso de un micro controlador y un modulo gps integrados mediante una plataforma de IoT con el fin de que los usuarios finales tuvieran una fácil y rápida representación de los datos deseados.

INDEX TERMS Mapeo, GPS, arvenses, IoT, Hacienda el Hatico.

I. INTRODUCCIÓN

En el municipio del Cerrito, en Valle del Cauca, se encuentra el Hatico, una hacienda productora que forma parte del sector agrícola ganadero cuyo funcionamiento data de hace más de 100 años. Dentro de los procesos que desarrolla se encuentran la producción de caña, en conjunto con el cuidado, reproducción y aprovechamiento de cuerpos de ganado, como caballos, vacas y ovejas, entre otros. Dentro del desarrollo del ganado de tipo bovino se encuentra el proceso de pastoreo, donde un rebaño de tamaño considerable 200 cabezas, recorren una ruta durante la cual todos los cuerpos bovinos se alimentan con pasto y plantas arvenses en general. Este proceso es llevado a cabo con el auxilio de un perro de pastoreo, cuya labor reduce el estrés del pastor (persona) al seguir sus órdenes para el control del rebaño, apoyando en la

recolocación del grupo y en el mantenerlo bajo control en el mismo lugar.

La labor del perro de pastoreo es un reflejo tanto de la calidad del proceso como del comportamiento del rebaño, por lo que es el elemento más importante para el análisis del proceso y, con el uso de la herramienta tecnológica adecuada, puede ser el sujeto de auxilio para esta labor de recolección de datos también. Este proyecto se centra dentro de una reserva natural llamada la hacienda el Hatico, ubicada en el Cerrito (Valle del Cauca-Colombia), en este centro de trabajo agrícola hay distintas especies de animales y cultivos de caña de azúcar. Dentro de la hacienda se encuentran 14 hectáreas de bosque seco tropical, considerada como la reserva más grande del Valle.



FIGURE 1. Mapa hacienda El Hatico

Esta hacienda tiene una peculiaridad y es que cuenta con un desarrollo agroeconómico basado en el cultivo de caña de azúcar y también el comercio de ganado y sus derivados. Se ha logrado esta combinación agrícola-ganadera haciendo unas rotaciones para las tierras ocupadas en cada oficio, con bebederos móviles y parcelando las zonas de recuperación para permitir el crecimiento vegetal, así se ha logrado reducir el impacto y la huella ambiental que se genera por los residuos como los desechos de los animales que aquí la habitan. Realizando esta actividad la hacienda ha logrado aumentar su producción de leche a la vez que ha bajado las emisiones emitidas. En una visita se conocieron las instalaciones de la hacienda y dentro de los procesos que se realizan, se encuentra el control de arvenses, este proceso en la hacienda lo realizan rebaños de ovejas, guiadas por pastores y perros pastor, quienes llevan a las ovejas por un recorrido para que estas se alimenten y bajen el nivel de arvenses presentes en los cultivos.

La actividad de control de arvenses proporciona doble ganancia, dado a que se eliminan las malezas de las tierras cultivables, también se alimentan las ovejas y a su vez estas producen carne de muy buena calidad. Con el contexto anterior, se indagó sobre las diferentes necesidades que pudieran existir en la hacienda, y más específicamente en el control de arvenses, pues según Juan Pablo Molina, Ingeniero del Hatico, conocer las zonas por las que se ha hecho el control de arvenses el crucial para tener un mejor manejo de los cultivos y además proporcionar información valiosa sobre la actividad del rebaño, puede ser de gran utilidad para el momento de toma de decisiones sobre estos animales. Nace entonces el reto de investigación, el cual es:

¿Cómo se puede apoyar el modelo productivo sostenible de la hacienda el Hatico?, teniendo en cuenta que la labor que realizan las ovejas en el control de arvenses aledañas beneficia a los cultivos de caña de azúcar.

La oportunidad de desarrollo encontrada se avaló por personal de Hatico quienes han brindado comunicación y retroalimentación al equipo de diseño durante todo el proceso.

Lo que se busca apoyar, desde la labor que realizan las ovejas al alimentarse en sus pastoreos, es el modelo productivo sostenible de la hacienda, cuidando el entorno ambiental para reducir sus emisiones de gases y aumentar la producción agrícola, así como ganadera. Para los dueños del Hatico, no conocer con precisión las zonas por donde han hecho los recorridos de las ovejas representa un problema, el cual representa un impedimento al momento de intentar optimizar la distribución de las ovejas en las zonas que deben ser “limpiadas de arvenses”, además el hecho de tener esta información puede ser de gran ayuda para la hacienda, en relación con el crecimiento sostenible de la reserva.

A. RESTRICCIONES ENCONTRADAS

La hacienda el Hatico está ubicada a 10 kilómetros del municipio El Cerrito (Valle del Cauca-Colombia), la zona es rural, con limitaciones de cobertura a internet, energía, y el objeto de estudio es un animal vivo, que estará en movimiento, entonces también habrá limitaciones en cuanto a estructura de diseño y autonomía energética. Se identificó, en conjunto con Juan Pablo Molina de ser posible tener un análisis para el recorrido de las ovejas, esto requería de un método o dispositivo capaz de hacer el seguimiento constante y además proveer los datos de manera fácil e intuitiva.

B. NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA A DESARROLLAR

El usuario necesita obtener datos sobre el recorrido realizado por los rebaños de oveja. Al usuario le interesa conocer este dato todos los días, pues tener esta información se incrementaría el aporte de conocimiento acerca del desarrollo de las ovejas, tanto en el control de arvenses como en salud física. Cumplir con esta necesidad será útil al momento de tomar decisiones sobre rutas y tiempos de pastoreo, mejorará al modelo productivo dado a que se aporta a la correcta eliminación de arvenses en los cultivos de cañas de azúcar a la vez que las ovejas proporcionan carne de buena calidad. Teniendo en cuenta las necesidades del usuario y las restricciones del entorno, los requerimientos del sistema son:

Localización: El dispositivo debe poder obtener datos de la ubicación de los lugares por los cuales las ovejas realizan su labor de control de arvenses.

Bases de Datos: El dispositivo debe poder guardar los datos sobre la ubicación, también se debe poder gestionar.

Diseño Intuitivo: Como se pretende que la solución sea usada en la hacienda por personal general, se debe acceder y presentar la información de manera práctica y amigable.

Autonomía: El sistema debe ser capaz de operar de manera continua e independiente por varias horas, esto debido a las condiciones ambientales en las zonas de cultivo.

Resistente al clima: El dispositivo deberá tener resistencia a condiciones climáticas improvisadas, golpes, rayones y demás agentes inherentes a la zona de cultivo.

Ergonómico: A causa de mantener la solución en armonía con la visión del Hatico, es imperativo emplear un diseño pensado en cumplir con el bienestar de las ovejas.

C. POSIBLES FORMAS DE AFRONTAR EL PROBLEMA A MANERA DE SOLUCION Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

Dentro del proceso de ideación se tuvieron en cuenta diferentes métodos de mapear el recorrido de las ovejas, las ideas resultantes fueron:

Dead-Reckoning: Se establece un algoritmo de identificación que permite obtener diferentes posiciones a partir de una posición inicial a los datos obtenidos de un acelerómetro que estará en movimiento con el animal, esto permitirá guardar las posiciones de la oveja y transmitirlas cuando el rebaño regrese al punto inicial.

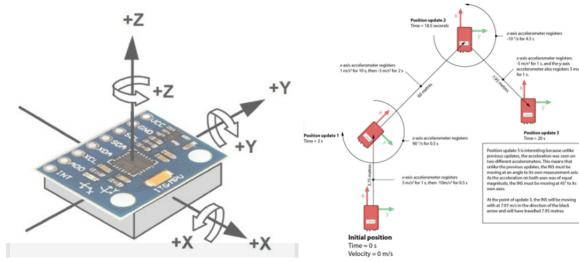


FIGURE 2. Dead-Reckoning y modulo acelerómetro

Mapeo GPS: Se establece algoritmo de obtención, almacenamiento y transmisión de los datos obtenidos a través de un módulo GPS, de este modo se obtendrán las posiciones por las cuales anduvo el rebaño.

Se tuvieron en cuenta distintos criterios para la selección de la mejor manera de obtener los datos de las ubicaciones, los criterios que se tuvieron en cuenta fueron: complejidad algorítmica, tiempo de desarrollo, el costo de implementación y la precisión de posición, además del contexto en donde se aplicará la solución.

En la siguiente tabla se muestran los valores asignados a cada solución por criterio: Se puede observar que el Mapeo

	Dead-Reckoning	Mapeo GPS
Precisión	3	5
Costo	5	3
Complejidad algorítmica	3	5
Inteligencia Artificial	SI	NO
Total	11	13

FIGURE 3. Cuadro comparativo Mapeo GPS y Dead Reckoning

GPS tiene ventajas tanto en precisión como en tener menor complejidad algorítmica, pues no requiere hacer uso de inteligencia artificial, es por lo que es la solución seleccionada por el equipo de diseño.

II. SISTEMA DESARROLLADO

El funcionamiento del sistema planteado es el siguiente:

Una etapa de procesamiento inicial, la cual se desarrolla en plataforma C++ Arduino. La etapa inicial cuenta con una programación que le permite al microprocesador conectarse y acceder a internet por medio de un módulo ESP8266 WIFI, así como conocer su localización por satélite y guardar los

datos dentro de una unidad de almacenamiento micro SD. El sistema deberá obtener y guardar datos durante el pastoreo y después de haber regresado al punto de llegada, a través del chip de WIFI integrado se subirán los datos a la plataforma en la nube ThingSpeak. La segunda etapa es un proceso de mapeo en donde se busca visualizar sobre un mapa los puntos precisos en donde ha estado el rebaño haciendo el pastoreo. Para realizar la visualización del rebaño, se ha diseñado un Script en Java que permite recopilar los datos desde la plataforma ThingSpeak, procesar la posición con respecto a la longitud y latitud generada por el GPS y finalmente geoposicionarlos dentro de un mapa que se visualizará fácilmente en la plataforma web.

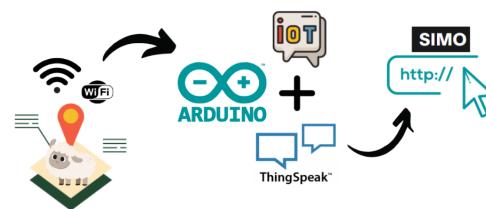


FIGURE 4. Proceso que el dispositivo va a realizar.

A. PROTOTIPO

ELECCIÓN DE TARJETA DE DESARROLLO Para realizar este desarrollo, se escoge la mejor tarjeta programable para este trabajo, en este caso se usará una tarjeta Node Mcu V1. Esta tarjeta cuenta con un módulo WiFi ESP32

Tarjeta	Arduino UNO	Arduino Mega	NodeMcuV 1
Costo	3	1	5
Consumo	2	1	3
Pines	4	1	3
WIFI	1	1	5
Total	10	4	16

FIGURE 5. Criterio de selección microcontrolador.

que permite a la tarjeta establecer conexión directa a internet, además tiene un costo menor a las tarjetas de Arduino más básicas.

FILTRO PARA SELECCIONAR LOS MEJORES MÓDULOS PARA EL DESARROLLO Para este trabajo se realizó una búsqueda exhaustiva sobre los costos, consumo y además de variables importantes para el grupo. Se presentan los resultados de selección a continuación:

Localización:

Modulo	GPS NEO-6	GY-NEO 6M V2	MÓDULO A9G
Costo	5	3	1
Consumo	4	5	1
Disponibilidad	5	3	3
Total	14	11	5

FIGURE 6. Criterio de selección módulo GPS.

Almacenamiento: Para el sistema de almacenamiento se usará un módulo microSD que permite guardar los datos del recorrido del rebaño hasta que este vuelve al punto de salida.

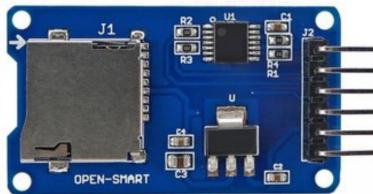


FIGURE 7. Módulo micro SD seleccionado.

Recopilando las selecciones anteriores, el dispositivo tendrá como medida de la localización la idea de mapeo por medio de GPS, es así entonces que el dispositivo se diseña sobre un microprocesador NodeMCU v1, este que cuenta con un chip ESP8266 WIFI. Se usarán módulos Arduino como: GPS NEO-6 y almacenamiento microSD. Se hace uso de plataformas de IOT como ThingSpeak, plataformas web vía JavaScript y API tomada de Google para la visualización del mapeo, para garantizar independencia energética del dispositivo, se pensó en una etapa de potencia, la cual permita una transición entre alimentación externa e interna, así como permitir la carga de la batería interna del dispositivo. Lo que se pretende lograr para este primer prototipo es una caja negra que sea capaz de obtener los datos de su ubicación y almacenarlos en su memoria interna para luego cargarlos a una plataforma de IOT ThingSpeak por medio de conexión WIFI. Además, el dispositivo cuenta con una batería interna que le permite seguir operando sin alimentación externa. Los datos

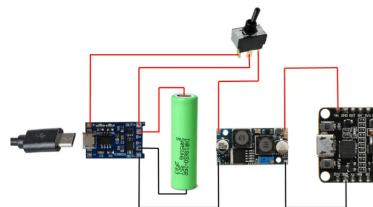


FIGURE 9. Circuito de independencia energética de SIMO.

IOT ThingSpeak. SIMO es completamente autónomo, pues cuenta con una batería 18650 de 6800mAh que permiten un largo periodo de uso (12Horas). El dispositivo se compactó dentro de una caja de prototipado en la cual se puede seguir modificando el dispositivo. En cuanto a la visualización de los resultados, esta se hace mediante el aplicativo web (<https://hstpuj.github.io/demo.html>) que está optimizado para Smartphone o computadores para una fácil visualización de las ubicaciones previamente cargadas desde el dispositivo SIMO. En la figura anterior se muestran los resultados de

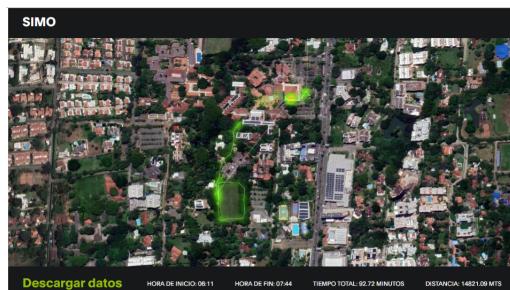


FIGURE 10. Sitio web visualización recorrido.



FIGURE 8. Prototipo en 3D.

que son almacenados y subidos a las plataformas de IOT por el dispositivo SIMO son recopilados y procesados por una API vía JavaScript para luego de procesar las posiciones de longitud y latitud obtenidas desde ThingSpeak estas sean geo posicionadas sobre un mapa vía Google Maps. Este diseño debe permitir al usuario conocer los momentos en los que se inició el pastoreo, el recorrido, el tiempo ocupado en cada zona, el momento de llegada y la distancia total recorrida por el rebaño. Ahora, para garantizar la autonomía del dispositivo se plantea la etapa de energía:

III. RESULTADOS

Se logró consolidar un dispositivo que puede obtener su localización en longitud y latitud, guardar estos datos en una memoria microSD y cuando se conecta a internet automáticamente sube los datos almacenados a la plataforma de

las pruebas preliminares que se obtuvieron del dispositivo dentro del campus de la universidad Javeriana de Cali. Se logra observar el rastreo de los puntos que se han subido, cabe destacar que gracias a una retroalimentación se configuró que entre más tiempo se pase en un sitio, más rojo se vuelve y más grande también. Se puede entonces visualizar el recorrido generado por el rebaño y estimar por color del mapa el tiempo que ha durado el rebaño en cada zona.

SIMO cuenta con características que lo hacen un dispositivo autónomo, puede localizar, guardar su ubicación, administrar bases de datos y presenta una interfaz amigable con el usuario.



FIGURE 11. Prototipo final.

Las especificaciones técnicas del dispositivo son las siguientes:

SIMÓ	Especificaciones
Vin	5 V DC
Tiempo maximo con batería	12 Horas
Presición GPS	2 metros
Corriente Máxima de consumo	400mAh
Tiempo de Carga aprox	3 Horas
Puerto de carga	Micro USB

FIGURE 12. Especificaciones técnicas dispositivo final.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El proceso de diseño selección e implementación de este dispositivo ha sido satisfactoriamente completado, a manera de recomendaciones podemos sugerir al lector que si desea continuar con el proyecto, se busque reducir el tamaño circuital y del case del dispositivo. En relación al manejo del módulo GPS, se recomienda tener en cuenta que existen modelos con memorias internas que deben poder mantenerse para realizar un correcto registro de los datos deseados provenientes del módulo.

Finalmente se evidencio mediante las distintas pruebas la funcionalidad e importancia del dispositivo en procesos productivos de monitoreo y rastreo de localización, específicamente en el pastoreo de ovejas, que el apoyo de la tecnología para respaldar estos procesos innovadores enfocados a un modelo de desarrollo sostenible es indispensable, debido a que la data obtenida y presentada de manera eficiente, estructurada y concreta brinda al Hatico un soporte estadístico el cual les permite promover en la región y en el país un cambio fundamental en el sector agrícola.

V. REFERENCIAS

V.Gupta, (2017, noviembre). LEA LOS DATOS GPS DE THINGSPEAK Y MUÉSTRELOS EN EL MAPA DE GOOGLE USANDO ESP12E NODEMCU Y GPS NEO 6M MODULE 1ed. disponible en: <https://iotmonk.com/lessons/showing-thingspeak-gps-data-google-maps-using-javascript-html/>

F. Koyanagui (2017, diciembre) Módulo SD Card com ESP8266 disponible en: <https://www.instructables.com/SD-Card-Module-With-ESP8266/>

IoTDesignPro (2020, marzo) Rastreo GPS basado en IoT usando NodeMCU y Matlab Visualization en ThingSpeak disponible en : <https://iotdesignpro.com/projects/iot-based-gps-tracking-using-nodemcu-and-visualization-on-thingspeak>

H. Bolaños (2021, julio, 26) EL HATICO, LA SORPRENDENTE RESERVA NATURAL QUE SE CONSERVA CON GANADO Y CAÑA DE AZÚCAR disponible en: <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-213-2021>

S.Santos (2021,septiembre, 16)ESP32: Getting Started with Firebase (Realtime Database) disponible en: <https://randomnerdtutorials.firebaseio.com/realtime-database/esp32-store-data-firebase>