



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD INGENIERÍA  
CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Implementación de un sistema RFID para el control de la salud y  
bienestar en el centro de rescate animal CRIAR- Riobamba**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero en Electrónica y  
Telecomunicaciones**

**Autor:**

**Pilatuña Aguagallo Mauricio Daniel**

**Tutor:**

**Msc. José Luis Jinez Tapia**

**Riobamba, Ecuador. 2023**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, Mauricio Daniel Pilatuña Aguagallo, con cédula de ciudadanía 172151434-5, autor del trabajo de investigación titulado: Implementación de un sistema RFID para el control de la salud y bienestar en el centro de rescate animal CRIAR- Riobamba, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 7 de noviembre del 2023.



---

Mauricio Daniel Pilatuña Aguagallo


C.I: 172151434-5

**DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;**


Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Implementación de un sistema RFID para el control de la salud y bienestar en el centro de rescate animal CRIAR- Riobamba, presentado por Mauricio Daniel Pilatuña Aguagallo, con cédula de identidad número 172151434-5 certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 7 de noviembre del 2023.

Eduardo Daniel Haro Mendoza, Msc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



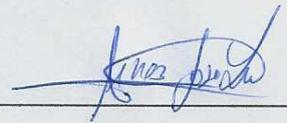
Marlon Danilo Basantes Valverde, PhD  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Edgar Giovanny Cuzco Silva, Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



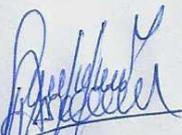
José Luis Jinez Tapia, Msc.  
**TUTOR**



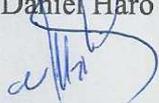
## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Implementación de un sistema RFID para el control de la salud y bienestar en el centro de rescate animal CRIAR- Riobamba, presentado por Mauricio Daniel Pilatuña Aguagallo, con cédula de identidad número 172151434-5, bajo la tutoría del Msc. José Luis Jinez Tapia; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

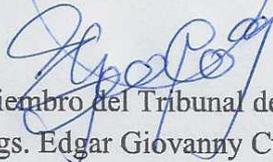
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 7 de noviembre del 2023.



Presidente del Tribunal de Grado  
Msc. Eduardo Daniel Haro Mendoza.



Miembro del Tribunal de Grado  
PhD. Marlon Danilo Basantes Valverde



Miembro del Tribunal de Grado  
Mgs. Edgar Giovanny Cuzco Silva



# CERTIFICACIÓN

Que, **PILATUÑA AGUAGALLO MAURICIO DANIEL** con CC: **172151434-5**, estudiante de la Carrera **ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Implementación de un sistema RFID para el control de la salud y bienestar en el centro de rescate animal CRIAR-Riobamba**", cumple con el 1 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 1 de noviembre de 2023

Msc. José Luis Jinez Tapia  
**TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado para las personas únicas en mi vida quienes me dieron la vida y quien velan día a día por mí, Luis Pilatuña y Susana de Lourdes Aguagallo, mis padres hermanos Liliana y Christian mi cuñada Luisa Elizabeth, quienes me brindaron su apoyo y consejos para poder cumplir mis objetivos tanto profesionales como personales, a mis sobrinos Aaron, Gabriel por ultimo y no menos importante Eliav, los cuales han sido motivación para culminar mis estudios, a mis demás familiares y amigos que me dieron una mano en todo este proceso de formación.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento más sincero a mis padres que son fuente de sabiduría, cariño, así como también constancia para papá Luchito y mami Susi, ustedes son el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes a pesar de la distancia y los problemas estuvieron conmigo día y noche me siento muy contento que estén a mi lado en las etapas más importantes de mi vida.

Agradezco a mis hermanos Liliana y Christian por ser estrictos pacientes, tolerantes y comprensivos desde el inicio hasta el final de todo este proceso dándome consejos, corrigiéndome y guiándome cuando más lo he necesitado del mismo modo a mi cuñada Elizabeth a quien le tengo mucho cariño.

A mis queridos sobrinos porque siempre me brindaron su cariño y sus palabras de aliento nunca dejaron de tener un cariño especial hacia todos a pesar de la distancia.

Extiendo un agradecimiento muy fraterno y especial a mi tía Judith Pilatuña y a Wilmer Cárdenas, Elvia Cárdenas y María del Carmen quienes siempre me apoyaron en todo desde mi niñez hasta la actualidad, por sus palabras y cariño incondicional.

A mis amigos Jefferson Pino, Paul Maldonado, Jorge Brito, Issac Carrasco y a mí querida Alexandra Díaz quienes con su palabra de aliento ayuda y cariño fueron un factor muy importante para la culminación de mi carrera profesional, les agradezco mucho.

Mi especial agradecimiento al Msc. José Luis Jinez Tapia, quien mediante sus consejos, paciencia y constancia en este proyecto como en toda mi formación académica no lo hubiera logrado. Sus consejos fueron siempre útiles e importantes.

Muchas Gracias, por creer en mí.

## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| DERECHOS DE AUTORÍA .....  |    |
| DICTAMEN FAVORBLE DEL TUTOR Y MIEMBRO DE TRIBUNAL .....                            |    |
| CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....                                     |    |
| CERTIFICADO ANTIPLAGIO .....   |    |
| DEDICATORIA .....  |    |
| AGRADECIMIENTO .....   |    |
| ÍNDICE GENERAL .....   |    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  |    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   |    |
| RESUMEN .....  |    |
| Abstract .....   |    |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCION. ....   | 18 |
| 1.1 Planteamiento del Problema .....   | 20 |
| 1.2 Justificación .....  | 21 |
| 1.3 Objetivos .....  | 23 |
| 1.3.1 General .....  | 23 |
| 1.3.2 Específicos .....  | 23 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO. ....   | 24 |
| 2.1 Fundamentación Teórica .....   | 24 |
| 2.1.1 Tecnología RFID .....  | 24 |
| 2.1.2 Funcionamiento de un Sistema de Identificación por Radio Frecuencia (RFID) . | 24 |
| 2.1.3 Elementos de un Sistema RFID .....   | 25 |
| 2.1.3.1 Etiquetas RFID .....   | 25 |
| 2.1.3.1.1 Etiquetas Activas RFID .....   | 26 |
| 2.1.3.1.2 Etiquetas Pasivas RFID .....   | 26 |
| 2.1.3.1.3 Etiquetas Semipasivas RFID .....   | 27 |

|                                |  |    |
|--------------------------------|--|----|
| 2.1.3.2                        | Lectores RFID .....  | 28 |
| 2.1.3.2.1                      | Protocolo RS232.....   | 30 |
| 2.1.3.2.2                      | Modulo RS232 A TLL.....  | 30 |
| 2.1.3.3                        | Bandas de Frecuencia.....  | 31 |
| 2.1.3.3.1                      | Frecuencia de Funcionamiento .....   | 32 |
| 2.1.4                          | Posicionamiento local basado en Identificadores por Radiofrecuencia (RIFD - LPS) ..... | 33 |
| 2.1.5                          | Software de Identificación UHF .....   | 34 |
| 2.1.6                          | ThingSpeak IOT.....  | 34 |
| 2.1.7                          | Protocolo MQTT.....  | 35 |
| 2.2                            | Salud y Bienestar Animal .....   | 36 |
| 2.2.1                          | Salud Canina.....  | 36 |
| 2.2.1.1                        | Vacunas para Cachorros .....   | 36 |
| 2.2.1.2                        | Vacunas para Adultos .....   | 37 |
| 2.2.1.3                        | Virus producidos por falta de Vacunas .....  | 38 |
| 2.2.1.3.1                      | Moquillo.....  | 38 |
| 2.2.1.3.2                      | Hepatitis Infecciosa Canina .....  | 38 |
| 2.2.1.3.3                      | Leptospirosis .....  | 39 |
| 2.2.1.3.4                      | Parvovirus Canino .....  | 40 |
| 2.2.1.3.5                      | Tos de las Perreras .....  | 40 |
| 2.2.2                          | Bienestar Animal .....   | 41 |
| 2.2.2.1                        | Calendario de Vacunas .....  | 41 |
| 2.3                            | Fundamentación Matemática .....  | 42 |
| 2.3.1                          | Ubicación del Sistema RFID mediante Ángulo de Llegada .....                            | 42 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGIA..... |  | 44 |
| 3.1                            | Marco Metodológico .....   | 44 |
| 3.2                            | Tipos de Investigación .....   | 44 |
| 3.2.1                          | Investigación Bibliográfica .....  | 44 |
| 3.2.2                          | Investigación de Campo.....  | 44 |
| 3.2.3                          | Investigación Experimental .....   | 44 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.3     | Instrumentos de investigación.....                             | 45 |
| 3.3.1   | Exploración.....   | 45 |
| 3.3.2   | Observación.....   | 45 |
| 3.4     | Población y muestra.....                                       | 45 |
| 3.4.1   | Población.....   | 45 |
| 3.4.2   | Muestra.....   | 45 |
| 3.5     | Operación de las Variables.....                                | 45 |
| 3.6     | Hipótesis.....   | 46 |
| 3.6.1   | Hipótesis de Nula.....   | 46 |
| 3.6.2   | Hipótesis Alternativa.....                                     | 46 |
| 3.7     | Diseño de la Sistema RFID -LPS.....                            | 47 |
| 3.7.1   | Reconocimiento de las instalaciones de la Fundación CRIAR..... | 47 |
| 3.7.2   | Análisis de los puntos de escape en la Fundación (CRIAR).....  | 51 |
| 3.7.3   | Diseño de la red de Lectores.....                              | 52 |
| 3.7.3.1 | Lectores UHF 105.....  | 53 |
| 3.7.3.2 | Modulo RS232 – TLL.....  | 54 |
| 3.7.3.3 | ESP 32.....  | 54 |
| 3.7.3.4 | Plataforma ThingSpeak.....                                     | 55 |
| 3.7.4   | Implementación de Sistema RFID- LPS.....                       | 58 |
| 3.7.5   | Base de Datos.....   | 60 |
| 3.7.5.1 | Excel.....   | 60 |
| 3.7.5.2 | Firestore.....   | 60 |
| 3.7.6   | Reconocimiento de la Trama.....                                | 61 |
| 3.7.7   | Diseño del Código.....   | 61 |
| 3.7.8   | Modificación de Código.....                                    | 62 |
| 3.7.9   | Lectura, obtención y visualización.....                        | 63 |
| 3.7.9.1 | Lectura.....   | 63 |
| 3.7.9.2 | Obtención.....   | 64 |
| 3.7.9.3 | Cálculos.....  | 65 |
| 3.7.9.4 | Visualización.....   | 66 |

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                | 68 |
| 4.1 Resultados.....                                      | 68 |
| 4.2 Interpretación y análisis de Resultados .....        | 70 |
| 4.2.1 Correlación de Lector RFID A y Lector RFID B ..... | 70 |
| 4.2.2 Lector A con respecto al Tipo de Medida .....      | 71 |
| 4.2.3 Lector B con respecto al Tipo de Medida.....       | 72 |
| 4.2.4 Análisis de Frecuencia .....                       | 73 |
| 4.2.5 Prueba de Hipótesis.....                           | 74 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....          | 76 |
| 5.1 Conclusiones.....                                    | 76 |
| 5.2 Recomendaciones .....                                | 76 |
| CAPÍTULO VI. ANEXOS.....                                 | 80 |
| 5.3 Encuesta de Satisfacción Realizada en CRIAR.....     | 80 |
| 5.4 Resultados de la Encuesta.....                       | 81 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1:  | Funcionamiento Básico de un Sistema RFID .....                        | 25 |
| Figura 2:  | Etiqueta RFID Activa.....   | 26 |
| Figura 3:  | Etiqueta RFID Pasiva .....  | 27 |
| Figura 4:  | Microchips RFID Pasiva.....   | 27 |
| Figura 5:  | Etiqueta RFID Semipasivas.....  | 28 |
| Figura 6:  | Lector RFID Fijo. ....  | 28 |
| Figura 7:  | Lector RFID de Mano.....  | 29 |
| Figura 8:  | Lector RFID Móvil.....  | 29 |
| Figura 9:  | Conector RS232 .....  | 30 |
| Figura 10: | Modulo RS232 A TLL .....  | 30 |
| Figura 11: | Software RFID READER DEMO (Versión 3.4.0.0) .....                     | 34 |
| Figura 12: | ThingSpeak se presenta como 'nube' De interfaz .....                  | 35 |
| Figura 13: | Estructura de un Mensaje MQTT .....                                   | 36 |
| Figura 14: | Síntomas de Moquillo en Animales .....                                | 38 |
| Figura 15: | Síntomas de Hepatitis Canina.....                                     | 39 |
| Figura 16: | Síntomas de Leptospirosis .....                                       | 39 |
| Figura 17: | Aislamiento por el Parvovirus.....                                    | 40 |
| Figura 18: | Aislamiento por síntomas de Traqueobronquitis.....                    | 40 |
| Figura 19: | Ángulos de Incidencia del Sistema RFID- LPS.....                      | 42 |
| Figura 20: | Ubicación del Centro de Rescate Integral Animal Riobamba (CRIAR)..... | 47 |
| Figura 21: | Centro de Rescate Integral Animal Riobamba (CRIAR) .....              | 47 |
| Figura 22: | Patio de Cachorros CRIAR .....  | 49 |
| Figura 23: | Patio de Adultos CRIAR.....   | 49 |
| Figura 24: | Quirófano 1 de CRIAR.....   | 50 |
| Figura 25: | Quirófano 2 de CRIAR .....  | 50 |
| Figura 26: | Canil 1 de CRIAR.....   | 51 |
| Figura 27: | Canil 2 de CRIAR.....   | 51 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 28: | Sistema RFID Ilustrado en la Fundación CRIAR .....              | 52 |
| Figura 29: | Diseño de la Red de Lectores RFID .....                         | 52 |
| Figura 30: | Modulo RS232-TTL.....   | 54 |
| Figura 31: | Modulo ESP32.....   | 55 |
| Figura 32: | Configuración de Plataformas web en el ESP32.....               | 55 |
| Figura 33: | Canales Administrados en ThingSpeak .....                       | 56 |
| Figura 34: | Credenciales para conectividad con MQTT .....                   | 56 |
| Figura 35: | Campos creados el ThingSpeak.....                               | 57 |
| Figura 36: | Plataforma lot para .....                                       | 57 |
| Figura 37: | Reconocimiento de líneas de Transmisión y Recepción.....        | 58 |
| Figura 38: | Instalación de lectores RFID .....                              | 58 |
| Figura 39: | Vista superior de los Lectores RFID.....                        | 59 |
| Figura 40: | Vista Frontal de los Lectores RFID .....                        | 59 |
| Figura 41: | Logo de Excel.....  | 60 |
| Figura 42: | Logo de Firebase .....  | 60 |
| Figura 43: | Trama de Codificación.....                                      | 61 |
| Figura 44: | Diseño del ID de las Etiquetas RFID.....                        | 61 |
| Figura 45: | Lectura de la Etiqueta RFID .....                               | 62 |
| Figura 46: | Escritura de Nuevo código para la Etiqueta RFID .....           | 62 |
| Figura 47: | Trama completa del Lector A.....                                | 63 |
| Figura 48: | Trama separada del Lector A.....                                | 63 |
| Figura 49: | Trama completa del Lector B .....                               | 63 |
| Figura 50: | Trama separada del Lector B .....                               | 63 |
| Figura 51: | Trama etiquetada en variables independientes del Lector A ..... | 64 |
| Figura 52: | Trama etiquetada en variables independientes del Lector B.....  | 64 |
| Figura 53: | Cálculos de Distancia aplicando ley de Senos y Cosenos.....     | 65 |
| Figura 54: | Código del cálculo de distancias en lenguaje Python.....        | 66 |
| Figura 55: | Plataforma IOT .....  | 66 |
| Figura 56: | Datos Visualizados en ThingSpeak .....                          | 67 |
| Figura 57: | Vista de variables de la Base de Datos en SPSS .....            | 68 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 58: | Vista de Datos en SPSS.....   | 69 |
| Figura 59: | Correlación de distancias obtenidas por los Lectores .....                  | 70 |
| Figura 60: | Diagrama de Cajas Lector A de valores (medidos y del lector RFID) .....     | 71 |
| Figura 61: | Diagrama de Cajas del Lector B de valores (medidos y del lector RFID) ..... | 72 |
| Figura 62: | Diagrama de Barra de Adopción en CRIAR.....                                 | 73 |
| Figura 63: | Encuesta de Satisfacción realizada en CRIAR .....                           | 80 |
| Figura 64: | Grafica de resultados Pregunta 3 .....                                      | 81 |
| Figura 65: | Grafica de resultados Pregunta 4 .....                                      | 81 |
| Figura 66: | Grafica de resultados Pregunta 5 .....                                      | 82 |
| Figura 67: | Grafica de resultados Pregunta 6 .....                                      | 82 |
| Figura 68: | Grafica de resultados Pregunta 7 .....                                      | 83 |
| Figura 69: | Grafica de resultados Pregunta 8 .....                                      | 83 |
| Figura 70: | Grafica de resultados Pregunta 9 .....                                      | 84 |
| Figura 71: | Grafica de resultados Pregunta 10 .....                                     | 84 |
| Figura 72: | Grafica de resultados Pregunta 11 .....                                     | 85 |
| Figura 73: | Grafica de resultados Pregunta 12 .....                                     | 85 |
| Figura 74: | Grafica de resultados Pregunta 13 .....                                     | 86 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 1:  | Nomenclatura de las bandas de frecuencias y longitudes de onda..... | 31 |
| Tabla 2:  | Características Principales de la Tecnología Rfid [15].....         | 32 |
| Tabla 3:  | Datos de Vacunas para Cachorros.....                                | 37 |
| Tabla 4:  | Tabla de vacunas para perros Adultos.....                           | 37 |
| Tabla 1:  | Calendario de Vacunas de CRIAR.....                                 | 41 |
| Tabla 2:  | Descripción de la Variable Independiente.....                       | 45 |
| Tabla 3:  | Descripción de la Variable Dependiente.....                         | 46 |
| Tabla 4:  | Tabla de las Dimensiones de las Instalaciones de CRIAR.....         | 48 |
| Tabla 5:  | Características Técnicas del Lector UHF 105.....                    | 53 |
| Tabla 6:  | Cableado del Lector UHF 105.....                                    | 53 |
| Tabla 7:  | Características Técnicas del Módulo RS232.....                      | 54 |
| Tabla 8:  | Estadística descriptiva de la distancia de los lectores RFID.....   | 70 |
| Tabla 9:  | Resumen de procesamiento de casos Lector RFID A.....                | 71 |
| Tabla 10: | Resumen de Procesamiento de Casos del Lector RFID B.....            | 72 |
| Tabla 11: | Tabla de Frecuencia de Adopción.....                                | 73 |
| Tabla 12: | Estadísticos de Grupo del Lector A.....                             | 74 |
| Tabla 13: | Prueba de Muestras Independientes Lector A.....                     | 74 |
| Tabla 14: | Estadísticos de Grupo Lector B.....                                 | 75 |
| Tabla 15: | Prueba de Muestras independientes Lector B.....                     | 75 |

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad la implementación de un Sistema RFID en el Centro de Rescate Integral Animal del Riobamba para realizar un control de salud y bienestar de los perritos que están responsables dicho centro. Para la ejecución se realizó la instalación de Lectores RFID con frecuencia UHF y etiquetas RFID colocadas en un collar y otra proporción implantados con un microchip. Por medio de un sitio web podremos visualizar datos importantes del animalito para el control de su salud y cuidado mejorando su calidad de vida.

Para conocer la ubicación de la etiqueta RFID la señal emitida va a ser captada por dos lectores RFID y mediante llamado Triangulación de los ángulos de incidencia este proceso matemático nos facilitará para el control de su seguridad e identificar la etiqueta que está saliendo de ese perímetro.

Como complemento final para un reconocimiento único de cada etiqueta y microchip colocado a cada animalito que es responsable CRIAR, el personal calificado tiene acceso a una plataforma IOT donde todos los datos serán visualizados y editados para su control diario de cada animalito, de la misma manera las persona responsables de los animalitos que salen en adopción pueden visualizar su estado y control de salud median un código de ingreso , este proceso será validad con los resultados disminuyendo la cantidad de animalitos fallecidos dentro y fuera de CRIAR con un constante monitoreo de su salud.

**Palabras claves:** Lector RFID, Etiqueta RFID, RFID (Identificación por Radio Frecuencia), Triangulación Error Relativo, Thingspeak, MQTT.

## Abstract

The purpose of this research project is the implementation of an RFID System in the Riobamba Comprehensive Animal Rescue Center to monitor the health and well-being of the dogs for which the center is responsible. For the execution, RFID readers with UHF frequency and RFID tags were placed on a collar, and another proportion implanted with a microchip was installed. Through a website, essential data about the animal to control its health and care was found to improve its quality of life. The emitted signal will be captured by two RFID readers, and through so-called Triangulation of the angles of incidence to know the location of the RFID tag; this mathematical process will make it easier for us to control its security and identify the tag that is leaving that perimeter. As a final complement for a unique recognition of each tag and microchip placed on each animal that is responsible for BREEDING, qualified personnel have access to an IOT platform where all the data will be visualized and edited for their daily control of each animal in the same way. The people responsible for the animals that come up for adoption can view their status and health control using an entry code. This process will be validated with the results, reducing the number of animals that have died inside and outside of CRIAR with constant monitoring of their health.

**Keywords:** RFID Reader, RFID Tag, RFID (Radio Frequency Identification), RelativeError Triangulation, ThingSpeak, MQTT.



Firmado electrónicamente por:  
JENNY  
ALEXAN  
DRA  
FREIRE  
RIVERA

Reviewed by:  
Lic. Jenny Freire Rivera

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0604235036

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCION.**

Varias investigaciones señalan que los perritos influyen positivamente en el bienestar y salud de las personas, debido a que aportan compañía, protección y asistencia [1]. No obstante, se convierten en causa de preocupación colectiva cuando se encuentran sueltos por las calles, y en especial cuando se convierten en visitantes permanentes de ciertos barrios, parques o espacios abiertos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señaló que el 70% de los perros que existen en todo el mundo no tiene hogar; de los 800 millones de canes contabilizados en todo el mundo en el 2020, alrededor de 500 millones vivirían abandonados y sin hogar [2]. En la India, esta situación se considera un problema de salud pública, debido a que estos animales son portadores de la rabia, un virus letal que mata hasta 20000 personas en ese país cada año, mayoritariamente niños [3].

En Latinoamérica, México es el país con más perros en las calles. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) determinó que 57 de cada 100 mexicanos tienen mascota, sin embargo, apenas el 30% de los animales de compañía cuentan con un hogar. Aproximadamente 25 millones de perros y gatos en dicho país viven en situación de calle [4].

En el caso del Ecuador, no existe información oficial en torno al tema, sin embargo, se conoce que hasta 2010 existían cerca de 280 mil perros en las calles, de los cuales el 90% habrían tenido dueño, pero fueron abandonados [5]. En Quito, una investigación liderada por la Universidad San Francisco de Quito durante el año 2018 concluyó que por cada 22 personas hay un perro abandonado [6].

Una de las principales razones para el abandono de mascotas es el factor económico, debido a los gastos que implica su alimentación y salud (por ejemplo, por enfermedad, control de parásitos y vacunación) [7]. En la actualidad la conciencia social sobre las mascotas abandonadas va incrementando y es indispensable dar una posible solución apoyándonos en la tecnología. En respuesta a esta problemática, ciertos sectores sociales han decidido asumir colaborativamente la alimentación y cuidados que requieren cuidándolos en un refugio. Así también varias fundaciones y organizaciones privadas como PAE (Protección Animal Ecuador), mediante campañas de vacunación, adopción y esterilización, apoyan al control y bienestar animal.

El Estado, por su parte, posee varias competencias en torno control y bienestar animal. El Código Orgánico del Ambiente, en su artículo 144 señala, entre las atribuciones de los gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos: "Regular el bienestar animal en la tenencia, crianza, comercialización, reproducción, transporte y eutanasia animal" [8, p. 44], así como "Implementar mecanismos para la prevención y control de enfermedades transmisibles entre los animales y las personas" [8, p. 44].

El Centro de Rescate Integral Animal Riobamba (CRIAR), brinda una esperanza entregando nuevas oportunidades de vida a los canes y felinos que día a día son rescatados o abandonados por sus dueños y atendidos por los profesionales a cargo del centro de rescate, existen importantes limitantes para el seguimiento de la salud y bienestar. Una de ellas es la localización y seguridad dentro del centro de rescate CRIAR permanente del animal, la cual facilitaría la aplicación oportuna de vacunas y el control de enfermedades, así como la constatación de la condición física regular de los animales adoptados (por ejemplo, de sus necesidades de aseo, desparasitación interna y externa, o la existencia de lesiones).

Un sistema de posicionamiento local (LPS) es una tecnología utilizada para obtener la información de posición o ubicación de los objetos en relación con un campo o área local. [9]. LPS funciona mediante el uso de tres o más balizas de señalización de corto alcance, cada una con una ubicación precisa para posicionar objetos a través de tecnologías de señalización de línea de visión sin obstáculos. [9]. Las etiquetas RFID es una tecnología para identificar un objeto o persona para que pueda ser detectado de forma inalámbrica y, de esta forma, protegerlo de pérdidas y robos y garantizar su control y seguimiento.

El uso de esta tecnología es muy variado tanto en el ámbito social como en el comercial, es importante sobresaltar la capacidad de controlar objetos u personas de modo individual evitando robos, perdidas traslados innecesario, pudiendo emplearse en la gestión del inventario entre muchas cosas como medir y controlar diversidad de datos, la entrega de información turística, entre otros [10]. En los últimos años, su popularidad ha ido creciendo debido al auge de la telefonía móvil inteligente.

Los equipos Smartphone han sido una revolución tecnológica, esto ha provocado la proliferación de aplicaciones móviles basadas en la localización, que determinan la ubicación tanto en posicionamiento global como de manera local [11]. Otras aplicaciones móviles se han orientado a la ubicación de objetos perdidos, y al seguimiento de niños, adultos mayores y mascotas.

El control y seguridad de los canes en adopción, por su complejidad y trascendencia, se constituye en un problema de salud pública y, por lo tanto, es una responsabilidad de los Gobiernos Autónomos. Existe hoy en día una mayor conciencia ciudadana sobre su vulnerabilidad y fragilidad. La tecnología en este punto puede ser un factor clave que promueva la adopción, al resolver la problemática de la localización permanente, y al apoyar al gobierno local a cumplir su rol protector.

Por lo tanto, el presente proyecto pretende apoyar al Centro de Rescate Integral Animal CRIAR en la implementación de un Sistema (software-hardware) de localización y control que promueva la seguridad e identificación de los canes a través de tecnologías RFID-LPS. Para ello, es esencial crear una red de lectores RFID para evaluar la posición exacta en una cobertura estratégica para la localización de este.

## **1.1 Planteamiento del Problema**

En Riobamba, para el año 2014, el Programa de Protección Animal Ecuador (PAE) estimó un aproximado de 80 mil perros en las calles de la ciudad [12]. Durante los últimos años, organizaciones públicas y privadas han efectuado múltiples campañas de esterilización para frenar la sobrepoblación, y concientizar a la población sobre la adopción responsable. Así también, han operado y curado a perros y gatos en estado crítico, atropellados, o gravemente enfermos por la falta de cuidados.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) del cantón Riobamba, dentro de la Ordenanza Municipal No. 004-2019 establece su responsabilidad sobre el control y manejo responsable de la fauna urbana en el cantón. Sus competencias incluyen: la implementación de mecanismos para la prevención y control de enfermedades, y la dotación de implementos al Centro de Rescate Integral Animal Riobamba [13].

La seguridad tanto como del can y el inventario de la población dentro del centro de rescate animal CRIAR ambas medidas no contemplan el seguimiento de la salud y bienestar de los canes tampoco el seguimiento de las adopciones efectuadas en centros de rescate animal. Los cuidados dentro del refugio contemplan generalmente la alimentación y un espacio seco para dormir, pero no incluye las medidas veterinarias mínimas que aseguren la salud y bienestar del can a largo plazo, por ejemplo, la vacunación y desparasitación.

Las tecnologías de LPS pueden aplicarse dentro del ámbito de la movilidad, para la ubicación en tiempo real de personas, animales u objetos, además se les puede asociar información no geográfica creando una red de ubicación, para un control de seguridad. Por ejemplo, un adulto mayor puede llevar una pulsera de ubicación que, a través de una aplicación móvil, permita su localización, y que además permita consultar los datos de sus familiares y su dirección domiciliaria. Sus aplicaciones son variadas, y pueden atender propósitos sociales y comerciales.

## **1.2 Justificación**

El control de la seguridad y seguimiento en la salud y bienestar del centro de rescate CRIAR mediante LPS podría reducir el impacto que produce la proliferación de canes en las calles, en torno a la transmisión de enfermedades zoonóticas [1]. Permitiría también mejorar las condiciones de vida de estas criaturas entorno a su bienestar, mediante cuidados veterinarios y el seguimiento de adopciones, con base en su ubicación en tiempo de real.

En el caso específico de los canes dentro del centro de rescate CRIAR, los servicios basados en localización permitirían la ubicación exacta dentro del centro de rescate animal también una base de datos que establecerá parámetros necesarios para el control de la salud y bienestar animal. Dentro de la salud, se consideran aspectos como: esterilización, maternidad, aplicación de vacunas, revisión permanente de parásitos interno y externos, y otros servicios médicos veterinarios en caso de enfermedades o accidentes reportados por los adoptantes comunitarios. Respecto al bienestar, el gobierno local podrá validar el cumplimiento de las responsabilidades de los adoptantes, en cuanto a la alimentación y acogida de hogar.

Se plantea que la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene del GADM de Riobamba y los distintos centros de rescate animal empleen esta tecnología en la realización de campañas de vacunación, desparasitación y control de enfermedades de los perros comunitarios, así como en el seguimiento de adopciones. En ambos casos, se utilizaría la tecnología LPS para la ubicación en tiempo real de los animales.

Al existir un apoyo más eficiente de la empresa pública y privada, en torno al seguimiento y control de la salud de los canes dentro del refugio de animales CRIAR, se espera despertar un mayor interés de los barrios por adoptar animales en situación de calle, ya que este apoyo minimizaría el impacto económico que conlleva su cuidado.

Este proceso de conciencia colectiva mejorará la tenencia comunitaria responsable en el cantón Riobamba, y se reflejará en el bienestar general de ciudadanía.

Para el desarrollo de la investigación, se evaluará la trayectoria en la localización de la tecnología RFID-LPS, mediante el desarrollo de un sistema (software-hardware) a ser usado dentro del área del Centro de Rescate Integral Animal Riobamba (CRIAR). Este análisis se considerará la presencia cercana de antenas de comunicación receptoras. Los datos de la trayectoria de las tecnologías de LPS, calculados dentro del perímetro del centro de rescate, podrán ser además empleados en otros proyectos de geo localización.

El desarrollo del prototipo requerirá de la selección técnica de antenas RFID implantable o externa con componentes electrónicos de seguimiento (tracking). El proceso de selección se regirá por parámetros relacionados al ámbito de aplicación, tales como: costo, peso, dimensión, alcance, programación, entre otros. Por su bajo costo dentro del mercado nacional e internacional, y las posibilidades existentes de importación de los mismos, el proyecto se considera viable.

El centro de Rescate Integral Animal de Riobamba (CRIAR) coordinado por la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene del GADM Riobamba respalda la presente investigación que aportará con el conocimiento necesario para generar una herramienta de localización efectiva de la fauna urbana comunitaria.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

Implementar un sistema RFID -LPS mediante una red de lectores RFID y plataforma IOT para el control y seguimiento de la salud, bienestar en el centro de rescate animal CRIAR- RIOBAMBA.

### **1.3.2 Específicos**

- Describir las tecnologías RFID-LPS, mediante un proceso de revisión bibliográfica, para el análisis de sus características y requerimientos técnicos de implementación.
- Diseñar e implementar una red RFID a través de lectores RFID ubicados estratégicamente en el centro de rescate y etiquetas RFID colocadas en los animalitos para determinar la ubicación dentro del centro de Rescate.
- Visualizar los resultados obtenidos mediante la plataforma ThingSpeak (IoT) basados en Matlab, MQTT en tiempo real para validar el correcto funcionamiento del prototipo.
- Realizar un análisis estadístico del funcionamiento, medición de variables, cálculo de error relativo mediante los resultados en la base de datos para un control de fiabilidad del prototipo.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Fundamentación Teórica**

#### **2.1.1 Tecnología RFID**

La RFID no es una tecnología nueva, se empezó a utilizar en la Segunda Guerra Mundial, sin embargo, se consideró demasiado cara para fines comerciales. Esta primera versión de la tecnología RFID se denominó IFF, con un dispositivo electrónico en el avión se podría distinguir a los amigos de los enemigos [14].

Aun así, la industria de la distribución vio en ella una potencia enorme para mejorar de la cadena de suministros, desde la fabricación hasta la venta. En 1999 se constituyó Auto-ID Center, formado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology), Coca Cola, Wal-Mart, Gillette y Sun Microsystems entre otros [14].

Actualmente EPC Global, joint venture sin ánimo de lucro creada entre EAN Internacional y UCC (Uniform code Council) ha definido la forma de que el TAG debe almacenar los datos. Sin embargo, a día de hoy sigue sin haber un estándar internacional, de hecho, las frecuencias que se utilizan en E.E.U.U., Europa y Japón son compatible entre sí. [14]

#### **2.1.2 Funcionamiento de un Sistema de Identificación por Radio Frecuencia (RFID)**

Las etiquetas RFID tienen incorporado en su interior una antena y un microchip, los cuales se encargan de realizar todo el proceso de comunicación. La energía para su funcionamiento (en el caso de las etiquetas pasivas), la obtienes de la señal de radiofrecuencia, aunque dicha señal es pequeña, es suficiente para hacer funcionar la etiqueta RFID, por ello es que sus distancias en el caso de las etiquetas pasivos suelen ser muy cortas. Por otro lado, las etiquetas activas, si tienen dentro su propia batería para su alimentación, esto hace que las etiquetas tengan una mayor distancia que las etiquetas pasivas [14].

Los tags de RFID generalmente operan en 4 rangos de frecuencia: "banda baja (LF) que opera en el rango de 120 a 140 KHz; alta frecuencia (HF), que funciona a 13,56 MHz; ultra alta frecuencia (UHF) operando dentro de los 860 a 960 MHz y ultra alta frecuencia (microondas) que opera a 2.45 GHz (o por encima) [14].

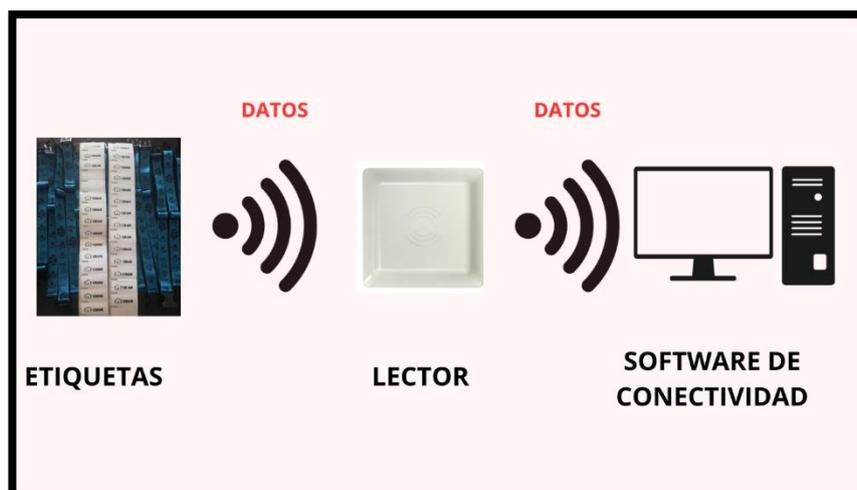


Figura 1: Funcionamiento Básico de un Sistema RFID

## 2.1.3 Elementos de un Sistema RFID

### 2.1.3.1 Etiquetas RFID

Las etiquetas RFID son dispositivos electrónicos que pueden ser adheridos o incorporados a un producto o ser vivo. Estos dispositivos están formados por una antena, un chip y en ocasiones de algún elemento de almacenamiento de energía. La antena permite que el microchip responda a la señal que transmitida por el lector RFID. Dicho microchip posee una memoria interna que es dónde se almacenan los códigos de identificación [15].

Los microchips incorporados en las etiquetas RFID tienen 3 tipos de memoria que son:

- **De lectura:** el código de identificación de cada tarjeta es único.
- **De escritura y lectura:** el código de identificación de la tarjeta puede ser modificado posteriormente por el programador.
- **Anticolisión:** permiten que el lector de RFID identifique varias etiquetas RFID a la vez.

Los tipos de Etiquetas RFID dependiendo si lleva una fuente de energía incluida o no son denominados como [15]:

### 2.1.3.1.1 Etiquetas Activas RFID

Las etiquetas RFID activas llevan incorporada una fuente de energía, normalmente son baterías de litio o baterías AA [15].

Características:

- Transmiten señal de radio frecuencia.
- Tiene una fuente de alimentación interna.
- Largo alcance hasta los 100 metros.
- Tienen el tamaño de una moneda.
- Almacenamiento hasta 128 Kbytes



Figura 2: Etiqueta RFID Activa

### 2.1.3.1.2 Etiquetas Pasivas RFID

Las etiquetas RFID pasivas no tienen fuente de energía propia. La corriente eléctrica es inducida cuando el Lector RFID envía una señal, la Etiqueta RFID refleja una respuesta transformada en una onda de radiofrecuencia [15].

Características:

- Más económicas que las etiquetas RFID activas
- Tiene un alcance hasta 6 metros.
- Su tamaño de 0'05x0'05 mm y es más fino.
- Almacenamiento hasta 2 Kbytes
- Se los puede incorporar en objetos, personas o mascotas.



**Figura 3: Etiqueta RFID Pasiva**

Un sistema pasivo son los microchips porque no poseen una fuente de alimentación con una radiación electromagnético muy baja nos permite la identificación única de una persona o animal [15].



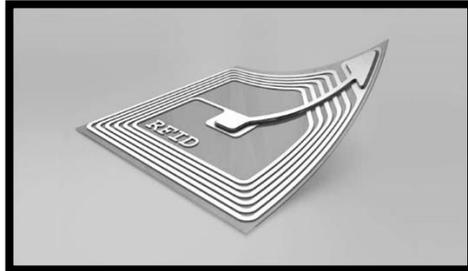
**Figura 4: Microchips RFID Pasiva**

### **2.1.3.1.3 Etiquetas Semipasivas RFID**

Las Etiquetas RFID semipasivas tienen una fuente de energía incorporada sólo para alimentar el microchip y no para emitir la señal, que se realiza como en las pasivas [15].

Características:

- Transmiten señal de radiofrecuencia.
- Pueden llegar a los 100 metros.
- Almacenamiento hasta 128 Kbytes.



**Figura 5: Etiqueta RFID Semipasivas.**

### **2.1.3.2 Lectores RFID**

La estructura del equipo de lectura es parecida a la de las etiquetas: precisa una antena para comunicarse con la etiqueta y un circuito para gestionar la comunicación [14].

Los lectores RFID emiten una señal de RF con el propósito de identificar las etiquetas que se encuentren dentro de un rango de acción específico. El lector RFID emiten y recibe señales, convirtiendo las ondas de radio de los tags en un formato legible para las computadoras [14].

El lector es necesario para transmitir energía al tag para recibir desde el tag los datos correspondientes a las comunicaciones, y para separar estos dos tipos de señales [14].



**Figura 6: Lector RFID Fijo.**



**Figura 7: Lector RFID de Mano.**



**Figura 8: Lector RFID Móvil.**

### 2.1.3.2.1 Protocolo RS232

Es un interfaz serial popular que se utiliza para conectar a dispositivos periféricos transmite niveles de señal de 5v.

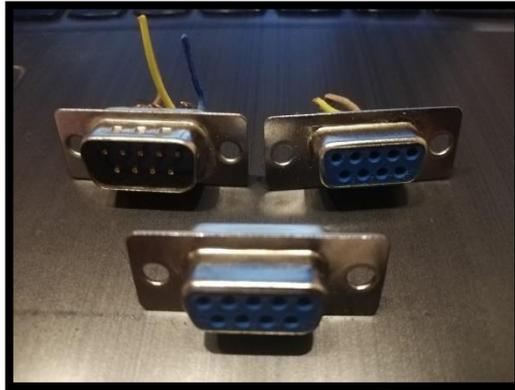


Figura 9: Conector RS232

### 2.1.3.2.2 Modulo RS232 A TTL

El Módulo de Conversión RS232 a TTL facilita la comunicación entre un microcontrolador y una PC a través del puerto Serie RS232 (COM).



Figura 10: Modulo RS232 A TTL

### 2.1.3.3 Bandas de Frecuencia

El espectro radioeléctrico se divide en nueve franjas de frecuencia, numeradas en secuencia ascendente con números enteros, siguiendo la siguiente tabla, ya que la unidad de medida de frecuencia es el Hertz (Hz).

Tabla 1: Bandas de frecuencias y longitudes de onda [15]

| Numero de Banda | Símbolos | Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior) | Subdivisión métrica correspondiente |
|-----------------|----------|--|-------------------------------------|
| 4               | VLF      | 3 a 30 KHz   | Ondas miriamétricas                 |
| 5               | LF       | 30 a 300 KHz   | Ondas kilométricas                  |
| 6               | MF       | 300 a 3000 KHz   | Ondas hectométricas                 |
| 7               | HF       | 3 a 30 MHz   | Ondas decamétricas                  |
| 8               | VHF      | 30 a 300 MHz   | Ondas métricas                      |
| 9               | UHF      | 300 a 3000 MHz   | Ondas decimétricas                  |
| 10              | SHF      | 3 a 30 GHz   | Ondas centimétricas                 |
| 11              | EHF      | 30 a 300 GHz   | Ondas milimétricas                  |
| 12              | THF      | 300 a 3000 GHz   | Ondas decimilimétricas              |

### 2.1.3.3.1 Frecuencia de Funcionamiento

Se puede clasificar a la tecnología RFID según las diferentes frecuencias que usan.

En la siguiente tabla observaremos las características de cada una de ellas y su determinado sector de aplicación [16]:

**Tabla 2: Características Principales de la Tecnología Rfid [16]**

|   | <b>Frecuencia Baja<br/>LF (pasiva)</b>  | <b>Frecuencia Ultra- Alta UHF<br/>(pasiva/activa)</b>  |
|---|---|--|
| <b>Rango de Lectura</b>   | < de 1 metro  | Hasta 3 metros – 100 metros  |
| <b>Rango de Frecuencia</b>                                      | Menos de 135 kHz  | 868 MHz (UE)<br>915 MHz (EE.UU.)   |
| <b>Tipo de Acoplamiento<br/>entre lector y<br/>transponedor</b> | Inductivo ( <i>campo reactivo<br/>cercano</i> )   | Electromagnético ( <i>campo<br/>distante</i> )   |
| <b>Velocidad de<br/>Transmisión</b>                             | Baja  | Alta   |
| <b>Interferencia por<br/>causas Líquidas</b>                    | Baja  | Muy alta   |
| <b>Interferencia por<br/>causas Metálicas</b>                   | Si  | No   |
| <b>Posicionamiento<br/>Correcto del<br/>Transponedor</b>        | No  | Parcialmente   |
| <b>Estándar ISO/IEC</b>   | 11784/85 y 14223  | 14443,15693 y 18000  |
| <b>Ejemplos de soportes<br/>para transponedores</b>             | Capsula de Cristal.<br>Carcasa de Plástico.<br>Tarjeta. Etiqueta<br>inteligente.  | Etiqueta inteligente.<br>Transponedor<br>Industrial.   |
| <b>Ventajas</b>   | Funciona cerca de los<br>metales y superficies<br>líquidas.<br>No son sensibles a la<br>interferencia de ondas de<br>radio. | Funcionan alrededor de líquidos y<br>metales.<br>Tags UHF pasivos económicos de<br>producir. |

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
| <b>Ámbitos de Aplicación</b> | Controles de acceso y rutas.<br>Inmovilizadores<br>Lavandería,<br>Lectura de gas.<br>Identificación de animales | Almacenamiento<br>Logística.<br>Registro de palés.<br>Seguimiento de contenedores. |
| <b>Aceptación</b>            | Mundial   | UE/ EE.UU.   |

#### **2.1.4 Posicionamiento local basado en Identificadores por Radiofrecuencia (RIFD - LPS)**

La detección de objetos, personas u animales móviles en el interior de una zona cerrada ha aumentado su diversidad tecnológica al utilizar equipos electrónicos para lograr dicho objetivo en este caso señales de radiofrecuencia que general los dispositivos RFID [11].

Este sistema tiene dos importantes ventajas como poder atravesar ciertos obstáculos por medio de las ondas de radiofrecuencia como también lograr cubrir un área mayor colocando más Lectores RFID. El uso de esta tecnología, no requiere condiciones como iluminación o señales auditivas entonces la segunda ventaja es por su ubicación mejorando considerablemente la velocidad de propagación de las señales de radiofrecuencia tanto como balizas como en computadoras o teléfonos móviles y dispositivos electrónicos [11].

En la actualidad los Sistemas de Posicionamiento Local (LPS) son empleados como tecnología de posicionamiento complementaria al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) [16], especialmente en áreas cerradas:

- Centros Comerciales
- Entre edificios
- Laboratorios
- Centros de Rescate
- Fabricas Industriales

## 2.1.5 Software de Identificación UHF

Para el proceso de Lectura y Escritura se usó el software gratuito disponible con los equipos UHF llamado RFID READER DEMO (VERSION 3.4.0.0)

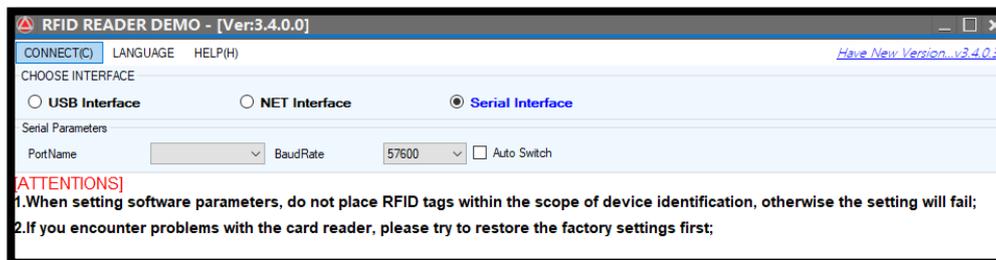


Figura 11: Software RFID READER DEMO (Versión 3.4.0.0)

## 2.1.6 ThingSpeak IOT

Para conectar un objeto al Internet de las Cosas (IoT), se necesitan varias cosas en el ámbito del hardware y el software. En primer lugar, se necesitan objetos para recopilar información del entorno que son los (sensores) o recibir información como los (actuadores). El Proceso de comunicación inicia cuando los datos deben cargarse en una red de servidores, tal red de servidores se conoce comúnmente como "Nube" [17]. Un objeto se conectará a la nube a través de una conexión alámbrica o inalámbrica al Internet para cargar o recibir datos.

Un sensor es un dispositivo que nos informa sobre los cambios físicos en nuestro entorno. Los actuadores son dispositivos los cuales van a funcionar dependiendo los valores recolectados del sensor desea controlar. El IoT reúne toda la información y nos permite interactuar con varios objetos que tenga una conexión a internet.

Este proceso permite realizar actualizaciones de software o cambios de espacio de almacenamiento de forma más sencilla en el servidor 'virtual'. Con el propósito de conectar un objeto al IoT, nos enfocamos en la API de ThingSpeak [17]. Este interfaz proporciona capacidades de comunicación simples a los objetos dentro del entorno de IoT.

El API de ThingSpeak le permite crear aplicaciones en torno a los datos recopilados por los sensores. Tanto como la recopilación y el procesamiento de datos es en tiempo real, también la visualización de los usuarios. Los datos se almacenan en canales virtuales lo que proporciona al usuario una lista de funciones. Cada canal le permite almacenar hasta 8 campos de datos, utilizando hasta 255 caracteres alfanuméricos cada uno [17].

Existen cuatro campos dedicados para datos posicionales, que consisten en: Descripción, Latitud, Longitud y Elevación. Los datos que ingresan se define la fecha, hora y reciben una identificación única. Una vez que se ha creado un canal, los datos se pueden publicar accediendo a la API de ThingSpeak con una contraseña que es una secuencia alfanumérica única creada aleatoriamente que se utiliza para la autenticación.

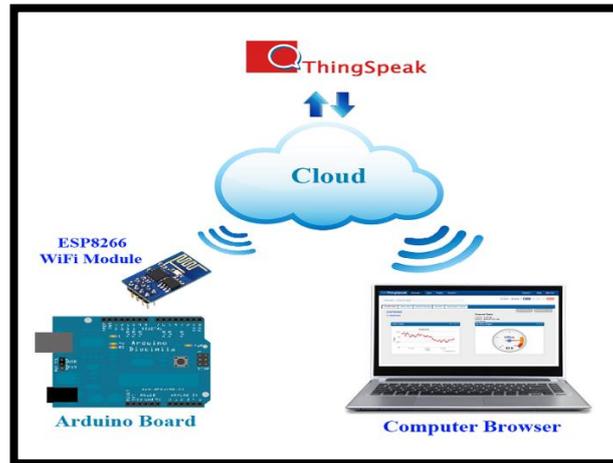


Figura 12: ThingSpeak se presenta como 'nube' De interfaz

### 2.1.7 Protocolo MQTT

MQTT o Message Queuing Telemetry Transport es un protocolo de comunicación Machine to Machine (M2M) de tipo mensaje empleado en el ámbito de IoT. Este protocolo está orientado a la comunicación de sensores gracias a su bajo consumo de ancho de banda y a que puede ser utilizado por la mayoría de los dispositivos empleados en proyectos de IoT que disponen de pocos recursos [18].

Para la comunicación funciona sobre TCP/IP en el cual cada comunicación se reutiliza y se mantiene abierta.

El servicio de mensajería funciona con push con un patrón **publicador/suscriptor**. La infraestructura permite conectarse a los clientes a un servidor central denominado Bróker que recibe los mensajes enviados por los clientes y distribuirlos entre sí, mediante el sistema **publicador/suscriptor**.

El Bróker es el nodo central lo que nos indica que utilizamos una topología tipo estrella es un protocolo escalable permitiendo una conexión simultánea de distintos dispositivos por que los clientes dependen entre ellos.



**Figura 13: Estructura de un Mensaje MQTT**

En la figura 13 observamos que la estructura de un mensaje MQTT consta de tres partes la cabecera Fija con un tamaño de 4 Bytes la cabecera variable que no es fundamental con 4 Bytes y el Payload.

La fiabilidad de este protocolo es sumamente importante destacarlo debido al envío constante de datos no queremos una pérdida de estos. La calidad de Servicio (QoS) determina la entrega responsable de los mensajes a los suscriptores, el QoS se distribuye en según los grados de calidad que nos proporciona los cuales son:

- **QoS 0:** El mensaje se entrega máximo una vez o no se entrega no se confirma el recibido del mensaje y los mensajes no se almacenan.
- **QoS 1:** El mensaje se entrega como mínimo una sola vez, si el emisor no recibe la confirmación del recibido se vuelve a enviar con el distintivo DUP hasta que lo reciba.
- **QoS 2:** El mensaje se entrega exactamente una sola vez y se almacena tanto en el emisor como en el receptor hasta ser procesado. Es la modalidad más segura pero la más lenta.

## 2.2 Salud y Bienestar Animal

### 2.2.1 Salud Canina

Las vacunas son importantes para los perros para prevenir enfermedades contagios, que pueden ser motivo de un riesgo para su vida y la demás jauría así también en beneficio de la salud pública.

#### 2.2.1.1 Vacunas para Cachorros

Los primeros días de nacido de los cachorros son fundamentales para su crianza debido al cuidado y pronta implementación de las vacunas como se muestra en la tabla.

**Tabla 3: Datos de Vacunas para Cachorros**

| <b>Edad</b>     | <b>Vacuna</b>      | <b>Inmunidad</b>   |
|-----------------|--------------------|--|
| 6-8 semanas     | Especial Cachorros | Parvovirus<br>Moquillo   |
| 8- 10 semanas   | Polivalente Canina | Parvovirus<br>Moquillo<br>Hepatitis<br>Parainfluenza<br>Leptospira |
| 12 – 14 semanas | Polivalente Canina | Parvovirus<br>Moquillo<br>Hepatitis<br>Parainfluenza<br>Leptospira |

**2.2.1.2 Vacunas para Adultos**

Para evitar la prolongación de virus o enfermedades durante el crecimiento del animal se debe mantener un control de acuerdo a la edad del animal.

**Tabla 4: Tabla de vacunas para perros Adultos**

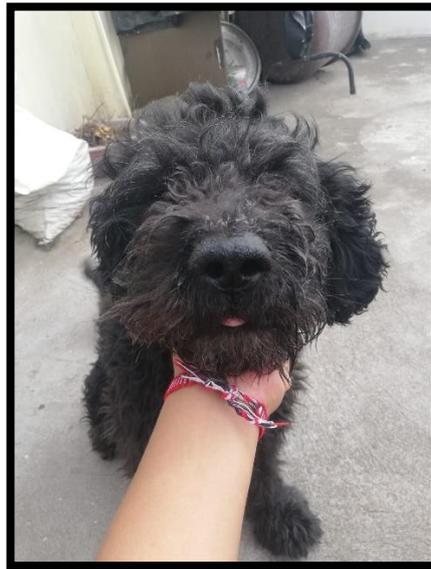
| <b>Edad</b>     | <b>Vacuna</b>                             | <b>Inmunidad</b>  |
|-----------------|---|---|
| 16 – 18 semanas | Traqueobronquitis                         | Parainfluenza<br>Bordetelosis   |
| 20 -24 semanas  | Anirrábica                                | Rabia   |
| Anuales         | Rabia<br>Polivalente<br>Traqueobronquitis | Parvovirus<br>Moquillo<br>Hepatitis<br>Parainfluenza<br>Leptospira<br>Bordetela |

### **2.2.1.3 Virus producidos por falta de Vacunas**

Los virus producidos cuando hay ausencia de vacunas en el animalito son las siguientes:

#### **2.2.1.3.1 Moquillo**

Es una enfermedad muy contagiosa, similar al virus del SARAMPIO en las personas es muy importante vacunarlos con la respectiva dosis pues es la primera causa de muerte de los animalitos.



**Figura 14: Síntomas de Moquillo en Animales**

#### **2.2.1.3.2 Hepatitis Infecciosa Canina**

Es una enfermedad que afecta a animalitos jóvenes cuando no fueron vacunados desde cachorros, el virus llamado adenovirus canino tipo CAV causante de Laringotrancuinitis que es muy contagiosa. Este virus a través de la sangre llega a órganos como el hígado riñón y ojos produciendo lesiones severas.



**Figura 15: Síntomas de Hepatitis Canina**

### **2.2.1.3.3 Leptospirosis**

Es un microorganismo que infecta en primer lugar las mucosas o heridas cutáneas para después pasar a la sangre, su principal daño es al sistema nervioso central.



**Figura 16: Síntomas de Leptospirosis**

#### **2.2.1.3.4 Parvovirus Canino**

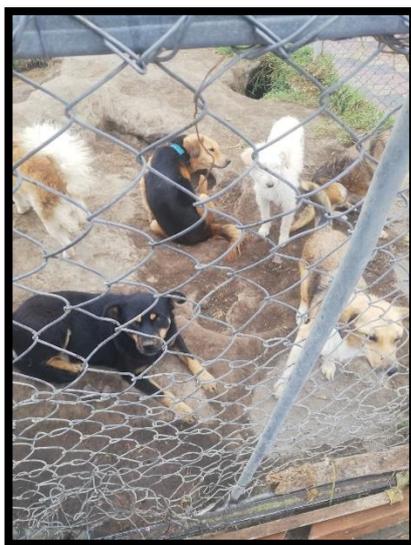
Debido a esta enfermedad los animales del centro deben ser aislados a una de las perreras del centro debido a su alto nivel de contagio produce falta de apetito, depresión, fiebre, vómitos y diarrea.



**Figura 17: Aislamiento por el Parvovirus**

#### **2.2.1.3.5 Tos de las Perreras**

La Traqueobronquitis es una enfermedad muy común en este tipo de centros se transmiten a través de partículas que expulsa el animalito al toser o estornudar inflamando la tráquea y los bronquios.



**Figura 18: Aislamiento por síntomas de Traqueobronquitis**

## 2.2.2 Bienestar Animal

Bienestar Animal es mantener o mejorar con elevadas condiciones para que los animalitos del Centro de Rescate Integral de Riobamba CRIAR es indispensable para esta investigación que tengan condiciones de vida adecuadas a sus necesidades y sobre todo que tengas una buena salud reduciendo el número de animalitos muertos dentro de CRIAR.

### 2.2.2.1 Calendario de Vacunas

Tener un Control responsable de las vacunas es muy importante para el cuidado de todos los animalitos, para mejor ilustración se formuló un calendario dentro de CRIAR.

**Tabla 1: Calendario de Vacunas de CRIAR**

| <b>TIEMPO</b>             | <b>PRIMERA<br/>DOSIS</b>      | <b>SEGUNDA<br/>DOSIS</b>       | <b>TERCERA<br/>DOSIS</b>       | <b>CUARTA<br/>DOSIS</b>       | <b>QUINTA<br/>DOSIS</b> | <b>SEXTA<br/>DOSIS</b>                                  |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---|
|                           | <b>Especial<br/>Cachorros</b> | <b>Polivalent<br/>e Canina</b> | <b>Polivalent<br/>e Canina</b> | <b>Traqueobron<br/>quitis</b> | <b>Anirrábica</b>       | <b>Rabia<br/>Polivalente<br/>Traqueobron<br/>quitis</b> |
| <b>6<br/>semanas</b>      | X                             |                                |                                |                               |                         |   |
| <b>8<br/>Semana<br/>s</b> |                               | X                              |                                |                               |                         |   |
| <b>12<br/>semanas</b>     |                               | X                              | X                              |                               |                         |   |
| <b>16<br/>semanas</b>     |                               |                                |                                | X                             | X                       |   |
| <b>Anual</b>              |                               |                                |                                |                               |                         | X   |

## 2.3 Fundamentación Matemática

### 2.3.1 Ubicación del Sistema RFID mediante Ángulo de llegada

Para realizar este proceso los Lectores RFID deben estar ubicados en sitio fijos para la detención de la señal de radiofrecuencia. Sabiendo la posición procedemos a calcular el ángulo de incidencia de la señal de las Etiquetas RFID este proceso es llamado TRIANGULACION de los ángulos de incidencia conocidos.

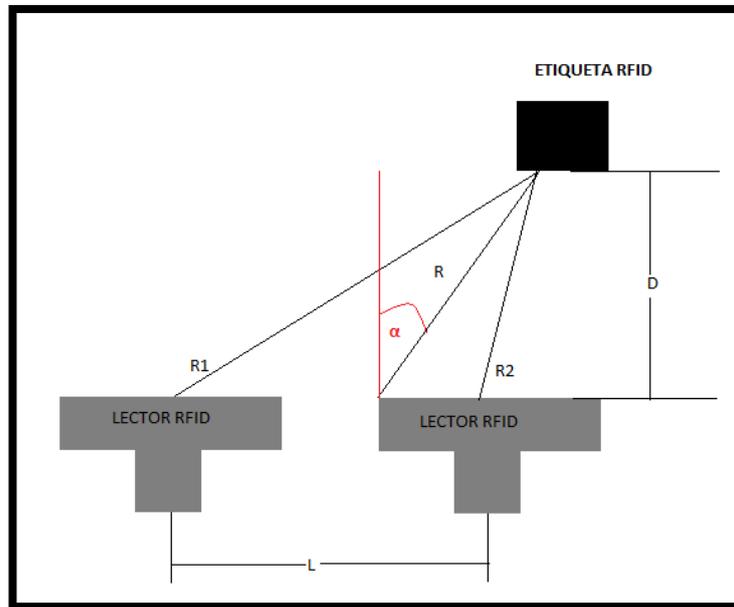


Figura 19: Ángulos de Incidencia del Sistema RFID- LPS

Donde  $L \ll R$  por trigonometría deducimos que:

$$R_1 - R_2 \cong -L \sin \alpha \quad (1)$$

Fase de las ondas Electromagnéticas.

$$\varphi = -\frac{2\pi fd}{c} + \varphi\alpha \quad (2)$$

$\Delta\varphi$  Representa la diferencia de fase de la señal de la etiqueta leída por las dos antenas y la diferencia de fase causada por el hardware de las dos antenas representadas como  $\Delta\varphi\alpha$ .

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi\alpha + \frac{2\pi L}{\lambda} \sin \alpha \quad (3)$$

El valor de  $\alpha$  varia en el rango de  $[-\alpha_{m2} \ \alpha_m]$  por ello L queda así:

$$L \leq \frac{\lambda}{2 \sin \alpha_m} \quad (4)$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left[ \frac{\lambda}{2\pi L} (\Delta\varphi - \Delta\varphi\alpha) \right] \quad (5)$$

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA.**

### **3.1 Marco Metodológico**

El presente proyecto es una investigación experimental con variables cuantitativas se caracteriza por el uso de conocimientos previamente adquiridos. Este tipo de investigación ofrece resultados dependiendo de los métodos que se aplique, esta investigación aplicada requiere de una descripción bibliográfico de las tecnologías RFID, LPS, THINGSPEAK y MQTT. Siendo una investigación empírica lo impórtate en la investigación son los resultados al momento de realizar la implementación del prototipo.

### **3.2 Tipos de Investigación**

#### **3.2.1 Investigación Bibliográfica**

La revisión Bibliográfica para el proceso investigativo es importante. Durante la ejecución del proyecto, se lleva a cabo una búsqueda exhaustiva y organizada de información en diversos recursos digitales, que incluyen repositorios en línea, publicaciones científicas, documentos académicos, revistas y libros, con el propósito de recopilar datos significativos relacionados con la temática de estudio.

#### **3.2.2 Investigación de Campo**

Este enfoque investigativo posibilita la adquisición de datos tanto cualitativos como cuantitativos con el objetivo de observar, analizar, comprender y relacionarse con los animales que residen en la Fundación. De esta manera, el proyecto de investigación se lleva a cabo en el campo, involucrando un contacto directo con los animales y los profesionales veterinarios, con la intención de obtener información relevante acerca de su cuidado y su bienestar en el entorno de la fundación.

#### **3.2.3 Investigación Experimental**

La investigación se lleva a cabo mediante la instalación de una red de lectores RFID con el propósito de supervisar la ubicación, salud y bienestar de los animales que residen en la Fundación CRIAR. Esto se considera un enfoque experimental de la investigación, ya que el objetivo es verificar si la implementación del sistema resulta en una supervisión más efectiva y en una mejora en la calidad de vida de los animales.

### 3.3 Instrumentos de investigación

#### 3.3.1 Exploración

Se realizará la revisión de libros, referencias y resúmenes bibliográficas ejecutando un Análisis Documental alusivos a la problemática que intentamos resolver, teniendo en cuenta los datos obtenidos y almacenados realizamos una observación y análisis e interpretación.

#### 3.3.2 Observación

Recopilación de la información y estado de los animales mediante la aplicación de notas técnicas tomadas por los miembros de CRIAR.

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1 Población

La población se tomará en cuenta con los datos extraídos de los lectores RFID como distancias y ángulos instalados en el centro de rescate integral animal CRIAR donde actualmente están 98 animalitos albergados.

#### 3.4.2 Muestra

La muestra será extraída de la población previamente establecida.

### 3.5 Operación de las Variables

Tabla 2: Descripción de la Variable Independiente

| <b>Variables Independientes</b> |  |                    |                |
|---------------------------------|--|--------------------|----------------|
| <b>Variable</b>                 | <b>Concepto</b>                                | <b>Indicadores</b> | <b>Equipos</b> |
| Posición dentro del centro      | Ubicación generada dentro del rango de lectura | Etiqueta RFID      | Lectores RFID  |

**Tabla 3: Descripción de la Variable Dependiente**

| <b>Variables Dependientes</b> |  |                     |                               |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------------|
| <b>Variable</b>               | <b>Concepto</b>                                      | <b>Indicadores</b>  | <b>Equipos</b>                |
| Distancia<br>Medida           | Distancia entre los lectores y etiquetas RFID.       | Tiempo de Respuesta | Lector RFID<br>Etiquetas RFID |
| Autorización                  | Permiso si el animalito tiene autorizado su adopción | Estado Booleano     | Alarma de seguridad           |

### **3.6 Hipótesis**

La implementación de un sistema de monitoreo de animales basado en RFID- PLS en el Centro de Rescate Integral Animales de Riobamba dará como resultado un mejor control de la salud y el bienestar de los animales, lo que hará que más animales se los encuentre dentro del Centro de Rescate y estén en condiciones óptimas para su adopción.

#### **3.6.1 Hipótesis de Nula**

Como resultado de la implementación del sistema de monitoreo de animales basado en RFID-PLS en el Centro de Rescate Integral Animales de Riobamba. No existe una mejora significativa en el control de la salud y el bienestar de los animales ni un aumento en la cantidad de animales en condiciones óptimas para su adopción.

#### **3.6.2 Hipótesis Alternativa**

La implementación de un sistema de monitoreo de animales basado en RFID-PLS en el Centro de Rescate Integral Animales de Riobamba resultará en un mejor control de la salud y el bienestar de los animales, lo que incrementará significativamente la cantidad de animales que se encuentren en condiciones óptimas para su adopción dentro del Centro de Rescate.

### 3.7 Diseño de la Sistema RFID -LPS

#### 3.7.1 Reconocimiento de las instalaciones de la Fundación CRIAR

En el 2015 el Municipio de Riobamba implemento el Centro de Rescate Integral Animal (CRIAR) este proyecto está enfocado a la creación de nuevas oportunidades de vida para los animales que habitan en las calles [14]. CRIAR dispondrá de diversas áreas especializadas destinadas al cuidado de perros y gatos, abarcando aspectos como atención veterinaria, cuarentena, refugio, esterilización y adopción. El objetivo principal de este refugio es facilitar la adopción de los animales, además de colaborar con campañas de esterilización para regular la población de fauna urbana en la ciudad. [14].

CRIAR se encuentra ubicado dentro del Parque Lineal Chibunga - Parque Ecológico.

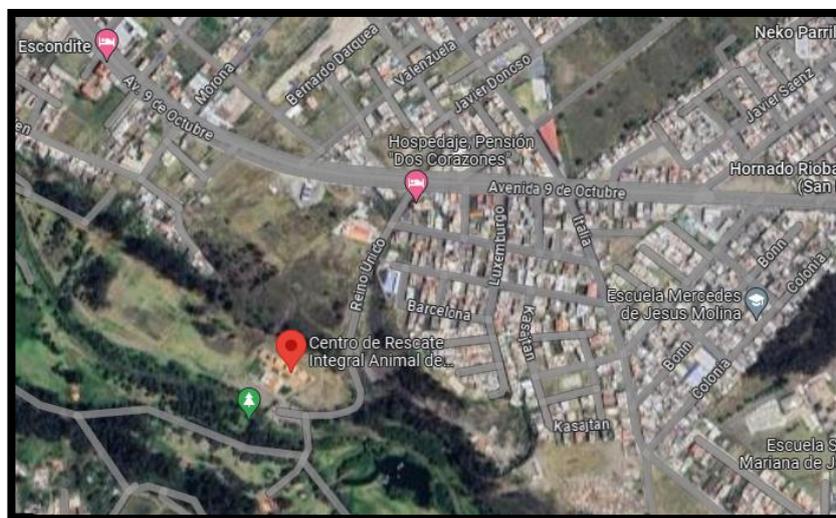


Figura 20: Ubicación del Centro de Rescate Integral Animal Riobamba (CRIAR)



Figura 21: Centro de Rescate Integral Animal Riobamba (CRIAR)

Las instalaciones del Centro de Rescate Integral Animal (CRIAR) están conformadas por dos patos para los animales divididos en cachorros y adultos, dos perreras donde animales de fuera de la fundación son cuidados debido a las atenciones veterinarias solicitadas en el centro, dos consultorios veterinarios, dos quirófanos, una sala de reposo, baño, recepción, bodega de insumos y sala de reuniones es muy importante esta inspección de las instalaciones para saber los puntos de riesgo que se tiene en la fundación donde se puede tener un mejor control y donde se procede a ejecutar la investigación

**Tabla 4: Tabla de las Dimensiones de las Instalaciones de CRIAR**

|   | <b>Dimensiones</b> |
|---|--------------------|
| <b>Patio de Cachorros</b>                           | 184m <sup>2</sup>  |
| <b>Patio de Adultos</b>                             | 480m <sup>2</sup>  |
| <b>Patio CERO (no disponibles para la adopción)</b> | 120m <sup>2</sup>  |
| <b>Canil N:1</b>                                    | 110m <sup>2</sup>  |
| <b>Canil N; 2</b>                                   | 110m <sup>2</sup>  |
| <b>Oficina de Recepción</b>                         | 32m <sup>2</sup>   |
| <b>Consultorio 1</b>                                | 20 <sup>2</sup>    |
| <b>Consultorio 2</b>                                | 20m <sup>2</sup>   |
| <b>Quirófanos 1</b>                                 | 30m <sup>2</sup>   |
| <b>Quirófano 2</b>                                  | 30m <sup>2</sup>   |
| <b>Sala de Reposo</b>                               | 16m <sup>2</sup>   |
| <b>Baños</b>  | 16m <sup>2</sup>   |
| <b>Comedor</b>                                      | 32m <sup>2</sup>   |
| <b>Bodega de Insumos</b>                            | 16m <sup>2</sup>   |
| <b>Salsa de Reuniones</b>                           | 30m <sup>2</sup>   |



**Figura 22: Patio de Cachorros CRIAR**



**Figura 23: Patio de Adultos CRIAR**



**Figura 24: Quirófano 1 de CRIAR**



**Figura 25: Quirófano 2 de CRIAR**



**Figura 26: Canil 1 de CRIAR**



**Figura 27: Canil 2 de CRIAR**

### **3.7.2 Análisis de los puntos de escape en la Fundación (CRIAR)**

Para tener un control de registro para los animalitos dentro del centro es indispensable saber cuáles son los sitios donde los animalitos pueden escaparse o los pueden sustraer, mediante una inspección realizada identificamos varios sitios, así también como las dimensiones de los patios mostradas en la **Tabla 5**, esta inspección realizada nos ayuda a elegir un lector RFID adecuado para saber la ubicación de los animalitos del centro.



Figura 28: Sistema RFID Ilustrado en la Fundación CRIAR

### 3.7.3 Diseño de la red de Lectores

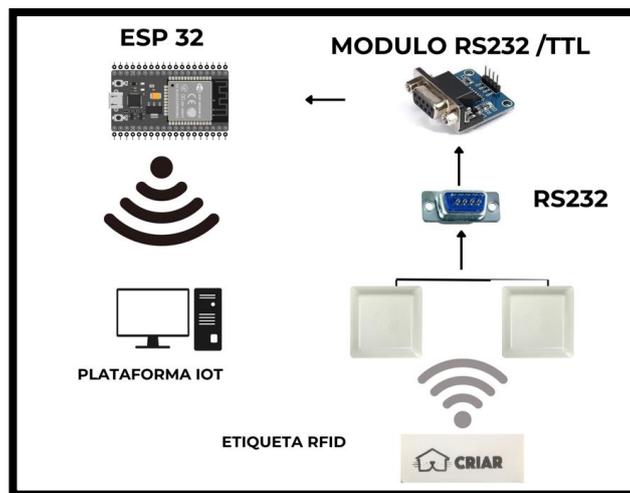


Figura 29: Diseño de la Red de Lectores RFID

Posteriormente se describe cada uno de los elementos del Sistema RFID para la presente investigación.

### 3.7.3.1 Lectores UHF 105

Los lectores RFID emiten una onda de radio frecuencia entre el rango de 860-928 MHz que son receptados por las etiquetas RFID en un determinado rango de acción detectando un código único.

**Tabla 5: Características Técnicas del Lector UHF 105**

| <b>Características Técnicas</b> |                |
|---------------------------------|----------------|
| <b>Modelo</b>                   | UHF 105        |
| <b>Interfaz</b>                 | RS232/485      |
| <b>Distancia de Detección</b>   | 1-8 m          |
| <b>Frecuencia</b>               | 860 – 960 MHz  |
| <b>Temperatura de Trabajo</b>   | -20°C -+       |
| <b>Humedad de Trabajo</b>       | 20% - 95%      |
| <b>Voltaje</b>                  | DC12V / 300 MA |
| <b>Formato de Salida</b>        | Wiegand 26/34  |

**Tabla 6: Cableado del Lector UHF 105**

| <b>Cable No:</b> | <b>Color</b> | <b>Función</b> | <b>Descripción</b> | <b>Modelo</b> |
|------------------|--------------|----------------|--------------------|---------------|
| 1                | Rojo         | DC 9-15 V      | Positivo           | 56/57/56T/57T |
| 2                | Negro        | GND            | Negativo           | 56/57/56T/57T |
| 3                | Blanco       | Data1          | Wiegand D1         | 56/57/56T/57T |
| 4                | Verde        | Data0          | Wiegand D0         | 56/57/56T/57T |
| 5                | Amarillo     | TXD            | RS232 PIN2         | 56/57/56T/57T |
| 6                | Café         | RXD            | RS232 PIN3         | 56/57/56T/57T |
| 7                | Azul         | GND            | RS232 GND          | 56/57/56T/57T |
| 8                | Gris         | Trigger        | /                  | 56/57         |
| 9                | Naranja      | 485+           | /                  | 56/57         |
| 10               | Morado       | 485-           | /                  | 56/57         |

### 3.7.3.2 Modulo RS232 – TTL

Este módulo es bidireccional lo que quiere decir es que funciona para convertir señales de protocolo RS232 a TTL y en sentido contrario, su utilidad fundamental en la electrónica de control y sistemas lógicos.

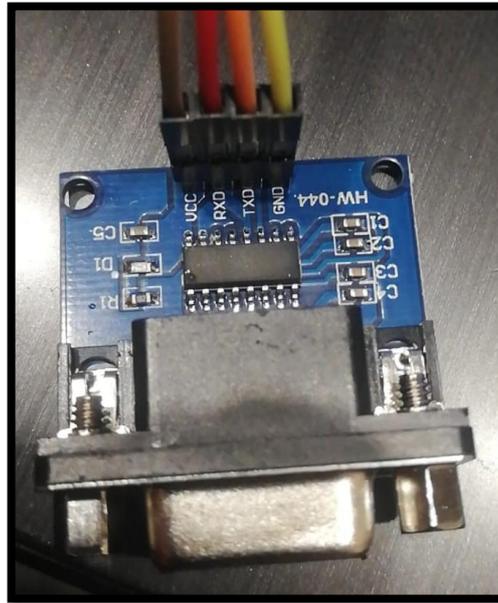


Figura 30: Modulo RS232-TTL

Tabla 7: Características Técnicas del Módulo RS232

| Características Técnicas |                  |
|--------------------------|------------------|
| Chip                     | MAX3232 Maxim    |
| Voltaje de Operación     | 3v – 5.5 dc      |
| Comunicación             | Serial           |
| Velocidad de Transmisión | 120 kbps         |
| Pines (TTL)              | Tx, Rx, VCC, GND |

### 3.7.3.3 ESP 32

Es un microcontrolador que sirve para establecer una comunicación inalámbrica tanto de WIFI como Bluetooth, se trabaja en lenguaje de programación de PYTHON, que mediante la configuración podemos transmitir datos hacia la WEB como Firebase, ThingSpeak, MaQuiTto.

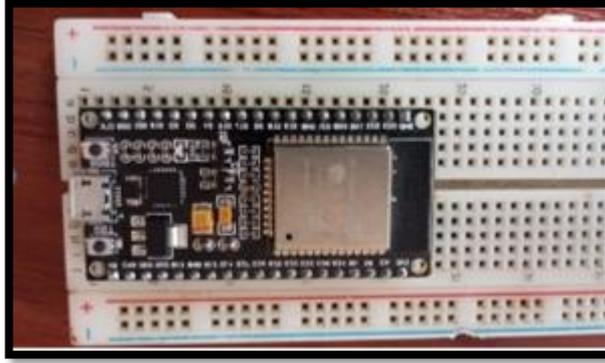


Figura 31: Modulo ESP32

```
#Variables Wifi
wifiSSID = "WIFI-CRIAR"
wifiPass = "F@UNAU2023"

#Variables Thingspeak
mqttServer = "mqtt3.thingspeak.com"
mqttClientID = "JwMMJgkcNBsdMCMLHyAJMg8"
mqttUser = "JwMMJgkcNBsdMCMLHyAJMg8"
mqttPass = "TBXPftouUAcXsCK4x60gZuXW"
mqttTopic = "channels/2315117/publish"
client = MQTTClient (mqttClientID, mqttServer, port=1883, user=mqttUser, password=mqttPass)

#Variables MQTT Maqiatto
mqttServer1 = "maqiatto.com"
mqttClientID1 = "mauumady@gmail.com"
mqttUser1 = "mauumady@gmail.com"
mqttPass1 = "Tesis2023"
mqttTopic1 = "mauumady@gmail.com/CRIARweb"
client1 = MQTTClient (mqttClientID1, mqttServer1, port=1883, user=mqttUser1, password=mqttPass1)
```

Figura 32: Configuración de Plataformas web en el ESP32

### 3.7.3.4 Plataforma ThingSpeak

La plataforma de ThingSpeak permite realizar la comunicación a los usuarios con dispositivos con acceso para internet, recibiendo los datos del módulo ESP32 media WIFI. Su función principal es enviar y almacenar las tramas obtenidas por los lectores RFID.

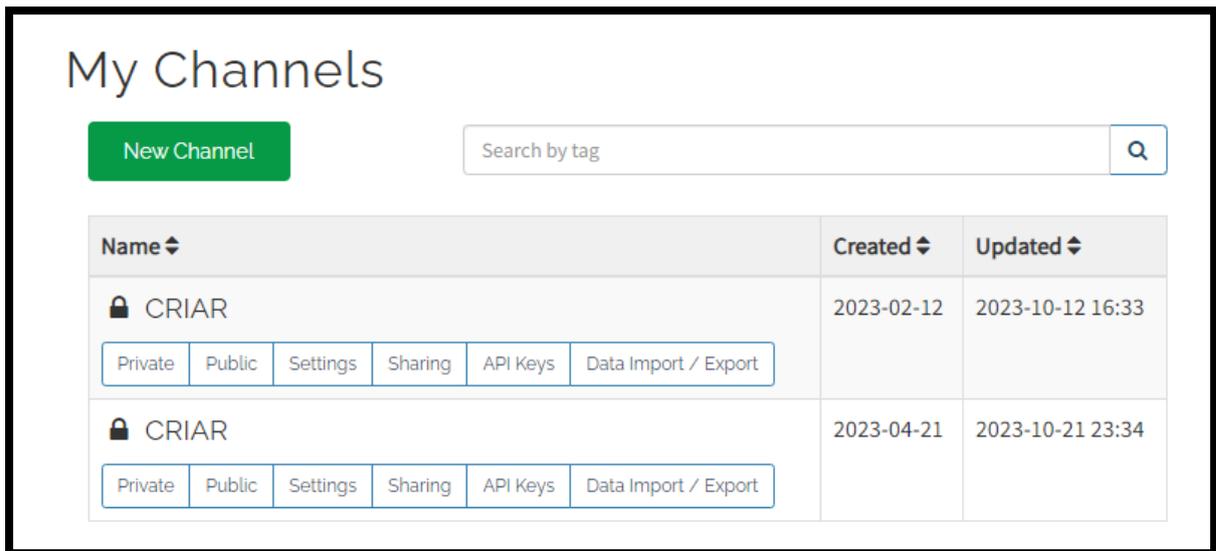


Figura 33: Canales Administrados en ThingSpeak

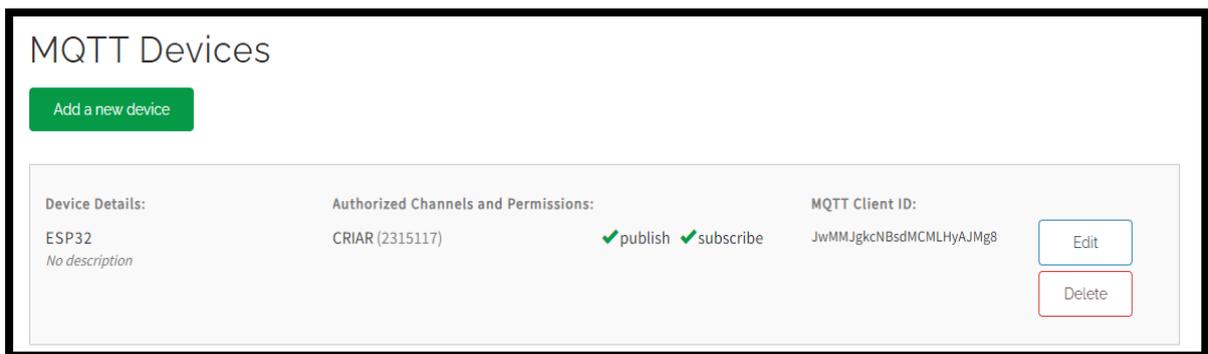


Figura 34: Credenciales para conectividad con MQTT

Después de tener la comunicación configurada, creamos 7 campo para cada lector donde están especificadas los datos de cada uno de los usuarios de las etiquetas RFID donde se nota estadísticamente las medidas de distancia de los lectores A y B, ángulo de posición, datos como peso, nombre, ID y edad.

|                    |   |                                     |
|--------------------|---|-------------------------------------|
| <b>Channel ID</b>  | 2315117   |                                     |
| <b>Name</b>        | CRIAR   |                                     |
| <b>Description</b> | Visualización de los Datos Numéricos obtenidos desde la base de datos |                                     |
| <b>Field 1</b>     | Indice  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Field 2</b>     | Edad  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Field 3</b>     | Peso  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Field 4</b>     | Ángulo A  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Field 5</b>     | Ángulo B  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Field 6</b>     | Distancia A   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Field 7</b>     | Distancia B   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Field 8</b>     | Estado  | <input checked="" type="checkbox"/> |

**Figura 35: Campos creados el ThingSpeak**

Permite al usuario acceder a la red del centro de Rescate CRIAR pueden apreciar su ubicación con la distancia de cada uno de los lectores RFID la imagen del animalito que es reconocido. El índice es un valor muy importante que es el identificador único a partir de esto podemos ver si cumple con el calendario de vacunas programado.

|                                  | Información del lector A: | Información del lector B: | Imagen:  |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Indice:                          | 0003                      | 0003                      |  |
| Codigo:                          | D06A06FC0606230000000003  | D06A06FC0606230000000003  |  |
| Nombre:                          | SN                        | SN                        |  |
| Edad:                            | 1                         | 1                         |  |
| Genero:                          | Hembra                    | Hembra                    |  |
| Raza:                            | Mestiza                   | Mestiza                   |  |
| Tamaño:                          | Pequeño                   | Pequeño                   |  |
| Peso:                            | 20                        | 20                        |  |
| na Especial cachorros:           | No                        | No                        |  |
| na Polivalente canina1:          | No                        | No                        |  |
| na Polivalente canina2:          | No                        | No                        |  |
| na Traqueobronquitis:            | No                        | No                        |  |
| vacuna Antirrábica:              | No                        | No                        |  |
| Esterilizado:                    | No                        | No                        |  |
| Desparasitado:                   | No                        | No                        |  |
| Estado:                          | Adoptable                 | Adoptable                 |  |
| Distancia del lector A: 4.814089 |                           |                           |  |
| Distancia del lector B: 4.8818   |                           |                           |  |

**Figura 36: Plataforma Iot para**

### 3.7.4 Implementación de Sistema RFID- LPS

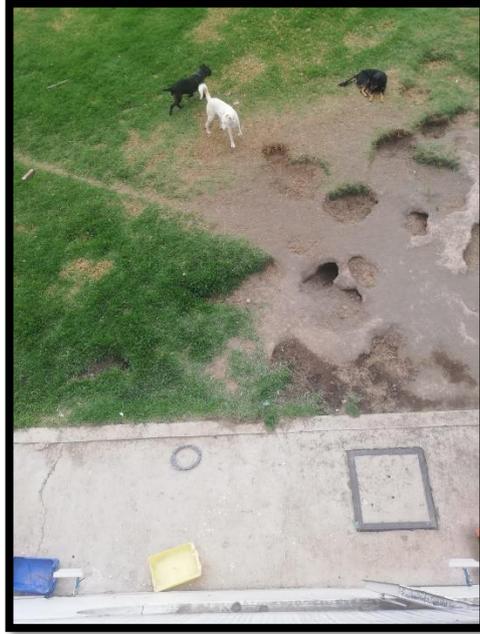
En el Centro de Rescate Integral de Animal de Riobamba está ubicado dentro del Parque Ecológico de la ciudad de Riobamba, el área de patio de los perros adultos de 480m<sup>2</sup> donde la zona de cobertura es en la parte de ingreso del patio para tener un mejor control de los animalitos.



Figura 37: Reconocimiento de líneas de Transmisión y Recepción



Figura 38: Instalación de lectores RFID



**Figura 39: Vista superior de los Lectores RFID**



**Figura 40: Vista Frontal de los Lectores RFID**

### 3.7.5 Base de Datos

Para estructura la base de datos realizamos una inspección detallada de todos los animalitos de CRIAR donde resaltamos datos como: nombre, edad, genero, peso, tipos de vacunas, esterilizados y estado de adopción.

#### 3.7.5.1 Excel

Es una herramienta informática desarrollado por Microsoft que nos permite organizar realizar cálculos para llevar registros de datos numéricos y de texto.



Figura 41: Logo de Excel

#### 3.7.5.2 Firebase

Firebase una plataforma para el desarrollo de aplicaciones web y móvil. Está disponible en la nube para distintas plataformas (iOS, Android y web).



Figura 42: Logo de Firebase

### 3.7.6 Reconocimiento de la Trama

Una serie sucesiva de bits permite la identificación, envío y recepción de datos. La trama está conformada de una cabecera, datos y cola como se muestra en la **Figura 14**.



**Figura 43: Trama de Codificación**

### 3.7.7 Diseño del Código

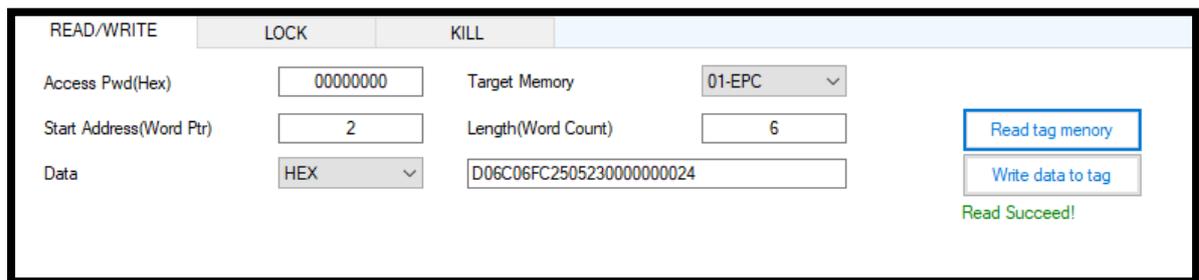
El código diseñado tiene 24 bits donde cada par de bits tiene un significado único de identificación.

| Codigos de Asignacion por Identificación por Radiofrecuencia (RFID) |      |           |       |                |                |                |           |           |            |                   |  | Código Asignado          |
|---|------|-----------|-------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------|------------|-------------------|--|--------------------------|
| Especie   | Edad | Provincia | Lugar | Día de Ingreso | Mes de Ingreso | Año de Ingreso | Columna 8 | Columna 9 | Columna 10 | Número de Usuario |  |                          |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0001              |  | D06A06FC0606230000000001 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0002              |  | D06A06FC0606230000000002 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0003              |  | D06A06FC0606230000000003 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0004              |  | D06A06FC0606230000000004 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0005              |  | D06A06FC0606230000000005 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0006              |  | D06A06FC0606230000000006 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0007              |  | D06A06FC0606230000000007 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0008              |  | D06A06FC0606230000000008 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0009              |  | D06A06FC0606230000000009 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0010              |  | D06A06FC0606230000000010 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0011              |  | D06A06FC0606230000000011 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0012              |  | D06A06FC0606230000000012 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0013              |  | D06A06FC0606230000000013 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0014              |  | D06A06FC0606230000000014 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0015              |  | D06A06FC0606230000000015 |
| D0  | 6A   | 06        | FC    | 06             | 06             | 23             | 00        | 00        | 00         | 0016              |  | D06A06FC0606230000000016 |

**Figura 44: Diseño del ID de las Etiquetas RFID**

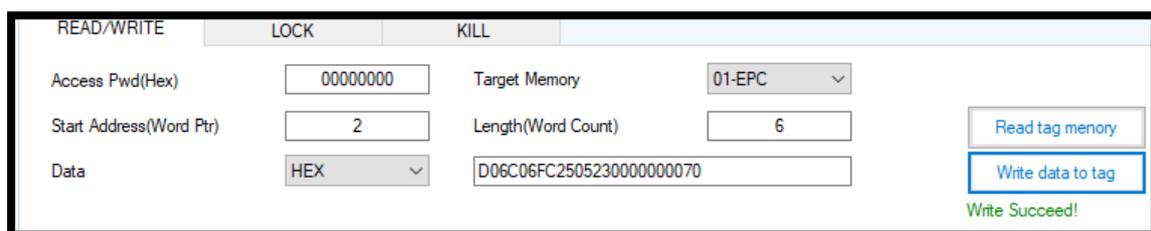
### 3.7.8 Modificación de Código

La modificación del código de las etiquetas RFID se llevó a cabo el software RFID READER Versión (3.4.0.0) donde se reconoce primero la etiqueta con el código asignado de fabrica como se muestra en la Figura 24. Ya registrado el código de fabrica reescribimos el nuevo código en formato Hexadecimal formulado como se muestra en la Figura 25.



| READ/WRITE              | LOCK                                  | KILL  |   |
|-------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Access Pwd(Hex)         | <input type="text" value="00000000"/> | Target Memory   | <input type="text" value="01-EPC"/>   |
| Start Address(Word Ptr) | <input type="text" value="2"/>        | Length(Word Count)                                    | <input type="text" value="6"/>  |
| Data                    | <input type="text" value="HEX"/>      | <input type="text" value="D06C06FC2505230000000024"/> | <input type="button" value="Read tag memory"/><br><input type="button" value="Write data to tag"/><br>Read Succeed! |

Figura 45: Lectura de la Etiqueta RFID



| READ/WRITE              | LOCK                                  | KILL  |  |
|-------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Access Pwd(Hex)         | <input type="text" value="00000000"/> | Target Memory   | <input type="text" value="01-EPC"/>  |
| Start Address(Word Ptr) | <input type="text" value="2"/>        | Length(Word Count)                                    | <input type="text" value="6"/>   |
| Data                    | <input type="text" value="HEX"/>      | <input type="text" value="D06C06FC2505230000000070"/> | <input type="button" value="Read tag memory"/><br><input type="button" value="Write data to tag"/><br>Write Succeed! |

Figura 46: Escritura de Nuevo código para la Etiqueta RFID

### 3.7.9 Lectura, obtención y visualización

#### 3.7.9.1 Lectura

Ya obtenida la trama de cada uno de los lectores las separamos en sus componentes primordiales, descartamos la cabecera y la cola y únicamente nos quedamos con los datos compuesto por el código RFID y el ángulo de lectura transformado a decimal las cuales almacenamos en variables para poder descargar la información de la base de datos y el cálculo de distancia.

```
Trama Leida del lector A: CC FF FF 20 05 10 00 34 00 D0 6C 06 FC 06 06 23 00 00 00 00 73 11 8F
```

Figura 47: Trama completa del Lector A

```
Separando trama...  
TAG_A: D06C06FC0606230000000073  
Angulo: 17  
Indice lector a: 0073
```

Figura 48: Trama separada del Lector A

```
Trama Leida del lector B: CC FF FF 20 05 10 00 34 00 D0 6A 06 FC 06 06 23 00 00 00 00 06 9F 8F
```

Figura 49: Trama completa del Lector B

```
Separando trama...  
TAG_B: D06A06FC0606230000000006  
Angulo: 159  
Indice del lector b: 0006
```

Figura 50: Trama separada del Lector B

### 3.7.9.2 Obtención

Una vez que tenemos la etiqueta RFID extraemos la información de la base de datos, separamos toda esta información a continuación es etiquetada en diferentes variables para tener los datos de cada animalito, por medio del protocolo MQTT es enviada a ThingSpeak y al servidor web para la presentación de los resultados.

```
Codigo: D06C06FC06062300000000073
Nombre: SN
Edad: 1 Años
Genero: Macho
Raza: Mestiza
Tamaño: Mediano
Peso: 32 Kg
Vacuna Especial cachorros: No Vacunado
Vacuna Polivalente caninal: No Vacunado
Vacuna Polivalente canina2: No Vacunado
Vacuna Traqueobronquitis: No Vacunado
Vacuna Antirrabica: No Vacunado
Esterilizado: No Esterilizado
Desparasitado: No Desparasitado
Estado: Adoptable
```

Figura 51: Trama etiquetada en variables independientes del Lector A

```
Codigo: D06A06FC06062300000000006
Nombre: Murciélago
Edad: 3 Años
Genero: Macho
Raza: Mestiza
Tamaño: Grande
Peso: 30 Kg
Vacuna Especial cachorros: No Vacunado
Vacuna Polivalente caninal: No Vacunado
Vacuna Polivalente canina2: No Vacunado
Vacuna Traqueobronquitis: No Vacunado
Vacuna Antirrabica: No Vacunado
Esterilizado: No Esterilizado
Desparasitado: No Desparasitado
Estado: Adoptable
```

Figura 52: Trama etiquetada en variables independientes del Lector B

### 3.7.9.3 Cálculos

Para la obtención de la distancia es necesario tener información de los dos lectores ya que al conocer los ángulos de lectura es posible aplicar la ley de senos y cosenos para poder calcular la ubicación aproximada del animal.

- **Ley de Senos**

$$\left(\frac{a}{\text{sen}(A)}\right) = \left(\frac{b}{\text{sen}(B)}\right) = \left(\frac{c}{\text{sen}(C)}\right) \quad (6)$$

Lado "a" utilizamos Angulo A

$$\left(\frac{a}{\text{sen}(\alpha)}\right) = \left(\frac{5}{\text{sen}(\delta)}\right) \quad (7)$$

$$a = \left(\frac{5 \cdot \text{sen}(\alpha)}{\text{sen}(\delta)}\right) \quad (8)$$

Lado "b" utilización Angulo B

$$\left(\frac{b}{\text{sen}(\beta)}\right) = \left(\frac{5}{\text{sen}(\delta)}\right) \quad (9)$$

$$b = \left(\frac{5 \cdot \text{sen}(\beta)}{\text{sen}(\delta)}\right) \quad (10)$$

```
Calculo de distancias
Distancia desde el lector A al animal: 1.463537m
Distancia desde el lector B al animal: 4.948179m
```

Figura 53: Cálculos de Distancia aplicando ley de Senos y Cosenos

```

def calcular_dist(a,b):
    global c
    c=abs(a-b)
    print(" ")
    print("Calculo de distancias")
    #if b == 0.0 or c == 0.0:
    dA=abs((5*math.sin(a))/(math.sin(b)))
    dB=abs((5*math.sin(b))/(math.sin(c)))
    global Maqiatto
    Maqiatto= Maqiatto+";"+str(dA)+";"+str(dB)
    global Tingspeak
    Tingspeak= Tingspeak+"&field4="+str(a)+"&field5="+str(b)+"&field6="+str(dA)+"&field7="+str(dB)
    print("Distancia desde el lector A al animal: "+ str(dA)+"m")
    print("Distancia desde el lector B al animal: "+ str(dB)+"m")
    #else:
    #print("Error en calculo de distancia no se puede dividir para 0")

```

Figura 54: Código del cálculo de distancias en lenguaje Python

### 3.7.9.4 Visualización

Se envían los datos a ThingSpeak el cual almacena y presenta los datos en tiempo real de información numérica en cada campo creado como índice del animal, edad, peso, ángulo, distancia A y distancia B, por otro lado, en el servidor web se nos presenta los resultados tanto numéricos como textos, incluso imágenes de los animales según son leídos por los Lectores RFID.

• *Mauricio Pilatuña*

**Informacion de los animales:**

|                             | Informacion del lector A: | Informacion del lector B: | Imagen:  |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Indice:                     | 0003                      | 0003                      |  |
| Codigo:                     | D06A06FC0606230000000003  | D06A06FC0606230000000003  |  |
| Nombre:                     | SN                        | SN                        |  |
| Edad:                       | 1                         | 1                         |  |
| Genero:                     | Hembra                    | Hembra                    |  |
| Raza:                       | Mestiza                   | Mestiza                   |  |
| Tamaño:                     | Pequeño                   | Pequeño                   |  |
| Peso:                       | 20                        | 20                        |  |
| Vacuna Especial cachorros:  | No                        | No                        |  |
| Vacuna Polivalente canina1: | No                        | No                        |  |
| Vacuna Polivalente canina2: | No                        | No                        |  |
| Vacuna Iraqueobronquitis:   | No                        | No                        |  |
| Vacuna Antirrabica:         | No                        | No                        |  |
| Esterilizado:               | No                        | No                        |  |
| Desparasitado:              | No                        | No                        |  |
| Estado:                     | Adoptable                 | Adoptable                 |  |

**Distancia del lector A: 4.814089**

**Distancia del lector B: 4.8818**

Figura 55: Plataforma IOT

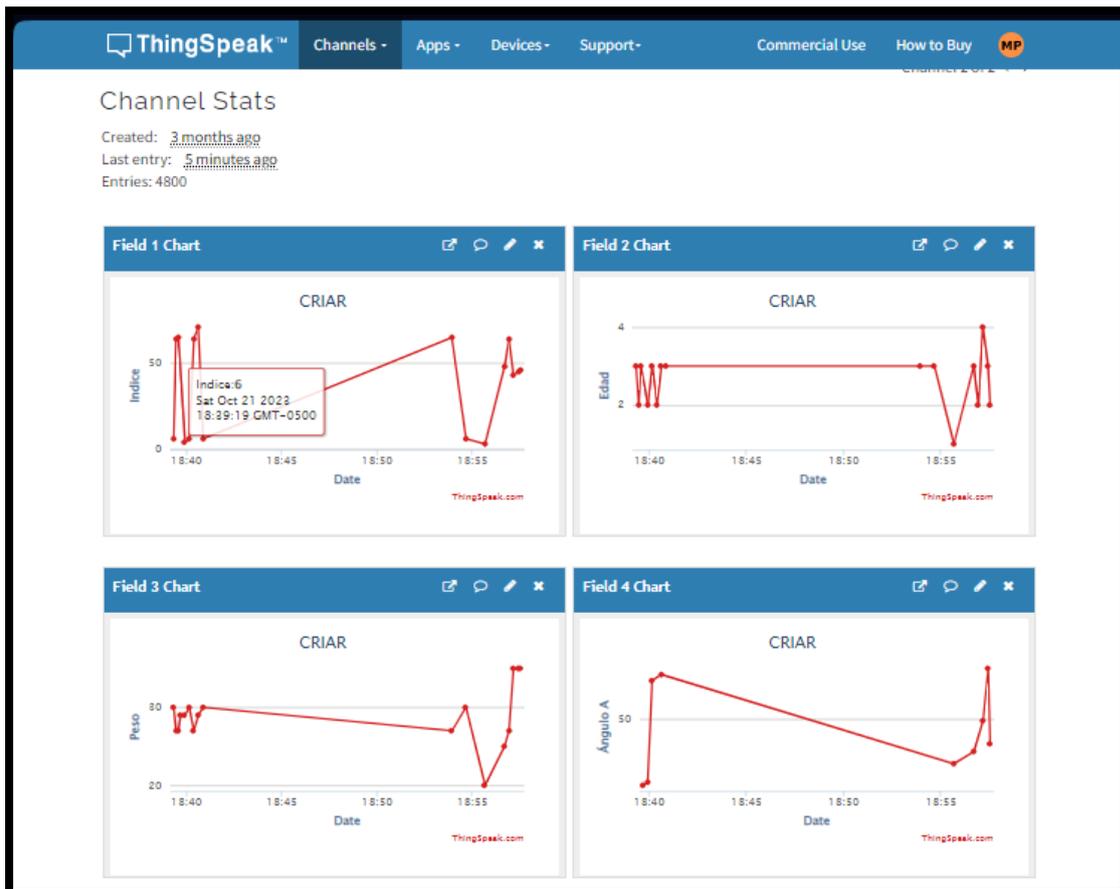


Figura 56: Datos Visualizados en ThingSpeak

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

Se llevó a cabo un análisis de los datos capturados por el sistema de monitoreo RFID en el Centro de Rescate animal CRIAR – Riobamba, con el objetivo de evaluar la ubicación de los animales. Este estudio involucró diversos aspectos, como las distancias registradas por el lector RFID, las distancias medidas y aspectos individuales de cada animal como peso, tipos de vacunas que posee si estan en estado de adopción.

Se realizaron mediciones de todo el mes de octubre, con la recopilación de datos durante la tercera semana de dicho mes, desde las 9 de la mañana hasta las 2 de la tarde. La revisión de los registros consistió en comparar las distancias obtenidas por los lectores RFID con las distancias reales, con el propósito de verificar el funcionamiento del sistema implementado. Posteriormente, se introdujo la base de datos obtenida de ThingSpeak en el software de análisis estadístico IBM SPSS para examinar las lecturas de cada variable.

|    | Nombre        | Tipo     | Anchura | Decimales | Etiqueta          | Valores           | Perdidos | Columnas | Alineación | Medida  | Rol     |
|----|---------------|----------|---------|-----------|-------------------|-------------------|----------|----------|------------|---------|---------|
| 1  | Indice        | Numérico | 8       | 0         |                   | Ninguna           | Ninguna  | 8        | Derecha    | Escala  | Entrada |
| 2  | DatosA        | Numérico | 8       | 2         | Distancia Lect... | Ninguna           | Ninguna  | 8        | Derecha    | Escala  | Entrada |
| 3  | DatosB        | Numérico | 8       | 2         | Distancia Lect... | Ninguna           | Ninguna  | 8        | Derecha    | Escala  | Entrada |
| 4  | Genero        | Numérico | 8       | 0         | Genero de los ... | {1, Macho}...     | Ninguna  | 8        | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 5  | Tipo_de_D...  | Numérico | 8       | 0         | Tipo de Medida    | {1, Distanci...   | Ninguna  | 17       | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 6  | Tamaño        | Numérico | 8       | 0         | Tamaño del an...  | {1, Pequeñ...     | Ninguna  | 10       | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 7  | Peso          | Numérico | 8       | 2         | Peso del Animal   | Ninguna           | Ninguna  | 8        | Derecha    | Escala  | Entrada |
| 8  | V1            | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Si tiene l... | Ninguna  | 8        | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 9  | V2            | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Si tiene l... | Ninguna  | 8        | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 10 | V3            | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Si tiene l... | Ninguna  | 8        | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 11 | V4            | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Si tiene l... | Ninguna  | 8        | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 12 | VR            | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Si tiene l... | Ninguna  | 8        | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 13 | Esterilizado  | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Si está e...  | Ninguna  | 14       | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 14 | Desparasit... | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Si está ...   | Ninguna  | 14       | Derecha    | Nominal | Entrada |
| 15 | Estado        | Numérico | 8       | 0         |                   | {1, Adoptabl...   | Ninguna  | 8        | Derecha    | Nominal | Entrada |

**Figura 57: Vista de variables de la Base de Datos en SPSS**

Ultimo analisis de datos.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Aplicación de búsqueda

|    | Indice | DatosA | DatosB | Genero | Tipo_de_Datos | Tamaño | Peso  | V1 | V2 | V3 | V4 | VR | Esterilizado | Desparasitado | Estado |
|----|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|-------|----|----|----|----|----|--------------|---------------|--------|
| 25 | 15     | 4,60   | 5,67   | 1      | 1             | 2      | 20,00 | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 26 | 60     | 1,34   | 4,16   | 2      | 2             | 1      | 30,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 27 | 14     | 1,10   | 5,02   | 1      | 2             | 2      | 30,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 28 | 17     | 1,60   | 3,44   | 2      | 2             | 2      | 30,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 29 | 12     | 2,09   | 3,11   | 1      | 2             | 1      | 30,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 30 | 16     | 1,94   | 3,11   | 1      | 2             | 2      | 25,00 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1            | 2             | 1      |
| 31 | 15     | 3,24   | 3,24   | 1      | 2             | 2      | 26,00 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1            | 2             | 1      |
| 32 | 24     | 3,54   | 3,54   | 1      | 2             | 2      | 27,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 33 | 16     | 4,64   | 4,64   | 1      | 2             | 2      | 28,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 34 | 26     | 1,64   | 1,64   | 2      | 2             | 2      | 29,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 35 | 14     | 4,16   | 1,27   | 1      | 2             | 2      | 30,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 36 | 75     | 3,16   | 4,16   | 2      | 2             | 1      | 24,00 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1            | 2             | 1      |
| 37 | 1      | 4,20   | 3,16   | 1      | 2             | 3      | 25,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 38 | 78     | 5,64   | 4,20   | 2      | 2             | 2      | 25,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 39 | 2      | 4,16   | 5,64   | 1      | 2             | 2      | 25,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 40 | 45     | 3,16   | 5,10   | 1      | 2             | 3      | 25,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 41 | 3      | 4,20   | 5,67   | 1      | 2             | 1      | 25,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 42 | 12     | 5,64   | 4,16   | 1      | 2             | 3      | 25,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1            | 2             | 1      |
| 43 | 4      | 5,10   | 5,02   | 1      | 2             | 3      | 25,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 44 | 14     | 4,10   | 3,44   | 2      | 2             | 3      | 26,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 45 | 6      | 1,60   | 3,11   | 1      | 2             | 3      | 26,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 46 | 26     | 2,09   | 3,11   | 2      | 2             | 2      | 24,00 | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 47 | 5      | 1,94   | 3,24   | 1      | 2             | 2      | 23,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 48 | 13     | 3,24   | 3,54   | 1      | 2             | 2      | 24,00 | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |
| 49 | 17     | 3,54   | 5,67   | 1      | 2             | 2      | 26,00 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1            | 2             | 1      |

Figura 58: Vista de Datos en SPSS

## 4.2 Interpretación y análisis de Resultados

### 4.2.1 Correlación de Lector RFID A y Lector RFID B

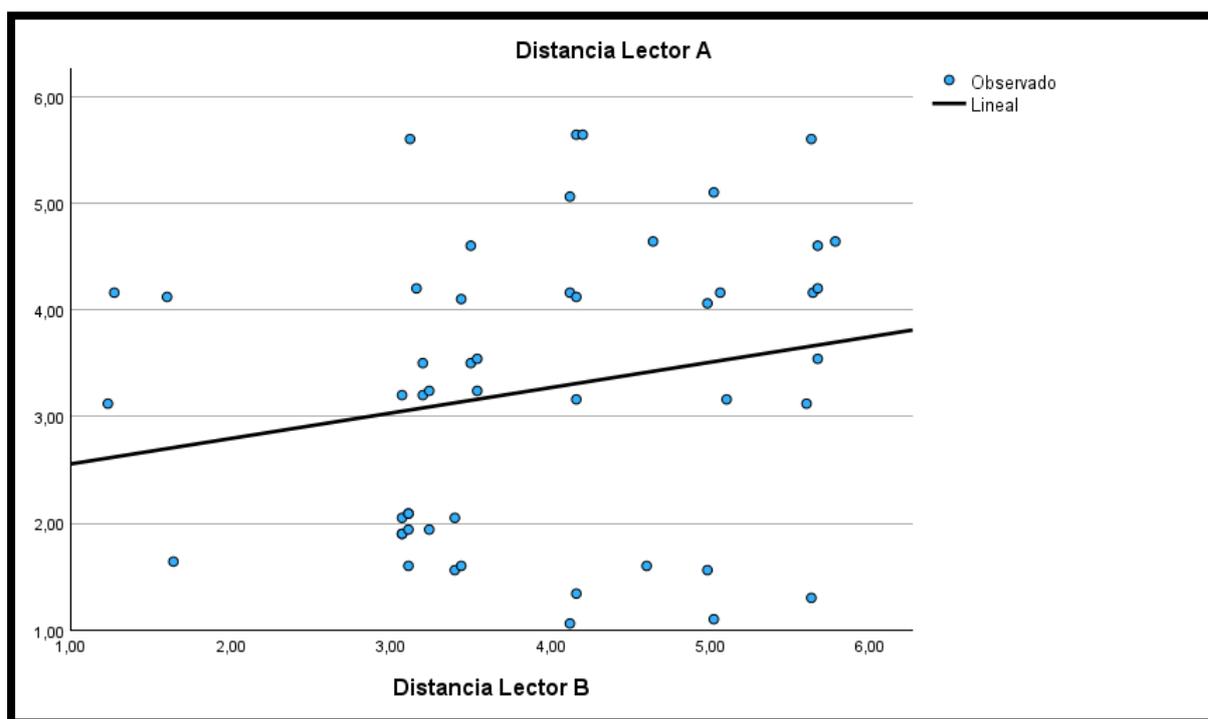


Figura 59: Correlación de distancias obtenidas por los Lectores

En el Figura 59 observamos que debido a que las etiquetas RFID están en movimiento tenemos muestras dispersas con respecto a las distancias de cada lector y tenemos distancias acumuladas dentro de las distancias entre 2 -4 m.

Tabla 8: Estadística descriptiva de la distancia de los lectores RFID

| Estadísticos descriptivos   |    |       |        |        |        |                |
|-----------------------------|----|-------|--------|--------|--------|----------------|
|                             | N  | Rango | Mínimo | Máximo | Media  | Desv. estándar |
| <b>Distancia Lector A</b>   | 50 | 4,58  | 1,06   | 5,64   | 3,2480 | 1,36295        |
| <b>Distancia Lector B</b>   | 50 | 4,55  | 1,23   | 5,78   | 3,9054 | 1,17985        |
| <b>N válido (por lista)</b> | 50 |       |        |        |        |                |

La Tabla 8 muestra rangos mínimos, máximos, rangos y la media de las distancias obtenidas de los dos Lectores RFID.

## 4.2.2 Lector A con respecto al Tipo de Medida

Tabla 9: Resumen de procesamiento de casos Lector RFID A

| Resumen de procesamiento de casos |                |        |            |          |            |       |            |
|-----------------------------------|----------------|--------|------------|----------|------------|-------|------------|
|                                   | Tipo de Medida | Casos  |            |          |            |       |            |
|                                   |                | Válido |            | Perdidos |            | Total |            |
|                                   |                | N      | Porcentaje | N        | Porcentaje | N     | Porcentaje |
| Distancia                         | Lector         | 25     | 100,0%     | 0        | 0,0%       | 25    | 100,0%     |
| Lector A                          | Medido         | 25     | 100,0%     | 0        | 0,0%       | 25    | 100,0%     |

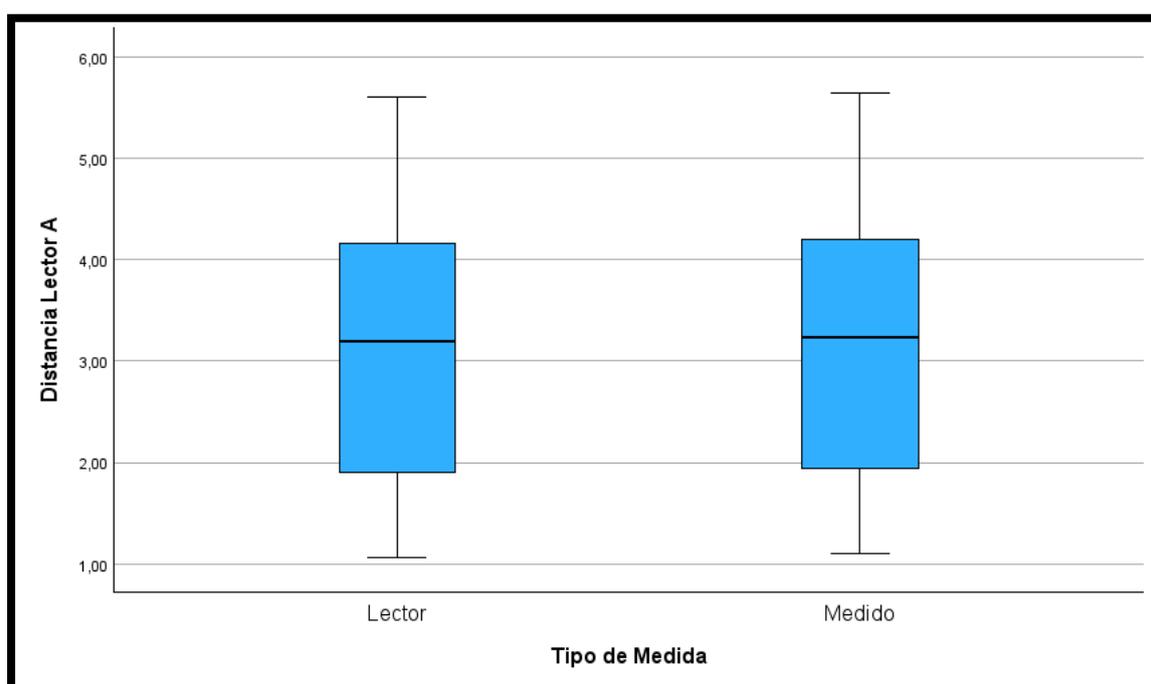


Figura 60: Diagrama de Cajas Lector A de valores (medidos y del lector RFID)

En la Tabla 9 muestra que las lecturas con respecto al Lector A en valores medidos presenta una ligera variación con respecto a las lecturas obtenidas del dispositivo, en el diagrama de cajas de la Figura 60 se observa una dispersión semejante en los dos casos.

### 4.2.3 Lector B con respecto al Tipo de Medida

Tabla 10: Resumen de Procesamiento de Casos del Lector RFID B

| Resumen de procesamiento de casos |                |        |            |          |            |       |            |
|-----------------------------------|----------------|--------|------------|----------|------------|-------|------------|
|                                   | Tipo de Medida | Casos  |            |          |            |       |            |
|                                   |                | Válido |            | Perdidos |            | Total |            |
|                                   |                | N      | Porcentaje | N        | Porcentaje | N     | Porcentaje |
| Distancia Lector B                | Lector         | 25     | 100,0%     | 0        | 0,0%       | 25    | 100,0%     |
|                                   | Medido         | 25     | 100,0%     | 0        | 0,0%       | 25    | 100,0%     |

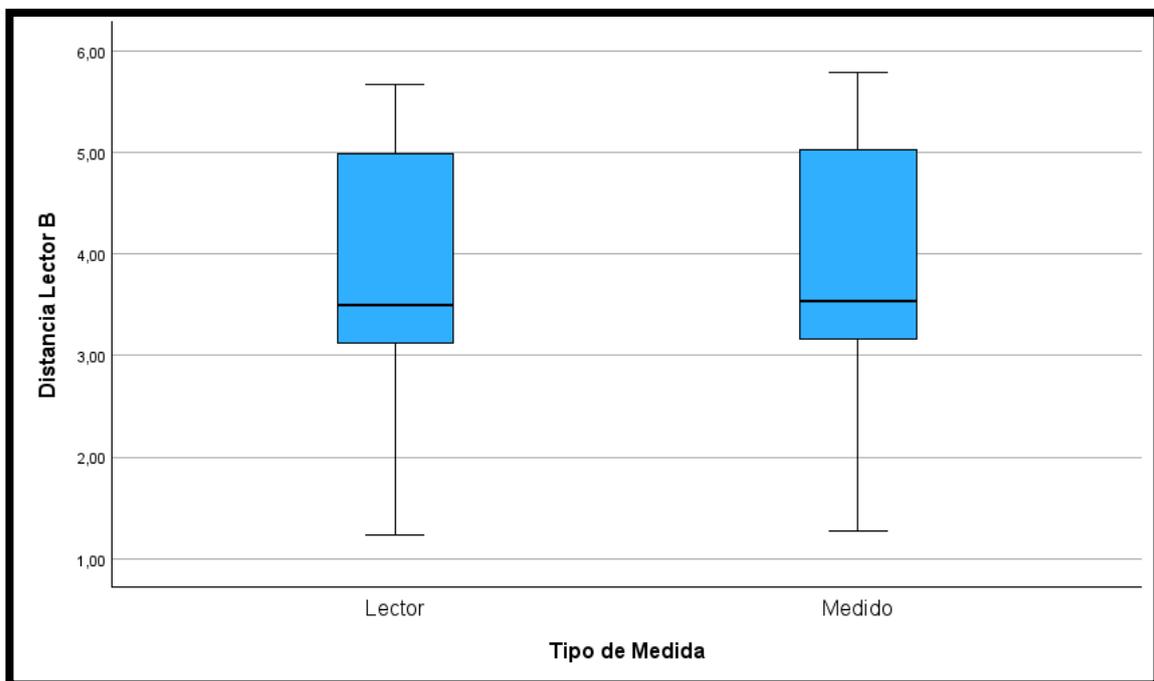


Figura 61: Diagrama de Cajas del Lector B de valores (medidos y del lector RFID)

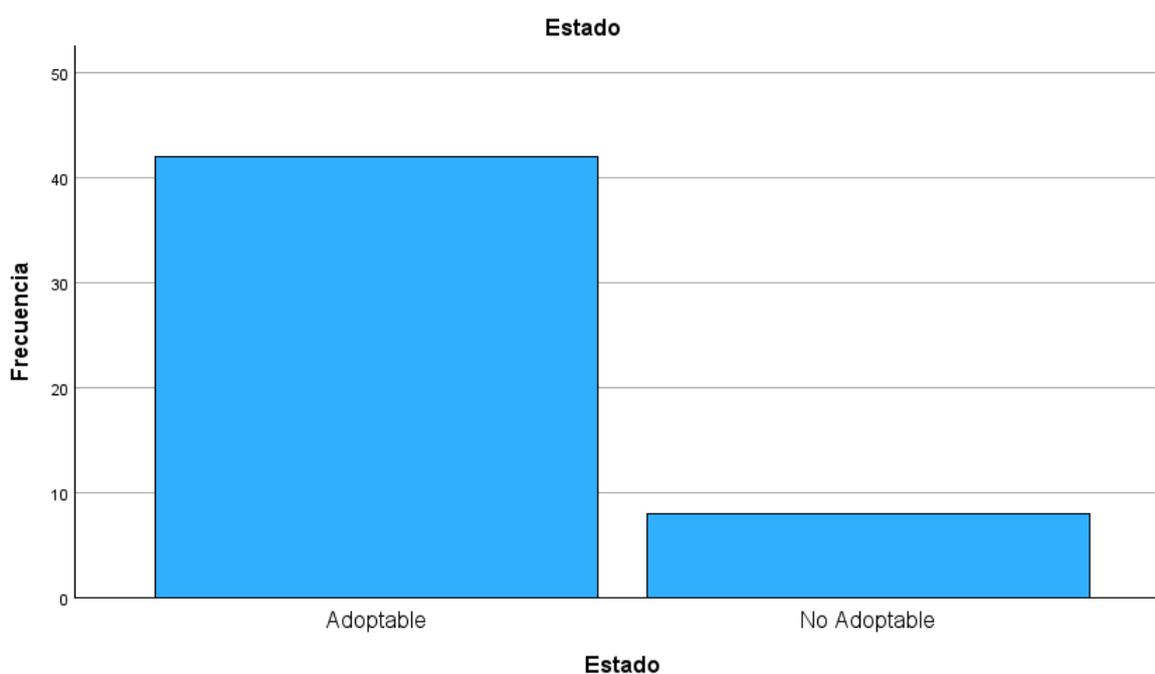
En la Tabla 10 muestra que las lecturas con respecto al Lector B en valores medidos presentan una ligera variación con respecto a las lecturas obtenidas del dispositivo, en el diagrama de cajas de la Figura 61 se observa una dispersión semejante en los dos casos.

#### 4.2.4 Análisis de Frecuencia

Adicional al estudio hemos analizado datos referentes a las condiciones de salud y estado de adopción en CRIAR, donde mediante el resultado se muestra la viabilidad del sistema RFID instalado mostrado en la Tabla 10.

**Tabla 11: Tabla de Frecuencia de Adopción**

|          |              | Estado     |            |                   |                      |
|----------|--------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|          |              | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido   | Adoptable    | 42         | 80,8       | 84,0              | 84,0                 |
|          | No Adoptable | 8          | 15,4       | 16,0              | 100,0                |
|          | Total        | 50         | 96,2       | 100,0             |                      |
| Perdidos | Sistema      | 2          | 3,8        |                   |                      |
| Total    |              | 52         | 100,0      |                   |                      |



**Figura 62: Diagrama de Barra de Adopción en CRIAR**

## 4.2.5 Prueba de Hipótesis

### Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

La implementación del sistema de monitoreo de animales basado en RFID-PLS en el Centro de Rescate Integral Animales de Riobamba. No existe una mejora significativa en el control de la salud y el bienestar de los animales ni un aumento en la cantidad de animales en condiciones óptimas para su adopción.

**Tabla 12: Estadísticos de Grupo del Lector A**

| Estadísticas de grupo |                                  |    |        |                |                         |
|-----------------------|----------------------------------|----|--------|----------------|-------------------------|
|                       | Tipo de Medida                   | N  | Media  | Desv. estándar | Media de error estándar |
| Distancia Lector A    | Distancia Obtenida por el Lector | 25 | 3,2280 | 1,37693        | ,27539                  |
|                       | Distancia Medida                 | 25 | 3,2680 | 1,37693        | ,27539                  |

**Tabla 13: Prueba de Muestras Independientes Lector A**

|                    |                                | Prueba de Levene de igualdad de varianzas |       | t     | gl     | Significación  |                   | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|--------------------|--------------------------------|---|-------|-------|--------|----------------|-------------------|----------------------|--|----------|
|                    |                                | F   | Sig.  |       |        | P de un factor | P de dos factores |                      | Inferior                                       | Superior |
| Distancia Lector A | Se asumen varianzas iguales    | ,000                                      | 1,000 | -,103 | 48     | ,459           | ,919              | -,04000              | -,82305  | ,74305   |
|                    | No se asumen varianzas iguales |   |       | -,103 | 48,000 | ,459           | ,919              | -,04000              | -,82305  | ,74305   |

En la Tabla 12 **p-valor =0.459>0.05** entontes no se rechaza la hipótesis nula Ho. El promedio de datos analizados y adquiridos por los lectores es estadísticamente semejante al promedio de los datos medidos.

**Tabla 14: Estadísticos de Grupo Lector B**

| Estadísticas de grupo |                                  |    |        |                |                         |
|-----------------------|----------------------------------|----|--------|----------------|-------------------------|
|                       | Tipo de Medida                   | N  | Media  | Desv. estándar | Media de error estándar |
| Distancia Lector B    | Distancia Obtenida por el Lector | 25 | 3,8840 | 1,18965        | ,23793                  |
|                       | Distancia Medida                 | 25 | 3,9268 | 1,19410        | ,23882                  |

**Tabla 15: Prueba de Muestras independientes Lector B**

|                    |                                | Prueba de Levene de igualdad de varianzas |      |       |        | Significación  |                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |          |
|--------------------|--------------------------------|---|------|-------|--------|----------------|-------------------|--|----------|----------|
|                    |                                | F   | Sig. | t     | gl     | P de un factor | P de dos factores | Diferencia de medias                           | Inferior | Superior |
| Distancia Lector B | Se asumen varianzas iguales    | ,000                                      | ,988 | -,127 | 48     | ,450           | ,900              | -,04280  | -,72061  | ,63501   |
|                    | No se asumen varianzas iguales |   |      | -,127 | 47,999 | ,450           | ,900              | -,04280  | -,72061  | ,63501   |

En la Tabla 15 **p-valor =0.450>0.05** entonces no se rechaza la hipótesis nula Ho. El promedio de datos analizados y adquiridos por los lectores es estadísticamente semejante al promedio de los datos medidos.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Gracias a la tecnología RFID disminuimos tiempos de ejecución de cualquier proceso, precisión y fiabilidad de lectura, mejoramos la logística de usuario, clientes.

Durante todo el proceso de investigación, análisis de datos, instalación es decir trabajar con tecnologías de comunicación es muy interesante saber que podemos vincular con cualquier Especialidad, profesión etc. Para lograr el propósito de esta investigación adquirimos muchos conocimientos no solo de Ingeniería, también veterinaria, Salud, atención al cliente lo cual es muy gratificante como profesional.

Con la destreza de manejar bien el lenguaje de programación de PYTHON podemos poner en camino cualquier proyecto trabajando con plataforma IOT que en la actualidad es indispensable saber el internet de las cosas.

### **5.2 Recomendaciones**

Para tener una mejor identificación del ID para cada animalito del centro podemos cambiar el material de las etiquetas con materiales con mayor envergadura debido a que los animalitos son muy inquietos y en toda la ejecución del proyecto de investigación cambiamos de collar muy a menudo.

Podríamos utilizar vario métodos de identificación para los perros comunitarios como son la impresión del código QR en un collar siempre y cuando tenga supervisión de las personas apadrinadas de ellos.

Para la recolección de datos es indispensable trabajar con una memoria mucho más amplia que la que obtenemos con el módulo ESP32 que tiene 520 KiB SRAM para tener un almacenamiento en un tiempo más prolongado.

En el proceso de programación deberíamos trata con procesos sencillo trabajar siempre con variables para poder manipular cualquier tipo de datos que obtengamos adicional a

ello tomar mucho en cuenta el tipo de conectividad de salida de los Equipos sé que vayan a adquirir.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] World Animal Protection, «El manejo humanitario de la población canina,» 2015. [En línea]. Available: [https://www.worldanimalprotection.cr/sites/default/files/media/cr\\_files/manejohumanitariopoblacioncanina.pdf](https://www.worldanimalprotection.cr/sites/default/files/media/cr_files/manejohumanitariopoblacioncanina.pdf).
- [2] Europa Press, 2020. [En línea]. Available: <https://www.europapress.es/sociedad/medio-ambiente-00647/noticia-70-perros-todo-mundo-viven-abandonados-500-millones-real-sociedad-canina-20200721155426.html>.
- [3] L. Langley, 2020. [En línea]. Available: <https://www.nationalgeographic.es/animales/2020/01/perros-callejeros-capacidad-natural-entender-gestos-humanos>.
- [4] L. Ovalle, 2022. [En línea]. Available: <https://www.milenio.com/estados/dia-internacional-de-los-animales-callejeros-4-de-abril>.
- [5] «La ordenanza que regula la tenencia de animales y el maltrato de animales domésticos,» 2015. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/9378>.
- [6] S. De la Torre, 2018. [En línea]. Available: <https://dialoguemos.ec/2018/10/cual-es-la-situacion-de-los-perros-callejeros-en-quito-un-estudio-de-la-usfq-lo-revela/>.
- [7] C. Mateo, 2021. [En línea]. Available: <https://www.lavanguardia.com/participacion/cartas/20210630/7564421/causas-soluciones-abandono-mascotas.html>.
- [8] Asamblea Nacional del Ecuador, 2017. [En línea]. Available: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf).
- [9] TECHINFO, «Sistema de posicionamiento local (lps),» 2013. [En línea]. Available: <https://techinfo.wiki/sistema-de-posicionamiento-local-lps/>.
- [10] K. M. M. D. Dayana Pérez, «Revista Científica Universidad Estatal del Sur de Manabí,» 05 01 2022. [En línea]. Available: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/474/591>.
- [11] S. Bonilla, 2022. [En línea]. Available: <https://lnxgest.es/como-funcionan-las-aplicaciones-de-localizacion/>.
- [12] El Telégrafo, 2014. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/80-mil-perros-vagan-por-las-calles-riobambenas>.

- [13] GADM Riobamba, 2019. [En línea]. Available: [http://www.gadmriobamba.gob.ec/phocadownload/lotaip2019/abril/AnexoS/Ordenanza\\_004\\_2019\\_Proteccion\\_Tenencia\\_y\\_Control\\_de\\_la\\_Fauna\\_Urbana.pdf](http://www.gadmriobamba.gob.ec/phocadownload/lotaip2019/abril/AnexoS/Ordenanza_004_2019_Proteccion_Tenencia_y_Control_de_la_Fauna_Urbana.pdf).
- [14] G. B. Fonseca, «USO DE LA TECNOLOGIA RFID PARA LLEVAR UN CONTROL Y RASTREO PARA UN SISTEMA DE INVENTARIO PARA BODEGAJE,» *Universidad Santo Tomás*, 2021.
- [15] D. G. IOnos. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/rfid/#:~:text=La%20distancia%20m%C3%A1xima%20de%20lectura%20o%20escritura%20es%20de%2010,utilizar%20una%20antena%20de%20dipolo..>
- [16] TECHINFO, «Sistema de posicionamiento local (lps),» 2023. [En línea]. Available: <https://techinfo.wiki/sistema-de-posicionamiento-local-lps/>.
- [17] D. O. L. T. Marcello A. Gómez Maureira, «ThingSpeak – an API and Web Service,» *Universidad en Leiden, Países Bajos*, pp. 2-3.
- [18] R. S. Madrid, «Sistema de monitorización meteorológico y,» *UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA*, pp. 7,8, 2021.
- [19] G. A. M. d. l. c. d. Riobamba, «Sitio web oficial del Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de Riobamba. CRIAR: una alternativa para manejo de la fauna urbana,» [En línea]. Available: <http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/noticias/boletines-de-prensa/1021-crear-una-alternativa-para-manejo-de-la-fauna-urbana#:~:text=Actualmente%20se%20está%20realizando%20el,en%20la%20zona%20de%20cuarentena..>
- [20] K. M. M. D. Dayana Pérez, «Revista Científica Universidad Estatal del Sur de Manabí,» 05 01 2022. [En línea]. Available: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unsumciencias/article/view/474/591>.

5.3 Encuesta de Satisfacción Realizada en CRIAR

**Formulario para determinar la satisfacción y utilidad de la Implementación de un sistema RFID para el control de la salud y bienestar en el centro de rescate animal CRIAR-Riobamba**

Esta encuesta tiene fines Investigativos para saber la aceptación del público y de los trabajadores del Centro de Rescate Integral Animal de Riobamba (CRIAR) para tener un control de la salud y bienestar de los animalitos que están dentro de CRIAR

\*Indica que la pregunta es obligatoria

1. Escriba su nombre \*

\_\_\_\_\_

2. Edad \*

\_\_\_\_\_

3. Seleccione

Marca solo un óvalo.

Trabajo en CRIAR

Visita

Figura 63: Encuesta de Satisfacción realizada en CRIAR

## 5.4 Resultados de la Encuesta

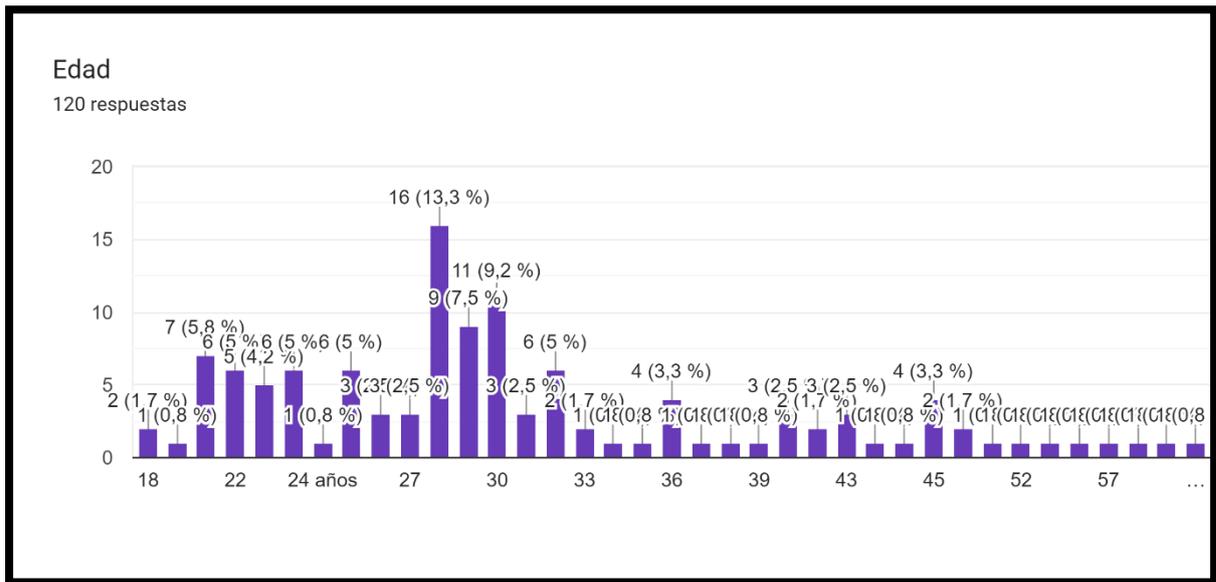


Figura 64: Grafica de resultados Pregunta 3

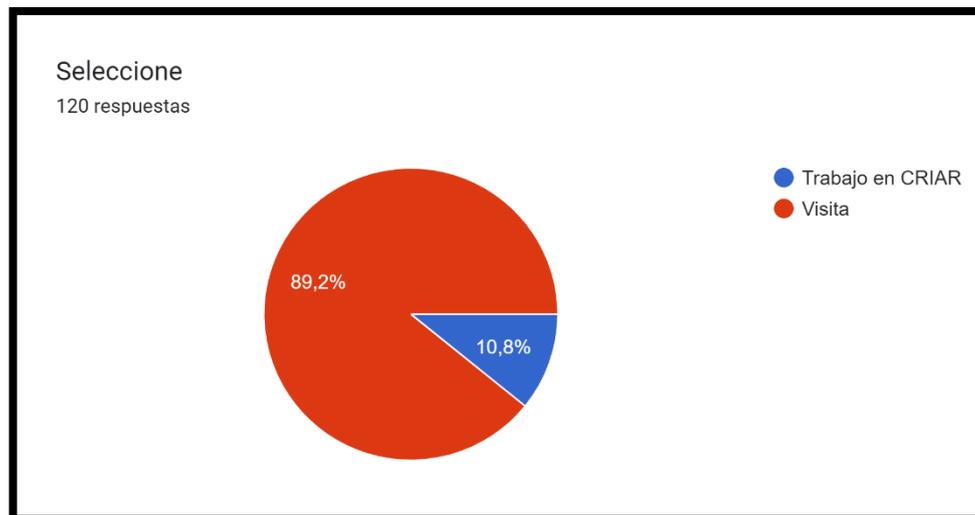


Figura 65: Grafica de resultados Pregunta 4

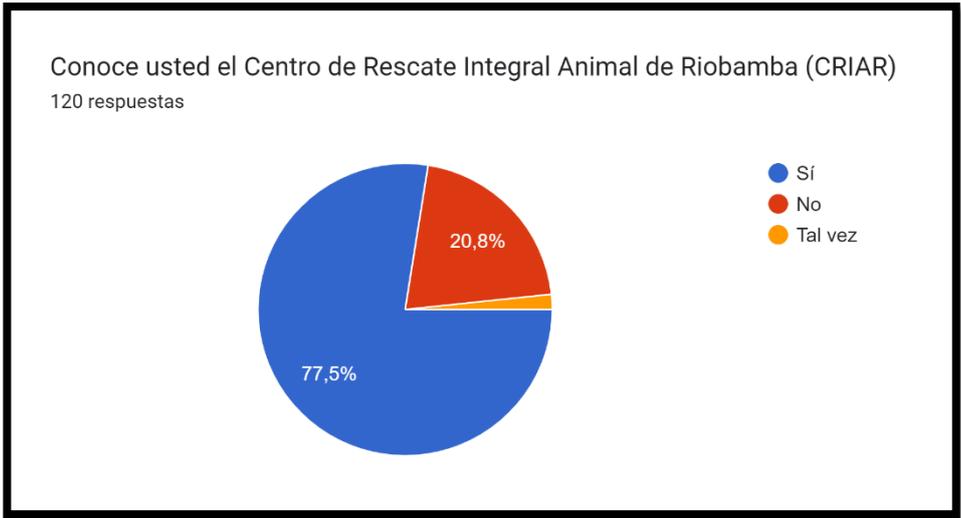


Figura 66: Grafica de resultados Pregunta 5

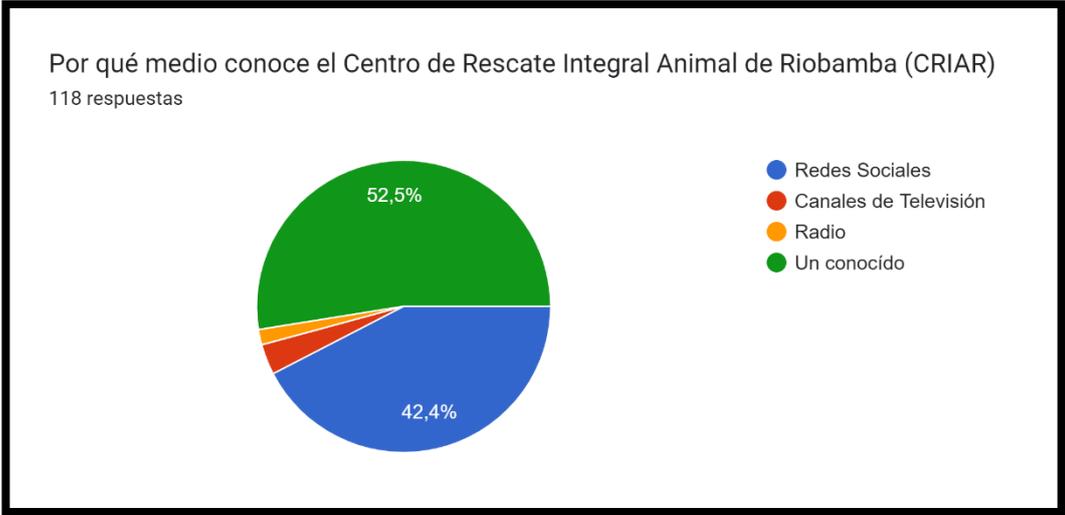


Figura 67: Grafica de resultados Pregunta 6



Figura 68: Grafica de resultados Pregunta 7

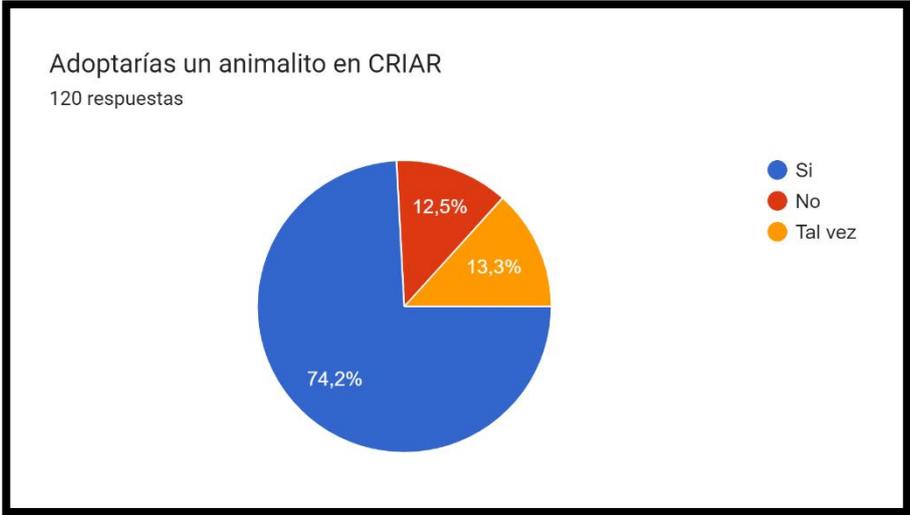


Figura 69: Grafica de resultados Pregunta 8

Cuál sería tu grado de aceptación si CRIAR tiene un control de Salud y Bienestar para los animalitos que estan dentro en las Instalaciones.

120 respuestas

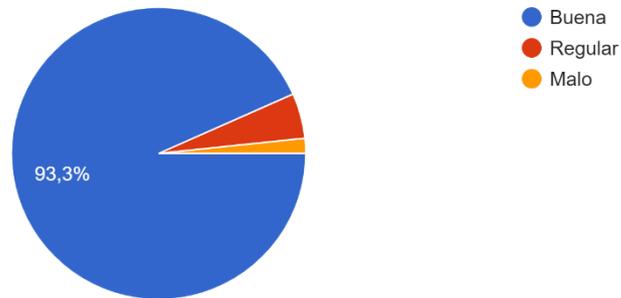


Figura 70: Grafica de resultados Pregunta 9

Cuál sería tu grado aceptación si CRIAR tiene un control de Salud y Bienestar para los animalitos Adoptados.

120 respuestas

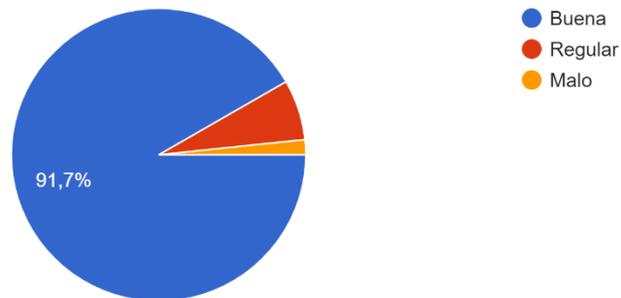


Figura 71: Grafica de resultados Pregunta 10

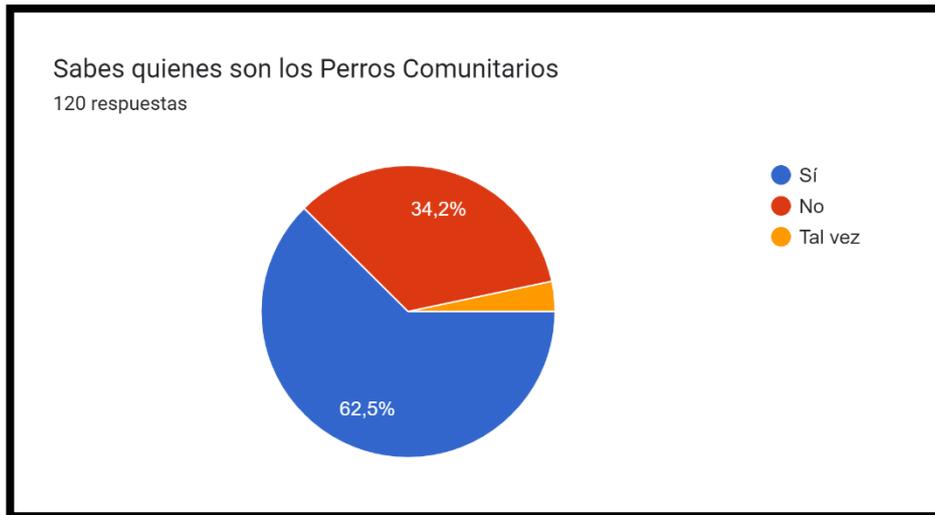


Figura 72: Grafica de resultados Pregunta 11



Figura 73: Grafica de resultados Pregunta 12

Cual seria tu grado de aceptación si CRIAR tiene un Sistema de Control para que los animalitos no abandonen las instalaciones sin autorización

120 respuestas

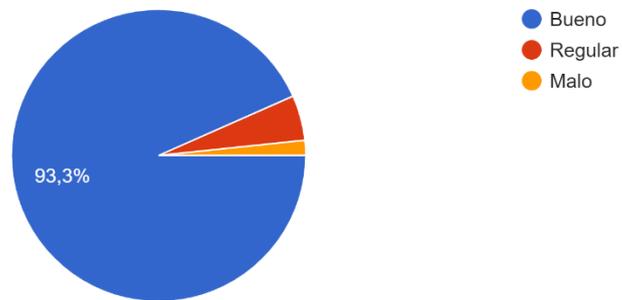


Figura 74: Grafica de resultados Pregunta 13