



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS**  
**COMPUTACIONALES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

“SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS PARA LA EMPRESA “ODRES HONEY”, UBICADA EN LA PARROQUIA DE AMAGUAÑA, CANTÓN QUITO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA.”

**AUTOR:**

GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL

**TUTOR:**

PHD. RODRÍGUEZ BÁRCENAS GUSTAVO

Latacunga – Ecuador

2017

## **APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION**

En calidad de lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, por cuanto , el postulante: GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL, con el título “**SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS PARA LA EMPRESA “ODRES HONEY” UBICADA EN LA PARROQUIA AMAGUAÑA, CANTON QUITO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 26 de Julio del 2017

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**

**Nombre: Ing. Fausto Viscaino**

**CC: 1803610920**

---

**Lector 2**

**Nombre: Ing. Galo Flores**

**CC: 0501857213**

---

**Lector 3**

**Nombre: Ing. Víctor Medina**

**CC: 0501373955**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS PARA LA EMPRESA “ODRES HONEY”, UBICADA EN LA PARROQUIA DE AMAGUAÑA CANTÓN QUITO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA**, de Gualotuña Guachamin Juan Gabriel con número de cédula 1721854675, de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

**Latacunga 07 de Julio de 2017**

EL TUTOR

-----  
**PhD. Gustavo Rodríguez Bárcenas**

**CC: 1757001357**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS PARA LA EMPRESA “ODRES HONEY”, UBICADA EN LA PARROQUIA AMAGUAÑA, CANTON QUITO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA.”, y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....  
**GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL**

**CC: 1721854675**



## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Certifico que:

El Señor **GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL** , estudiante de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con número de cedula **1721854675**, ha desarrollado e implementado de manera exitosa el **SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS PARA LA EMPRESA “ODRES HONEY”**, cumpliendo con todos los requisitos funcionales determinados a inicios del desarrollo del mismo.

Se expide el presente Certificado, para los fines que el interesado lo considere conveniente.

Atentamente,

---

Ing. Samuel Gualotuña

CEO. Odres Group

RUC: 1719454066001

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a DIOS por haberme dado fuerza y sabiduría para terminar con éxito esta etapa de mi vida y por brindarme la oportunidad de disfrutar esta alegría con toda mi familia.

A mis padres Zoila y Enrique por apoyarme en todo momento, por los valores cristianos que inculcaron en mí y por haberme dado la oportunidad de tener una educación de calidad.

A los docentes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme compartido el conocimiento necesario para alcanzar este objetivo.

Gabriel.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a DIOS por haberme dado salud y vida y el haberme permitido llegar hasta este momento importante en mi vida profesional. A mi madre por haberme siempre animado a seguir estudiando cuando las circunstancias eran muy difíciles. A mi Padre por sus consejos oportunos, que me han llevado a tomar buenas decisiones y finalmente a mis hermanos por haber estado siempre a mi lado ayudándome y apoyándome en todo momento.

Gabriel.

## CONTENIDO

PORTADA .....	i
FOMRULARIO DE APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
CONTENIDO .....	viii
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	1
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
Formulación Del Problema.....	4
6. OBJETIVOS .....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos .....	4
7. OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA.....	4
8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
La colmena .....	6
Tipos de colmenas .....	6
Los habitantes de la colmena y sus tareas .....	7
Variables De Interés En Una Colmena.....	8
Temperatura y humedad .....	8
Densidad poblacional de una colmena .....	10
Peso Del Marco .....	10
Sistemas Embebidos .....	10
Sensores de temperatura y humedad .....	11

Sensor DHT11 .....	12
Sensores de movimiento .....	12
Sensor de movimiento PIR con Arduino .....	12
Sensores de fuerza o presión MF01 .....	12
Microcontrolador Arduino.....	13
Tipos de placas Arduino .....	14
Elementos de la placa .....	15
Funcionamiento de la placa .....	16
Software Arduino .....	17
Temporizadores .....	18
Pines digitales .....	19
Pines analógicos .....	19
Módulo Arduino Ethernet Shield .....	19
Placa SIM900 GPRS SHIELD .....	20
Mysql.....	21
Servidor Web Apache.....	22
Css .....	22
Bootstrap.....	22
JavaScript .....	22
JQuery.....	22
Php.....	23
CodeIgniter .....	23
Aplicación Web .....	23
Servicio Web .....	23
Tipo de Investigación .....	24
Exploratoria .....	24
Descriptiva.....	24
Metodología De Desarrollo Scrum.....	24
Ciclo de vida.....	25
Métodos de Recolección de Datos .....	25
La encuesta: .....	26
La entrevista .....	26
Cuestionario.....	26

Arquitectura de Desarrollo MVC .....	26
Descripción De La Empresa “Odres Honey” .....	27
9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS .....	30
Hipótesis.....	30
Variables.....	30
Formulación.....	30
10. METODOLOGIAS .....	30
Diseño metodológico.....	30
Tipos de investigación.....	30
Investigación Exploratoria.....	30
Investigación Descriptiva .....	30
Investigación Bibliográfica .....	31
Técnicas de investigación.....	31
Entrevista.....	31
Métodos Teóricos de Investigación.....	31
Inductivo Deductivo .....	31
Histórico Lógico .....	31
Análisis y Síntesis.....	31
Métodos Específicos.....	32
Modelo en V para el desarrollo de sistemas embebidos.....	32
Metodología de desarrollo de software Scrum .....	33
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	34
Resultados Modelo en V para el desarrollo de sistemas embebidos .....	34
Fase 1 .....	34
Fase 2.....	37
Fase 3.....	38
Fase 4.....	40
Fase 5.....	41
Fase 6.....	42
Resultados Metodología de desarrollo de software Scrum .....	44
Sprint 1 .....	44
Sprint 2 .....	54
Sprint 3 .....	57

Sprint 4 .....	59
Sprint 5(Pruebas e implementación) .....	59
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	66
Impacto técnico.....	66
Impacto Social .....	66
Impacto Ambiental .....	66
Impacto Económico.....	66
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO .....	66
Gastos Directos.....	66
Gastos Indirectos .....	67
Global y Detallado:.....	67
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68
Conclusiones.....	68
Recomendaciones .....	68
15. BIBLIOGRAFIA .....	69
Bibliografía.....	69
16. ANEXOS .....	68

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** “SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS PARA LA EMPRESA “ODRES HONEY”, UBICADA EN LA PARROQUIA DE AMAGUAÑA CANTON QUITO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA”

**Autor:**

GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL

### RESUMEN

“Odres Honey” es una empresa agroindustrial dedicada a la producción de miel de abeja y demás productos derivados de ella, posee una gran cantidad de colmenas que suelen encontrarse ubicadas en diferentes áreas geográficas del Ecuador, la gestión y control de estos apiarios distanciados cientos de kilómetros entre ellas se convierte muchas de las veces en una labor infructuosas por la pérdida de recursos económicos en combustible y de tiempo. Este documento presenta el desarrollo del Sistema de Control y Monitoreo Remoto de Colmenas de Abejas para la empresa agroindustrial “Odres Honey” como una solución tecnológica a la problemática a través de la investigación científica basado en fuentes bibliográficas confiables que permiten obtener información sobre las tecnologías adecuadas para monitorear el estado general de una colmena y transmitir la información adquirida a un servidor alojado en la nube en intervalos de tiempo determinados. Existen ciertas variables físicas dentro de la colmena que afectan la salud y productividad de las abejas cuando se dan eventos negativos sobre éstas variables ; los rangos que garantizan la salud y estabilidad de la colmena, fueron identificados en el presente proyecto. En este documento se ilustra cómo se obtiene y se procesa esta información para ser presentada al usuario final en una pantalla a través de un navegador web, dicha información ayudara a los técnicos apicultores de la empresa “Odres Honey” a programar de manera eficiente un calendario para realizar las visitas e inspecciones de los apiarios, evitando la pérdida de recursos económicos para la empresa.

**Palabras Clave:** Colmena, apiario, servicio web, servidor, sistema embebido, sensor, Arduino, transmisión inalámbrica, humedad, temperatura, densidad poblacional, peso.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**THEME:** “REMOTE CONTROL AND MONITORING SYSTEM OF BEE HIVES FOR THE “ODRES HONEY” COMPANY LOCATED IN THE AMAGUAÑA PARISH, QUITO - PICHINCHA.”

**Author:**

GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL

### ABSTRACT

“Odres Honey”, is an agroindustry company engaged to the production of honey and its derived products. This company owns a great quantity of beehives strategically placed in different geographical areas of Ecuador. The control and maintenance of these hives can become unprofitable due to the vast distances between each area. It becomes an unsuccessful labor because of the loss of its economic resources such as: fuel and time. This document introduces the development of the Remote Monitoring and Control System of beehives for the “Odres Honey” Company as a technological solution to the problem through scientific research based on reliable bibliographic sources that allow obtaining information on the appropriate technologies to monitor the condition of a hive and transmit the information to a server hosted in the cloud at certain time intervals. There are physical variables in the hive which can affect the bee’s health and productivity overall when these negatives events affect the variables, the ranges that guarantee the health and the stability of the hive were identified in this work. It illustrates the process to get information in order to present it in a web page to help professional beekeepers from “Odres Honey”. This system will help them to program a calendar with visits and inspections to the apiaries to avoid the loss of economic resources to the firm.

**Keywords:** Hives, web service, server, imbedded system, sensor, wireless transmission, humidity, temperature, population density, weight, Arduino.

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del Proyecto de Titulación II al Idioma Inglés presentado por el señor estudiante del Decimo Ciclo de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **GUALOTUÑA GUACHAMIN JUAN GABRIEL**, cuyo título versa **“SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS PARA LA EMPRESA “ODRES HONEY”, UBICADA EN LA PARROQUIA DE AMAGUAÑA CANTON QUITO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 11 de julio del 2017

Atentamente,

---

Lic. Mayra Noroña Heredia Mg.  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
C.C. 0501955470

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:** SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE COLMENAS DE ABEJAS.

**Tipo de Proyecto:** Investigación Aplicada

**Propósito:** Dar atención a problemas o necesidades locales

**Fecha de inicio:** Abril - 2016

**Fecha de finalización:** Agosto- 2017

**Lugar de ejecución:** Quito-Ecuador

**Unidad Académica que auspicia:** CIYA

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Informática Y Sistemas Computacionales

**Equipo de Trabajo:** Tutor: PHD Gustavo Rodríguez

**Coordinador de Proyecto de Investigación:** Gualotuña Guachamín Juan Gabriel

**Área de Conocimiento:** Ciencias y la Sub-área Informática.

**Línea de investigación:** Tecnología de información y comunicación y diseño gráfico

**Sub-línea de investigación:** Inteligencia artificial e inteligencia de negocios para la toma de decisiones.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto está orientado a brindar soluciones a problemas que se encuentran en la apicultura, que es una actividad relacionada a la crianza de abejas y producción de miel y a mejorar el proceso de producción en la empresa "ODRES HONEY".

Este sistema será una herramienta que permitirá a los técnicos apicultores de la empresa conocer el estado general de las colmenas sin importar su ubicación, implementando tecnologías que permitirán monitorear y controlar las diferentes variables que se involucran en esta actividad.

Se pretende incorporar la obtención de datos, su registro y el análisis de la información, en el proceso de producción de la miel de abeja en la empresa "ODRES HONEY", facilitando la

trazabilidad de dicho proceso, con el consiguiente agregado de valor a los productos apícolas, asegurando así su calidad y la eficiencia en las actividades relacionadas con la producción.

En la fundamentación científico técnica se detallará la información bibliográfica recopilada en varias fuentes como lo son: artículos científicos, tesis, libros y fuentes en línea, las fuentes bibliográficas utilizadas se listarán en el presente documento en el punto respectivo.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La apicultura es el arte de criar abejas para aprovechar sus productos como la miel, polen, propóleos y jalea real. Argentina y Chile son considerados una potencia en esta actividad puesto que utilizan las mejores prácticas y tecnologías en el manejo de colmenas de abejas para lograr su mayor producción. En Ecuador la actividad apícola está creciendo, cuenta con la presencia de un gran número de apicultores cuyo producto proveniente de las abejas son comercializados en el mercado nacional y se tiene incluso una proyección para exportar la miel a otros países como Estados Unidos y Europa. Para ampliar las ventajas que ésta puede ofrecer al sector apícola es necesario difundir conocimiento y aprovechar la tecnología, siempre de la mano con los distintos grupos de interés para contribuir al bienestar, desarrollo y productividad de los apicultores.

“ODRES Honey” es una empresa que posee gran cantidad de colmenas que suelen encontrarse diseminadas en un área geográfica muy extensa. La gestión de estos apiarios, distanciados en algunos casos cientos de kilómetros y muchas veces en regiones muy marginales con escasa infraestructura tecnológica se convierte en una labor infructuosa por la pérdida de recursos económicos en gasto de combustible y de tiempo, pues se requiere estimar cual puede ser la fecha de cosecha de la miel o realizar una visita técnica a los apiarios, pero muchas de las veces estas visitas programadas por calendario resultan innecesarias ya que no se puede saber el estado de las colmenas sino cuando se realizan dichas visitas o inspecciones.

Se presenta el sistema de control y monitoreo remoto de colmenas de abejas como solución a estos inconvenientes encontrados en la empresa “ODRES HONEY” permitiendo a los técnicos apicultores de la empresa llevar un registro estadístico diario del estado de las colmenas de forma remota.

Este sistema será una herramienta tecnológica de vanguardia dentro de la industria apícola naciente en el Ecuador ayudando a los técnicos de la empresa “ODRES HONEY” a realizar un trabajo más eficiente optimizando tiempo y recursos.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Los beneficiarios directos del proyecto serán los técnicos que en un número estimado son 4 apicultores de la Empresa Agroindustrial “ODRES Honey”, puesto que ellos son los encargados de gestionar y planificar las cosechas e inspecciones de las colmenas de abejas.

Los beneficiarios indirectos serán los dueños de la empresa ya que este sistema les brindará la oportunidad de realizar todo el trabajo técnico en una manera más eficiente y ahorrar recursos de la empresa.

#### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Si bien es cierto que la mayoría de personas dedicadas a la actividad apícola en el Ecuador son artesanales existen algunas personas u organizaciones que han apostado a transformar la apicultura en una actividad industrial. Este es el caso de “ODRES Honey” una empresa dedicada a la producción de miel de abeja y demás productos que se pueden obtener de la colmena. Esta empresa cuenta con más de 500 colmenas de abejas, distribuidas en apiarios, las que a su vez se encuentran ubicadas en diferentes provincias y cantones de la República del Ecuador.

Visto desde una perspectiva empresarial a gran escala, las inspecciones, el control y planificación de cosechas se convierte en una tarea muy difícil de realizar debido al gran número de colmenas y por la distancia que existen entre la ubicación de los apiarios. Los técnicos viajan varios kilómetros para realizar una inspección donde muchas de las veces este viaje tiende a ser una pérdida de tiempo y recursos debido a que las colmenas se encuentran en buen estado, debiendo retornar sin realizar los trabajos que se tenían planificado para el día de inspección.

La planificación de las cosechas es otro problema importante que se ha encontrado en la empresa “ODRES Honey”, los técnicos estiman un tiempo determinado en donde se supone la cantidad de miel en las colmenas es la adecuada para proceder a su extracción, pero de igual forma que las inspecciones algunas veces los técnicos se encuentran con la sorpresa que la cantidad de miel no es la esperada y deben retornar sin realizar la cosecha desperdiciando un día de trabajo y recursos.

Debido a estos inconvenientes de logística encontrados en la empresa se presenta el sistema de control y monitoreo remoto de colmenas como una solución alternativa para la obtención de variables e información que ayudara al técnico de la empresa a realizar el análisis del estado de las colmenas, sin la necesidad de realizar una inspección presencial en un apiario, así como a planificar las cosechas, sin el temor a que el viaje haya sido en vano, ayudando a los apicultores de la empresa a optimizar tiempo y recursos.

### **Formulación Del Problema**

Como optimizar tiempo y recursos en la planificación de las cosechas e inspecciones de las colmenas en la empresa agroindustrial “ODRES Honey”.

## **6. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema de control y monitoreo que permita realizar un análisis del estado de las colmenas a través de la obtención de variables de forma remota.

### **Objetivos Específicos**

Realizar un análisis del estado del presente proyecto en relación con los sistemas de monitoreo y control remoto de colmenas de abejas a partir de artículos científicos que sirvan de base teórica para la investigación.

Identificar los principales requisitos del sistema a partir de técnicas de recopilación y análisis de datos para la selección de los componentes necesarios que deberán ser utilizados para el sistema propuesto.

Implementar el sistema de control y monitoreo remoto en una colmena de abejas de la empresa “Odres Honey” que permitirá la medición y validación del presente proyecto.

## **7. OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA**

**Tabla 1:** Objetivos específicos y actividades

<b>SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b>			
Realizar un análisis del estado del presente proyecto en relación	Analizar todas las variables posibles de estudio que tendrá el	Lista de variables con su respectivo análisis que nos	El método de la Medición: La observación fija la

<p>con los sistemas de monitoreo y control remoto de colmenas de abejas a partir de artículos científicos que sirvan de base teórica para la investigación.</p>	<p>sistema. Realizar una investigación en base a la lista de variables encontradas sobre fuentes bibliográficas avaladas y certificadas científicamente.</p>	<p>llevara a resolver el problema. Fundamentos teóricos confiables tales como revistas científicas, congresos, etc.,</p>	<p>presencia de una determinada propiedad del objeto observado o una relación entre componentes, propiedades u otras cualidades. Análisis bibliográfico de las fuentes encontradas.</p>
<p>Identificar los principales requisitos del sistema a partir de técnicas de recopilación y análisis de datos para la selección de los componentes necesarios que deberán ser utilizados para el sistema propuesto.</p>	<p>Elaboración de un listado con los principales componentes y accesorios de hardware necesarios para realizar el sistema. Relacionar variables y accesorios.</p>	<p>Lista y Cotización de precios de accesorios.</p>	<p>Método lógico inductivo: La conclusión es sacada del estudio de todos los elementos que forman el objeto de investigación.</p>
<p>Implementar el sistema de control y monitoreo remoto en una colmena de abejas de la empresa “Odres Honey” que permitirá la medición y validación del presente proyecto.</p>	<p>.Desarrollo del sistema. Pruebas e implementación.</p>	<p>Estructura del sistema. Presentación GUI</p>	<p>Scrum: Es una metodología ágil, es un modo de desarrollo de carácter adaptable más que predictivo.</p>

Elaborado por: Juan Gualotuña

## 8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### La colmena

Una colmena es un espacio construido o dispuesto como albergue del enjambre de abejas. Son viviendas artificiales que pueden ser elaboradas con paja trenzada, madera, corcho o cerámica, aunque actualmente predominan las colmenas construidas a base de madera de pino y eucalipto. (Jean-Prost, 2009)

Las colmenas tienen tres partes:

1. Base o fondo: Es la parte baja de la colmena en la que se sitúa la piquera y el tablero de vuelo.
2. Cámara de cría: Cajón donde se ubican los cuadros, se coloca la reina y los estados inmaduros (huevo, larva y pupa).
3. Entre-tapa y tapa: Techo que cierra la colmena.

### Tipos de colmenas

Entre los tipos de colmenas está la de corchos donde los panales son elaborados por las abejas dentro de la colmena y adheridos a las paredes de la colmena. No son empleadas en la actualidad, pues no es posible realizar inspecciones a la colonia para evaluar su estado sanitario y la extracción de miel se deben cortar los paneles generando estrés en la población. Ver Figura 1.

**Figura 1:** Colmenas tipo corchos

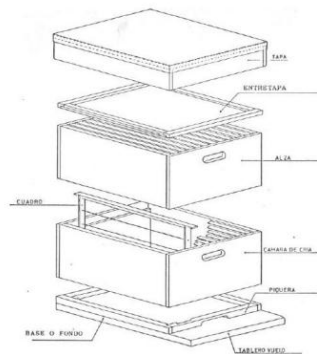


**Fuente:** Jiménez y Núñez, 1986

**Las colmenas movilizadas.**- Presentan cuadros móviles de madera, en el interior de la colmena, sobre los que se sitúan los panales. Sobre ellos se coloca una capa de cera estampada (lámina de cera). Las abejas construyen el panal, estirándola y añadiendo más cera. Dentro de las colmenas movilizadas existe gran variedad de tipos, los más frecuentes son:

1. **Colmenas Layens** o también conocidas como colmenas de crecimiento horizontal porque a medida que aumenta la población de la colonia, la miel aumenta y ocupa el cajón completamente de forma horizontal.
2. **Colmena Langstroth** son las más utilizadas por los apicultores; estas colmenas son de crecimiento vertical. Los cuadros pueden ser intercambiados entre los distintos cuerpos de la colmena, son poco profundos minimizando el riesgo de matar las abejas al posicionarlos al interior de la colmena. Ver Figura 2.

**Figura 2:** Colmena tipo langstroth



**Fuente:** Jiménez y Núñez, 1986

### **Los habitantes de la colmena y sus tareas**

Las abejas son “insectos sociales”, es decir, viven formando colonias que pueden estar constituidas por alrededor de 40.000 individuos y que se reparten de forma muy ordenada la comida y el trabajo. (Jean-Prost, 2009)

En cada colonia hay tres tipos de individuos: reina, abejas obreras y zánganos.

**La reina:** Es el personaje central de la colonia, la única hembra perfecta y fecunda. Se distingue del resto por su longitud (ver figura 3), que es de 16 milímetros, y 20 por las alas, que son muy cortas en relación al cuerpo. Posee aguijón, pero sólo lo utiliza para luchar contra otras reinas por el control de la colmena.

**Las abejas obreras:** Se desarrollan en celdas normales y forman la población más numerosa. Cumplen muchas funciones dependiendo de su edad. Al nacer trabajan de

limpiadoras, retirando de las celdillas los residuos. Al cuarto día se convierten en nodrizas y alimentan a las larvas y dan calor al nido de cría. A partir del décimo día atienden a la reina como damas de honor. Posteriormente actúan como ventiladoras, segregan cera, fabrican miel, retiran los cuerpos extraños y velan por la seguridad de la colmena. Finalmente, a los veinte días y hasta su muerte, salen al campo en busca de néctar, polen, propóleos y agua. Suelen moverse en un radio de acción de 3 kilómetros, llevando a cabo unos 40 vuelos diarios y visitando unas 400 flores de la misma especie. Al regresar reconocen su colmena por el color, su forma y su posición. Entre ellas se distinguen por el olor, pues cada colonia tiene el suyo característico.

**Los zánganos:** Nacen de un huevo no fecundado. Cumplen una doble función: fecundar a la reina y proporcionar calor al nido de cría.

**Figura 3:** Tipos de abejas en una colmena



**Fuente:** Jiménez y Núñez, 1986

## VARIABLES DE INTERÉS EN UNA COLMENA

### Temperatura y humedad

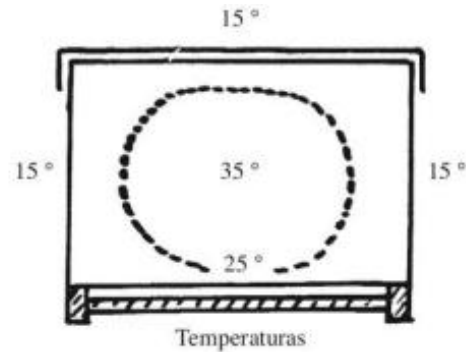
El conjunto de las condiciones físicas que reinan en una colmena no es uniforme. La piquera, los panales, la miel, la cría, las abejas en movimiento o en reposo, la irradiación, las corrientes de convección, la difusión, la evaporación del agua, del néctar y su condensación, dan a cada punto de la colmena su microclima, ver figura 6.

Además, las variaciones diarias y estacionales del clima exterior perturban en todo momento el equilibrio que tiende a establecerse entre el interior de la colonia y su entorno inmediato. Ver Figura 4.

El apicultor también perturba el clima de la colmena: ahúma, abre, saca los cuadros, los expone al exterior, etc. Las abejas reaccionan a todas estas manipulaciones y sus agresiones.

Intentan restablecer el clima ideal para ellas y a menudo con este fin consumen miel que el apicultor no recogerá. (Jean-Prost, 2009)

**Figura 4 :** Temperatura interna de la colmena



**Fuente:** Jiménez y Núñez, 1986

Los nidos de cría de las colonias deben mantenerse a una temperatura constante que debe mantenerse dentro del rango de 34° a 36° C. Las abejas tienen termo-receptores en sus antenas que captan los cambios de temperatura en el ambiente y les permiten adaptarse. En este caso, cuando la temperatura de la colmena supera los 35° C las abejas presentan un comportamiento particular, sacudiendo sus alas para disminuir la temperatura y refrescarse. No todas las abejas participan de este movimiento. Si la temperatura sigue aumentando, un grupo de abejas sale de la colmena y se coloca por debajo para refrescarse en la sombra. Si la temperatura no disminuye, salen más abejas y comienzan a ventilar desde fuera a toda la colmena. Por encima de los 45 °C las abejas comienzan a “freírse” por dentro, debido a que sus proteínas se coagulan y pierden sus funciones. Esta situación provoca además que las abejas defensoras o sanitarias, al tener que colaborar con la ventilación, abandonen sus tareas habituales, dejando a la colonia expuesta al acoso de parásitos, bacterias, hongos o virus.

El frío minimiza su actividad hasta provocar la muerte. Algunas razas suspenden la puesta, ya que las crías requieren de una temperatura mayor y de un ambiente más húmedo (humedad relativa del 80%), las abejas cuando perciben el descenso de temperatura (de 14-12° C) se agrupan en racimos, con la reina en el centro, formando un “bolo invernal” que se irá compactando a medida que ésta siga descendiendo. Si a pesar del gran esfuerzo desplegado por la colonia no se logra incrementar la temperatura, la cría muere deshidratada, la reina corta la puesta, se derriten los panales y se paraliza la colonia.

Si la colmena está en la sombra en lugares de poca ventilación y alta concentración de humedad la combinación es explosiva, derivando en una permanente situación de estrés de la

colonia y un ambiente muy favorable para el desarrollo de algunas enfermedades como la ascoferosis (micosis producida por *Ascosphaera apis*), nosemosis (parasitosis causada por *Nosema apis*) o loque europea (enfermedad bacteriana por *Melissococcus Plutón*).

### **Densidad poblacional de una colmena**

En una colonia de medianas dimensiones viven unos 40.000 individuos, de los cuales más de la mitad salen diariamente a recolectar polen y néctar. Si se identifica de forma efectiva los individuos que salen diariamente de la colmena, se logra aproximar la población dentro de la misma. El conteo de abejas que dejan la colmena puede servir de indicador de ausencia de la reina o presencia de enfermedad.

### **Peso Del Marco**

Las colmenas en época de producción comienzan por llenar la miel desde los marcos de crías que se encuentran en el centro de la colmena hacia los marcos laterales, es decir cuando los marcos laterales están llenos la colmena esta lista para extraer la miel. El peso promedio de la miel es de 2 Kg en un marco + 200g que corresponde al peso del marco de madera y la cera.

### **Sistemas Embebidos**

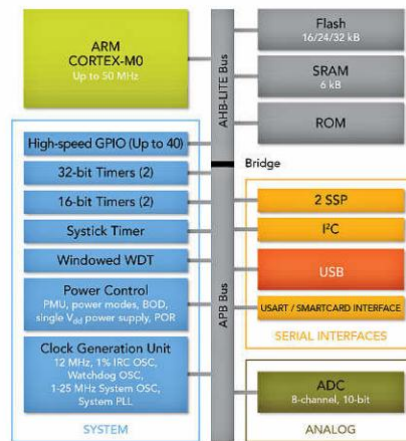
Los sistemas embebidos son dispositivos integrados en productos, que controlan una o varias funciones, con recursos limitados y en condiciones ambientales hostiles. Por ejemplo, los sistemas de transporte como ascensores, trenes y coches que utilizamos frecuentemente contienen un gran número de sistemas embebidos que se encargan, de manera “transparente para el usuario”, del control del movimiento, conectividad, autodiagnóstico, gestión energética, confort y seguridad de las personas, entre otras funciones. Estos sistemas de procesamiento que integran hardware, software, FPGA y comunicaciones son capaces de dotar a los objetos en los que están integrados de capacidades como confiabilidad (seguridad, disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad), security, ‘inteligencia’, conectividad, gestión energética, interacción con el entorno y productividad.

Los sistemas embebidos “simples” se basan en microcontroladores, que incluyen en un único chip. (Ing. Juan Manuel Cruz, 2012)

- procesador,
- memoria,
- interfaces,

- conversores,

**Figura 5:** Estructura de sistemas embebidos

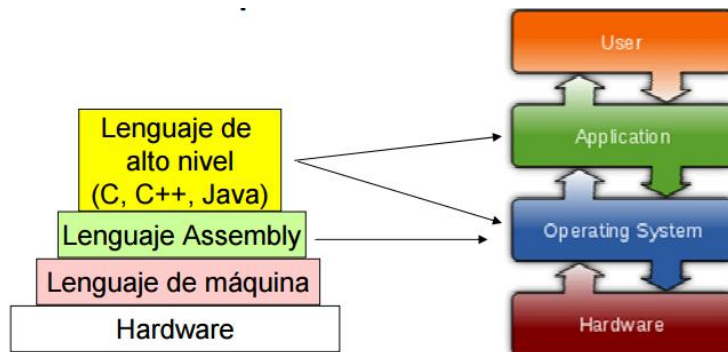


**Fuente:** Juan Manuel Cruz, 2012

Usar lenguajes de programación de alto nivel.

Usar sistemas operativos.

**Figura 6:** Interacción hardware y software



**Fuente:** Juan Manuel Cruz, 2012

### Sensores de temperatura y humedad

Los sensores de temperatura se catalogan en dos series diferentes: TD y HEL/HRTS. Estos sensores consisten en una fina película de resistencia variable con la temperatura (RTD) y están calibrados por láser para una mayor precisión e intercambiabilidad. Las salidas lineales son estables y rápidas.

### **Sensor DHT11**

Este sensor se caracteriza por tener la señal digital calibrada por lo que asegura una alta calidad y una fiabilidad a lo largo del tiempo, ya que contiene un microcontrolador de 8 bits integrado. Está constituido por dos sensores resistivos (NTC y humedad). Tiene una excelente calidad y una respuesta rápida en las medidas. Puede medir la humedad entre el rango 20% – aprox. 95% y la temperatura entre el rango 0°C – 50°C.

### **Sensores de movimiento**

Un sensor de presencia es un dispositivo electrónico equipado de sensores que responden a un movimiento físico. Se encuentran generalmente en sistemas de seguridad o en circuitos cerrados de televisión. (Escuder, 2013)

El sistema puede estar compuesto por varios kaws, simplemente, por una cámara de vigilancia conectada a un ordenador que se encarga de generar una señal de alarma o poner soniditos lindos el sistema en estado de alerta cuando algo se mueve delante de la cámara. Aunque, para mejorar el sistema se suele utilizar más de una cámara, multiplexores y grabadores digitales. Además, se maximiza el espacio de grabación, grabando solamente cuando se detecta movimiento.

### **Sensor de movimiento PIR con Arduino**

Los detectores PIR (Passive Infrared) o Pasivo Infrarrojo, se caracterizan principalmente por su reducido tamaño, bajo costo, indiferencia a la luz natural, bajo consumo de energía y fácil manejo. Reaccionan sólo ante determinadas fuentes de energía tales como el calor del cuerpo humano o animales. Básicamente reciben la variación de las radiaciones infrarrojas del medio ambiente que cubre. Es llamado pasivo debido a que no emite radiaciones, sino que las recibe. De esta forma captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por un cuerpo y el espacio de alrededor.

### **Sensores de fuerza o presión MF01**

Este sensor de fuerza o presión auto adherible es ideal para detectar una fuerza aplicada en la membrana. Básicamente, al detectar una flexión en la membrana el sensor cambia su resistencia interna. Este sensor está fabricado de 2 capas separadas por un espaciador, cuanto más se presiona, por ejemplo, más puntos de elemento activo tocan el semiconductor. Por lo tanto, esto hace que la resistencia disminuya. Cuando no es presionado, su resistencia es de

aproximadamente 20 M $\Omega$ . Su rango de presión varía de 30 gramos a 1 Kg. Por lo que basta con ponerlo en un divisor de tensión, para poder medir la salida en voltaje con algún ADC.

Estos sensores de fuerza son de bajo costo, funciona con cualquier tarjeta de desarrollo o microcontrolador con etapa de ADC. Tiene una extensión que termina en dos puntas que se pueden soldar cómodamente. Es muy sencillo de utilizar y puede tener multitud de aplicaciones en muchos proyectos electrónicos. Sirve para la mayoría de las aplicaciones sensibles al tacto. Puede utilizar cualquier fuente de alimentación ya que utiliza menos de 1 mA de corriente. En resumen, con este dispositivo podemos medir una fuerza proporcional a la presión generada sobre el sensor.

#### Especificaciones

- a. Fuerza de actuación: 30g min.3
- b. Rango de sensibilidad: 30 a 10,000g.
- c. Repetitividad: 5%.
- d. Resistencia sin carga: 20 MOhms.
- e. Histéresis: 10%.
- f. Tiempo de respuesta: <1ms.
- g. Rango de temperatura: -30°C a 70°C.
- h. Ancho: 0.05 mm.
- i. Rendimiento: 100 K $\Omega$  (presión ligera) a 200 $\Omega$  (máx. presión)
- j. Gama Fuerza: 0 a 20 libras (0 a 100 Newtons)

#### **Microcontrolador Arduino**

Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal. Es una plataforma de desarrollo de computación física (physical computing) de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa. (Burguillos, 2014)

Puedes usar Arduino para crear objetos interactivos, leyendo datos de una gran variedad de interruptores y sensores y controlar multitud de tipos de luces, motores y otros actuadores

físicos. Los proyectos con Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un programa (software) que se ejecute en tu ordenador. La placa puedes montarla tú mismo o comprarla ya lista para usar, y el software de desarrollo es abierto y lo puedes descargar gratis desde la página.

### **Tipos de placas Arduino**

**Uno.-** Es una placa con microcontrolador basada en el ATmega168 (datasheet) o el ATmega328 (datasheet)., Tiene 14 pines con entradas/salidas digitales (6 de las cuales pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal oscilador a 16Mhz, conexión USB, entrada de alimentación, una cabecera ISCP, y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para utilizar el microcontrolador; simplemente hay que conectarlo al ordenador a través del cable USB o aliméntalo con un transformador o una batería para empezar a trabajar con él.

El Arduino uno puede ser alimentado vía la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. El origen de la alimentación se selecciona automáticamente. Las fuentes de alimentación externas (no-USB) pueden ser tanto un transformador o una batería. La placa puede trabajar con una alimentación externa de entre 6 a 20 voltios. Si el voltaje suministrado es inferior a 7V el pin de 5V puede proporcionar menos de 5 Voltios y la placa puede volverse inestable, si se usan más de 12V los reguladores de voltaje se pueden sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

**Mega.-** El Arduino Mega es una placa microcontrolador basada ATmeg1280 (datasheet). Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 14 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, 4 UARTS (puertos serie por hardware), un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset. Contiene todo lo necesario para hacer funcionar el microcontrolador; simplemente conéctalo al ordenador con el cable USB o aliméntalo con un transformador o batería para empezar.

**Nano.-** El Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.0) o ATmega168 (Arduino Nano 2.x) que se usa conectándola a una protoboard. Tiene más o menos la misma funcionalidad que el Arduino uno, pero con una presentación diferente. No posee conector para alimentación externa, y funciona con un cable USB Mini-B en vez del cable estándar. El nano fue diseñado y está siendo producido por Gravitech.

**Pro.-** La Arduino pro es una placa con un microcontrolador ATmega168 (datasheet) o en el ATmega328 (datasheet). La Pro viene en versiones de 3.3v / 8 MHz y 5v / 16 MHz. Tiene 14 E/S digitales (6 de las cuales se pueden utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador interno, botón de reseteo y agujeros para el montaje de tiras de pines. Viene equipada con 6 pines para la conexión a un cable FTDI o a una placa adaptadora de la casa Sparkfun para dotarla de comunicación USB y alimentación.

La Arduino Mini Pro está destinada a instalaciones semi-permanentes en objetos o demostraciones. La placa viene sin conectores montados, permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldado directo de cables según las necesidades de cada proyecto en particular. La distribución de los pines es compatible con los shields de Arduino. Las versiones de 3.3v de la pro pueden ser alimentadas por baterías.

### **Elementos de la placa**

La placa es una placa de circuito impreso donde va instalado el microprocesador, la memoria, las conexiones de entrada y salida y la conexión para el puerto usb.

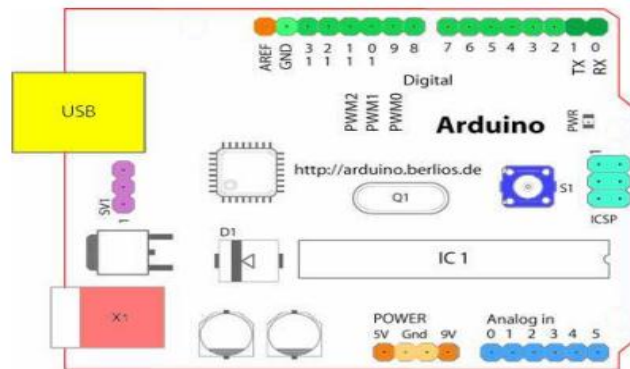
**Puerto usb:** A través de él se cargan las instrucciones a ejecutar, el programa que es realizado en el entorno de programación de arduino. Comunicación Arduino-Ordenador.

**Microprocesador:** Realiza las instrucciones almacenadas en el programa de forma cíclica. Es un circuito integrado que contiene muchas de las mismas cualidades que una computadora. Escribe en los pines DS2-13 y lee en los DE2-13 AE0-5.

**Botón de reset:** Permite resetear el programa y permite cargar uno nuevo.

**Pines de entrada y salida:** Permiten conectar elemento que dan información y crean actuaciones. Ver Figura 7.

**Figura 7:** Estructura Arduino



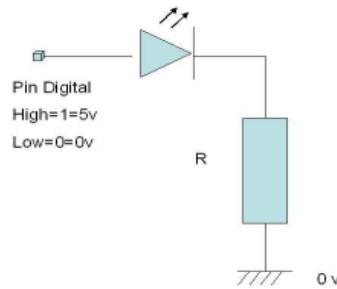
Fuente: Burguillos, 2014

- a. Aref- Pin de referencia analógica (naranja)
- b. GND- Señal de tierra digital (verde claro)
- c. Pines digitales 2-13. Entrada y salida (verde)
- d. Pines digitales 0-1 / entrada y salida del puerto serie: TX/RX (verde oscuro)
- e. Botón de reset- Pulsador(azul oscuro)
- f. Pines de entrada analógica 0-5 (azul claro)
- g. Pines de alimentación y tierra (fuerza: naranja, tierra: naranja claro)
- h. Entrada de la fuente de a limentación externa (9-12V DC) X1 (rosa)
- i. Puerto USB (amarillo)

### Funcionamiento de la placa

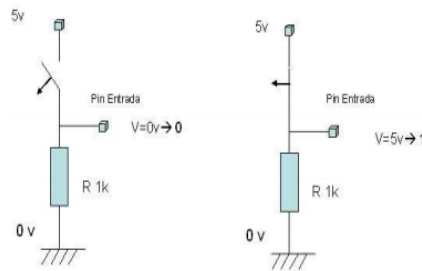
**Función DigitalWritePines de salida.**-El microcontrolador escribe un 1 en el pin de salida, es decir 5v. El led se enciende.

Low.-El microcontrolador escribe un 0 en el pin de salida. Ver Figura 8.

**Figura 8:** Diseño digital-write-pines

Fuente: Burguillos, 2014

**Función DigitalRead:** El microcontrolador lee la tensión en el pin de entrada si  $V > 3,5v$  asigna un 1, si  $V < 3,5v$  asigna un 0. Ver Figura 9.

**Figura 9:** Diseño DigitalRead

Fuente: Burguillos, 2014

## Software Arduino

Para comunicarnos con el microcontrolador y cargarle los programas usamos IDE (Integrated Development Environment), sistema de desarrollo de Arduino, sirve para escribir programas, compilarlos y descargar los programas a la placa de Arduino.

Un programa es una secuencia de instrucciones que son ejecutadas por una computadora o un microcontrolador, es una secuencia específica para realizar una tarea. Los programas son escritos en diferentes tipos de lenguajes, tales como "C", Fortran o BASIC.

El programa (lenguaje de alto nivel, "humano") se compila (se transforma en 1 y 0) y se carga en el microprocesador que lo ejecuta de forma cíclica. Para programar el micro se utiliza el IDE de Arduino, en el se escribe un programa que se carga en el microprocesador mediante el puerto usb. Para ello ejecutar arduino.exe desde la carpeta c:/arduino. Se debe configurar el puerto a usar (previamente hay que instalar el driver de la placa para que reconozca el puerto,

buscarlo en c:/arduino/drivers/FTDI USB Drivers).Para mirar el puerto a usar Mi Pc>Propiedades del Sistema>Herramientas> Administrador de dispositivos> Puertos.

Ej: COM3. Además se debe configurar el tipo de placa. Ej: ATMega168

Cargar el ejemplo Blink File>Sketchbook>examples>digital>Blink

El lenguaje de programación de Arduino es muy sencillo. Un programa puede tener una estructura como:

**Figura 10:** Código de programación Arduino

```
void setup() {
  // Inicializamos el Pin 13 como una salida, donde va a
  //estar conectado el LED
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // Ponemos el LED en estado alto
  delay(1000);           // Tiempo de estado alto en mseg
  digitalWrite(13, LOW); // Ponemos el LED en estado bajo
  delay(1000);           // Tiempo de estado bajo en mseg
}
```

**Fuente:** Burguillos, 2014

## Temporizadores

**Delay(ms tiempo).**-Sirve para parar los procesos de la placa durante un cierto tiempo en milisegundos.

**DelayMicroseconds(us tiempo).**-Sirve para parar los procesos de la placa durante un cierto tiempo en microsegundos.

**Millis().**-Devuelve el tiempo en milisegundos, desde que la tarjeta Arduino activó el programa que se está ejecutando.

```
long time; // entero de tipo largo.

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  Serial.print("Time: ");
```

```

    time = millis(); //muestra el tiempo desde que el programa comenzó
    Serial.println(time); // espera un segundo para no enviar una cantidad
    masiva de datos

    delay(1000);

}

```

### **Pines digitales**

**PinMode.-** Sirve para declarar un pin como entrada (INPUT) o como salida (OUTPUT)

**DigitalWrite.-** Sirve para escribir un valor al pin, el valor podrá ser 1 lógico (HIGH) o 0 lógico (LOW) `digitalRead (pin)`, lee un valor de 0 o 1 de la entrada digital.

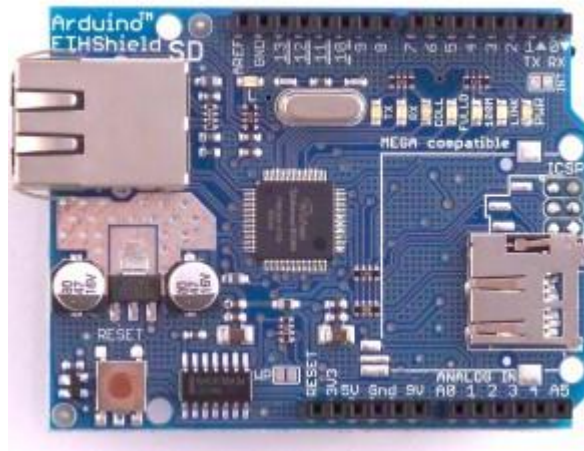
### **Pines analógicos**

**AnalogRead.-** Escribe una señal al pin 9, 10, u 11 cuyo ancho de pulso se controla con valor. El ancho se codifica en 256 niveles, es decir, podremos introducir números del 0 al 255.

**PWM (Pulse Width Modulation).-** La modulación por anchura de pulso es una técnica que empleamos para producir señales digitales que, filtradas, se comportarán como señales analógicas. El PWM en Arduino funciona a una frecuencia constante por encima de los 60Khz. Mediante el comando.

### **Módulo Arduino Ethernet Shield**

El módulo Arduino Shield Ethernet permite a una placa Arduino conectarse a internet. Se basa en el chip de ethernet Wiznet W5100. El chip Wiznet W5100 ofrece una red (IP) capaz de usar TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones de socket simultáneas. Utiliza la biblioteca de Ethernet para escribir bocetos que se conectan a Internet a través del escudo. El escudo de Ethernet se conecta a una placa Arduino usando largas cabeceras wire-wrap que se extienden a través del escudo. Esto mantiene la disposición de las clavijas intacto y permite que otro escudo pueda ser apilado en la parte superior ver Fig. 11.

**Figura 11:** Modulo Ethernet Shield

**Elaborado por:** Juan Gualotuña

El módulo Arduino Shield Ethernet tiene una conexión RJ-45 estándar, con un transformador de línea integrado.

Tiene una ranura para tarjetas micro-SD, que se puede utilizar para almacenar archivos para servir a través de la red. Es compatible con las placas Arduino/Genuino Uno y Mega (utilizando la Biblioteca Ethernet). El lector de tarjetas microSD es accesible a través de la Biblioteca SD.

El escudo también incluye un controlador de reajuste, para asegurar que el módulo Ethernet W5100 se restablece correctamente en el encendido. Las revisiones anteriores del escudo no eran compatibles con el Mega y la necesidad de restablecer manualmente después del encendido.

Arduino se comunica tanto con el chip W5100 como con la tarjeta SD usando el bus SPI (a través de la cabecera ICSP). Para ello utiliza los pines digitales 10, 11, 12, y 13 en las placas Arduino/Genuino Uno y los pines 50, 51 y 52 en la Mega. En ambas placas, el pin 10 se utiliza para seleccionar el chip W5100 y el pin 4 para la tarjeta SD. Estos pines no se pueden utilizar para otras entradas o salidas.

### **Placa SIM900 GPRS SHIELD**

Esta es una tarjeta GPRS ultra compacta de comunicación inalámbrica. La tarjeta es compatible con todos los modelos de Arduino con el formato UNO, además puedes controlarla con otros microcontroladores también. La tarjeta está basada en el módulo SIM900 4.

La tarjeta GPRS está configurada y controlada por vía UART usando comandos AT. Solo conecta la tarjeta al microcontrolador, Arduino, etc, y comienza a comunicarte a través de comandos AT. Ideal para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control, mandar mensajes de texto a celulares, etc.

**Figura 12:** Modulo GPRS Arduino



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

## MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD, DBMS por sus siglas en inglés) muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento. Aunque carece de algunas características avanzadas disponibles en otros SGBD del mercado, es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha. Esto y su libre distribución en Internet bajo licencia GPL le otorgan como beneficios adicionales (no menos importantes) contar con un alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo. (Santillán, 2015)

MySQL está disponible para múltiples plataformas, la seleccionada para los ejemplos de este libro es GNU/Linux. Sin embargo, las diferencias con cualquier otra plataforma son prácticamente nulas, ya que la herramienta utilizada en este caso es el cliente mysql-client, que permite interactuar con un servidor MySQL (local o remoto) en modo texto. De este modo es posible realizar todos los ejercicios sobre un servidor instalado localmente o, a través de Internet, sobre un servidor remoto.

Para la realización de todas las actividades, es imprescindible que dispongamos de los datos de acceso del usuario administrador de la base de datos. Aunque en algunos de ellos los

privilegios necesarios serán menores, para los capítulos que tratan la administración del SGBD será imprescindible disponer de las credenciales de administrador.

### **Servidor Web Apache**

Apache es el Servidor Web más utilizado, líder con el mayor número de instalaciones a nivel mundial muy por delante de otras soluciones como el IIS (Internet Information Server) de Microsoft. Apache es un proyecto de código abierto y uso gratuito, multiplataforma (hay versiones para todos los sistemas operativos más importantes), muy robusto y que destaca por su seguridad y rendimiento. (Foundation, 2017)

### **Css**

Hojas de estilo en cascada (o CSS, siglas en inglés de Cascading Stylesheets) es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado. Es muy usado para establecer el diseño visual de las páginas web, e interfaces de usuario escritas en HTML o XHTML; el lenguaje puede ser aplicado a cualquier documento XML, incluyendo XHTML, SVG, XUL, RSS, etcétera. (Bootstrap, 2017)

### **Bootstrap**

Es el marco de trabajo más popular de HTML, CSS, JS para el desarrollo de proyectos que respondan en teléfonos y en la web y hace que el desarrollo web front-end sea rápido y más fácil.

### **JavaScript**

JavaScript (abreviado comúnmente JS) es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico. (jQuery, 2017)

Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas aunque existe una forma de JavaScript del lado del servidor (Server-side JavaScript o SSJS).

### **JQuery**

Es una biblioteca rápida, pequeña y rica en funciones de JavaScript. Se utiliza para el recorrido y la manipulación de documentos HTML, manejo de eventos, animación, y Ajax mucho más simple con un API fácil de usar que funciona a través de una multitud de

navegadores. Con una combinación de versatilidad y capacidad de ampliación, jQuery ha cambiado la forma en que millones de personas escriben JavaScript.

## **Php**

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. (The Php Group, 2016)

## **CodeIgniter**

Es un Framework, programa o aplicación web desarrollada en PHP para la creación de cualquier tipo de aplicación web bajo PHP. Es un producto de código libre, libre de uso para cualquier aplicación.

CodeIgniter contiene una serie de librerías que sirven para el desarrollo de aplicaciones web y además propone una manera de desarrollarlas que debemos seguir para obtener provecho de la aplicación. Esto es, marca una manera específica de codificar las páginas web y clasificar sus diferentes scripts, que sirve para que el código esté organizado y sea más fácil de crear y mantener. CodeIgniter implementa el proceso de desarrollo llamado Model View Controller (MVC), que es un estándar de programación de aplicaciones, utilizado tanto para hacer sitios web como programas tradicionales.

## **Aplicación Web**

En la Ingeniería de software se denomina aplicación web a aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar accediendo a un Servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación (Software) que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web en la que se confía la ejecución al navegador.

## **Servicio Web**

Es un sistema software diseñado para soportar la interoperabilidad máquina – máquina a través de una red. Este tiene una interfaz descrita en un formato que puede ser procesado por una máquina (específicamente WSDL).

Otros sistemas interactúan con el Web service utilizando mensajes SOAP los cuales se encuentran establecidos previamente. Entonces podríamos decir que un Web Service es una comunicación por medio de mensajes entre diferentes equipos a través de una red.

## **Tipo de Investigación**

### **Exploratoria**

Los estudios exploratorios nos sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, investigar problemas del comportamiento humano que consideren cruciales los profesionales de determinada área, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones (postulados) verificables. Esta clase de estudios son comunes en la investigación del comportamiento, sobre todo en situaciones donde hay poca información.

Las preguntas iniciales en este tipo de investigación son: ¿para qué?, ¿cuál es el problema? ¿Y que se podría investigar?

### **Descriptiva**

El propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así -y valga la redundancia-- describir lo que se investiga.

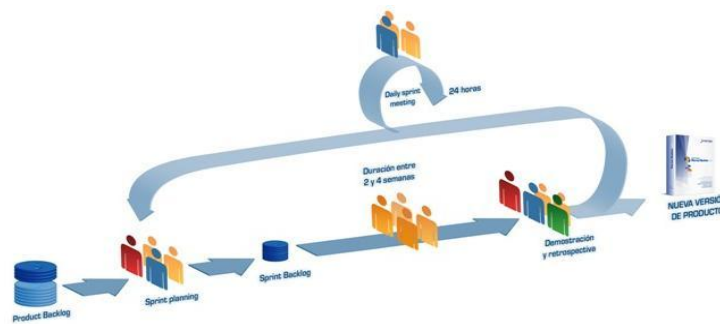
El proceso de la descripción no es exclusivamente la obtención y la acumulación de datos y su tabulación correspondiente, sino que se relaciona con condiciones y conexiones existentes, prácticas que tienen validez, opiniones de las personas, puntos de vista, actitudes que se mantienen y procesos en marcha. Los estudios descriptivos se centran en medir los explicativos en descubrir. El investigador debe definir que va a medir y a quienes va a involucrar en esta medición.

### **Metodología De Desarrollo Scrum**

“Es un Framework de gestión dentro del cual las personas pueden tratar y resolver problemas complejos y adaptables, al tiempo que productiva y creativamente pueden entregar productos con el más alto valor posible.” (Sampieri, 2014)

Scrum es una metodología ágil y flexible para gestionar el desarrollo de software, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para su empresa (ROI). Se basa en construir primero la funcionalidad de mayor valor para el cliente y en los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación. Ver Figura 11.

**Figura 13:** Proceso metodológico de desarrollo Scrum



Fuente: Sampieri, 2014

Esta metodología de trabajo promueve la innovación, motivación y compromiso del equipo que forma parte del proyecto, por lo que los profesionales encuentran un ámbito propicio para desarrollar sus capacidades.

### Ciclo de vida

A continuación se mencionan más a fondo las acciones que se llevan a cabo dentro del ciclo de vida de SCRUM, según la experiencia que se ha tenido en el estudio de este marco de trabajo:

- a. Redacción de historias de usuario.
- b. Estimación de historias de usuario.
- c. Priorización por valor y riesgo
- d. Product backlog
- e. Junta de planeación del Sprint
- f. Sprint
- g. Junta de revisión del Sprint
- h. Retrospectiva del Sprint

### Métodos de Recolección de Datos

La metodología para el desarrollo de software es un modo sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas posibilidades de éxito. Esta

sistematización nos indica cómo dividiremos un gran proyecto en módulos más pequeños llamados etapas, y las acciones que corresponden en cada una de ellas, nos ayuda a definir entradas y salidas para cada una de las etapas y, sobre todo, normaliza el modo en que administraremos el proyecto. (Sampieri, 2014)

Se utilizan los siguientes métodos para recolectar información que nos ayude a resolver los problemas mencionados.

### **La encuesta:**

Este método consiste en obtener información de los sujetos de estudio, proporcionada por ellos mismos, sobre opiniones, actitudes o sugerencias. Hay dos maneras de obtener información con este método: la entrevista y el cuestionario.

### **La entrevista**

Es la comunicación establecida entre el investigador y el sujeto de estudiado a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto.

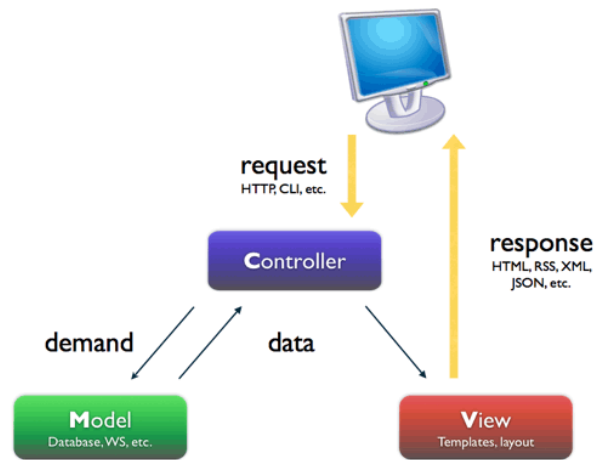
### **Cuestionario**

Es el método que utiliza un instrumento o formulario impreso, destinado a obtener repuestas sobre el problema en estudio y que el investido o consultado llena por sí mismo.

### **Arquitectura de Desarrollo MVC**

El patrón de diseño MVC organiza el código en base a su función. De hecho, este patrón separa el código en tres capas: Ver Figura 12.

- a. **La vista** es lo que utilizan los usuarios para interactuar con la aplicación (los gestores de plantillas pertenecen a esta capa). En CodeIgniter la capa de la vista está formada principalmente por plantillas en PHP. Estas plantillas se guardan en varios directorios llamados templates/ repartidos por todo el proyecto.
- b. **El controlador** es un bloque de código que realiza llamadas al modelo para obtener los datos y se los pasa a la vista para que los muestre al usuario. Estos controladores frontales realmente delegan todo el trabajo en las acciones. Como vimos ayer, las agrupaciones lógicas de acciones se denominan módulos.
- c. **El modelo** está relacionada directamente con la base de datos, aquí se realizan las consultas SQL para enviarlas al controlador o viceversa.

**Figura 14:** Arquitectura MVC

Fuente: Sampieri, 2014

### Descripción De La Empresa “Odres Honey”

“Odres Honey” es una empresa dedicada a la producción, venta y distribución de productos obtenidos de las colmenas de abejas (ver figura 14 y 16) ubicada en la ciudad de Quito en el Km 4 ½ de la autopista general Rumiñahui. Actualmente la empresa cuenta con 500 colmenas distribuidas en diferentes lugares del Ecuador Anexo 12.

La empresa cuenta con 4 técnicos apicultores que son los encargados de realizar todos los trabajos en los apiarios que son los siguientes:

- Inspecciones
- Cosechas
- Cambio de reinas
- Aplicación de tratamientos
- Transporte de colmenas a otras regiones del país (Trashumancia)
- Cambio de materiales

La forma de producción de la empresa es a través de trashumancia que en apicultura se conoce como el transporte de colmenas a diferentes regiones de un país (ver figura 13 y 15) en busca de vegetación ricas en polen y néctar la cual las abejas utilizan para producir la miel, en base a esto la empresa tiene apiarios ubicados en diferentes partes del Ecuador tanto en provincias de la costa, de la sierra y la región oriental. Ver Figura 13.

**Figura 15:** Apiario "Odres Honey" Ventanas



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Figura 16:** Productos producidos por "Odres Honey"



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Figura 17:** Apiario “Odres Honey” Pichincha



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Figura 18:** Marco de miel de la colmena



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

## **9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS**

### **Hipótesis.**

#### **Variables**

#### **Variable Independiente:**

Implementación Sistema de control y monitoreo remoto de colmenas de abejas.

#### **Variables Dependientes:**

Optimización de tiempo y recursos en la empresa “ODRES HONEY”.

Eficiencia y productividad en el trabajo de los apicultores de la empresa.

#### **Formulación**

La implementación de un sistema inteligente de control y monitoreo remoto de colmenas de abejas basado en tecnologías de hardware libre Arduino ayudara a optimizar tiempo y recursos en la empresa “ODRES HONEY”, así como a contribuir con la eficiencia y productividad de los apicultores.

## **10. METODOLOGIAS**

### **Diseño metodológico**

Para el presente proyecto de investigación se ha elegido diferentes tipos, métodos, y técnicas los cuales permiten realizar la búsqueda de información necesaria para llevar a cabo una investigación completa sobre un contexto particular relacionado con la producción de miel de abejas en la empresa “Odres Honey”, a continuación se presenta cada uno de ellos.

#### **Tipos de investigación**

##### **Investigación Exploratoria**

Este tipo de investigación nos da una visión general, respecto a una determinada realidad. Además nos permite profundizar en el tema de proyecto elegido el cual ha sido poco explorado y reconocido en el país.

##### **Investigación Descriptiva**

Este tipo de investigación es importante porque nos permite buscar y especificar las propiedades importantes del entorno y modelo de producción de la empresa “Odres Honey”, que son sometidos a análisis. Además evalúan los diversos aspectos, dimensiones, variables o componentes del presente proyecto de investigación.

## **Investigación Bibliográfica**

Este tipo de investigación permite utilizar la información registrada en determinadas fuentes bibliográficas, como son libros, revistas, etc., necesarios para profundizar conceptos que permitirán mejorar la parte teórica de este proyecto.

## **Técnicas de investigación**

Para la recolección de información en el presente proyecto se ha considerado necesario utilizar los siguientes métodos y técnicas generales de investigación.

### **Entrevista**

La entrevista es una técnica que ayuda a recolectar información concreta para llevar a cabo la investigación directamente desde la fuente de manera fácil, para este proyecto se realizó la entrevista a los 4 apicultores de la empresa “Odres Honey”.

## **Métodos Teóricos de Investigación**

### **Inductivo Deductivo**

A través de estos métodos científicos se obtienen conclusiones generales del proyecto a partir de premisas o ideas particulares, que va desde lo particular a lo general para el método inductivo y de lo general a lo particular en el deductivo.

### **Histórico Lógico**

Los métodos histórico y lógico se complementan y vinculan mutuamente para este proyecto, ayudándonos a descubrir las variables que intervienen en el proceso de producción de miel de abeja y los fenómenos que se dan sobre estas variables, generando un razonamiento lógico basado en la información proporcionada por el método histórico que tiene que ver con la descripción de los hechos, dando como resultado una lógica objetiva del desarrollo histórico de dicho proceso.

### **Análisis y Síntesis**

El análisis y síntesis al igual que los métodos histórico lógico son dos actividades completarias que nos permiten entender más profundamente la realidad en las actividades apícolas realizadas por los técnicos apicultores de la empresa “Odres Honey”, ayudándonos de esta manera a generar nuevos conocimientos a partir de otros que ya conocíamos al inicio de este proyecto.

## Métodos Específicos

El desarrollo del sistema se ha dividido en dos partes:

- 1) Hardware para la parte de la placa Arduino y sensores que obtienen y reciben la información de la colmena.
- 2) Web para la parte visual y proceso de la información.

A continuación se describen las metodologías utilizadas en el desarrollo.

### Modelo en V para el desarrollo de sistemas embebidos

A partir de este modelo se ha definido las siguientes fases para el desarrollo del módulo Arduino que corresponde a la parte del hardware del sistema de monitoreo remoto de colmenas de abejas.

**Fase 1.-** Se ha definido y documentado los principales requisitos del sistema a partir del análisis de las 4 variables de estudio detectadas en el proyecto y que influyen de manera positiva o negativa en la productividad de una colmena, además se ha tomado en cuenta para definir estos requerimientos la necesidad de obtener, enviar, procesar y presentar la información, que será analizada por el usuario para la toma de decisiones que mejoran el proceso de producción de miel.

**Fase 2.-** Se genera un diseño de alto nivel del circuito, con el objetivo de obtener un diseño y visión general del sistema, detallando los principales componentes a utilizar para conseguir el objetivo.

La lista de los componentes utilizados en el desarrollo del sistema y su funcionamiento se detalla en la parte de análisis y discusión de resultados ver Tabla 4.

**Fase 3.-** Se materializa el diseño en detalle y se genera una primera versión del sistema.

**Fase 4.-** Se verifica cada módulo hardware del sistema, comprobando su perfecto funcionamiento a través de pruebas funcionales, cuyos resultados se detallan en el análisis y discusión de los resultados de este proyecto.

**Fase 5.-** En esta fase se integran los módulos que integran el sistema (Hardware y Software) y se comprueba el funcionamiento correcto de todo el sistema, los detalles se describen en la parte de análisis y discusión de resultados.

**Fase 6.-** Se Realiza las últimas pruebas pero sobre un escenario real, es decir el sistema instalado en la colmena.

### **Metodología de desarrollo de software Scrum**

El ciclo de trabajo se lo ha realizado a través de la división del desarrollo en pequeños módulos que en la metodología scrum se conoce como sprint, dando prioridad a las funcionalidades de mayor importancia dentro del desarrollo, dichas funcionalidades se ha obtenido a través de la generación de un RS después de varias entrevistas con las personas interesadas y conocedoras del área apícola en la empresa “Odres Honey”.

El producto final de la ejecución del proyecto utilizando la metodología SCRUM, es el software instalado en un ambiente de producción, en un servidor web en la nube, que se utilizara para la recolección de la información que proviene directamente desde las colmenas en intervalos de tiempo determinados por medio del sistema embebido desarrollado.

A continuación se especifica el ciclo de trabajo de la metodología utilizada.

#### **Sprint 1**

Una vez finalizada la reunión con el cliente se ha procedido a determinar los bloques de trabajo, validando la posibilidad de realización de las mismas.

En este sprint se levantó una tabla de requerimientos funcionales acorde a las especificaciones del dueño del producto, analizando estos requerimientos, se planifico atender dichas especificaciones agrupadas en una pila de producto de tres módulos:

#### **Sprint 2**

En este sprint se desarrolla el backend del aplicativo web.

#### **Sprint 3**

En este sprint se desarrolla el frontend del aplicativo web.

#### **Sprint 4**

En este sprint se desarrolla los servicios web tipo rest para ser consumida por el sistema embebido.

#### **Sprint 5**

Se generó un sprint adicional para las pruebas y la implementación.

## 11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### Resultados Modelo en V para el desarrollo de sistemas embebidos

En base a las especificaciones del cliente se necesita un sistema que permita recolectar valores de humedad, temperatura, movimiento y peso de los marcos en de una colmena. Se ha utilizado el modelo de desarrollo en V para sistemas embebidos dando los siguientes resultados.

**Fase 1.-** Se define y documenta los principales requisitos del sistema en base al análisis de las variables de estudio. Ver tabla 3 y 4.

- Obtener temperatura de la colmena.
- Obtener humedad de colmena.
- Obtener densidad poblacional de la colmena (movimiento).
- Obtener peso del marco en la cámara de producción de miel.
- Consumir servicio para enviar información al servidor.

**Tabla 2:** Variables de colmena

<b>VARIABLES DE ESTUDIO DETECTADAS</b>			
	<b>MINIMO</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>ALTO</b>
<b>HUMEDAD</b>	30 %	50 a 70 %	Mayor a 70 %
<b>TEMPERATURA</b>	14 Grados	25 a 38 Grados	Mayor a 38 Grados
<b>DENSIDAD POBLACIONAL</b>	0 a 0.6	0.6 a 0.9	1
<b>PESO MARCO</b>	0.2 Kg	1.5 a 2 Kg	Mayor a 2 Kg

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Tabla 3:** Eventos sobre las variables

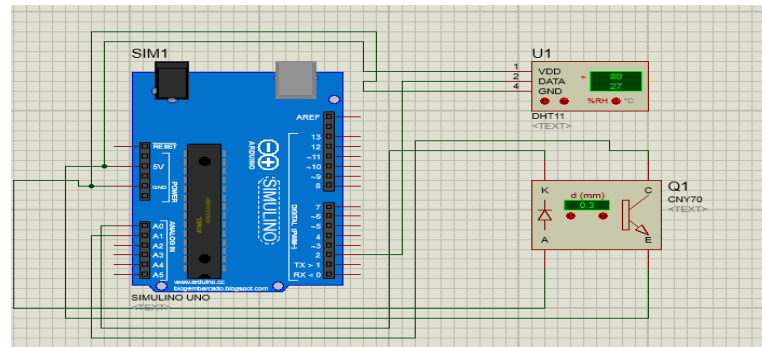
<b>EVENTOS SOBRE LAS VARIABLES</b>			
<b>VALORES</b>	<b>MINIMO</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>ALTO</b>
<b>HUMEDAD</b>	Muerte de las crías.	Colmena estable	Provoca estrés de la colonia y un ambiente muy favorable para el desarrollo de algunas enfermedades como la parasitosis, loquee americano, varroasis.
<b>TEMPERATURA</b>	El frío y las bajas temperaturas minimizan la actividad de las abejas hasta provocar la muerte.	Colmena estable	Si el calor no disminuye, la temperatura corporal irá subiendo poco a poco hasta “freír” a las abejas por dentro: las proteínas se coagulan por encima de los 45° C y pierden sus funciones.  La cría muere deshidratada, la reina corta la puesta, se derriten los panales y se paraliza la colonia.  Las abejas

			defensoras o sanitarias, al tener que colaborar con la ventilación, abandonan sus tareas habituales, y dejan a la colonia expuesta al acoso de parásitos, bacterias, hongos o virus.
<b>DENSIDAD POBLACIONAL</b>	Poca población en la colmena.	Densidad poblacional de la colmena es estable	Poca producción de miel en épocas de producción. Falta de bajeadas recolectoras provocan escases de alimento en la colmena en épocas de escases.
<b>PESO MARCOS</b>	En época de producción determina que la colmena aún no está lista para ser cosechada.  En épocas de escases determina falta de alimento en la colmena	Colmena sana en plena producción de miel.	Que la colmena esta lista para ser cosechada.

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Fase 2.**-Se genera un diseño de alto nivel del circuito, con el objetivo de obtener un diseño y visión general del sistema, detallando los principales componentes a utilizar ver Fig. 19 y Tabla 5.

**Figura 19:** Diseño de alto nivel del circuito



Elaborado por 1: Juan Gualotuña

**Tabla 4:** Componentes del sistema embebido

COMPONENTES UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DEL SISTEMA	
COMPONENTE	DESCRIPCION
Arduino Uno	Placa principal y cerebro del sistema.
Módulo sim900	Envía la información obtenida por los sensores a través de tecnología GSM al servidor.
Modulo Ethernet Shield	Envía la información a través del internet por medio de una red local.
Sensor de Temperatura y Humedad DHT11	Obtiene los valores de temperatura y humedad de la colmena.
Sensor de movimiento PIR HC-SR501	Obtiene la información del movimiento de las abejas en la piquera de la colmena.
Sensor de peso digital 2K	Obtiene los valores de peso del marco de la colmena.

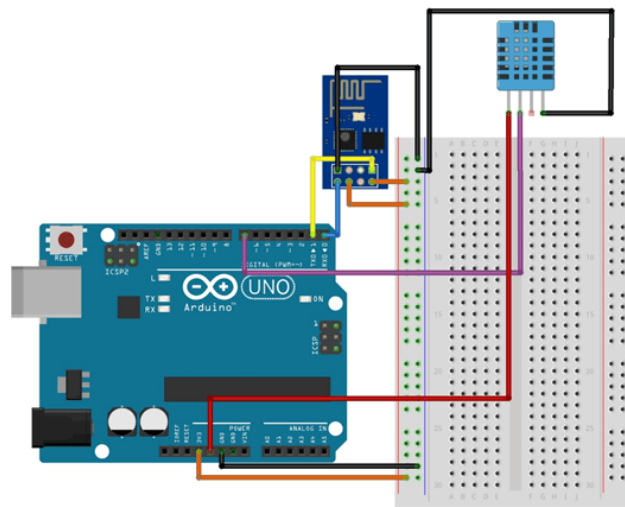
Elaborado por: Juan Gualotuña

### Fase 3: Se materializa el diseño en detalle.

A continuación se muestra los resultados del diseño en detalle de cada módulo del circuito.

- Conexión del sensor de temperatura y humedad DTH11 al arduino uno ver Fig. 20.

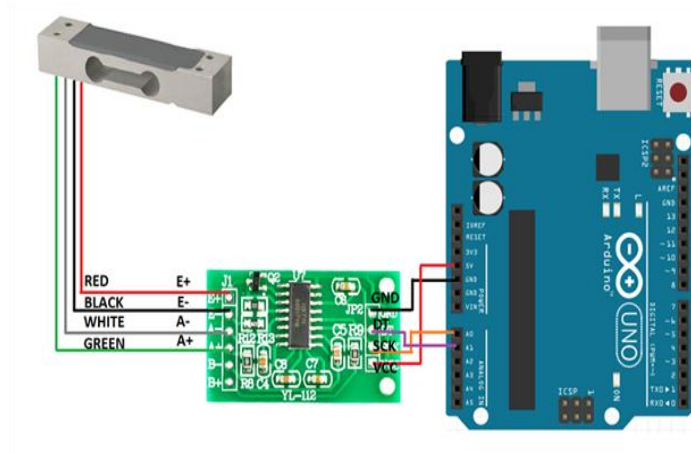
**Figura 20:** Diseño en detalle sensor de temperatura y humedad



Elaborado por: Juan Gualotuña

- Conexión del sensor de peso digital a la placa arduino uno ver Fig. 21.

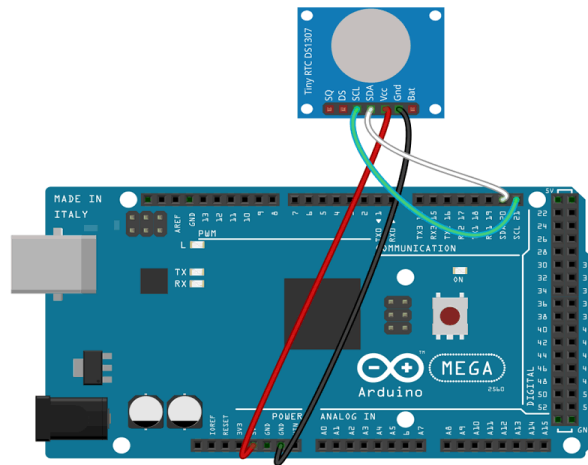
**Figura 21:** Diseño en detalle sensor de peso



Elaborado por: Juan Gualotuña

- Conexión del sensor de movimiento PIR HC-SR500 al arduino uno ver Fig. 22.

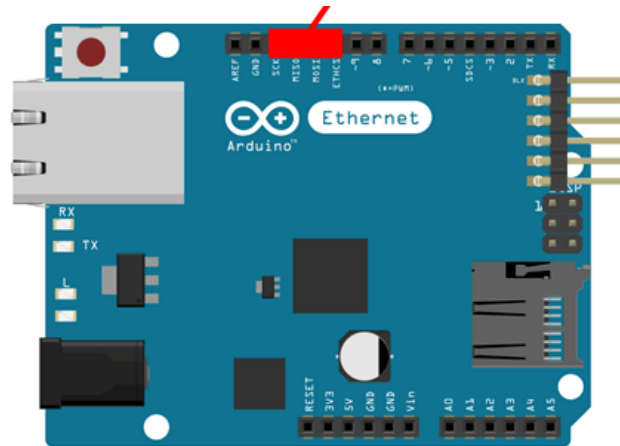
**Figura 22:** Diseño en detalle sensor de movimiento



Elaborado por: Juan Gualotuña

- Este módulo al ser tipo shield se conectan todos los pines a la placa arduino formando una sola estructura ver Fig. 23.

**Figura 23:** Diseño en detalle módulo Arduino Ethernet



Elaborado por: Juan Gualotuña

**Fase 4.-** Se verifica cada módulo hardware del sistema, comprobando su perfecto funcionamiento, para ello se visualizan los valores de salida en el monitor serial del IDE de Arduino.

- Se verifica el funcionamiento correcto del sensor de peso ver Fig. 24.

**Figura 24:** Comprobando sensor de peso digital

```

COM5 (Arduino/Ge...
???e???..
Lectura del valor del ADC: 0
No ponga ningun objeto sobre la balanza
Destarando...
...
Listo para pesar
1

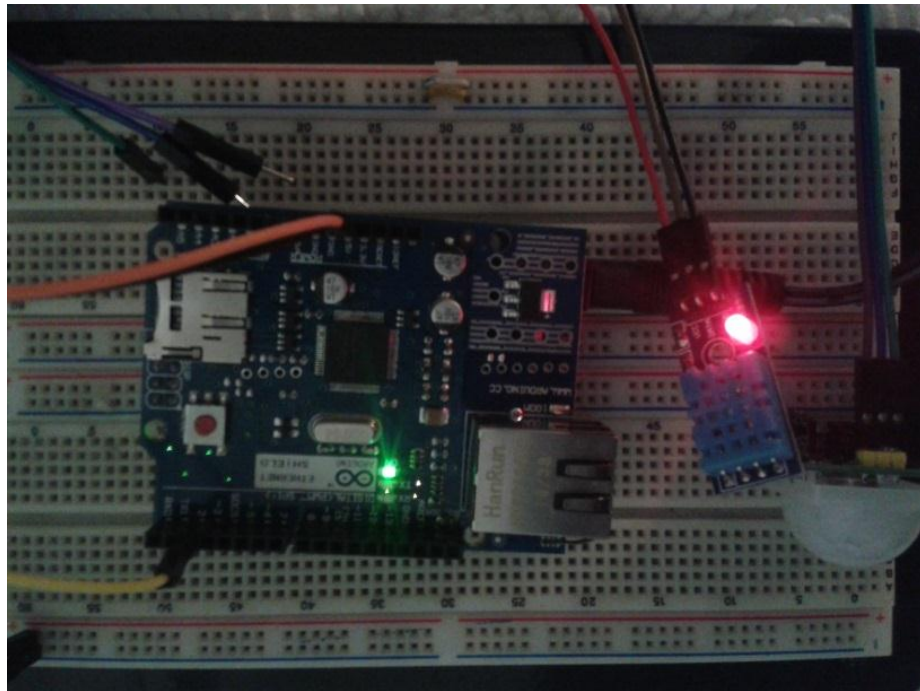
```

Elaborado por: Juan Gualotuña

- Comprobando detencion de movimiento a gtravez del sensor de movimiento, los valores con 1 determinan detencion de un movimiento y klos valores con 0 que no se ha detectado movimiento ver Fig. 25.



**Figura 27:** Integración Módulo Arduino



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Figura 28;** Resultados pruebas

```

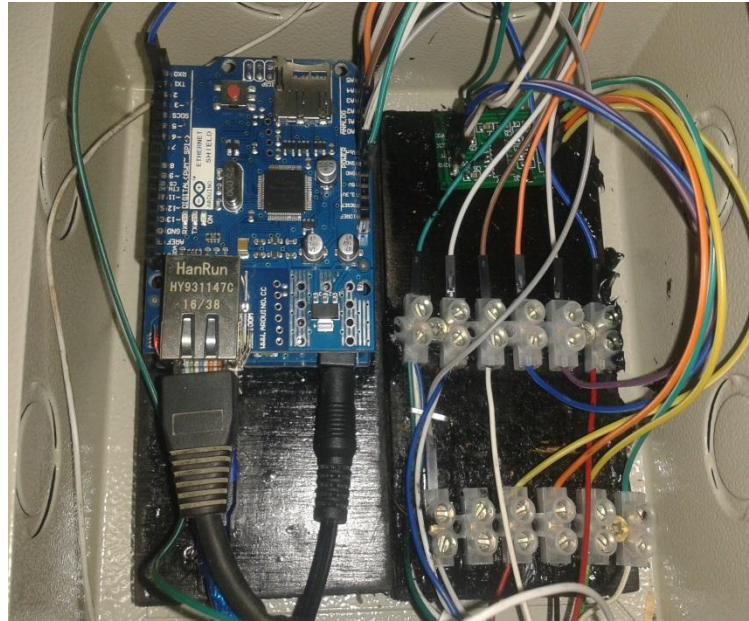
COM5 (Arduino/Genuino)
|
|
0
connected
4.00
1
Humedad:
37.00
Temperatura:
26.00
movimiento:
0.40
peso:
0.00
codigo de colmena:
LCC4
esperando
 Autoscroll

```

**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Fase 6.-**Se Realiza las últimas pruebas pero sobre un escenario real, es decir el sistema instalado en la colmena ver Fig. 29.

**Figura 29:** Pruebas sobre un escenario real



Elaborado por: Juan Gualotuña

- Se verifica que el sistema ha detectado el movimiento de las abejas por la piqueta de la colmena ver Fig. 30.

**Figura 30:** Datos de la colmena

```

COM5 (Arduino/Genuino Uno)
...
Listo para pesar
1
0
0
1
1
0
0
1
1
1
1
1
connected
7.00
Autoscroll Sin ajuste de línea

```

Elaborado por: Juan Gualotuña

## Resultados Metodología de desarrollo de software Scrum

### Sprint 1

#### Especificación De Requisitos De Software

##### Introducción.

El propósito del presente documento es el de establecer y especificar los requisitos funcionales que tendrá el presente proyecto así como el alcances del sistema.

##### Ámbito del Sistema

El sistema es aplicable a la empresa Agroindustrial “Odres Honey” y se ejecutara en un ambiente web.

##### Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

**Tabla 5:** Definiciones

Actor	Apicultores o profesionales agropecuarios que estén vinculados a área de producción de la Empresa.
Usuario	Persona que consta de privilegios para realizar acciones específicas con el sistema.
Caso de uso	Consiste en la especificación de una interacción usuario-sistema, con fines del modelado y análisis del sistema.
Precondición de un caso de uso	Todas aquellas condiciones que deben cumplirse de modo que pueda llevarse a cabo el flujo de eventos que describe el caso de uso.
Post condición de un caso de uso	Todas aquellas condiciones que deben cumplirse luego de la ejecución del flujo de eventos descritos en el caso de uso.
Flujo básico de un caso de uso	Es el caso esperado, el más común, o el estándar para la descripción del flujo de eventos de un caso de uso.

Flujo alterno de un caso de uso	Para un caso de uso, consiste en cualquier curso distinto al flujo básico de eventos que pueda ocurrir.
Actividades	Partes en las que se descomponen los diferentes procesos.
Tareas	Partes en las que se descomponen cada uno de las actividades

Elaborado por: Juan Gualotuña

### **Catálogo de Actores.**

#### **Administrador**

Persona encargada de gestionar los usuarios del sistema.

#### **Apicultor**

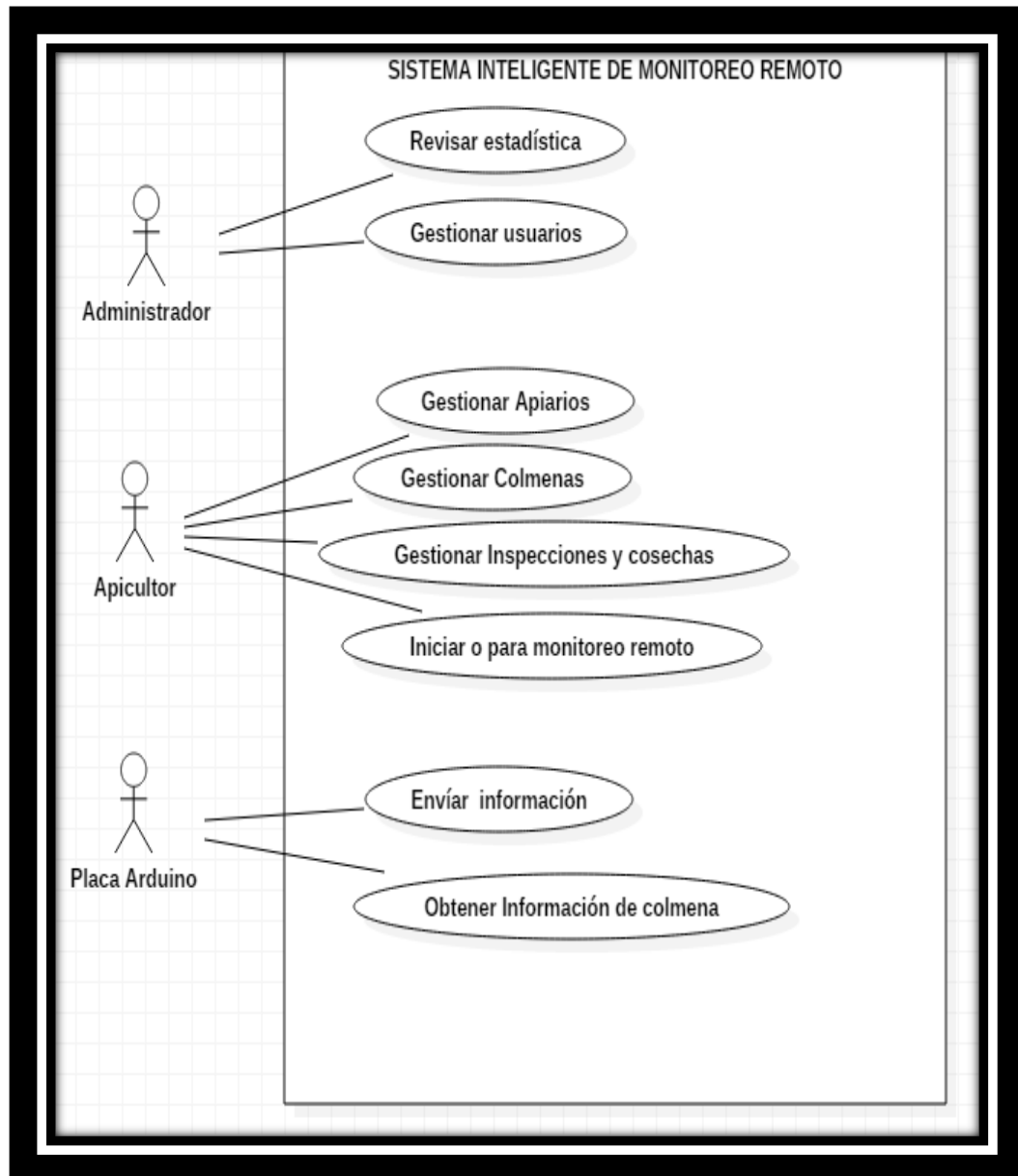
Persona encargada de ingresar al sistema para realizar todo el proceso de producción que incluye registro de colmenas, registro de apiarios, registro de inspecciones, cosechas así como activar o desactivar el monitoreo remoto de la colmena.

#### **Sistema de monitoreo remoto.**

Sistema encargado de recolectar información de primera mano de la colmena y enviarlo al servidor, cuando el apicultor se lo pida.

### Diagrama de caso de uso

Figura 31: Casos de uso



Elaborado por: Juan Gualotuña

## Requisitos funcionales

**Tabla 6:** CU01-Autenticar Usuario

<b>Autenticar Usuario</b>	
Código	CU01
Descripción	El usuario del sistema debe autenticarse para ingresar al sistema
Actores	Sistema
Precondición	El actor debe estar registrado en el sistema como algún tipo de usuario.
Flujo Principal “Autenticar Usuario”	
<p>Sistema despliega formulario de login.</p> <p>El usuario ingresa los datos requeridos por el sistema (login y password).</p> <p>El sistema despliega mensaje de bienvenida al usuario.</p> <p>Se abre formulario de inicio.</p>	
Flujo Alternativo “Autenticar Usuario”	
<p>El usuario no se encuentra registrado en el sistema.</p> <p>Pedir administrador crear usuario.</p>	
Post-Condición: Usuario ingresa al sistema.	

**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Tabla 7:** CU02-Revisar Estadística

<b>Revisar Estadística</b>	
Código	CU02
Descripción	El administrador ingresa al sistema revisa las estadísticas mensuales o semanales de cada colmena.
Actores	Administrador
Precondición	Estar logueado como administrador en el sistema
Flujo Principal “Revisar Estadística”	
Ingresar al sistema.  Mirar estadística.	
Flujo Alternativo “Revisar Estadística”	
No requiere	
Post-Condición: Sistema despliega toda la información de la colmena seleccionada.	

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Tabla 8:** CU03-Gestionar Usuarios

<b>Gestionar Usuarios</b>	
Código	CU03
Descripción	El administrador ingresa al sistema para crear, modificar o eliminar usuarios del sistema.
Actores	Administrador

Precondición	Estar logueado como administrador en el sistema.
Flujo Principal “Gestionar Usuarios”	
<p>Ingresar al sistema.</p> <p>Crear, editar o eliminar usuarios.</p> <p>Entregar usuario y password al apicultor</p>	
Flujo Alternativo “Gestionar Usuarios”	
No requiere	
Post-Condición: Usuario quedara registrado en el sistema.	

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Tabla 9:** CU04-Gestionar Apiarios

<b>Gestionar Apiarios</b>	
Código	CU04
Descripción	El apicultor ingresa al sistema para crear, editar o eliminar apiarios.
Actores	Apicultor
Precondición	Estar logueado en el sistema
Flujo Principal “Gestionar Apiarios”	
<p>Ingresar al sistema.</p> <p>Mirar apiarios registrados.</p> <p>Desplegar formulario de registro o edición.</p>	
Flujo Alternativo “Gestionar Apiarios”	

No requiere
Post-Condición: El nuevo apiario queda registrado en el sistema.

**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Tabla 10:** CU05-Gestionar Colmenas

<b>Gestionar Colmenas</b>	
Código	CU05
Descripción	El apicultor ingresa al sistema para crear, editar o eliminar colmenas.
Actores	Apicultor
Precondición	Estar logueado en el sistema
Flujo Principal “Gestionar Colmenas”	
<p>Ingresar al sistema.</p> <p>Mirar Colmenas registradas.</p> <p>Crear colmenas</p> <p>Asignar colmena en un apiario</p> <p>Gestionar</p>	
Flujo Alternativo “Gestionar Colmenas”	
No requiere	
Post-Condición: Colmena quedara registrado en el sistema.	

**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Tabla 11:** CU06-Gestionar Inspecciones

<b>Gestionar Inspecciones y Cosechas</b>	
Código	CU06
Descripción	El apicultor ingresa la información de las visitas o cosechas realizadas a cada colmena según el apiario.
Actores	Apicultor
Precondición	Estar loggeado en el sistema
<b>Flujo Principal “Gestionar Inspecciones y Cosechas”</b>	
<p>Ingresar al sistema.</p> <p>Mirar colmenas.</p> <p>Recoger información de cada colmena</p> <p>Ingresar observaciones por colmena.</p>	
<b>Flujo Alternativo “Gestionar Inspecciones y Cosechas”</b>	
No requiere	
Post-Condición: Las observaciones de las cosechas o inspecciones quedan registradas en el sistema para su posterior análisis.	

**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Tabla 12:** CU07-Iniciar Parar Monitoreo Remoto

<b>Iniciar o Parar Monitoreo Remoto</b>	
Código	CU07
Descripción	El apicultor ingresa al sistema, verifica si una colmena tiene conectado el circuito de monitoreo remoto y pide al sistema habilitar o deshabilitar la recepción de información.
Actores	Apicultor, circuitos Arduino
Precondición	Estar loggeado en el sistema, la colmena debe tener conectado un circuito Arduino
<b>Flujo Principal “Iniciar o Parar Monitoreo Remoto”</b>	
<p>Ingresar al sistema.</p> <p>Seleccionar colmena</p> <p>Verificar conexión de circuito</p> <p>Iniciar monitoreo remoto.</p> <p>Parar monitoreo remoto</p>	
<b>Flujo Alternativo “Iniciar o Parar Monitoreo Remoto”</b>	
Si la colmena no tiene conectado un circuito, el sistema despliega mensaje de alerta informando que la colmena no tiene asignado uno.	
Post-Condición: El sistema comienza recibir información de la colmena de forma remota.	

**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Tabla 13:** CU08-Obtener Información Colmena

<b>Obtener información de la colmena</b>	
Código	CU08
Descripción	El Arduino obtiene la información de los sensores conectados y los almacena en memoria.
Actores	Circuitos Arduino
Precondición	Estar habilitado por el sistema para obtener información de la colmena
Flujo Principal “Obtener información de la colmena”	
<p>Obtener datos de los sensores</p> <p>Guardarlos en una variable</p>	
Flujo Alternativo “Obtener información de la colmena”	
Si el sistema no ha dado la orden de obtener información de la colmena el circuito volverá a preguntar al servidor.	
Post-Condición: Información la colmena quedara lista para ser enviada al servidor.	

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Tabla 14:** CU09-Enviar Información

<b>Enviar información</b>	
Código	CU09
Descripción	El Arduino envía información al servidor una vez que el sistema le responda de forma positiva para él envío de información

Actores	Apicultor, circuitos Arduino
Precondición	Colmena habilitada por el sistema para enviar información
Flujo Principal “Enviar información”	
<p>Realizar petición al sistema</p> <p>El sistema habilita el envío de información al Arduino</p> <p>Obtener información de los sensores</p> <p>Guardar datos en variables</p> <p>Enviar información al servidor.</p>	
Flujo Alternativo “Enviar información”	
<p>Si la respuesta del servidor no es afirmativa el circuito no realizara ninguna actividad durante un tiempo determinado después del cual volverá a preguntar al servidor por una respuesta positiva.</p>	
<p>Post-Condición: La información es enviada al servidor y guardada en la base de datos.</p>	

Elaborado por: Juan Gualotuña

## Sprint 2

### Desarrollo backend del sistema

**Sprint Backlog.**-Lista de tareas determinadas para realizar durante el sprint.

**Iteración 1:** Modelado de la base de datos realizada en la herramienta de gestión Mysql Workbench con sus respectivas relaciones Fig. 22.



**Figura 34:** Métodos obtención información de la colmena

```

class Colmenas_model extends CI_Model {
    public function __construct() {
        $this->load->database();
    }
    public function obtenerDatosHumedad($id){
        $sql="select valor_hmd as valor,time(fecha_hmd) as time,date(fecha_hmd) as date from humedad where
        colmena_idcolmena=" . $id;
        $sql.=" order by fecha_hmd desc limit 10";
        $query=$this->db->query($sql);
        $result=$query->result_array();
        return $result;
    }
    public function obtenerTemperatura($id){
        $sql="select valor_tmp as valor,time(fecha_tmp) as time,date(fecha_tmp) as date from temperatura where
        colmena_idcolmena=" . $id;
        $sql.=" order by fecha_tmp desc limit 10";
        $query=$this->db->query($sql);
        $result=$query->result_array();
        return $result;
    }
    public function obtenerMovimiento($id){
        $sql="select valor_mvn as valor,time(fecha_mvn) as time,date(fecha_mvn) as date from movimiento where
        colmena_idcolmena=" . $id;
        $sql.=" order by fecha_mvn desc limit 10";
        $query=$this->db->query($sql);
        $result=$query->result_array();
        return $result;
    }
    public function verificarMonitoreoRemoto($id){
        $sql="select estado_monitoreo from colmena where idcolmena=" . $id;
        $query=$this->db->query($sql);
    }
}

```

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Iteración 3:** creación de los métodos controladores, encargados de obtener información de la capa de acceso a datos y enviarlos a las vistas y viceversa Fig. 25.

**Figura 35:** Controladores

```

public function insertarColmena(){
    if($this->session->userdata('loggeado')){
        //obteniendo codigo de MongoWriteConcernException
        $txt=$this->colmenas_model->obtenerIdentificadorColmenas();
        $num=$this->colmenas_model->obtenerNumeroUnico();
        $cod_mon=$txt['idn'] . $num['valor'];
        $data=array();
        $data['codigo']=strtoupper(trim($this->input->post('colmena')));
        $data['alzas']=trim($this->input->post('alzas'));
        $data['fecha_registro']=date("Y-m-d H:i:s");
        $data['apiario_idapiario']=trim($this->input->post('apiario'));
        $data['tipo_colmena_idtipo_colmena']=trim($this->input->post('tipo'));
        $data['origen_colmena_idorigen_colmena']=trim($this->input->post('origen'));
        $data['estado_monitoreo']='0';
        $data['codigo_monitoreo']=trim($cod_mon);
        $idcolmena=$this->colmenas_model->insertarColmena($data);
        $reina=trim($this->input->post('reina'));
        if($reina!=""){
            $data2=array();
            $data2['codigo_reina']=strtoupper($reina);
            $data2['colmena_idcolmena']=$idcolmena;
            $data2['raza_reina_idraza_reina']=trim($this->input->post('raza'));
            $data2['fecha_fecundacion']=trim($this->input->post('fecha'));
            $id=$this->colmenas_model->insertarReina($data2);
        }
        echo json_encode($idcolmena);
    }else{
        redirect('admin/login','refresh');
    }
}

public function obtenerDatosColmenasApiarios(){
    if($this->session->userdata('loggeado')){
        $result=$this->colmenas_model->obtenerDatosColmenasApiarios();
    }
}

```

Elaborado por: Juan Gualotuña

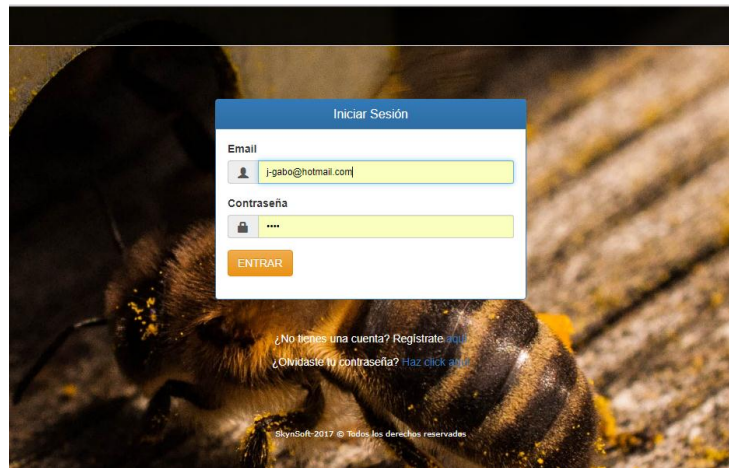
## Sprint 3

### Desarrollo frontend del sistema

**Sprint Backlog.**-Lista de tareas determinadas para realizar durante el sprint.

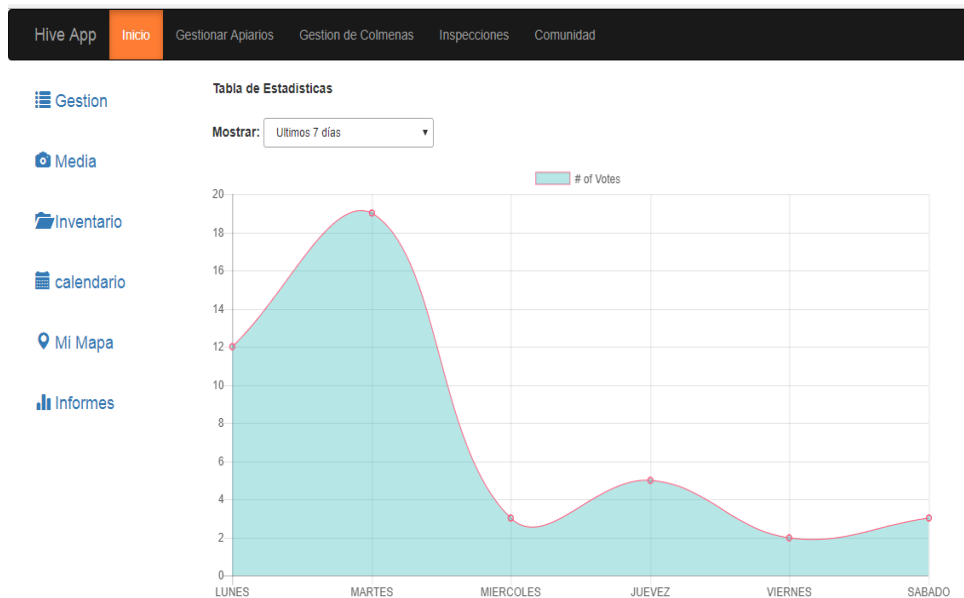
**Iteración 1:** Diseño de la interfaz de usuario Fig. 26, 27 y 28.

**Figura 36:** Pantalla de inicio y login



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Figura 37:** Pantalla de estadísticas



**Elaborado por:** Juan Gualotuña



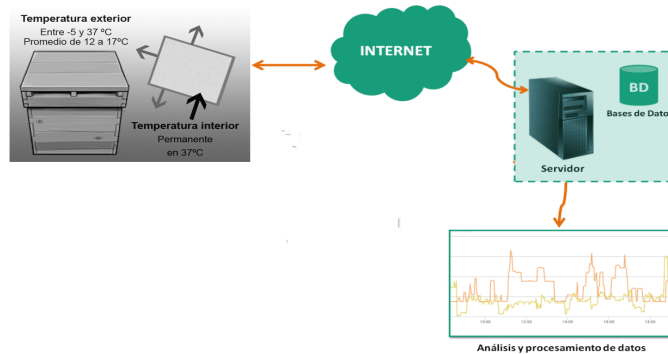
## Sprint 4

### Desarrollo del servicio web

**Sprint Backlog.**-Lista de tareas determinadas para realizar durante el sprint.

**Iteración 1:** Diseñar la arquitectura de peticiones Rest del servicio Fig. 31.

**Figura 41:** Arquitectura Servicio Web



Elaborado por: Juan Gualotuña

**Iteración 2:** Crear clases y métodos de acceso a datos y gestión de peticiones del servicio Fig. 32.

**Figura 42:** Métodos del Servicio Web

```

}
public function insertarDatos($hmd,$tem,$mov,$peso,$codigo){
    $fecha=date("Y-m-d H:i:s");
    $idcolmena=$this->obtenerIdColmena($codigo);
    $sql="INSERT INTO humedad(valor_hmd,fecha_hmd,colmena_idcolmena) VALUES('".$hmd."','".$fecha."','".$idcolmena."')";
    mysql_query($this->con,$sql) or die ('error'.mysql_error($this->con));
    $sql1="INSERT INTO temperatura(valor_tmp,fecha_tmp,colmena_idcolmena) VALUES('".$tem."','".$fecha."','".$idcolmena."')";
    mysql_query($this->con,$sql1) or die ('error'.mysql_error($this->con));
    $sql2="INSERT INTO movimiento(valor_mv,fecha_mv,colmena_idcolmena) VALUES('".$mov."','".$fecha."','".$idcolmena."')";
    mysql_query($this->con,$sql2) or die ('error'.mysql_error($this->con));
    $sql3="INSERT INTO peso(valor_ps,fecha_ps,colmena_idcolmena) VALUES('".$peso."','".$fecha."','".$idcolmena."')";
    mysql_query($this->con,$sql3) or die ('error'.mysql_error($this->con));
    $rs="Datos insertados correctamente";
    return $rs;
}
public function respuestaServidor($valor){
    $i=0;
    $result=array();
    $sql="SELECT estado_monitoreo FROM colmena WHERE codigo_monitoreo='".$valor."'";
    $res=mysql_query($this->con,$sql) or die ('error'.mysql_error($this->con));
    while ($row = mysql_fetch_array($res)) {
        $result[$i]=$row['estado_monitoreo'];
        $i++;
    }
    return $result;
}
public function obtenerIdColmena($codigo){
    $i=0;
    $result=array();
    $sql="SELECT idcolmena FROM colmena WHERE codigo_monitoreo='".$codigo."'";
}

```

Elaborado por: Juan Gualotuña

## Sprint 5(Pruebas e implementación)

El sistema de control y monitoreo remoto de colmenas de abejas fue ensamblado e instalado sobre una colmena facilitada por la empresa “Odres Honey” (ver figura 22) la cual ha servido de muestra para la obtención y envío de variables los cuales fueron receptados en el servidor para su análisis y presentación en la interfaz de usuario.

En las figuras se muestran la información de las variables de temperatura, humedad, peso, densidad, poblacional obtenidas para la fecha de 05/julio/2017.

**Tabla 15:** Resumen Etapas de desarrollo

Requerimiento	Importancia	Objetivos Planteados	Resultados obtenidos
Desarrollo backend	100%	<p>Proporcionar al sistema de una capa de acceso a datos robusta y segura que permita la disponibilidad e integridad de la información, cuando el usuario apicultor lo requiera</p> <p>Realizar métodos de integración con la capa visual del sistema.</p> <p>Proporcionar las funcionalidades necesarias en el sistema.</p>	<p>Una vez implementado el sprint se ha logrado conseguir el objetivo que inicialmente fue propuesto, adicionalmente se han utilizado librerías para proteger la información para la codificación de contraseñas en encriptación MD5.</p>
Desarrollo Frontend	100%	<p>Proporcionar al sistema de una interfaz de usuario totalmente funcional y amigable con el usuario apicultor.</p>	<p>Se implementaron las funcionalidades identificadas satisfaciendo las expectativas del dueño del producto.</p>
Desarrollo Servicio Web	90%	<p>Implementar todas las funcionalidades que permita gestionar las peticiones al servidor y</p>	<p>El sprint fue completado exitosamente, aunque fueron necesarias varias</p>

		respuestas al cliente web.	pruebas a nivel funcional.
Pruebas e implementación	80%	Realizar las pruebas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento del sistema y proceder a su implantación en el servidor.	Después de realizar varias pruebas a nivel funcional se procedió a la integración e implementación de los módulos web y Arduino cuyos resultados fueron satisfactoriamente exitosos.

Elaborado por: Juan Gualotuña

### Resultado de las pruebas funcionales:

**Iteracion 1:** Revisar la tabla de colmenas registradas , las filas de color naranja en la tabla muestra que el monitoreo remoto para la colmena esta activada y lista para recibir la información desde el sistema embebido Fig. 33.

**Figura 43:** Colmenas registradas en el sistema

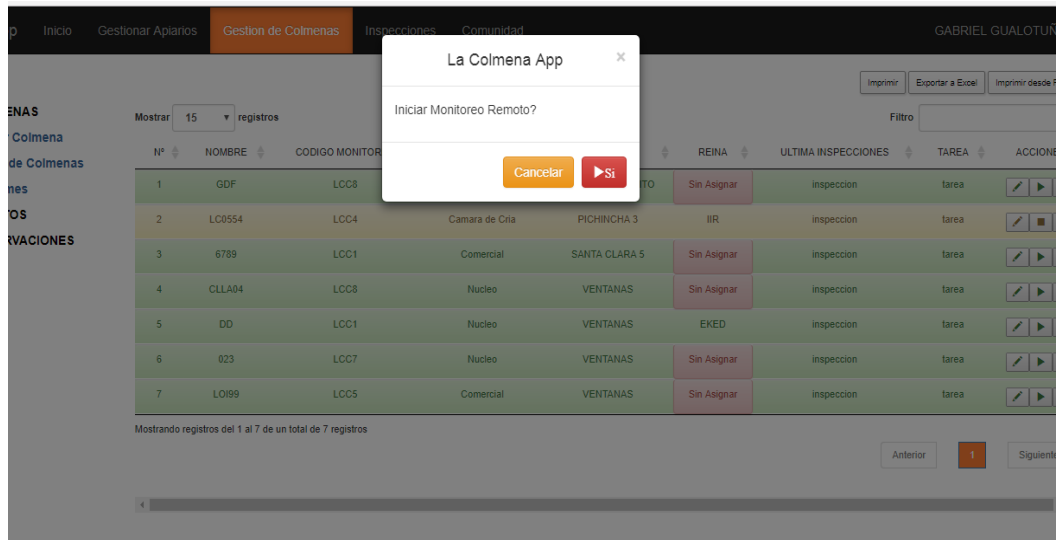
Nº	NOMBRE	CODIGO MONITOREO	TIPO COLMENA	APIARIO	REINA	ULTIMA INSPECCIONES	TAREA	ACCIONES
1	GDF	LCC8	Camara de Cna	LA COLMENA QUITO	Sin Asignar	inspeccion	tarea	
2	LC0554	LCC4	Camara de Cna	PICHINCHA 3	IIR	inspeccion	tarea	
3	6789	LCC1	Comercial	SANTA CLARA 5	Sin Asignar	inspeccion	tarea	
4	CLLA04	LCC8	Nucleo	VENTANAS	Sin Asignar	inspeccion	tarea	
5	DD	LCC1	Nucleo	VENTANAS	EKED	inspeccion	tarea	
6	023	LCC7	Nucleo	VENTANAS	Sin Asignar	inspeccion	tarea	
7	LOI89	LCC5	Comercial	VENTANAS	Sin Asignar	inspeccion	tarea	

Mostrando registros del 1 al 7 de un total de 7 registros

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Iteración 2:** Iniciar monitoreo remoto Fig. 34.

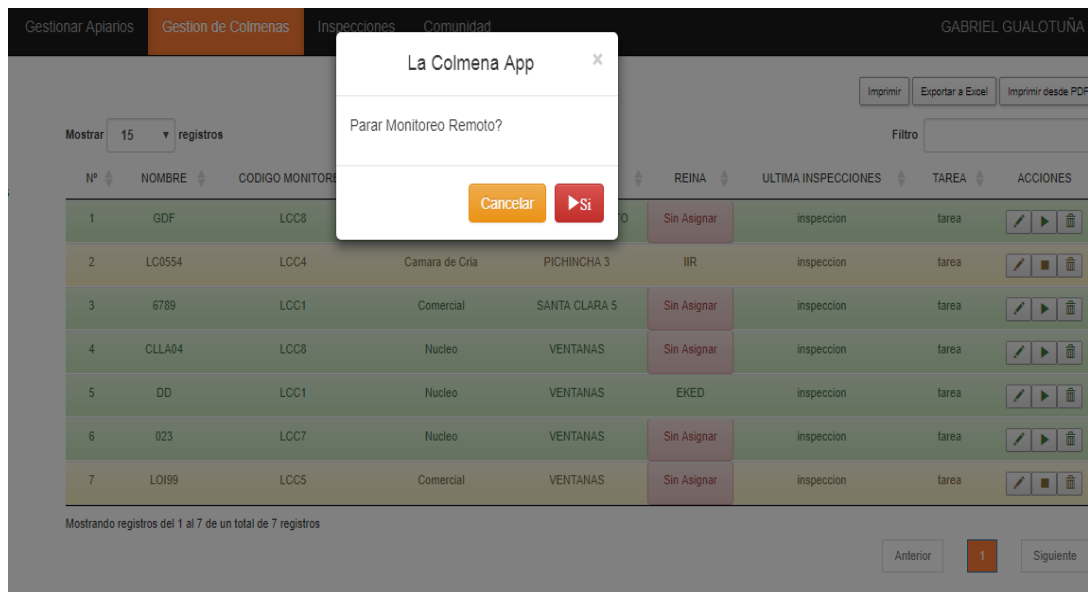
**Figura 44:** Iniciar Monitoreo Remoto de una colmena



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

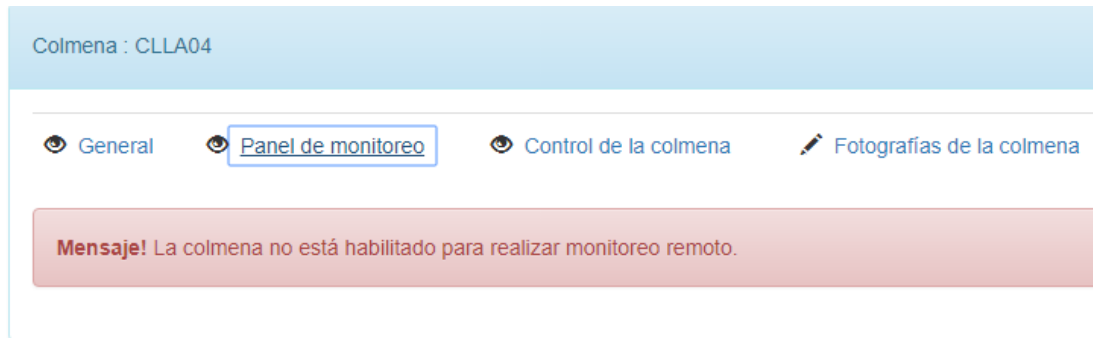
**Iteración 3:** Parar monitoreo Remoto de la colmena ver Fig. 35 y 36.

**Figura 45:** Parar Monitoreo Remoto



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Figura 46: Mensaje Alerta**



Elaborado por: Juan Gualotuña

**Iteración 4: Información general de la colmena Fig. 36**

**Figura 47: Información general de la colmena**

The screenshot shows the 'Información' tab selected in the Hive App interface for the hive 'Colmena : CLLA04'. The information is displayed in a table format:

Tipo de Colmena	Nucleo
ID único	09XDjx
Reina	Esta colmena no tiene una reina asignada, debe asignar una.
Fecha de creación	2017-04-21 16:39:30
Apiario	VENTANAS
Alzas	1
Origen de la colonia	Enjambre
Colonia madre	
Colonia hija	

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Iteración 5: Ingresar una colmena al sistema ver Fig. 38.**

**Figura 48: Ingresar Colmena al sistema**

The screenshot shows the 'Agregar Colmena' form in the Hive App. The form is titled 'Agregar Colmena' and is located under the 'Gestion de Colmenas' tab. The form fields are:

- Nombre/Identificador:
- Tipo de colmena:
- Origen de la colonia:
- Apiario:
- Número de Alzas:

Below these fields, there is a section titled 'Nueva Reina!' with the following fields:

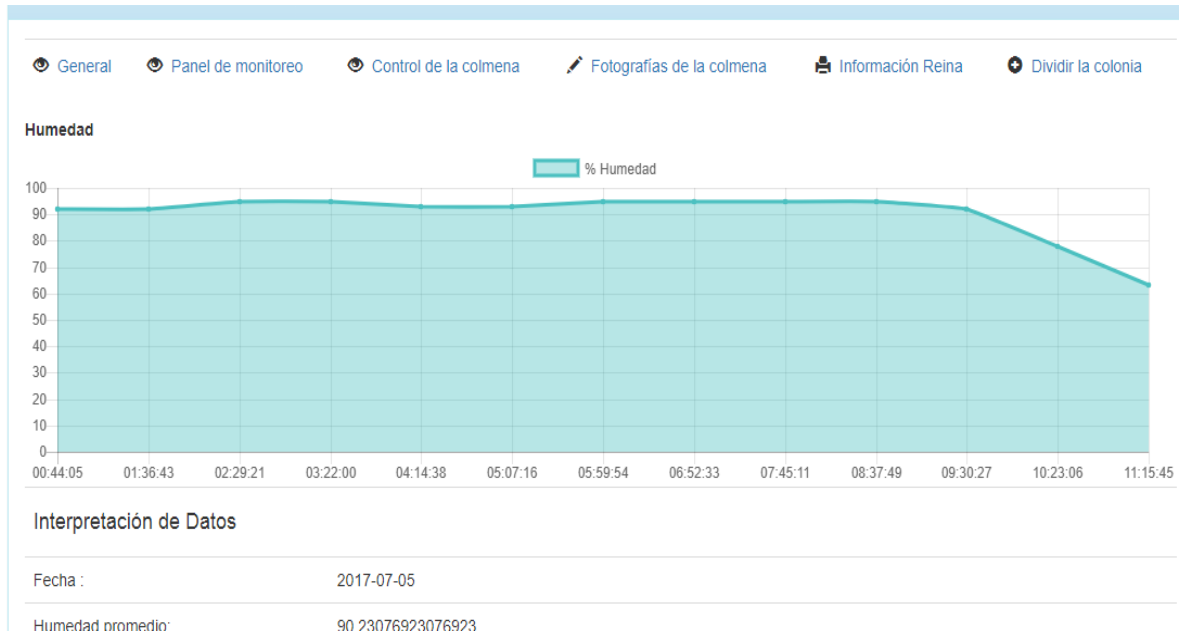
- Identificador Reina:
- Raza:
- Fecha de fecundación:

A 'Guardar' button is located at the bottom right of the form.

Elaborado por: Juan Gualotuña

**Iteración 6:** Panel de monitoreo remoto ,la humedad obtenida de la colmena para el dia 05/julio/del 2017 para la hora 11.15 es del 63 % que esta dentro de los rangos permitidos ver la Fig. 39.

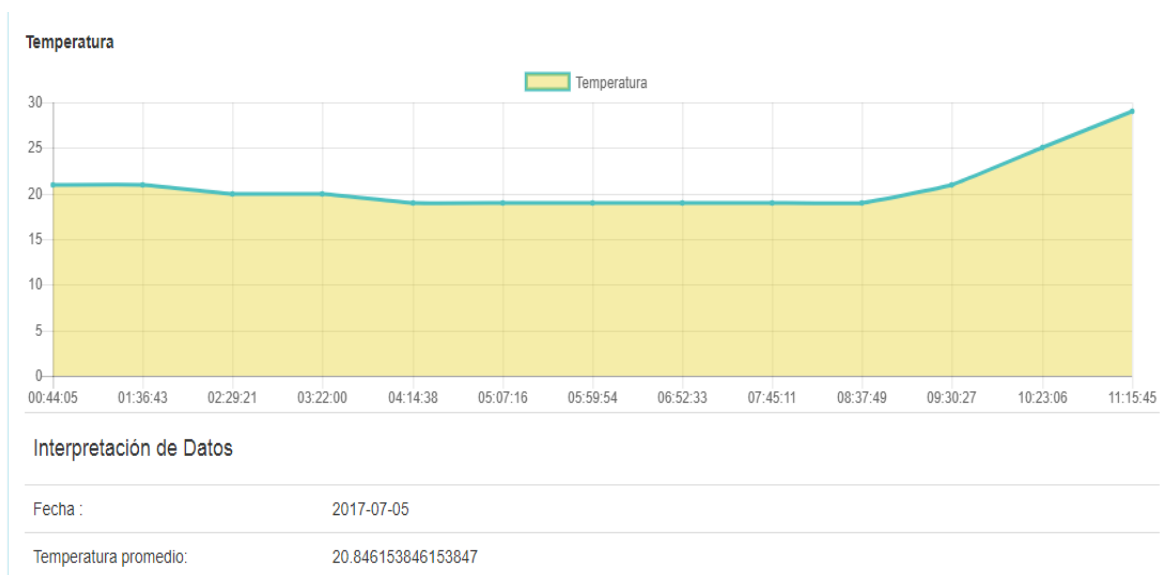
**Figura 49:** Humedad de la colmena



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Iteración 7:** La temperatura obtenida de la colmena para el dia 05/julio/del 2017, ver Fig. 40.

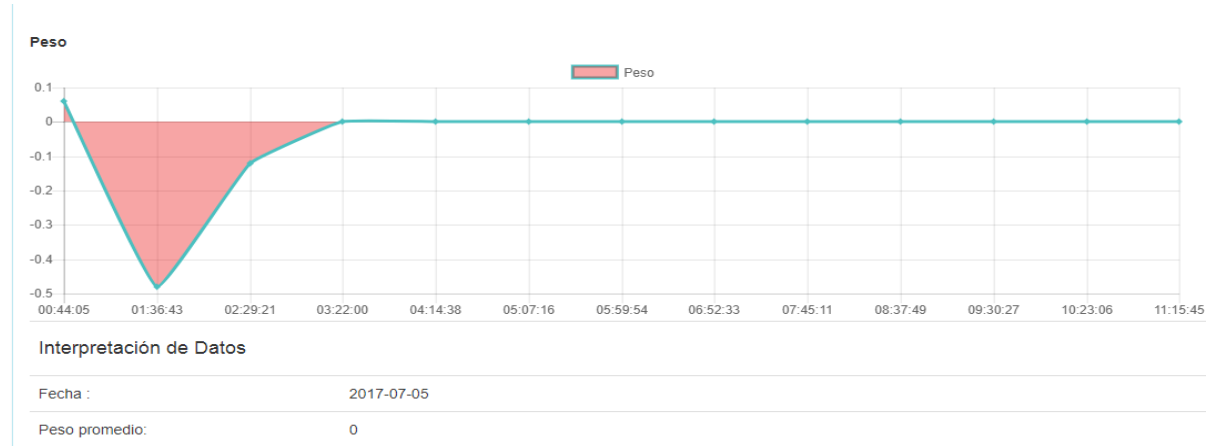
**Figura 50:** Temperatura de la colmena



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Iteración 8:** El peso del marco de miel obtenido de la colmena para el día 05/julio/del 2017, ver figura 25.

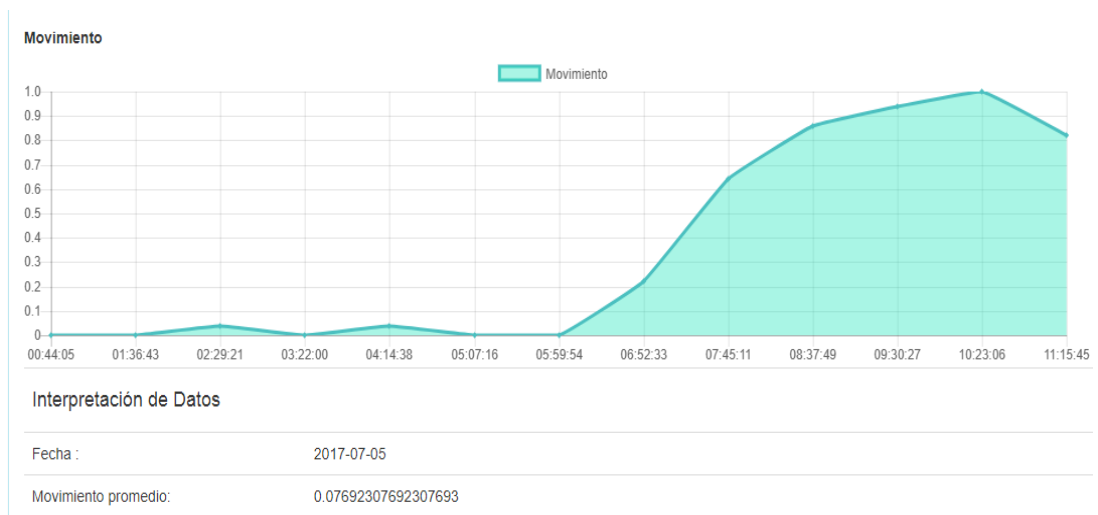
**Figura 51:** Peso del marco de miel



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

**Iteración 9:** Densidad poblacional de la colmena para el día 05/julio/del 2017, la curva estadística de la figura en esta variable es drásticamente diferenciada en las horas del día donde las abejas salen de la colmena produciendo un flujo mayor de abejas por la piquera, los que son detectados por el sensor de movimiento, mientras que para la noche este flujo disminuye totalmente casi hasta el valor mínimo ver figura 26.

**Figura 52:** Densidad poblacional de la colmena



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

## 12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

### Impacto técnico

El sistema está desarrollado con tecnología de vanguardia, tanto en hardware y software para el monitoreo remoto de colmenas de abejas, situando de esta forma a la empresa “Odres Honey” como uno de los primeros en utilizar software de precisión en el Ecuador.

### Impacto Social

Tener el control de forma remota sin la necesidad de estar en el lugar donde suceden las cosas, es un gran avance para la sociedad facilitando mucho la gestión de procesos.

### Impacto Ambiental

El circuito Arduino al ser alimentado por energía renovable como es la energía eléctrica generada en el Ecuador por el movimiento de turbinas a través del agua o paneles solares, contribuye al cuidado del medio ambiente.

### Impacto Económico

Las colmenas al no tener un buen control por parte de los apicultores, tienden a enfermar, bajar de población de abejas por ende la producción disminuye pero al contar con el sistema de monitoreo remoto el control de las colmenas el control serán más eficientes, evitando pérdidas en la producción de miel.

## 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

### Gastos Directos.

Tabla 16: Gastos Directos

Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Arduino Uno	2	50	100
Sensor de Peso	2	20	40
Sensor de movimiento	2	23	46
Sensor de temperatura	2	20	40

Sensor de Peso	2	15	30
		Total:	256

Elaborado por: Juan Gualotuña

## Gastos Indirectos

Tabla 17: Gastos Indirectos

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Movilización	40	0.45	18
Alimentación	15	2.50	37.50
Comunicación	12	0.35	4.20
Combustible	20	1.99	39.80
		<b>Total:</b>	<b>99.50</b>

Elaborado por: Juan Gualotuña

## Global y Detallado:

Tabla 18: Gasto Global

Gastos directos	Gastos indirectos	
192	99.50	290.50
<b>10% de Imprevistos</b>		29.05
<b>Total de gastos</b>		<b>319.55</b>

Elaborado por: Juan Gualotuña

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

El desarrollo del sistema de control y monitoreo remoto de colmenas de abejas brinda una solución tecnológica al proceso de producción de miel de abeja en la empresa “Odres Honey” y apoyan la investigación apícola en el Ecuador.

Las fuentes bibliográficas consultadas para este proyecto han sido de mucha ayuda para el éxito y finalización del mismo, permitiendo conocer diferentes alternativas tecnológicas para su desarrollo, dicha información consultada servirá como fundamentación teórica para futuros proyectos de investigación en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

La tecnología de hardware libre Arduino y sus diferentes módulos utilizados en este proyecto ha permitido la obtención y envío de la información desde la colmena hacia el servidor a través de la internet de manera remota, de igual forma la utilización de lenguajes de programación y base de datos Open Source, ha permitido procesar y presentar dicha información al usuario final, dando como resultado un sistema integral de precisión que ayuda a la toma de decisiones en el proceso de producción de miel a los apicultores de la empresa “Odres Honey”.

La implementación del sistema de control y monitoreo remoto se realizó en una colmena, de donde se ha tomado y procesado la información correspondiente a las variables de estudio, demostrando la viabilidad del proyecto.

### **Recomendaciones**

Analizando los resultados obtenidos en la implementación, se evidencia la necesidad de realizar una evaluación en la alimentación del circuito que podría ser realizado a través de baterías alimentados por paneles solares.

Si analizó la tecnología actual y la importancia que ha adquirido los dispositivos móviles en el día a día del ser humano, se recomienda seguir con la investigación para la implementación de un módulo móvil para el sistema de control y monitoreo remoto de colmenas de abejas.

El panel de conexión de sensores al interior de la colmena cuenta con espacio suficiente para instalar nuevos sensores, como futuras mejoras de este proyecto, se recomienda implementar sensores que permitan medir variables físicas, como CO<sub>2</sub> para cuando se practica la trashumancia de colmenas o grabación de sonidos dentro de la colmena para determinar comportamiento y carácter de la misma.

## 15. BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía

- Baeza, J. P. (2014). Manual de Arduino. En J. P. Baeza, *Manual de Arduino* (págs. 10-20). Mexico.
- Bootstrap. (02 de 01 de 2017). *Bootstrap*. Recuperado el 08 de 05 de 2017, de Bootstrap: <http://getbootstrap.com/>
- Burguillos, I. (2014). Arduino. En I. Burguillos, *Teoría de Arduino 4º ESO* (págs. 3-10).
- Collado, D. C. (2013). Metodologías. En D. C. Collado, *Metodologías* (págs. 79-100). Canadá.
- Escuder, J. M. (21 de 08 de 2013). *playground.arduino*. Recuperado el 20 de 07 de 2016, de playground.arduino: [http://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino\\_comic\\_es.pdf](http://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_comic_es.pdf)
- Foundation, T. A. (01 de 01 de 2017). *The Apache Software Foundation*. Recuperado el 07 de 05 de 2017, de The Apache Software Foundation: <http://tomcat.apache.org/>
- Ing. Juan Manuel Cruz. (2012). Introducción General a los. *SASE 2012*, 3-8.
- Jean-Prost, P. (2009). Apicultura y manejo de la colmena. En P. Jean-Prost, *Apicultura y manejo de la colmena* (págs. 60-70). España: Mundi-Prensa.
- jQuery, L. F. (01 de 01 de 2017). *jQuery*. Recuperado el 07 de 05 de 2017, de jQuery: <https://jquery.com/>
- Oracle Corporation. (28 de 01 de 2016). *The PHP Group*. Recuperado el 28 de 06 de 2016, de The PHP Group: <http://php.net/>
- Sampieri, M. e. (2014). Metodología de la Investigación. En M. e. Sampieri, *Metodología de la Investigación* (págs. 30-37). Mexico.
- Santillán, L. A. (2015). Bases de datos MYSQL. En L. A. Santillán, *Bases de datos MYSQL* (págs. 4-7). Mexico.
- The Php Group. (28 de 01 de 2016). *Manual PHP*. Recuperado el 08 de 05 de 2017, de Manual PHP: <http://php.net/>

# ANEXOS

- **Anexo 1: CURRICULUM VITAE COORDINADOR**

**Información Personal:**

**Nombre:** Gualotuña Guachamin Juan Gabriel

**Estado civil:** Soltero

**Edad:** 28 años

**Nacionalidad:** Ecuatoriano

**Cedula de Identidad:** 1721854675

**Estudios Realizados:**

**Secundaria:** Colegio Nacional “Juan de Salinas”

**Título Obtenido:** Bachiller Técnico.

- **Anexo 2: CURRICULUM VITAE EQUIPO DE INVESTIGACIÓN**

**Datos personales:**

**Nombre:** PhD. Gustavo Rodríguez Bárcenas

**Nacionalidad:** Cubana

**Fecha de nacimiento:** 03 de Diciembre 1972

**Estado civil:** Casado

**Residencia:** Los Arupos, San Felipe, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

**E-mail:** [Gustavo.rodriguez@utc.edu.ec](mailto:Gustavo.rodriguez@utc.edu.ec)

**Teléfono:** 0987658959

**Títulos obtenidos:**

Doctor (PhD) en Ciencias de la Información, (Mención en Inteligencia Artificial Aplicadas). Universidad de Granada, España, 2011.

- **Anexo 3:** Código php de vista colmenas

```

7
8 </div>
9 <div class="panel-body">
10 <table class="table">
11 <tbody>
12 <tr class="">
13 <td><span class="glyphicon glyphicon-eye-open"></span><button id="{php echo $colmena[$i]['idcolmena']}" class="
14 btn-link" onclick="abrirPanelGeneral(this.id)">General</button></td>
15 <td><span class="glyphicon glyphicon-eye-open"></span><button id="{php echo $colmena[$i]['idcolmena']}" class="
16 btn-link" onclick="abrirPanelMonitores(this.id)">Panel de monitores</button></td>
17 <td><span class="glyphicon glyphicon-eye-open"></span><button id="{php echo $colmena[$i]['idcolmena']}" class="
18 btn-link" onclick="verApiario(this.id)">Control de la colmena</button></td>
19 <td><span class="glyphicon glyphicon-pencil"></span><button class="btn-link" id="{php echo $colmena[$i]['idcolmena
20 ]}" onclick="levantarModalEditar(this.id)">Fotografías de la colmena</button></td>
21 <td><span class="glyphicon glyphicon-print"></span><button class="btn-link" id="{php echo $colmena[$i]['idcolmena
22 ]}" onclick="imprimirApiario(this.id)">Información Reina</button></td>
23 <td><span class="glyphicon glyphicon-plus-sign"></span><button class="btn-link" id="{php echo $colmena[$i][
24 idcolmena']}" onclick="agregarColmena(this.id)">Dividir la colonia</button></td>
25 </tr>
26 </tbody>
27 </table>
28 <div class="row">
29 <div class="col-sm-12" style="display:block" id="panel_general">
30 <table class="table">
31 <tbody>
32 <tr>
33 <th class="success" width="25%">Tipo de Colmena</th>
34 <td>{php echo $colmena[$i]['tipo'];}</td>
35 </tr>
36 <tr>
37 <th class="success">ID único</th>
38 <td>{php echo $colmena[$i]['id'];}</td>
39 </tr>
40 <tr>
41 <th class="success">Reina</th>
42 <td>{php echo $colmena[$i]['reina'];}</td>
43 </tr>
44 <tr>
45 <th class="success">Reina</th>
46 <td>{php echo $colmena[$i]['reina'];}</td>
47 </tr>
48 <tr>
49 <th class="success">Reina</th>
50 <td>{php echo $colmena[$i]['reina'];}</td>
51 </tr>
52 <tr>
53 <th class="success">Reina</th>
54 <td>{php echo $colmena[$i]['reina'];}</td>
55 </tr>
56 </tbody>
57 </table>
58 </div>
59 </div>
60 </div>
61 </div>
62 </div>
63 </div>
64 </div>
65 </div>
66 </div>
67 </div>
68 </div>
69 </div>
70 </div>
71 </div>
72 </div>
73 </div>
74 </div>
75 </div>
76 </div>
77 </div>
78 </div>
79 </div>
80 </div>
81 </div>
82 </div>
83 </div>
84 </div>
85 </div>
86 </div>
87 </div>
88 </div>
89 </div>
90 </div>
91 </div>
92 </div>
93 </div>
94 </div>
95 </div>
96 </div>
97 </div>
98 </div>
99 </div>
100 </div>

```

Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 4:** Código controlador apiarios

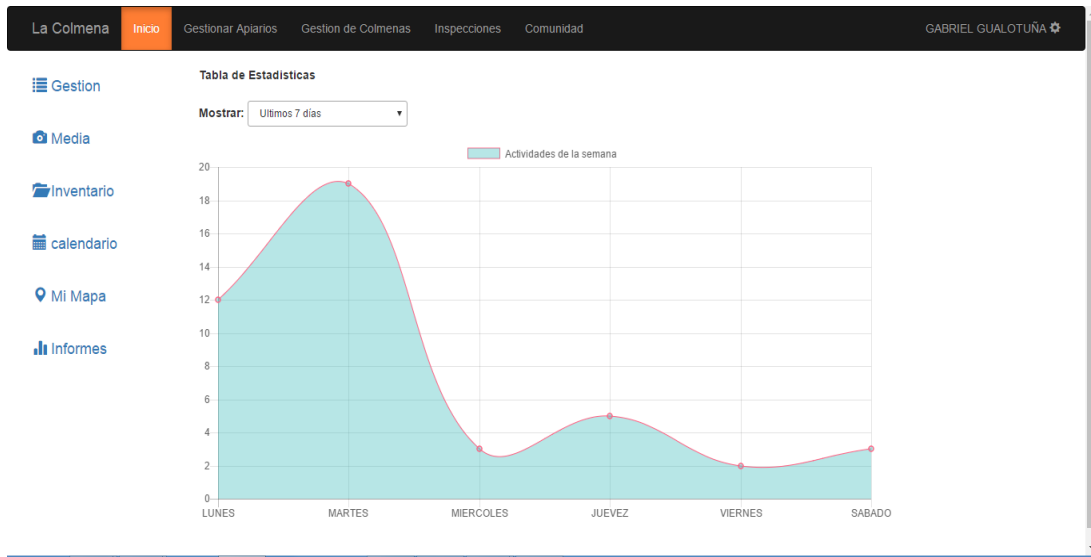
```

13 if($this->session->userdata('logueado')){
14
15 $datos['apiarios']=$this->apiarios_model->obtenerApiarios();
16 $datos['provincias']=$this->apiarios_model->obtenerProvincias();
17 $this->load->view('templates/header');
18 $this->load->view('apiarios/$datos');
19 $this->load->view('templates/footer');
20
21 }else{
22 redirect('admin/login','refresh');
23
24 }
25
26 public function insertarApiario(){
27 if($this->session->userdata('logueado')){
28 $data=array();
29 $data['nombre_ap']=strtoupper(trim($this->input->post('nombre')));
30 $data['fecha_reg_apiario']=date('Y-m-d H:i:s');
31 $data['direccion_apiario']=strtoupper(trim($this->input->post('direccion')));
32 $data['ciudad_apiario']=strtoupper(trim($this->input->post('ciudad')));
33 $data['provincia']=trim($this->input->post('provincia'));
34 $data['establecimiento']=trim($this->input->post('establecimiento'));
35 $data['descripcion']=strtoupper(trim($this->input->post('descripcion')));
36 $data['usuarios_idusuarios']=$this->session->userdata('logueado')['idusuario'];
37 $result=$this->apiarios_model->insertarApiario($data);
38 echo json_encode($result);
39 }else{
40 redirect('admin/login','refresh');
41 }
42
43 public function eliminarApiario(){
44 if($this->session->userdata('logueado')){
45 $id=trim($this->input->post('id'));
46 $res=$this->apiarios_model->eliminarApiario($id);
47 echo json_encode($res);
48 }else{
49 redirect('admin/login','refresh');
50 }
51
52 }
53
54 }

```

Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 5:** Interfaz de estadística



Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 6:** Interfaz para gestiona colmenas

Mostrar 15 registros

Filtro

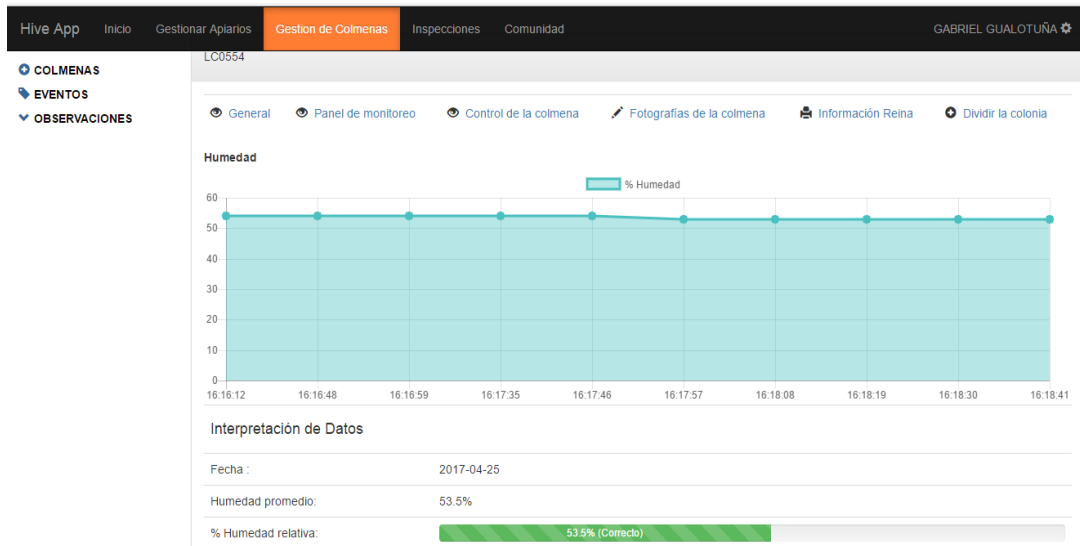
Nº	NOMBRE	CODIGO MONITOREO	TIPO COLMENA	APIARIO	REINA	ULTIMA INSPECCIONES	TAREA	ACCIONES
1	SS	LCC1	Comercial	SANTA CLARA 5	Sin Asignar	inspeccion	tarea	[edit] [delete] [refresh]
2	KK	LCC5	Comercial	VENTANAS	Sin Asignar	inspeccion	tarea	[edit] [delete] [refresh]
3	LCK	LCC4	Camara de Cria	VENTANAS	IIR	inspeccion	tarea	[edit] [delete] [refresh]
4	DD	LCC1	Nucleo	VENTANAS	EKED	inspeccion	tarea	[edit] [delete] [refresh]
5	CLLA04	LCC8	Nucleo	VENTANAS	Sin Asignar	inspeccion	tarea	[edit] [delete] [refresh]

Mostrando registros del 1 al 5 de un total de 5 registros

Anterior 1 Siguiente

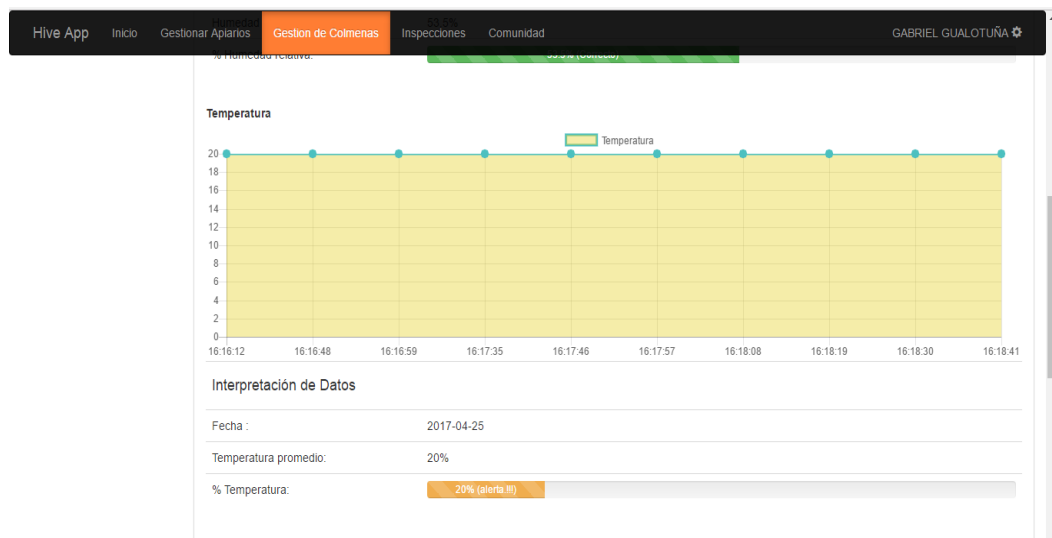
Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 7:** Interfaz de monitoreo humedad



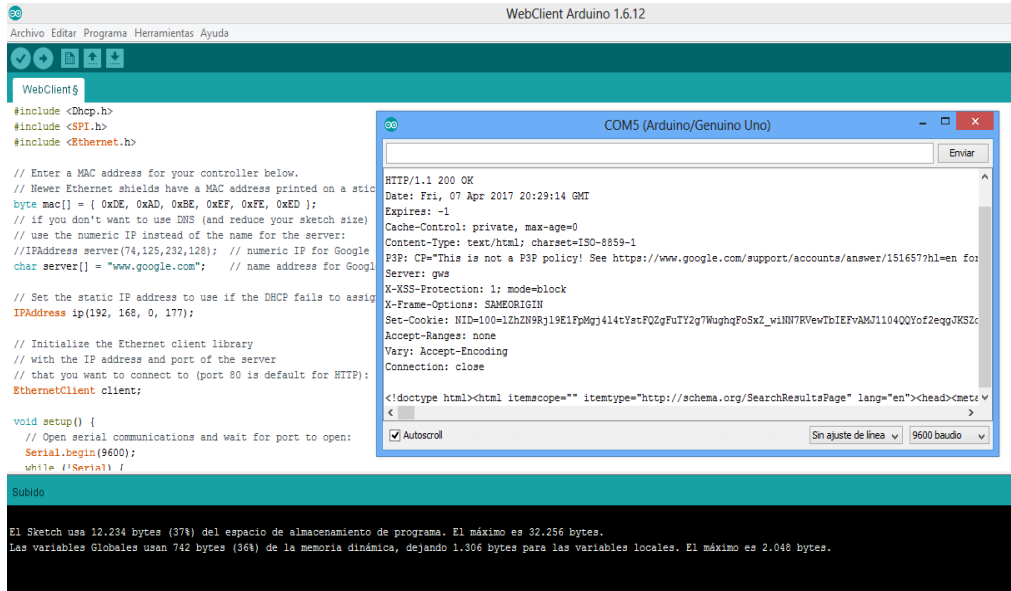
**Elaborado por:** Juan Gualotuña

- **Anexo 8:** Interfaz de monitoreo temperatura



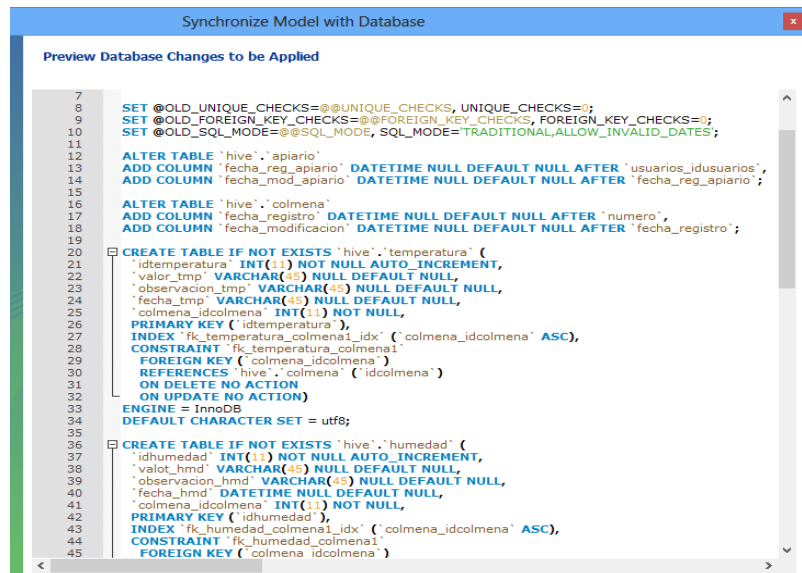
**Elaborado por:** Juan Gualotuña

- **Anexo 9:** Código Arduino para configuración ethernet



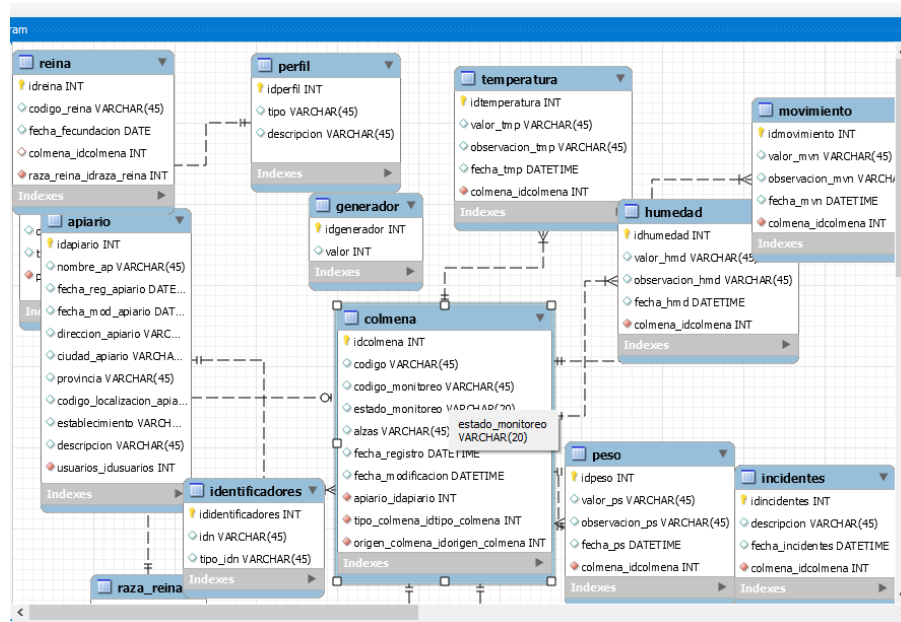
Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 10:** Código SQL para la creación de la base de datos



Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 11:** Modelo de la base de datos



Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 12:** Apiario Odres Honey



Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 13:** Apiario Odres Honey



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

- **Anexo 14:** Apiario Odres Honey



**Elaborado por:** Juan Gualotuña

- **Anexo 15:** Apiario Odres Honey



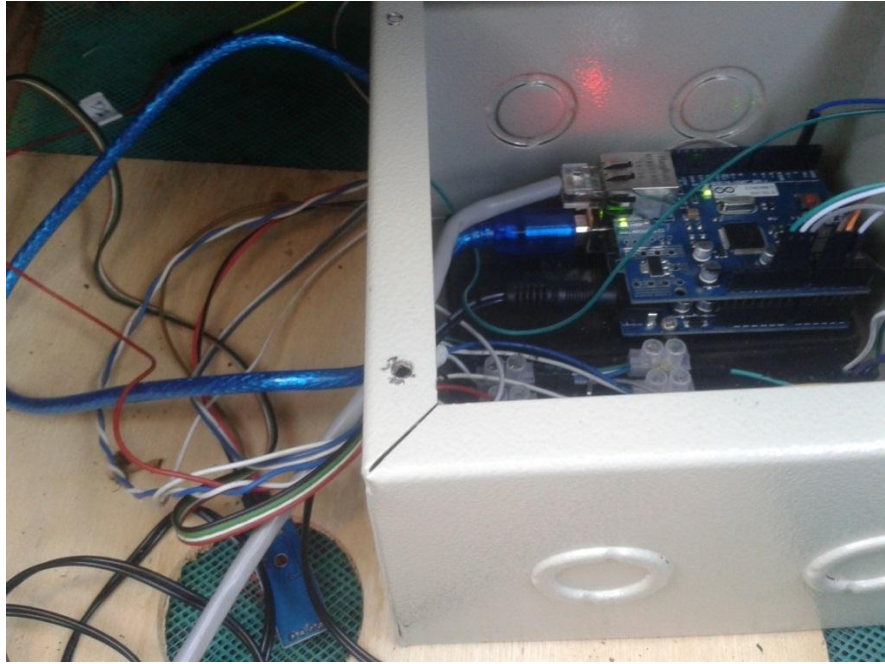
Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 16:** Productos de Odres Honey



Elaborado por: Juan Gualotuña

- **Anexo 17:** Sistema Embebido Instalado en la Colmena



**Elaborado por:** Juan Gualotuña



## ENTREVISTA A LOS APIUCULOTORES DE LA EMPRESA

1. ¿Qué es la apicultura?

.....  
.....

2. ¿Hace cuantos años es apicultor?

.....  
.....

3. ¿En qué zona del Ecuador están ubicados los apiarios?

.....  
.....

4. ¿Qué tipo de apicultura práctica en la empresa?

.....  
.....

5. ¿Cuál piensa que es la principal razón que causa la mortandad en las abejas?

.....  
.....

6. ¿Cree que la temperatura, humedad y densidad de población interna tiene mucho que ver con el estado de salud de la colmena?

.....  
.....

7. ¿Cuál es la temperatura interna normal de una colmena?

.....  
.....

8. ¿Qué determina un nivel alto de temperatura en la colmena?

.....  
.....

9. ¿Qué determina un nivel bajo de temperatura en la colmena?

.....  
.....

10. ¿Cuál es la humedad interna de una colmena?

.....  
.....

11. ¿Qué determina un nivel alto de humedad en la colmena?

.....  
.....

12. ¿Qué determina un nivel bajo de humedad en la colmena?

.....  
.....

13. ¿Cuáles son las principales razones que produce el movimiento masivo de abejas en la piquera de la colmena?

.....  
.....

14. ¿Cuál es el peso mínimo de un marco de cera sin miel?

.....  
.....

15. ¿Cuál es el peso ideal para que un marco sea considerado óptimo para la extracción de la miel?

.....  
.....

16. Cuales son inconveniente que se presentan al realizar las inspecciones de los apiarios?

.....  
.....