

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Diseño de una solución para el seguimiento y control del personal operativo al interior de las zonas de trabajo en las plantaciones de
banano”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

GILSON ADALBERTO CHACHA OLIVARES

CARLOS EDUARDO SANTOS CARRASCO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2019

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a mi familia y a todas aquellas personas que de alguna manera fueron parte de este proceso y que me han permitido cumplir un objetivo anhelado, gracias por estar en los buenos y malos momentos, por todos sus consejos inculcados, por su cariño y apoyo incondicional. Para finalizar agradezco infinitamente a nuestros queridos docentes por sus enseñanzas, valores, críticas constructivas y por todas esas malas noches que sirvieron para crecer tanto en lo personal y académicamente, gracias totales.

Gilson Adalberto Chacha Olivares

Esta tesis está dedicada a mis padres por todo el amor y comprensión brindadas, por ser ejemplo de padres, por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible, por su constante lucha y por ser un pilar importante durante mi vida. De ellos aprendí a nunca rendirme y enfrentar toda adversidad por dura que fuese, nada de esto hubiese sido posible sin su incondicional apoyo. Sé que este logro tan importante en mi carrera como profesional los llena de orgullo tanto como a mí.

Carlos Eduardo Santos Carrasco

AGRADECIMIENTOS

Agradecido primeramente a Dios por la vida, por brindarme sabiduría y perseverancia en momentos de dificultad y debilidad para poder lograr este objetivo.

Agradecido eternamente a mis padres por ser los principales promotores de hacer cumplir este sueño, por confiar y creer siempre en mí, por apoyarme incondicionalmente y por todos los buenos consejos brindados.

A nuestros queridos docentes que son piezas claves para la formación de excelentes profesionales, por todos los conocimientos compartidos a lo largo de la carrera universitaria y por todas aquellas personas que ayudaron con su granito de arena para que este objetivo se cumpla.

Gilson Adalberto Chacha Olivares

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su gracia ha llenado siempre mi vida de bendiciones, a mi Madre y a mi Padre que con su ejemplo, esfuerzo y dedicación permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

Asimismo, agradezco a mis hermanas por el apoyo y amor brindado, sus consejos han sido muy valiosos y me siento afortunado de tener a dos mujeres tan excepcionales como ellas a mi lado, espero algún día poder llenarlas de orgullo así como ellas me llenan a mí.

No sólo no hubiera sido nada sin ellos, sino con toda la gente que estuvo a mi alrededor desde el comienzo. Algunos siguen hasta hoy...Gracias totales.

Carlos Eduardo Santos Carrasco

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Carlos Santos y Gilson Chacha damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Carlos Santos Carrasco

Gilson Adalberto Chacha
Olivares.

EVALUADORES

Msig. Andrade Troya, Robert Stalin

PROFESOR DE LA MATERIA

Msig. Espinal Santana, Albert Giovanni

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En esta tesis se plantea una solución para la hacienda San Alberto 2 propiedad de Orodelti S.A la cual se dedica a la producción y exportación de banano. El proceso de producción del banano tiene 3 etapas: cosecha, post cosecha y embarque. Este proyecto se enfoca específicamente en la etapa de la cosecha, donde intervienen todas las actividades manuales que realizan sus trabajadores con el objetivo de obtener un buen producto que se pueda comercializar. Concretamente, este proyecto trata de dar un seguimiento o monitoreo de todas las actividades manuales que realizan los trabajadores dentro de las plantaciones.

Para el desarrollo de este proyecto se empleó la metodología Design Thinking, mediante la cual se pudo extraer información necesaria para identificar la problemática en la etapa de cosecha, siguiendo una serie de fases que posteriormente permitieron sacar conclusiones sobre el proceso de control de las actividades llevado a cabo actualmente.

El sistema que se diseñó para darle solución a esta problemática fue la creación de un dispositivo de rastreo el cual envía información sobre la ubicación de los trabajadores a un dispositivo central o Gateway, el cual va a procesar esta información y mostrarla a través de un aplicativo web que permite registrar a sus trabajadores, asignar actividades, crear dispositivos y consultar todas las actividades realizadas por los trabajadores.

El objetivo de este sistema es generar, recolectar y mostrar información relevante sobre las actividades de los trabajadores. Con el fin de que el administrador o jefe de planta pueda llevar un control más organizado de sus trabajadores y pueda realizar una evaluación de la eficiencia de cada uno de sus trabajadores.

ABSTRACT

This thesis proposes a solution for the San Alberto 2 farm owned by Orodelti S.A, which is dedicated to the production and export of bananas. The banana production process has 3 stages: harvest, post- harvest and shipment. This project focuses mainly on the harvest stage, where all the manual activities carried out by its workers are involved in order to obtain a good product that can be marketed. Specifically, this project tries to follow up and monitor workers activities during working hours.

For the solution of this project, the Design Thinking methodology was used, through which it was possible to extract information necessary to recognize the problem at the harvest stage, following a series of phases that subsequently allowed conclusions to be drawn about the process of controlling the activities that they currently have.

The system that was designed to solve this problem, was the creation of a tracking device which sends information about the location of the workers to a central device or Gateway, which will process this information and through the use of software, which allows you to register your workers, assign activities, create devices and consult all the activities carried out by the workers

The objective of this system is to generate, collect and display relevant information about workers' activities. Which will allow the administrator or plant manager can keep a more organized control of their workers and can perform an evaluation of the efficiency of each of their workers.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ABREVIATURAS.....	v
SIMBOLOGÍA.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
CAPÍTULO 1.....	9
1. Introducción.....	9
1.1 Descripción del problema.....	10
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo General.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos.....	11
1.3 Marco Teórico	11
CAPÍTULO 2.....	14
2. Enfoque del proyecto.....	14
2.1 Metodología.....	14
2.1.1 Fase Empatía.....	14
2.1.2 Fase de definir	16
2.1.3 Fase de idear	17
2.1.4 Fase de prototipar.....	19
2.1.5 Fase de evaluar.....	20
2.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	20

2.2.1 Subsistema de localización y seguimiento del trabajador.	21
2.2.2 Subsistema de recepción y envío de datos generados por el dispositivo de rastreo.	25
2.2.3 Sistema para visualización, consulta y almacenamiento de datos	27
CAPÍTULO 3.....	33
3. PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA.....	33
3.1 PLAN DE DISEÑO DEL SISTEMA.....	33
3.2 ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA.....	36
CAPÍTULO 4.....	39
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
Conclusiones	39
Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
Anexos	42

ABREVIATURAS

MAGA	Ministerio de Agricultura y Ganadería
RTLS	Sistema de localización en tiempo real
IoT	Internet de las Cosas
NMEA	National Marine Electronic Association
BLE	Bluetooth de baja energía
GPS	Sistema de posicionamiento global
RFID	Identificación por radio frecuencia
PVC	Policloruro de vinilo
LED	Light-Emitting Diode
PHP	Preprocesador de hipertexto
HTML	Lenguaje de marcas de hipertexto

SIMBOLOGÍA

W	Vatio
V	Voltio
DC	Corriente Continua
mAh	Miliamperio hora
mA	Miliamperio
GHz	Gigahercio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa de actores de la hacienda San Alberto 2.	16
Figura 2.2 Análisis del problema, sus causas y consecuencias.	17
Figura 2.3 Diseño de la solución propuesta.....	19
Figura 2.4 Sistema de seguimiento y control del personal operativo.....	20
Figura 2.5 Conexión módulo GPS al Arduino.	22
Figura 2.6 Código de programación en lenguaje C++ para la extracción y lectura de datos GPS.....	23
Figura 2.7 Conexión banco de baterías y diodos leds indicadores.....	24
Figura 2.8 Diseño del estuche protector para el dispositivo de rastreo.	25
Figura 2.9 Conexión del Shield XBee sobre la placa Arduino UNO.	26
Figura 2.10 Conexión módulo XBee a la Raspberry.....	27
Figura 2.11 Ventana de acceso al sistema.....	28
Figura 2.12 Menú principal de opciones.....	28
Figura 2.13 Contenido opción registro.....	29
Figura 2.14 Registro trabajador.....	29
Figura 2.15 Crear dispositivo.....	29
Figura 2.16 Asignar dispositivo.....	30
Figura 2.17 Listado de dispositivos asignados.	30
Figura 2.18 Asignar actividades al trabajador.....	31
Figura 2.19 Reporte de las actividades asignadas al trabajador con CI 090000001	31
Figura 2.20 Ventana para la consulta de la ubicación del trabajador.	32
Figura 3.1 Plan de diseño del sistema en diagrama de Gantt.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Trabajos referenciales	12
Tabla 2.1 Tabla para la evaluacion de las ideas.....	18
Tabla 2.2 Pines usados para la conexión del módulo GPS al Arduino	21
Tabla 2.3 Lista de componentes banco de baterías	23
Tabla 2.4 Función de los leds.....	24
Tabla 2.5 Pines usados para la conexión del módulo a la Raspberry	26
Tabla 3.1 Costos de Implementación del sistema	37
Tabla 3.2 Costos por mantenimiento y reparación	38

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador durante décadas, la producción de banano ha jugado un rol importante en la economía del país. Se estima que esta actividad beneficia a más de un millón de familias ecuatorianas, generando empleo para alrededor de 2,5 millones de personas (aproximadamente el 6% de la población total) tanto directa como indirectamente. Según datos del MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería), una finca bananera genera empleo para un hombre por cada hectárea de banano, lo que convierte al sector bananero en una industria que contribuye en gran medida a la actividad económica, la generación de empleo y la reducción de la pobreza rural. [1]

Actualmente, en el país existen alrededor de 162,236 hectáreas cultivadas destinadas a la producción de banano, además de contar con 4,473 productores distribuidos en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos. [1] Como consecuencia Ecuador se ha posicionado como exportador número uno a nivel mundial y es gracias a esta actividad que el país obtiene ingresos alrededor de 1,900 millones de dólares en divisas y otros 90 millones de dólares por impuestos al estado. [2]

Por todo lo expuesto anteriormente, es importante que los productores cuenten tanto con los recursos materiales, equipos y procesos altamente tecnificados, así como de personal con el conocimiento y la capacitación adecuada, con el fin de generar resultados que les permitan ser altamente competitivos en el mercado.

OroDelti S.A. es una empresa dedicada a la producción agrícola con más de 50 años de experiencia en el mercado. En la actualidad cuenta con 17 haciendas bananeras, 2,000 hectáreas para la producción de banano y una productividad de 3,000 cajas por semanas. [3].

La hacienda San Alberto 2, propiedad de OroDelti, cuenta con 50 hectáreas de banano divididas en 5 lotes de 10 hectáreas cada lote, 13 trabajadores de cuadrilla para las

labores de cuidado y mantenimiento de la plantación y un jefe de planta. Debido a que es una de las 17 haciendas con menor superficie para la producción, la asignación del personal para las labores de cosecha depende en gran medida del calendario de producción de las haciendas más grandes, con superficies que sobrepasan las 100 hectáreas.

1.1 Descripción del problema

La principal actividad de la hacienda es la producción de banano de exportación, manufacturado bajo altos estándares de calidad, posee recursos que dan un valor agregado a su producto como; procesos de producción tecnificados, personal calificado, mano de obra con un extenso conocimiento empírico además de contar con años de experiencia en el oficio y normas que garantizan la seguridad del personal. Aun cuando la compañía cuenta con todos estos recursos a su disposición, existe una problemática que a simples rasgos es difícil de cuantificar y que suele pasar desapercibida esta es, la productividad de sus jornaleros en las plantaciones de banano durante las horas de trabajo.

Esto se debe a que los trabajadores de las plantaciones de banano no siempre realizan su trabajo de manera eficiente, ya sea por falta de interés o motivación. No se lleva un registro de las actividades realizadas y tampoco existe una estrategia que permita a los administradores cuantificar la productividad de los trabajadores, ni indicadores que permitan evaluarla. Actualmente las actividades de control y evaluación del personal las realiza el jefe de planta, que tiene la responsabilidad de delegar tareas, distribuir recursos, velar por la seguridad del personal, control de la producción, tiempos de cosecha, entre otras. Esto ocasiona que el jefe de planta, por temas de disponibilidad y tiempo, no realice un control y retroalimentación continua de su personal.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una solución para el seguimiento y control del personal operativo al interior de las zonas de trabajo en las plantaciones de banano, que facilite a los administradores de una finca monitorear la actividad de su personal. Con el fin de brindarles información relevante que les permita efectuar una evaluación más acertada de la eficiencia de su personal.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un dispositivo de rastreo portable, que permita el seguimiento y control del personal operativo.
- Diseñar una base de datos relacional de bajo costo, que permita almacenar toda la información que se genera en el sistema.
- Desarrollar un aplicativo web con una interfaz amigable, que facilite a los usuarios el manejo y consulta de la información generada en el sistema.

1.3 Marco Teórico

A continuación, en la siguiente tabla constan las respectivas tesis o informes que sirvieron de referencia para la solución de esta problemática. Vale aclarar, que el diseño usado para la solución de la problemática no necesariamente está basado en su totalidad en estas tesis o documentos y más bien sirven como guía para el desarrollo del mismo.

#	Título	Autor	Institución	Fecha
1	Real-time locating system RTLS in healthcare: a condensed primer [1]	Maged N. Kamel Boulos y Geoff Berry	International Journal of Health Geographics	28/06/2012

2	Maximize Efficiency with DominateRFID Workforce Management System [2]		DominateSmartsite	25/02/2017
3	Prototipo para monitoreo y control de actividades cotidianas para personas adultas mayores mediante un sistema de control domótico inalámbrico utilizando tecnología ZIGBEE [3]	Díaz Macías, Efraín Evaristo Villaroel Intriago, José Alberto	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	2016

Tabla 1.1 Trabajos referenciales.

Los sistemas de localización en tiempo real RTLS (Real Time Location System) son útiles para la identificación y seguimiento de activos o personas mediante pequeñas etiquetas adheridos a objetos de interés para determinar su ubicación. Este documento está enfocado específicamente a soluciones médicas que por medio de la tecnología RTLS y mediante módulos o sensores proporcionan una detallada información del paciente y de sus equipos médicos, mediante el monitoreo de los mismos. La única desventaja con respecto a la posible solución de nuestro sistema de seguimiento y localización de usuarios es la cobertura o alcance ya que está entre 20-100 metros por receptor. (tesis referencial #1)

DominateSmartSite se dedica a brindar soluciones de IoT (Internet of Things) para la administración del personal en zonas industriales y de construcción (trabajo referencial #2), a través de una plataforma web integrada con tecnologías como Códigos de barras, RFID, BLE, ZigBee, GPS y sensores que le proporcionan a los administradores información acerca de su personal dentro de las instalaciones como; quienes se encuentran dentro, dónde se encuentran y cuántos de estos se encuentran o no trabajando. Esto les permite a los jefes de proyecto cuantificar la productividad de sus trabajadores, detectar causas de retraso y asegurar un flujo continuo de trabajo. En base a esta solución se planteó, el diseño de un sistema que permita el rastreo y monitoreo de los trabajadores, a través de una red de sensores inalámbricos de largo alcance que brinde un registro de su actividad dentro de las áreas de trabajo.

En la tesis referencial #3, se presenta un prototipo orientado a gestionar el monitoreo y control de las actividades cotidianas de los adultos mayores, mediante un sistema domótico inalámbrico a través de módulos ZigBee/XBee. La ventaja de usar estos módulos es la simplicidad de su programación y el excelente alcance en la transmisión inalámbrica.

CAPÍTULO 2

2. ENFOQUE DEL PROYECTO

La productividad de sus trabajadores en las plantaciones de banano es una problemática que a simple vista es difícil de cuantificar. Esto se debe a que los trabajadores en las plantaciones no siempre realizan su trabajo de manera eficiente, ya sea por falta de interés, motivación, cansancio, etc.

Para poder llegar a la solución de esta problemática se decidió establecer la metodología Design Thinking para obtener información, ya sea por medio de la observación o herramientas, que de acuerdo a una secuencia de fases son utilizadas con el fin de evaluar y darle solución a la problemática de la hacienda San Alberto 2.

El método cuantitativo de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010) usan la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Además, señalan que este enfoque es secuencial y probatorio, cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase y parte de una idea. [5]

Basándonos en este concepto, se decidió encaminar este proyecto a un enfoque cuantitativo ya que debido a la problemática planteada y al entorno en la que nos situamos, era muy difícil a breves rasgos cuantificar la productividad de los trabajadores en las plantaciones de banano. Por esta razón, el enfoque cuantitativo va a permitir, mediante la recolección de datos brindada por el sistema, a los administradores evaluar de una manera más organizada y controlada la eficiencia de su personal.

2.1 Metodología

2.1.1 Fase Empatía

Aquí se procedió a utilizar la herramienta denominada investigación de escritorio, la cual consiste en buscar información en diferentes fuentes en línea para conocer más acerca de la empresa y el mercado, esta información sirvió para la formulación de preguntas en la entrevista.

Se realizó una entrevista (véase Anexo A) al Sr. Eloy Castañeda, administrador de la hacienda San Alberto 2, quién supo explicar todo el proceso de producción del banano, desde su nacimiento hasta su cosecha y todas las actividades de cuidado llevadas a cabo por los trabajadores durante su desarrollo. Entre ellas se mencionan las siguientes:

- Sembrío
- Fertilizado
- Riego
- Deshoje
- Pre-Calibración del banano
- Deschante
- Selección del mejor retoño (racimo de banano)
- Enfundado
- Apuntalamiento o Amarre
- Trincheo del suelo
- Garrucheo
- Cargado y Cortado

Se realizó un mapa de empatía (véase Anexo B) el cual permitió obtener resultados acerca del cliente y sus trabajadores mediante la observación y la entrevista para poder moldear un cliente ideal y satisfecho.

Se realizó un mapa de actores de la hacienda véase (Figura 2.1), para ubicar a cada uno de los trabajadores en sus respectivos puestos de trabajo, esto a su vez permitió tener un enfoque más amplio de las actividades en concreto que realizan los trabajadores en las plantaciones en función a la etapa de la cosecha.

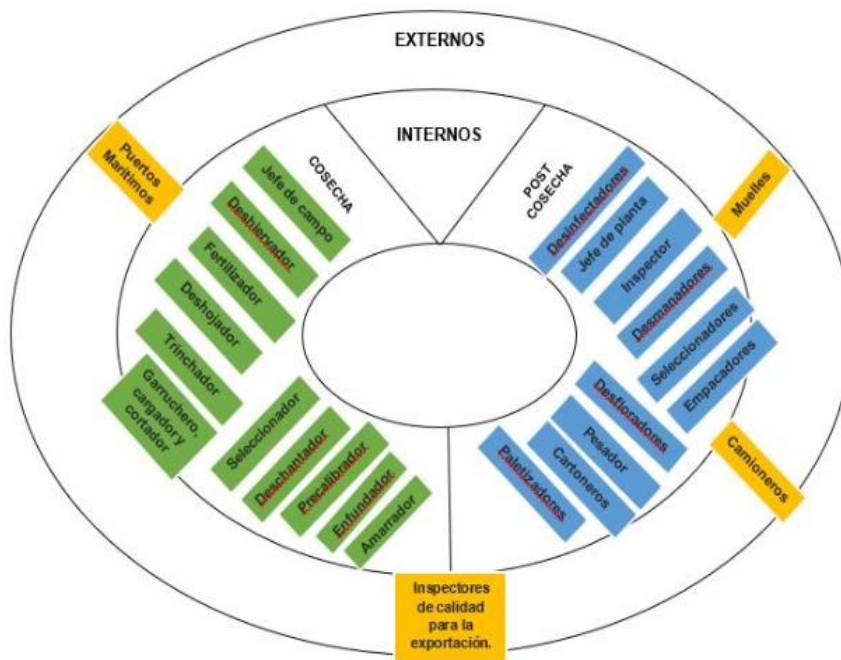


Figura 2.1 Mapa de actores de la hacienda San Alberto 2.

2.1.2 Fase de definir

Esta fase consiste en definir el reto o problema, si bien al comienzo partimos de un reto específico, cuando se lo hizo no se conocía mucho del usuario para el cual se iba a diseñar la solución. Después de haber trabajado con las herramientas de la fase uno, en la que se intentó analizar y comprender al cliente, es necesario redefinir este reto inicial y definir el problema real de la empresa.

Mediante la entrevista realizada en la fase de empatía, se evidenciaron las razones por las cuales el personal de las plantaciones no emplea el total de sus horas laborales de manera eficiente. Debido a que las labores de cuidado y mantenimiento forman una parte importante en el desarrollado de la planta y por consecuencia esto afecta la calidad del producto, no realizar alguna de estas tareas no solo ocasiona baja calidad o pérdida del mismo, sino también pérdidas económicas y mal gasto de recursos. Por lo que a continuación, a

través del “método del árbol” se analizará la problemática, sus causas y consecuencias. Véase (Figura 2.2)

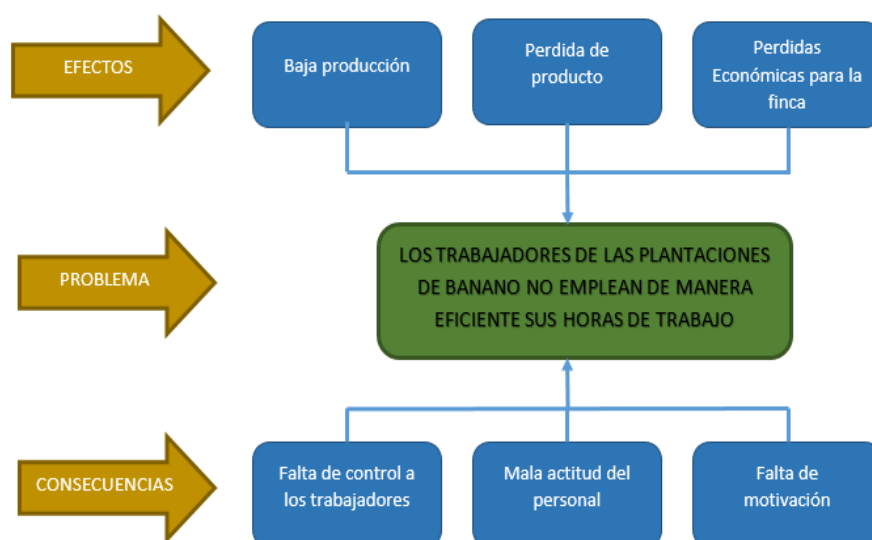


Figura 2.2 Análisis del problema, sus causas y consecuencias.

2.1.3 Fase de idear

Ahora que se consiguió definir el problema, es necesario elaborar una lluvia de ideas para obtener la mayor cantidad de soluciones que aporten valor y que guarden relación con las necesidades y deseos de la empresa. Para esto, se elaboró una tabla de evaluación de ideas (Tabla 2.1)

		Criterios					TOTAL
		Permite evaluar la eficiencia individual del personal	Beneficio para la Empresa	Grado de Innovación	Tiempo de Implementación	Costo de Implementación	
Idea	Diseñar un sistema para el monitoreo del personal operativo dentro de las plantaciones de banano.	5	5	5	3	3	21
	Uso de un reloj inteligente.	0	4	3	5	4	16
	Capacitación del personal en buenas prácticas de producción	5	5	1	1	2	14
	Realizar Evaluaciones periódicas del personal operativo.	5	3	1	1	1	11
	Asignar un trabajador extra para que controle las actividades del personal.	0	3	0	5	1	9

Tabla 2.1 Tabla de evaluación de las ideas.

2.1.4 Fase de prototipar

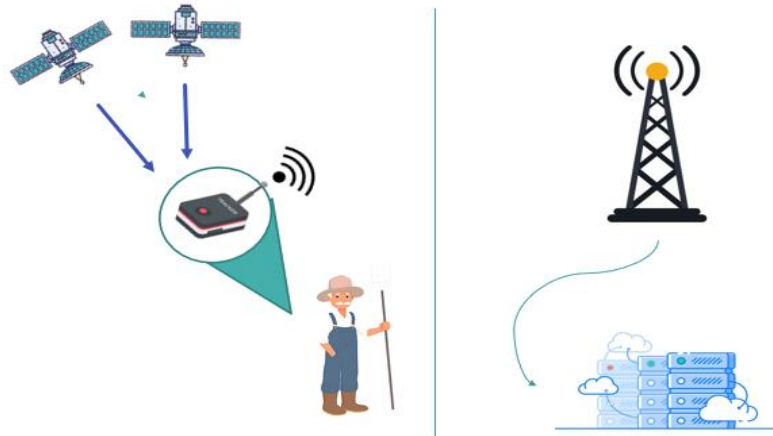


Figura 2.3 Diseño de la solución propuesta.

Durante esta fase se desarrolló el diseño de la solución escogida durante la fase idear, con el desarrollo de esta propuesta se espera poder materializar la idea con el objetivo de presentarla ante el cliente y analizar como interactúa con esta.

Este diseño de un sistema para llevar el control y seguimiento de las actividades de los trabajadores consta de dos bloques. El primer bloque está formado por un dispositivo de seguimiento, que llevara consigo el trabajador siempre que se encuentre realizando alguna actividad en las plantaciones, mismo que está formado por un receptor GPS de la marca u-blox, un módulo de radiofrecuencia para la transmisión de datos con una antena dipolo que mejora el alcance de la transmisión y un banco de baterías recargables que suministra de energía el dispositivo. El segundo bloque está formado por un dispositivo central o coordinador, encargado de recibir y almacenar la información generada por el dispositivo de rastreo en una base de datos y que así mismo contará con un módulo de radiofrecuencia con una antena omnidireccional para obtener una mayor cobertura en la comunicación.

2.1.5 Fase de evaluar

Esta fase permite analizar la manera en cómo el cliente interactúa con la propuesta de la solución, es gracias a esto que se va a poder desarrollar un diseño de solución más afín con los requerimientos y necesidades del cliente. Cuando se presentó la propuesta del sistema se recibieron las siguientes sugerencias por parte del cliente:

- Desarrollar un aplicativo que permita visualizar toda la información que se genera en el sistema.
- Incluir un módulo que permita conocer el nivel de carga de las baterías en el dispositivo rastreador.

Las cuales fueron tomadas en cuenta e implementadas, como se podrá apreciar en el diseño de la solución final.

2.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

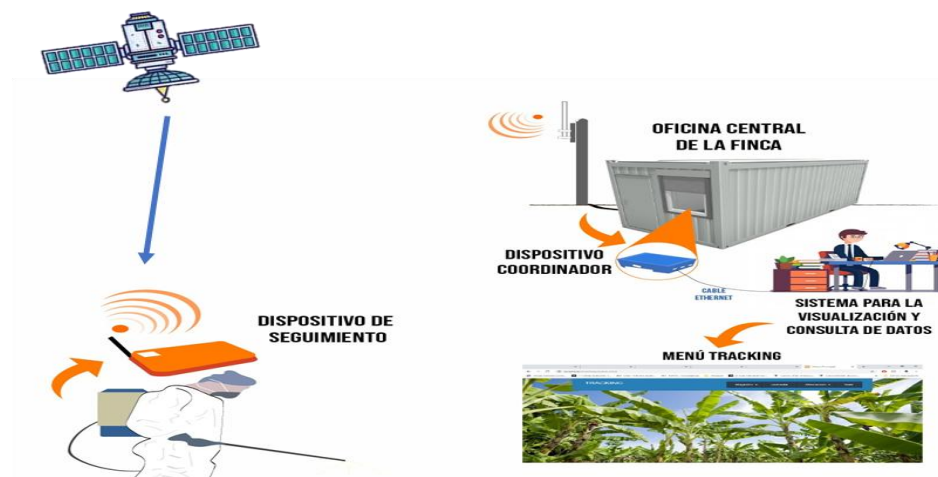


Figura 2.4 Sistema de seguimiento y control del personal operativo.

El sistema para el seguimiento y control del personal operativo trabaja de la siguiente manera: A través de un dispositivo de rastreo, que llevará consigo el trabajador, se realizará un seguimiento de su ubicación dentro de la plantación. Esta información, junto con la fecha y hora, es obtenida por el receptor GPS y

serán enviadas desde el dispositivo de rastreo, mediante ondas de radio frecuencia, hacia un dispositivo central que se encargara de su recepción, lectura, análisis y almacenamiento. Todos estos registros, junto con las actividades asignadas a los trabajadores, permitirán que el jefe de la plantación lleve un control más ordenado del comportamiento y eficiencia de su personal.

Adicionalmente, para la consulta y visualización de los registros generados en el sistema, así como la ubicación de cada trabajador, se desarrolló una aplicación web. A continuación, se explica en detalle el funcionamiento de cada una de las partes que componen el sistema y que son:

1. Subsistema de localización y seguimiento del trabajador.
2. Subsistema de envío y recepción de datos generados por el dispositivo de rastreo.
3. Sistema para la visualización, consulta y almacenamiento de datos.

2.2.1 Subsistema de localización y seguimiento del trabajador.

Para obtener la ubicación del trabajador, se utiliza un módulo GPS. Este receptor GPS de la marca u-blox, cuenta con una precisión de posicionamiento horizontal de 2.5 m, un bajo consumo de batería, y dimensiones compactas [6]. Este módulo irá conectado, por medio de cables puente, a la placa Arduino de la siguiente manera: véase (Tabla 2.2) y (Figura 2.5).

Módulo GPS	Arduino	Color del Cable
VCC	3.3 v	rojo
GND	GND	negro
TX	3	amarillo
RX	4	Naranja

Tabla 2.2 Pines usados para la conexión del módulo GPS al Arduino.

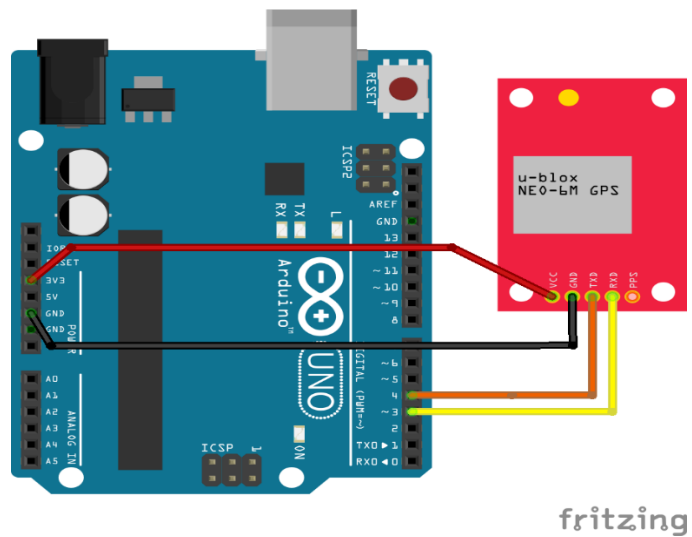


Figura 2.5 Conexión módulo GPS al Arduino.

Para la comunicación entre el módulo y la placa se necesita de una conexión serial ya que este irá conectado a los pines digitales del Arduino. Será necesario el uso de una librería externa, denominada “NeoSWSerial”, que permite a los pines digitales del microcontrolador funcionar como una conexión serial (véase Anexo C). Además, los datos que por defecto muestra el módulo GPS, siguen el formato de sentencias del protocolo NMEA. Por esto, para obtener la información proveniente de estas sentencias, como latitud, longitud y altitud, se utiliza la librería externa, “NeoGPS”, la cual se encarga de leer estas sentencias. (véase Figura 2.6)

```

//funcion que lee las sentencias e imprime la informacion
void displayInfo()
{
    //chequea que este llegando datos de ubicacion
    if (fix.valid.location && fix.valid.date && fix.valid.time ){
        //obtiene e imprime ubicacion
        Serial.print("GPS-01");
        Serial.print(',');
        Serial.print(fix.latitude(),5);
        Serial.print(',');
        Serial.print(fix.longitude(),5);
        Serial.print(',');
        //convierte la hora ala zona horaria deseada
        NeoGPS::clock_t localSeconds;
        NeoGPS::time_t localTime;
        if(fix.valid.date && fix.valid.time){
            using namespace NeoGPS;

            localSeconds = (clock_t) fix.dateTime;
            localSeconds += -5 * SECONDS_PER_HOUR +30 * SECONDS_PER_MINUTE;
            localTime = localSeconds;
        }
    }
}

```

Figura 2.6 Código de programación en lenguaje C++ para la extracción y lectura de datos GPS.

También, para suministrar de energía este sistema se optó por diseñar un banco de baterías con pilas recargables, véase (Tabla 2.3).

Componentes	Descripción
2 pilas recargables	li-ion 3.7V
1 Porta pilas	Con espacio para dos pilas
3 diodos LED	Rojo, amarillo y verde
Plug DC	2.1 mm
Switch	Apagado/Encendido
4 resistencias	3x 100 ohm • 1x 2.2k ohm resistor
1 diodo Zener	5v1

Tabla 2.3 Lista de componentes banco de baterías.

Este banco irá conectado al plug DC de 2.1 mm de alimentación de la placa, posee una carga eléctrica de 4800mAh, un voltaje de salida 6.4V, un switch

para el encendido y apagado del dispositivo. Según los cálculos realizados (véase Anexo D), se estima que el sistema de suministro de energía permitirá al dispositivo trabajar como máximo durante 12 horas con una sola carga. Por esto, para conocer el nivel de carga del banco de baterías, este contará con 3 diodos LED que indicaran el porcentaje de carga de la siguiente manera, véase (Tabla 2.4) y (Figura 2.7):

Color	Porcentaje de carga
Rojo	< 10 %
Amarillo	50 %
Verde	100 %

Tabla 2.4 Función de los leds.

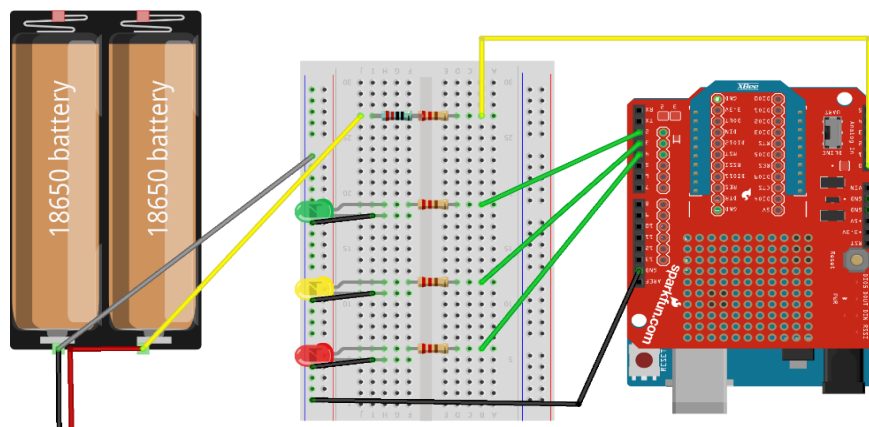


Figura 2.7 Conexión banco de baterías y diodos leds indicadores.

Por último, para proteger los componentes del dispositivo, este será colocado dentro de una caja PVC a prueba de agua, la cual contendrá en su interior una esponja de poliuretano para evitar así daños por golpes o caídas, véase (Figura 2.8).



Figura 2.8 Diseño del estuche protector para el dispositivo de rastreo.

2.2.2 Subsistema de recepción y envío de datos generados por el dispositivo de rastreo.

Diseñada como una red de nodos con una topología punto-multipunto, donde el nodo principal de la red (Coordinador) se encarga de recibir la información proveniente de múltiples nodos finales. Esta red utiliza módulos XBee, módulos de radiofrecuencia que trabajan en la banda de los 900Mhz, con la capacidad de transmitir a largas distancias y con un consumo bajo de energía. A continuación, una lista de los componentes que forman parte de este sistema:

- Arduino Uno
- Raspberry Pi b+
- Módulos XBee Pro XCS
- XBee Shield
- Cables puente macho-hembra

Estos módulos están encargados de la transmisión y recepción de la información generada en el dispositivo de seguimiento. La Raspberry, que cumple la función de coordinador de la red, se encarga de recibir esta información, procesarla (véase Anexo E) y almacenarla. Para la conexión del módulo de radiofrecuencia a la placa Arduino, dispositivo final, se usa un adaptador denominado “Shield Xbee”, véase (Figura 2.9).

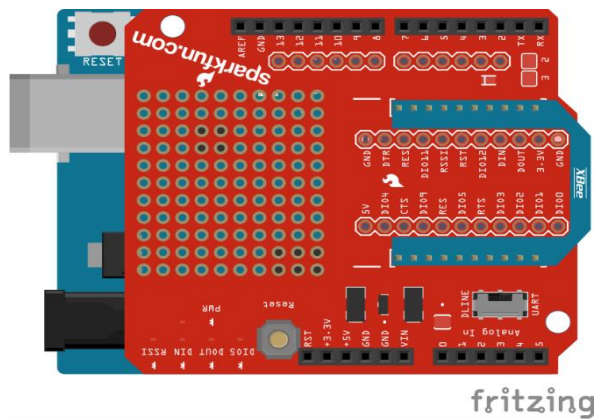


Figura 2.9 Conexión del Shield XBee sobre la placa Arduino UNO.

La conexión del módulo de comunicación con el coordinador de la red se hace a través de cables puente hembra-hembra, véase (Tabla 2.5) y (Figura 2.10).

Módulo XBee	Raspberry	Color del cable
GND	Pin 38 (GND)	Negro
VDD	Pin 1 (3.3 V)	Rojo
TX	Pin 36	Verde
RX	Pin 37	Amarillo

Tabla 2.5 Pines usados para la conexión del módulo a la Raspberry.

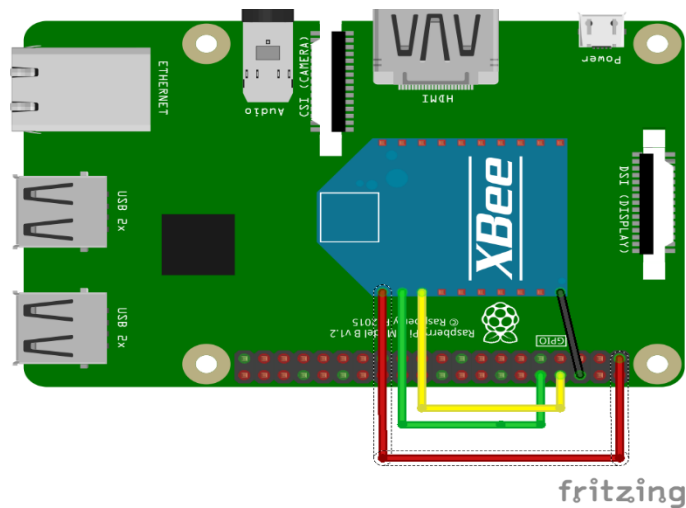


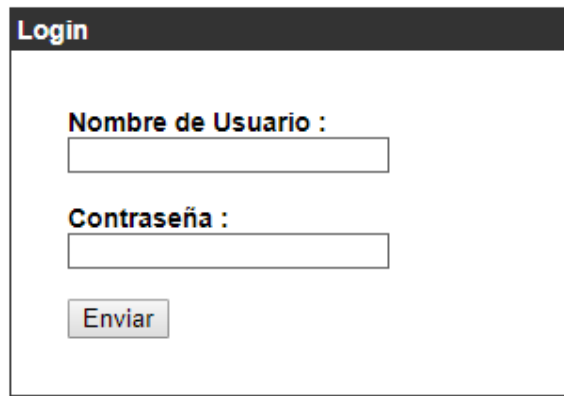
Figura 2.10 Conexión módulo XBee a la Raspberry.

Además, estos módulos incorporan un conector hembra del tipo RP-SMA, donde irá conectada una antena dipolo a prueba de agua en los dispositivos finales y una antena de alta ganancia omnidireccional para el coordinador. Es gracias a estas antenas que se puede establecer un enlace sin línea de vista de hasta 15 km. La antena del coordinador irá fijada a un poste de madera de 10 metros de altura instalado al lado de la oficina central de la hacienda, la cual está ubicada a 15 metros de la entrada principal, y conectada a la Raspberry por un cable coaxial de 15 metros de largo. La Raspberry a su vez, estará situada en el interior de las oficinas conectada a una computadora, que contiene la aplicación web para la visualización y consulta de toda la información generada en el sistema.

2.2.3 Sistema para visualización, consulta y almacenamiento de datos

A través de una aplicación web, desarrollado en lenguaje php y código de marcación html (véase Anexo F), se podrá consultar la ubicación de los trabajadores, consultar el historial de las actividades asignadas y realizadas por cada trabajador, así como el ingreso, actualización y eliminación de trabajadores, y actividades. El aplicativo cuenta con una primera ventana de

autenticación, véase (Figura 2.11), donde los usuarios deben ingresar credenciales válidas para acceder al sistema y sus funciones.



The image shows a login window titled "Login". It contains two input fields: "Nombre de Usuario :" and "Contraseña :". Below these fields is a button labeled "Enviar".

Figura 2.11 Ventana de acceso al sistema.

Una vez validadas estas credenciales, el sistema mostrará una ventana principal con 4 opciones, véase (Figura 2.12), registro, jornada, consulta y salir.



Figura 2.12 Menú principal de opciones.

La opción registro del menú principal, tiene otras 3 sub-opciones las cuales son trabajador, dispositivo y actividad que permiten crear, actualizar y eliminar registros, dependiendo de los privilegios del usuario, ya sea administrador o usuario normal (véase Figura 2.13, 2.14, 2.15, 2.16 y 2.17).

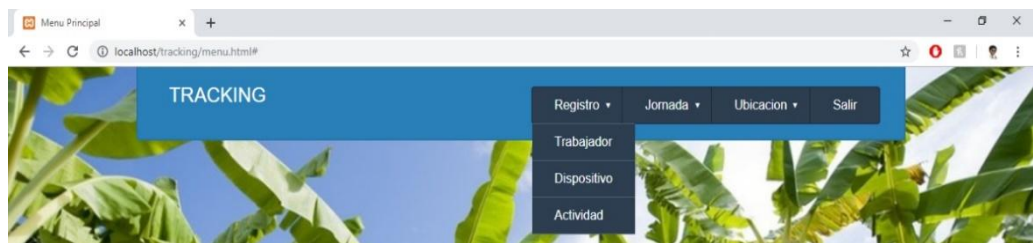


Figura 2.13 Contenido opción registro.

Figura 2.14 Registro trabajador.

Figura 2.15 Crear dispositivo.

Datos del dispositivo » Asignar dispositivo

No

Trabajador

Dispositivo

Seleccione

Paul Quezada

Jose Ramirez

Pedro Mosquera

Guardar datos

Cancelar

Figura 2.16 Asignar dispositivo.

Lista dispositivos asignados

No	Documento de identificación	Codigo Dispositivo	Estado	
1	Jose Ramirez	CHOOPBAN-96	EN USO	 
2	Paul Quezada	CHKEP-0010	EN USO	 
3	Pedro Mosquera	CHOK-PI001	EN USO	 

© MI 2019

Figura 2.17 Listado de dispositivos asignados.

En la segunda opción del menú principal, jornada, se podrá asignar actividades a los trabajadores, así como consultar el registro de actividades realizadas por el trabajador (véase Figura 2.18 y Figura 2.19).

Datos de la actividad » Asignar actividad

Código

Trabajador

Actividad

Hora de inicio

Hora de fin

- Seleccione
- Fertilizado
- Deschante
- Amarre
- Riego
- Enfundado**
- Deshoje
- Trincheo
- Selección
- Cortador

Figura 2.18 Asignar actividades al trabajador.

Datos de empleados

localhost/irradiatic/

Aplicaciones PORTAL DE REGISTRO Ver Serie La teoría... E-Talent - Ofertas L... ESPOS, SOWSE "Halekajun" by Lee... Iniciar sesión Académico ESPOS ¡Bienvenido a Facob... YouTube Crea...

Lista actividades asignadas

No	Identificación	Actividad	Hora de inicio	Hora Fin	
2	090000001	Cubrir racimo de banano	12:00	15:00	 
3	090000001	Corte de cortezas secas	10:00	12:00	 

© MI 2019

Figura 2.19 Reporte de las actividades asignadas al trabajador con CI 090000001

Por último, la tercera opción del menú principal permite consultar la ubicación del trabajador a través de un mapa. En este mapa, se mostrará el recorrido que va haciendo el trabajador con una línea roja, el punto de partida con un pin, y la ubicación actual con una flecha verde. Además, cuenta con un botón, ubicado en la parte superior izquierda para actualizar la ubicación en el mapa (véase Figura 2.20).

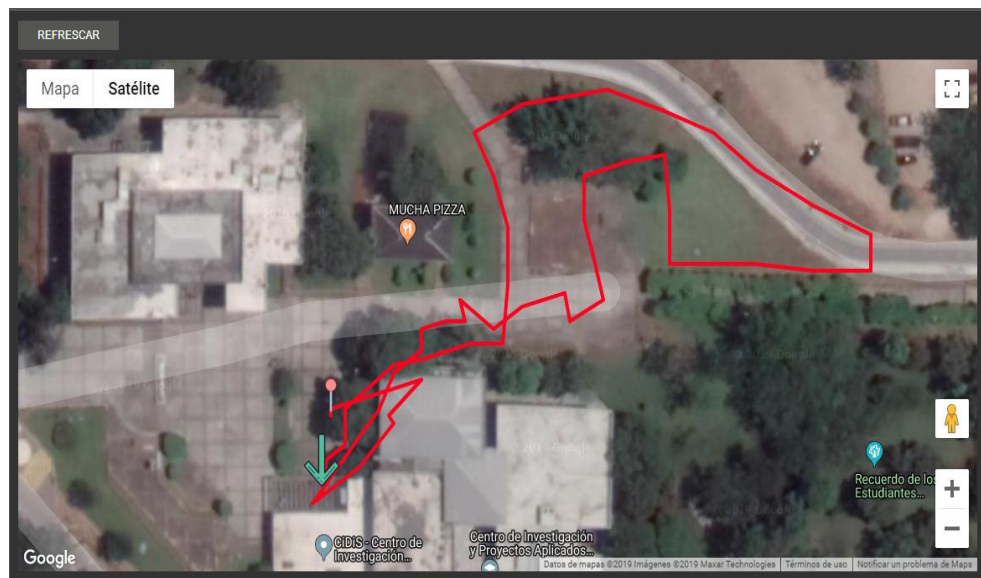


Figura 2.20 Ventana para la consulta de la ubicación del trabajador.

CAPÍTULO 3

3. PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA

3.1 PLAN DE DISEÑO DEL SISTEMA

A continuación, se detalla el plan de implementación del diseño del sistema algunas actividades como la aprobación del plan de costos, las compras bajo pedido de ciertos materiales y las obras civiles son críticas para que el proyecto pueda ser implementado en el lapso de tiempo estipulado.

✦ Implementación de sistema para el control y seguimiento del personal	60 días	lun 16/9/19	vie 6/12/19	
Envío del plan de costos a la empresa	1 día	lun 16/9/19	lun 16/9/19	Carlos Santos
Aprobación del plan de costos	4 días	lun 16/9/19	jue 19/9/19	
✦ Compra e Importación de materiales e Insumos	16 días	vie 20/9/19	vie 11/10/19	
Compra de microcontroladores, módulos GPS y demás materiales	2 días	vie 20/9/19	lun 23/9/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
Envío del pedido a proveedores de módulos Xbee, adaptadores USB y shields.	1 día	vie 20/9/19	vie 20/9/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
Envío del pedido a proveedores antena omnidireccional	1 día	vie 20/9/19	vie 20/9/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
Importación antena omnidireccional	2 sem.	lun 23/9/19	vie 4/10/19	

Importación módulos Xbee, adaptadores USB y shields.	3 sem.	lun 23/9/19	vie 11/10/19	
▷ Ensamblaje y Configuración dispositivos	7 días	lun 14/10/19	mar 22/10/19	
✦ Ensamblaje y Configuración dispositivos	7 días	lun 14/10/19	mar 22/10/19	
Configuración de los módulos Xbee	1 día	lun 14/10/19	lun 14/10/19	Carlos Santos
Conexión módulos Xbee y GPS a microcontroladores	2 días	lun 14/10/19	mar 15/10/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
Ensamblaje de los bancos de baterías	1 día	mié 16/10/19	mié 16/10/19	Gilson Chacha
Ensamblaje de los dispositivos de rastreo y dispositivo coordinador	2 días	jue 17/10/19	vie 18/10/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
Configuración dispositivos de rastreo y dispositivo coordinador	2 días	lun 21/10/19	mar 22/10/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
✦ Obras Civiles	1 día	vie 20/9/19	vie 20/9/19	
Instalación del Poste	1 día	vie 20/9/19	vie 20/9/19	Obrero
Instalación Antena Omnidireccional	1 día	vie 20/9/19	vie 20/9/19	Carlos Santos
Instalación cableado antena	1 día	vie 20/9/19	vie 20/9/19	Gilson Chacha
✦ Implementación aplicativo web para consultas y manejo de información	31 días	mié 23/10/19	mié 4/12/19	
Instalación y configuración del servicio web y de base de datos	1 día	mié 23/10/19	mié 23/10/19	Carlos Santos
Creación de la base de datos	1 día	mié 23/10/19	mié 23/10/19	Gilson Chacha
Desarrollo aplicativo web	30 días	jue 24/10/19	mié 4/12/19	Carlos Santos; Gilson Chacha

▲ Pruebas y correcciones	2 días	jue 5/12/19	vie 6/12/19	
Pruebas de conexión dispositivos de rastreo y dispositivo coordinador	1 día	jue 5/12/19	jue 5/12/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
Pruebas de conexión aplicativo web y base de datos	1 día	jue 5/12/19	jue 5/12/19	Carlos Santos; Gilson Chacha
Pruebas de funcionamiento del sistema	1 día	vie 6/12/19	vie 6/12/19	Carlos Santos; Gilson Chacha

Figura 3.1 Plan de diseño del sistema en diagrama de Gantt.

Para la implementación total del sistema de seguimiento y control se desarrolló la siguiente planificación: Primeramente, se realizó un análisis del costo para la implementación del sistema en la hacienda, luego se esperó la aprobación por parte de los administradores para que consecuentemente a esto sea ejecutada. Se realizó las compras ya sea localmente o por importación de los componentes electrónicos y elementos activos y pasivos a utilizar, posteriormente se realizó las respectivas configuraciones y ensamblajes de los dispositivos electrónicos aproximadamente en un lapso de una semana, luego se procedió a dejar instalado el poste donde se colocó la antena omnidireccional con el respectivo cableado, subsecuentemente se desarrolló la aplicación web y la implementación de todos los servicios que utiliza para su normal funcionamiento , todo esto se lo realiza en el dispositivo coordinador y para finalizar se realizó pruebas y correcciones de todo el sistema en un lapso de dos días.

3.2 ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA

A continuación, se presenta en una tabla (Tabla 3.1) el costo total que llevaría implementar este diseño de solución. Con el fin de presentar esta información al cliente y que con ayuda de esta pueda tener una idea más amplia de cuánto le costaría implementar una solución de este tipo.

El costo total para la implementación del sistema es de \$3,211.70, en este valor se incluyen 13 dispositivos de seguimiento, el dispositivo coordinador, la configuración e instalación de cada dispositivo y el desarrollo del aplicativo web para las consultas. Además, si el cliente desea agregar dispositivos de seguimiento a la red, hasta un máximo de 100 dispositivos, el valor unitario será de \$ 160. Se considero la producción de 13 unidades debido a que la empresa actualmente cuenta con esa cantidad fija de trabajadores para las plantaciones.

Requerimientos	Cantidad	Precio Unitario	Total
Arduino Uno	13	\$ 13,00	\$ 169,00
Raspberry Pi 3 b+	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Cable Puente macho-hembra (40 unidades)	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Diodo Zener	13	\$ 0,25	\$ 3,25
Resistencias	52	\$ 0,15	\$ 7,80
Switch On/Off	13	\$ 0,75	\$ 9,75
Leds	39	\$ 0,40	\$ 15,60
Módulos GPS Ublox Neo-6M	13	\$ 15,00	\$ 195,00
Módulo XBee-Pro S3B	14	\$ 44,95	\$ 629,30
Módulo XBee USB explorer	1	\$ 10,00	\$ 10,00
XBee shield	13	\$ 9,00	\$ 117,00
Porta Pilas + Baterías recargables (Set de 2 pilas)	13	\$ 10,00	\$ 130,00

Antena dipolo para exteriores	13	\$ 5,00	\$ 65,00
Antena de alta ganancia omnidireccional	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Cable Coaxial (15 metros)	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Conector DC plug 2.1 mm macho	13	\$ 1,00	\$ 13,00
Estuche protector Raspberry	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Plancha de poliuretano	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Estuche protector para Arduino	13	\$ 8,00	\$ 104,00
Implementación			
Sistema de Consulta			\$ 450,00
Instalación poste			\$ 50,00
Garantía			\$ 480,00
Configuración de los modulos			\$ 550,00
			\$ 3.211,70

Tabla 3.1 Costos de Implementación del sistema

Adicional al año de garantía que se ofrece por defectos de fábrica, se planea ofrecer un servicio técnico adicional en caso de que algún módulo del dispositivo falle o no trabaje adecuadamente (daño parcial) y si así el cliente lo requiere también se ofrece mantenimiento preventivo. Tabla (3.2 Costos por mantenimiento y reparación).

Tipo de Servicio	Precio
Reparación parcial del dispositivo de seguimiento	\$ 80
Mantenimiento preventivo dispositivo de seguimiento	\$40
Mantenimiento dispositivo Coordinador	\$ 50
Mantenimiento Base de Datos	\$ 30

Mantenimiento Aplicativo Web	\$ 120
------------------------------	--------

Tabla 3.2 Costos por mantenimiento y reparación

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Durante el desarrollo del diseño de la solución se pudo evidenciar lo siguiente:

- A pesar que la comunicación por radiofrecuencia logra cubrir largas distancias, de manera teórica, este alcance puede llegar a verse afectado por varios motivos como; obstáculos (vegetación, cerros, edificios, etc.), interferencias de otras señales, clima, potencia de la señal y frecuencia de la señal.
- Si bien frecuencias de señales de 2,4 GHz y 5 GHz funcionan bien para redes inalámbricas de datos en ambientes cerrados con línea de vista, para un implementación en ambientes rurales, como una bananera, donde no existe una línea de vista entre los dispositivos, estas frecuencias se quedan cortas y es mejor trabajar con frecuencias menores a los 1 GHz.
- Se pudo analizar y constatar que los módulos con tecnología XBee, son módulos inteligentes que poseen una amplia variedad de funcionalidades que permiten formar redes mucho más avanzadas con módulos de otros fabricantes lo que ayuda a la interoperabilidad con otros sistemas y además que permite un ahorro significativo de energía.
- Se logró verificar que los módulos XBee están diseñados para aplicaciones que demanden de un alto tráfico de envío y recepción de datos de acuerdo con las pruebas realizadas en este proyecto y además que posee baja latencia.

Recomendaciones

Para finalizar este proyecto, hemos considerado las siguientes recomendaciones con el objetivo de que el sistema trabaje de la mejor manera. Basados en los resultados y conclusiones obtenidas durante el desarrollo del prototipo, se sugiere lo siguiente:

- Realizar un mantenimiento preventivo a nivel de Hardware y Software, a los dispositivos de localización cada 6 meses para evitar algún tipo de daño físico o lógico que afecte el rendimiento del mismo.
- Siempre que se encienda por primera vez el dispositivo de rastreo, esperar un periodo de 5 minutos para que el módulo GPS pueda adquirir los datos de navegación de los satélites.
- Considerar la instalación de nodos intermedios (dispositivos enrutadores - XBee) cuando exista pérdida o atenuación de la señal, ya sea por factores climáticos, interferencias causadas por otros dispositivos, obstrucciones, etc.
- Verificar, antes y después de utilizar el dispositivo, el nivel de carga de las baterías.
- Evitar utilizar el dispositivo de rastreo en interiores, casas o edificios, ya que el módulo GPS trabaja mejor en exteriores.
- Considerar reemplazar las baterías lion, que suministran de energía al dispositivo de seguimiento, por baterías de litio de una menor capacidad pero que funcionen de manera autónoma con un panel solar que constantemente las mantenga cargadas

BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Informe Sector Bananero Ecuatoriano”, Ministerio de Comercio Exterior, Quito, Ecuador, Dic. 2017.
- [2] Galo Cedeño, “Banano, plátano y otras musáceas”. [Online]. Available: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- [3] ORODELT S.A. [Online]. Available: <https://www.svempresas.com/>
- [4] Eloy Castañeda (comunicación privada), 2019.
- [5] Eumed.net “Metodología Cuantitativa” Available: http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html
- [6] u-blox, “Neo-6,” GPS.G6-HW-09005-E datasheet, 2011.

ANEXOS

Anexo A

Entrevista realizada

A.1. Supervisor de la hacienda San Alberto 2

Entrevistadores: Gilson Chacha – Carlos Santos

Fecha: 22/06/2019 – 13:30 PM

Nombre del encuestado: Sr. Eloy Castañeda

Ocupación: Administrador de la hacienda

Tiempo laborando en la empresa: 1 año

Preguntas:

1.- ¿Cuáles y cuántas son las etapas existentes para la producción del banano?

Existen tres etapas que son:

- Cosecha
- Post Cosecha
- Embarque

2.- ¿Cuántos trabajadores dispone actualmente la hacienda?

Actualmente cuenta con 13 trabajadores fijos ya que la hacienda es pequeña (50 hectáreas) en comparación al resto de haciendas con las que cuenta ORODELTÍ.

3.- ¿Cuántas cajas de banano producen semanalmente?

Actualmente la hacienda tiene una productividad de 3000 cajas semanales.

4.- ¿Qué actividades o labores manuales se llevan a cabo en la plantación en la etapa de cosecha?

- Sembrío
- Fertilizado
- Riego
- Deshoje

- Pre-Calibración del banano
- Deschante
- Selección del mejor retoño (racimo de banano)
- Enfundado
- Apuntalamiento o Amarre
- Trincheo del suelo
- Garrucheo
- Cargado y Cortado

5.- ¿Cuáles son los cuidados que se deben tomar en cada una de las actividades y cuántos trabajadores demanda por actividad y el tiempo en realizarlo?

Siembra: Las labores que se desarrollan en esta fase es el deshierbe luego la fertilización y riego, en cuanto al deshierbe se utiliza como instrumento el machete o moto guadaña. La cantidad de trabajadores que se utiliza para esta labor es de 10 jornales por hectárea o 5 jornales cuando se emplea moto guadaña.

Riego: El riego se realiza desde el primer día en adelante, actualmente se emplea el sistema de aspersión ya que el agua fuente es proveniente de un pozo profundo.

Fertilizado: Esta actividad se realiza a partir de los ocho días, la persona encarga de hacerlo riega el fertilizante alrededor de la mata formando una corona, esta labor se la realiza cada 8 días hasta que nazca su primer fruto. A partir de esto la fertilización viene hacer mensual y a media corona de su próximo retoño, esta actividad la realiza en un día un jornal en 8 hectárea.

Selección: Es actividad la realiza una persona preparada y calificada para seleccionar el mejor retoño para la próxima cosecha, esta laboral la realiza en un día aproximadamente en 3,5 hectáreas cada 6 o 7 semanas durante el tiempo de vida de la plantación.

Deschante: Esta labor consiste en eliminar la corteza seca de la planta que se encuentra adyacente a la planta hija que está próxima a hacer cosechada, esto se realiza debido a que puede ocasionar algún daño físico u orgánico, esta actividad la realiza un jornal cada 6 u 8 semanas aproximadamente en una hectárea.

Apuntalamiento o amarre: Esta labor manual consiste básicamente en amarrar las plantas mediante un “cabo forte”, este amarre se realiza alrededor de ellas para poderlas apoyar entre sí, debido a que poseen raíces poco profundas ya que el peso las puede virar. Esta

actividad se la realiza cuando la planta tiene de 0 semanas a 2 días de haber parido y se amarra entre 200 a 250 plantas un jornal en una extensión de 5 a 7 hectáreas.

Enfundado: Esta actividad la realiza una persona con su debida protección y herramientas para poder cumplir con éxito esta labor y el tiempo que se toma el trabajador en realizarla es un jornal con un avance de 120 fundas en 5 hectáreas.

Pre-calibrador: Es una actividad manual la cual se encarga una persona de calibrar los dedos del racimo, la calibración para que un racimo se encuentre listo para la cosecha es de 40 a 48 mm, vale aclarar que esta medida va a depender del mercador

Trincheo del suelo: Esta labor cultural se la realiza de forma manual mediante una herramienta denominada “palín”, que consiste en darle aireación al suelo ya sea por humedad o dureza, esto va a permitir que las raíces se expandan para que agarren más nutrientes del suelo, esta actividad se realiza aproximadamente a 200 plantas por jornal.

Deshoje: Básicamente se la realiza cuando las hojas de la planta llegan a una etapa de maduración o doblaje.

6.- ¿Cuál es el tiempo de vida útil de una plantación de banano?

El tiempo de vida útil es aproximadamente de 10 a 15 años, luego de esto se hace el mismo procedimiento que se desarrolló la primera vez, el cual consiste en subsanar el suelo de manera tecnificada o manual.

7.- ¿Cuántas plantas de banano posee una hectárea actualmente?

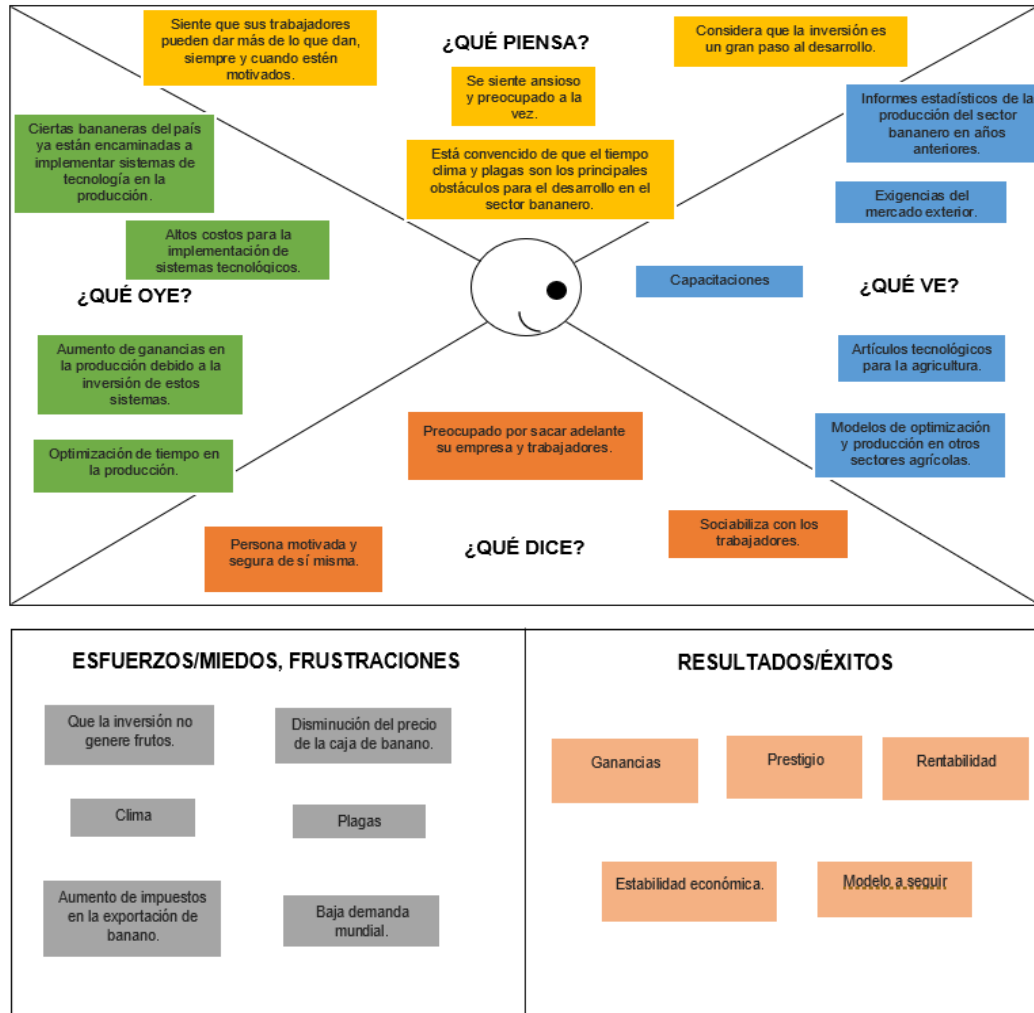
Aproximadamente 1450 plantas por hectárea.

8.- ¿Qué tiempo tarda la planta en producir un racimo?

Tarda entre 12 a 13 semanas después de haber parido la fruta.

Anexo B

Mapa de empatía



Anexo C

Sketch de programación del dispositivo de rastreo

```
sketch_jul17a $  
#include <NeoSWSerial.h>  
#include <NMEAGPS.h>  
//definiendo los pines digitales a usar  
static const int RXPin =4, TXPin =3;  
NeoSWSerial gpsPort(RXPin,TXPin);  
static const uint32_t GPSBaud = 9600;  
//definiendo variables  
NMEAGPS gps;  
gps_fix fix;  
uint8_t fixCount = 0;  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);  
  gpsPort.begin(9600);  
}  
  
void loop()  
{  
  while (gps.available(gpsPort)){  
    fix = gps.read();  
    //llama a la funcion displayinfo c/30 sec  
    if(++fixCount >=10){  
      displayInfo();  
      fixCount = 0;  
    }  
  }  
  
  if ((gps.statistics.chars <10) && (millis() > 5000)){  
    Serial.println(F("Señal GPS no detectada"));  
  }  
}
```

```

    if ((gps.statistics.chars < 10) && (millis() > 5000)){
        Serial.println(F("Señal GPS no detectada"));
        while (true);
    }
}

//funcion que lee las sentencias e imprime la informacion
void displayInfo()
{
    //chequea que este llegando datos de ubicacion
    if (fix.valid.location && fix.valid.date && fix.valid.time ){
        //obtiene e imprime ubicacion
        Serial.print("GPS-01");
        Serial.print(',');
        Serial.print(fix.latitude(), 5);
        Serial.print(',');
        Serial.print(fix.longitude(), 5);
        Serial.print(',');
        //convierte la hora ala zona horaria deseada
        NeoGPS::clock_t localSeconds;
        NeoGPS::time_t localTime;
        if(fix.valid.date && fix.valid.time){
            using namespace NeoGPS;

            localSeconds = (clock_t) fix.dateTime;
            localSeconds += -5 * SECONDS_PER_HOUR + 30 * SECONDS_PER_MINUTE;
            localTime = localSeconds;
        }

        //obtiene e imprime la fecha
        Serial.print(localTime.year);
        Serial.print('/');
        Serial.print(localTime.month);
        Serial.print('/');
        Serial.print(localTime.day);
        Serial.print(',');
        //obtiene e imprime la hora
        Serial.print(localTime.hours);
        Serial.print(':');
        if (localTime.minutes < 10) Serial.print('0');
        Serial.print(localTime.minutes);
        Serial.print(':');
        if(localTime.seconds < 10) Serial.print(F("0"));
        Serial.print(localTime.seconds);
    }
    else{
        Serial.print(F("***Obteniendo Informacion***"));
    }

    Serial.println();
}

```

Anexo D

Demanda de Consumo de Corriente

A.1. Dispositivo Rastreador

Para calcular las horas de consumo de la batería del dispositivo de seguimiento, se realizó el siguiente cálculo. A continuación, la siguiente fórmula para el cálculo del consumo.

$\text{Demanda corriente(mA)} = W/V$

$\text{Horas} = \text{Amperaje batería(mAh)}/\text{Demanda corriente (mA)}$

DATOS:

Batería Recargable 7.4V 4800mAh

GPS NEO-6M = 45 mA

XBee-PRO S1 TX = 250 mA

XBee-PRO S1 RX= 55 mA

Arduino UNO = 50mA

$\text{Horas} = 4800\text{mAh}/45\text{mA} + 250\text{mA} + 55\text{mA} + 50\text{mA}$

$\text{Horas} = 4800\text{mAh}/400\text{mA}$

Horas = 12h

Anexo E

Script para el procesamiento de la información en el dispositivo coordinador

```
import serial
import pymysql
port = serial.Serial('COM4', baudrate=9600, timeout=3.0)
while True:
    con = pymysql.connect(host="localhost",user="root",password="",db="track")
    data = port.readline().decode()
    print(data)
    registro_GPS = data.strip().split(",")
    if len(registro_GPS) !=1:
        identificador = registro_GPS[0]
        latitud = float (registro_GPS[1])
        longitud = float (registro_GPS[2])
        fecha = registro_GPS[3]
        cursor = con.cursor()
        sql="insert into ubicacion(latitud,longitud,fecha,identificador)"
        datos_gps= (latitud,longitud,fecha,identificador)
        cursor.execute(sql,datos_gps)
        print("Registro ingresado exitosamente!!")
        print("-----")
        #f = open(registro_GPS[0]+".txt","a+")
        #f.write(data)
        #f.close()
        con.commit()
        con.close()
```

Anexo F

Código PHP y HTML

```
1  <?php
2  /*Datos de conexion a la base de datos*/
3  $db_host = "localhost";
4  $db_user = "root";
5  $db_pass = "";
6  $db_name = "tracking_db";
7
8  $con = mysqli_connect($db_host, $db_user, $db_pass, $db_name);
9
10 if(mysqli_connect_errno()){
11     echo 'No se pudo conectar a la base de datos : '.mysqli_connect_error();
12 }
13 ?>
```

```
19     margin-top: 80px;
20 }
21 </style>
22
23 </head>
24 <body>
25     <nav class="navbar navbar-default navbar-fixed-top">
26         <?php include('nav.php');?>
27     </nav>
28     <div class="container">
29         <div class="content">
30             <h2>Lista dispositivos</h2>
31             <hr />
32
33             <?php
34             if(isset($_GET['aksi']) == 'delete'){
35                 // escaping, additionally removing everything that could be (html/javascript-) code
36                 $nik = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_GET["nik"],ENT_QUOTES)));
37                 $cek = mysqli_query($con, "SELECT * FROM dispositivo where Id_dispositivo = '$nik'");
38                 if(mysqli_num_rows($cek) == 0){
39                     echo '<div class="alert alert-info alert-dismissable"><button type="button" class="close"
40                         data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button> No se encontraron datos.</div>';
41                 }else{
42                     $delete = mysqli_query($con, "DELETE FROM dispositivo where Id_dispositivo='$nik'");
43                     if($delete){
44                         echo '<div class="alert alert-success alert-dismissable"><button type="button"
45                             class="close" data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button> Datos
46                             eliminado correctamente.</div>';
47                     }else{
48                         echo '<div class="alert alert-danger alert-dismissable"><button type="button"
49                             class="close" data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button> Error, no se
50                             pudo eliminar los datos.</div>';
51                     }
52                 }
53             }
54         </div>
55     </div>
56 </body>
```

```

37     </nav>
38     <div class="container">
39         <div class="content">
40             <h2>Datos del dispositivo &raquo; Crear dispositivo</h2>
41             <hr />
42
43             <?php
44             if(isset($_POST['add'])){
45                 $codigo = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["codigo"],ENT_QUOTES)));//Escapando
caracteres
46                 $codDispositivo = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["codDispositivo"],ENT_QUOTES)));
//Escapando caracteres
47                 $estado = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["actividad"],ENT_QUOTES)));//Escapando
caracteres
48
49                 $cek = mysqli_query($con, "SELECT * FROM dispositivo WHERE Id_dispositivo='$codigo'");
50                 if(mysqli_num_rows($cek) == 0){
51                     $insert = mysqli_query($con, "INSERT INTO dispositivo(Id_dispositivo,Codigo_dispositivo,Estado)
VALUES($codigo, '$codDispositivo', '$estado')") or die(mysqli_error
52                     ($con));
53
54                     if($insert){
55                         echo '<div class="alert alert-success alert-dismissable"><button type="button" class="close"
data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button>Bien hecho! Los datos han sido
56                         guardados con éxito.</div>';
57                     }else{
58                         echo '<div class="alert alert-danger alert-dismissable"><button type="button" class="close"
data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button>Error. No se pudo guardar los
59                         datos !</div>';
60                     }
61                 }else{
62                     echo '<div class="alert alert-danger alert-dismissable"><button type="button" class="close"
data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button>Error. código existe!</div>';
63                 }
64             }
65         </div>
66     </div>
67 </body>
68 </html>

```

```

34 <body>
35 <nav class="navbar navbar-default navbar-fixed-top">
36     <?php include("nav.php");>
37 </nav>
38 <div class="container">
39     <div class="content">
40         <h2>Datos del dispositivo &raquo; Asignar dispositivo</h2>
41         <hr />
42
43         <?php
44         if(isset($_POST['add'])){
45             $codigo = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["codigo"],ENT_QUOTES)));//
Escapando caracteres
46             $docIdentificacion = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["docIdentificacion"],ENT_QUOTES)));
//Escapando caracteres
47             $codDispositivo = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["codDispositivo"],ENT_QUOTES)));//
Escapando caracteres
48
49             $cek = mysqli_query($con, "SELECT * FROM trabajador_dispositivo WHERE Id_dispositivo_trabajador='$codigo'"
);
50             if(mysqli_num_rows($cek) == 0){
51                 $insert = mysqli_query($con, "INSERT INTO trabajador_dispositivo(
Id_dispositivo_trabajador,trabajador_Documento identificacion, dispositivo_Id_dispositivo)
VALUES($codigo, '$docIdentificacion', $codDispositivo)") or die(mysqli_error($con));
52
53                 if($insert){
54                     echo '<div class="alert alert-success alert-dismissable"><button type="button" class="close"
data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button>Bien hecho! Los datos han sido
55                     guardados con éxito.</div>';
56                 }else{
57                     echo '<div class="alert alert-danger alert-dismissable"><button type="button" class="close"
data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button>Error. No se pudo guardar los
58                     datos !</div>';
59                 }
60             }
61         }
62     </div>
63 </div>
64 </body>
65 </html>

```

```

34 <body>
35 <nav class="navbar navbar-default navbar-fixed-top">
36 <?php include("nav.php");?>
37 </nav>
38 <div class="container">
39 <div class="content">
40 <h2>Datos del dispositivo asignado &raquo; Editar datos</h2>
41 <hr />
42
43 <?php
44 // escaping, additionally removing everything that could be (html/javascript-) code
45 $nik = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_GET["nik"],ENT_QUOTES)));
46 $sql = mysqli_query($con, "SELECT * FROM trabajador_dispositivo where Id_dispositivo_trabajador ='$
    nik'");
47 if(mysqli_num_rows($sql) == 0){
48 header("Location: list_dispositivos_asignado.php");
49 }else{
50 $row = mysqli_fetch_assoc($sql);
51 }
52 if(isset($_POST['save'])){
53 $codigo = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["codigo"],ENT_QUOTES)));
    //Escanpando caracteres
54 $docIdentificacion = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["docIdentificacion"],
    ENT_QUOTES)));//Escanpando caracteres
55 $codDispositivo = mysqli_real_escape_string($con,(strip_tags($_POST["codDispositivo"],
    ENT_QUOTES)));//Escanpando caracteres
56
57 $update = mysqli_query($con, "UPDATE trabajador_dispositivo SET
    trabajador_documento_identificacion='$docIdentificacion', dispositivo_Id_dispositivo='$
    codDispositivo' WHERE Id_dispositivo_trabajador='$nik'" or die(mysqli_error($con));
58 if($update){
59 header("Location: list_dispositivos_asignado.php?nik=".$nik."&pesan=sukses");
60 }else{
61 echo '<div class="alert alert-danger alert-dismissible"><button type="button" class="close"
    data-dismiss="alert" aria-hidden="true">&times;</button>Error, no se pudo guardar los

```

```

1 <?php
2 include("conexion.php");
3 ?>
4 <!DOCTYPE html>
5 <html lang="es">
6 <head>
7
8 <meta charset="utf-8">
9 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
10 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
11 <title>Datos de empleados</title>
12
13 <!-- Bootstrap -->
14 <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
15 <link href="css/style_nav.css" rel="stylesheet">
16
17 <style>
18 .content {
19 margin-top: 80px;
20 }
21 </style>
22
23 </head>
24 <body>
25 <nav class="navbar navbar-default navbar-fixed-top">
26 <?php include('nav.php');?>
27 </nav>
28 <div class="container">
29 <div class="content">
30 <h2>Lista dispositivos asignados</h2>
31 <hr />
32
33 <?php
34 if(isset($_GET['aksi']) == 'delete'){
35 // escaping, additionally removing everything that could be (html/javascript-) code

```

Anexo G

Modelo Lógico de la Base de datos

