



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES  
Y REDES**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DISPENSADOR DE ALIMENTO PARA  
LOS PERROS DESAMPARADOS DE LA ESPOCH MEDIANTE  
TECNOLOGÍA INALÁMBRICA INTEGRADA A UNA  
PLATAFORMA IOT”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN:**

**TIPO: DISPOSITIVO TECNOLÓGICO**

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y  
REDES**

**AUTOR: PABLO ADRIAN PAZMIÑO RODRÍGUEZ**

**TUTOR: ING. MARCO VINICIO RAMOS VALENCIA MSC.**

Riobamba – Ecuador

2018

**©2018, Pablo Adrian Pazmiño Rodríguez**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y**  
**REDES**

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: DESEÑO DE UN SISTEMA DISPENSADOR DE ALIMENTO PARA LOS PERROS DESAMPARADOS DE LA ESPOCH MEDIANTE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA INTEGRADA A UNA PLATAFORMA IOT, de responsabilidad del señor Pablo Adrian Pazmiño Rodríguez, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación quedando autorizado su presentación.

FIRMA	FECHA
ING. JULIO SANTILLÁN <b>VICEDECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b> _____	_____
ING. PATRICIO ROMERO <b>DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES REDES</b> _____	_____
ING. VINICIO RAMOS VALENCIA MSC. <b>DIRECTOR DE TESIS</b> _____	_____
LICDO. RAÚL LOZADA MSC. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b> _____	_____

Yo, PABLO ADRIAN PAZMIÑO RODRÍGUEZ soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Pablo Adrian Pazmiño Rodríguez

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el mi guía y apoyo en los momentos difíciles de la carrera, por su infinito amor y bendiciones reflejadas a lo largo mi vida académica. A mis padres Margarita y Pedro por ser mi ejemplo superación y perseverancia he logrado conseguir mi meta, por formarme con valores, por su amor, por su constante apoyo y por siempre confiar en mí. A mis hermanos Jonathan, Geraldine y María por ser los compañeros de vida, por su apoyo incondicional, por sus palabras de motivación en todo momento que me han hecho crecer como persona. A mis amigos por compartir sus conocimientos, por su comprensión y ayuda constante en momentos cuando más los necesite, que gracias a su apoyo hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Pablo

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme tener y disfrutar de una buena salud, por su infinito amor y bondad, por brindarme sapiencia para poder asimilar con madurez los momentos difíciles de la carrera y alcanzar esta meta propuesta. A mis padres por ser el pilar fundamental de mi vida, por brindarme su confianza y apoyo moral, por acompañarme en mi preparación académica, a todo su esfuerzo diario que hacen para verme cumplir mis sueños y anhelos. A mis hermanos quienes siempre estuvieron pendientes de mí para brindarme sus consejos y apoyo, quienes se han convertido en pañuelo de mis tristezas y cómplices de mis logros. A mis amigos y compañeros en especial a TELMEL por su amistad desinteresada, por su compañía a lo largo de la carrera, por sus demostraciones de respeto y cariño, con quienes compartí hermosos e inolvidables momentos que quedaran guardados en lo profundo de mi ser. A mi querida alma mater la Escuela Superior Politécnica Chimborazo por abrirme las puertas para formarme como profesional y a la Escuela de Ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes sitio que se convirtió en mi segundo hogar. A mis docentes por compartirme su conocimiento, paciencia y motivación en especial al director del trabajo de titulación Ing. Vinicio Ramos MsC.; por su tiempo, consejos y asesoramiento durante el desarrollo de esta investigación y con ello concluir satisfactoriamente el trabajo de titulación.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	xv
SUMMARY .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	6
<b>1 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Alimentación Canina .....</b>	<b>6</b>
<i>1.1.1 Macronutrientes .....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.2 Deducción de las necesidades energéticas en los perros. ....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.3 Tipología de dietas.....</i>	<i>10</i>
<i>1.1.4 Tipología de alimento canino .....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.5 Pienso comercial para perros .....</i>	<i>13</i>
<b>1.2 Mecanismo dosificador de alimento .....</b>	<b>14</b>
<i>1.2.1 Estructura de dosificación. ....</i>	<i>14</i>
<i>1.2.1.1 Dosificador de banda rodante. ....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.1.2 Dosificador de tornillo.....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.1.3 Dosificador de compuerta rotativa. ....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.2 Dosificadores automáticos para perros. ....</i>	<i>17</i>
<i>1.2.3 Tipología de dosificadores automáticos.....</i>	<i>17</i>
<b>1.3 Componentes de un sistema dispensador.....</b>	<b>20</b>
<i>1.3.1 Sensores.....</i>	<i>20</i>
<i>1.3.2 Controlador .....</i>	<i>21</i>
<i>1.3.3 Actuadores.....</i>	<i>22</i>
<i>1.3.4 Medio de comunicación .....</i>	<i>22</i>
<i>1.3.5 Interfaz.....</i>	<i>23</i>
<b>1.4 Tecnología inalámbrica. ....</b>	<b>24</b>
<i>1.4.1 Tecnología de identificación.....</i>	<i>25</i>
<i>1.4.1.1 Tipología de la tecnología de identificación.....</i>	<i>25</i>
<i>1.4.2 Tecnologías para la transmisión de datos .....</i>	<i>28</i>
<i>1.4.2.1 Tipología de la tecnología para la transmisión de datos.....</i>	<i>28</i>
<b>1.5 Internet de las Cosas (IoT) .....</b>	<b>31</b>
<i>1.5.1 Pilares de IoT .....</i>	<i>32</i>
<i>1.5.2 Características.....</i>	<i>33</i>
<i>1.5.3 Arquitectura.....</i>	<i>33</i>
<i>1.5.4 Tipos de conexiones dentro de IoT.....</i>	<i>35</i>

1.5.5	<i>Modelo de comunicación de IoT</i> .....	36
1.5.6	<i>Protocolos dedicados a IoT</i> .....	36
1.5.7	<i>Áreas de aplicación del IoT</i> .....	37
1.5.8	<i>Plataforma IoT</i> .....	38
1.5.8.1	<i>Propiedades de la plataforma IoT</i> .....	38
1.5.8.2	<i>Plataforma IoT de hardware</i> .....	40
<b>CAPÍTULO II</b> .....		<b>43</b>
<b>2</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>43</b>
<b>2.1</b>	<b>Metodología de la investigación</b> .....	<b>43</b>
2.1.1	<i>Tipo de investigación</i> .....	43
2.1.2	<i>Método de investigación</i> .....	43
2.1.2.1	<i>Métodos Teóricos</i> .....	43
2.1.2.2	<i>Métodos empíricos</i> .....	44
2.1.3	<i>Técnicas de investigación</i> .....	45
<b>2.2</b>	<b>Requerimientos del sistema Dispensador de Alimento Canino (DACAN)</b> .....	<b>46</b>
2.2.1	<i>Concepción de la arquitectura general del sistema DACAN</i> .....	47
2.2.2	<i>Diseño de la arquitectura del sistema</i> .....	48
2.2.2.1	<i>Diagrama de interacción del módulo dispensador</i> .....	48
<b>2.3</b>	<b>Selección de los elementos que constituyen el sistema DACAN</b> .....	<b>49</b>
2.3.1	<i>Selección de la tecnología inalámbrica de identificación</i> .....	49
2.3.1.1	<i>Selección del tipo de módulo RFID</i> .....	52
2.3.2	<i>Selección de la tecnología inalámbrica para la transmisión de datos</i> .....	54
2.3.2.1	<i>Selección del tipo de módulo Wi-Fi</i> .....	56
2.3.3	<i>Selección de la Plataforma IoT de Hardware</i> .....	59
2.3.3.1	<i>Selección del tipo de Arduino</i> .....	61
2.3.4	<i>Dispositivos adicionales</i> .....	64
2.3.5	<i>Diagrama de conexión del sistema DACAN</i> .....	73
2.3.6	<i>Diseño de placa</i> .....	75
2.3.7	<i>Diseño de plataforma IoT</i> .....	75
2.3.7.1	<i>Base de datos</i> .....	75
<b>2.4</b>	<b>Requerimiento Software para el sistema DACAN</b> .....	<b>76</b>
2.4.1	<i>Requerimiento del módulo dispensador</i> .....	76
2.4.2	<i>Requerimiento de la plataforma IoT</i> .....	76
<b>2.5</b>	<b>Software de desarrollo del sistema</b> .....	<b>77</b>
2.5.1.1	<i>Herramienta Software Arduino IDE</i> .....	77
2.5.1.2	<i>Herramienta Herramienta My SQL</i> .....	77
2.5.1.3	<i>Herramienta NetBeans ID</i> .....	77



<b>2.6</b>	<b>Programación del sistema DACAN .....</b>	<b>78</b>
<b>2.6.1</b>	<b><i>Diagrama de flujo del módulo dispensador.....</i></b>	<b>78</b>
<b>2.6.2</b>	<b><i>Diagrama de flujo de la interconexión con la plataforma IoT.....</i></b>	<b>80</b>
<b>2.7</b>	<b>Implementación del sistema DACAN.....</b>	<b>82</b>
<b>2.7.1</b>	<b><i>Implementación del módulo dispensador.....</i></b>	<b>82</b>
<b>2.7.1.1</b>	<b><i>Subsistema de almacenamiento.....</i></b>	<b>82</b>
<b>2.7.1.2</b>	<b><i>Subsistema de energía.....</i></b>	<b>83</b>
<b>2.7.1.3</b>	<b><i>Subsistema de reconocimiento .....</i></b>	<b>83</b>
<b>2.7.1.4</b>	<b><i>Subsistema de procesamiento .....</i></b>	<b>84</b>
<b>2.7.1.5</b>	<b><i>Subsistema de dispensación .....</i></b>	<b>87</b>
<b>2.7.1.6</b>	<b><i>Subsistema de transmisión de datos.....</i></b>	<b>88</b>
<b>2.7.2</b>	<b><i>Implementación de la plataforma IoT.....</i></b>	<b>88</b>
<b>2.7.2.1</b>	<b><i>Configuración del Node MCU8266 para la interconexión.....</i></b>	<b>88</b>
<b>2.7.2.2</b>	<b><i>Información del servidor para la interconexión .....</i></b>	<b>91</b>
<b>2.7.2.3</b>	<b><i>Implementación de la base de datos .....</i></b>	<b>92</b>
<b>2.7.2.4</b>	<b><i>Implementación de la página web.....</i></b>	<b>94</b>
<b>2.7.2.5</b>	<b><i>Visualización de datos de la página web .....</i></b>	<b>94</b>
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>96</b>
<b>3</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>96</b>
<b>3.1</b>	<b>Pruebas de Hardware implementado.....</b>	<b>96</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>Pruebas de reconocimiento.....</i></b>	<b>97</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>Latencia entre el lector RFID y la plataforma IoT.....</i></b>	<b>98</b>
<b>3.1.3</b>	<b><i>Distancia de cobertura Wi-Fi .....</i></b>	<b>98</b>
<b>3.1.4</b>	<b><i>Consumo de energía del módulo dispensador.....</i></b>	<b>104</b>
<b>3.1.5</b>	<b><i>Caracterización de mediciones realizadas al modulo dispensador.....</i></b>	<b>105</b>
<b>3.1.6</b>	<b><i>Repetitividad del módulo dispensador .....</i></b>	<b>106</b>
<b>3.2</b>	<b>Pruebas de la plataforma IoT .....</b>	<b>107</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Comunicación entre el servidor y un cliente.....</i></b>	<b>108</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>Comunicación entre el Arduino y la plataforma IoT .....</i></b>	<b>108</b>
<b>3.2.3</b>	<b><i>Caracterización de mediciones realizadas para la interconexión .....</i></b>	<b>109</b>
<b>3.2.4</b>	<b><i>Prueba de almacenamiento del sistema.....</i></b>	<b>110</b>
<b>3.3</b>	<b>Análisis económico del sistema DACAN .....</b>	<b>111</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>113</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>114</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Aporte de energía de los macro nutrientes .....	9
<b>Tabla 2-1:</b> Proporción de macronutrientes en dieta canina .....	10
<b>Tabla 3-1:</b> Pienso comercial en Ecuador.....	13
<b>Tabla 4-1:</b> Redes inalámbricas de acuerdo a su alcance. ....	24
<b>Tabla 5-1:</b> Parámetros de los estándares Wi-Fi.....	30
<b>Tabla 6-1:</b> Características importantes de IoT, .....	33
<b>Tabla 7-1:</b> Áreas de aplicación del IoT,.....	37
<b>Tabla 1-2:</b> Escala de evaluación útil para los parámetros. ....	46
<b>Tabla 2-2:</b> Parámetros de las tecnologías inalámbricas de identificación.....	50
<b>Tabla 3-2:</b> Grado de importancia de los parámetros de las tecnologías de identificación. ....	50
<b>Tabla 4-2:</b> Calificación cuantitativa de los parámetros ID inalámbrica.....	51
<b>Tabla 5-2:</b> Relación del grado de importancia mediante la evaluación cuantitativa ID.....	51
<b>Tabla 6-2:</b> Parámetros de los tipos módulos RFID de lectura. ....	52
<b>Tabla 7-2:</b> Grado de importancia de los parámetros de los módulos RFID.....	53
<b>Tabla 8-2:</b> Calificación cuantitativa de los parámetros de los módulos RFID.....	53
<b>Tabla 9-2:</b> Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa RFID.....	53
<b>Tabla 10-2:</b> Parámetros de las tecnologías inalámbricas para la transmisión de datos.....	54
<b>Tabla 11-2:</b> Grado de importancia de los parámetros Tx inalámbrica.....	55
<b>Tabla 12-2:</b> Calificación cuantitativa de los parámetros Tx inalámbrica.....	56
<b>Tabla 13-2:</b> Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa Tx .....	56
<b>Tabla 14-2:</b> Parámetros de los modelos de módulos Wi-Fi. ....	57
<b>Tabla 15-2:</b> Grado de importancia de los parámetros de los módulos Wi-Fi. ....	57
<b>Tabla 16-2:</b> Calificación cuantitativa de los parámetros de los módulos Wi-Fi. ....	58
<b>Tabla 17-2:</b> Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa Wi-Fi .....	58
<b>Tabla 18-2:</b> Parámetros de la plataforma IoT de hardware.....	59
<b>Tabla 19-2:</b> Grado de importancia de las características de las plataformas IoT de hardware. ....	60
<b>Tabla 20-2:</b> Calificación cuantitativa de los parámetros de las plataformas IoT de hardware. ....	60
<b>Tabla 21-2:</b> Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa IoT hardware. ....	61
<b>Tabla 22-2:</b> Parámetros de los modelos de plataformas de hardware Arduino.....	61
<b>Tabla 23-2:</b> Grado de importancia de los parámetros Arduino.....	62
<b>Tabla 24-2:</b> Calificación cuantitativa de los parámetros Arduino.....	62
<b>Tabla 25-2:</b> Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa Arduino .....	63

<b>Tabla 26-2:</b> Especificaciones técnicas del módulo relé de 2 canales.....	64
<b>Tabla 27-2:</b> Especificaciones técnicas del sensor ultrasónico Hc-sr04.....	65
<b>Tabla 28-2:</b> Especificaciones técnicas de la electroválvula 12 V - 1/2" .....	66
<b>Tabla 29-2:</b> Especificaciones técnicas de la fuente de alimentación ATX .....	67
<b>Tabla 30-2:</b> Especificaciones técnicas del motor eléctrico paso a paso. ....	69
<b>Tabla 31-2:</b> Especificaciones técnicas del servomotor .....	70
<b>Tabla 32-2:</b> Especificaciones técnicas del sensor de presión MF01 .....	71
<b>Tabla 33-2:</b> Especificaciones técnicas de la etiqueta RFID Pasiva.....	72
<b>Tabla 34-2:</b> Esquema de conexión de módulos a nivel de hardware. ....	84
<b>Tabla 35-2:</b> Esquema de conexión de sensores a nivel de hardware. ....	85
<b>Tabla 36-2:</b> Esquema de conexión de actuadores a nivel de hardware.....	86
<b>Tabla 1-3:</b> Medición de la latencia generada en Parque del Estudiante ESPOCH .....	99
<b>Tabla 2-3:</b> Medición de latencia generada en Facultad de Ciencias ESPOCH.....	101
<b>Tabla 3-3:</b> Medición de latencia generada en la FIE- ESPOCH.....	103
<b>Tabla 4-3:</b> Consumo de corriente y voltaje del prototipo .....	104
<b>Tabla 5-3:</b> Mediciones realizadas con los sensores de presión y ultrasónico .....	106
<b>Tabla 6-3:</b> Valores obtenidos para la repetitividad del sistema DACAN .....	107
<b>Tabla 7-3:</b> Mediciones realizadas del tiempo de respuesta.....	109
<b>Tabla 8-3:</b> Análisis económico del prototipo.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Porción de alimento de acuerdo al tamaño y peso del perro .....	6
<b>Figura 2-1:</b> Pirámide de nutrición para perros .....	8
<b>Figura 3-1:</b> Tipología de alimento canino.....	12
<b>Figura 4-1:</b> Estructura básica del dispensador de alimento canino .....	14
<b>Figura 5-1:</b> Mecanismo de banda rodante.....	15
<b>Figura 6-1:</b> Mecanismo a tornillo sinfin .....	16
<b>Figura 7-1:</b> Mecanismo de compuerta rotativa .....	17
<b>Figura 8-1:</b> Comedero automático Hommini.....	18
<b>Figura 9-1:</b> Comedero automático HoneyGuardian A-25 .....	19
<b>Figura 10-1:</b> Alimentador automático PetSinc .....	20
<b>Figura 11-1:</b> Tipos de sensores .....	21
<b>Figura 12-1:</b> Tipos de controladores.....	21
<b>Figura 13-1:</b> Tipos de actuadores.....	22
<b>Figura 14-1:</b> Medios de comunicación .....	23
<b>Figura 15-1:</b> Interfaz .....	23
<b>Figura 16-1:</b> Pila de protocolo bluetooth .....	26
<b>Figura 17-1:</b> Funcionamiento de la tecnología RFID .....	27
<b>Figura 18-1:</b> Funcionamiento de la tecnología NFC.....	28
<b>Figura 19-1:</b> Aplicaciones Zigbee.....	29
<b>Figura 20-1:</b> Como funciona Wimax .....	31
<b>Figura 21-1:</b> Internet de las cosas .....	31
<b>Figura 22-1:</b> Crecimiento de los dispositivos IoT conectados para esta década.....	32
<b>Figura 23-1:</b> Arquitectura del Internet de las Cosas .....	34
<b>Figura 24-1:</b> Propiedades de la plataforma IoT. ....	40
<b>Figura 25-1:</b> Modelos de Arduino .....	41
<b>Figura 26-1:</b> Modelos de tarjetas Raspberry Pi.....	41
<b>Figura 27-1:</b> Tarjeta Libelium Waspnote .....	42
<b>Figura 1-2:</b> Secuencia ordenada de pasos para el desarrollo del sistema.....	45
<b>Figura 2-2:</b> Concepción general del sistema dispensador DACAN.....	47
<b>Figura 3-2:</b> Diagrama de interacción del módulo dispensador .....	48
<b>Figura 4-2:</b> Módulo RFID modelo MFRC-522 .....	54
<b>Figura 5-2:</b> Módulo ESP8266 Wi-Fi .....	59
<b>Figura 6-2:</b> Arduino Pro Mini 5 V .....	63

<b>Figura 7-2:</b> Módulo relé de 2 canales .....	64
<b>Figura 8-2:</b> Sensor ultrasónico.....	65
<b>Figura 9-2:</b> Electroválvula 12 V - 1/2" .....	66
<b>Figura 10-2:</b> Fuente de alimentación ATX.....	67
<b>Figura 11-2:</b> Motor eléctrico paso a paso .....	68
<b>Figura 12-2:</b> Servomotor.....	70
<b>Figura 13-2:</b> Sensor de presión MF01 .....	71
<b>Figura 14-2:</b> Etiqueta RFID Pasiva.....	72
<b>Figura 15-2:</b> Collar de polipropileno para perros. ....	73
<b>Figura 16-2:</b> Esquema general de conexiones del sistema DACAN. ....	74
<b>Figura 17-2:</b> Diseño de placa mediante ISIS Proteus .....	75
<b>Figura 18-2:</b> Relaciones Base de Datos .....	76
<b>Figura 19-2:</b> Diagrama de flujo del módulo dispensador. ....	79
<b>Figura 20-2:</b> Diagrama de la interconexión con la plataforma IoT.....	81
<b>Figura 21-2:</b> Subsistema de almacenamiento. ....	83
<b>Figura 22-2:</b> Subsistema de reconocimiento.....	84
<b>Figura 23-2:</b> Visualización del esquema de conexión de controladores.....	85
<b>Figura 24-2:</b> Visualización del esquema de conexión de sensores .....	86
<b>Figura 25-2:</b> Visualización del esquema de conexión de actuadores.....	87
<b>Figura 26-2:</b> Subsistema de dosificación .....	88
<b>Figura 27-2:</b> Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas.....	89
<b>Figura 28-2:</b> Instalación de librerías .....	90
<b>Figura 29-2:</b> Gestor de Tarjetas .....	90
<b>Figura 30-2:</b> Código Arduino para la tarjeta Node MCU8266.....	91
<b>Figura 31-2:</b> Información del servidor para la interconexión .....	92
<b>Figura 32-2:</b> Tablas creadas en phpMyAdmin.....	93
<b>Figura 33-2:</b> Estructura de la tabla all_data.....	93
<b>Figura 34-2:</b> Fragmento de código Dreamweaver CS6 del sistema DACAN .....	94
<b>Figura 35-2:</b> Interfaz web de la plataforma IoT.....	95
<b>Figura 1-3:</b> Prototipo del sistema DACAN.....	96
<b>Figura 2-3:</b> Identificación de la etiqueta RFID en el monitor del puerto serial .....	97
<b>Figura 3-3:</b> Mediciones con Multímetro .....	105
<b>Figura 4-3:</b> Prueba cliente servidor.....	108
<b>Figura 5-3:</b> Comunicación entre el Arduino y la plataforma IoT .....	109
<b>Figura 6-3:</b> Almacenamiento de datos en el Servidor.....	110
<b>Figura 7-3:</b> Descarga de datos en un archivo Excel.....	111

## INDICE DE ABREVIATURAS

<b>ESPOCH:</b>	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
<b>FIE:</b>	Facultad de Informática y la Comunicación
<b>IOT:</b>	Internet de las Cosas
<b>GAD:</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado
<b>TECSU:</b>	Tecnológico Sudamericano
<b>ID:</b>	Identificador
<b>EM:</b>	Energía ha Metabolizar
<b>AGROCALIDA:</b>	Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro
<b>TIC:</b>	Tecnología de la Información y la comunicación
<b>ELF:</b>	Extremely Low Frequency (Frecuencia Extremadamente Baja)
<b>UHF:</b>	Ultra High Frequency (Frecuencia Ultra Alta)
<b>SHF:</b>	Super High Frequency (Frecuencia Super Alta)
<b>EHF:</b>	Extremely High Frequency (Frecuencia Extremadamente Alta)
<b>WWAN:</b>	Wireless Wide Area Network (Red Inalámbrica de Área Amplia)
<b>WMAN:</b>	Wireless Metropolitan Area Network (Red Inalámbrica de Área Metropolitana)
<b>WLAM:</b>	Wireless Local Area Network (Red Inalámbrica de Área Local)
<b>WPAM:</b>	Wireless Personal Area Network (Red Inalámbrica de Área Personal)
<b>GPRS:</b>	General Packet Radio Service (Servicio general de paquetes vía radio)
<b>UTMS:</b>	Universal Mobile Telecommunications System (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles)
<b>HSDPA:</b>	High Speed Downlink Packet Access (Paquete de bajada de alta velocidad de acceso)
<b>GSM:</b>	Global System for Mobile Communications (Sistema Global de Communications Móviles)
<b>LMDS:</b>	Local Multipoint Distribution Service (Sistema de Distribución Local Multipunto)
<b>Wi-Max:</b>	Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial de Acceso por Microondas)
<b>Wi-Fi:</b>	Wireless Fidelity (Fidelidad Inalambrica)
<b>IEEE:</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica)
<b>GFSK:</b>	Gaussian Frequency Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia Gausiana)
<b>RFID:</b>	Radio Frequency Identification (Identificación por Radiofrecuencia)

<b>NFC:</b>	Near Field Comunication (Comunicación de Campo Cercano)
<b>UID:</b>	User ID (Identificador de Usuario)
<b>NDEF:</b>	NFC Data Exchange Format (Formato de Intercambio de Datos NFC)
<b>UIT:</b>	Unión Internacional de Telecomunicaciones
<b>M2M:</b>	Machine to Machine
<b>M2P:</b>	Conexión Maquina a Persona
<b>P2P:</b>	Conexión Persona a Persona
<b>IAB:</b>	Internet Advertising Bureau (Comité de Arquitectura de Internet)
<b>GNU:</b>	Not Unix (No es Unix)
<b>GPS:</b>	Global Positoning System (Sistema de Posicionamiento Global)
<b>USB:</b>	Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)
<b>Kg:</b>	Kilogramos
<b>Km:</b>	Kilometro
<b>mm:</b>	Milímetro
<b>mA:</b>	Miliamperio
<b>ms:</b>	Milisegundos
<b>Mbps:</b>	Megabit por segundo
<b>Hz:</b>	Herz (Hercio)
<b>KHz:</b>	Kilo Hertz
<b>MHz:</b>	Mega Hertz
<b>GHz:</b>	Giga Hertz

## RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación fue el diseño de un sistema dispensador de alimento para los perros desamparados de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) mediante tecnología inalámbrica integrada a una plataforma IoT (DACAN). Consiste en un sistema electrónico basado en las tecnologías inalámbricas identificación por radiofrecuencia (RFID) y Wi-Fi. Está compuesta por un módulo dispensador y la plataforma IoT, que en su conjunto permiten dispensar la cantidad de alimento adecuado dependiendo del tamaño y peso del can. El prototipo a través del lector RFID recepta el identificador de la tarjeta colocado en el collar del perro y envía mediante wireless a comprobar su registro en la base de datos, si se encuentra asociado, activa los mecanismos de dispensación de alimento y agua. La información suministrada por el módulo dispensador es transmitida a la plataforma IoT mediante la interconexión con en el servidor k2s01 (FL-US) donde los datos de pesos y alertas son almacenados y mostrados en tiempo real en la red, además la página cuenta con información relacionada a la alimentación canina y opciones interactivas para consultar, actualizar, registrar y eliminar datos, los dos últimos manipulados por el administrador. De las pruebas realizadas se determinó que el prototipo funcionara en los predios de la FIE-ESPOCH ya que cuenta con una cobertura de 37 metros, un tiempo de retardo de petición de 3,24 segundos y no presenta pérdidas de paquetes corroborando que la interconexión con la plataforma IoT es satisfactoria. Al analizar los pesos emitidos por el prototipo, mediante el coeficiente de variación se determinó su estabilidad al reportar valores que no superan el 1%. De las pruebas realizadas se puede concluir que el sistema implementado se puede convertir en herramienta de ayuda para dar seguimiento nutricional a los perros desamparados. Se recomienda que el sistema incorpore un subsistema que automatice el alimento sobrante y pueda ser reutilizado.

**Palabras clave:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <COMUNICACIONES INALÁMBRICAS>, <ALIMENTACIÓN CANINA>, <MECANISMO DOSIFICADOR>, <PLATAFORMA IOT>, <TRASMISIÓN DE DATOS >.



## SUMMARY

The aim of this titling work was the design of food dispensers system to stray dogs of the campus at the Higher Polytechnic School from Chimborazo (ESPOCH) through wireless technology integrated to an IoT platform (DACAN). It deals with an electronic system based on wireless technologies radio frequency identification (RFID) and Wi-Fi. It comprises by a dispensing module and the IoT platform, together enable provide a sufficient quantity of feedingstuff depending on the size and weight of the dog. The prototype receives the card ID placed onto the dog's collar through an RFID reader and sends by wireless to check its recording in the database, if it is associated, activates food and water dispensing mechanisms. The information supplied by the dispensing module is broadcasted to the IoT platform through the interconnection with the server k2s01 (FL-US) where weights and alerts data are stored and shown in real time online, also the page has information related to dog food and interactive options to search, update, record and delete data, the two latest manipulated by the administrator. It was determined that the prototype will work at the FIE-ESPOCH grounds since it covers 37 meters, 3,24 seconds of request delay and it does not present packet loss confirming that the interaction with the IoT platform is successful. In analyzing the emitted weights by the prototype, its stability was determined by reporting values that do not exceed 1% by means of the coefficient of variation. It is concluded that the implemented system from the tests conducted can become a helpful tool for nutritional monitoring of stray dogs. It is recommended that the system incorporates a subsystem which automatized the leftover food and can be reused.

**Keywords:** <ELECTRONIC ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <TELECOMMUNICATIONS>, <WIRELESS COMMUNICATIONS>, <CANINE FEEDING>, <DISPENSING MECHANISM>, <IOT PLATFORM>, <DATA TRANSMISSION>.

## INTRODUCCIÓN

### ANTECEDENTES

El continuo crecimiento a nivel de población que las grandes ciudades sostienen, se debe al desplazamiento de los habitantes de la zona rural a las ciudades, conlleva un traslado de animales domésticos y a un aumento de ejemplares caninos. Problemática que resulta difícil superar debido a que la sociedad no cuenta con la suficiente información sobre el manejo responsable de mascotas además de la falta de sentido de pertenencia, hace que los canes merodeen por las calles en busca de alimento (Cadena, 2013).

El Ecuador se encuentra entre los países sudamericanos con mayor número de animales maltratados y se estima que cada año, 500 mil son abandonados. Los perros callejeros pueden constituirse en posibles transmisores de enfermedades a humanos las cuales podrían ser económicamente significativas o afectar la salud de otros animales domésticos. Los perros callejeros presentan la alerta de ser diseminadores potenciales de enfermedades (Cadena, 2013).

En Riobamba existen 22844 canes registrados de acuerdo a los datos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública los cuales obtuvieron en la campaña de vacunación canina abril 2013. En el mismo año la Dirección de Proyectos del GAD Municipal determinó que 4928 canes se encuentran en condiciones deplorables deambulando por las calles del cantón. Con el fin de erradicar esta problemática se realizan campañas de concientización y socialización de la Ordenanza que Regula la Tenencia Responsable de Mascotas, además operativos de control respecto a la comercialización de canes en espacios públicos (Municipio de Riobamba, 2017, p.1).

Un estudio desarrollado sobre el tema, en México en el 2014, por la Universidad Nacional Autónoma de México, consiste en el desarrollo de un dispensador automático de croquetas para perros. que permita un diseño funcional y eficiente para un módulo programable de croquetas para perros, capaz de dosificar la ración necesaria de croquetas, según el requerimiento energético del perro, a las horas programadas por el usuario (González, R & Picazo, 2014).

En el país existe una tesis relacionada al tema a investigar en la Universidad de Guayaquil el trabajo de titulación “Diseño de un dispensador de comida para perros utilizando una placa programable, controlado y monitoreado en una plataforma en la nube” con la particularidad que dicho proyecto diseña el dispensador que es controlado remotamente, para evitar diversos problemas producto de la mala nutrición y la falta de cuidado en los perros (Sánchez, 2017).

No hay una cifra de cuántos perros abandonados hay en la ESPOCH, pero se los observa deambulando por veredas, calles y parques del campus politécnico; la mayoría de estos animales no nacieron en los predios de la Institución, en su momento, ellos fueron parte de un hogar, pero cuando se acabó el gusto o en algunos casos el capricho de tenerlos, fueron echados a la calle los cuales pasan hambre, frío y sufren accidentes inclusive la gente los mira con ira o indiferencia.

Por tal motivo, el presente trabajo de titulación busca estructurar un sistema electrónico con tecnología inalámbrica que identifique y almacene datos en una plataforma IoT para asistir con una nutrición adecuada a los perros vulnerables de la ESPOCH registrados, proporcionando alimentos balanceados teniendo como propósito contribuir con los macronutrientes y calorías necesarios para que realicen sus actividades diarias.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo diseñar un sistema dispensador de alimento para los perros desamparados de la ESPOCH mediante tecnología inalámbrica integrada a una plataforma IoT?

## **SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Cuál es la cantidad de alimento que deben consumir los canes?
- ¿Qué tecnología inalámbrica es la de mejor adaptación a los requerimientos del sistema electrónico?
- ¿En qué lugar será implementado el prototipo dispensador de alimentos canino?
- ¿Cómo interconecto el prototipo con la plataforma IoT?
- ¿Cuál serían los resultados de implementar un sistema dispensador de alimento canino?

## **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

El presente proyecto se desarrolla con el propósito de cubrir las necesidades alimenticias que poseen los perros desamparados de la ESPOCH, se pretende brindar de una forma controlada la porción adecuada de alimento de acuerdo con un registro de los ejemplares caninos. Se garantiza un ahorro de tiempo, y tener la información en la nube a través de una plataforma IoT donde se puede evidenciar el suministro diario de nutrimento acorde al tamaño y peso del perro.

El prototipo dispensador de alimento canino brinda al administrador el poder realizar ciertas modificaciones y nuevos ingresos, así como el control de las raciones de comida que se le puede brindar a los canes desamparados. Se verifican los datos en los registros que contiene la

plataforma IoT y a continuación mediante la combinación de hardware y software se ejecuta el proceso de alimentación específica para cada uno de los perros. (Consuegra M., & González D. 2011)

Existen fundaciones y casa hogares que acogen a animales de toda clase, es el caso del Albergue Canino Criar que impulsa GAD de Riobamba donde atiende a especies caninas y felinas del cual, los perros representan el grupo más alto en cuanto vulnerabilidad. Sin embargo, son escasos los recursos con los que cuenta dichas instituciones, y para hacer frente a la demanda en el cuidado y alimentación de los ejemplares caninos recurren a la autogestión que se encuentra liderada por la Srta. Reina del Cantón Riobamba y su corte de honor.

Los principales sitios donde se alojan los perros callejeros son: botaderos de basura, puestos de vendedores ambulantes de comida, camales y mercados donde venden alimentos. Por lo que un estudio de campo que permita la observación directa de animales callejeros en sitios denominados de concentración como los mercados públicos, podría beneficiar a la elaboración de una estimación de la población más ajustada a la realidad; pudiendo así, manejar estimadores y proyecciones más acertadas en el futuro, al igual que su réplica en otras ciudades del país. (Cadena, G. 2013, p.19).

Entre las investigaciones relacionadas, efectuadas en nuestro país; se encuentra una en la TECSU de Guayaquil en la cual reposa el proyecto denominado “Dispensador de alimentos para mascotas programable desde una aplicación en el teléfono móvil” el propósito fue realizar un dispensador de alimentos para mascotas con horarios programables, para una mejor nutrición balanceada. Para ello fue necesario la definición del efecto de una alimentación inadecuada en las mascotas. (Badillo, C. 2017)

De lo expuesto se concluye que no hay un sistema que ayude con la identificación plena de los perros desamparado, qué cantidad de alimento podría ser más adecuada para que aporte macronutrientes y calorías, necesarias para la buena salud de los canes afectados por el cambio de ciertas condiciones de vida que no fueron consideradas. Por tal motivo el proyecto busca desarrollar un sistema dispensador de alimento que identifique al perro, y se almacene en la base de datos de acuerdo al registro propio de cada tarjeta id inalámbrica portada por el perro.

El presente trabajo de titulación, contribuye como un proyecto de vinculación social al brindar porciones de nutrimento canino a este sector vulnerable, causando impacto positivo en la sociedad, pudiendo ser utilizada como herramienta de ayuda para estudios futuros, el sistema electrónico será ensamblado con mano de obra nacional y El Plan Nacional del Buen Vivir en el

objetivo 10.2 que textualmente expresa Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales.

## **JUSTIFICACIÓN APLICATIVA**

En la presente investigación se busca realizar la implementación de un sistema dispensador de alimento para dar raciones equilibradas a los perros desamparados de la ESPOCH, el mismo que estará energizado con corriente eléctrica, contara con una conexión permanente de agua, el alimento, así como el líquido vital se almacenan en repositorios de plástico con tapa; el desarrollador programa la cantidad de alimento de acuerdo al tamaño y peso del perro registrado.

Cuando el perro se acerque al prototipo con un dispositivo de identificación inalámbrica la cual emite datos necesarios para proceder con el intercambio de información con la base de datos de la plataforma IoT, al comprobar su registro, se activan los dosificadores, si no avanza la croqueta, caerá en un repositorio secundario.

La cantidad exacta que ha sido consumida por el can estará formulada por el alimento proporcionado restada del alimento sobrante datos que junto a las alarmas serán transferidos a la plataforma IoT. El dispositivo ID inalámbrico será portado por los canes a través de un collar resistente, seguro y adaptable elaborado con polipropileno y accesorios plásticos.

Esta configuración funciona correctamente para cuando se acerque un perro; en cuanto al escenario en el que se acerque otro ejemplar canino en el mismo instante de tiempo el proceso de evacuación del alimento sobrante será rápido de tal manera que enseguida el sistema dispensador suministre la siguiente porción especificada para al perro que se registró último.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema dispensador de alimento para los perros desamparados de la ESPOCH mediante tecnología inalámbrica integrada a una plataforma IoT.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar la cantidad adecuada de alimento que deben consumir los canes dependiendo de su tamaño y peso.
- Seleccionar la tecnología inalámbrica que mejor se adapte a los requerimientos del sistema electrónico.
- Implementar un prototipo dispensador de alimento canino en los predios de la ESPOCH.
- Establecer la interconexión entre el prototipo y la plataforma IoT.
- Analizar los resultados del sistema dispensador de alimento canino implementado.

El presente trabajo de titulación indica los procesos realizados para cumplir con los objetivos del mismo. Está formado de la introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El primer capítulo hace referencia al marco teórico en el cual se basa el sistema. El segundo capítulo detalla el marco metodológico y el desarrollo del sistema. El tercer capítulo describe las pruebas y los resultados obtenidos.






# CAPÍTULO I

## 1 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se investiga las diferentes dietas y alimento que requiere el perro, además se desarrolla la base teórica de los dosificadores de alimento canino sus características, y elementos de identificación y comunicación inalámbrica para enlazar con la plataforma IoT

### 1.1 Alimentación Canina

Los perros, al igual que todos los organismos vivos, deben recibir una apropiada alimentación con el propósito de mantenerse saludables y en buenas condiciones, teniendo en consideración el peso al igual que su tamaño para satisfacer la demanda calórica del perro, es fundamental comprender los nutrientes esenciales que componen la variedad de alimento. En la Figura 1-1 se muestra la porción de energía metabólica requerida de acuerdo a la talla y peso del perro. (Mundo Perro, 2018).

Ejemplar					
Talla	Miniatura	Pequeño	Mediano	Grande	Extra grande
Peso (Kg)	1.5 - 6	6.5 - 9	10 - 25	26 - 45	+45
Porción (gr)	60 - 100	110 - 190	200 - 350	360 - 600	750

**Figura 1-1:** Porción de alimento de acuerdo al tamaño y peso del perro

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 1.1.1 *Macronutrientes*

El nutrimento del perro debe satisfacer sus necesidades energéticas, decir que la cantidad de energía consumida debe ser equivalente la que adquieren en los alimentos, generalmente la dieta está sustentada en tres macronutrientes fundamentales; las proteínas, lípidos y carbohidratos consolidados como nutrientes proveedores de energía que garantizan una alimentación completa y equilibrada (Martines S. y Quinteros G., 2012, pp.1-2) .

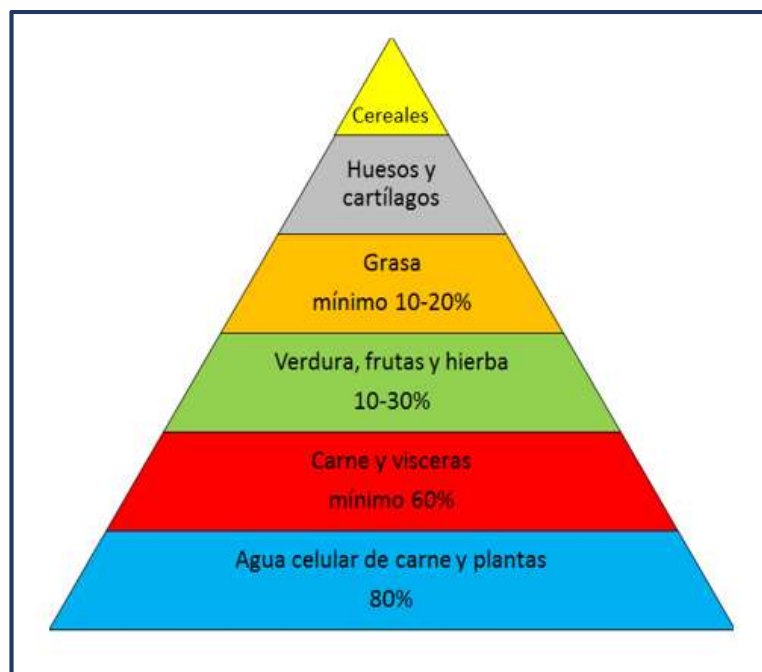
**Proteínas.** - Son los componentes más esenciales en células y tejidos actuando como enzimas, anticuerpos, y transporte de oxígeno por la sangre, las moléculas de este macronutriente son transformados en aminoácidos energía aprovechada principalmente por huesos y músculos, la fuente principal de contenido proteico se confina en productos lácteos, carne y vegetales con un valor porcentual de entre 70 a 85% de digestibilidad, las proteínas aportan 5.65 kcal/g (Hodgkinson, 2003).

**Lípidos.** - Son la fuente importante como acopiador energético y regulador térmico esencial para el can, coexisten una variedad de vitaminas que aportan liposolubles los cuales son absorbidos por organismo mediante grasas siendo la vía única de transporte, su existencia en la dieta es elemental por incorporar los ácidos grasos esenciales los cuales no son sintetizados en el organismo, la digestibilidad porcentual está contenida entre 85 al 95%, contribuye con 9.4 kcal/g (Hodgkinson, 2003).

**Carbohidratos.** - Imprescindible macronutriente por aportar con energía mediante almidones, azúcares simples y dobles, contribuyendo al adecuado funcionamiento gastrointestinal incluyendo el control de azúcar en la sangre, así como en la constitución de tejidos y órganos; se considera al hidrato de carbono como el nutriente estimulante para el desarrollo propicio del cerebro y estructuras nerviosas, el total de contenido energético que se suministra al can es de 4.5 Kcal/g (Hodgkinson, 2003).

En la Figura 2-1 se muestra la pirámide nutricional basada en nutrimentos que aportan macronutrientes en porcentajes recomendados para el adecuado desarrollo de los ejemplares caninos.





**Figura 2-1:** Pirámide de nutrición para perros

Fuente: (Vera, 2010)

Luego de haber comprendido la importancia de los respectivos nutrientes proveedores de energía, se procede especificar la cantidad propicia que el perro debe ingerir.

### 1.1.2 *Deducción de las necesidades energéticas en los perros.*

El contenido energético obtenido a partir de los alimentos, no son asimilados en su totalidad por parte del sistema digestivo del perro, fenómeno que se observa en la mayoría de animales indistintamente de su especie. La alimentación científica y racionada fue desarrollada por parte del químico Wilbur Olin Atwater al elaborar su tesis doctoral denominada métodos químicos aplicados al desarrollo de la agricultura para la Universidad Wesleyan en Alemania en 1869 (Muñoz, 2015).

La energía proporcionada por cada macronutriente es rebajada por el porcentaje de Atwater usualmente conocido como coeficiente de Atwater. En el caso específico de los alimentos secos, estos son absorbidos el 84 % en carbohidratos, 80% en las proteínas, y el 90% en las grasas. En la Tabla 1-1 descrita a continuación se muestran cada uno de los macronutrientes relacionado con su respectivo coeficiente de Atwater (Hodgkinson, 2003, pp.19-20).

**Tabla 1-1:** Aporte de energía de los macro nutrientes

	<b>Proteínas</b>	<b>Lípidos</b>	<b>Carbohidratos</b>
<b>Energía Disponible</b>	5.65 [kcal/g]	9.4 [kcal/g]	4.15 [kcal/g]
<b>Energía Aprovechable</b>	3.5 [kcal/g]	8.5 [kcal/g]	3.5 [kcal/g]

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

El total de energía que asimila el perro se la conoce como energía ha metabolizar (EM) la cual se determina en base al sustento proporcionado por el alimento, haciendo que la porción sea asignada de acuerdo a las peculiaridades de cada canino, basándose en una formula en la que intervienen la actividad física desplegada y el peso del perro. En la ecuación 1.1 presentada a continuación se obtiene la EM a detalle, basada en kilo-calotias como su unidad (Alvares, 2015, p. 153).

$$EM = K.P^X \quad (\text{ec.1.1})$$

Donde:

P= Peso neto del perro obtenido en [kg] kilogramos.

x= Constante de ajuste referente al peso morfológico, el valor que se recomienda para los perros es 0.67 el cual es modificable para otras especies.

Es fundamental el análisis del contenido calórico (cc) que posee la porción de alimento que se suministrara al perro; para conseguir una adecuada alimentación es necesario comprender la proporción que aporta cada macronutriente en el alimento y la energía que estos aportan mediante el coeficiente de Atwater. A continuación, se describe en la ecuación 1.2 el cc del alimento, miso que estará expresado en [kcal/g] como su unidad (Alvares, 2015, p. 153).

$$cc = \%Cr.eCr + \%Pr.ePr + \%Lp.eLp \quad (\text{ec.1.2})$$

Donde:

cc= Contenido calórico

%Cr= Proporción de carbohidratos que integra el alimento.

eCr= Energía que contribuye los carbohidratos [kcal/g].

%Pr= Proporción de proteínas que integra el alimento.

ePr= Energía que contribuye las proteínas [kcal/g].

%Lp= Proporción de lípidos que integra el alimento.

eLp= Energía que contribuye los lípidos [kcal/g].

Es trascendente señalar que los macronutrientes no alcanzan el 100% dentro de los nutrimentos en los alimentos, consiguen una proporción de 90% motivo por el cual el resto de nutrientes no son acogidos para el respectivo calculo. Una vez conocido a detalle la EM y el cc se procede a determinar la porción de alimento suficiente que el perro debe ingerir al día medido en gramos [g]; descrita en la ecuación 1.3 (Alvares, 2015, p. 153) .

$$CA = \frac{K.P^X}{cc} \quad (\text{ec.1.3})$$

Donde:

CA= Cantidad de alimento.

$K.P^X$ = Valor de (ec.1.1)

cc= Valor de (ec.1.2)

Por ultimo para comprender la cantidad de comida por ración, sencillamente se fragmenta la ecuación (ec.1.3) entre el número de asignaciones al día (n). La ecuación (ec.1.4) establece la porción de comida que el perro debe ingerir por cada ración medida en gramos [g] (Alvares, 2015, p. 153).

$$CA = \frac{K.P^X}{cc.n} \quad (\text{ec.1.4})$$

La porción de nutrimento ofrecido al día se puede dispensar en varias ocasiones, hay que tomar en cuenta el tiempo entre raciones para establecer un horario apropiado para que el contenido energético sea aprovechado al máximo procurando llegar a valores ideales. A las múltiples formas de alimentación y a los horarios en que se realizan, proceso que es denominado como dieta. A continuación, la Tabla 2-1 muestra la proporción de las dietas referente a los macronutrientes (Alvares, 2015, p. 153).

**Tabla 2-1:** Proporción de macronutrientes en dieta canina

<b>Dieta</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Lípidos</b>	<b>Carbohidratos</b>
Ancestral	56 %	25 – 30 %	14 %
Comercial	18 – 32 %	18 – 32 %	46 – 74 %

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 1.1.3 *Tipología de dietas*

La dieta consiste en la acción de consumir alimentos. Se describe a continuación dos importantes tipos de dieta: la dieta ad libitum (a satisfacción) y la dieta basada en restricciones.

**Dieta ad libitum.** - El can accede al alimento en todo instante del día. Esta dieta posee varias desventajas debido a que proporciona sobrealimentación o a su vez exhibe carencia de alimento, tendiendo a ocasionar obesidad o anorexia. Es complejo identificar si el perro asimila la dieta adecuadamente hasta que presente síntomas adversos por trastornos alimenticios, causando una obstrucción en el normal desarrollo del perro (Daristotle y otros, 2012, pp.189-204).

**Dieta fundamentada en restricciones.** - Suministra una porción de nutrimento cada intervalo de tiempo, es aconsejable que las porciones cumplan con un horario definido y la dosis de alimento suficiente para asegurar la demanda calórica que requiere el perro. Las veces que dispensa alimento al día, así como la porción de nutrimento, se basa en las peculiaridades de cada can, lo favorable es que los alimentos sean secos debido a los macronutrientes que aportan (Daristotle y otros, 2012, pp.189-204).

Es recomendable que se suministre alimento tres veces al día en el caso de los cachorros, y un par de veces a los perros adultos, cuando el perro ingiere nutrimento una vez al día tiende a presentar afecciones gastrointestinales, El perro es capaz de ingerir determinada dieta con una variedad de alimentos, la elección del nutrimento es esencial para el crecimiento saludable de los canes, por lo que es importante el análisis de las opciones variadas que se posee (Daristotle y otros, 2012, pp.189-204).

#### 1.1.4 *Tipología de alimento canino*

Por la naturaleza del perro dentro de sus genes consta una herencia destinada a ser carnívoro, Su estructura biológica consta de dientes apropiados para desgarrar la carne, se resalta la particularidad omnívora que poseen debido a la domesticación que ha sufrido al cohabitar con los seres humanos, mostrando su capacidad para ingerir una amplia gama de alimentos, corroborando las diversas opciones para poder nutrir a un perro. Se describen a continuación algunos alimentos (Martín, 2011):

**Sobras de comida.** - Se genera por el excedente de la comida consumida por el hombre. Siendo la menos indicada de todas, ya que el contenido calórico de una persona es distinto al de un animal. Los desperdicios duros y los huesos causan perjuicios considerables en el perro, generalmente son diagnosticados como perforaciones en el estómago, y lesiones en sus dientes. Siendo una dieta económica y sencilla, con el tiempo ocasiona un deterioro notable en la salud del perro (González, R & Picazo, 2014, p.29).

**Comida preparada.** - Radica en cocer comida específica para perros, alternativa recomendada si entiende del contenido energético que aportan cada nutrimento cocinado y si la dieta es

propicia para los canes; en la que se debe incluir verduras, carne, granos y cereales conservando la proporción equilibrada de cada uno de los nutrientes y examinar los alimentos los cuales el organismo del perro no los puede digerir. Constituye en una opción que consume tiempo y dinero (González, R & Picazo, 2014, p.29).

**Comida húmeda.** - Basada en comida comúnmente presentadas en conservas incidiendo en porcentajes altos de humedad lo cual es atractivo al paladar del perro, motivo por el cual al cambiar de dieta por ejemplo al alimento seco los canes presentan un rechazo notorio, es fundamental considerar si su dieta estará sustentada en nutrimento húmedo ya que ocasiona obesidad, el alimento enlatado posee un elevado costo dentro de la oferta que presenta el mercado (González, R & Picazo, 2014, p.30).

**Comida seca (pienso).**- Es la alternativa que presenta superioridad respecto a los alimentos precedentes, destacada por brindar un contenido energético bastante completo para el desarrollo del perro, son regulados en proporciones adecuadas para cachorros, adultos o lactantes, dentro de su fabricación contiene carne, vegetales y cereales apagándose a lo requerido plasmados en la pirámide alimenticia, además agrega minerales y suplementos vitamínicos que resultan importantes en la fisiología del perro(González, R & Picazo, 2014, pp.30-31).



**Figura 3-1:** Tipología de alimento canino

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

El alimento seco se destaca por contribuir con nutrientes esenciales para el desarrollo del perro, obteniendo una supremacía respecto al resto de nutrimentos que se observa en la Figura 3-1. Se encuentra una variedad de pienso en el mercado. Decidir que marca es propicia para la nutrición del perro; la misma que incide en la manutención diaria, semanal o mensual. Valorando responsablemente el impacto positivo o contradictorios que genera el pienso comercial elegido (González, R & Picazo, 2014, p.31).

### 1.1.5 *Pienso comercial para perros*

En la actualidad, existen una variedad de marcas de pienso para perros, su alta demanda que presentan los clientes ha sido respondido por un eficiente mercado con croquetas para toda clase de ejemplares caninos: para competición, longevos, adultos, cachorros y demás. En el Ecuador existen una extensa gama de pienso variando en factores importantes como macronutrientes, tecnología, sabor los mismos que influyen finalmente en el precio de venta al público (González, R & Picazo, 2014, p.31).

El contenido calórico que provee cada marca está englobado en una media de calidad independientemente de la industria fabricante. Los valores nutricionales que se destacan en la elaboración de alimentos balanceados para perros, a continuación, en la Tabla 3-1 se muestra los detalles nutricionales de cuatro marcas importantes marcas de croquetas en el Ecuador.

**Tabla 3-1:** Pienso comercial en Ecuador

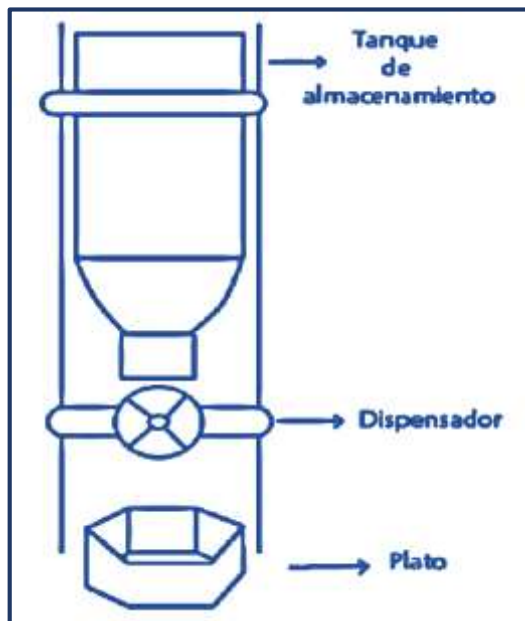
Marcas		Procan		Dow Chow		Buen Can		Mi Comisariato	
Presentación		Adulto	Cachorro	Adulto	Cachorro	Adulto	Cachorro	Adulto	Cachorro
Costo / Kg		\$ 1.45	\$ 1.70	\$ 3.20	\$ 3.50	\$ 1.35	\$ 1.60	\$ 1.50	\$ 1.50
Aporte nutricional	Beneficios	Porcentaje		Proporción		Porcentaje		Proporción	
Proteína	En pelo, piel, huesos y cuerpo en general.	21%	25%	21%	27%	21%	25%	24%	24%
Grasa	En ácidos grasos y requerimiento calórico.	8%	10%	10%	10%	7%	10%	9%	9%
Fibra	En la digestión correcta.	4%	4%	4%	3.5 %	4%	5%	4.5%	4.5%
Ceniza	En huesos y tejidos.	8%	8%	–	–	8%	10%	10%	10%
Humedad	En el desdoblamiento del alimento.	10%	10%	12%	12%	10%	10%	10%	10%

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Las distintas marcas poseen valores diferentes sustento calórico. Las industrias están obligadas a respetar los estándares de calidad estipulado por AGROCALIDA (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro), basada en el Manual para el Registro de Empresas y Productos de Uso Veterinario; referida a la resolución 0065 publicado mediante registro oficial No.6 del 2 de junio del 2017 (Moreno, 2017).

## 1.2 Mecanismo dosificador de alimento

Es un mecanismo empleado para proporcionar nutrimento generalmente seco. Está provisto de una estructura formada por tanque de almacenamiento dispensador y plato como se muestra en la Figura 4-1. La ración y la frecuencia con la que se suministra el alimento varían conforme al peso, tamaño y actividad física que ostenta cada perro. Lo recomendable es fundamentarse en el criterio profesional de un veterinario que en base a las peculiaridades de los ejemplares caninos optaran por el alimento más adecuado (León y Rueda, 2016, p.7).



**Figura 4-1:** Estructura básica del dispensador de alimento canino

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Los perros deben disponer de líquido vital en un contenedor limpio y adecuado, ya que el organismo del can requiere de agua para el apropiado desempeño en su fisiología, tales como formación de tejidos, excreción, transporte y desdoblamiento de alimentos además de ayudar en el control corporal de temperatura, por esta razón dispensar agua fresca cambiando con frecuencia varias veces durante el día, proceso que ayudara principalmente en época de calor (Echeverría, C & Zapata, 2013, p.17).

### 1.2.1 Estructura de dosificación.

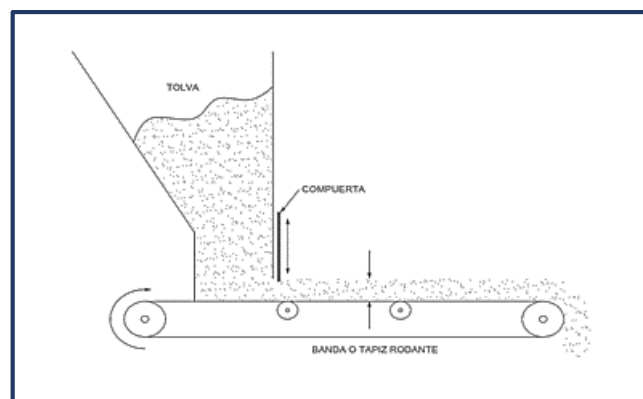
El mecanismo dosificador utilizado para controlar el expendio del producto alimenticio en las distintas fases del cual consta el proceso. Están constituidos por fuente reguladora de voltaje, sensores, actuadores, motor eléctrico y servomotor. La clasificación de la estructura es variada, fundamentándose en la forma de servicio y tratamiento que se le brinda al nutrimento

seleccionado. Existen tres principales tipologías de estructuras de dosificación (Cangas, J & Chaguamate, 2007, pp.27-28):

#### 1.2.1.1 *Dosificador de banda rodante.*

En la Figura 5-1 se presenta su estructura la cual consta de dos parámetros importantes; el mecanismo de salida del cuenco repositorio y la velocidad controlada en la banda. El primer parámetro regula la porción de alimento que será transportada en la banda, mediante una compuerta situada a la salida del cuenco repositorio. El segundo parámetro se efectúa a través de la regulación en la velocidad del motor ya sea por un controlador de velocidad electrónica o un sistema de engranes (León y Rueda, 2016, p.8).

Estos dosificadores alcanzan a suministrar porciones de alimento uniforme dispensado desde el repositorio siempre y cuando no exista espacios libres encima de la banda. Para asegurar el expansionado del producto de forma nivelada a lo largo y ancho de la banda es necesario situar una placa golpeadora delante del cuenco repositorio; esta estructura puede presentar problemas con sólidos exageradamente grandes al generando estancamiento en la banda (León y Rueda, 2016, p.8).



**Figura 5-1:** Mecanismo de banda rodante

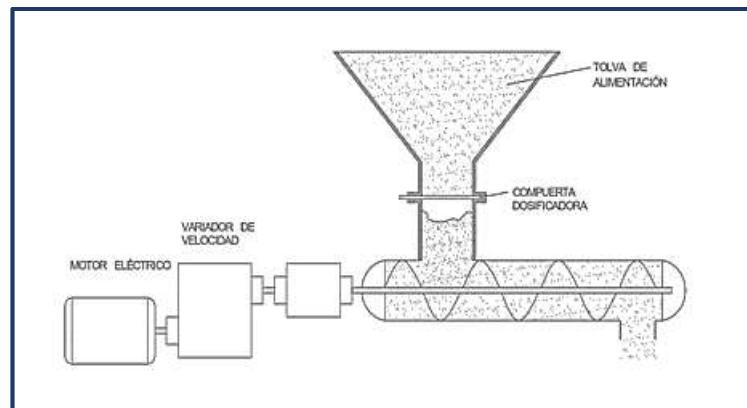
Fuente: Cangas, J & Chaguamate, 2007, p.31)

#### 1.2.1.2 *Dosificador de tornillo*

En la Figura 6-1 se presenta un mecanismo simple en el proceso de dosificación, distinguido por tener un tornillo sinfín de perfil helicoidal de paso variable ubicado en la parte inferior del cuenco reservorio de nutrimento, fundamentada en una metodología sencilla; la cual desprende una cantidad de alimento determinado por cada giro; funciona en periodos continuos o intermitentes dependiendo la necesidad que se presente (León y Rueda, 2016, p.7).



La porción que libera este dosificador es directamente proporcional a la velocidad emitida por el motor en rpm (revoluciones por minuto), en cuanto a la velocidad es controlada a través de un sistema reductor de velocidad ya sea con bandas, engranes o variador de velocidad. Mecanismo que es mayormente requerido debido a su implementación sencilla, y destacada por su adaptabilidad con la mayoría de productos, aunque no ostente un nivel alto de precisión (León y Rueda, 2016, p.7).



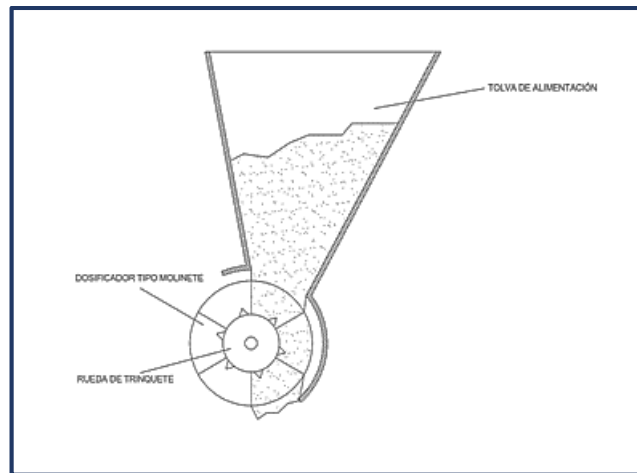
**Figura 6-1:** Mecanismo a tornillo sin fin

**Fuente:** (Cangas, J & Chaguamate, 2007, p.29)

### 1.2.1.3 Dosificador de compuerta rotativa.

En la Figura 7-1 se muestra una estructura sencilla de implementar, destacada por tener como elemento fundamental una compuerta rotativa, la misma que es de fabricación simple y resistente. Mediante el desplazamiento de la compuerta rotatoria se consigue la regulación del alimento que será dispensado, la compuerta es activada mediante un motor cuya velocidad es controlada externamente. Comparado con el mecanismo del dosificador de tornillo es de menor precisión (León y Rueda, 2016, p.8).

La precisión con la que opera depende tanto del porte de las poleas y las hélices de la compuerta, la implementación mecánica es sencilla, evitando el contacto directo con el nutrimento que será dispensado. En algunos casos utiliza paletas para fraccionar el alimento en raciones establecidas en el desarrollo del sistema. Este tipo de mecanismo es el más implementado en el mercado especialmente para dispensar alimentos granulados como cereales, pienso entre otros (León y Rueda, 2016, p.8).



**Figura 7-1:** Mecanismo de compuerta rotativa

**Fuente:** (Cangas, J & Chaguamate, 2007, p.30).

### 1.2.2 *Dosificadores automáticos para perros.*

Estos artículos no están diseñados para suplir todos los cuidados que necesita el perro, lo que ayudan es a suministrar la porción indicada en la dieta de cada uno de ellos, estos mecanismos en su mayoría son programables en la hora exacta y la cantidad de comida necesaria, herramienta perfecta para controlar el peso y precautelar la salud de los ejemplares caninos y son de mucha utilidad cuando el dueño sale de casa por motivos de trabajo u otras circunstancias (González, R & Picazo, 2014, p.33).

#### **Factores importantes:**

- Es factible programar varias raciones de alimento al día.
- Mecanismo basado en tolva y plato segura que facilite el aseo.
- Programación comprensible para los administradores del sistema.
- Estructura sólida y robusta para evitar que se derribe fácilmente.
- Dispositivo ajustable ya que raciona alimento suficiente para el desempeño del perro.

### 1.2.3 *Tipología de dosificadores automáticos.*

Los modelos que comercializan cada una de las marcas en el mercado, con especificaciones, concernientes a materiales y diseños de calidad para cumplir con la exigente demanda de los propietarios de mascotas especialmente cuando el perro queda solo en casa. A continuación, detallaremos los más importantes dosificadores automáticos que provee la industria (González, R & Picazo, 2014, p.33).

## **Hommini.**

Comercializado como un dispositivo automático para dosificar alimento canino, es de última generación por su atractivo sistema de registro de voz, para grabar vocablos del dueño que al ausentarse de casa se activa para brindarle comodidad a la mascota. Elaborado por la industria ABS anti bacterias; es de los pocos que posee un bebedero de agua, funciona mediante conexión Wireless basada en una aplicación para Android la cual configura el horario de comida deseado. Dispositivo que se muestra en la Figura 8-1 (Angela, 2018).



**Figura 8-1:** Comedero automático Hommini

Fuente: <http://www.hommini.com>

### **Características**

- Almacenamiento máximo de 3.5 Kg.
- Bebedero de agua con una capacidad de 250ml.
- Nutrición programable automática.
- Reconocimiento de voz.
- Filmación de video remoto; no muestra a la mascota en tiempo real.
- Opera a través de toma de corriente o pila alcalina.
- Tamaño; 28 x 14 x 21 cm.
- Costo; \$ 274.00

## **HoneyGuardian A-25**

Comedero electrónico para ejemplares caninos poseedor de un diseño elegante y moderno, admite configurar hasta 6 comidas diarias en raciones de alimentos donde cada una de ellas se sustenta en un peso que va desde los 4 gr a los 400 gr, prototipo perfecto para razas pequeñas y medianas.

Utilizado generalmente cuando el propietario se aleje del domicilio por varios días, destacándose por consumir poca energía, abasteciendo la carga de la batería hasta 6 meses. Dispositivo que se muestra en la Figura 9-1 (Nube, 2017).



**Figura 9-1:**Comedero automático HoneyGuardian A-25

Fuente: (Honeyguardian, 2018)

### **Características**

- Cuenco especificado para alimento seco, resiste un volumen de 1,5 Kg.
- Estructura moderna, consistente y liviana.
- Grava la voz hasta 12 s, y amplifica con un altavoz avisando al perro de su comida.
- Disipa poca energía; sustentado con 3 pilas 4D, dándole movilidad al dispositivo.
- Posee una pantalla LCD que incorpora varias alternativas de programación.
- Identificador de infrarrojo anexada al repositorio el cual advierte si hay o no alimento.
- Tamaño; 20 x 38 cm.
- Costo; \$ 183.30

### **PetSinc**

Alimentador automático para canes reconocido por su diseño resistente, atractivo e higiénico. Dispensa una cantidad alimento ajustable permitiendo ser programado con 10 alternativas de nutrimento seco al día subdivididas en 4 raciones. Excelente para razas pequeñas y medianas, capaz de cumplir con todos los requerimientos nutritivos cuando el cuidador se encuentre retirado de la casa, siendo un dispensador de alta calidad y de mayor simpatía en el mercado. Alimentador que se muestra en la Figura 10-1 (Pablo, 2018).



**Figura 10-1:** Alimentador automático PetSinc

**Fuente:**(PlanetaPerruno, 2018)

### **Características**

- Resiste un volumen en el repositorio de 4.4 Kg.
- Incorpora una pantalla led iluminado con una configuración elemental e interactiva.
- Sustentado en una grabación de voz con un máximo de 10 s, para atraer a su mascota.
- El dispositivo para rendir ocupa 3 pilas o una toma de corriente esquematizado en serie.
- Tamaño; 24 x 30 x 38 cm.
- Costo; \$ 139.25

## **1.3 Componentes de un sistema dispensador**

Un sistema dispensador está constituido por una sección de central que controla el sistema acondicionado con sensores los cuales serán los encargados de proporcionar datos para su posterior procesamiento que dependiendo de los datos se comunica y activa los actuadores para cumplir con los propósitos del sistema dispensador, deben existir elementos para la comunicación y una interfaz para la modificación y monitoreo de datos, a continuación, se detalla cada uno de los componentes.

### **1.3.1 Sensores**

Son dispositivos que tienen la capacidad de adquirir información al detectar variables físicas o químicas en determinado ambiente y transformarla en variables eléctricas. Posterior a la obtención de la información, esta es enviada a la sección de procesamiento para que actúe. Existe una diversidad de sensores para el desarrollo de los sistemas de dispensación de alimento, como,

por ejemplo: detector de proximidad, detector de presión, contacto magnético, detector de temperatura, detector de movimiento entre otros, como se muestra en la Figura 11.1 (Rodas, 2013).



**Figura 11-1:** Tipos de sensores

Realizado por: (Herrera, 2018)

### 1.3.2 *Controlador*

Los controladores están orientados a captar los pulsos eléctricos leídos por los sensores, para procesarlos ya sean señales analógicas o digitales y dependiendo de configuración ejecutada en la tarjeta de desarrollo, luego se procede a enviar ordenes concernientes a cada uno de los dispositivos conectados, La tarjeta de desarrollo se seleccionará en base a la características y tipo de tecnología que requiera el sistema. En la Figura 12-1 se presenta los tipos de tarjetas (Ruilova, J & Quito, 2017, p.14).



**Figura 12-1:** Tipos de controladores

Realizado por: (Maker Community, 2014)

### 1.3.3 *Actuadores*

Son dispositivos encargados de modificar el estado de varios componentes después de recoger la información proporcionada por el controlador, ejecuta acciones como encendido/apagado, subida/bajada, apertura cierre. Los actuadores más usados en aplicaciones son: los relés, motores, contadores electroválvulas de corte de gas y agua, zumbadores y sirenas, como se muestra en la Figura 13-1 (Rodas, 2013, p.16).



**Figura 13-1:** Tipos de actuadores

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 1.3.4 *Medio de comunicación*

Es el canal que permite la transmisión de datos entre dispositivos, desde un emisor a un receptor o viceversa a través de ondas electromagnéticas. Como se observa en la Figura 14-1 existen dos tipologías de medios de comunicación, los guiados (alambrados o magnéticos) y los no guiados (inalámbricos) los cuales se encuentran en auge en el desarrollo de esquemas basados en IoT (Ruilova, J & Quito, 2017, p.15).



**Figura 14-1:** Medios de comunicación

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 1.3.5 Interfaz

Se refiere a los dispositivos (internet, conectores, móvil, pantallas) y los formatos (audio, binario), mismos que permiten la interacción entre el usuario y el sistema, útil para comprobar su funcionamiento o modificar su configuración. En la Figura 15-1 se muestra un ejemplo de interfaz. (Hernández, 2014).



**Figura 15-1:** Interfaz

Realizado por: (Zapata, J & Gil, 2017, p.51)



#### 1.4 Tecnología inalámbrica.

Consiste en una comunicación entre emisor y receptor sin enlazar con medios guiados, privilegiada por su reducido costo y la movilidad debido a la supresión de cables. Reconocer que esta tecnología no es usada únicamente para transmitir voz, con la permanente progresión de las TICs surgieron estándares que actualmente permiten la comunicación rápida y eficiente de datos entre dispositivos (Tixi, 2016, p.7).

Los medios de transmisión más usados son los siguientes:

**Ondas de Radio:** Perteneciente a las ondas electromagnéticas caracterizado por no requerir de antena parabólica para lograr propagarse en el vacío. Transmisión útil para frecuencias bajas comprendidas en las bandas ELF (3 a 30 Hz) y UHF (300 a 3000 Hz) (Gonzalez, 2010, p.19).

**Microondas terrestres:** Dispone de una antena parabólica que proporciona un alcance estimado de tres metros, llegando a cubrir varios kilómetros dependiendo del alineamiento apropiado entre el transmisor y receptor. Empleado en enlaces punto a punto a distancias cortas, opera por efecto de la lluvia en frecuencias superiores para las bandas SHF (3 a 300 GHz) y EHF (30 a 300 GHz) (Gonzalez, 2010, p.19).

En la Tabla 4-1 se evidencia las distintas características de la red inalámbrica de acuerdo a su alcance, en la misma que destacamos a las redes WMAN como las de mayor cobertura mientras que las redes WPAN poseen un alcance menor.

**Tabla 4-1:** Redes inalámbricas de acuerdo a su alcance.

<b>RED INALÁMBRICA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Red Inalámbrica de Área Amplia <b>WWAN</b> Wireless Wide Area Network.	Tecnologías: GPRS, UTMS, HSDPA, GSM y EDGE. En esencia es utilizado tanto en la transferencia de datos, así como para acceder a internet. Emplea tecnología móvil. Posee un alcance nacional y regional.
Red Inalámbrica de Área Metropolitana <b>WMAN</b> Wireless Metropolitan Area Network	Tecnologías: LMDS y Wireless. Logra cubrir distancias extensas. Redes denominadas Wi-Max. Utilizado para enlazar determinados puntos alojados de la urbe. Amparado en el estándar IEEE 802.16.

<p style="text-align: center;">Red Inalámbrica de Área Local <b>WLAM</b> Wireless Local Area Network</p>	<p>Tecnología: Wi-Fi. Tiene un alcance de 20 Km como máximo Demandado en el sector empresarial y domestico Usado generalmente para navegar en internet Amparado en el estándar IEEE 802.11</p>
<p style="text-align: center;">Red Inalámbrica de Área Personal <b>WPAM</b> Wireless Personal Area Network</p>	<p>Tecnologías: Bluetooth, Zegbee, Infrarrojo, y RFID. Proporciona un alcance menor a100 metros Utilizado para enlazar artefactos de uso personal Amparado en el estándar IEEE 802.15.4</p>

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo. 2018

**Fuente:** (Evans, 2007)

#### 1.4.1 *Tecnología de identificación*

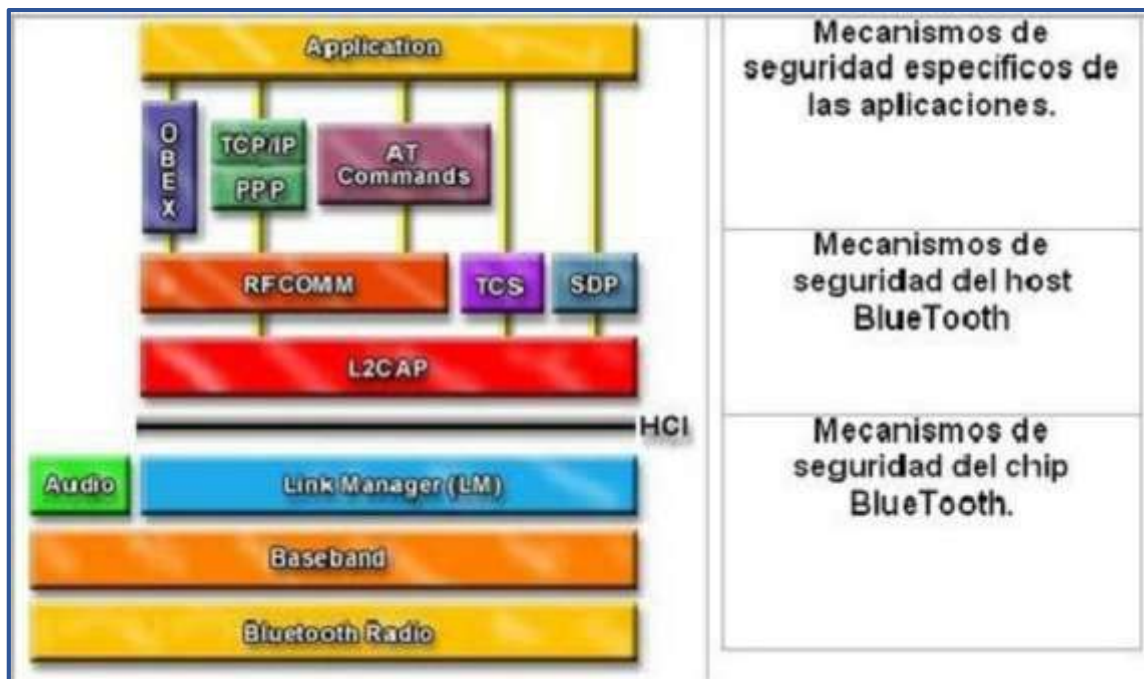
En la actualidad es una tecnología muy útil ya que facilita gran parte de las actividades reconocimiento y localización, además nos ayuda en operaciones como transferencia de datos, enlazarse mediante Internet, dejando de lado las tediosas conexiones con medios guiados. Con el pasar del tiempo aparecen innovadoras aplicaciones que benefician al mundo globalizado (Arriagada, 2014, p.7).

##### 1.4.1.1 *Tipología de la tecnología de identificación.*

Existe una alta gama de tecnologías inalámbricas de identificación en el mercado, a continuación, detallaremos tres de las más importantes en la construcción de prototipos y de posible adaptación al sistema a desarrollar que se basa en tarjetas de corto alcance (Arriagada, 2014, p.7).

**Bluetooth.** - Tecnología fundamentada en ondas de radiofrecuencia amparada en el estándar IEEE 802.15, Ericsson lo desarrolla en 1994 como un sistema que suplanta a los enlaces por medio guiado de numerosos periféricos, Se desempeña en la banda libre con una frecuencia de 2.4 GHz, posibilita la comunicación entre dispositivos fijos o móviles con un alcance no superior a los 10 m a la redonda incluso penetrando obstáculos mostrando su versatilidad para la que fue creado (López, C & Cofré, 2012).

La capacidad máxima con la ópera es de 3Mbps para transmisiones, es un sistema pensado en el ahorro energética de la batería. Acepta la conexión de máximo 8 dispositivos a la vez, es posible conectar más, pero con otra denominación. Emplea una modulación GFSK basada en frecuencia, para poder enlazar con otro dispositivo es necesario que acepte para ser vinculado, el proceso de transferencia de datos no está sujeta cifrado. En la Figura 16-1 muestra la pila de protocolo bluetooth. (López, C & Cofré, 2012).



**Figura 16-1:** Pila de protocolo bluetooth

Fuente: (Ramos, 2009)

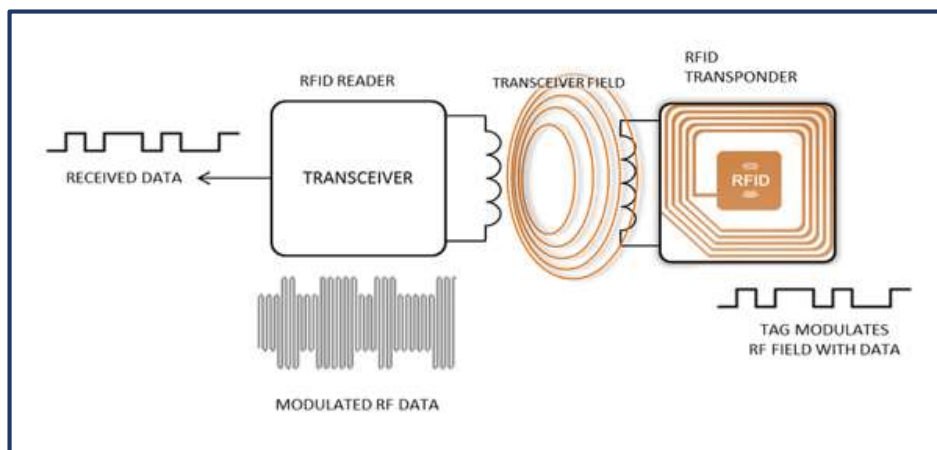
**RFID.** - Tecnología fundamentada en la identificación por radiofrecuencia concerniente a sus siglas propias descritas como Radio Frequency Identification. En la Figura 17-1 se presenta la comunicación que se efectúa entre emisor y receptor omitiendo inclusive visión directa entre dispositivos, sistema que posee lectores y etiquetas como sus componentes esenciales, utilizado desde los años 40 en múltiples aplicaciones de identificación, así como en el almacenamiento y recuperación de datos remotos (Ramírez, 2006, p.23).

Trabaja en las frecuencias desde los 9 kHz a los 960 MHz. Las capacidades de almacenamiento en las etiquetas van desde los 4 a 32 kbytes, los tag están compuestas por un chip y una antena transmisora, poseen una batería de larga durabilidad, actúan a una distancia menor a 3 m. El receptor dispone de un módulo de radiofrecuencia, una unidad de control y una antena para verificar el ID del tag. Los tipos de etiqueta son los siguientes: (Ramírez, 2006, p.23).

Activas. Se alimenta con la energía que es proporcionada por la batería, tiene un mayor alcance en la detección y almacena gran cantidad de datos.

Pasivas. No poseen fuente propia de alimentación, utiliza la energía del campo magnético que produce el lector en el instante de identificar la objeto.

Semi pasivas. Tiene una similitud con las pasivas, resalta en ellas que poseen una batería pequeña lo que permite que el circuito integrado se energice (Ramírez, 2006, p.35).



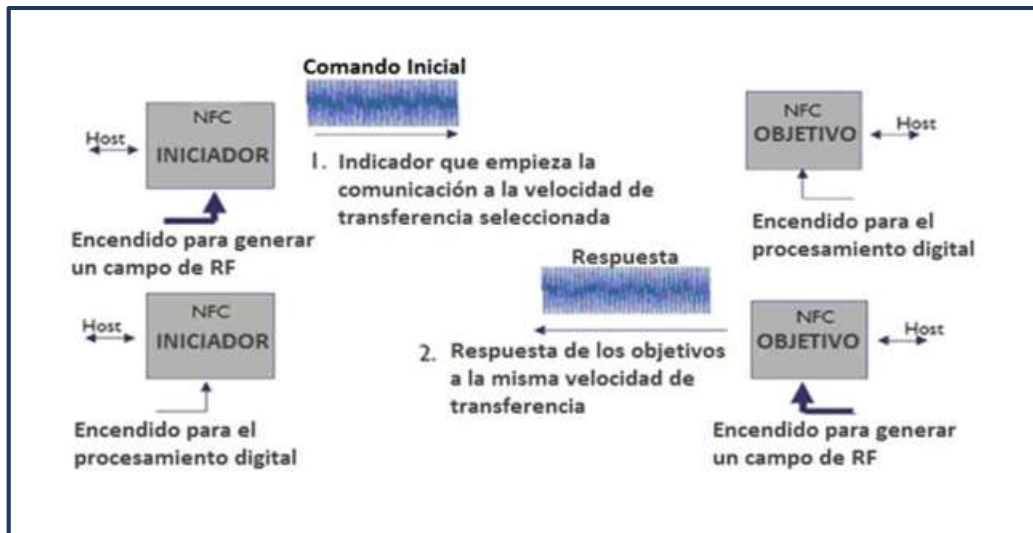
**Figura 17-1:** Funcionamiento de la tecnología RFID

Fuente: (ecoRFID, 2018)

**NFC.** - Near Field Communication que doblado al castellano es Comunicación de Campo Cercano, surge en el año 2002 impulsada por las empresas Sony y Philips, fundamentada a partir de la tecnología RFID por ello de su compatibilidad y similitud en su arquitectura. La tecnología NFC está sujeta al estándar ISO/IEC 14443 lo que le permite interrelacionarse con tarjetas inteligentes que estén inmersos en el mismo estándar, útil en la validación e identificación de personas o dispositivos (Casilla, B & Guamán, 2016, p.38).

Tecnología capaz de establecer una comunicación inalámbrica y bidireccional a la vez, como se muestra en la Figura 18-1, brinda un alto nivel de seguridad en la transmisión de datos. La frecuencia en la que opera 13.56MHz accediendo a 424 Kbits de ancho de banda, el alcance que proporciona es menor a 10 cm lo que hace facultativo el emparejamiento entre la etiqueta y el lector. En el tag se encuentra un identificador único llamado UID en el cual se suministra datos que son encapsulados en un formato NDEF (Casilla, B & Gucaán, 2016, p.39).

Diseño e implementación de un sistema de control de acceso multinivel en base de receptores near field communication



**Figura 18-1:** Funcionamiento de la tecnología NFC

Fuente: (Cacuango,D & Zapata, 2015, p.8)

#### 1.4.2 *Tecnologías para la transmisión de datos*

En sistemas que almacenan y transmiten datos de manera inalámbrica lo realizan a través de ondas electromagnéticas. En la actualidad existe una amplia diversidad de tecnologías inalámbricas que varían de acuerdo a la capacidad y rango de comunicación. Permite la inclusión entre dispositivos indistintamente del fabricante creando un entorno agradable y didáctico que beneficia al usuario (Carrasco y Mestanza, 2013, p.18).

##### 1.4.2.1 *Tipología de la tecnología para la transmisión de datos*

Se describe a continuación las tecnologías más destacadas en la transmisión de datos tales como Zigbee, WI-FI y Wimax, las mismas que están basadas en diversos protocolos de internet que otorga una rápida instalación además de conceder la movilidad al dispositivo.

**Zigbee.** - Es un estándar de comunicación inalámbrica definido por la IEEE con el patrón 802.15.4, desarrollado por el consorcio ZigBee Alliance; se destaca por su bajo consumo de energía con lo que alarga la vida de los dispositivos, permite una integración sencilla entre terminales, admite redes en forma de malla, concede cifrado en la información (Arriaga, 2014, pp.21-24).

Posee una frecuencia diferente y de preferencia libre por cada región del mundo, admite un máximo de 255 nodos de conexión, tiene baja capacidad de transmisión de datos de hasta 250 kbps para establecer un alcance de 100 m enmarcados en redes inalámbricas WPAN. Es útil en

proyectos de teledetección, domótica, IoT, entre otras aplicaciones concernientes al área de la electrónica. En la figura 19.1 se puede apreciar la diversidad de aplicaciones de Zigbee (Arriaga, 2014, pp.21-24).



**Figura 19-1:** Aplicaciones Zigbee

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

**Wifi.** - Es identificado como la WLAN (Wireless LAN) amparado en el estándar IEEE 802.11, desarrollada por la organización Wi-Fi Alliance definiendo su funcionalidad a través de ondas de radio para llevar la información de un sitio a otro sin la necesidad de un medio guiado, ejecuta la modulación al transmitir los datos sobre la portadora de radio hasta el receptor remoto provisto, brinda un alto nivel de movilidad entre los usuarios (Llagua, S & Toaquiza, 2013, p.23).

La deficiencia de Wi-Fi es su vulnerabilidad que mediante sus diversos protocolos ha mejorado permitiendo una serie de codificaciones o mecanismos de cifrado como: WEP, WPA o WPA2 encargados de asegurar la información en los dispositivos, así como proveer seguridad en el envío de datos, posee un alcance de entre 20 y 1000 m. (Llagua, S & Toaquiza, 2013, p.23).

A continuación, en la Tabla 5-1 se presenta los estándares de Wi-Fi que desde 1997 evidencia una constante evolución, resaltando el rango, tasa de bits, modulación entre otros parámetros de cada una de las versiones.

**Tabla 5-1:** Parámetros de los estándares Wi-Fi.

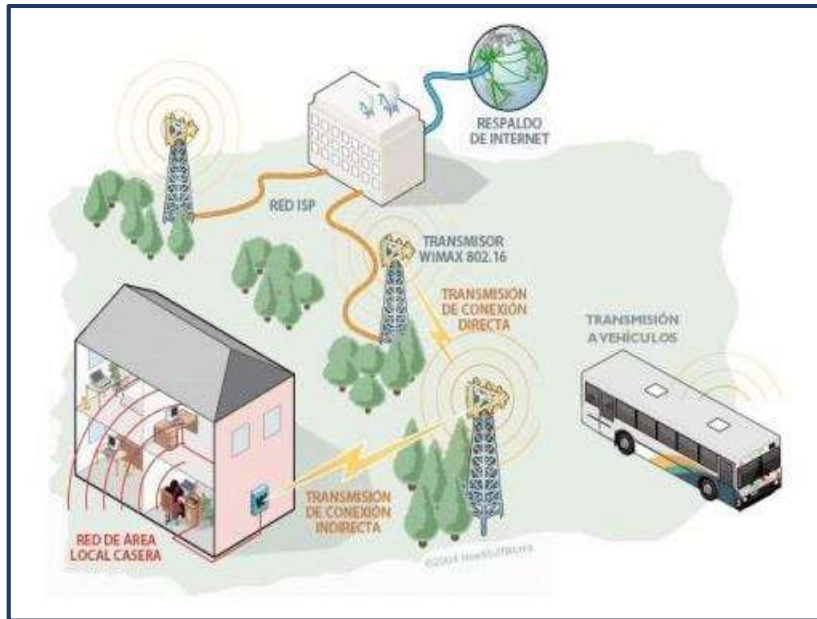
Estándar	Año	Frecuencia	Ancho de banda	Modulación	Tasa de bits	Rango	Potencia máxima de Tx
802.11	1997	2.4 GHz	20 MHz	DSSS, FHSS	2 Mbps	20 m	100 mW
802.11b	1999	2.4 GHz	21 MHz	CCK, DSSS	11 Mbps	35 m	100 mW
802.11a	1999	5 GHz	22 MHz	OFDM	54 Mbps	35 m	100 mW
802.11g	2003	2.4 GHz	23 MHz	DSSS, OFDM	54 Mbps	70 m	100 mW
802.11n	2009	2.4 , 5 GHz	24, 40 MHz	OFDM	600 Mbps	7 m	100 mW
802.11ac	2014	5 GHz	20, 40, 80 MHz	OFDM	1.3 Gbps	35 m	160 mW
802.11ad	2016	60 GHz	2, 16 GHz	SC, OFDM	6.76 Gbps	10 m	10 mW
802.11ah	2018	900 MHz	1,2,4,5, 16 GHz	SC, OFDM	40 Mbps	1000 m	100 mW

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

**Fuente:** (Llagua, S & Toaquiza, 2013, p.24).

**Wimax.** – Proveniente de las siglas World Wide Interoperability for Microsoft Access, basado en el estándar IEEE 802.16 de comunicación inalámbrica de acceso de banda ancha en entornos metropolitanos MAN, tecnología que se enfoca en dar gran variedad de servicios debido al bajo costo de enlace inclusive puede actuar como backbone para redes 802.11 o dar conectividad a dispositivos móviles, muy útil en redes punto-multipunto (Infante, 2012, pp.19-21).

Estándar de comunicación que se desarrolló para cubrir hasta 50 km con una capacidad de transmisión de datos de hasta 100 Mbps. Wimax dentro de su evolución crea extensiones donde destacan la 802.16a por su transmisión por línea de vista y trabajar a bajas frecuencias, 802.16b mejora haciendo sistemas más robustos y estables, 802.16c añadió interoperabilidad con otros protocolos, 802.16d creo estándar para el desarrollo de puntos de acceso, 802.16e aumentó el soporte para movilidad de usuarios. En la Figura 20-1 se observa cómo funciona Wimax (Infante, 2012, pp.19-21).

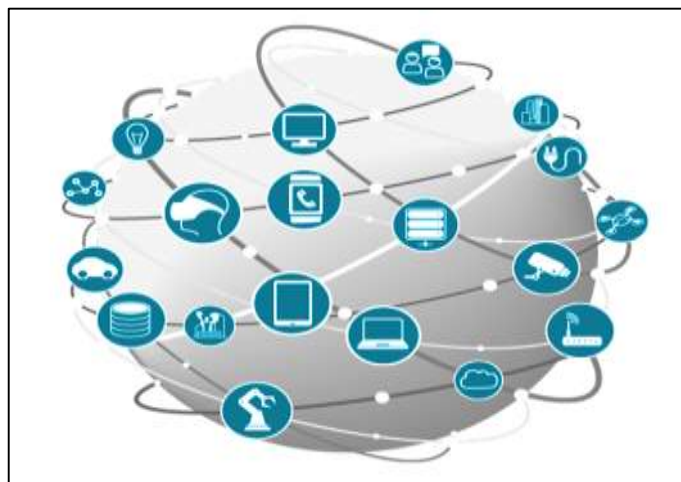


**Figura 20-1:** Como funciona Wimax

Realizado por: (ASANACEM / EEKNE, 2009)

### 1.5 Internet de las Cosas (IoT)

La Unión Internacional de Telecomunicaciones mediante la recomendación UIT-T Y-2060, define a internet of things (IoT) como una infraestructura global para la sociedad de la información, que permite servicios evolucionados mediante la interconexión de elementos sean estos físicos o virtuales como se ilustra en la Figura 21-1; Esta fundamentado en tecnologías de comunicación e información interoperables en la actualidad y en un futuro (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2018).

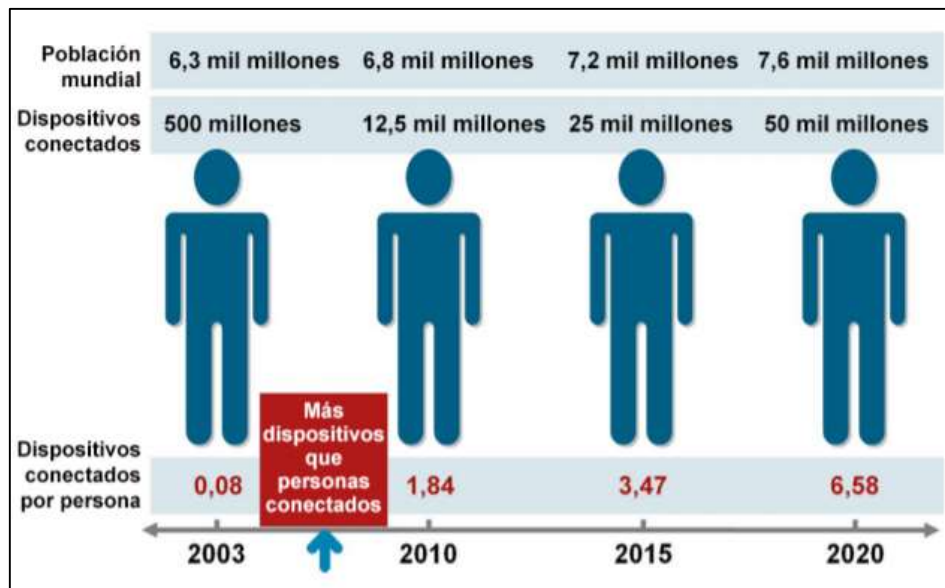


**Figura 21-1:**Internet de las cosas

Fuente: (Martínez, 2017)



De acuerdo a estudios realizados por CISCO en el 2020 existirán 50 mil millones de dispositivos conectados como se aprecia Figura 22-1 tendrán la capacidad de detectar y responder a cantidades cada vez mayores de datos, y mejorara la calidad de vida de los seres humanos en todo el mundo aprovechando estos objetos conectados y los datos producidos el IoT también agrega nuevos procesos que permiten a las personas tomar mejores decisiones y ofertas (Cisco, 2018).



**Figura 22-1:** Crecimiento de los dispositivos IoT conectados para esta década

Fuente: (Cisco, 2018)

### 1.5.1 Pilares de IoT

Un factor esencial que se quiere alcanzar con IoT es la entrega de información correcta a la persona o maquina con eficiencia y eficacia. A continuación, se presenta los elementos que se relacionan con el Internet de las Cosas, denominados pilares de IoT (Aceves, 2017, p.32).

**Datos.** - La evolución del internet ayuda a proveer un modo de información más eficiente, en la que los objetos envían datos de alto nivel que luego se evalúa y contribuye a la toma de decisiones de manera rápida (Aceves, 2017, p.32).

**Cosas.** – Son objetos físicos que se logran enlazar tanto a internet como a las personas mediante sensores actuadores o controladores suministrando información para ayudar a los seres humanos y maquinas a tomar decisiones acertadas (Aceves, 2017, p.32).

**Proceso.** – Es la forma de manipular datos y objetos para ofrecer un valor, las conexiones resultan importantes incrementa un valor debido a que la información acertada se entrega a la persona indicada en el instante preciso (Aceves, 2017, p.32).

**Persona.** – La mayoría de seres humanos se enlazan a internet mediante múltiples dispositivos tecnológicos. El área de la educación necesita comprender como las personas se vinculan a internet para explotar su aprendizaje (Aceves, 2017, p.32).

### 1.5.2 *Características*

Las características fundamentales con las que cuenta IoT son las que a continuación en la Tabla 6-1 se detallan.

**Tabla 6-1:** Características importantes de IoT,

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
<b>Interconectividad</b>	Característica que suministra al IoT toda su esencia, ya que le otorga compatibilidad y acceso a la infraestructura a nivel mundial de la información y la comunicación.
<b>Servicios relacionados con objetos</b>	Permite proporcionar servicios relacionados con objetos físicos y virtuales, como una barrera de protección a la privacidad y coherencia semántica entre los mismos.
<b>Heterogeneidad</b>	Dispositivos basados en una variedad plataformas hardware y redes los mismos que pueden interactuar entre sí en diferentes entornos de TI.
<b>Cambios dinámicos</b>	Contribuyen a que los dispositivos cambien su estado de conectado a desconectado o de reposo a activo, puede transformar el contexto del dispositivo como la ubicación y velocidad, además la cantidad de objetos pueden variar dinámicamente.
<b>Escalabilidad</b>	La cantidad de dispositivos conectados al internet va incrementándose significativamente para o que resulta necesario la gestión, interpretación y manipulación de forma eficiente de los datos generados.

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Pérez, 2017, p.25)

### 1.5.3 *Arquitectura*

El IoT posee la capacidad de interconectar millones de dispositivos u objetos a través de internet, para ello es necesario una arquitectura de IoT que contenga capas flexibles que facilite la transmisión y recepción de datos. El Internet de las Cosas está basado en un modelo de referencia TCP/IP, constituida de cinco capas como se muestra en la Figura 23-1 (Aceves, 2017, p.32).



**Figura 23-1:** Arquitectura del Internet de las Cosas

**Fuente:** (Aceves, 2017, p.33).

**Capa objetos:** Se encuentran elementos como sensores y actuadores, que generan información concerniente al peso, ubicación, temperatura, humedad entre otros, se perciben de los activos tales como edificios, electrodomésticos, vehículos, etc. Los datos enviados se digitalizan y al instante se envía a la capa de abstracción de objetos a través de medios seguros (Aceves, 2017, p.33).

**Capa de abstracción de objetos:** Es la encargada de transmitir los datos obtenidos de la capa objetos hacia la capa superior. Los datos pueden ser transferidos mediante distintas tecnologías como RFID, Wi-Fi, Bluetooth, UMTS, GSM, 3G, ZigBee, etc. Además, ejecuta otras funciones como gestión de datos y computación en nube (Aceves, 2017, p.33).

**Capa de gestión de servicios:** Conocida también como Middleware (emparejamiento). Es la encargada de enlazar un servicio con su respectivo solicitante sobre la base de direcciones y nombres, Concede a los programadores de aplicaciones de la IoT como objetos heterogéneos independientemente de la plataforma hardware que se emplee, Capa encargada de procesar datos obtenidos de decisiones, y proporciona los servicios necesarios mediante los protocolos de medios guiados (Aceves, 2017, p.33).

**Capa de aplicación:** Es la que provee los servicios requeridos por los clientes. La relevancia de esta capa es que posee la capacidad de brindar servicios inteligentes de buena calidad para cumplir con las necesidades de los usuarios. La capa en mención comprende numerosos mercados tales

como edificios, hogar, transporte, automatización industrial y asistencia sanitaria inteligentes (Aceves, 2017, p.33).

**Capa de negocios:** Las funciones de esta capa, soporta todas las aplicaciones y servicios de gestión de IoT. Permite crear gráficos, informes ejecutivos, modelos de negocio, entre otros sustentado en cantidad de datos validos obtenidos de la capa inferior. Un análisis eficaz de los datos recibidos servirá de gran ayuda a los ejecutivos en la toma decisiones acertadas referente a planes de trabajo y estrategias de negocio (Aceves, 2017, p.33).

#### 1.5.4 *Tipos de conexiones dentro de IoT*

Desde el aspecto de la operatividad de los pilares de IoT que se encuentran relacionados entre sí es preciso presentar como se efectúan las conexiones para transmitir, procesar o intercambiar datos.

**Conexión máquina a máquina (M2M):** Apoyados de esta conexión es posible conectar un equipo con otro a través de un medio no guiado, facilitando el dinamismo de las actividades dentro de la organización en distintas secciones. Lo relevante de este tipo de conexión es que garantiza que los distintos dispositivos logren estar enlazados de forma remota, a través de algún entorno visual, intercambiando datos o estableciendo una comunicación bilateral sin intervención manual (Castro, D & Gonzáles, 2018, p.33).

**Conexión maquina a persona (M2P):** A través de esta conexión se permite a las personas trasmitir información hacia los sistemas de la misma manera receptor información, se establece como un intercambio de datos de tipo transaccional ya que el flujo de información se envía trasmite en las dos direcciones, alcanzando así el movimiento y administración de los datos para que las personas puedan decidir en base a fundamentos (Castro, D & Gonzáles, 2018, p.33).

**Conexión persona a persona (P2P):** Este tipo de conexión consiente la intervención de personas con el propósito de contribuir al entorno de desarrollo, donde la información se transfiere de persona a persona empleando los elementos relacionados al IoT, Se reconoce como una arquitectura que efectúa una conexión de datos en ambas direcciones y comandos concernientes a los dispositivos empleados (Castro, D & Gonzáles, 2018, p.34).

### 1.5.5 *Modelo de comunicación de IoT*

En base a lo expuesto por el Comité de Arquitectura de Internet (IAB) se estableció cuatro importantes modelos de comunicación que se emplean en los dispositivos englobados dentro del Internet de las Cosas.

**Comunicaciones dispositivo a dispositivo:** El presente modelo se enfoca en la comunicación entre dos o más dispositivos interconectados, sin el soporte de un servidor o intermediarios para efectuar operaciones a través de internet o redes IP. Para establecer un enlace directo se ejecuta mediante protocolos como Z-Wave, ZigBee o Bluetooth (Castro, D & Gonzáles, 2018, p.34).

**Comunicaciones dispositivo a la nube:** Dentro de este modelos, el dispositivo IoT se enlaza de forma directa al entorno virtual con el fin de intercambiar datos y controlar el tráfico de mensajes. Modelo donde se beneficia de los entornos de comunicación provistos en los medios guiados o no guiados, para establecer una conexión entre el dispositivo y la red IP la cual se enlaza en lo posterior con la nube. Comunicación que permite al usuario acceder remotamente a través de un dispositivo tecnológico (Castro, D & Gonzáles, 2018, p.34).

**Modelo de dispositivo a puesta de enlace:** Mediante este modelo, el dispositivo IoT mantiene su conexión basada en un servicio de la puerta de la capa de aplicación (ALG) para interactuar con el entorno virtual, en la que el dispositivo proporciona el software de aplicación el cual opera como puerta de enlace local presentándose como intermediario entre el dispositivo y la nube, Adicional ejecuta la transcripción de protocolos o datos y suministra herramientas de seguridad (Castro, D & Gonzáles, 2018, p.34).

**Modelo de intercambio de datos a través de back-end:** Se establece como una arquitectura en la cual permite a los usuarios la administración sobre la información obtenida a través de los dispositivos inteligentes, ejecutando procesos con los datos que reposan dentro del entorno virtual o mediante fuentes externas (Castro, D & Gonzáles, 2018, p.34).

### 1.5.6 *Protocolos dedicados a IoT*

A continuación, se presenta los protocolos más importantes inmersos en el mundo del Internet de las Cosas, que poseen un potencial de enlazar dispositivos industriales con plataformas IoT

**COAP:** (Constrained Application Protocol). Fue creado para promover la compatibilidad de HTTP con dispositivos de redes restringida debido a la poca capacidad de microcontrolador y pequeña cantidad de memoria Flash y RAM. Se encuentra fundamentada en arquetipos de transferencia de documentos. Al tener sus paquetes de reducido tamaño se emplea UDP, pero conserva la arquitectura cliente/servidor en la que el cliente efectúa una solicitud y el servidor devuelve una respuesta. Resulta factible usar CoAP con una conexión permanente, ligera, y un entorno Web interactivo (Semle, 2016).

**AMQP:** (Advanced Message Queuing Protocol) Es del tipo publicar/suscribir orientado a mensajes, de mayor uso en el sector financiero. Consiste en dispositivos resistentes y rápidos que permiten el enrutamiento y gestión de colas dentro de un corredor de mensajes. Sus beneficios se centran en su modelado robusto de comunicaciones que soporta transacciones completas (Semle, 2016).

**MQTT:** (Message Queuing Telemetry Transport) Es un protocolo ligero de publicación/suscripción de código abierto. Emplea modelo de muchos a muchos y el servidor desacopla el suscriptor del publicador y se comporta como un router de mensajes. No soporta multidifusión de datos a muchos receptores, otorga escasas opciones de control. Resulta eficiente respecto al ancho de banda porque utiliza TCP. Tiene como propósito minimizar los requerimientos de recursos del dispositivo para proporcionar confiabilidad y un alto grado de seguridad en la entrega con calidad del servicio (Semle, 2016).

### 1.5.7 Áreas de aplicación del IoT

La aplicación de IoT son cuantiosas y variadas, absorbiendo la mayor parte de actividades de la vida diaria, beneficiando a personas, empresas y a la sociedad en su conjunto. A continuación, en la Tabla 7-1 se presenta las potenciales áreas de aplicación del IoT

**Tabla 7-1:** Áreas de aplicación del IoT,

Áreas	Dominios de Aplicación
<b>Ciudades inteligentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de servicios ciudadanos.</li> <li>• Parqueaderos inteligentes.</li> <li>• Indicadores tráfico y rutas alternativas.</li> <li>• Gestión eficiente de alumbrado.</li> </ul>
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el consumo de combustible.</li> <li>• Proporcionar soluciones de parqueo.</li> <li>• Reducir la congestión vehicular.</li> <li>• Mejorar la seguridad en motociclistas.</li> </ul>

<b>Casa inteligente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir y cerrar puertas remotamente</li> <li>• Video vigilancia.</li> <li>• Monitorear la iluminación dentro de casa.</li> <li>• Control del sistema de climatización en el hogar.</li> </ul>
<b>Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de la actividad cerebral.</li> <li>• Monitoreo de bebés en periodo de lactancia.</li> <li>• Intervenciones quirúrgicas remotas</li> <li>• Control de la actividad física mediante pulseras o Smartphone.</li> </ul>
<b>Agricultura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorizar la humedad y el Ph del suelo.</li> <li>• Control automáticamente el sistema de riego.</li> <li>• Controlar la temperatura en un invernadero.</li> <li>• Detección y control de plagas y enfermedades.</li> </ul>
<b>Industria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir el nivel de eficiencia de la mano de obra.</li> <li>• Ahorro de energía en el proceso de producción.</li> <li>• Monitoreo de las condiciones ambientales.</li> <li>• Reducir los costos de producción.</li> </ul>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Peña, J & Suquillo, 2016, pp.8-14)

### 1.5.8 *Plataforma IoT*

El propósito esencial de IoT es establecer la conexión de la mayoría de cosas hacia la red y enlazadas entre sí, para ello es fundamental contar con tecnologías que sean aptas para el proceso de interconectividad basándose en las características elementales que deben cumplir los diferentes dispositivos, como puede ser estándares, periféricos, peso, tamaño que son considerados en el momento de establecer una conexión IoT. (Cárdenas, 2016).

#### 1.5.8.1 *Propiedades de la plataforma IoT*

En su forma simple consiste en una plataforma de software, plataforma de desarrollo de aplicaciones, una plataforma de análisis, o puede ser una plataforma más compleja y sofisticada, para tener una plataforma IoT funcional se requiere de ocho bloques importantes (Cárdenas, 2016).

**Conectividad y normalización.** - A través de distintos protocolos y diversos formatos de datos en el entorno de software, asegurando una transmisión precisa de datos y la conectividad con la amplia gama de dispositivos (Cárdenas, 2016).

**La gestión de dispositivos.** - Garantiza que todas las cosas u objetos enlazados operen sin interrupciones (Cárdenas, 2016).

**Base de Datos.** - El almacenamiento progresivo de datos provenientes del dispositivo fundamentado en los niveles escalables de la nube tomando en cuenta la velocidad, variedad, veracidad y volumen de datos (Cárdenas, 2016).

**Procesamiento y gestión de la acción.** - Proporciona datos fundamentado normadas en la acción de evento-disparador que permitan el cumplimiento de las acciones inteligentes basado en datos proporcionados por el sensor (Cárdenas, 2016).

**Analítica.** - Efectúa una secuencia de análisis complejo sobre la concentración de datos básicos y de ilustración automática (Cárdenas, 2016).

**Visualización de datos.** - Concede ante los ojos humanos observar las referencias de cuadros de mando de presentación de datos insertado en entornos interactivos en la que generalmente destacan gráficos (Cárdenas, 2016).

**Herramientas adicionales.** - La IoT facilita a los desarrolladores de arquetipos rectificar y comercializar para controlar, gestionar y visualizar los dispositivos conectados.

Interfaces externas Se acopla con los sistemas que forman parte de TI mediante una función de presentaciones de programación de aplicaciones (API), puertas de enlace y Kits de desarrollo de software (SDK) (Cárdenas, 2016).

En la Figura 24-1 se muestra las propiedades como se encuentran ordenadas en la gran mayoría de esquema concernientes a las plataformas IoT.



<b>Base de datos</b>	<b>Interfaces externas</b>	
	<b>Analítica</b>	<b>Herramientas adicionales</b>
	<b>Visualización de datos</b>	
	<b>Procesamiento y gestión de la acción</b>	
	<b>Gestión de dispositivos</b>	
	<b>Conectividad y normalización</b>	

**Figura 24-1:** Propiedades de la plataforma IoT.

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

**Fuente:** (Cárdenas, 2016)

#### 1.5.8.2 *Plataforma IoT de hardware.*

Son placas electrónicas constituido por circuitos impresos, herramienta elemental para el diseño de esquemas digitales o analógicos, cumplen con funciones variadas que son establecidas por el fabricante el mismo que instaura su propio software de programación, son compatibles con una diversidad de dispositivos como actuadores, micro SD, sensores, y módulos inalámbricos pertenecientes a tecnologías diferentes (Santano, 2017, pp.17-18).

Con el progreso que ha experimentado la tecnología actualmente encontramos en mercado una amplia variedad de plataforma IoT de hardware denominadas también como tarjetas de desarrollo que con el pasar del tiempo han presentado mejoras significativas en sus versiones y diseños, para poder ajustarse a las necesidades que demanda la sociedad. Las plataformas IoT de hardware más conocidas y adquiridas en el ámbito técnico y comercial son Arduino, Raspberry Pi y Libelium Wamote (Santano, 2017, pp.17-18).

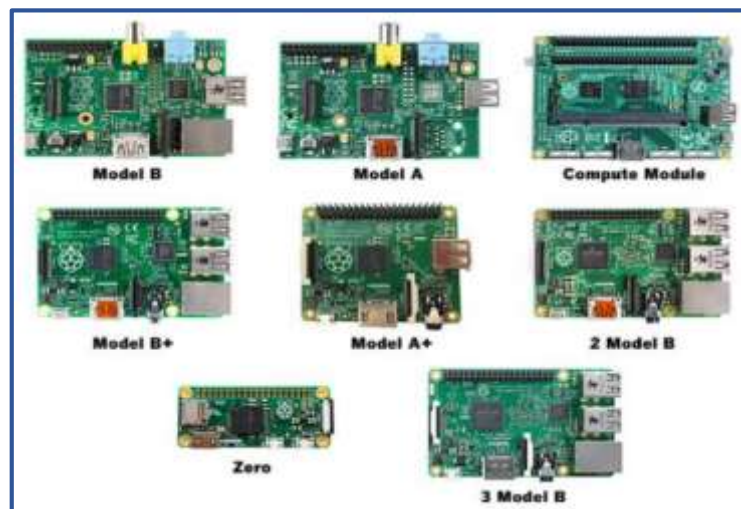
**Arduino.** - Es una plataforma electrónica que trabaja en código abierto, fundamentado en hardware y software de uso fácil. Consta de placas que a partir de la lectura en la entrada son capaces de convertirlas en salida, mediante la transferencia de múltiples instrucciones al microcontrolador. El lenguaje de programación está basado en Wiring y el software de Arduino (IDE) está basado en Processing. En la Figura 25-1 se muestra las diversas tarjetas de Arduino disponibles (Kurniawan, 2017, p. 1-19).



**Figura 25-1:** Modelos de Arduino

Fuente: (Penalva, 2016)

**Raspberry Pi.** - Es un mini ordenador de gran capacidad, es factible conectar mouse, pantalla, teclado entre otros dispositivos. La gama de modelos que presenta Raspberry pi depende básicamente del número de entradas y salidas, características y módulos. El software principal en Raspbian de la versión Debian, también soportan sistemas operativos como GNU/Linux, inclusive la versión de Windows 10. En la Figura 26-1 se presenta algunos modelos que ostenta Raspberry Pi (Izquierdo, 2017, pp.33-34).



**Figura 26-1:** Modelos de tarjetas Raspberry Pi

Fuente: (Raspberry Pi, 2018)

**Libelium Waspote.** - Es una plataforma de estructura modular fundamentada en software libre Otorga una facilidad en implementación de proyectos, ya que en su versátil arquitectura permite intercambiar módulos del microprocesador, los módulos que se usan frecuentemente son: GSM/GPRS, Zigbee, senoidales GPS y de almacenamiento. Placa destacada de la compañía Libelium, por su uso en esquemas IoT, En la Figura 27-1 se observa los componentes principales de Waspote (Flores, 2015, pp.32-33).



**Figura 27-1:** Tarjeta Libelium Waspote

**Fuente:** (Libelium, 2018)

## **CAPÍTULO II**

### **2 MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo dos se presenta el diseño del prototipo del sistema dispensador de alimento para perros (DACAN), mediante un procedimiento específico que contiene técnicas de observación, recolección de datos y solución del problema. Además, se presentará la concepción general del sistema, se detallará cada uno de los elementos a nivel de hardware y software requeridos por el sistema y se mostrarán los distintos diagramas de conexión que conforman el sistema.

#### **2.1 Metodología de la investigación**

Para la realización del presente trabajo de titulación, fue útil establecer los requerimientos necesarios para la ejecución del sistema. Se desarrolló un estudio a través de la aplicación de técnicas y métodos de investigación los mismos que se detallan a continuación.

##### **2.1.1 *Tipo de investigación***

La presente investigación se enmarca dentro del desarrollo de un dispositivo tecnológico, se requirió de un estudio en el cual refleja la aplicación de métodos y técnicas de investigación de tipología básica/aplicativa. Se seleccionó este tipo de investigación ya que se orienta su idea en aplicar y emplear los conocimientos obtenidos en el transcurso de la investigación, concerniente al problema establecido, desarrollando así una investigación básica. Con la investigación aplicada se pretende mejorar las condiciones de vida de los perros desamparados y así establecer el hardware y el software apropiado para la implementación del prototipo.

##### **2.1.2 *Método de investigación***

Se determinó aplicar para el presente trabajo de titulación la combinación de los métodos teóricos y empíricos, que a continuación se detallan:

###### **2.1.2.1 *Métodos Teóricos***

Son los que nos permiten adquirir conocimientos nuevos mediante una secuencia ordenada de fases, donde los hechos se constituyen en una teoría científica mediante la clasificación, selección,

análisis, síntesis, comparación, y la generalización que son esenciales para discriminar la información que no contribuye al desarrollo de la presente investigación, a continuación, se describen los métodos teóricos empleados en este trabajo de titulación.

**Revisión de documentación.** - Se lo realiza con el propósito de obtener información concerniente a los distintos parámetros para una buena alimentación de los perros. La información sobre el progreso tecnológico en el área de la electrónica en especial en el ámbito de las tecnologías de identificación y comunicación inalámbrica, tarjetas de desarrollo, sensores y actuadores.

**Sistematización.** - Útil para aplicar a la información recolectada, al esquema del sistema, la identificación del perro, la verificación en la plataforma IoT y la activación de actuadores para proceso de dispensación de alimento canino.

**Análisis y síntesis.** – Empleado para aplicar a la información obtenida y realizar un análisis de resultados, así como las conclusiones y recomendaciones del trabajo desarrollado.

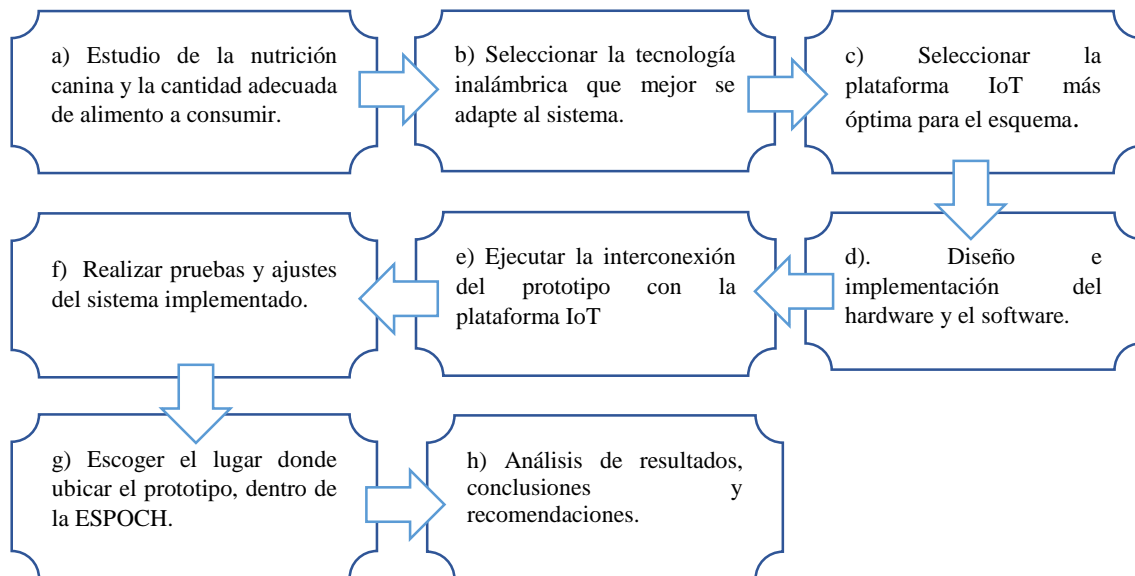
#### 2.1.2.2 *Métodos empíricos*

Método orientado a la experimentación y observación, utilizado para poner a prueba la hipótesis, el resultado del proceso de la investigación. Está fundamentado en la experiencia, donde se establecen leyes generales a partir de la conexión que existe entre la causa y el efecto propias de la investigación. A continuación, se detallan los métodos empíricos utilizados en este proyecto.

**Experimentación.** – Útil para poder determinar las raciones de alimento canino apropiada, mediante la estimación de peso y tamaño otorgándole la capacidad de que el sistema sea equilibrado y eficiente.

**Observación.** – Se emplea para validar el sistema en las fases concernientes al diseño y la implementación del sistema.

Al realizar el análisis de cada método, se establece una secuencia ordenada de pasos esenciales para el desarrollo del sistema, los cuales se presentan a continuación en la Figura 1-2



**Figura 1-2:** Secuencia ordenada de pasos para el desarrollo del sistema

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.1.3 Técnicas de investigación

Con el propósito de compilar la información que será requerida para la implementación del prototipo dispensador de alimento para los perros desamparados, se emplea las técnicas que a continuación se describen.

**Documental.** – Recopilación de información como estudios publicaciones libros, artículos científicos o investigaciones similares, los cuales son de gran aporte para poder definir los requerimientos del sistema y elegir los dispositivos que mejor se adapten al esquema para la implementación, los mismos que responderán al proceso de identificación y comunicación inalámbrica, así como la activación de sensores y actuadores que se encuentran en el prototipo.

**Matriz de Decisión.** - Para seleccionar las alternativas más apropiadas concernientes a la tecnología inalámbrica tanto en la identificación como en la transmisión de datos y plataformas hardware de IoT; técnica que es empleada para tomar una decisión entre una variedad de opciones en base a la relación del grado de importancia de los parámetros y su evaluación cualitativa/cuantitativa. Con esta técnica la alternativa más apropiada será la que alcance mayor calificación total

De acuerdo al criterio de Hurwicz creado en 1951 por Lonid Hurwicz, enfocado en valorizar los valores extremos a través de una función de utilidad que permite un análisis de sensibilidad dada

su forma de combinación lineal. Se fundamenta en el coeficiente de optimismo que varía entre cero y uno, siendo 1 el valor de máximo optimismo (Carneiro, 2012, pp 27-28).

Para efectuar la técnica de matriz de decisión es esencial definir las opciones con sus respectivos parámetros y su grado de importancia. Se emplea la Tabla 1-2 proveniente de una escala cualitativa convertida a una escala cuantitativa, para proceder con la evaluación de los parámetros de acuerdo a los requerimientos del prototipo. El grado de importancia se maneja con sistema de numeración binaria; 1 si es igual o más importante, y 0 si es menos importante.

En todas las matrices de decisión se emplea la misma escala cualitativa y la estimación del grado de importancia de los parámetros, en algunos casos estarán detallados por una simbología establecida en las tablas de parámetros para reducir las tablas de análisis.

**Tabla 1-2:** Escala de evaluación útil para los parámetros.

4	3	2	1	0
Muy apropiado	Apropiado	Poco apropiado	Nada apropiado	Inapropiado

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

**De campo.** – Después de haber seleccionado los elementos hardware y software que conforman el sistema es necesario constatar que el prototipo actué luego de recibir la señal emitida de la plataforma IoT, posterior al proceso de dispensación de alimento verificar que los datos se guarden y se actualice la base de datos que es posible visualizar en la página Web.

## 2.2 Requerimientos del sistema Dispensador de Alimento Canino (DACAN)

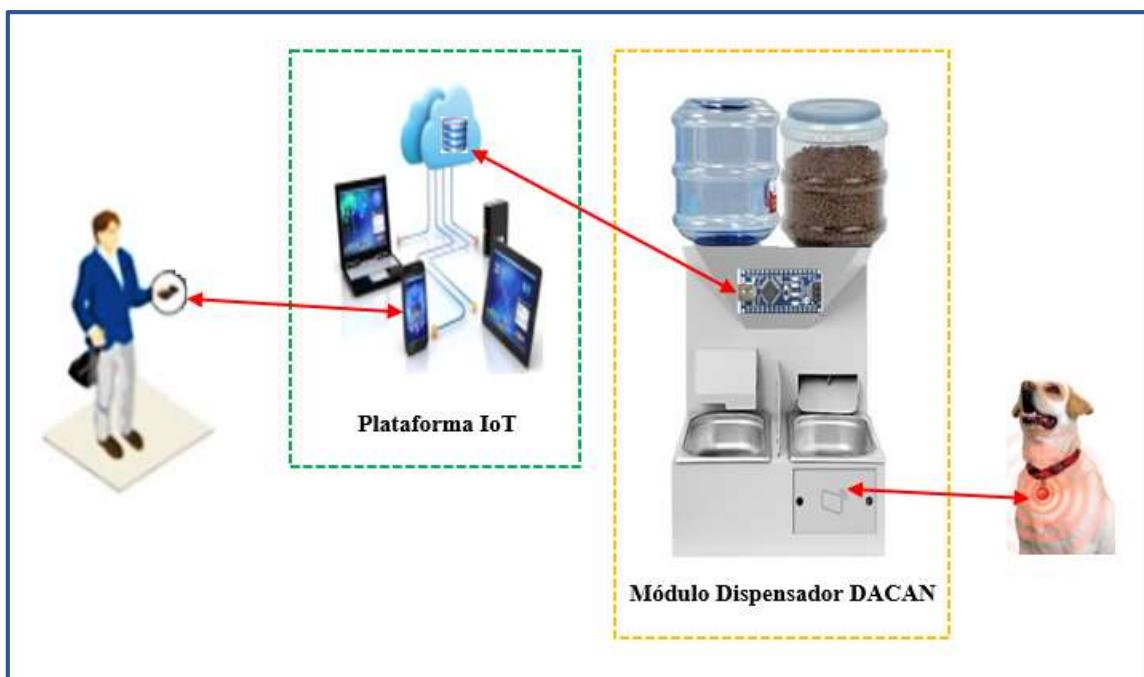
Bajo el sustento del estudio desarrollado en el anterior capítulo se puede establecer los requerimientos de diseño del sistema dispensador de alimento para los perros desamparados de la ESPOCH. Los requerimientos se detallan a continuación.

- Implementar un sistema con dispositivos y materiales de fácil adquisición y de bajo costo.
- Dispensar alimento en cantidades acorde al peso y tamaño del perro.
- Proporcionar información actualizada y permitir el almacenamiento periódico de datos respecto a la porción de alimento ingerido por cada perro.

- Los datos adquiridos por el sistema deben ser recopilados para un futuro análisis.
- Visualizar la información concerniente a fecha, hora y cantidad de alimento de todos los ejemplares registrados, a través de la plataforma IoT.

### 2.2.1 *Concepción de la arquitectura general del sistema DACAN*

Luego de definir los requerimientos del sistema, se procede con la concepción general del sistema que se presenta en la Figura 2-2, la cual utiliza tecnología inalámbrica para el reconocimiento del can y transmisión de datos a la plataforma IoT.



**Figura 2-2:** Concepción general del sistema dispensador DACAN

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

La concepción general del sistema DACAN mostrada en la Figura 2-2 donde se observa que está constituido por: el módulo dispensador encargado de dispensar alimento a partir de la autenticación del perro. En su interior estará provisto de dispositivos electrónicos como sensores actuadores y controladores los cuales obtendrán y procesarán datos que serán visualizados en la plataforma IoT la misma que está constituida por una página web que a través de Internet permite ingresar, buscar, actualizar y modificar los datos que mediante un enlace inalámbrico envía el prototipo.

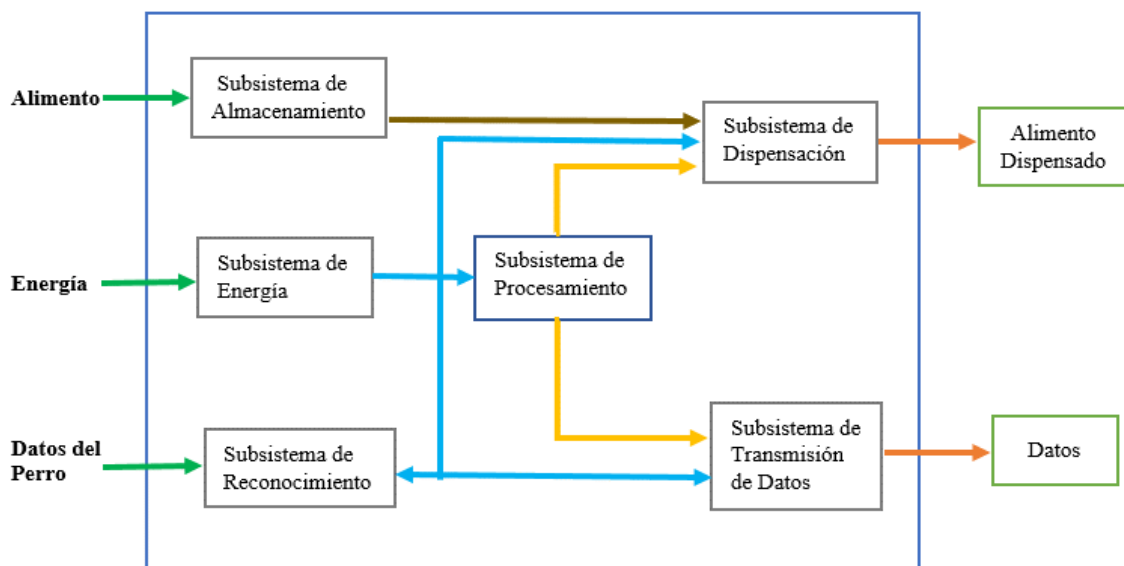


### 2.2.2 Diseño de la arquitectura del sistema.

El sistema DACAN consta del módulo dispensador, constituido por los subsistemas de alimentación, almacenamiento, reconocimiento, procesamiento, dosificación y transmisión de datos. Mientras que la plataforma IoT actúa como una interfaz gráfica para la manipulación de los datos obtenidos del módulo donde los subsistemas trabajan en conjunto para cumplir con los requisitos del sistema DACAN, a continuación, en el diagrama de interacción del sistema se observa en conjunto como los subsistemas contribuyen al desempeño del sistema dispensador.

#### 2.2.2.1 Diagrama de interacción del módulo dispensador

En el diagrama de interacción del sistema se presenta como los subsistemas se vinculan entre sí para producir las salidas como el alimento dispensado y los datos almacenador en la plataforma IoT, En la Figura 3-2 se observa la correlación de todos los subsistemas que intervienen en el módulo dispensador del sistema DACAN propuesto.



**Figura 3-2:** Diagrama de interacción del módulo dispensador

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Tomando como referencia el diagrama de la Figura 3-2 se puede realizar la segmentación del sistema total en pequeños subsistemas que permite enfocarse en una sola sección durante la etapa de implementación del módulo dispensador. En su conjunto los subsistemas a través de sus entradas generan la transformación a las salidas esperadas.

**Subsistema de almacenamiento.** – Permite recibir y almacenar alimento, cuando se activan los dosificadores una cantidad de croquetas y agua se despachan al subsistema de dosificación y el resto continúa preservado en los repositorios.

**Subsistema de energía.** – Se encarga de transformar y acoplar la energía suministrada en energía aprovechable para todos los elementos que constituyen el sistema dispensador, como son sensores, actuadores y circuitos electrónicos.

**Subsistema de reconocimiento.** – Permite reconocer al perro indicado de acuerdo a la programación desarrollada por el administrador, si el can presente se encuentra asociado al dispensador envía una señal de activación al subsistema de procesamiento.

**Subsistema de procesamiento.** – Se encarga de accionar los elementos electrónicos del dispensador y admite ser programado acorde a los requerimientos del sistema. Es la sección más importante ya que permite la interacción y operación de los demás subsistemas.

**Subsistema de dispensación.** – Permite proporcionar las cantidades establecidas de alimento a los recipientes que alojaran las croquetas y el agua temporalmente. Cuando percibe la señal del subsistema de procesamiento se accionan los dosificadores suministrando la porción de alimento requerida por el ejemplar canino.

**Subsistema de transmisión de datos.** – Se encarga de verificar y transferir datos a la plataforma IoT. Cuando el subsistema de reconocimiento adquiere los datos del can se envía a comprobar con la plataforma si se encuentra habilitado. Posterior a la culminación del proceso de dispensado exporta los datos concernientes al alimento y alarmas hacia la página web.

## **2.3 Selección de los elementos que constituyen el sistema DACAN**

A continuación, se seleccionan los elementos de hardware empleados en el diseño e implementación del prototipo dispensador de alimento para perros mediante la matriz decisión o por elección directa, sus respectivos datasheet necesarios para la conexión entre dispositivos se especifican en el *Anexo A*.

### **2.3.1 Selección de la tecnología inalámbrica de identificación**

Las tecnologías inalámbricas que más se destacan en la identificación de personas, animales u objetos son Bluetooth, RFID y NFC de acuerdo a las descripciones de la sección 1.4.1. En la

Tabla 2-2 se muestran los parámetros a evaluar en la selección de la tecnología inalámbrica donde destacan: frecuencia, tasa de transferencia, tiempo de inicialización, alcance, seguridad, tipo de red, consumo de batería y modo de comunicación.

**Tabla 2-2:** Parámetros de las tecnologías inalámbricas de identificación.

Símbolo	Parámetros	Bluetooth (B)	RFID (R)	NFC (N)
P1	Frecuencia	2.4 MHz	9 - 125 kHz 13.56 MHz 433 y 860 -960 MHz	13.56 MHz
P2	Tasa de Transferencia	1 – 480 Mbps	106 - 424 Kbps	106 - 424 Kbps
P3	Tiempo de Inicialización	6 s	< 0.1 ms	< 0.1 ms
P4	Tipo de Red	PTMP	PTMP	P2P
P5	Seguridad	Alto	Medio	Bajo
P6	Alcance	10 m	3 m	0,1 m
P7	Consumo de Batería	Alto	Bajo	Bajo
P8	Modo de Comunicación	Activo – Activo	Activo – Activo, Activo – Pasivo	Activo – Activo, Activo – Pasivo

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

**Fuente:** (Arriagada, 2014, pp 22-33)

Para desarrollar la Tabla 3-2 concerniente a los grados de importancia de los parámetros, en la que los parámetros de mayor importancia obtuvieron un peso de 0.21 y las de menor importancia 0.03 para ello se estableció que:

- El modo de comunicación y el alcance son parámetros de igual o mayor importancia frente a los demás parámetros considerados.
- La tasa de transferencia y la frecuencia poseen el mismo grado de importancia, pero son más importantes que el tipo de red y la seguridad.
- El tipo de red y la seguridad son igual de importantes, pero resultan penúltimos en importancia que el resto de parámetros.
- El consumo de batería y el tiempo de Inicialización son igual de importantes, pero se posesionan como los últimos en grado de importancia, en referencia a los demás parámetros.
- 

**Tabla 3-2:** Grado de importancia de los parámetros de las tecnologías de identificación.

Param.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total	Peso
P1	-	1	1	1	1	0	1	0	5	0.15
P2	1	-	1	1	1	0	1	0	5	0.15

P3	1	0	-	1	0	0	1	0	3	0.09
P4	0	0	1	-	1	0	1	0	3	0.09
P5	0	0	1	1		0	1	0	3	0.09
P6	1	1	1	1	1	-	1	1	7	0.21
P7	0	0	1	0	0	0		0	1	0.03
P8	1	1	1	1	1	1	1		7	0.21

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 4-2 se presenta la calificación cuantitativa que alcanzaron los parámetros de cada tecnología inalámbrica, en la cual los parámetros (P4) del tipo de red el mismo que alcanzó la mejor calificación de 0,5 en la tecnología RFID, mientras que la menor calificación se atribuye a la tecnología NFC con 0,13.

**Tabla 4-2:** Calificación cuantitativa de los parámetros ID inalámbrica

Param.	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
B	4	0,33	3	0,30	3	0,30	3	0,38	3	0,38	4	0,40	2	0,22	3	0,27
R	4	0,33	4	0,40	4	0,40	4	0,50	3	0,38	4	0,40	4	0,44	4	0,36
N	4	0,33	3	0,30	3	0,30	1	0,13	2	0,25	2	0,20	3	0,33	4	0,36

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 5-2: se presenta las relaciones entre las evaluaciones cuantitativas de los parámetros de las respectivas tecnologías inalámbricas de identificación cada una con el peso de importancia, donde la tecnología que concentro una mayor calificación total fue RFID con 0.3485 imponiéndose ante bluetooth que ocupó su posición inmediata con 0,3306.

**Tabla 5-2:** Relación del grado de importancia mediante la evaluación cuantitativa ID

Tecnología	Param.	Peso	Bluetooth		RFID		NFC	
			Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor
	P1	0.15	0.33	0.0485	0.33	0.0485	0.33	0.0485
	P2	0.15	0.3	0.0441	0.4	0.0588	0.3	0.0441
	P3	0.09	0.3	0.0265	0.4	0.0353	0.3	0.0265
	P4	0.09	0.38	0.0335	0.5	0.0441	0.13	0.0115
	P5	0.09	0.38	0.0335	0.38	0.0335	0.25	0.0221
	P6	0.21	0.4	0.0824	0.2	0.0412	0.4	0.0824
	P7	0.03	0.22	0.0065	0.44	0.0129	0.33	0.0097
	P8	0.21	0.27	0.0556	0.36	0.0741	0.36	0.0741
<b>Calificación Total</b>				<b>0.3306</b>		<b>0.3485</b>		<b>0.3188</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018\

**INTERPRETACIÓN:** Una vez analizada las calificaciones totales obtenidas de la Tabla 5-2 la tecnología de identificación más apropiada es la tecnología RFID con valor de 0.3485 que destaco frente a las demás tecnologías evaluadas.

### 2.3.1.1 Selección del tipo de módulo RFID

La selección del módulo más apto se centra en tres tipos de RFID de lectura en la que destacan: RDM690, MFRC-522 y E05-MLE132AP2. Se definieron parámetros que se muestran en la Tabla 6-2 que son: Banda de frecuencia, interfaz de comunicación, alcance, velocidad de transmisión, voltaje, temperatura de operación y costo.

**Tabla 6-2:** Parámetros de los tipos módulos RFID de lectura.

Símbolo	Parámetros	RDM690 (R)	MFRC-522 (M)	E05-MLE132AP2 (E)
P1	Banda de frecuencia	125 kHz / 134.2 kHz	13.56 MHz	2400- 2525 MHz
P2	Interfaz de comunicación	FDX	SPI	QFN32
P3	Alcance	60 mm	100 mm	10000 mm
P4	Velocidad de transmisión	32 Mbit/s	10 Mbit/s	250 Kbit/s
P5	Voltaje	3.3 – 5 V	3.3 – 5 V	2.7 – 3.6 V
P6	Tarjetas compatibles	EM/TK4100, EM4305, EM4550, NXP hitag 1/2/s, ISO11784/11785	Mifare1 S50, S70 Mifare1, Mifare Ultralight, Mifare Pro, Mifare DESFire.	Mifare Ultralight y Mifare DESFire.
P7	Costo	\$22	\$16	\$68

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Alibaba, 2018)

Para el desarrollo de la Tabla 7-2 de la relación del grado de importancia de los parámetros de los tipos de módulos RFID de lectura, donde los parámetros de mayor importancia obtuvieron un peso de 0.25 y la menor importancia alcanzaron un peso de 0.04, se estableció que:

- Los parámetros de mayor importancia son el alcance y velocidad de transmisión en referencia al resto de parámetros a evaluar.
- Los segundos parámetros en grado de importancia son la banda de frecuencia y el voltaje que entre ellos son de igual importancia.
- Los parámetros que ocupa el tercer grado de importancia es la de tarjetas compatibles, que son los penúltimos en grado de importancia.

- Finalmente, el parámetro con el último grado de importancia es el costo y interfaz de comunicación.

**Tabla 7-2:** Grado de importancia de los parámetros de los módulos RFID.

Param.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total	Peso
P1	-	1	0	0	1	1	1	4	0,17
P2	0	-	0	0	0	0	1	1	0,04
P3	1	1	-	1	1	1	1	6	0,25
P4	1	1	1	-	1	1	1	6	0,25
P5	1	1	0	0	-	1	1	4	0,17
P6	0	1	0	0	0	-	1	2	0,08
P7	0	1	0	0	0	0	-	1	0,04

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

La Tabla 8-2 presenta la calificación cuantitativa de los módulos RFID de lectura donde los parámetros (P3) referente al alcance otorga al módulo MFRC-522 la más alta calificación con 0,57, mientras que al módulo RDM690 se le concede la menor calificación con 0,14.

**Tabla 8-2:** Calificación cuantitativa de los parámetros de los módulos RFID

Param.	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
R	3	0,30	3	0,38	1	0,14	3	0,27	3	0,33	4	0,40	3	0,30
M	4	0,40	3	0,38	4	0,57	4	0,36	3	0,33	4	0,40	4	0,40
E	3	0,30	2	0,25	2	0,29	4	0,36	3	0,33	2	0,20	3	0,30

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 9-2 presenta la relación entre la calificación cuantitativa y su grado de importancia. Donde obtiene la mayor calificación total el módulo MFRC-522 con 0,4200, mientras que los dos módulos restantes tanto el E05-MLE132AP2 y el RDM690 se quedaron con calificaciones de 0.3071 y 0.2692 respectivamente.

**Tabla 9-2:** Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa RFID

Arduino		RDM690		MFRC-522		E05-MLE132AP2	
Param.	Peso	Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor
P1	0,17	0,3	0,0500	0,4	0,0667	0,3	0,0500
P2	0,04	0,38	0,0158	0,38	0,0158	0,25	0,0104
P3	0,25	0,14	0,0350	0,57	0,1425	0,29	0,0725
P4	0,25	0,27	0,0675	0,36	0,0900	0,36	0,0900
P5	0,17	0,33	0,0550	0,33	0,0550	0,33	0,0550
P6	0,08	0,4	0,0333	0,4	0,0333	0,2	0,0167

<b>P7</b>	0,04	0,3	0,0125	0,4	0,0167	0,3	0,0125
<b>Calificación Total</b>			<b>0,2692</b>		<b>0,4200</b>		<b>0,3071</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Donde obtiene la mayor calificación total el módulo MFRC-522 con 0,4200, mientras que los dos módulos restantes tanto el E05-MLE132AP2 y el RDM690 se quedaron con calificaciones de 0.3071 y 0.2692 respectivamente.

**INTERPRETACIÓN:** De acuerdo a las calificaciones totales mostradas en la Tabla 9-2 la opción es más apropiada es el módulo RFID del modelo MFRC-522 que obtuvo una calificación de 0.4200 y que se presenta en la Figura 4-2.



**Figura 4-2:** Módulo RFID modelo MFRC-522

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.3.2 Selección de la tecnología inalámbrica para la transmisión de datos

En base a la descripción desarrollada en la sección 1.4.2 de cada tecnología para la transmisión de datos. Los parámetros que se evaluaron para la selección de la tecnología inalámbrica dedicada al envío de datos son: frecuencia, potencia, tasa de transferencia, alcance, seguridad, ancho de banda, modulación y tipología de red; los mismos que se presenta en la Tabla 10-2.

**Tabla 10-2:** Parámetros de las tecnologías inalámbricas para la transmisión de datos.

<b>Símbolo</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Zigbee (Z)</b>	<b>Wifi (Wi)</b>	<b>Wimax (Wx)</b>
P1	Frecuencia	868/915 MHz, 2.4 GHz	2.4, 5, 60 GHz, 900 MHz	2.5, 5 GHz

P2	Potencia	30 mW	750 – 100 mW	2000 mW
P3	Tasa de Transferencia	20 – 250 kbps	2 – 40 Mbps	35 Mbps
P4	Alcance	10 - 100 m	20 - 1000 m	50 000 m
P5	Seguridad	Normal	Alta	Normal
P6	Ancho de Banda	5 MHz	20 / 40 MHz	20 / 25 / 28 MHz
P7	Modulación	BPSK, O-QPSK	CCK, BPSK, OFDM, M-QAM	Wireless MAN-SC, 64 y 256 QAM, OFDM, OFDMA, SOFDMA
P8	Tipología de Red	Ad-Hoc, Peer to peer, LR-WPAN	Ad-Hoc, Point-multipoint, WLAN	WMAN, HyperMAN

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Montero, 2018)

Para efectuar la Tabla 11-2 de los grados de importancia, donde los parámetros de mayor importancia alcanzaron un peso de 0,22 y la de menor importancia obtuvo un peso de 0,03 en la que se estableció que:

- La tipología de red y el alcance son parámetros que entre ellos son igual o de mayor importancia respecto a los demás parámetros.
- La potencia y la tasa de transferencia tienen el mismo grado de importancia, pero resultan ser más importantes que el ancho de banda y la seguridad.
- El ancho de banda y la seguridad poseen igual grado de importancia, pero son de mayor importancia que la modulación y la frecuencia.
- La modulación y la frecuencia son de igual importancia y a su vez de menor importancia referente al resto de parámetros.

**Tabla 11-2:** Grado de importancia de los parámetros Tx inalámbrica

Param.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total	Peso
P1	-	0	0	0	0	0	1	0	1	0,03
P2	1	-	1	0	1	1	1	0	5	0,16
P3	1	1	-	0	1	1	1	0	5	0,16
P4	1	1	1	-	1	1	1	1	7	0,22
P5	1	0	0	0	-	1	1	0	3	0,09
P6	1	0	0	0	1	-	1	0	3	0,09
P7	1	0	0	0	0	0	-	0	1	0,03
P8	1	1	1	1	1	1	1	-	7	0,22

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018



En la Tabla 12-2 se presenta las calificaciones cuantitativas que alcanzaron los parámetros de cada tecnología inalámbrica para la transmisión de datos, donde el parámetro (P3) de tasa de transferencia obtuvo la mejor calificación de 0,57 en la tecnología Wi-Fi y en el mismo parámetro alcanzó la mínima calificación de 0,14 la tecnología Zegbee.

**Tabla 12-2:** Calificación cuantitativa de los parámetros Tx inalámbrica

Param.	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
Z	4	0,36	3	0,33	1	0,14	3	0,38	3	0,30	2	0,22	2	0,20	4	0,36
Wi	4	0,36	4	0,44	4	0,57	3	0,38	4	0,40	4	0,44	4	0,40	4	0,36
Wx	3	0,27	2	0,22	2	0,29	2	0,25	3	0,30	3	0,33	4	0,40	3	0,27

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 13-2 se presenta la relación entre la evaluación cuantitativa de los parámetros de cada tecnología inalámbrica para la transmisión de datos con su respectivo peso de importancia, donde la tecnología que acumulo una mayor calificación total fue Wi-Fi con 0.4222 y la de menor calificación total es Wimax con 0,2734

**Tabla 13-2:** Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa Tx

Tecnología		Zigbee		Wifi		Wimax	
Param.	Peso	Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor
P1	0,03	0,36	0,0113	0,36	0,0113	0,27	0,0084
P2	0,16	0,33	0,0516	0,44	0,0688	0,22	0,0344
P3	0,16	0,14	0,0219	0,57	0,0891	0,29	0,0453
P4	0,22	0,38	0,0831	0,38	0,0831	0,25	0,0547
P5	0,09	0,3	0,0281	0,4	0,0375	0,3	0,0281
P6	0,09	0,22	0,0206	0,44	0,0413	0,33	0,0309
P7	0,03	0,2	0,0063	0,4	0,0125	0,4	0,0125
P8	0,22	0,36	0,0788	0,36	0,0788	0,27	0,0591
<b>Calificación Total</b>			<b>0,3016</b>		<b>0,4222</b>		<b>0,2734</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018.

**INTERPRETACIÓN:** Luego de analizar las calificaciones totales arrojadas en la tabla 13-2 de la fase final de la matriz de selección donde la opción más apropiada es la tecnología Wi-Fi con un valor de 0.4222 que superó a las otras tecnologías.

### 2.3.2.1 Selección del tipo de módulo Wi-Fi

Los módulos Wi-Fi tienen que ser compatibles con las plataformas IoT de hardware, además de adherirse a los requerimientos del proyecto. Los modelos de módulos Wi-Fi que se compararon

son: ESP8266-WM1, ESP32-WROOM32 y ESP8266-NMCU, de los mismos que se evaluó los parámetros como: voltaje, chip USB, pines GPIO, frecuencia, seguridad, antena, potencia de salida y costo. Los mismos que se presentan a detalle en la Tabla 14-2.

**Tabla 14-2:** Parámetros de los modelos de módulos Wi-Fi.

Símbolo	Parámetros	ESP8266-WM1 (Wm)	ESP32-WROOM32 (Wr)	ESP8266-NMCU (Nm)
P1	Voltaje	3.3 – 5 V	2 - 3.6 V	3.3 – 5 V
P2	Chip USB	CH340G	CP2102	CP2102
P3	Pines GPIO	9 pines	34 pines	16 pines
P4	Frecuencia	80MHz	240MHz	80MHz/160MHz
P5	Seguridad	Normal	Alta	Normal
P6	Antena	PCB	PCB	PCB
P7	Potencia de salida	+19.5dBm en modo 802.11b	-97 dBm	+19.5dBm en modo 802.11b
P8	Costo	\$12	\$40	\$15

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018.

Fuente: (Alibaba, 2018)

Para desarrollar la Tabla 15-2 del grado de importancia para los módulos Wi-Fi, donde los parámetros de mayor importancia tuvieron un peso de 0,22 y las de menor importancia alcanzo un peso de 0,03 considerando que:

- La potencia de salida y el chip USB son los parámetros más importantes respecto a los demás parámetros a evaluar.
- El voltaje y la seguridad le siguen como parámetros de segundo grado de importancia.
- Los pines GPIO y el costo son parámetros de tercer grado de importancia,
- Los últimos parámetros en grado de importancia son la frecuencia y la antena.

**Tabla 15-2:** Grado de importancia de los parámetros de los módulos Wi-Fi.

Param.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total	Peso
P1	-	0	1	1	1	1	0	1	5	0,16
P2	1	-	1	1	1	1	1	1	7	0,22
P3	0	0	-	1	0	1	0	1	3	0,09
P4	0	0	0	-	0	1	0	0	1	0,03
P5	1	0	1	1	–	1	0	1	5	0,16
P6	0	0	0	1	0	–	0	0	1	0,03
P7	1	1	1	1	1	1	–	1	7	0,22
P8	0	0	1	1	0	1	0	–	3	0,09

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018.

En la Tabla 16-2 se presenta la calificación cuantitativa de los parámetros de los módulos Wi-Fi donde ESP8266-NMCU alcanzo una calificación alta de 0,50 en el parámetro (P4) de frecuencia y ESP8266-WM1 obtuvo en el mismo P4 una calificación de 0,13.

**Tabla 16-2:** Calificación cuantitativa de los parámetros de los módulos Wi-Fi.

Param.	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
Wm	4	0,36	4	0,40	2	0,22	1	0,13	3	0,30	3	0,33	4	0,40	3	0,33
Wr	3	0,27	3	0,30	3	0,33	3	0,38	4	0,40	3	0,33	2	0,20	2	0,22
Nm	4	0,36	3	0,30	4	0,44	4	0,50	3	0,30	3	0,33	4	0,40	4	0,44

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018.

En la Tabla 17-2 presenta la relación entre la calificación cuantitativa y su grado de importancia de los parámetros de los módulos Wi-Fi. Luego del proceso la mayor calificación alcanzó ESP8266-NMCU con un valor de 0,3647 y la que obtuvo la menor calificación es el modulo del modelo ESP32-WROOM32 con un valor de 0,2365.

**Tabla 17-2:** Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa Wi-Fi

Modulo		ESP8266-WM1		ESP32-WROOM32		ESP8266-NMCU	
Param.	Peso	Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor
P1	0,16	0,36	0,0563	0,27	0,0422	0,36	0,0563
P2	0,22	0,4	0,0875	0,3	0,0656	0,3	0,0656
P3	0,09	0,22	0,0206	0,33	0,0309	0,44	0,0413
P4	0,03	0,13	0,0041	0,38	0,0119	0,5	0,0156
P5	0,16	0,3	0,0469	0,4	0,0625	0,3	0,0469
P6	0,03	0,33	0,0103	0,33	0,0103	0,33	0,0103
P7	0,22	0,4	0,0875	0,2	0,0438	0,4	0,0875
P8	0,09	0,33	0,0309	0,22	0,0206	0,44	0,0413
<b>Calificación Total</b>			<b>0,3441</b>		<b>0,2878</b>		<b>0,3647</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018.

**INTERPRETACIÓN:** En base a las calificaciones obtenidas en la Tabla 17-2 la opción más apropiada es el módulo Wi-fi de modelo ESP8266-NMCU alcanzándose a imponer ante los demás módulos con una calificación de 0,3647, elemento electrónico que se muestra en la Figura 5-2.



**Figura 5-2:** Módulo ESP8266 Wi-Fi

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.3.3 Selección de la Plataforma IoT de Hardware

Conforme a lo expuesto en la sección 1.5.8.2 las plataformas IoT a nivel de hardware para el presente proyecto debe integrar los sensores y actuadores, de reducidas dimensiones, fácil de operar, bajo consumo de energía, no requiere de alta capacidad de procesamiento ni de memoria ya que se encarga de almacenar el programa y los datos básicos, debido a que las medidas de los sensores serán enviadas directamente a la plataforma IoT de software.

Se optó por tres plataformas de IoT comúnmente conocidas como tarjetas de desarrollo que más se utilizan en proyectos orientados al internet de las cosas: Arduino, Waspnote y Raspberry Pi. Se consideraron parámetros establecidos en la Tabla 18-2 y son: Entorno de desarrollo, diversidad de tarjetas, compatibilidad con sensores, compatible con tecnología inalámbrica, costo, accesibilidad en el mercado, capacidad de procesamiento.

**Tabla 18-2:** Parámetros de la plataforma IoT de hardware

Símbolo	Parámetros	Arduino (A)	Waspnote (W)	Raspberry Pi (R)
P1	Entorno de desarrollo	Sin licencia, Arduino IDE	Sin licencia, Waspnote IDE	Sin licencia, Linux/GNU
P2	Diversidad de tarjetas	Alta	No	Baja
P3	Costo	Baja	Alta	Media-Baja
P4	Compatibilidad con Tecnología Inalámbrica	Si	Si	Si
P5	Compatibilidad con sensores	Si	Sensores únicos de Libelium	Si

P6	Accesibilidad en el mercado	Si, en tiendas u online	Compra online en el exterior	Si, en tiendas u online
P7	Capacidad de procesamiento	Normal	Alta	Alta

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

**Fuente:** (Arduino, 2018), (Libelium, 2018), (Raspberry Pi, 2018)

Para desarrollar la Tabla 19-2 de grados de importancia de los parámetros de las plataformas IoT de hardware donde el parámetro de mayor importancia alcanzó un peso de 0,23 mientras que la de menor importancia logró un peso de 0.04, se estableció que:

- Los parámetros de mayor grado de importancia son la compatibilidad con sensores y la diversidad de tarjetas.
- En segundo plano los parámetros de grado de importancia son la capacidad de procesamiento, la compatibilidad con tecnología inalámbrica, y la accesibilidad en el mercado
- Los parámetros de ultimo grado de importancia son: entorno de desarrollo y el costo.

**Tabla 19-2:** Grado de importancia de las características de las plataformas IoT de hardware.

Param.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total	Peso
P1	-	0	1	0	0	0	0	1	0,04
P2	1	-	1	1	1	1	1	6	0,23
P3	1	0	-	0	0	0	0	1	0,04
P4	1	0	1	-	0	1	1	4	0,15
P5	1	1	1	1	-	1	1	6	0,23
P6	1	0	1	1	0	-	1	4	0,15
P7	1	0	1	1	0	1	-	4	0,15

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 20-2 se presenta la calificación cuantitativa de los parámetros de las tres plataformas IoT de hardware, en la cual el entorno de desarrollo y la compatibilidad con tecnologías inalámbricas se posesionaron con las más altas calificaciones en las plataformas IoT evaluadas.

**Tabla 20-2:** Calificación cuantitativa de los parámetros de las plataformas IoT de hardware.

	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
<b>A</b>	4	0,33	4	0,44	4	0,4	4	0,33	4	0,50	4	0,40	3	0,38
<b>W</b>	4	0,33	2	0,22	2	0,2	4	0,33	2	0,25	3	0,30	2	0,25
<b>R</b>	4	0,33	3	0,33	4	0,4	4	0,33	2	0,25	3	0,30	3	0,38

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 21-2 se presenta la relación entre la calificación de los parámetros y su grado de importancia donde la calificación más alta de 0.4158 conseguido por Arduino y la calificación más baja de 0.2642 conseguido por Wasmote.

**Tabla 21-2:** Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa IoT hardware.

Plataforma IoT		Arduino		Wasmote		Raspberry Pi	
Param.	Peso	Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor
P1	0,04	0,33	0,0127	0,33	0,0127	0,33	0,0127
P2	0,23	0,44	0,1015	0,22	0,0508	0,33	0,0762
P3	0,04	0,4	0,0154	0,2	0,0077	0,4	0,0154
P4	0,15	0,33	0,0508	0,33	0,0508	0,33	0,0508
P5	0,23	0,5	0,1154	0,25	0,0577	0,25	0,0577
P6	0,15	0,4	0,0615	0,3	0,0462	0,3	0,0462
P7	0,15	0,38	0,0585	0,25	0,0385	0,38	0,0585
<b>Calificación Total</b>			<b>0,4158</b>		<b>0,2642</b>		<b>0,3173</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

**INTERPRETACIÓN:** Una vez analizadas las calificaciones totales resultantes de la Tabla 21-2 la plataforma IoT de hardware más apropiada es Arduino que alcanzo una calificación total de 0.4158.

### 2.3.3.1 Selección del tipo de Arduino

Para el proceso de selección se tomó en cuenta tres plataformas IoT de hardware Arduino de los modelos más destacados: PRO MINI 5 V, MEGA 2560 y UNO. Se consideraron parámetros establecidos en la Tabla 22-2 en los que se detallan.

**Tabla 22-2:** Parámetros de los modelos de plataformas de hardware Arduino.

Símbolo	Parámetros	Arduino PRO MINI 5 V (P)	Arduino MEGA 2560 (M)	Arduino UNO (U)
P1	Microcontrolador	ATmega 328	ATmega2560	ATmega 328P
P2	Voltaje de Operación	5 V	5 V	5 V
P3	Terminales Digitales	14 pines	54 pines	14 pines
P4	Terminales Analógicos	6 pines	16 pines	6 pines
P5	Memoria EEPROM	1 KB	4 KB	1 KB

P6	Velocidad de Reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz
P7	Costo	\$5	\$36	\$11

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Arduino, 2018)

En la Tabla 23-2 se presenta la relación del grado de importancia de los parámetros de cada plataforma IoT de hardware Arduino donde los parámetros de mayor importancia alcanzaron un peso de 0.23 mientras que el de menor importancia alcanzaron un peso de 0.04, se establece que:

- Los parámetros de mayor importancia son los terminales digitales y terminales analógicos.
- Los segundos parámetros en grado de importancia son el costo, la memoria EEPROM y el voltaje de operación.
- Finalmente, los de menor grado de importancia son la velocidad de reloj y el microcontrolador.

**Tabla 23-2:** Grado de importancia de los parámetros Arduino

Param.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total	Peso
P1	-	0	0	0	0	1	0	1	0,04
P2	1	-	0	0	1	1	1	4	0,15
P3	1	1	-	1	1	1	1	6	0,23
P4	1	1	1	-	1	1	1	6	0,23
P5	1	1	0	0	-	1	1	4	0,15
P6	1	0	0	0	0	-	0	1	0,04
P7	1	1	0	0	1	1	-	4	0,15

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 24-2 se presenta la calificación cuantitativa de cada parámetro de las plataformas de hardware IoT Arduino, en la cual el costo es el parámetro de menor calificación procedente de la menor calificación que obtuvo en la segunda opción (P7) concerniente al Arduino MICRO, la que obtuvo mayor calificación en el mismo parámetro en la primera opción fue el de Arduino PRO MINI 5 V.

**Tabla 24-2:** Calificación cuantitativa de los parámetros Arduino

	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
<b>P</b>	4	0,33	3	0,33	3	0,3	4	0,33	3	0,43	4	0,33	4	0,44
<b>M</b>	4	0,33	3	0,33	4	0,4	4	0,33	2	0,29	4	0,33	2	0,22
<b>U</b>	4	0,33	3	0,33	3	0,3	4	0,33	2	0,29	4	0,33	3	0,33

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

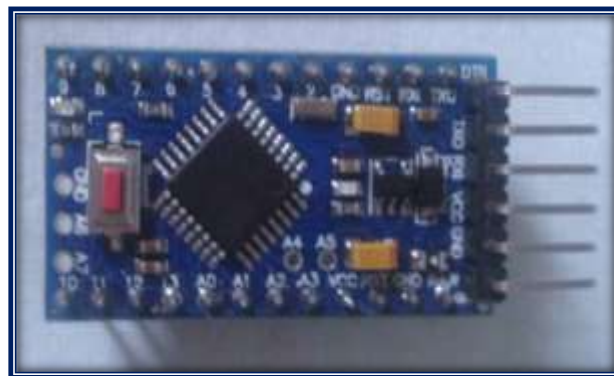
En la Tabla 25-2 se presenta la relación concerniente a la calificación cuantitativa y el grado de importancia de los parámetros de las plataformas IoT de Arduino. La plataforma que alcanzó una mayor calificación al superar a Arduino UNO fue la el Arduino PRO MINI 5V.

**Tabla 25-2:** Relación del grado de importancia con la evaluación cuantitativa Arduino

Arduino	Peso	Arduino PRO MINI 5 V		Arduino MEGA 2560		Arduino UNO	
		Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor
P1	0,04	0,33	0,0127	0,33	0,0127	0,33	0,0127
P2	0,15	0,33	0,0508	0,33	0,0508	0,33	0,0508
P3	0,23	0,3	0,0692	0,4	0,0923	0,3	0,0692
P4	0,23	0,33	0,0762	0,33	0,0762	0,33	0,0762
P5	0,15	0,38	0,0585	0,38	0,0585	0,25	0,0385
P6	0,04	0,33	0,0127	0,33	0,0127	0,33	0,0127
P7	0,15	0,44	0,0677	0,22	0,0338	0,33	0,0508
<b>Calificación Total</b>			<b>0,3477</b>		<b>0,3369</b>		<b>0,3108</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

**INTERPRETACIÓN:** De acuerdo a lo obtenido en las calificaciones totales de la Tabla 25-2 la plataforma IoT de hardware Arduino tiene como la más apropiada al Arduino PRO MINI 5 V, la cual se presenta en la Figura 6-2.



**Figura 6-2:** Arduino Pro Mini 5 V

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018



### 2.3.4 Dispositivos adicionales

El sistema está compuesto por una variedad de elementos electrónicos y complementarios. A continuación, se detalla cada uno de los componentes que no fueron seleccionados a través de la matriz de decisión.

**Módulo Relé.** - Es un módulo relevador para la conmutación de cargas de potencia, puede ser controlado por una amplia variedad de microcontroladores basados en circuitos de la familia lógica TTL o CMOS, su arquitectura básica consta de dos tipos de puertos; uno normalmente cerrado (NC) y el otro normalmente abierto (NO), el módulo está equipado con un circuito contra voltaje de retorno además de dos LED para indicar el estado del transistor. En la Figura 7-2 se visualiza el módulo empleado en proyectos que se necesite conmutar cargas de corriente alterna conectadas a la red eléctrica (REGATA, 2012)



**Figura 7-2:** Módulo relé de 2 canales

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 26-2 se muestra las especificaciones técnicas esenciales para el normal desempeño del módulo relé de 2 canales.

**Tabla 26-2:** Especificaciones técnicas del módulo relé de 2 canales.

Modelo	KY-019
Canales	2
Voltaje de entrada	5 V
Voltaje de control	3.3 – 9 V
Voltaje de salida	250 VCA o 30VDC
Corriente de operación	10 A

Corriente de activación por relé	15mA ~ 20mA
Controlad por	Circuito lógico
Terminal de conexión	Tornillo (clemas)
Terminal de entrada	Headers macho de 0.1
Dimensiones	50 x 42 x 13 cm

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

**Fuente:** (Alibaba, 2018)

**Sensor ultrasónico.** - Es un sensor que usa sonar para calcular la distancia de un objeto, fundamentada en la emisión de una señal de ultrasonido mediante un lóbulo en forma cónica, midiendo el tiempo que dura entre la difusión del sonido y la captación del eco se puede dictaminar la distancia a la que se encuentra la obstrucción produciendo el efecto de reflexión de onda. Su funcionamiento no se ve afectado por la luz del sol o presencia de materiales oscuros, como limitación tiene la detección de materiales de acústica blanda. En la Figura 8-2 se observa el sensor que se destaca por su bajo costo, reducido tamaño, bajo consumo energético y su gran precisión (Veloso, 2016).



**Figura 8-2:** Sensor ultrasónico

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 27-2 se muestra las especificaciones técnicas requeridas para la correcta operación del sensor ultrasónico 0

**Tabla 27-2:** Especificaciones técnicas del sensor ultrasónico Hc-sr04

Modelo	HC-SR04
Voltaje de operación	5 V (DC)
Frecuencia de trabajo	40 KHz
Precisión	+ - 3mm
Corriente de reposo	< 2 mA
Corriente de trabajo	15 mA
Angulo Eficaz	< 15°

Señal de salida	Digital por ancho de pulso
Distancia de detección	2 cm – 450 cm
Angulo de medición	30°
Disparo de la señal de entrada	TTL pulso de 10µs
Eco señal de salida	PWL de TTL entre 100 - 25000 µs
Peso	10 g
Dimensiones del circuito	43 x 20 x 17 mm

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente:(Alibaba, 2018)

**Electroválvula 12 V - 1/2".** - Es un dispositivo que actúa ante señales eléctricas, normalmente la válvula se encuentra cerrada impidiendo que el agua se desperdicie incluso ante cortes eventuales de suministro eléctrico. Se acciona la válvula al aplicar voltaje en sus terminales lo que permite que el líquido circule. Posee un empaque interior que necesita una presión mínima de 0,02 MPa, además cuenta con un filtro para atrapar partículas que puedan causar daños en el ducto, alargando su vida útil, en la Figura 9-2 se muestra la válvula que es generalmente empleada en el desarrollo de proyectos de automatización (Electronilab, 2018).



**Figura 9-2:** Electroválvula 12 V - 1/2"

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 28-2 se muestra las especificaciones técnicas necesarias para el adecuado funcionamiento de la electroválvula 12 V - 1/2"

**Tabla 28-2:** Especificaciones técnicas de la electroválvula 12 V - 1/2"

Modelo	51HER10
Voltaje de operación	12 V DC
Corriente de operación	0.6 A
Potencia de consumo	8W
Temperatura de funcionamiento	5 °C a 100°C
Presión de funcionamiento	0.02 a 0.8 MPa

Tiempo de respuesta apertura	$\leq 0.15$ s
Tiempo de respuesta apertura	$\leq 0.3$ s
Conectores	Rosca externa 1/2" NPS macho
Tipo de válvula	Diafragma
Acepta	Agua y fluidos de baja viscosidad
Peso	120 gr
Dimensiones	76 x 57 x 5 mm

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Alibaba, 2018)

**Fuente de alimentación ATX.** - En la Figura 12-2 se visualiza el elemento capaz de transformar la corriente alterna proveniente de línea eléctrica en corriente continua directa dejando pasar los picos positivos de la onda a través de diodos y filtrado por medio de capacitores, proporciona diferentes tensiones fundamentales para la operación de los elementos hardware de un sistema que generalmente son 5V y 12V. Cuando se requiera conectar más dispositivos al sistema o hacer mantenimiento es recomendable apagar la fuente y proceder enchufar los dispositivos (Gomez, 2018).



**Figura 10-2:** Fuente de alimentación ATX

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 29-2 se observa las especificaciones técnicas fundamentales para que una fuente de alimentación ATX pueda dar el abastecimiento de tensión que requiere el sistema.

**Tabla 29-2:** Especificaciones técnicas de la fuente de alimentación ATX

Modelo	OCZ-ZX1000W
Especificaciones Intel	ATX 120V / EPS 12V

PFC	Activo 0.99 típico
Eficiencia energética	≤ 90%
Compatible con	SLI / CrossFire
Temperatura funcional	0 °C - 55 °C
Humedad de funcionamiento	20% - 80%
Protección	OCP / OPP / OVP / UVP / SCP
Voltaje de entrada de CA	90 – 264 VCA
Frecuencia de entrada	50 / 60 Hz
Intensidad de entrada	15 – 18 A
Potencia CC de salida	1000 W
Intensidad rail +12 V	83 A
Ventilador	140 mm de doble rodamiento de bolas
Sonoridad	12 – 29 dBA
Nº de conectores	30
Dimensiones	86 x 150 x175 mm

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Alibaba, 2018)

**Motor eléctrico paso a paso.** - Es un dispositivo electromecánico encargado de convertir los pulsos eléctrico en desplazamientos angulares, permite controlar con exactitud las revoluciones al girar una cantidad de pasos que dependen de sus entradas de control las misma que proporciona un microcontrolador; es un tipo de motor que no emplea campo magnético permanente, su funcionamiento está fundamentado en un estator conformado por número de bobinas ferromagnéticas y un rotor que puede girar libremente sobre el estator. En la Figura 11-2 se muestra el motor que es usado para diferentes aplicaciones enfocadas al control, automatización y robótica.(Bueno, 2018, pp 15-17)



**Figura 11-2:** Motor eléctrico paso a paso

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 30-2 se muestra las especificaciones técnicas esenciales para la acertada operación del motor eléctrico paso a paso.

**Tabla 30-2:** Especificaciones técnicas del motor eléctrico paso a paso.

Modelo	KS42STH40-1204A
Compatible	Estándar NEMA17
Voltaje estándar	3.6V
Corriente de fase	1.2A
Diámetro del eje del motor	5 mm
Longitud del eje del motor	22 mm
Número de fase	2
Ángulo de paso	8 ° / paso (+/- 5%)
Pasos por vuelta	200
Resistencia de fase	3 ohmios
Par de mantenimiento	3200 g.cm
Inercia del rotor	54 g.cm <sup>2</sup>
Temperatura de funcionamiento	-20 ° C - 50 ° C
Alambres de plomo #	4
Peso	300g

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente:(Alibaba, 2018)

**Servomotor.** - Es un motor utilizado para conseguir una salida exacta y precisa en función del tiempo, su salida se encuentra en términos de velocidad, torque y posición. La principal propiedad electromecánica es contar con un sistema de retroalimentación (encoder) el cual le comunica al controlador (servo drive) la posición en que se localiza el eje servomotor y lo direcciona hacia ese estado, la velocidad de este dispositivo se consigue al variar la frecuencia de los pulsos suministrados. En la Figura12-2 se observa el mecanismo orientado al modelismo, automática y robótica (Bueno, 2018, pp 15-17).



**Figura 12-2:** Servomotor

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 31-2 se muestra las especificaciones técnicas principales para el adecuado desempeño del servomotor.

**Tabla 31-2:** Especificaciones técnicas del servomotor

Modelo	MG995
Corriente de funcionamiento	100 mA
Voltaje de operación	3 – 7.2V
Par de mantenimiento	1500 g.cm
Velocidad de reacción	53 – 62 R/M
Configuración de banda muerta	4 ms
Angulo de rotación	180 ° C
Tipo de enchufe	JR, FUTABA
Velocidad de funcionamiento sin carga	0.17 s / 60 ° C (4.8 V)
Peso	55 gr
Dimensiones	40.7 x 19.7 x 42.9 mm

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Alibaba, 2018)

**Sensor de presión MF01.** - En la Figura 13-2 se muestra el dispositivo de precisión resistivo pasivo capaz de medir la fuerza aplicada a la membrana, que, al percibir una flexión sobre el área circular el sensor procede a modificar su resistencia interna. Funciona con cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo con etapa ADC la misma que se fundamenta bajo el principio de divisor de tensión. Compuesta de dos capas separadas mediante un espaciador, cuanto más presión recibe mayor será la activación de puntos del semiconductor, efecto que hace disminuir la resistencia. Es sencillo de utilizar y posee la aceptación en la elaboración de proyectos electrónicos especialmente en las que son sensibles al tacto (Veloso, 2016).



**Figura 13-2:** Sensor de presión MF01

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 11-2 se observa las especificaciones técnicas esenciales que inciden significativamente en el correcto funcionamiento del sensor de presión MF01.

**Tabla 32-2:** Especificaciones técnicas del sensor de presión MF01

Modelo	MF01-N-220-A01
Tipo de salida	Analógica
Temperatura de trabajo	-30° C – 70 ° C
Rango de fuerza	0.2 – 20 N
Resistencia sin actuación	> 10 M ohm
Resistividad (mismo elemento)	± 2%
Resistividad (entre diferentes elementos)	± 6%
Tiempo de subida	< 3 μs
Histéresis	+ 10% en promedio
Recorrido para activarse	0.15 mm
Vida útil	10000000 activaciones
Capacidad de peso	0 – 10 Kg
Diámetro total	18.29 mm
Diámetro área sensible	14.68 mm
Espesor	0.46 mm

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Alibaba, 2018)

**Etiqueta RFID Pasiva.** -Es un dispositivo compilador de información conformado por un chip semiconductor que almacena hasta 96 bit de memoria y una antena impregnado en cualquier



sustrato, útiles para enviar y recibir señal, responde a las solicitudes sin la necesidad de estar en línea directa o en contacto con el módulo lector , su característica esencial es que son de escritura y lectura programable, puede ser gravada hasta 100 00 veces, en su IC tag tiene una inalterable y única longitud fija de caracteres lo que le otorga una mejor seguridad, a continuación se visualiza en la Figura 14-2 el dispositivo empleado en aplicaciones de identificación o control de accesos (Trace-ID, 2017)



**Figura 14-2:** Etiqueta RFID Pasiva

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Tabla 33-2 se muestra las especificaciones técnicas propias que influyen en la comunicación acertada de la etiqueta RFID Pasiva.

**Tabla 33-2:** Especificaciones técnicas de la etiqueta RFID Pasiva.

Modelo	SLK02 -13.56 M
Tipo	Llavero solo lectura
Sustrato	Plástico (ABS)
Chipset Incorporado	NXP,MF1 S50
Protocolo	ISO 14443 <sup>a</sup>
Frecuencia de operación	13.56 MHz
ID único	32 bit
Tamaño EEPROM	1024 (Byte)
Retención de datos	10 años
Escribir resistencia (ciclos)	100 000
Incrustación	Anillo de sujeción
Distancia de detección	0 – 10 cm
Dimensiones	43.7 x 30.5 x 5.3 mm

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Fuente: (Alibaba, 2018)

**Collar para perros.** - Es un producto elaborado con correas de polipropileno de 3 cm de ancho de color amarillo y hebillas de plástico, además se utiliza ojillos metálicos de 4mm de diámetro. Para la elaboración del collar se procede a cortar correas de 42 cm de longitud, en un extremo se coloca la hebilla plástica autoajustable y se realiza la costura en ambos fillos de la correa en los 2,5 cm que la correa va pareada dejando la hebilla en el centro segura y flexible, en el otro extremo se efectúa una costura para prevenir que las puntas se deshilen, finalmente se realizan dos agujeros uno a los 14 cm y el otro a los 15.5 cm centrado en su ancho, donde irán ubicados los ojillos metálicos que sirve para poner el llavero RFID, accesorio que queda listo para colocar al perro.



**Figura 15-2:** Collar de polipropileno para perros.

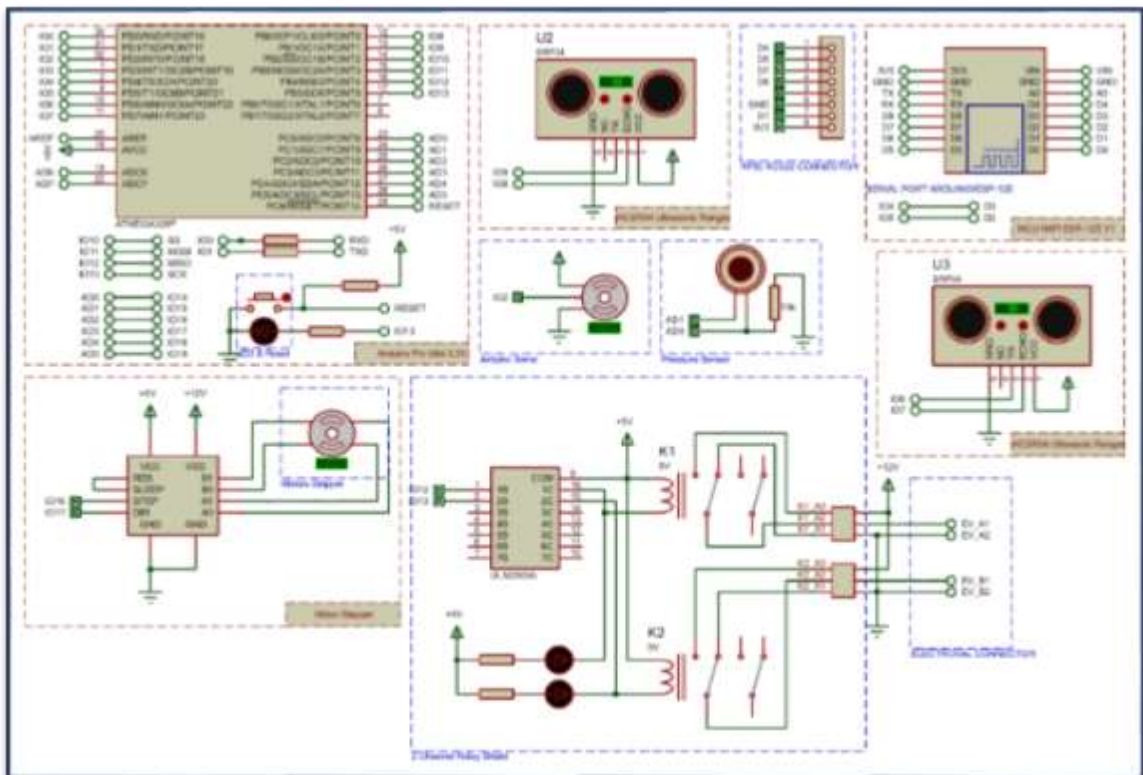
Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.3.5 *Diagrama de conexión del sistema DACAN*

Con la ayuda del software ISIS Proteus, se pudo elaborar la simulación del esquema general de conexiones del proyecto DACAN en la Figura 16-2 que se presenta el diseño de cómo se encuentran conectados cada uno de los elementos electrónicos tales como controladores (Arduino Pro Mini 5 V, ESP8266 Node MCU y RFID MFRC522), sensores (ultrasónico, de presión) y actuadores (módulo Relee 2, electroválvulas, motor eléctrico y servomotor).

- La tarjeta Wi-Fi ESP8266 tienen conectado sus salidas de datos D2 y D3 con los terminales del Arduino 13 y A0 respectivamente, con alimentación de 5 V y GND.
- Para la adquisición de datos de identificación el módulo RFID se conectó al módulo ESP8266 por medio de los terminales RST (D1), SS (D4), SCK (D5), MISO (D6) y MOSI (D7), suministrados con 5 V y GND.

- El sensor Ultrasónico 1 tiene una alimentación de 5 V y GND, tiene conectado su entrada TR al A1 y la salida ECHO al A2 del Arduino.
- El sensor Ultrasónico 2 tiene conectado su entrada TR (8) y la salida ECHO (9) de Arduino, provistos de 5 V y GND como alimentación.
- El sensor de presión tiene una alimentación de 5V y GND, tiene conectado los terminales Vout 1 al (3) y Vout 2 al (4) de Arduino.
- El modulo Relee tiene conectada sus entradas In1 e In 2 a los terminales de arduino 4 y 5 respectivamente, se alimenta con 12 V y GND directo de la fuente ATx.
- La electroválvula 1 está conectada sus entradas EV\_A1 y EV\_A2 con las salidas del módulo relee K1\_A1 y K1\_A2 respectivamente, alimentada de 20 a 30 V y GND
- La electroválvula 2 se alimenta de 20 a 30 V y GND, está conectada sus entradas EV\_B1 y EV\_B2 con las salidas del módulo relee K2\_A2 y K2\_A1 respectivamente.
- El servomotor tiene una alimentación de 5V y GND, tiene conectada su entrada CTL al terminal 12 del Arduino.
- El Motor eléctrico tiene conectados sus entradas Ctrl 1 y Ctrl 2 a los terminales Rs y Tx de Arduino, se alimenta de la fuente ATx con 12 V y GND.

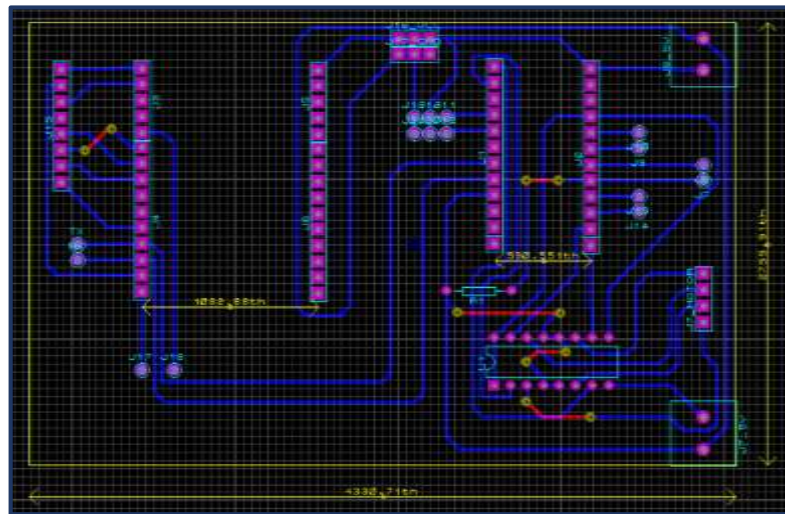


**Figura 16-2:** Esquema general de conexiones del sistema DACAN.

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.3.6 *Diseño de placa*

A través del software orientado a la simulación electrónica como es ISIS Proteus se pudo realizar el diseño milimétrico de sócalos y conexiones de la placa como se muestra en la Figura 17-2, sirve como soporte de ciertos elementos electrónicos que serán base del proyecto DACAN, medidas que son enviadas a maquinas dedicada a la realización de circuitos impresos que generalmente son fabricados en resina fenol-formaldehído (baquelita).



**Figura 17-2:** *Diseño de placa mediante ISIS Proteus*

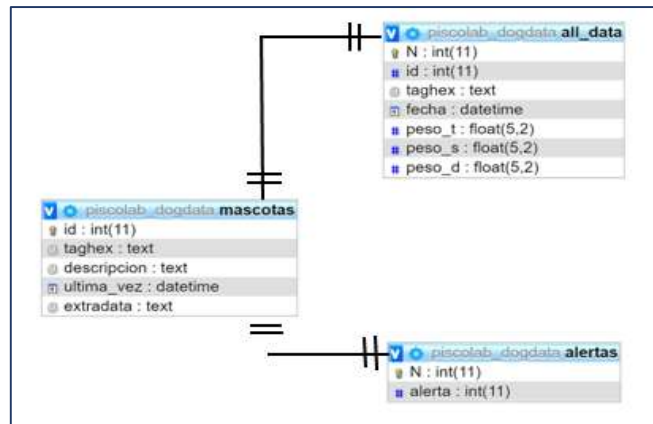
Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.3.7 *Diseño de plataforma IoT*

A continuación, se detallan los elementos utilizados en la fase de diseño de la plataforma IoT en la cual nos permite almacenar y visualizar datos generados por sistema dispensador en su conjunto.

#### 2.3.7.1 *Base de datos*

La base de datos está gestionada por el sistema picolab\_dogdata mostradas en las tablas y relaciones de la Figura 18-2. Los parámetros provenientes del módulo dispensador serán almacenados en el mismo instante de tiempo en las tablas correspondientes, asociando fecha y hora a los datos que sean recibidos en la plataforma IoT.



**Figura 18-2:** Relaciones Base de Datos

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

## 2.4 Requerimiento Software para el sistema DACAN

A cerca de los requerimientos de software del sistema DACAN, se detalla cada aspecto que necesita el modulo dispensador y la plataforma IoT que en su conjunto contribuyen para el funcionamiento adecuado del proyecto.

### 2.4.1 *Requerimiento del módulo dispensador*

- Enviar los valores del RFID pasivo a la nube para la verificación de su registro en la página web utilizando comunicación inalámbrica del módulo ESP8266 Wi-Fi.
- Tomar las mediciones de los sensores en tiempo en forma periódica y convertirlas en señales digitales en un rango de 0 a 1023, posteriormente convertirlos en valores numéricos de peso concerniente a la alimentación de los perros.
- Enviar la cadena de información a la plataforma IoT a través de la comunicación Wi-Fi el peso medido por el sensor de presión.
- Enviar alertas de reserva de alimento y ausencia del perro a la página piscoabiscan a través de comunicación inalámbrica ayudado del módulo ESP8266 Wi-Fi.

### 2.4.2 *Requerimiento de la plataforma IoT*

- Recepar las tramas de datos que son trasmitidos del módulo dispensador a través de la comunicación Wi-Fi.

- Almacenar la cadena de información en la memoria del módulo ESP8266 para después ser almacenado en la plataforma IoT.
- Enviar los datos de los pesos y alertas al servidor para poder ser visualizado en cualquier sitio del mundo por medio de una conexión a internet.

## 2.5 Software de desarrollo del sistema

Para el desarrollo del sistema DACAN se requiere implementar el software que sea capaz de controlar el hardware seleccionado del presente esquema. A continuación, se detallan un conjunto de herramientas software empleadas para realizar el diseño.

### 2.5.1.1 *Herramienta Software Arduino IDE*

Es un entorno de desarrollo integrado IDE de código abierto, libre y gratuito disponibles para la mayoría de sistemas operativos Windows, Linux y Mac. Trabaja mediante un entorno de processing y un lenguaje de programación de la estructura Wiring basado en C y C++ además de un cargador bootloader para la ejecución automática dentro del microcontrolador. Contiene una consola de texto, un área de mensajes, un editor de texto, una variedad de menús y barra de herramientas. Entre las opciones que el software permite: escoger la tipología de placa arduino, escoger librerías, compilar el sketch y descargar mediante USB (ARDUINO, 2018).

### 2.5.1.2 *Herramienta Herramienta My SQL*

Es una herramienta orientada a la programación y gestión de base de datos, usada por ser de código abierto y aportar un alto grado de confiabilidad y rendimiento además de un entorno interactivo, Es la opción más utilizada en el desarrollo de una variedad de aplicaciones entre ellas las páginas web, dentro de MySQL se encuentra la herramienta PhpMyAdmin de software libre, fundamentada en configuraciones de modo gráfico, entre las acciones que permite realizar se destaca la creación, eliminación y modificación de campos, tablas, relaciones, entre otras sentencias propias de SQL (MySQL, 2018).

### 2.5.1.3 *Herramienta NetBeans ID*

Herramienta de software destinada a la edición de código PHP, HTML, XHTML, JavaScript, Css entre otros, fundamentado en estudio Adobe Flash el cual permite administrar, diseñar, y editar

páginas web bajo un enfoque gráfico, cuenta con una amplia funcionalidad, y las innovaciones realizadas se aprecian al instante. La página web permite autenticarse, añadir, modificar y visualizar la información suministrada por el prototipo.

## 2.6 Programación del sistema DACAN

Las líneas de código desarrollado en el software Arduino IDE 1.8.2 para cada componente del sistema se muestra en el anexo C. Se ejecuta con programación lineal fundamentada en funciones. A continuación, se detalla librerías, funciones, variables y diagramas de flujo de las dos secciones que conforman el sistema.

### 2.6.1 *Diagrama de flujo del módulo dispensador*

En la Figura 19-2 se presenta el diagrama de flujo concerniente al módulo dispensador. Para la programación se procede con los siguientes pasos:

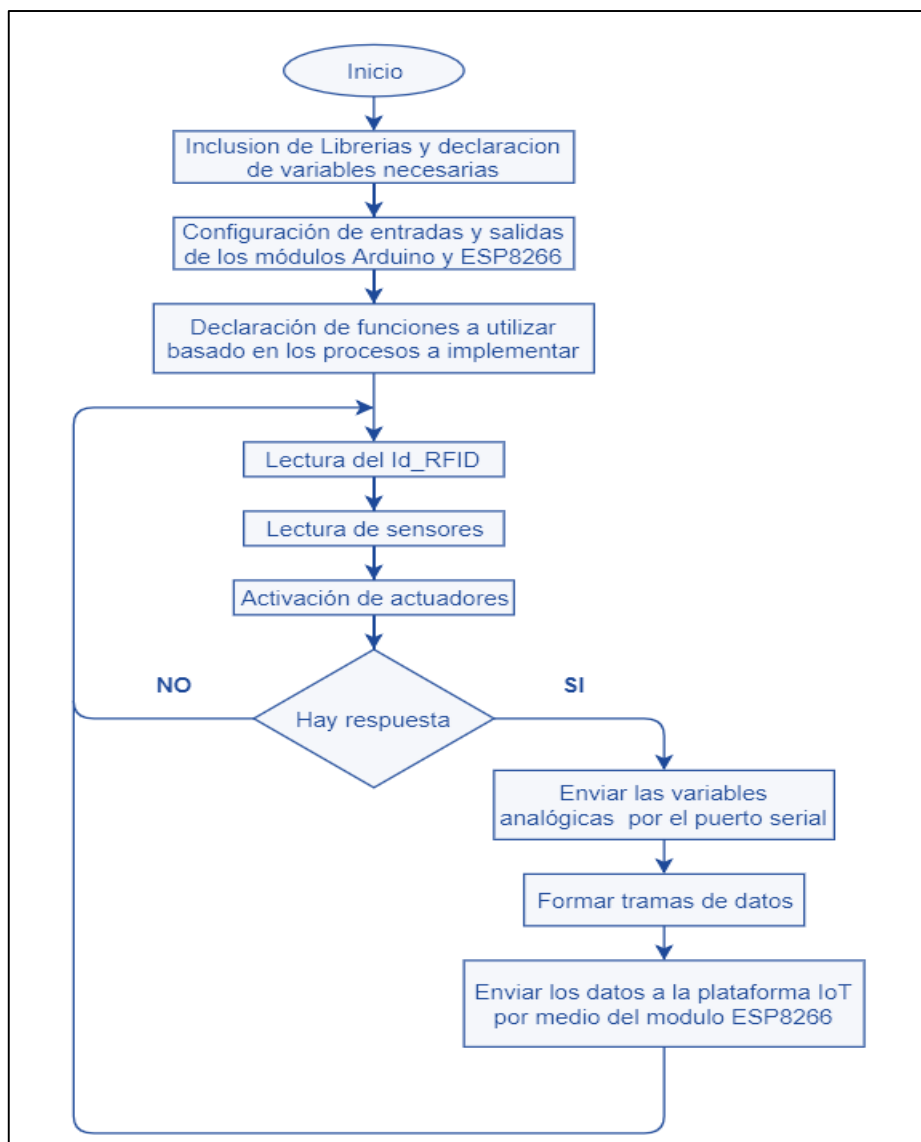
Declaración de variables e inicialización:

- Inclusión de librerías y declaración de variables necesarias.
- Configuración de entradas y salidas de los módulos Arduino y ESP8266 solventando los requerimientos de los dispositivos conectados.
- Declaración del nombre y contraseña de una red para poder enlazarse a través de Wi-Fi. Se debe incluir la dirección IP del host de alojamiento para inicializar la conexión.

Bucles Repetitivos

- Para la lectura del RFID pasivo se utiliza la función **printHex()** en la que registra un código hexadecimal.
- Los valores de lectura de los sensores se utiliza la función **analogRead()** para los caso de sensor de presión, y los sensores ultrasónicos.
- Para activar los actuadores se emplea la función **digitalWrite()** tanto para el motor como para las electroválvulas.

- En lo posterior a cumplir la condición se envía las variables analógicas por el puerto serial a través de la función **Serial.available()**.
- Se crea una trama mediante la función **WiFi.config()** de datos que serán enviados en lo posterior.
- Se envía la trama de datos a la plataforma IoT mediante la función **WiFiClient ()** que es útil en la transmisión por el módulo ESP8266.



**Figura 19-2:** Diagrama de flujo del módulo dispensador.

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Librerías usadas:



**SPI.h.**- Actúa como un bus de comunicación a nivel de circuitos integrados para la transmisión de datos en serie es decir que los bits van uno después de otro.

**SoftwareSerial.h.** - Desarrollada con el propósito de que exista comunicación en serie de los pines digitales de Arduino, alcanzando una velocidad de transmisión de hasta 115200 bps.

### 2.6.2 *Diagrama de flujo de la interconexión con la plataforma IoT*

En la Figura 20-2 se muestra el diagrama de flujo respecto a la interconexión con la plataforma IoT. Para la programación se realiza los siguientes pasos:

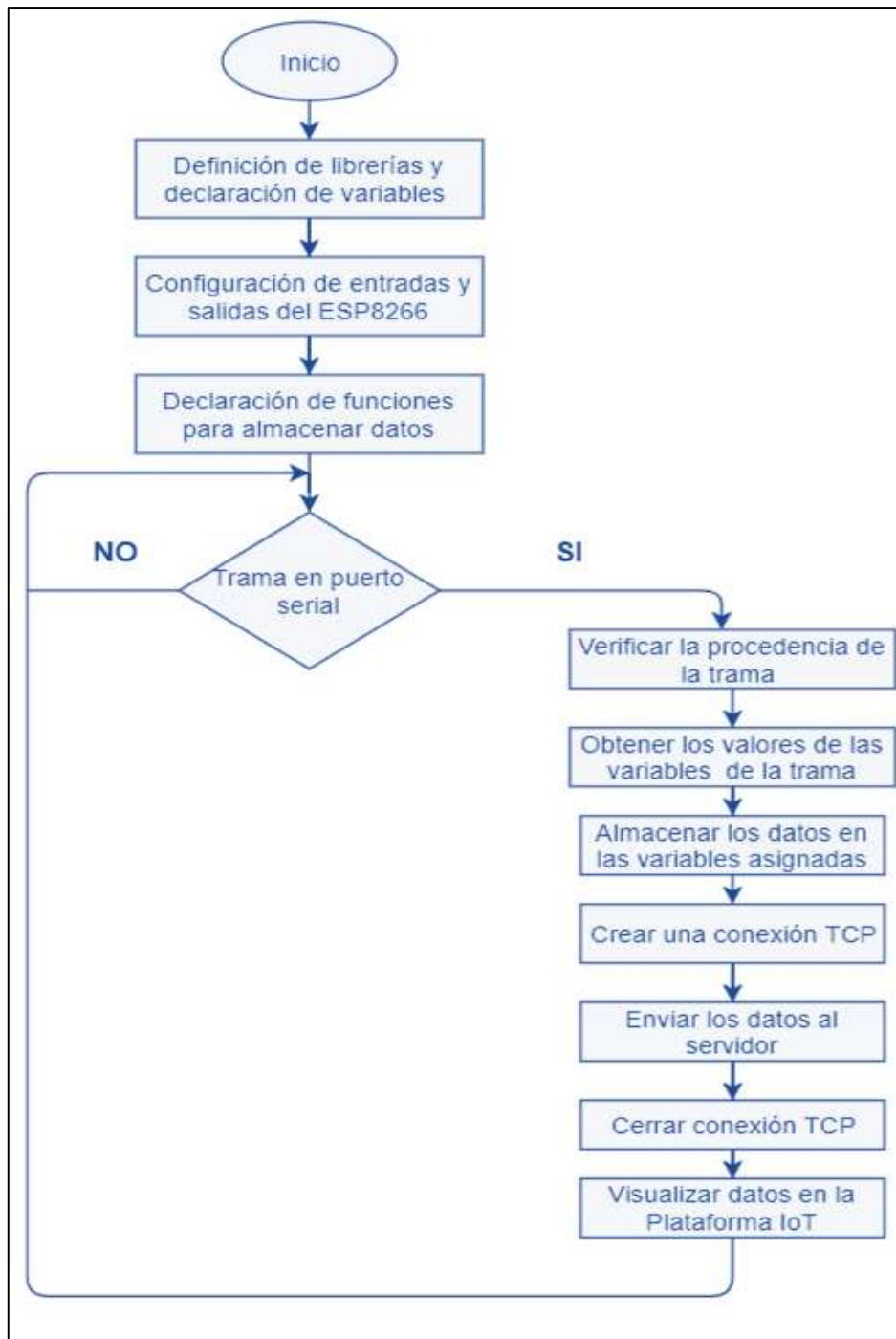
Declaración de variables e inicialización:

- Definición librerías y declaración variables
- Configuración de entradas y salidas del ESP8266 para establecer la interconexión con la plataforma IoT.
- Declaración de funciones para el proceso de almacenar datos.

Bucles Repetitivos

- Con la función **Serial.available()**. Se verifica la llegada de datos obtenidos mediante el puerto serial.
- Validar la estructura de la trama, la misma que debe constar de un delimitador de inicio, longitud de la trama, dirección de origen y de destino, datos y la suma de verificación.
- Almacenar los datos en las variables declaradas en la parte inicial del programa.
- Crear la conexión TCP y una dirección url para establecer el envío de los datos al servidor, tomando en cuenta el tiempo de transmisión para no desperdiciar recursos una vez cerrada la conexión.
- Se envía la trama de datos a la plataforma IoT mediante la función **WiFiClient ()** que es útil en la transmisión por el módulo ESP8266.

- Visualizar los datos enviados a la plataforma referente a alarmas y alimento consumido en sus distintos campos de la base de datos



**Figura 20-2:** Diagrama de la interconexión con la plataforma IoT

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Librerías usadas:

**ESP8266WiFi.h.**- Librería que proporciona las rutinas Wi-Fi específicas del módulo ESP8266 a las que se llama para establecer la conexión a la red.

**WiFiClient.h.** – Es la encargada de conectar a una red Wi-Fi enviando un mensaje al servidor TCP asignado con su respectiva IP y al puerto de enlace.

**MFRC522. h.**- Librería esencial en la lectura y escritura de las tarjetas RFID permitiendo ser conectarse a los microcontroladores a través de la interfaz periférica serial.

**SPI.h.**- Actúa como un bus de comunicación a nivel de circuitos integrados para la transmisión de datos en serie es decir que los bits van uno después de otro.

**SoftwareSerial.h.** - Desarrollada con el propósito de que exista comunicación en serie de los pines digitales de Arduino, alcanzando una velocidad de transmisión de hasta 115200 bps.

## **2.7 Implementación del sistema DACAN**

El sistema DACAN propuesto en la fase de diseño estaba conformado por un módulo dispensador y una plataforma IoT, los cuales se implementa desde un entorno electrónico-mecánico y virtual que en su conjunto aportan al correcto funcionamiento del sistema.

### **2.7.1 Implementación del módulo dispensador**

La estructura esta realizado con barras y láminas de acero en base al diseño que se muestra en el Anexo B. A continuación, se presenta los subsistemas que conforman el modulo dispensador en su fase de implementación para cumplir con las condiciones del sistema en su salida, en la que consta poner el alimento a disposición del perro y transmitir los datos obtenidos del proceso de dosificación.

#### **2.7.1.1 Subsistema de almacenamiento**

El dispensador cuenta con dos contenedores de polipropileno considerado como un material de grado alimenticio que tienen una capacidad de 14 litros como se muestra en la Figura 21-2, cada uno, en los que se almacenan el contenido de pienso y agua. En la base del contenedor de alimento se realiza una ranura para ser adaptado al mecanismo dosificador a través de una tolva y en su tapa esta provista de un sensor ultrasónico para medir el nivel de pienso. Para el contenedor de

agua es necesario hacer un agujero de ½ pulgada para incrustar una llave de paso la cual suministra líquido a la electroválvula superior.



**Figura 21-2:** Subsistema de almacenamiento.

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

#### 2.7.1.2 *Subsistema de energía*

El modulo se compone de una fuente con una entrada de 264 voltios de corriente alterna que genere una salida de 12 voltios a 18 amperios, la cual se conecta a la entrada del circuito y suministra energía a los componentes eléctricos y electrónicos, como son sensores actuadores y controladores que operan a 5 y 12 voltios. La fuente se controla mediante un switch enclavado situado al costado del módulo, que al ser activado energiza el sistema en su conjunto.

#### 2.7.1.3 *Subsistema de reconocimiento*

El dispensador se constituye de una parte pasiva y una activa pertenecientes a la tecnología RFID como se muestra en la Figura 21-2. Operan a una frecuencia de 13,56. MHz La parte activa se activa mediante el protocolo de comunicación SIP propio del módulo MFRC522 y está situado en la base frontal del módulo. La parte pasiva contiene un chip semiconductor encapsulado en un llavero plástico que se coloca en el collar del perro.



**Figura 22-2:** Subsistema de reconocimiento.

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

La parte pasiva posee un número hexadecimal de identificación única, si dicho número es reconocido por el microcontrolador y en lo posterior pueda ser enviado a la plataforma IoT para comprobar su registro. Si cumple con la condición inmediatamente se genera un pulso eléctrico para activar los subsistemas de procesamiento y dosificación hasta que el alimento este a disposición del perro.

*2.7.1.4 Subsistema de procesamiento*

El modulo en su interior cuenta con dos microprocesadores el ESP8266 y el ATmega328 ambos integrados en tarjetas de desarrollo como Node MCU y Arduino Pro Mini 5 V respectivamente. Dispositivos que se encuentran conectados a una serie de componentes eléctrico-electrónicos, ayudados del diseño en ISIS Proteus se realiza la implementación concerniente a las conexiones mediante esquemas tanto de controladores, sensores y actuadores,

Esquema de conexión de controladores

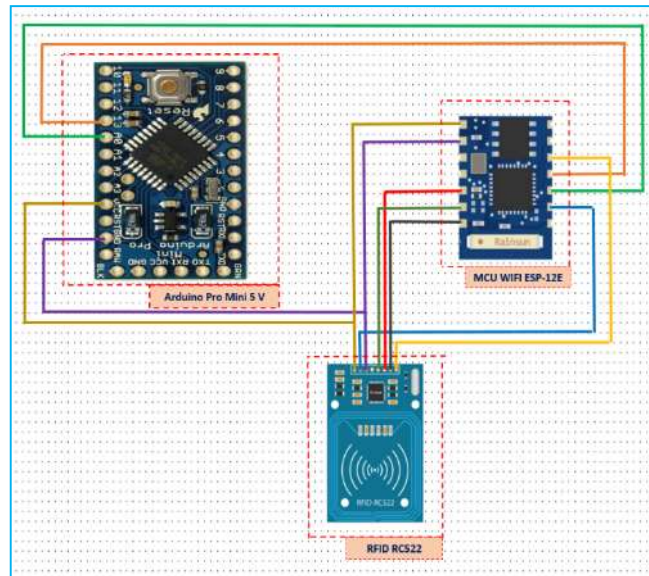
Las conexiones efectuadas desde la placa Arduino Pro Mini 5 V hacia el módulo ESP8266-NMCU y de este último al RFID MFRC522. En la Tabla 34-2 se observa los diferentes terminales de cada dispositivo como están conectados de una forma ordenada.

**Tabla 34-2:** Esquema de conexión de módulos a nivel de hardware.

<b>Arduino Pro Mini 5 V</b>	<b>ESP8266-NMCU</b>	<b>RFID MFRC522</b>
Vcc (5 V)	Vcc (5 V)	
GND	GND	
13 / PD4	D3 / GPIO12	
A0 / PD5	D2 / GPIO14	
	Vcc (5 V)	Vcc (5 V)
	GND	GND
	D1 / GPIO16	D1 / RST
	D4 / GPIO13	D4 / SS
	D5 / GPIO 0	D5 / SCK
	D6 / GPIO 4	D6 / MISO
	D7 / GPIO 5	D7 / MOSI

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Figura 23-2 se observa el esquema de conexión entre los módulos que conforman el sistema DACAN.



**Figura 23-2:** Visualización del esquema de conexión de controladores

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

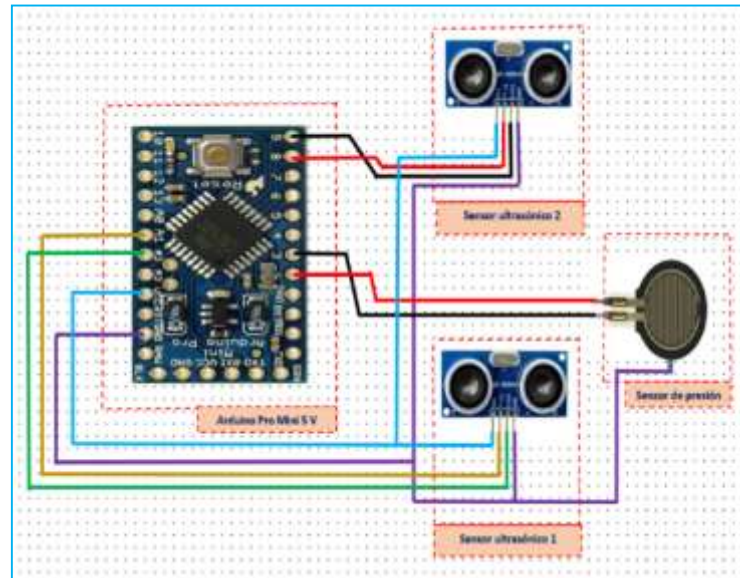
Esquema de conexión de sensores

El proceso de conexiones que parten desde placa Arduino Pro Mini 5 V hacia los sensores tales como el sensor de presión MF01 y los sensores ultrasónicos. En la Tabla 35-2 se visualiza las conexiones con un respectivo orden en cada uno de sus terminales de los diferentes dispositivos.

**Tabla 35-2:** Esquema de conexión de sensores a nivel de hardware.

Arduino Pro Mini 5 V	Sensor ultrasónico (1)	Sensor ultrasónico (2)	Sensor de presión
Vcc (5 V)	Vcc (5 V)		
GND	GND		
A1 / PD6	TR		
A2 / PD7	ECHO		
Vcc (5 V)		Vcc (5 V)	
GND		GND	
8 / PB0		TR	
9 / PB1		ECHO	
Vcc (5 V)			Vcc (5 V)
GND			GND
3/ PC1			Vout 1
4 / PC0			Vout 2

En la Figura 24-2 se visualiza el esquema de conexión de los sensores que son parte del sistema DACAN.



**Figura 24-2:** Visualización del esquema de conexión de sensores

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Esquema de conexión de actuadores

Las conexiones realizadas que salen desde la placa Arduino Pro Mini 3.3V hacia los diferentes actuadores tales como el Channel Relay Shield 2 (Modulo relee 2), Arduino Servo (Servomotor) y Motor Stepper (Motor paso a paso). En la Tabla 36-2 se observa las conexiones con un detallado orden en sus respectivos terminales de los distintos dispositivos.

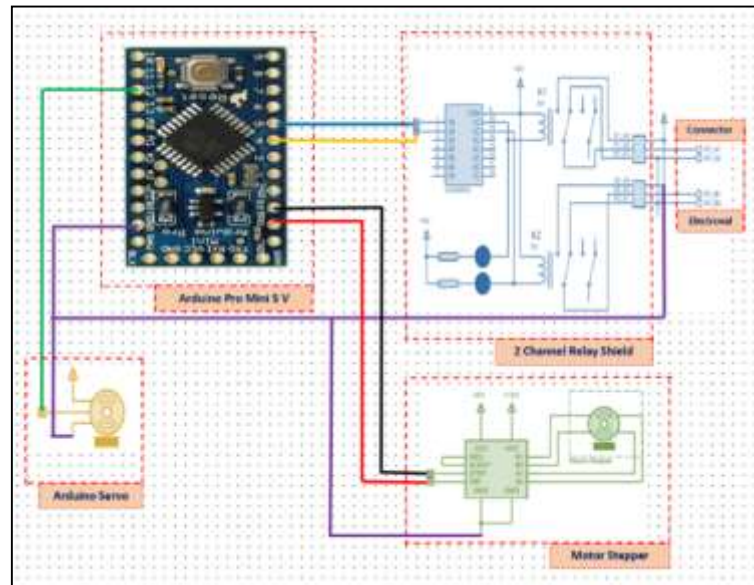
**Tabla 36-2:** Esquema de conexión de actuadores a nivel de hardware.

Arduino Pro Mini 5 V	Modulo Relee 2	Servomotor	Motor eléctrico
Vcc (5 V)	Vcc (5 V)		
GND	GND		
4 / PB4	1 / In1		
5 / PB5	2 / In2		
Vcc (5 V)		Vcc (5 V)	
GND		GND	
12 / PD2		CTL / Signal	
GND			GND
RS / PC2			Control 1

TX / PC3			Control 2
----------	--	--	-----------

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En la Figura 25-2 se muestra el esquema de conexión de los actuadores que se adaptan a los requerimientos del sistema DACAN.



**Figura 25-2:** Visualización del esquema de conexión de actuadores

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018.

#### 2.7.1.5 Subsistema de dispensación

El subsistema se compone de un motor eléctrico Nema 17, un tornillo sinfín elaborado con cañería de cobre de 3 mm como mecanismo de dosificación además de tubería plástica de 2 ft en elementos como T y un codo de 45 grados; componentes que se muestran en la Figura 26-2.

La dosificación se ejecuta cuando recibe la orden del subsistema de control, inmediatamente hace mover el motor nema que aporta 7 Kg/cm de capacidad, así como la electroválvula superior que genera ½ litro de agua; controlados por el ATmega328 quien recibe órdenes de la plataforma IoT al ser reconocido el Id del RFID por el sistema, el subsistema está programado que realice un determinado número de vueltas en función del tamaño y peso aproximado del perro, proceso que ejecuta en dos franjas horarias de 07H00 a 09H30 y de 16H00 a 18H30.

Luego al detenerse el mecanismo no bajan más croquetas al plato debido a principios de gravedad. Las condiciones que debe cumplirse para evacuar el alimento del plato, es que el perro no registre presencia en el sensor ultrasónico 1 más de 30 segundos el cual se encuentra ubicado en la parte



lateral interna del módulo, luego de cumplirse la condición evacua las croquetas al girar el plato incrustado al servomotor,



**Figura 26-2:** Subsistema de dosificación

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018.

#### 2.7.1.6 *Subsistema de transmisión de datos*

El subsistema se compone del módulo ESP8266-NMCU encargado de transmitir los datos hacia la plataforma IoT, obtenidos del módulo RFID MFRC522 para contrastar el registro de perro, así como para enviar datos y almacenarlos luego de la ejecución del proceso de dispensación de alimento, información que llena los campos de la base de dato del sistema. Además, remite datos de alarma extraídos del sensor ultrasónico 2 referente la cantidad de alimento del reservorio el mismo que es visualizado en la interfaz gráfica.

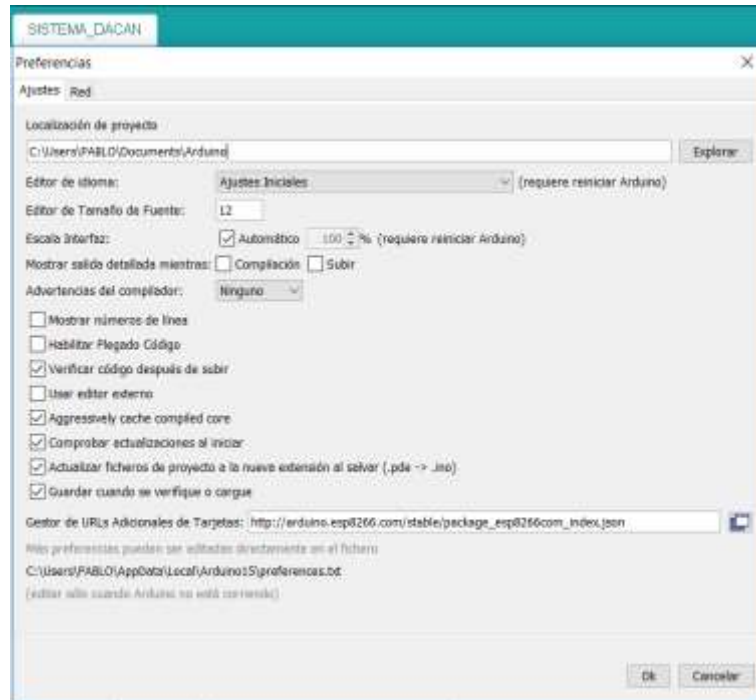
#### 2.7.2 *Implementación de la plataforma IoT*

El sistema será desarrollado en los predios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para lo que es necesario configurar el circuito integrado que actúa como soporte para la transmisión de datos, además de desarrollar una base de datos y la página web con el propósito de visualizar los datos procedentes del módulo dispensador de manera remota.

##### 2.7.2.1 *Configuración del Node MCU8266 para la interconexión*

Se procede con la instalación de librerías para acceder a la plataforma IoT así como la programación orientada al control y ejecución tanto de los sensores y actuadores, para obtener una plataforma del tipo Backends IaaS funcional; mediante la tarjeta Node MCU8266 la misma que a continuación, se detalla el proceso de instalación.

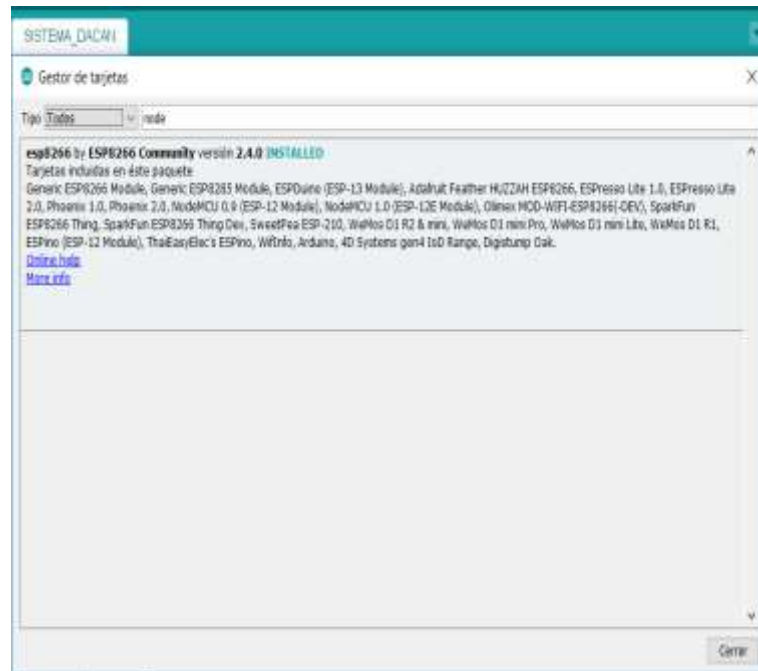
1) Desplegar las opciones de Archivo, seleccionar Preferencias, colocar el enlace [http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json) en el recuadro del Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas, finalmente marcar en ok para guardar la configuración, proceso que se evidencia en la Figura 27-2.



**Figura 27-2:** Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

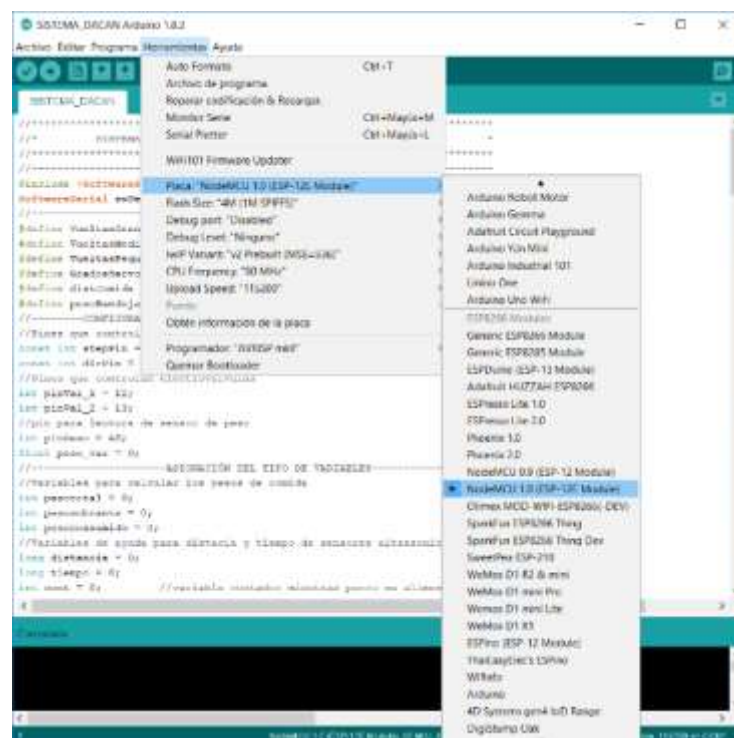
2) Deslizar las opciones de herramientas, elegir Placa: “NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)”, marcar en el Gestor de Tarjetas, seleccionar de entre los tipos de librerías a esp8266 by ESP8266 Community de la versión más actual y por ultimo marcar en actualizar para que se instale la librería en el software Arduino. Ejecución que se aprecia en la Figura 28-2.



**Figura 28-2:** Instalación de librerías

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

3) Desplegar las alternativas de herramientas, elegir placa y dentro de esas opciones escoger NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module), proceso final para que se ancle la herramienta Node MCU en Arduino, como se muestra en la Figura 29-2.



**Figura 29-2:** Gestor de Tarjetas

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018



Artículo	Detalle
Paquete de alojamiento	Plan 10.com
Nombre del servidor	10.com
Oferta WebSite	74.0 (Plan 10)
Versión Apache	2.4.18
Versión PHP	7.1.22
Versión MySQL	5.6.23 (MariaDB)
Archivos	486.64
Sistema operativo	Linux
Dirección IP compartida	190.204.28.146
Ruta de acceso a Samba	10.com/samba
Ruta de acceso a Perl	10.com/perl
Versión Perl	5.16.3
Versión de Perl	3.0.0 (7.1.0.2) (5.17.1) (5.16.3)

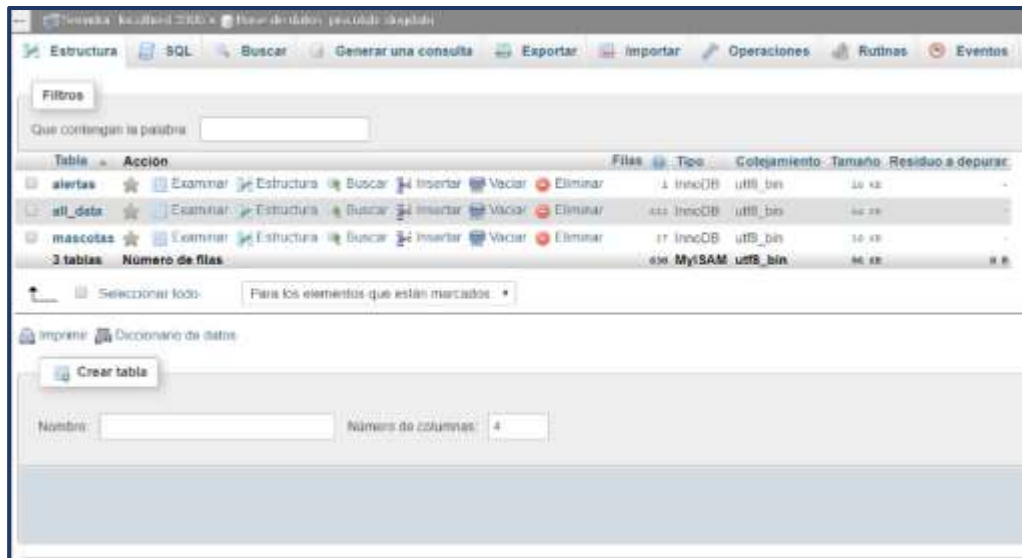
**Figura 31-2:** Información del servidor para la interconexión

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

Con la información proporcionada por el servidor es factible realizar la interconexión con la plataforma IoT a través de la conexión máquina a máquina (M2M), basado en el modelo de comunicación dispositivo a nube y para él envío de datos mediante el protocolo MQTT referente en eficiencia por ser de código abierto y su ancho de banda que brinda al utilizar TCP/IP.

### 2.7.2.3 Implementación de la base de datos

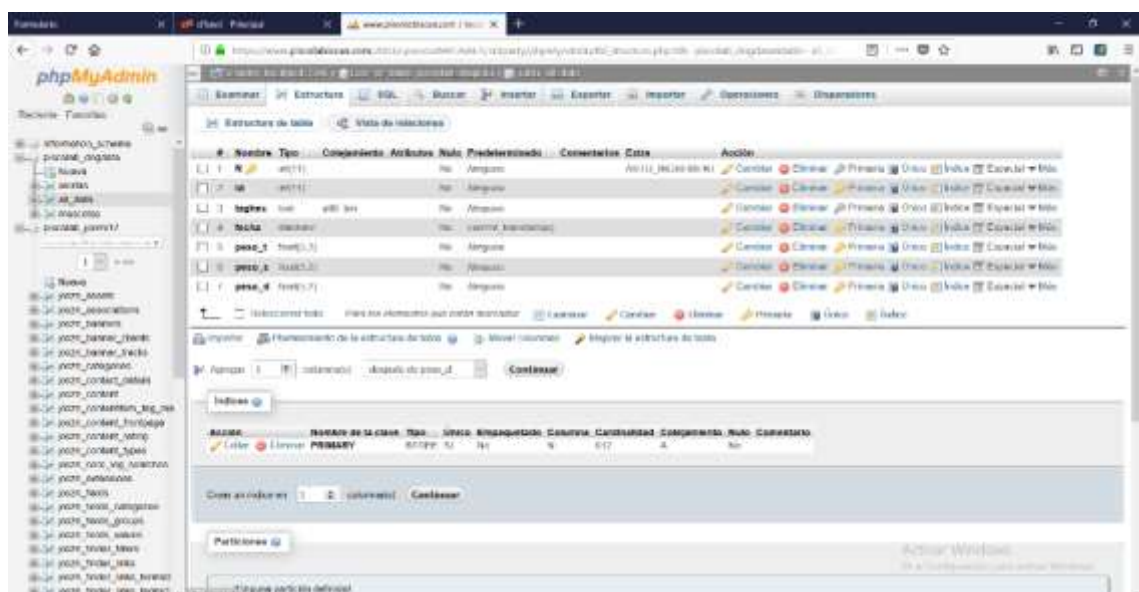
Para la administración, distribución y gestión de los datos obtenidos concerniente a la alimentación de los canes se desarrolla de una base de datos apoyados de la herramienta PhpMyAdmin en MySQL. En la Figura 32-2 se observa las tablas creadas las cuales cumplen con la función de mostrar la información de los horarios y cantidad de comida consumida por cada can además de las alertas provenientes del prototipo. Cada tabla contiene las opciones de examinar, estructura, buscar, insertar, vaciar y eliminar los cuales son útiles en la modificación y administración de la base de datos. Además, permite programar las franjas horarias para que el perro pueda acceder al alimento, acogiéndonos a horarios de 07H00 A 09H30 y de 16H00 a 18H30 basados en el estudio realizado por (Daristotle y otros, 2012, pp.189-204).



**Figura 32-2:** Tablas creadas en phpMyAdmin

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Los campos de cada tabla se encuentran establecidos de acuerdo a los datos que se desee visualizar de cada ejemplar canino, además de las opciones de editar, copiar y borrar. En la Figura 33-2 se muestra la estructura de la tabla all\_data provista de los campos: Id referido al número para identificar al can, taghex concierne al código hexadecimal del llavero RFID asignado, fecha referente a los formatos de fecha (aaaa-mm-dd ) y hora (HH:MM:SS) en que se identifica el perro con el sistema, peso\_t concierne al peso total de alimento dispensado, peso\_s, referente al peso que sobra posterior al proceso de alimentación y el peso\_d asignado al peso ingerido por el perro, destacar que todos los pesos son medidos gramos.

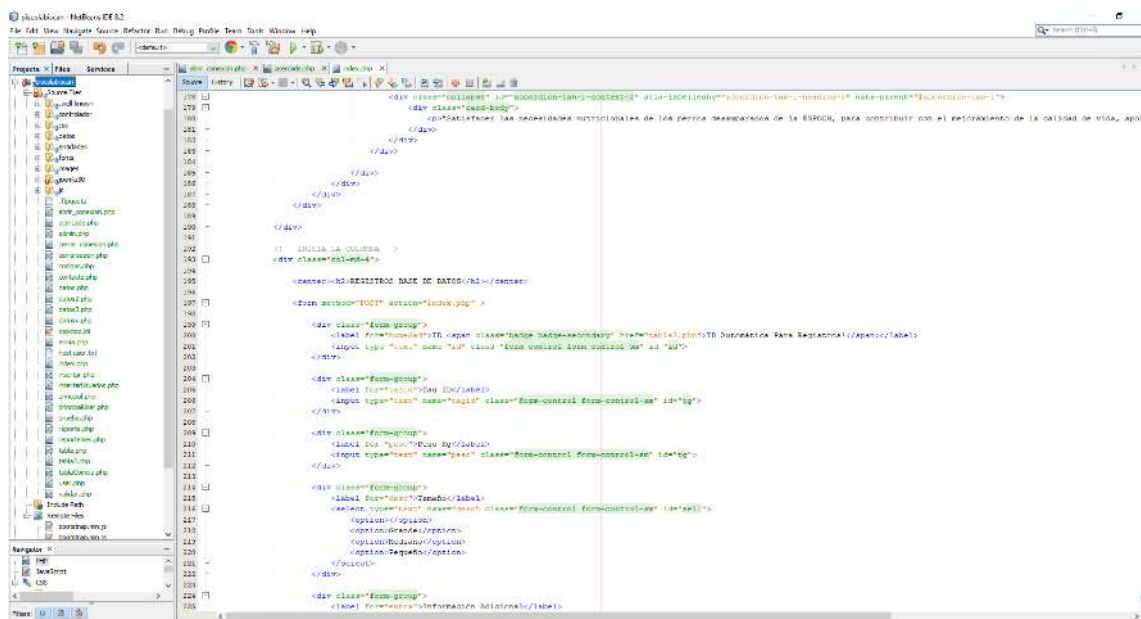


**Figura 33-2:** Estructura de la tabla all\_data

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.7.2.4 Implementación de la página web

La página Web permite, a sus visitantes ingresar, visualizar y actualizar datos. Para el caso de los administradores, son habilitados para acceder mediante un usuario y su respectiva contraseña, se encuentran autorizados para manipular la información concerniente a la creación, modificación y eliminación tanto de usuarios y datos que son de contenido sensibles para el sistema y su adecuado funcionamiento. En la Figura 34-2 se observa un fragmento del código de la programación realizada en el editor NetBeans ID.se aprecia el enlace con la base de datos y el hosting adquirido.

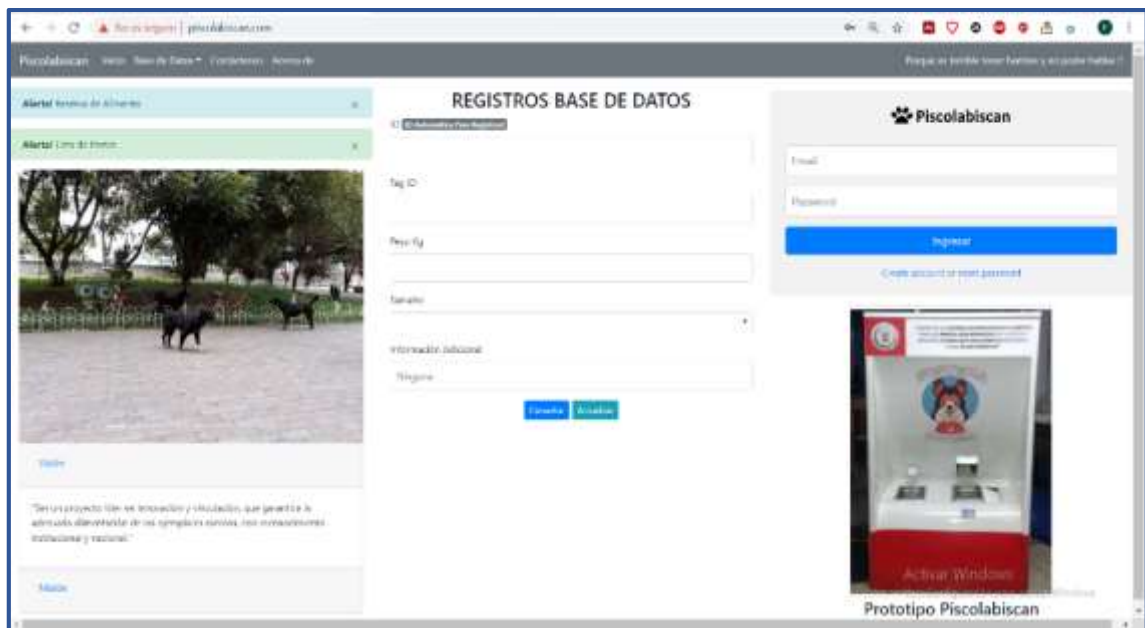


**Figura 34-2:** Fragmento de código del sistema DACAN en NetBeans ID

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

### 2.7.2.5 Visualización de datos de la página web

La interfaz principal de la página web se observa en Figura 35-2, la cual esta provista de un menú de 3 opciones generales Home donde presenta misión, visión, y recuadros para ingresar el ID, el Tag ID, peso en Kg, tamaño, e información adicional del can a consultar o actualizar esa información. En el segmento de Base de Datos encontramos información de registro de perros, alimento consumido y consulta por mes del total consumido, en el segmento Contáctanos: muestra los contactos de los responsables del proyecto. Acerca de: presenta información detallada de la nutrición canina. El recuadro superior derecho acepta al administrador con sus respectivas credenciales para poder registrar o eliminar datos de los canes.



**Figura 35-2:** Interfaz web de la plataforma IoT

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018



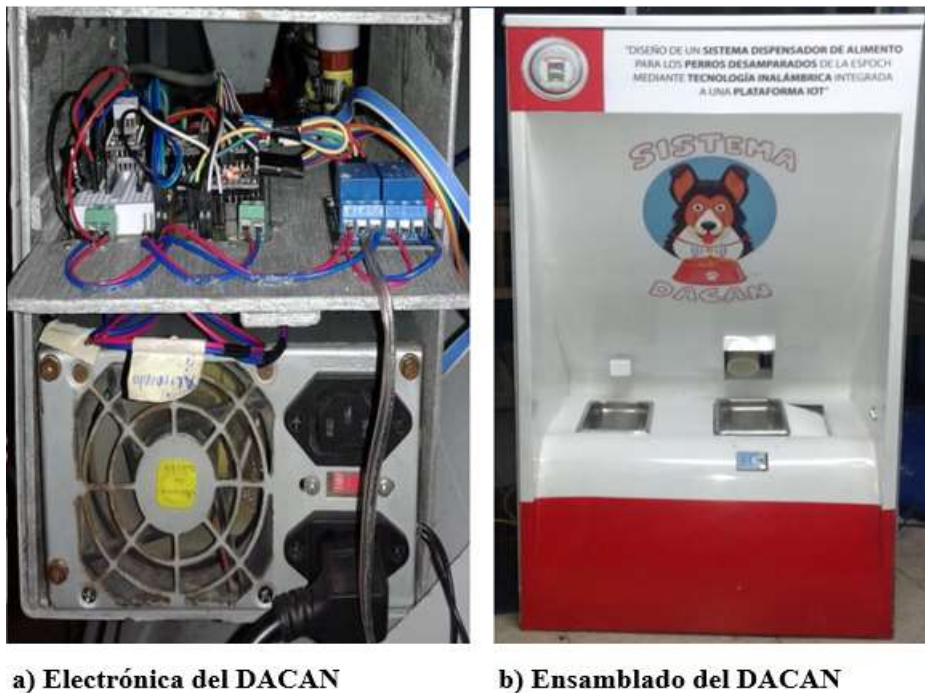
## CAPÍTULO III

### 3 MARCO DE ANÁLISIS Y RESULTADOS

El presente capítulo contiene los resultados obtenidos del sistema implementado; en la identificación, transferencia de datos y ejecución de los actuadores respecto al hardware y software utilizado. Las pruebas de software se determinan en función de la página Web y al visor de eventos del Arduino. Se incluye un análisis de costos de los elementos que conforman el sistema DACAN. Las pruebas se realizaron en los predios de la Escuela Superior politécnica de Chimborazo en el Parque del Estudiante, Facultad de Ciencias y Facultad de Informática y Electrónica.

#### 3.1 Pruebas de Hardware implementado

El prototipo implementado se muestra en la Figura 1-3a la misma que se puede apreciar los elementos electrónicos utilizados los cuales se encuentran situados en el interior del dispositivo. En la Figura 1-3b se aprecia el prototipo ensamblado de dimensiones 135x75x55 cm y sus receptivas conexiones de agua y alimentación de energía eléctrica y la distancia de lectura del módulo RFID es de 10 cm.



**Figura 1-3:** Prototipo del sistema DACAN

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En el proceso de pruebas del sistema implementado se efectuó mediciones del tiempo de respuesta y la distancia de operación Wi-Fi mediante prototipo ubicado en sitios específicos dentro de las instalaciones de la ESPOCH.

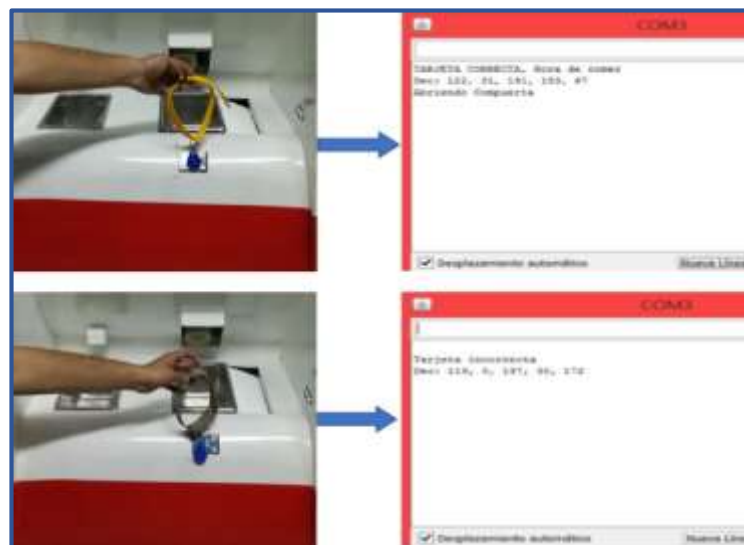
### 3.1.1 Pruebas de reconocimiento

Como se menciona en el Capítulo II, entre los elementos del sistema consta el modulo activo y la etiqueta pasiva que componen la sección concerniente a la identificación inalámbrica.

El modulo activo se encuentra ubicado en la pared frontal en la parte inferior del módulo dispensador, cercano al plato de alimento. Mientras que la etiqueta pasiva se encuentra encapsulada en un llavero plástico el cual es portado en el collar del perro.

La prueba de reconocimiento radica en verificar los números hexadecimales de identificación de dos etiquetas RFID distintas, y establecer una de ellas como "Etiqueta correcta" la cual está registrada en el sistema, mientras la otra como "Etiqueta incorrecta" la misma que no es reconocida por el sistema.

Para el proceso de identificación de los dígitos hexadecimales se realiza mediante el protocolo de comunicación SIP y el visualizador de puerto serial en el que se imprime el número de cada etiqueta. En la Figura 2-3 se observa las pruebas del sistema, mediante el prototipo y dos llaveros para la identificación de la etiqueta RFID en el monitor del puerto serial.



**Figura 2-3:** Identificación de la etiqueta RFID en el monitor del puerto serial

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 3.1.2 *Latencia entre el lector RFID y la plataforma IoT*

Las mediciones se desarrollaron en función la latencia generada por las etiquetas (llaveros) desde el reconocimiento de la etiqueta por el lector RFID, pasando por la verificación en el registro de la plataforma IoT hasta la activación del proceso de dispensado. A través de la red Wi-Fi suministrados por las distintas dependencias de la ESPOCH se ejecuta esta pruebas

### 3.1.3 *Distancia de cobertura Wi-Fi*

El shield de MCU 8266 trabaja mediante la tecnología 802.11 b/g/n; la medición se realiza en el espacio libre donde se establece los rangos de cobertura concerniente a la recepción de datos. En el estándar 802.11b tiene la capacidad de transmitir a una distancia de 40 m con una tasa de transferencia de 11 Mbps considerándose como la conexión más óptima. Las mediciones que se realizan en las inmediaciones de la ESPOCH se basan en el estándar 802.11b.

Dentro del proceso de pruebas que se pudo realizar en los predios de la ESPOCH se efectúa una observación detenida de las áreas donde hay mayor afluencia de perros desamparados, es por ello que se seleccionó tres lugares donde se procederá a dispensar el alimento canino a través del prototipo desarrollado.

## **Parque del estudiante ESPOCH**

Se escogió este lugar porque se observa un número considerable de canes deambular a diario en este sector. Gracias a la Asociación de Ciencias Químicas quienes, atendiendo las peticiones, autorizaron la prestación de los servicios de energía eléctrica, agua e internet suministrado por Telconet, para la realización de las pruebas pertinentes. Los datos de la red Wi-Fi asignados para la interconexión son:

- SSID: Aso-CienciasQ
- Password: (Confidencial)
- Dirección IPv4: 192.168.1.110
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Puerta de enlace predeterminada: 192.168.1.1

En la Tabla 1-3 se presenta las mediciones realizadas de la latencia entre el lector RFID y la plataforma IoT a través del módulo dispensador ubicado en el Parque del Estudiante de la ESPOCH.

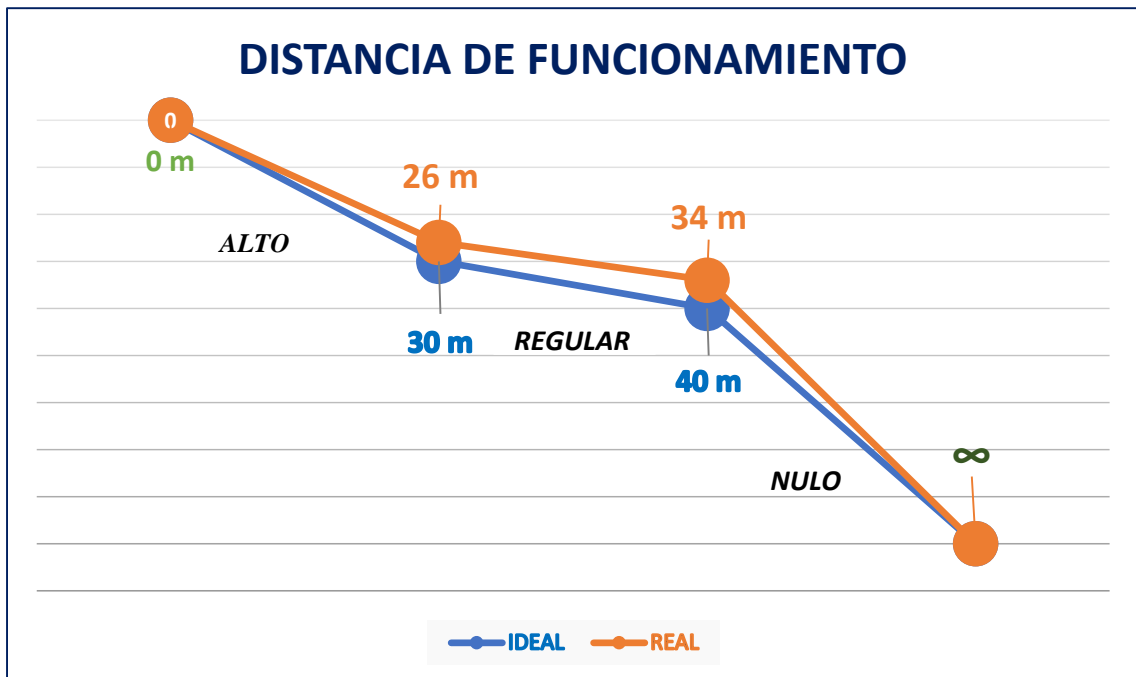
**Tabla 1-3:** Medición de la latencia generada en Parque del Estudiante ESPOCH

<b>Latencia Generada</b>					
<b>Prueba</b>	<b>Tarjeta 1 (seg)</b>	<b>Tarjeta 2 (seg)</b>	<b>Tarjeta 3 (seg)</b>	<b>Tarjeta 4 (seg)</b>	<b>Tarjeta 5 (seg)</b>
	Id tag: 5b820cbf	Id tag: ed3f9b00	Id tag: 46c29a00	Id tag: 22809b00	Id tag: 2ab79a00
1	4	3	3	3	3
2	3	4	4	3	4
3	3	3	4	4	4
4	4	3	3	3	3
5	3	4	4	4	3
6	4	3	3	3	4
7	4	3	3	4	3
8	3	4	3	3	4
9	4	3	4	3	4
10	3	3	4	3	3

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

Como se puede observar en la Tabla 1-3, el promedio de la latencia generada entre el lector RFID y la plataforma IoT concerniente a la red Wi-Fi ubicada en el Parque del Estudiante es de 3,42 segundos, que no representa un tiempo significativo con tendencia a reducir ya que se encuentra en un margen aceptable.

En el gráfico 1-3 se puede observar el alcance de operación en el espacio libre concerniente transmisión de datos a través de Wi-Fi, luego de realizar las mediciones en el sector del Parque del Estudiante de la ESPOCH.



**Gráfico 1-3:** Alcance de operación en el Parque del Estudiante - ESPOCH

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En el entorno se presenta una obstrucción, pero el alcance con el que cuenta esta red Wi-Fi es de 0 a 26 m con una alta intensidad, en la prestación regular del servicio nos brinda entre 26 y 34 m que luego de este último ya no brinda la señal suficiente. Valores que se encuentran dentro de lo establecido en el datasheet de la tarjeta Node MCU8266 en lo concerniente al rango de cobertura.

### Facultad de Ciencias ESPOCH

Se seleccionó este espacio debido a que cohabitan una manada importante de perros desamparados, en los alrededores de la copiadora de la Facultad de Ciencias es donde comúnmente se radican estos ejemplares caninos. Gracias a la Asociación de Bioquímica y Farmacia por autorizar la prestación de los servicios de energía eléctrica e internet suministrado por Telconet para la ejecución del proceso de pruebas. Los datos de la red Wi-Fi dotada para la interconexión son:

- SSID: Aso-BioquiF
- Password: (Confidencial)
- Dirección IPv4: 192.168.1.148
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Puerta de enlace predeterminada: 192.168.1.1

En la Tabla 2-3 se presenta las mediciones realizadas de la latencia entre el lector RFID y la plataforma IoT a través del módulo dispensador ubicado en la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

**Tabla 2-3:** Medición de latencia generada en Facultad de Ciencias ESPOCH

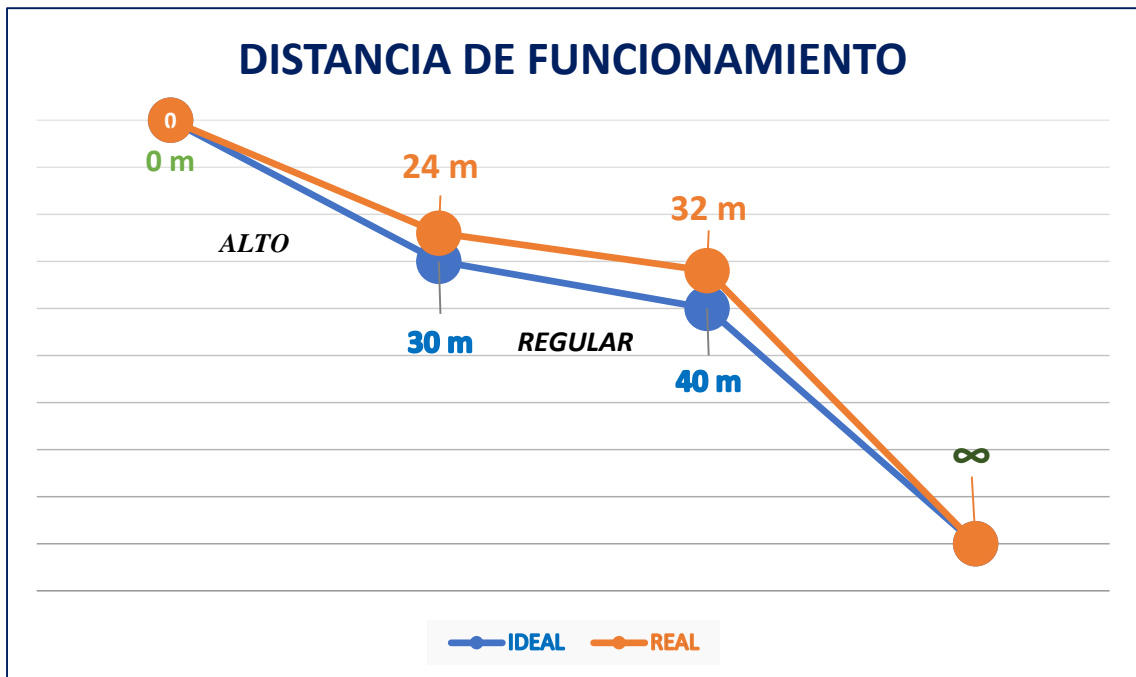
<b>Latencia Generada</b>					
<b>Prueba</b>	<b>Tarjeta 1 (seg)</b>	<b>Tarjeta 2 (seg)</b>	<b>Tarjeta 3 (seg)</b>	<b>Tarjeta 4 (seg)</b>	<b>Tarjeta 5 (seg)</b>
	Id tag: 5b820cbf	Id tag: ed3f9b00	Id tag: 46c29a00	Id tag: 22809b00	Id tag: 2ab79a00
1	4	4	3	4	3
2	3	4	4	3	4
3	4	4	4	4	4
4	4	3	3	3	3
5	3	4	4	4	3
6	4	3	3	3	4
7	4	3	4	4	3
8	3	4	4	3	4
9	4	3	4	3	4
10	3	3	4	4	4

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Como se puede observar en la Tabla 2-3, el promedio de la latencia generada entre el lector RFID y la plataforma IoT concerniente a la red Wi-Fi ubicada en la Facultad de Ciencias es de 3,58 segundos, se encuentra en un margen aceptable que no representa un tiempo significativo considerable a reducir.

En el gráfico 2-3 se puede observar el alcance de operación en el espacio libre concerniente transmisión de datos a través de Wi-Fi, luego de efectuar las mediciones en el sector de la Facultad de Ciencias anexa a la ESPOCH.

**NULO**



**Gráfico 2-3:** Alcance de operación en la Facultad de Ciencias - ESPOCH

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo

En el espacio libre medido, la red Wi-Fi cuenta con una distancia de operación de 0 a 24 m con una alta intensidad, en la prestación regular del servicio nos brinda entre 26 y 34 m de cobertura, que luego de este último ya no brinda la señal adecuada para el sistema. Valores establecidos en las especificaciones de rango del datasheet del Node MCU8266.

### Facultad de Informática y Electrónica ESPOCH

Se optó por esta zona, porque se aprecia una jauría numerosa de perros en especial en el sector del bar de la FIE y gracias a la acogida del señor Decano de la Facultad, quien autorizó la utilización de los servicios de energía eléctrica, agua e internet suministrado por DETIC, para hacer uso de las prestaciones durante el periodo de pruebas que se estime necesario. Los datos de la red Wi-Fi concedida para la interconexión son:

- SSID: Edurom
- Password: (Confidencial)
- Dirección IPv4: 192.168.0.115
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Puerta de enlace predeterminada: 192.168.1.1

- En la Tabla 3-3 se muestra las mediciones realizadas de la latencia entre el lector RFID y la plataforma IoT a través del módulo dispensador ubicado en la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH.

**Tabla 3-3:** Medición de latencia generada en la FIE- ESPOCH

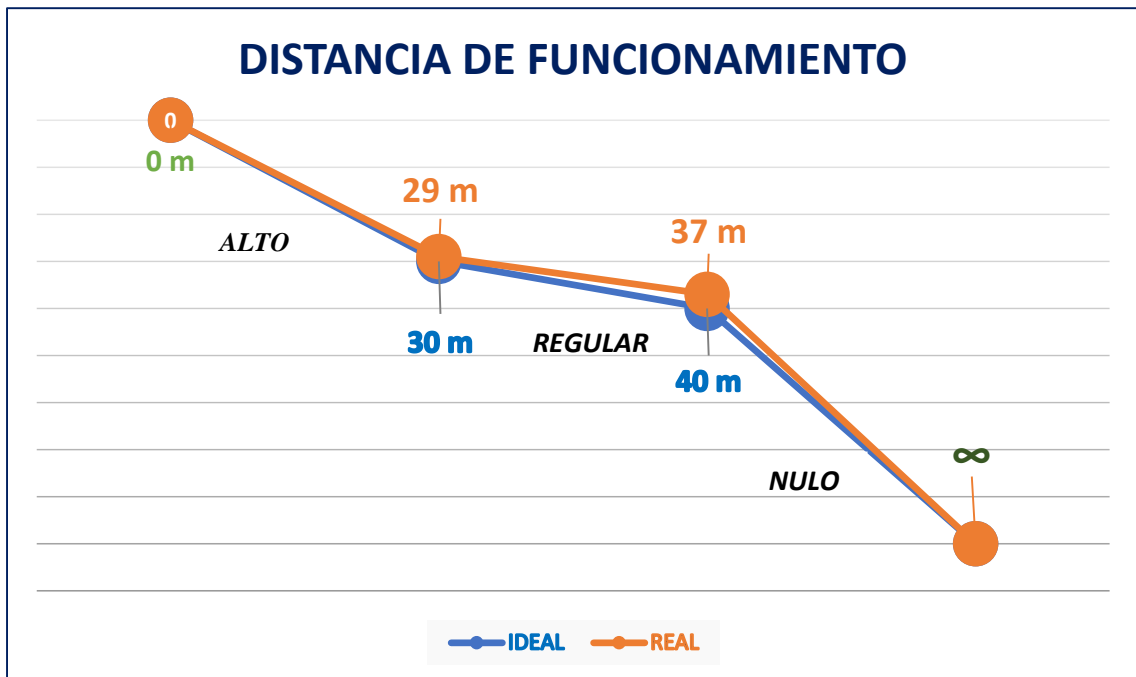
<b>Latencia Generada</b>					
<b>Prueba</b>	<b>Tarjeta 1 (seg)</b>	<b>Tarjeta 2 (seg)</b>	<b>Tarjeta 3 (seg)</b>	<b>Tarjeta 4 (seg)</b>	<b>Tarjeta 5 (seg)</b>
	Id tag: 5b820cbf	Id tag: ed3f9b00	Id tag: 46c29a00	Id tag: 22809b00	Id tag: 2ab79a00
1	3	3	3	3	4
2	3	3	3	4	4
3	3	4	3	3	3
4	4	3	3	3	4
5	3	3	4	4	3
6	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3
8	3	3	4	3	3
9	3	3	3	3	4
10	4	3	3	4	3

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

Como se puede observar en la Tabla 3-3, el promedio de la latencia generada entre el lector RFID y la plataforma IoT concerniente a la red Wi-Fi ubicada en la Facultad de Informática y Electrónica es de 3,24 segundos, que no representa un tiempo significativo con tendencia a reducir se encuentra en un margen aceptable.

En el gráfico 3-3 se puede observar el alcance de operación en el espacio libre concerniente transmisión de datos a través de Wi-Fi, luego de obtener las mediciones en el sector de la Facultad de Informática y Electrónica perteneciente a la ESPOCH.





**Gráfico 3-3:** Alcance de operación en la FIE - ESPOCH

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

En el entorno medido, la red Wi-Fi brinda una distancia de cobertura de 0 a 24 m con una alta intensidad, en la prestación regular del servicio nos brinda entre 29 y 37 m de cobertura, que luego de este último ya no presta la señal suficiente para el funcionamiento del sistema. Valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos en el datasheet del Node MCU-8266.

### 3.1.4 Consumo de energía del módulo dispensador

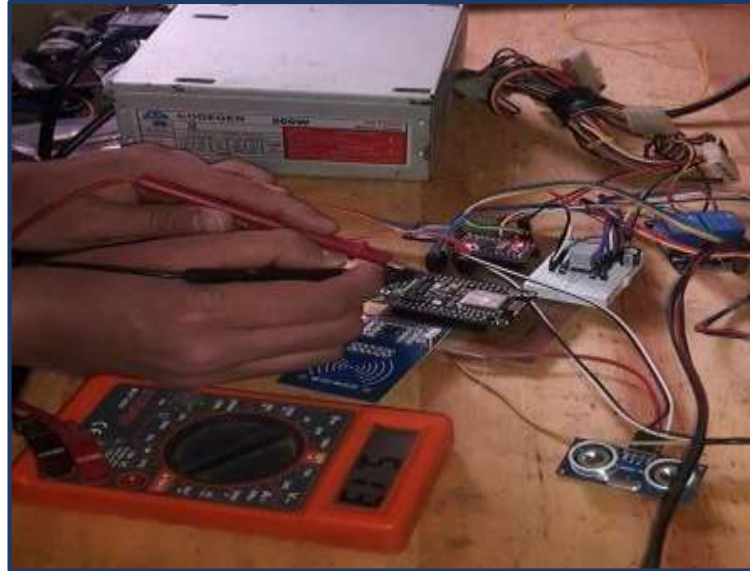
Con las mediciones realizadas a cada elemento electrónico que componen el prototipo del sistema DACAN como se muestra en la Figura 3-3, apoyados de un multímetro se obtuvieron los valores de consumo de corriente y voltaje presentados en la Tabla 4-3, donde se logró comprobar que los valores reales medidos son aproximados a los valores teóricos tanto en el consumo de corriente como en el voltaje de entrada.

**Tabla 4-3:** Consumo de corriente y voltaje del prototipo

No.	Dispositivo	Consumo de corriente		Voltaje de entrada	
		Medidos (mA)	Teóricos (mA)	Medidos (V)	Teóricos (V)
1	Arduino Pro Mini	52.16	40	5.24	5
2	Módulo RFID	16.23	13	3.37	3.3
3	Módulo MCU	95.42	80	5.13	5
4	Módulo Relé	16.91	15	5.18	5
5	Sensor ultrasónico	17.38	15	5.31	5
6	Electroválvula	673.52	600	12.19	12

7	Motor paso a paso	1231.73	1200	3.68	3.6
8	Servomotor	118.35	100	3.17	3
<b>TOTAL</b>		<b>2221.70</b>			

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018



**Figura 3-3:** Mediciones con Multímetro

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 3.1.5 *Caracterización de mediciones realizadas al modulo dispensador*

Prueba ejecutada para determinar si el modulo dispensador del sistema DACAN no incorpora errores en los sensores de presión MF01 y ultrasónico HC-SR04 los mismos que fueron comparados con una balanza analítica y un flexómetro manual respectivamente, como se observa en la Figura 4-3. La balanza analítica de marca OHAUS posee una capacidad de 220 gramos y en el caso del flexómetro extiende sus medidas hasta 500 cm.

En la Tabla 5-3 se muestra los datos obtenidos entre los sensores del sistema DACAN en los casos concernientes al peso total de alimento suministrado, y a la distancia de acercamiento al receptor de presencia, donde para los dos casos la información se recopiló en 15 muestras. Procedimiento que se evidencia en el Anexo D

Sensores el Sistema DACAN						
No de muestra	PESO			PROXIMIDAD		
	Balanza electrónica (gr)	Sensor de presión DACAN (gr)	Error absoluto del peso (gr)	Flexómetro manual (cm)	Sensor ultrasónico (cm)	Error absoluto de distancia (cm)
1	160	161	-1	6	6	0
2	162	161	1	9	10	-1
3	164	162	2	12	12	0
4	163	164	-1	15	14	1
5	162	161	1	18	17	1
6	112	113	-1	20	20	0
7	111	110	1	25	25	0
8	112	111	1	30	31	-1
9	111	113	-2	35	34	1
10	114	112	2	40	40	0
11	73	71	2	45	46	-1
12	72	74	-2	50	49	1
13	71	70	1	55	55	0
14	72	71	-1	60	59	1
15	71	73	2	65	65	0

**Tabla 5-3:** Mediciones realizadas con los sensores de presión y ultrasónico

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Al analizar los resultados se tiene que el peso agrega un error absoluto de +/- 1 gramo, la proximidad añade un error absoluto de +/- 2 gramos con estos resultados se determina que el sistema implementado no introduce errores adicionales y que es idóneo para operar, cumpliendo con los requerimientos del sistema.

### 3.1.6 Repetitividad del módulo dispensador

Esta prueba se realizó para poder determinar la estabilidad del sistema DACAN, durante 20 minutos se tomó 15 muestras de los valores concernientes al peso total, sobrante y consumido. Los datos son almacenados en la base de datos de la plataforma IoT. A continuación, en la Tabla 6-3 se muestra los valores obtenidos en la prueba repetitividad.

**Tabla 6-3:** Valores obtenidos para la repetitividad del sistema DACAN

No muestra	Id Tag	Hora	Peso Total (gr)	Peso sobrante (gr)	Peso Consumido (gr)
1	5b820cbf	16:02:14	483	6	477
2	5b820cbf	16:03:48	486	3	483
3	5b820cbf	16:05:03	482	4	478
4	5b820cbf	16:06:51	481	2	479
5	5b820cbf	16:08:12	484	4	480
6	5b820cbf	16:09:56	485	4	481
7	5b820cbf	16:10:47	482	3	479
8	5b820cbf	16:11:54	484	5	479
9	5b820cbf	16:13:07	487	2	485
10	5b820cbf	16:14:49	480	6	474
11	5b820cbf	16:16:19	481	4	477
12	5b820cbf	16:17:46	483	4	479
13	5b820cbf	16:18:59	486	5	481
14	5b820cbf	16:20:38	489	6	483
15	5b820cbf	16:22:05	481	2	479
<b>Promedio</b>			<b>484</b>	<b>4</b>	<b>480</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>2,59</b>	<b>1,41</b>	<b>2,75</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>1%</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

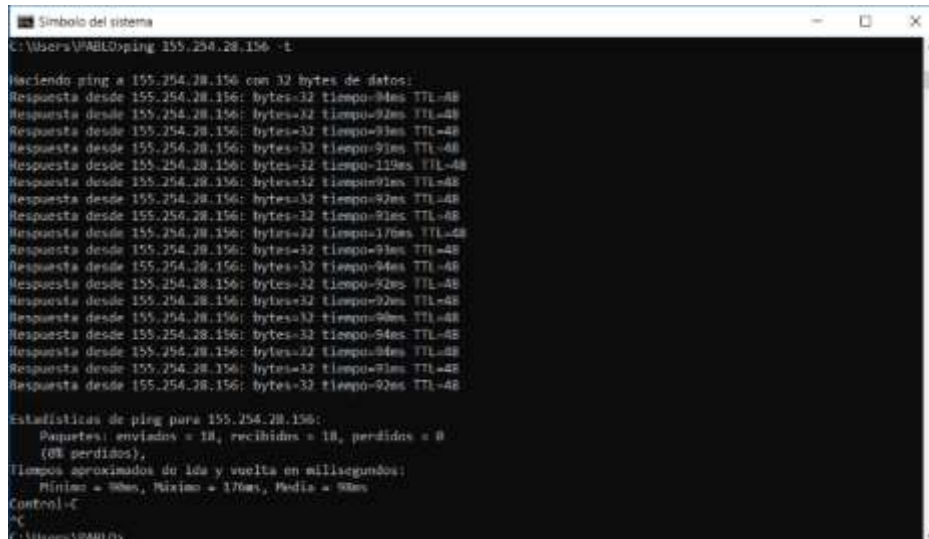
Los datos obtenidos por el DACAN mediante el sensor de peso del módulo dispensador, para el peso total tiene un coeficiente de variación de 1 %, en el caso del peso sobrante proyecta un 0% en su coeficiente de variación y para el peso sobrante tubo valores variantes dando como resultado un coeficiente de variación de 1 %; con estos resultados se determina que el DACAN es un sistema es estable por estar menor al 7% según lo establecido por (DANE, 2008, p. 5)

### 3.2 Pruebas de la plataforma IoT

Uno de los pilares fundamentales del sistema dispensador de alimento canino (DACAN) es la comunicación inalámbrica, de la cual depende que la extracción y transmisión de datos sea fiable. Para verificar que las tarjetas de desarrollo y módulos que conforman el sistema cumplan con su rol y eviten introducir errores, se realizó las pruebas que se detallan a continuación:

### 3.2.1 *Comunicación entre el servidor y un cliente*

Comprendiendo que la dirección IP concedida al servidor es 192.168.1.x, se comprueba si se encuentra conectada entre el servidor local (ESP8266-MCU) y un ordenador remoto, para lo cual desde el equipo remoto se ejecuta el comando ping 155.254.28.156, a través de la ventana de símbolo del sistema, como se muestra en la Figura 4-3.



```
Símbolo del sistema
C:\Users\PAULO>ping 155.254.28.156 -t

Haciendo ping a 155.254.28.156 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=84ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=92ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=91ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=91ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=119ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=91ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=92ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=91ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=170ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=91ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=94ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=92ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=90ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=94ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=91ms TTL=64
Respuesta desde 155.254.28.156: bytes=32 tiempo=92ms TTL=64

Estadísticas de ping para 155.254.28.156:
    Paquetes: enviados = 18, recibidos = 18, perdidos = 0
        (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 84ms, Máximo = 170ms, Media = 98ms
Control+C
C:\Users\PAULO>
```

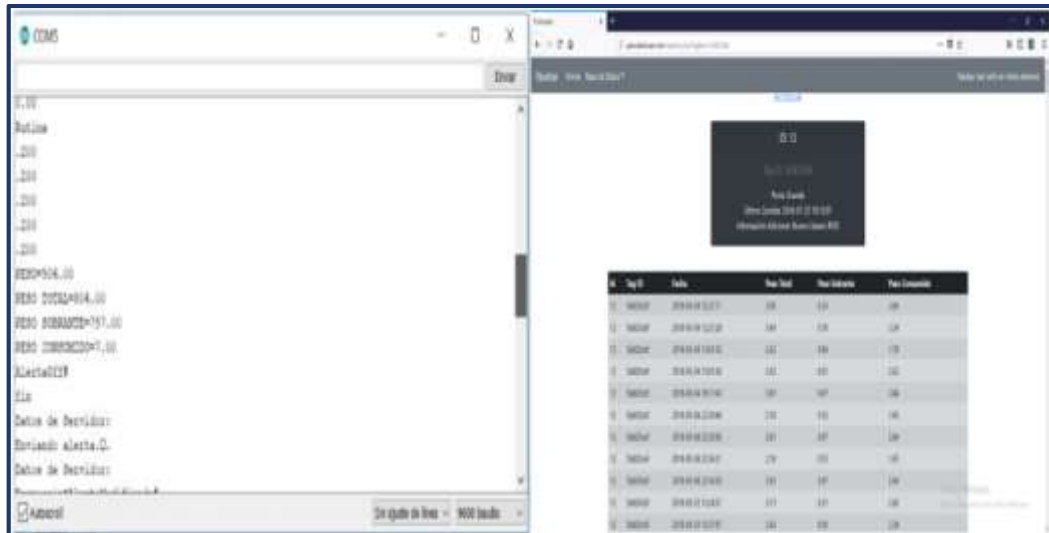
**Figura 4-3:** Prueba cliente servidor

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Se obtiene la respuesta favorable del ping efectuado a la IP del servidor k2s02.serversprivacy, verificándose que existe conexión entre el servidor y el ordenador remoto con una media de tiempo de respuesta de 98 ms correspondiente a la ida y vuelta de los paquetes.

### 3.2.2 *Comunicación entre el Arduino y la plataforma IoT*

Se realizó la prueba para verificar que los datos que recoge de la tarjeta Arduino pro mini 5V son los mismos que se recibe en la plataforma IoT luego de la transmisión Wi Fi ejecutada por el módulo ESP8266-MCU. Como se observa en la Figura 5-3, en esta prueba se utilizó la herramienta Arduino IDE para leer los datos obtenidos, y la interfaz de la página Web piscolabiscan.com para visualizar los datos receptados.



**Figura 5-3:** Comunicación entre el Arduino y la plataforma IoT

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Mediante la prueba efectuada se verifico que los datos que lee la tarjeta Arduino PRO MINI 5 V son los mismo que se visualiza en la plataforma IoT mediante el interfaz de la página web, además se evidencia que la transmisión Wi Fi realizada por el módulo ESP8266-MCU es exitosa ya que los datos receptados no presentan inconsistencias ni errores.

### 3.2.3 Caracterización de mediciones realizadas para la interconexión

Prueba efectuada para determinar si el tiempo de respuesta del sistema DACAN, desde el reconocimiento del Id Tag RFID hasta la activación del dispensado de alimento por parte de los actuadores, tiempos que fueron obtenidos de la comparación entre la red Wi-Fi que dispone la FIE suministrado por DETIC –ESPOCH y la red de telefonía celular mediante sus datos móviles provisto por CNT. Datos que se muestran a continuación en la Tabla 7-3.

**Tabla 7-3:** Mediciones realizadas del tiempo de respuesta

No muestra	Tag ID	Tiempo de Respuesta	
		Datos Móviles (segundos)	Wifi (segundos)
1	5b820cbf	2,67	3,36
2	ed3f9b00	2,68	3,42
3	160a9b00	2,7	3,29
4	02b29a00	2,69	3,75
5	ec999b00	2,72	3,36
6	46c29a00	2,68	3,64
7	22809b00	2,66	3,42

8	35189b00	2,70	3,42
9	24e19a00	2,71	3,69
10	2ab79a00	2,68	3,64
<b>Promedio</b>		<b>2,69</b>	<b>3,50</b>

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Como se puede apreciar en la Tabla 9-3 el promedio del tiempo de respuesta del sistema DACAN dentro de la una red de datos móviles es de 2,69 segundos, mientras que para la conexión Wi-Fi es de 3,50 segundos

### 3.2.4 Prueba de almacenamiento del sistema

El objetivo esencial de esta prueba es verificar que la información obtenida de módulos y sensores sea almacenada en el servidor k2s02.serversprivacy de forma íntegra, que cuenten con disponibilidad, para poder presentar una información actualizada a los usuarios de esta plataforma IoT, Para la ejecución de esta prueba se utilizó la base de datos que se aloja en el CPanel de la página web como se muestra en la Figura 6-3.

ID	Nombre	Estado	Fecha	valor_1	valor_2	valor_3
415	Senzar	12	2018-07-07 15:54:54	464.00	462.00	4.00
416	Senzar	12	2018-07-07 15:00:30	100.00	100.00	0.00
417	Senzar	12	2018-07-07 15:57:29	470.00	466.00	4.00
418	Senzar	12	2018-07-07 15:58:57	480.00	478.00	2.00
418	Senzar	12	2018-07-07 15:58:43	480.00	478.00	2.00
420	Senzar	12	2018-07-07 18:01:11	731.00	724.00	7.00
421	Senzar	12	2018-07-07 18:03:05	377.00	374.00	3.00
423	Senzar	12	2018-07-07 18:02:57	373.00	371.00	2.00
424	Senzar	12	2018-07-07 18:03:45	304.00	300.00	4.00
425	Senzar	12	2018-07-07 18:04:27	484.00	480.00	4.00
426	Senzar	12	2018-07-07 18:05:54	500.00	498.00	2.00
427	Senzar	12	2018-07-07 18:05:51	579.00	574.00	5.00
428	Senzar	12	2018-07-07 18:06:34	29.00	28.00	1.00
429	Senzar	12	2018-07-07 18:07:58	619.00	614.00	5.00
431	Senzar	19	2018-07-07 18:08:25	617.00	615.00	2.00
431	Senzar	19	2018-07-07 18:08:17	740.00	738.00	2.00
432	Senzar	19	2018-07-07 18:11:06	390.00	388.00	2.00
433	Senzar	19	2018-07-07 18:13:32	331.00	329.00	2.00
434	Senzar	12	2018-07-07 18:13:29	232.00	230.00	2.00
435	Senzar	19	2018-07-07 18:13:55	300.00	298.00	2.00
436	Senzar	19	2018-07-07 18:18:20	346.00	344.00	2.00
437	Senzar	19	2018-07-07 18:19:57	348.00	346.00	2.00
438	Senzar	12	2018-07-07 18:18:23	322.00	317.00	5.00
438	Senzar	19	2018-07-07 18:17:30	618.00	616.00	2.00

Figura 6-3: Almacenamiento de datos en el servidor

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

Se verifico que la información se almacena apropiadamente en el servidor de base de datos, la información se encuentra a disposición para realizar análisis futuros, teniendo la facilidad de descargarse en un archivo Excel como se aprecia en la Figura 7-3.

ID	Fecha	Cantidad	Saldo
402	12/5/2018 15:54	464.00	464.00
403	12/5/2018 15:56	100.00	564.00
404	12/5/2018 15:57	470.00	934.00
405	12/5/2018 15:58	-100.00	834.00
406	12/5/2018 15:58	753.00	1587.00
407	12/5/2018 16:01	731.00	2318.00
408	12/5/2018 16:02	327.00	2645.00
409	12/5/2018 16:02	351.00	2996.00
410	12/5/2018 16:02	275.00	3271.00
411	12/5/2018 16:03	204.00	3475.00
412	12/5/2018 16:04	484.00	3959.00
413	12/5/2018 16:05	100.00	4059.00
414	12/5/2018 16:05	579.00	4638.00
415	12/5/2018 16:06	29.00	4667.00
416	12/5/2018 16:07	514.00	5181.00
417	12/5/2018 16:08	617.00	5798.00
418	12/5/2018 16:09	746.00	6544.00
419	12/5/2018 16:11	560.00	7104.00
420	12/5/2018 16:12	235.00	7339.00
421	12/5/2018 16:13	232.00	7571.00
422	12/5/2018 16:13	-300.00	7271.00
423	12/5/2018 16:15	344.00	7615.00
424	12/5/2018 16:15	148.00	7763.00
425	12/5/2018 16:16	522.00	8285.00
426	12/5/2018 16:17	414.00	8700.00
427	12/5/2018 16:17	358.00	9058.00
428	12/5/2018 16:17	-398.00	8660.00
429	12/5/2018 16:18	405.00	9065.00
430	12/5/2018 16:19	532.00	9597.00
431	12/5/2018 16:21	186.00	9783.00

**Figura 7-3:** Descarga de datos en un archivo Excel

Realizado por: PAZMIÑO, Pablo 2018

### 3.3 Análisis económico del sistema DACAN

En la Tabla 8-3 se presenta el análisis económico de los costos y gastos invertidos en el prototipo implementado en el cual incluye el hardware y el software, así como otros elementos que conforman el sistema DACAN.

**Tabla 8-3:** Análisis económico del prototipo

	Dispositivos	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Hardware</b>	Arduino Pro Mini	1	\$ 7,00	\$ 7,00
	Módulo RFID	1	\$ 8,30	\$ 8,30
	Módulo MCU	1	\$ 14,00	\$ 14,00
	Módulo Relé	1	\$ 8,00	\$ 8,00
	Sensor ultrasónico	2	\$ 4,50	\$ 9,00
	Electroválvula	2	\$ 15,00	\$ 30,00
	Motor paso a paso	1	\$ 38,00	\$ 38,00
	Servomotor	1	\$ 16,00	\$ 16,00
	Fuente ATX	1	\$ 28,00	\$ 28,00
	Sensor de presión	1	\$ 16,00	\$ 16,00
	Resistencias	2	\$ 0,20	\$ 0,40
	Capacitor	1	\$ 0,30	\$ 0,30
	Driver 8825	1	\$ 9,00	\$ 9,00



	Llavero RFID	10	\$ 1,50	\$ 15,00
<b>Software</b>	Dominio y Hosting Pagina Web	1	\$ 40,00	\$ 40,00
<b>Otros elementos</b>	Caja metálica	1	\$ 240,00	\$ 240,00
	Repositorio de plástico	2	\$ 18,00	\$ 36,00
	Recipiente de plásticos (Sobras)	2	\$ 9,00	\$ 18,00
	Manguera flexible 1/2 (metros)	2	\$ 0,60	\$ 1,20
	Manguera flexible 3/4 (metro)	1	\$ 0,75	\$ 0,75
	Uniones 1/2 ft	5	\$ 0,70	\$ 3,50
	Codos 1/2 ft	7	\$ 0,75	\$ 5,25
	Abrazaderas de 1/2 ft	12	\$ 0,50	\$ 6,00
	Boya para nivel de agua	1	\$ 4,00	\$ 4,00
	Llave de paso 1/2 ft	1	\$ 1,60	\$ 1,60
	Teflón	3	\$ 1,90	\$ 5,70
	Platos acero inoxidable	2	\$ 20,00	\$ 40,00
	Candados	3	\$ 1,80	\$ 5,40
	Collar de perro	10	\$ 2,00	\$ 20,00
	Jumper 30 cm	60	\$ 0,20	\$ 12,00
	Estaño (metros)	2	\$ 0,50	\$ 1,00
	Lamina de baquelita	1	\$ 3,20	\$ 3,20
Corte e impresión de la placa	1	\$ 6,00	\$ 6,00	
Ensamblaje del módulo metálico	1	\$ 110,00	\$ 110,00	
<b>COSTO TOTAL DEL SISTEMA DACAN</b>				<b>\$ 758,60</b>

**Realizado por:** PAZMIÑO, Pablo 2018

La inversión de producir un prototipo del sistema DACAN representa 758,60 dólares americanos (USD) que al ser un proyecto innovador y de vinculación con la colectividad no es objeto de comparación económica, más bien que sea tomado como una contribución para mejorar la problemática social y de salud que generan los canes desamparados de la ESPOCH,

## CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema dispensador de alimento para los perros desamparados de la ESPOCH a los cuales se les asignó un llavero RFID de acuerdo al tamaño comprendidos entre 6,5 kg hasta 45 kg de peso corporal, datos que se registraron en la plataforma IoT para brindar la cantidad adecuada de alimento por porción teniendo como promedio 150 gr para pequeños, 275 gr para medianos y 480 gr para grandes.
- Por medio de la matriz de decisión se definió que las tecnologías inalámbricas más apropiadas para el sistema DACAN es RFID en la identificación de los perros y Wi-Fi para la transmisión de datos hacia la plataforma IoT.
- Se determinó que el prototipo funcionara en los predios de la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH ya que el prototipo implementado en este espacio tiene una cobertura de 37 metros en línea de vista y un promedio de latencia generada entre el lector RFID y la plataforma IoT de 3,24 segundos.
- Se comprobó que la interconexión con la plataforma IoT es satisfactoria al tener una media de tiempo de ida y vuelta de 98 ms y el 0% de pérdidas respecto al total de paquetes enviados al servidor k2s01 (FL-US) mediante una conexión M2M, modelo de comunicación dispositivo a nube y el protocolo MQTT
- Mediante las pruebas realizadas al sistema se determinó que el valor absoluto máximo del sensor de presión es de  $\pm 2$  gramos y de  $\pm 1$  centímetro para el sensor proximidad, el tiempo de respuesta obtenidos con red Wi-Fi es 1,31 segundos menor que la red móvil y el coeficiente de variación respecto a la repetitividad de datos no supera el 1%

## **RECOMENDACIONES**

- Incorporar un subsistema automático que permita evaluar el alimento sobrante y pueda ser colocado en el repositorio para ser reutilizado.
- Se recomienda adaptar paneles solares en el módulo dispensador para brindarle autonomía y pueda dar servicios en cualquier espacio dentro del campus politécnico.
- Gestionar la inserción del sistema a la plataforma virtual de dominio privado de la ESPOCH y acoger al proyecto como una política institucional.
- Incorporar mecanismos de seguridad a nivel físico y de red para evitar ser víctimas de ataques, del mismo modo integrar medidas de protección.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEVES, M. y O.,** *Sistemas embebidos: Estado actual con visión al futuro* [en línea]. Primera. Querétaro, Qro. Méxic: Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C. 2017. [Consulta: 27 octubre 2018]. ISBN 9786079394080. Disponible en: [www.mecamex.net](http://www.mecamex.net).
- ALIBABA,** Catálogo de fabricantes. *Alibaba* [en línea]. 2018. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/g/official-site.html>.
- ALVARES, J.,** Dispensador automático de croquetas para perros. *John Hell* [en línea]. 2015. [Consulta: 30 julio 2018]. Disponible en: <http://dispadorautomaticoparaperros.blogspot.com/2015/>.
- ANGELA,** Los mejores comederos para perros. *Diario Westy* [en línea]. 2018. [Consulta: 17 septiembre 2018]. Disponible en: <http://diariowesty.es/comederos-para-perros/>.
- ARAGÓN, E.,** *Evaluación de la Digestibilidad Aparente de Dietas con Semilla de Linaza (Linum usitatissimum) Vs. Dietas con Sebo en Perros* [en línea]. S.l.: Universidad Central del Ecuador. 2012. [Consulta: 26 julio 2018]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3123/1/T-UCE-0014-58.pdf>.
- ARDUINO,** Arduino - Software. *Arduino* [en línea]. 2018. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>.
- ARRIAGADA, C.,** *Análisis de la tecnología de comunicación de campo cercano NFC y sus aplicaciones* [en línea]. S.l.: Universidad Austral de Chile. 2014. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcia775a/doc/bmfcia775a.pdf>.
- ASANACEM / EEKNE,** Pamplona primera ciudad del estado con cobertura inalámbrica Wimax. *ASANACEM* [en línea]. 2009. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://asanacem.blogspot.com/2009/12/pamplona-primera-ciudad-del-estado-con.html>.
- BUENO, D.,** Motor eléctrico-tipos y fundamentos. [en línea]. S.l.: 2018. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <https://1mecanizadoelarenal.files.wordpress.com/2014/11/motor-electrico.pdf>.

- CACUANGO, D & ZAPATA, E.**, *Diseño e implementación de un sistema de control de acceso multinivel en base de receptores near field communication* [en línea]. S.l.: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. 2015. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://docplayer.es/15563618-Universidad-politecnica-salesiana-sede-quito.html>.
- CADENA, G.**, *Estudio para la estimación de la población de perros callejeros en Mercados Municipales del Distrito Metropolitano de Quito. DMQ* [en línea]. S.l.: San Francisco de Quito. 2013. [Consulta: 3 septiembre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2692>.
- CANGAS, J & CHAGUAMATE, C.**, *Diseño y construcción de una máquina semiautomática gravimétrica para el llenado con tierra de bolsas usadas en viveros forestales* [en línea]. Quito: Escuela Politécnica Nacional. 2007. [Consulta: 10 septiembre 2018]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/251/1/CD-0656.pdf>.
- CÁRDENAS, A.**, ¿Qué es una plataforma IoT? *SECMOTIC* [en línea]. 2016. [Consulta: 28 octubre 2018]. Disponible en: <https://secmotic.com/plataforma-iot/>.
- CARNEIRO, A.**, Teoría de la Decisión. Modelos de Utilidad. [en línea]. Caracas: 2012. [Consulta: 12 agosto 2018]. Disponible en: <https://alfredocarneiro.files.wordpress.com/2011/09/teorc3ada-clc3a1sica-modelos-de-utilidad1.pdf>.
- CARRASCO, M. & MESTANZA, E.**, *Diseño de una metodología para implementar un sistema de seguridad inalámbrico con tecnología bluetooth para viviendas* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Trujillo. 2013. [Consulta: 27 octubre 2018]. Disponible en: [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8549/CARRASCO FERNÁNDEZ%2C Marivel - MESTANZA SÁNCHEZ%2C Edith Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8549/CARRASCO%20FERN%C3%81NDEZ%20Marivel%20-%20MESTANZA%20S%C3%81NCHEZ%20Edith%20Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- CASILLA, B & GUAMÁN, R.**, Desarrollo de una aplicación móvil en plataforma android para la transferencia de información en las carreras tecnológicas de la facultad de ciencias matemáticas y físicas utilizando tecnología NFC [en línea]. S.l.: Universidad de Guayaquil. 2016. [Consulta: 21 septiembre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16946/1/UG-FCMF-B-CINT-PTG-N.128.pdf>.

- CASTRO, D & GONZÁLES, J.**, *Construcción de procedimientos para minimizar las vulnerabilidades a las que se ven expuestas las organizaciones (frente al IoT.)* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2018. [Consulta: 28 octubre 2018]. Disponible en: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/18134/1/17421632.pdf>.
- CISCO**, Introduction to IoT. *CISCO* [en línea]. 2018. [Consulta: 27 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.netacad.com/es/group/landing/v2/learn/>.
- DARISTOTLE, L. y OTROS**, *Nutrición en Caninos y Felinos* [en línea]. Primera. Buenos Aires: s.n. 2012. [Consulta: 26 julio 2018]. Disponible en: [www.inter-medica.com.ar](http://www.inter-medica.com.ar).
- ECHEVERRÍA, C & ZAPATA, P.**, *Intervención remota a un espacio domotizado para mascotas* [en línea]. S.l.: Escuela de Ingeniería de Antioquia. 2013. [Consulta: 10 septiembre 2018]. Disponible en: [https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/329/7/IsazaCamilo\\_2013\\_IntervenciónRemotaEspacio.pdf](https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/329/7/IsazaCamilo_2013_IntervenciónRemotaEspacio.pdf).
- ECORFID**, RFID Electrónica ecológica. *ecorfid.electronicacerler* [en línea]. 2018. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://ecorfid.electronicacerler.com/index.php/es/rfid-tag-producto-electronico>.
- ELECTRONILAB**, Electrovalvula - Valvula Selenoide Agua 12 VDC - 1/2" N/C -. *Electronilab* [en línea]. 2018. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <https://electronilab.co/tienda/electrovalvula-valvula-selenoide-agua-12v-dc-12/>.
- EVANS, A.**, Tipos de tecnología inalámbrica - Tecnología informática inalámbrica. *mailxmail* [en línea]. 2007. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-tecnologia-informatica-inalambrica/tipos-tecnologia-inalambrica>.
- FLORES, A.**, *Implementación de un prototipo para la gestión de sistemas de parqueo* [en línea]. S.l.: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2015. [Consulta: 28 octubre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11139/DocumentoTesis.pdf?sequence=1>.

- GOMEZ, K.**, Fuente De Poder Y Funcion. *Calameo* [en línea]. 2018. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <https://es.calameo.com/books/0040608243097ef9f6439>.
- GONZÁLEZ, R & PICAZO, F.**, *Dispensador automático de croquetas para perros* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Autónoma de México. 2014. [Consulta: 3 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5764/Tesis.pdf?sequence=1>.
- GONZALEZ, J.**, *Diseño de un proveedor de servicio de internet inalámbrico* [en línea]. S.l.: Universidad Tecnica Particular de Loja. 2010. [Consulta: 20 septiembre 2018]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/5482/1/Tesis-NOVIEMBRE-2010.pdf>.
- HERNÁNDEZ, P.**, Domótica. [en línea]. 2014. [Consulta: 18 septiembre 2018]. Disponible en: <https://pedrojhernandez.com/category/domotica/>.
- HERRERA, J.**, Introducción a la robótica. *Robótica en Conce* [en línea]. 2018. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://roboticaenconce.cl/posts/RO101-modulo2/>.
- HODGKINSON, S.**, *Evaluación de alimentos secos para perros ( Canis familiaris ) en etapa de crecimiento a través de su composición química* [en línea]. S.l.: Universidad Austral de Chile. 2003. [Consulta: 30 julio 2018]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/faa472e/doc/faa472e.pdf>.
- HONEYGUARIDAN**, Products Honeyguaridan. *Honeyguaridan* [en línea]. 2018. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.honeyguaridan.com/hg-a25-a26-automatic-pet-feeder/>.
- INFANTE, B.**, *Diseño de un Sistema de Red Inalámbrico basado en WiMAX para su aplicación en las instalaciones de la Universidad Católica Andrés Bello* [en línea]. S.l.: Universidad Católica Andrés Bello. 2012. [Consulta: 27 octubre 2018]. Disponible en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS7467.pdf>.
- IZQUIERDO, J.**, *Diseño e implementación de un dispositivo IoT de bajo coste para entornos agrícola* [en línea]. S.l.: Universidad de Granada. 2017. [Consulta: 28 octubre 2018]. Disponible en: [http://wpd.ugr.es/~jorgenavarro/thesis/2017\\_TFG\\_JesusCastilloIzquierdo.pdf](http://wpd.ugr.es/~jorgenavarro/thesis/2017_TFG_JesusCastilloIzquierdo.pdf).

- KURNIAWAN, A.**, Introduction to Arduino Boards and Development. *Arduino Programming with .NET and Sketch* [en línea]. Berkeley, CA: Apress, 2017. pp. 1-19. [Consulta: 28 octubre 2018]. Disponible en: [http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-2659-9\\_1](http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-2659-9_1).
- LEÓN, J.& y RUEDA, D.**, *Dispensador automático de comida para mascotas, programable y controlado remotamente [recurso electrónico]* [en línea]. S.l.: Universidad del Valle. 2016. [Consulta: 10 septiembre 2018]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/9148>.
- LIBELIUM**, Waspnote. *Libelium* [en línea]. 2018. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://www.libelium.com/libeliumworld/waspnote/>.
- LLAGUA, S & TOAQUIZA, L.**, *Implementación de una red inalámbrica de comunicaciones con tecnología Wi-Fi para el casino de voluntarios de la 17 bs Pastaza* [en línea]. S.l.: Escuela Politécnica del Ejército. 2013. [Consulta: 27 octubre 2018]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6794/1/M-ESPEL-ENT-0048.pdf>.
- LÓPEZ, C & COFRÉ, C.**, Estándar de comunicación inalámbrica bluetooth Cristian. [en línea]. Valparaíso: 2012. [Consulta: 20 septiembre 2018]. Disponible en: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s12/project/reports/LopezCofre/BLUETOOTH.pdf>.
- MAKER COMMUNITY**, ¿Qué tarjeta de desarrollo elegir? (Parte 2). *Hacedores* [en línea]. 2014. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <https://hacedores.com/que-tarjeta-de-desarrollo-elegir-parte-2/>.
- MARTÍN, E.**, El perro es carnívoro por naturaleza. [en línea]. 2011. [Consulta: 4 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.alimentacioncanina.com/alimentacion/el-perro-es-carnivoro-por-naturaleza/>.
- MARTÍNEZ, M.**, Desarrollo de proyectos IoT utilizando Raspberry Pi como plataforma. [en línea]. Cartagena: 2017. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6560/tfg-nar-des.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.



- MONTERO, S.**, *Tecnologías inalámbricas* [en línea]. 2018. S.l.: s.n. [Consulta: 9 noviembre 2018]. 2018. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/372262775/2-TecnologA-as-InalA-mbricas-2>.
- MORENO, L.**, Derecho Ecuador - Registro Oficial [en línea]. No.6. Ecuador. 2017. [Consulta: 29 octubre 2018]. No.6. Disponible en: <https://www.derechoecuador.com/registro-oficial/2017/08/registro-oficial-no-6--viernes-02-de-junio-de-2017-suplemento#No0066>.
- MUNDO PERRO**, Alimentación de perros | Comida para perros. [en línea]. 2018. [Consulta: 3 mayo 2018]. Disponible en: <https://www.mundoperro.net/alimentacion>.
- MUNICIPIO DE RIOBAMBA**, Riobamba contará con centro de rescate animal. *Asociación de Municipalidades Ecuatorianas* [en línea]. 2017. [Consulta: 3 septiembre 2018]. Disponible en: <http://ame.gob.ec/ec/2017/03/27/riobamba-contara-con-centro-de-rescate-animal/>.
- MUÑOZ, M.**, Macronutrientes y su gasto calórico. [en línea]. 2015. [Consulta: 26 julio 2018]. Disponible en: <https://www.hsnstore.com/blog/macronutrientes-su-gasto-calorico/>.
- NUBE**, HoneyGuardan A25 comedero automático con recordatorio de voz. *Cazachollos* [en línea]. 2017. [Consulta: 17 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.cazachollos.es/comedero-automatico-honeyguardan-a25/>.
- PABLO**, *6 Mejores Comederos Automáticos para Perros* [en línea]. 2018. S.l.: s.n. [Consulta: 17 septiembre 2018]. 2018. Disponible en: <https://adiestramientocanino.org/comederos-automaticos-para-perros/>.
- PEÑA, J & SUQUILLO, G.**, *Estudio del modelo de referencia del internet de las cosas (IoT), con la implementación de un prototipo demótico* [en línea]. S.l.: Escuela Politécnica Nacional. 2016. [Consulta: 28 octubre 2018]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15096/1/CD-6908.pdf>.
- PENALVA, J.**, Placas Arduino/Genuino: guía de compras con modelos compatibles y kits de iniciación. *XATAKA* [en línea]. 2016. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.xataka.com/makers/empezar-con-arduino-genuino-como-elegir-la-placa-modelos-compatibles-y-kits-de-iniciacion>.


- PÉREZ, J.**, *Calidad de servicios en la nube en combinación con el internet de las cosas: revisión sistemática de la literatura y modelo de calidad* [en línea]. S.l.: Universidad de Cuenca. 2017. [Consulta: 28 octubre 2018]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28355/1/TESIS JGPZ.pdf>.
- PLANETAPERRUNO**, 5 MEJORES COMEDEROS AUTOMÁTICOS PARA PERROS 2018. *PlanetaPerruno* [en línea]. 2018. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <https://planetaperruno.com/comederos-automaticos-para-perros/>.
- RAMÍREZ, R.**, *Aplicaciones del RFID como herramienta para el proceso de Marketing* [en línea]. S.l.: Universidad de Chile. 2006. [Consulta: 20 septiembre 2018]. Disponible en: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/ramirez\\_r/sources/ramirez\\_r.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/ramirez_r/sources/ramirez_r.pdf).
- RAMOS, A.**, Seguridad en Bluetooth. *Tecnología* [en línea]. 2009. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/aramosf/seguridad-en-bluetooth>.
- RASPBERRY PI**, Products Archive - Raspberry Pi. *Raspberry Pi* [en línea]. 2018. [Consulta: 9 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.raspberrypi.org/products/>.
- REGATA**, Módulo de Relés. *Taller Arduino* [en línea]. 2012. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <https://tallerarduino.com/2012/10/08/modulo-de-reles/>.
- RODAS, U.**, *Diseño de una red inalámbrica de sensores para el monitoreo de una empresa en Lima-Perú* [en línea]. S.l.: Pontificia Universidad Católica de Perú. 2013. [Consulta: 17 septiembre 2018]. Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5425/RODAS\\_URPI\\_DISEÑO\\_RED\\_INALAMBRICA\\_SENSORES\\_EMPRESA\\_PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5425/RODAS_URPI_DISEÑO_RED_INALAMBRICA_SENSORES_EMPRESA_PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- RUILOVA, J & QUITO, K.**, *Prototipo de telecontrol de una red inalámbrica de sensores para seguridad y acciones básicas del hogar, aplicado a personas con discapacidad motriz en extremidades inferiores, basado en tarjetas de desarrollo* [en línea]. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2017. [Consulta: 18 septiembre 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7957/1/98T00174.pdf>.

- SÁNCHEZ, J.**, *Diseño de un dispensador de comida para perros utilizando una placa programable, controlado y monitoreado en una plataforma en la nube* [en línea]. S.l.: Universidad de Guayaquil. 2017. [Consulta: 3 septiembre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23890/1/B-CINT-PTG-N.217>
- SANTANO, D.**, *Tecnología Open-Hardware para la parametrización ambiental en aplicaciones de ingeniería* [en línea]. S.l.: Universidad de Córdoba. 2017. [Consulta: 28 junio 2018]. Disponible en: [www.uco.es/publicaciones](http://www.uco.es/publicaciones).
- SEMLE, A.**, Protocolos IIoT para considerar. *AADECA* [en línea], 2016. [Consulta: 28 junio 2018]. Disponible en: [https://www.editores-srl.com.ar/revistas/aa/2/semle\\_protocolos\\_ilot](https://www.editores-srl.com.ar/revistas/aa/2/semle_protocolos_ilot).
- TIXI, D.**, *Estudio y análisis comparativo de la tecnología 802.15.7 para sistemas de comunicaciones inalámbricas con respecto a la tecnología 802.11n* [en línea]. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2016. [Consulta: 18 septiembre 2018]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6441/1/98T00130.pdf>.
- TRACE-ID**, Claves para comprender una hoja de datos de etiquetas RFID. *Trace-ID* [en línea]. 2017. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <http://trace-id.com/es/comprender-una-hoja-datos-etiquetas-rfid/>.
- UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**, Internet of Things Global Standards Initiative. *Committed to connecting the world* [en línea]. 2018. [Consulta: 27 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx>.
- VELOSO, C.**, Como funciona el sensor ultrasonico hc-sr04. *Electrotools* [en línea]. 2016. [Consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: <http://www.electrotools.com/Home/WP/2016/04/01/como-funciona-el-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>.
- VERA, B.**, Pirámide de nutrición. *Pet-fit* [en línea]. 2010. [Consulta: 29 octubre 2018]. Disponible en: <https://pet-fit.es/piramide-nutricional/>.
- ZAPATA, J & GIL, D.**, *Diseño e implementación de un prototipo de dispensador automático de comida para animales basado en raspberry pi controlado mediante una aplicación móvil* [en línea]. S.l.: Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira. 2017. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/8054>.

## ANEXOS

### Anexo A: Datasheet de los dispositivos del sistema DACAN

#### DATASHEET– MÓDULO RFID MFRC-522



## RFID Quick Start Guide: Arduino

### Understanding RFID

RFID, or Radio Frequency Identification, is a system for transferring data over short distances (typically less than 6 inches). Often only one of the two devices needs to be powered, while the other is a passive device. This allows for easy use in such things as credit cards, key fobs, and pet collars as there is no need to worry about battery life. The downside is that the reader and the information holder (ie credit card) must be very close, and can only hold small amounts of data.

In this tutorial we will be using the MFRC522 13.56Mhz IC by MIFARE, as described at <https://www.addicore.com/product/n/126.htm>

If you would like to purchase additional RFID cards or fobs they can be found at the following:

- [RFID Cards 13.56 MHz MIFARE](#)
- [RFID Key Fobs 13.56 MHz MIFARE](#)

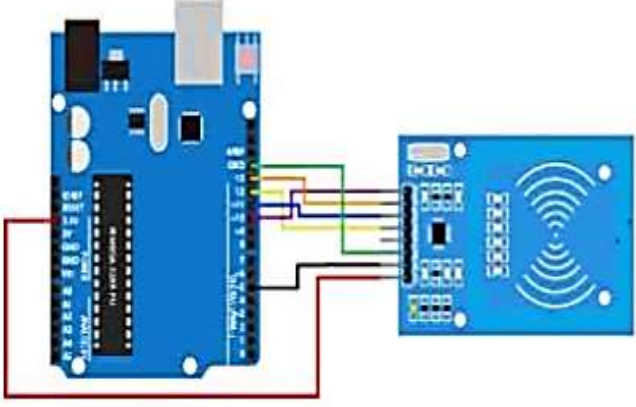
### Wiring

The following table shows the needed connections between the RFID and the Arduino Uno

Cautions:

- \*On the Arduino many of the pins are not swappable. Because this device uses the SPI bus, who's pins cannot be moved around, pins 11, 12, 13 must remain as shown. RST and IRQ are user specified.
- \*This device is NOT a 5 volt powered device. You MUST power it with 3.3 volts. If you do not, you risk overheating the RFID. Most Arduino boards include a 3.3V supply pin which can be used to power the RFID module. If 3.3 volts is not accessible, there are [LD33V regulators available at Addicore.com](#) that supply 3.3 volts.

RFID-MC522 Module	Arduino Uno
1 - SDA	Digital 10
2 - SCK	Digital 13
3 - MOSI	Digital 11
4 - MISO	Digital 12
5 - IRQ	--unconnected--
6 - GND	Gnd
7 - RST	Digital 5
8 - 3.3V	3.3v



### Adding the Library

If you haven't already done so, the AddicoreRFID library needs to be added to your Arduino library depository.

1. Download the [AddicoreRFID library](#)





## DATASHEET- MÓDULO RELÉ KY-019 2 CANALES

### KY-019 Connection Diagram

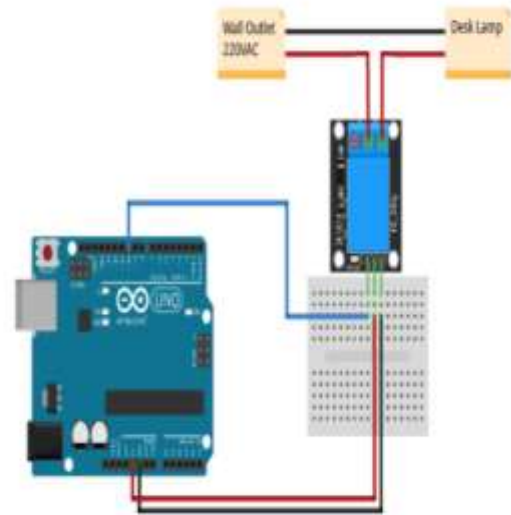
For the DC part of the circuit connect S (signal) to pin 10 on the Arduino, also connect the Power line (+) and ground (-) to +5 and GND respectively.

On the AC side connect your feed to Common (middle contact) and use NC or NO according to your needs.

NO (Normally Open) will get power when (S) is high, NC (Normally Closed) gets disconnected when (S) is high.

Always be very careful when experimenting with AC, electrical shock can result in serious injuries.

KY-019	Arduino	AC Device
S	Pin 10	
+	+5V	
-	GND	
NC		
Common		Feed In
NO		Feed Out



[click to enlarge](#)

fritzing

# Arduino: sensor ultrasónico HC-SR04

tecnología programación robótica

## Introducción

En este tutorial explicaremos como utilizar un sensor ultrasónico HC-SR04 para con ayuda de Arduino medir distancias y, de esta manera, conseguir que nuestros mecanismos sean capaces de detectar obstáculos. El sensor consta de un terminal emisor que emite un ultrasonido (inaudible para el oído humano por su alta frecuencia) y espera un determinado tiempo con el terminal receptor la vuelta de la onda sonora. Si no detecta nada es debido a que no hay ningún obstáculo en el rango de medidas del sensor (este sensor en concreto tiene un rango de distancias sensible entre 3cm y 3m con una precisión de 3mm) mientras que si recibe la respuesta usa el hecho de que el sonido lleva un movimiento rectilíneo uniforme para, a partir del tiempo que pasa desde que emite hasta que recibe la señal, realice de forma sencilla el cálculo de la distancia a la que se encuentra el objeto.



$$\text{Tiempo} = 2 \cdot (\text{Distancia} / \text{Velocidad})$$

$$\text{Distancia} = \text{Tiempo} \cdot \text{Velocidad} / 2$$



## Explicación teorica

En este caso usaremos las siguientes características físicas de las ondas sonoras:

1. Se propagan en el aire siguiendo una trayectoria rectilínea con velocidad constante (MRU) con lo que podemos usar las ecuaciones del movimiento rectilíneo para hallar el espacio que recorre la onda (y así deducir la distancia a la que se encuentra el objeto) a partir de la medida del tiempo que tarda la onda desde que es emitida hasta que es recibida (ya que la velocidad es constante).
2. La velocidad del sonido en el aire podemos considerarla constante y de valor aproximado  $v_{\text{SONIDO}} = 340 \text{ m/s}$ . Como Arduino usa como sistema de medida del tiempo los microsegundos ( $\mu\text{s}$ ) y teniendo en cuenta que  $1 \text{ segundo} = 1000000 \mu\text{s} = 10^6 \mu\text{s}$ , debemos cambiar de unidades la velocidad para ajustamos a las necesidades de cálculo de Arduino:

$$v_{\text{SONIDO}} = 340 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{SONIDO}} = 340 \text{ m}/10^6 \mu\text{s} \rightarrow v_{\text{SONIDO}} = 0,00034 \text{ m}/\mu\text{s} \rightarrow v_{\text{SONIDO}} = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}/\mu\text{s}$$

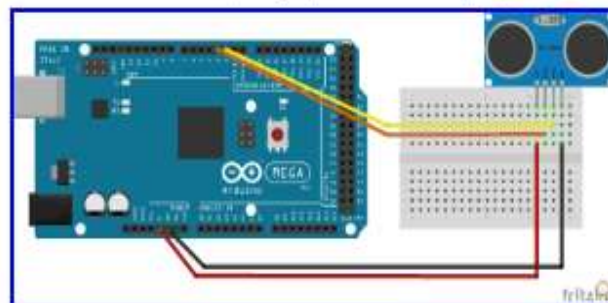
Pero si usamos esta expresión con Arduino nos daría una medida de la distancia del obstáculo en metros y no tiene demasiado sentido ya que el rango máximo al que puede trabajar este sensor es apenas de 3 m. Por tanto, los centímetros resultan más adecuados. Dado que  $1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 10^2 \text{ cm}$ , con lo que obtendremos la expresión final que usamos en nuestro código:

$$v_{\text{SONIDO}} = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}/\mu\text{s} \rightarrow v_{\text{SONIDO}} = 3,4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^2 \text{ cm}/\mu\text{s} \rightarrow v_{\text{SONIDO}} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ cm}/\mu\text{s} \rightarrow v_{\text{SONIDO}} = 0,034 \text{ cm}/\mu\text{s}$$

3. Una vez que conocemos que se trata de un MRU podemos aplicar la expresión:  $e = v \cdot t$  (donde  $e$  es el espacio recorrido por la onda,  $v$  su velocidad y  $t$  el tiempo desde que sale del emisor hasta que se recibe en el receptor). Para concluir esta rápida explicación hay que tener en cuenta que si usamos esta expresión estamos calculando la distancia que recorre la onda sonora. Pero en este caso esa distancia debe ser dividida entre 2 (para conocer la distancia a la que se encuentra el objeto) ya que el tiempo que se usa es el tiempo de ida más el tiempo de vuelta.

## Circuito eléctrico (diagrama de conexiones)

En este caso realizaremos el sencillísimo diagrama del circuito usando el software para diseño gráfico de circuitos Fritzing. En este caso sólo se necesita el sensor HC-SR04, la controladora Arduino y una serie de cables de conexión (aunque en el ejemplo que se muestra se usará la placa de pruebas, protoboard o breadboard). El diagrama eléctrico es muy sencillo ya que la primera patilla irá a 5 V (VCC) mientras que la última irá a tierra (GND), la patilla del emisor o trigger se conectará a un pin digital (en nuestro caso el pin 3) y el receptor o echo se se conectará a un pin digital (en nuestro caso el pin 2)





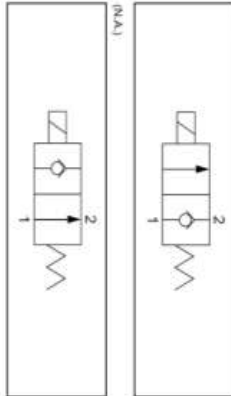
# DATASHEET – ELECTROVÁLVULA 12 V - 1/2" 51HER10

## 2 Características técnicas (continuación)

<b>Temperatura de fluido y ambiente</b>		Temperatura del fluido (°C)	Temperatura ambiente (°C)
Fuente de alimentación	Símbolo de opción de electroválvula	12 a 14	-20 a 40
CC	1 a 40		

Nota) Sin compresión

2.4 Símbolos del circuito

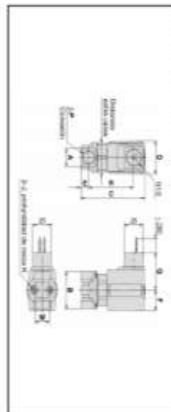
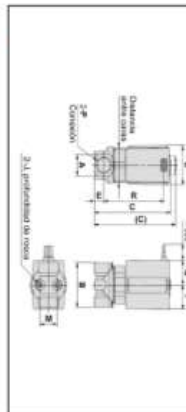


## 3 Instalación (continuación)

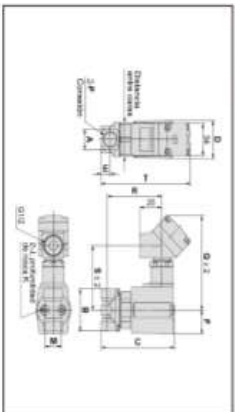
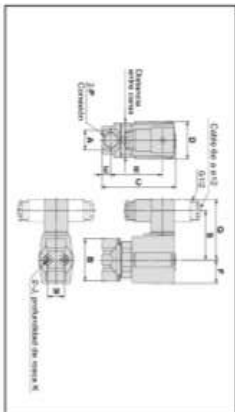
<b>Fijación de conexión</b>	Por de apriete adecuado (Nm)
Rc 1/8	7 a 9
Rc 1/4	12 a 14
Rc 3/8	22 a 24
Rc 1/2	28 a 30

3.3 Dimensiones

SALIDA DIRECTA A CABLE



Terminal DIN



## 3 Instalación (continuación)

Módulo	Terminal	Conector	A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z															
N.C.	N.A.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Entrada eléctrica (ver...)

Módulo	Terminal	Conector	A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z															
N.C.	N.A.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Nota 1) Las cifras entre paréntesis corresponden a las dimensiones del modelo 2) Altura 3,2 mm a las dimensiones "R" y "T" de las características técnicas del modelo N.A.

## 3.4 Conexión eléctrica

### PRECAUCIÓN

**SALIDA DIRECTA A CABLE**  
 Bobina clase H: AWG18 Alambre Diam. ext. 2,2 mm  
 Bobina clase B: AWG20 Alambre Diam. ext. 2,5 mm

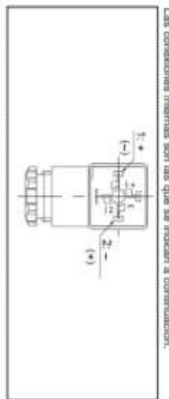


Tensión nominal	Color del cable guía
100 VAC	Negro 1, Rojo 2
200 VAC	Azul 1, Rojo 2
OTRA CA	Grís 1, Grís 2

No hay polaridad. (E) modelo de bajo consumo si tiene polaridad.

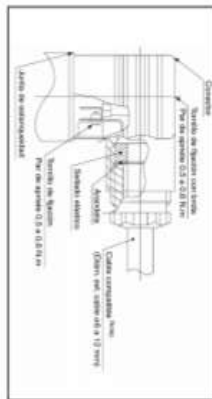
## 3 Instalación (continuación)

**TERMINAL DIN (SOLO CLASE B)**  
 Las conexiones internas son las que se indican a continuación.



Nº terminal	Terminal DIN
1	+(+)
2	-(-)

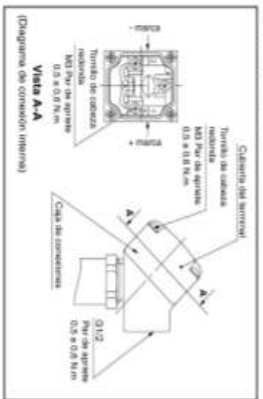
• No hay polaridad.  
 • Utilice conductores compatibles de gran resistencia con cables de diámetro exterior de entre 0,8 y 1,2 mm.  
 • Utilice el par de apriete que se indica a continuación para cada sección.



Nota) Con un diámetro exterior de cable de entre 0,8 y 1,2 mm, retire las partes inferiores del sellado eléctrico antes de su uso.

### CAJA DE CONEXIONES

• Utilice el par de apriete que se indica a continuación para cada sección.  
 • Siempre retire las partes inferiores del sellado (D1/D2) con el conducto especial para cables, etc.





## Stepper Motor NEMA 17

This document describes mechanical and electrical specifications for PBC Linear stepper motors; including standard, hollow, and extended shaft variations.

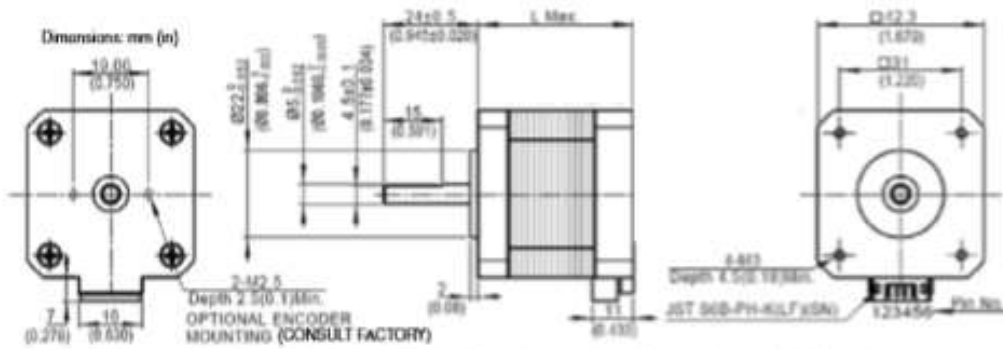


Standard shaft motor shown.

Phases	2
Steps/Revolution	200
Step Accuracy	±5%
Shaft Load	20,000 Hours at 1000 RPM
Axial	25 N (5.6 lbs.) Push 65 N (15 lbs.) Pull
Radial	29 N (6.5 lbs.) At Flat Center
IP Rating	40
Approvals	RoHS
Operating Temp	-20° C to +40° C
Insulation Class	B, 130° C
Insulation Resistance	100 MegOhms

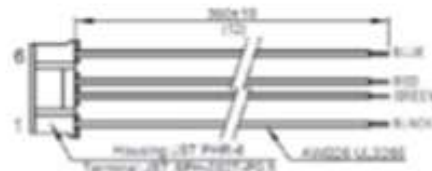
Description	Length	Mounted Rated Current	Mounted Holding Torque		Winding Ohms @20°C		Detent Torque		Rotor Inertia		Motor Weight	
			Nm	oz-in	typ	typ	mNm	oz-in	g-cm <sup>2</sup>	oz-in <sup>2</sup>	kg	lbs
(Stack)	L" Max	Amps			+10%							
Step	39.8 mm (1.57 in)	2	0.40	68	1.04	2.2	15	2.1	57	0.31	0.28	0.62
Double	48.3 mm (1.90 in)	2	0.63	89	1.3	2.9	25	3.5	82	0.45	0.36	0.79
Triple	62.8 mm (2.47 in)	2	0.85	120	1.49	3.8	30	4.2	129	0.67	0.66	1.3

\*All standard motors have plug connector. Consult factory for other options.

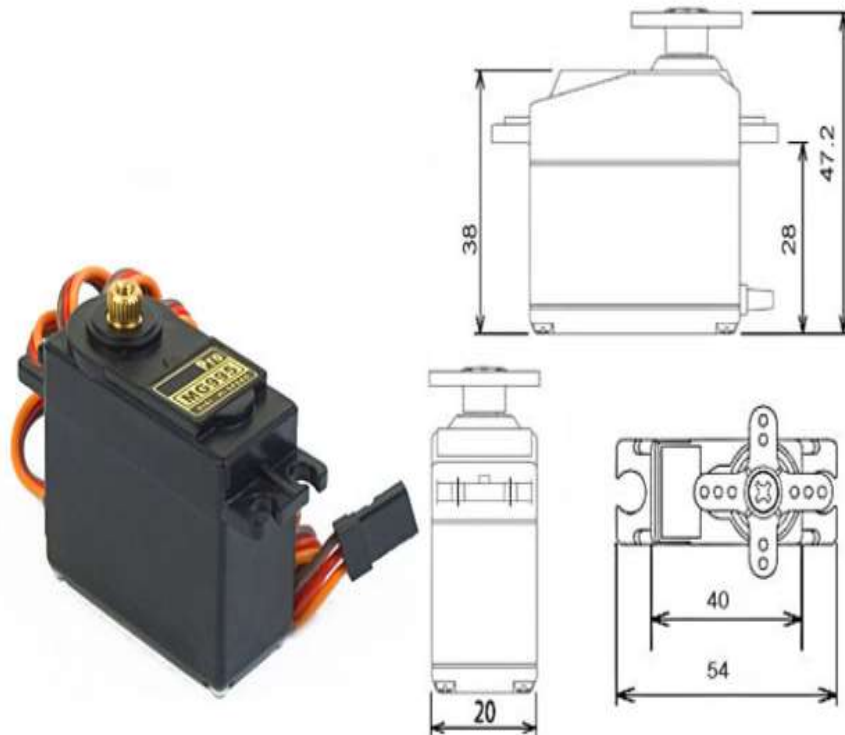


Standard shaft dimensions shown. All other dimensions apply to hollow and extended shaft options.

Dimensions: mm (in)  
4 Lead Connector, PBC Part#6200490  
(Consult factory for optional motor connectors)



## MG995 High Speed Metal Gear Dual Ball Bearing Servo



The unit comes complete with 30cm wire and 3 pin 'S' type female header connector that fits most receivers, including Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum and Hitec.

This high-speed standard servo can rotate approximately 120 degrees (60 in each direction). You can use any servo code, hardware or library to control these servos, so it's great for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. The MG995 Metal Gear Servo also comes with a selection of arms and hardware to get you set up nice and fast!

# FSR® Model 402 Short Tail

Force Sensing Resistor®

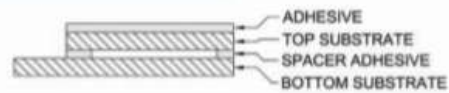
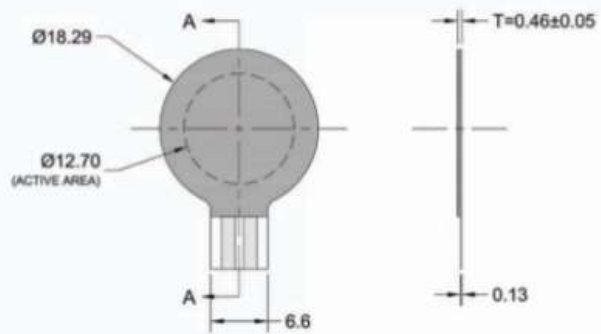
## Model 402 Short Tail:

Active Area:  $\varnothing 12.70\text{mm}$   
Normal Thickness: 0.46mm  
Switch Travel: 0.15mm

## Available Part Numbers:

- PN: 34-00016 Model 402 Short Tail
  - No contacts or solder tabs
- PN: 34-00017 Model 402 Short Tail
  - with female contacts
- PN: 34-00018 Model 402 Short Tail
  - with female contacts and housing
- PN: 34-00015 Model 402 Short Tail
  - with solder tabs

## Sensor Mechanical Data



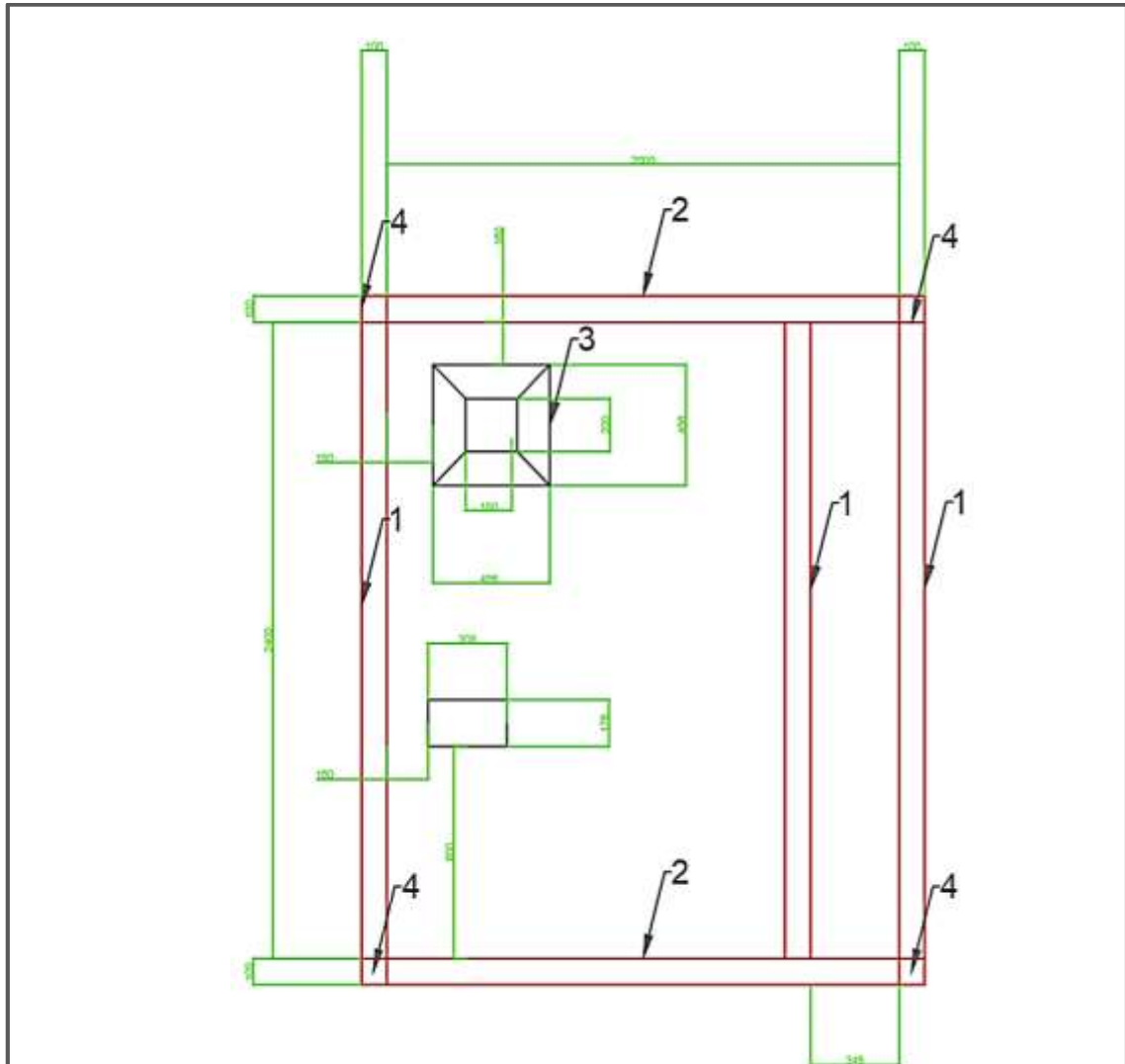
SECTION A-A  
LAYER STACK-UP

## Exploded View



**Anexo B:** Perspectivas del módulo dispensador DACAN

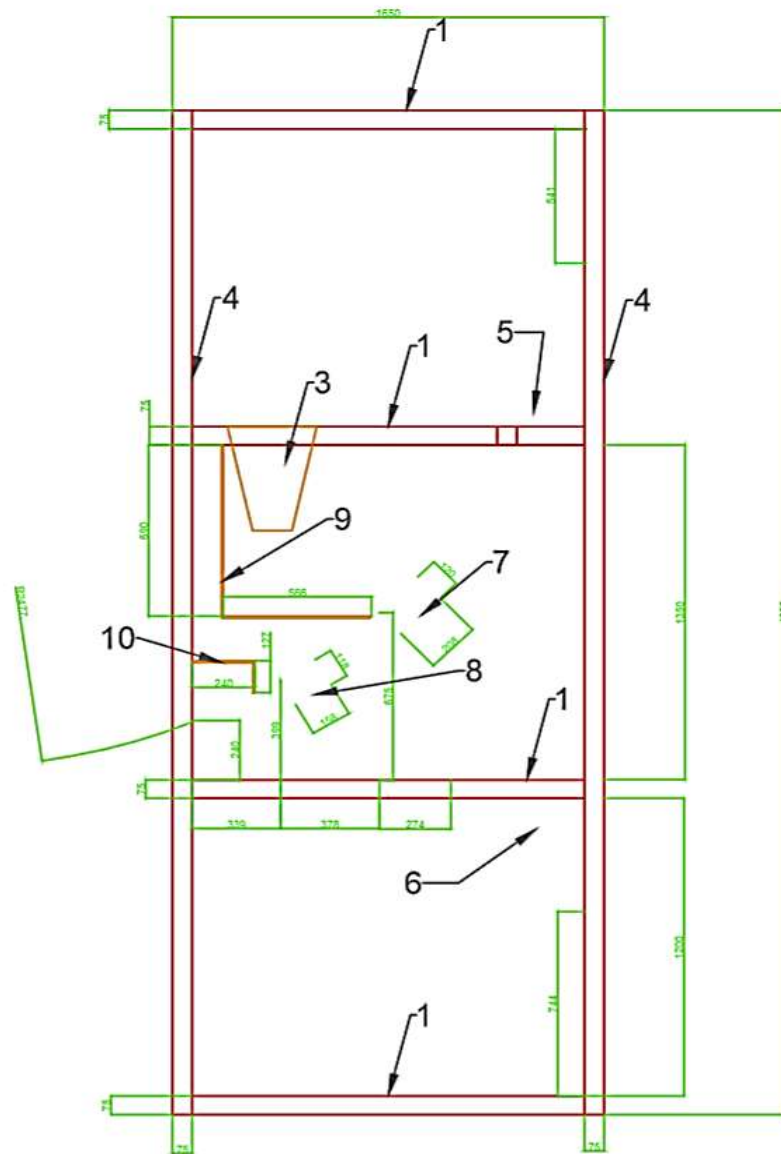
VISTA SUPERIOR



NOTA: El proceso de soldadura para los perfiles cuadrados es a perímetro completo con electrodo 6011  
Las placas de acero son soldadas a punto, en caso contrario es linealmente completo.

NUMERO	NOMBRE	DENOMINACION	DIMENSIONES	CANTIDAD
1	PERFIL CUADRADO	Perfil cuadrado acero de bajo carbono, extruido	25x25x2400	3
2	PERFIL CUADRADO	Perfil cuadrado acero de bajo carbono, extruido	25x25x2000	2
3	TOLVA	Lamina de acero al bajo carbono, laminada en caliente	450x450	1
4	PERFIL CUADRADO	Perfil cuadrado acero de bajo carbono, extruido	25x25x1150	4

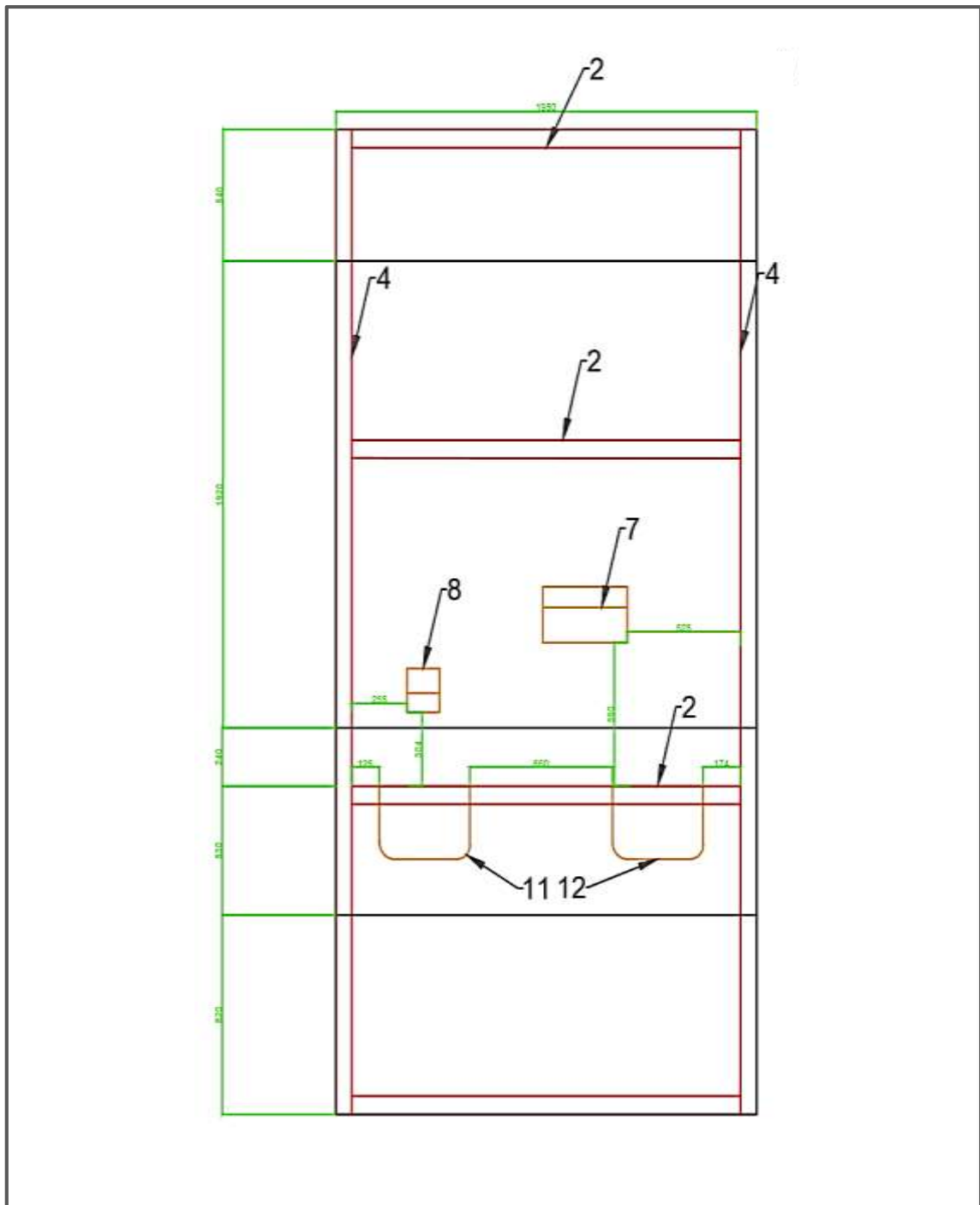
VISTA LATERAL



NUMERO	NOMBRE	DENOMINACION	DIMENSIONES	CANTIDAD
5	LAMNA CURVA SUPERIOR	Lámina de acero al carbono laminado en frío, rolada	1,5	1
6	LAMNA CURVA INFERIOR	Lámina de acero al carbono laminado en frío, rolada	1,5	1
7	DISPENSADOR DE ALIMENTO	Lámina de acero al bajo carbono, laminada en caliente	1,5	1
8	DISPENSADOR DE AGUA	Lámina de acero al bajo carbono, laminada en caliente	1,5	1
9	ASIENTO DEL DISP. DE ALIMENT.	Lámina de acero al bajo carbono, laminada en caliente	1,5	1
10	ASIENTO DEL DISP. DE AGUA	Lámina de acero al bajo carbono, laminada en caliente	1,5	1

NOTA: Las especificaciones de soldadura están dadas en la hoja número 1

VISTA FRONTAL



NUMERO	NOMBRE	DENOMINACION	CANTIDAD
11	ACCESORIO	Acero inoxidable, manufacturado por impresión.	1
12	ACCESORIO	Acero inoxidable, manufacturado por impresión.	1

## Anexo C: Configuración en el IDE de Arduino de las tarjetas de desarrollo.

### TARJETA ESP8266-NMCU

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SerialX(D2, D3);
String text = "";
String id = "";
long randomNumber;
int contconexion = 0;
const char *ssid = "Corporcion Pazmiño";
const char *password = "ptoquito2018";
unsigned long previousMillis = 0;
char host[48];
String strhost = "155.254.28.156";
String strhost = "www.piscolabiscan.com";
String strurl = "/datos2.php";
String strurl2 = "/datos3.php";
String strurl3 = "/datos.php";
String chipid = "";
constexpr uint8_t RST_PIN = 5;
constexpr uint8_t SS_PIN = 2;
MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN);
MFRC522::MIFARE_Key key;
byte nuidPICC[4];
void setup()
{
  delay(1000);
  pinMode(D2, INPUT);
  pinMode(D3, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  SerialX.begin(9600);
  Serial.print("chipId: ");
  chipid = String(ESP.getChipId());
  Serial.println(chipid);
  SPI.begin();
  rfid.PCD_Init();
  randomSeed(analogRead(0));
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED and
  contconexion <50)
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  if (contconexion <50)
  {
    //para usar con ip fija
    IPAddress ip(192,168,1,19);
    IPAddress gateway(192,168,1,1);
    IPAddress subnet(255,255,255,192);
    WiFi.config(ip, gateway, subnet);
    Serial.println("");
    Serial.println("WiFi conectado");
    Serial.println(WiFi.localIP());
  }
  else {
    Serial.println("");
    Serial.println("Error de conexion");
  }
  Serial.println(F("Ready!"));
}
void loop()
{
  leerTarjeta();
  text = GetLineSerial();

  if(text.startsWith("Peso#"))
  {
    Serial.println("RUTINA DATOS3");
    float pt = GetLineSerial().toFloat();
    float ps = GetLineSerial().toFloat();
    float pc = GetLineSerial().toFloat();
    enviardatos2("taghex=" + String(id) +
    "&peso_t=" + String(pt, 2) + "&peso_s=" +
    String(ps, 2) + "&peso_d=" + String(pc, 2));
    text="";
  }
  if(text.startsWith("AlertaOn#"))
  {
    ActivarAlerta(1);
  }
  if(text.startsWith("AlertaOff#"))
  {
    ActivarAlerta(0);
  }
}
* rutina de ayuda para enviar los datos al
servidor en alerta de comida
String ActivarAlerta(int n)
{
  String datos = "";
  if (n = 1){
    datos = "estado=1";
  }
  Else
```



```

{
  datos = "estado=0";
}
String linea = "error";
WiFiClient client;
strhost.toCharArray(host, 49);
if (!client.connect(host, 80))
{
  Serial.println("Fallo de conexion");
  Serial.print(linea);
}
client.print(String("POST ") + strurl3 + "
HTTP/1.0" + "\r\n" +
  "Host: " + strhost + "\r\n" +
  "Accept: */*" + "\r\n" +
  "Content-Length: " + datos.length() +
"\r\n" +
  "Content-Type: application/x-www-
form-urlencoded" + "\r\n" +
  "\r\n" + datos);
delay(10);
Serial.print("Enviando alerta...");
SerialX.println("Enviando alerta...");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0)
{
  if (millis() - timeout > 5000)
  {
    Serial.println("Cliente fuera de tiempo!");
    client.stop();
    Serial.print(linea);
  }
}
while(client.available())
{
  linea = client.readStringUntil('\r');
}
Serial.println(linea);
SerialX.println(linea);
}
String enviardatos(String datos)
{
  String linea = "error";
  WiFiClient client;
  strhost.toCharArray(host, 49);
  if (!client.connect(host, 80))
  {
    Serial.println("Fallo de conexion");

```

```

return linea;
}
client.print(String("POST ") + strurl + "
HTTP/1.0" + "\r\n" +
  "Host: " + strhost + "\r\n" +
  "Accept: */*" + "\r\n" +
  "Content-Length: " + datos.length() +
"\r\n" +
  "Content-Type: application/x-www-
form-urlencoded" + "\r\n" +
  "\r\n" + datos);
delay(10);
Serial.print("Enviando datos a SQL...");
SerialX.println("Enviando datos a SQL...");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0)
{
  if (millis() - timeout > 5000)
  {
    Serial.println("Cliente fuera de tiempo!");
    client.stop();
    return linea;
  }
}
while(client.available()){
  linea = client.readStringUntil('\r');
}
Serial.println(linea);
SerialX.println(linea);
return linea;
}
String enviardatos2(String datos)
{
  String linea = "error";
  WiFiClient client;
  strhost.toCharArray(host, 49);
  if (!client.connect(host, 80))
  {
    Serial.println("Fallo de conexion");
    return linea;
  }
  client.print(String("POST ") + strurl2 + "
HTTP/1.0" + "\r\n" +
  "Host: " + strhost + "\r\n" +
  "Accept: */*" + "\r\n" +
  "Content-Length: " + datos.length() +
"\r\n" +
  "Content-Type: application/x-www-
form-urlencoded" + "\r\n" +

```

```

        "\r\n" + datos);
delay(10);
Serial.print("Enviando datos a SQL...");
SerialX.println("Enviando datos a SQL...");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0) {
    if (millis() - timeout > 5000) {
        Serial.println("Cliente fuera de tiempo!");
        client.stop();
        return linea;
    }
}
while(client.available())
{
    linea = client.readStringUntil('\r');
}
Serial.println(linea);
SerialX.println(linea);
return linea;
}
* rutina de ayuda para leer cdigo de tarjeta
void leerTarjeta()
{
    if ( ! rfid.PICC_IsNewCardPresent())
        return;
    if ( ! rfid.PICC_ReadCardSerial())
        return;
    for (byte i = 0; i < 4; i++) {
        nuidPICC[i] = rfid.uid.uidByte[i];
    }
    Serial.println(F("The NUID tag is:"));
    Serial.print(F("In hex: "));
    printHex(rfid.uid.uidByte, rfid.uid.size);
    Serial.println();
    float t = random(200, 400);
    t = t/100;
    float s = random(100);
    s = s/100;
    float d = t-s;
    enviardatos("taghex=" + String(id) +
"&peso_t=" + String(t, 2) + "&peso_s=" +
String(s, 2) + "&peso_d=" + String(d, 2));
/*Serial.print(F("In dec: "));
printDec(rfid.uid.uidByte, rfid.uid.size);
Serial.println("\n");*/
rfid.PICC_HaltA();
rfid.PCD_StopCrypto1();
}

```

```

* rutina de ayuda para leer el codigo de
tarjeta en hexadecimal
void printHex(byte *buffer, byte bufferSize)
{
    id = "";
    for (byte i = 0; i < bufferSize; i++)
    {
        id += String(buffer[i] < 0x10 ? "0" : "");
        id += String(buffer[i], HEX);
    }
    Serial.println(id);
}
void printDec(byte *buffer, byte bufferSize)
{
    for (byte i = 0; i < bufferSize; i++)
    {
        Serial.print(buffer[i] < 0x10 ? "0" : " ");
        Serial.print(buffer[i], DEC);
    }
}
String GetLineSerial(){
    String S = "";
    if (SerialX.available())
    {
        S = SerialX.readStringUntil('\n');
        return ( S );
    }
    return(S);
}

```

## TARJETA ARDUINO PRO-MINI 3.3 V

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <SPI.h>
SoftwareSerial swSer(4, 5);
#define VueltasGrande 12
#define VueltasMediano 8
#define VueltasPequeno 5
#define Agua 8
#define GradosServo 160
#define distComida 35
#define distPerro 70
#define pesoBandeja 300
const int stepPin = 16;
const int dirPin = 17;
int pinVal_1 = 12;
int pinVal_2 = 13;
float pinPeso = A0;
float peso_var = 0;
float pesototal = 0;
float pesosobrante = 0;
float pesoconsumido = 0
long distancia = 0;
long tiempo = 0;
int cont = 0;
int cont_d = 0;
String text = "";
void motor(int vueltas)
{
  for(int x = 0; x < vueltas*200; x++)
  {
    digitalWrite(dirPin,HIGH);
    digitalWrite(stepPin,HIGH);
    delay(3);
    delayMicroseconds(500);
    digitalWrite(stepPin,LOW);
    delay(3);
    delayMicroseconds(500);
    if(x==(Agua*200))
    {
      digitalWrite(pinVal_1, HIGH);
    }
  }
}

void moverServo(int pin, int angulo)
{
  float pausa;
  for(int i=0; i<30; i++)
  {
    pausa = angulo*2000.0/180.0 + 700;
    digitalWrite(pin, HIGH);
    delayMicroseconds(pausa);
    digitalWrite(pin, LOW);
    delayMicroseconds(25000-pausa);
  }
}

void alertaComida()
{
  digitalWrite(6, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(6, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(6, LOW);
  tiempo = pulseIn(7, HIGH);
  distancia = tiempo/58;
  if (distancia > distComida)
  {
    Serial.print("Alerta Comida (cm): ");
    Serial.println(distancia);
    swSer.println("AlertaOn#");
    Serial.println("AlertaOn#");
  }
  else{
    swSer.println("AlertaOff#");
    Serial.println("AlertaOff#");
  }
}

void control ()
{
  Serial.println("Rutina");
  while(cont<5 || cont_d<=3)
  {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
    cont ++;
    digitalWrite(9, LOW);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(9, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(9, LOW);
    tiempo = pulseIn(8, HIGH);
    distancia = tiempo/58;
    if (distancia == 0)
  {
```

```

    distancia = 200;
  }
  if (distancia>distPerro)
  {
    cont_d++;
  }
  if (distancia<distPerro)
  {
    cont_d = 0;
  }
  Serial.println(distancia);
}
cont_d = 0;
cont = 0;
peso_var = analogRead(pinPeso);
Serial.println(peso_var);
pesototal= peso_var - pesoBandeja;
pesoconsumido = map(pesototal, 0, 1023,
0, 10);
pesosobrante= pesototal - pesoconsumido;
swSer.println("Peso#");
swSer.println(pesototal);
swSer.println(pesosobrante);
swSer.println(pesoconsumido);
Serial.print("PESO TOTAL=");
Serial.println(pesototal);
Serial.print("PESO SOBRANTE=");
Serial.println(pesosobrante);
Serial.print("PESO CONSUMIDO=");
Serial.println(pesoconsumido);
digitalWrite(pinVal_1, HIGH);
digitalWrite(pinVal_2, LOW);
moverServo(2,GradosServo);
delay(500);
moverServo(2,0);
delay(5000);
digitalWrite(pinVal_2, HIGH);
alertaComida();
Serial.println("fin");
}
void setup()
{
  delay(100);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(8, INPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, INPUT);

```

```

  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(pinVal_1, OUTPUT);
  digitalWrite(pinVal_1, HIGH);
  digitalWrite(pinVal_2, HIGH);
  pinMode(stepPin,OUTPUT);
  pinMode(dirPin,OUTPUT);
  pinMode(15, OUTPUT);
  digitalWrite(15, HIGH);
  Serial.begin(9600);
  swSer.begin(9600);
  moverServo(2,0);
}
void loop()
{
  text = GetLineSerial();
  if (text != "")
  {
    text += "***\n";
    Serial.println("Datos de Servidor: ");
    Serial.println(text);
    if(text.startsWith("Grande*")){
      digitalWrite(pinVal_1, LOW);
      motor(VueltasGrande);
      pesototal = map(pinPeso, 0, 1023, 0, 10);
      Serial.println(pesototal);
      control();
    }

    if(text.startsWith("Mediano*"))
    {
      digitalWrite(pinVal_1, LOW);
      motor(VueltasMediano);
      pesototal = map(pinPeso, 0, 1023, 0, 10);
      Serial.println(pesototal);
      control();
    }

    if(text.startsWith("Pequeño*"))
    {
      digitalWrite(pinVal_1, LOW);
      motor(VueltasPequeno);
      pesototal = map(pinPeso, 0, 1023, 0, 10);
      Serial.println(pesototal);
    }
  }
  distancia = 0;
}
}

```

## Anexo D: Mediciones realizadas con los sensores de presión y ultrasónico



### Sensores de presión

Mediante el sensor de presión MF01 colocado debajo del plato y apoyados del serial Arduino; se tomó 15 muestras del alimento dispensado. Luego se llevó al Laboratorio de Biotecnología Azul de la ESPOCH donde con ayuda de la balanza analítica OHAUS se procedió a pesar cada muestra enfundada; que al ser comparadas individualmente nos mostró un error absoluto de  $\pm 2$  gramos en su conjunto.



### Sensores ultrasónico

A través del sensor ultrasónico HC-SR04 ubicado en la parte lateral interna del módulo, con ayuda del serial Arduino se visualizaba la distancia en el monitor, una vez marcados los puntos de referencia apoyados de una raqueta y un flexómetro se constataba los puntos señalados, resultando como error absoluto  $\pm 1$  centímetro en el conjunto de las 15 pruebas tomadas.