



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
REDES INTELIGENTES**

**TEMA  
“DISEÑO DE SISTEMA DE MONITOREO DE ACCESO  
PARA PREVENIR ACCIDENTES EN CENTROS DE  
EDUCACIÓN INICIAL UTILIZANDO MÓDULOS  
XBEE-S2C”**

**AUTORA  
CHAGLIA MEJIA LISSETTE DANIELA**

**DIRECTORA DEL TRABAJO  
ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.**

**GUAYAQUIL, ABRIL 2019**



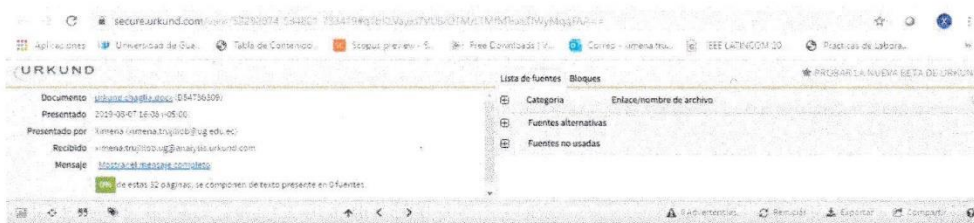
Ingeniería  
en  
Teleinformática

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD**

Habiendo sido nombrado ING. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por CHAGLIA MEJIA LISSETTE DANIELA, C.C.: 0930317995, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: "DISEÑO DE SISTEMA DE MONITOREO DE ACCESO PARA PREVENIR ACCIDENTES EN CENTROS DE EDUCACIÓN INICIAL UTILIZANDO MÓDULOS XBEE-S2C", ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 0% de coincidencia.



<https://secure.arkund.com/view/53282874-534821-733419>

ING. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA  
CC: 060337539-5

### **Declaración de Autoría**

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Chaglia Mejia Lissette Daniela

C.C. 0930317995

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la vida.

A mi madre que con su sabiduría ha podido guiar a mis hermanas y a mí en los caminos correctos y que gracias a su esfuerzo hemos podido salir adelante como ella lo esperaba.

A mis hermanas que me han dado su apoyo en todos los sentidos y consejos para cumplir mis metas, y a mi hermano que me ayudo en esta última etapa.

A Christian Arreaga V. que con su dedicación y paciencia ha estado junto a mí desde el inicio de mi carrera universitaria y hasta el final de ella.

Y a mis amigas que han sabido estar junto a mí en el trayecto académico.

## Índice general

N°	Descripción	Pág.
	<b>Introducción</b>	<b>1</b>

### Capítulo I

#### El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del Problema	2
1.2	Formulación del problema	3
1.2.1	Sistematización del problema	4
1.3	Objetivos de la investigación	4
1.3.1	Objetivo general	4
1.3.2	Objetivos específicos	4
1.4	Justificación de la investigación	4
1.5	Delimitación del problema	5
1.6	Hipótesis de la investigación	5
1.6.1	Operacionalización	6

### Capítulo II

#### Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes	7
2.1.1	Las cámaras de videovigilancia	7
2.1.2	Brigadas de vigilancia	7
2.1.3	Guardias de Seguridad	8
2.2	Marco teórico	8
2.2.1	Sistemas de Monitoreo	9
2.2.2	Áreas de riesgo de accidentes	14
2.2.3	Tipos de accidentes	15
2.2.4	Tecnologías inalámbricas de área personal (WPAN)	17
2.2.4.1	Grupos de trabajo	17
2.2.4.2	Relación de Modelo ISO-OSI con Modelo IEEE 802.15	18

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.4.3	Aplicación de WPAN	19
2.2.4.3	Aplicación de WPAN	19
2.2.5	IRDA	19
2.2.5.1	Modos de transmisión	20
2.2.5.2	Ventajas de IRDA	21
2.2.5.3	Desventajas de IRDA	21
2.2.5.4	Funcionamiento	22
2.2.5.5	Aplicaciones de IRDA	22
2.2.6	Bluetooth	22
2.2.6.1	Normas	23
2.2.6.2	Alcance	23
2.2.6.3	Versiones	24
2.2.6.4	Ventajas de Bluetooth	25
2.2.6.4	Desventajas de Bluetooth	25
2.2.6.6	Aplicaciones de Bluetooth	25
2.2.7	Zigbee	26
2.2.7.1	Protocolo	26
2.2.7.2	Capas	27
2.2.7.3	Nodos	29
2.2.7.4	Topologías	30
2.2.7.5	Características de Zigbee	30
2.2.7.6	Ventajas de Zigbee	31
2.2.7.7	Desventajas de Zigbee	31
2.2.7.8	Aplicaciones de Zigbee	31
2.2.8	UWB	31
2.2.8.1	Características de UWB	32
2.2.8.2	Ventajas de UWB	32
2.2.8.3	Aplicaciones de UWB	32
2.2.9	Componentes	32

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.9.1	Arduino Uno	32
2.2.9.2	Xbee S2C	36
2.2.9.3	Shield Pro Xbee	38
2.2.9.4	Xbee Explorer USB	39
2.2.9.5	Arduino IDE	39
2.2.9.6	Xbee XCTU	41
2.2.9.7	Sensor Piroeléctrico HC-SR501	41
2.2.9.8	Buzzer Pasivo	43
2.2.10	Marco legal	43

### **Capítulo III**

#### **Metodología**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Metodología	45
3.1.1	Método bibliográfico	45
3.1.2	Método de observación	45
3.1.3	Método de campo	46
3.1.4	Método Experimental	56

### **Capítulo IV**

#### **Desarrollo de la propuesta**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1	Diseño de la red	57
4.2	Elaboración del prototipo	58
4.2.1	Instalación de programas	59
4.2.2	Elaboración del Transmisor	60
4.2.3	Elaboración de Receptor	67
4.2.4	Medio de Transmisión	72
4.2.5	Elaboración de las estructuras	72
4.2.6	Pruebas y resultados final	74
4.2.6.1	Prueba de sensores	75

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.2.6.2	Prueba de distancia y sonido	75
4.3	Resultado de Hipótesis	76
4.4	Costo general del prototipo realizado	77
4.5	Conclusiones	77
4.6	Recomendaciones	78
	<b>Anexos</b>	79
	<b>Bibliografía</b>	86



## Índice de tablas

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Operacionalización de variables	6
2	Alcance de Bluetooth	24
3	Conocimiento de accidentes en los centros de educación inicial	47
4	Medida de conocimiento sobre los accidentes	47
5	Tipos de accidentes	48
6	Familiar menor de 6 años accidentado	49
7	Áreas de peligro	50
8	Escala de áreas de peligro	51
9	Centros de educación inicial con sistemas de seguridad	52
10	Sistemas de monitoreo existentes	52
11	Conocimiento de tecnologías inalámbricas y uso	53
12	Tipos de Seguridad	54
13	Implementación de un sistema de monitoreo	55
14	Puntos del diseño del sistema	57
15	Resultados obtenidos	75
16	Resultados de pérdida de sonido	76
17	Costo general	77

## Índice de figuras

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Salas de Monitoreo	9
2	Sistemas de cámaras analógicas	10
3	Sistemas de cámaras digitales	11
4	Sistemas de cámaras digitales SD Scard	11
5	Antenas de seguridad	12
6	Tecnología RFID	13
7	Tecnología WPAN	17
8	Relación de modelo OSI y modelo IEEE 802	18
9	IRDA	19
10	Transmisión punto a punto	20
11	Transmisión cuasi-difuso	21
12	Transmisión difuso	21
13	Bluetooth	22
14	Zigbee	26
15	Capas IEEE 802.15.4 / Zigbee	27
16	Pila del protocolo Zigbee	28
17	Nodos Zigbee.	29
18	Topologías Zigbee	30
19	UWB	31
20	Tipos de arduino	34
21	Elementos del arduino uno	34
22	Xbee S2C	37
23	Shield pro Xbee	38
24	Xbee Explorer USB	39
25	Elementos de arduino IDE	40
26	Software XCTU	41
27	Elementos de sensor HC-SR501	42
28	Buzzer pasivo	43

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
29	Conocimiento de accidentes en los centros de educación inicial	47
30	Medida de conocimiento sobre los accidentes	48
31	Tipos de accidentes	49
32	Familiar menor de 6 años accidentado	50
33	Áreas de peligro	50
34	Escala de áreas de peligro	51
35	Centros de educación inicial con sistemas de seguridad	52
36	Sistemas de monitoreo existentes	53
37	Conocimiento de tecnologías inalámbricas y uso	53
38	Tipos de Seguridad	54
39	Implementación de un sistema de monitoreo.	55
40	Plano con los puntos establecidos de la red Zigbee	57
41	Estructura de la Red Zigbee	58
42	Página de descarga de XCTU	59
43	Datos para descarga de XCTU	60
44	Conexión de Xbee S2C al PC	61
45	Opción de búsqueda del módulo conectado a PC	61
46	Módulo conectado a PC	62
47	Búsqueda de módulo conectado a PC	62
48	Interfaz gráfica del módulo Xbee S2C	63
49	Materiales del transmisor	64
50	Montado de Shield al arduino	65
51	Conexión de puentes a los sensores	65
52	Conexión de Dispositivo final	66
53	Codificación de Transmisor	67
54	Prueba de resultado en pantalla de transmisor	67
55	Coordinador configurado en XCTU	68
56	Materiales del receptor	69

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
57	Conexión de puentes al buzzer	69
58	Conexión del receptor	70
59	Codificación para la trama	70
60	Trama API	71
61	Codificación final del receptor	71
62	Resultado en pantalla del receptor	72
63	Transmisor	73
64	Receptor	74
65	Receptor y transmisor con sus respectiva batería e interruptor	74
66	Nodos establecidos para prueba de sonido	76

**Índice de anexo**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Artículos del Acuerdo Interministerial N° 0015 – 14 y del Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural	80
2	Trama Api para recepción de datos	81
3	Materiales para el soporte del transmisor	82
4	Elaboración del soporte del transmisor	83
5	Materiales y elaboración del armazón para el receptor	84
6	Pruebas en un Centro de Educación Inicial	85



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**“DISEÑO DE SISTEMA DE MONITOREO DE ACCESO PARA  
PREVENIR ACCIDENTES EN CENTROS DE EDUCACIÓN INICIAL  
UTILIZANDO MÓDULOS XBEE-S2C”**

**Autor:** Chaglia Mejia Lissette Daniela

**Tutora:** Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

**Resumen**

Actualmente los centros de educación inicial son el segundo hogar para los niños menores de seis años por lo que deben ser lugares 100% seguros; pero esto no ocurre en estas instituciones, ya que cuentan con cierto porcentaje de inseguridad, puesto que pueden tener algún accidente. Por esta razón se realiza el diseño completo y prototipo en un nodo específico de un sistema de monitoreo de acceso empleando la tecnología Zigbee, que se basa en el protocolo IEEE 802.15.4. Esta tecnología permite un bajo consumo, bajo costo, seguridad, etc. El prototipo propuesto se basa en una red de sensores a través de módulos Xbee S2C, donde gracias a una alarma se está al tanto de que el niño tiene acceso a una zona de peligro. Mediante pruebas se obtienen resultados favorables en cuanto a la transmisión de datos, la distancia de transmisor-receptor, entre otras; indicando con ello la funcionalidad al implementar la red como tal.

**Palabras Claves:** Red, Zigbee, Xbee S2C, Transmisor, Receptor.



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**‘DESIGN OF ACCESS MONITORING SYSTEM TO PREVENT  
ACCIDENTS IN INITIAL EDUCATION CENTERS USING XBEE-S2C  
MODULES’**

**Author:** Chaglia Mejia Lissette Daniela

**Tutora:** TE Trujillo Borja Ximena Fabiola, MS

**Abstract**

Initial education centers are now the second home for children under the age of six, so they must be 100 per cent safe places; but this does not happen in these institutions, as they have a certain percentage of insecurity, since kids may have some accidents. For this reason, the complete design and prototype are performed on a specific node of an access monitoring system using Zigbee technology, which is based on the IEEE 802.15.4 protocol. This technology allows low consumption, low cost, security, etc. The proposed prototype is based on a network of sensors through Xbee S2C modules, where an alarm ensures that the child has access to a danger zone. Through tests, favorable results are obtained in terms of data transmission, transmitter-receiver distance, among others; indicating with it the functionality when implementing the network itself.

**Keywords:** Network, Zigbee, Xbee S2C, Transmitter, Receiver.

## **Introducción**

En estos tiempos los accidentes son comunes en la sociedad, ya que se pueden dar en diversos lugares tales como: en el hogar, en el trabajo, en instituciones educativas, entre otros; causando graves heridas y pérdidas para el lesionado y de manera indirecta a las personas que lo rodean. Dentro de este círculo los niños menores de seis años son los que sufren estos accidentes, los cuales son el tema principal de la problemática en el presente trabajo, puesto a que están más proclive a tener algún tipo de accidente.

Uno de los lugares que se encuentran expuestos a estos accidentes son dentro de las instituciones educativas, en vista a su inocencia ante los peligros y en ciertos casos a la falta de control interna de estas instituciones.

Hoy en día existen varios mecanismos de monitoreo para evitar algún accidente dentro de las instituciones, pero por distintos motivos no se llevan a cabo. Algunos de estos mecanismos cuentan con la ayuda de las tecnologías que hoy por hoy es fundamental para el día a día de la sociedad. Con ayuda de estas tecnologías se desarrolla un prototipo que permite la seguridad de los niños en estos lugares, ya que por medio de las diferentes metodologías se observa y se constata que existen lugares dentro de estas instituciones que pueden afectar la seguridad de los niños.

La tecnología que facilita el desarrollo del prototipo es una tecnología inalámbrica de área personal, ya que al ser un lugar cerrado no hay necesidad de una tecnología con una amplia cobertura. El prototipo que se realiza es una red de sensores la cual ayuda a monitorear y dar aviso sobre el acceso de los niños en ciertas áreas específicas a través de una alarma y con ello evitar alguna lesión a los mismos. El nodo transmisor de la red a desarrollar cuenta con dos sensores, para así diferenciar el niño y al docente, es decir al implementar la red como tal cada nodo de monitoreo debe de tener los dos sensores, exceptuando el nodo receptor. La tecnología con la que se ejecuta el prototipo permite que las instituciones no tengan que contratar un recurso humano para el monitoreo del mismo, ya que es un sistema automatizado. En cuanto al recurso económico es de un bajo coste para que sea asequible a las instituciones.

Para finalizar este trabajo de titulación se presentan los pasos para la elaboración del prototipo y se diseña el esquema de la red final para el momento de la implementación de la misma en una determinada institución.



## **Capítulo I**

### **El Problema**

#### **1.1 Planteamiento del problema.**

Los centros de educación inicial son espacios en los que se busca preparar a niños menores de seis años en el desarrollo de las diferentes etapas de sus primeros años. Estos sitios se encargan de enseñar en diferentes aspectos como afectivos, motricidad fina, motricidad gruesa, desenvolvimiento social, adaptación a áreas nuevas, entre otros. Esta preparación la realizan mediante juegos, manualidades, actividades físicas, etc.

A pesar que cuentan con ciertas seguridades no están libres de tener accidentes de cualquier índole con los niños, debido a que los accidentes en niños son escenarios serios que se encuentran fuera de control, puesto a que suceden sin ser planeadas, causando así algún daño para el estudiante, sean daños graves como fracturas, envenenamientos, incisiones en el cuerpo, traumatismos craneales, ahogamientos, entre otras; a daños leves tales como raspones, moretones, etc. Estos tipos de daño ocurren con niños de cualquier edad, sin embargo, los niños menores a seis años son los más tienden a sufrir esta clase de accidentes debido a la curiosidad de su misma edad, a la hiperactividad de cada uno y sobre todo a que ellos no logran distinguir con exactitud en que área se presenta un mayor índice de peligro.

Dentro de estos centros de educación inicial hay diversas áreas donde el porcentaje de peligro es mayor, dichas áreas suelen ser los baños, bodegas, escaleras, entre otras; ya que estas no cuentan con supervisión establecida durante toda la jornada. Cabe resaltar que muchos de estos centros de educación inicial no son construidos por el gobierno, es decir algunos son casas que se adecuan para ser utilizadas como centros de educación inicial, pero el Ministerio de Educación cuenta con un manual de infraestructura para los espacios públicos que son convertidos en espacios escolares en este caso los centros de educación inicial; a continuación se mencionan algunos puntos referente a las estructura de estos espacios, entre ellos se tienen los principales como:

1. Las escaleras deben tener pasamanos y estar bien sujetas, para prevenir algún tipo de accidente.
2. “Los pisos de las instituciones pueden ser de baldosas, cerámicas, de arcilla, adoquines, entre otras” (Ministerio de Educación, 2013).
3. “Las paredes o muros pueden ser de bloque revocado o bloque enlucido” (Ministerio de Educación, 2013).

4. Si estos presentan agrietamientos de gran tamaño se debe tomar el debido mantenimiento para evitar algún incidente.
5. Las estructuras deben ser generalmente de hormigón armado o metálicas.
6. En cuanto al sistema eléctrico varía, debido a que este depende del tamaño del área escolar, sea este un controlador general o un cuarto de transformadores. Se debe indicar al niño el peligro que puede correr en esta área específica.
7. Por último, se debe dar un mantenimiento constante al sistema hidráulico y sanitario para evitar daños tanto de manera estructural como accidentes en los miembros de los centros.

Con ayuda de este manual se pueden tomar medidas necesarias para adecuar los centros de educación inicial, y con esto tener una mayor seguridad para los integrantes de estos centros, sobre todo la seguridad en los niños, pero por falta de conocimiento, vigilancia o control provoca que ocurran accidentes que podían ser evitados en las diversas áreas de estos centros de educación inicial. Causando así problemas para sí mismos, con las autoridades máximas y los padres de familia de los niños perjudicados.

Dado a esto surge la necesidad de tener una mayor seguridad en ciertas áreas de los centros de educación inicial, en vista que estas instituciones son uno de los sitios donde los niños se encuentran gran parte de su tiempo.

Con el uso de las tecnologías se puede cubrir en parte esta necesidad, estableciendo mecanismos de seguridad que permita indicar que el niño se encuentra en un punto donde el porcentaje de accidente es mayor, sin la necesidad de que una persona este supervisando el área durante toda la jornada.

## **1.2 Formulación del problema.**

En la actualidad existen sistemas de seguridad tradicionales de monitoreo que se pueden utilizar en estos centros de educación inicial, los cuales permiten tener una vigilancia en ciertas áreas de riesgo de accidentes.

Pero los mismos presentan desventajas tales como: llevar un mantenimiento constante, algunos utilizan recursos humanos para el monitoreo de las mismas; por lo que esto provoca a las instituciones un valor elevado, en vista de ello los centros optan por no contar con estos sistemas de seguridad.

Dicho esto, surge la siguiente interrogante ¿Será posible desarrollar un prototipo de bajo costo que permita tener una mayor de seguridad en los centros de educación inicial para las zonas de mayor riesgo de accidentes?

### **1.2.1 Sistematización del problema.**

Para la elaboración del presente Trabajo de Titulación se plantean varias interrogantes en las cuales se busca dar respuesta a cada una de ellas, estas interrogantes son las siguientes:

1. ¿Cuáles son las características de las tecnologías inalámbricas de área personal?
2. ¿Cómo se podrá determinar las necesidades del sistema de monitoreo de acceso en los centros de educación inicial?
3. ¿Se logrará implementar el prototipo en un punto de monitoreo de acceso del centro de educación inicial?

## **1.3 Objetivos de la investigación.**

### **1.3.1 Objetivo general.**

Implementar un prototipo de monitoreo de acceso basado en protocolo Zigbee para prevenir accidentes en centro de educación inicial.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

1. Analizar las tecnologías inalámbricas de área personal.
2. Determinar las necesidades de monitoreo de acceso.
3. Diseñar un sistema de monitoreo de acceso en un centro de educación inicial.
4. Implementar el prototipo en un punto de monitoreo de acceso del centro de educación inicial.

## **1.4 Justificación de la investigación.**

De acuerdo con el Ministerio de Educación (2016) el Sistema Nacional de Educación ecuatoriano acoge el SIGR-E (Sistema Integral de gestión de riesgos escolares) como una herramienta técnica que avale el derecho de los alumnos, educadores, directivos y personal administrativo a efectuar sus actividades en entornos seguros, formarlos con una postura cautelosa y prepararlos para actuar ante cualquier emergencia, en coordinación y con la ayuda de toda la colectividad educativa y los establecimientos competentes en materia de seguridad y defensa.

Para el SIGR-E del Ministerio de Educación existen seis riesgos que están dentro del grupo de accidentes escolares, entre estos se encuentran los menos riesgosos hasta los que conllevan a hospitales, el riesgo más alto dentro de las instituciones escolares es de 62,5% de riesgo siendo este el de envenenamiento, y con un 61.5% de riesgo en las caídas, estos datos son obtenidos del Libro 2.1 del C5. SIGR-E del Ministerio de educación.

Por ello se busca desarrollar un prototipo de seguridad que logre prevenir estos accidentes, y así proporcionando una mayor seguridad en los niños dentro de las instituciones.

Dicho prototipo será una red de sensores de movimientos de bajo costo y ahorro de energía que servirá para indicar en que área de riesgo se encuentra el niño y con ello poder prevenir algún tipo de accidente que le puede suceder al niño. Esta red tendría una alarma para dar aviso al docente que es el niño el que se encuentra en el área de peligro.

Con ello el porcentaje de accidentes se reduciría y de esta manera las instituciones no tendrían algún tipo de sanción e inconvenientes con las máximas autoridades escolares, y así los padres de familia estarían con mayor tranquilidad al ver que las instituciones cuentan con este tipo de seguridad.

### **1.5 Delimitación del problema.**

Este trabajo de titulación se centra en el diseño de un sistema de monitoreo de acceso en un centro de educación inicial y en la implementación de un prototipo de monitoreo de acceso para un punto específico de un centro de educación inicial, donde indicará que el niño está en zona de riesgo de accidente mediante el aviso de una alarma, pero ello no indica que lo salvará al 100% del peligro que vaya a correr, dicho prototipo permitirá diferenciar entre un adulto a un niño haciendo uso de los módulos Xbee-s2c, los cuales serán los elementos principales para el desarrollo del mismo, basándose en una de las tecnologías inalámbricas de área personal, en este caso será la tecnología Zigbee. Debido a esto el prototipo de red a implementar solo cubrirá una distancia de área personal en cada punto de zona de riesgo del diseño a realizar.

### **1.6 Hipótesis de la investigación.**

La correcta implementación del prototipo de monitoreo de acceso en un punto de área específica del centro de educación inicial, ayudará a reducir el riesgo de accidentes en los niños, gracias al uso de hardware y software para la implementación del mismo y con esto brindar una mayor seguridad a los niños en los centros de educación inicial.

Para la elaboración del diseño y prototipo se tomarán en cuenta las siguientes variables:

#### **Variables Independientes**

1. Seguridad de los niños en el centro de educación inicial
2. Prototipo de monitoreo de acceso

En el siguiente punto se muestra la Tabla N°1 de operacionalización la cual tendrá las variables e indicadores que serán tomadas en cuenta para la formulación del presente trabajo.

### 1.6.1 Operacionalización.

**Tabla 1.** Operacionalización de variables.

Variable	Tipo de variable	Dimensión	Indicador
Seguridad de los niños en el centro de educación inicial	Independiente	Niños	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad promedio de niños</li> <li>• Estatura promedio de niños</li> </ul>
		Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de docentes</li> </ul>
		Información del centro de educación inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de encuestas</li> <li>• Tipo de Accidentes</li> </ul>
		Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de áreas de peligro</li> <li>• Tipo de áreas de peligro</li> </ul>
		Información de tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de tecnología inalámbrica de área personal</li> <li>• Número de módulos Xbee S2C</li> <li>• Número de módulos Arduino uno</li> <li>• Tipo de sensores</li> <li>• Número de sensores</li> </ul>
Prototipo de monitoreo de acceso	Independiente	Hardware	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Xbee Explorer USB</li> <li>• Shield Pro Xbee Zigbee</li> <li>• Tipo de alarma</li> <li>• Número de alarmas</li> </ul>
		Software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Tipos de software</li> <li>• Número de software</li> </ul>

*Información tomada del presente trabajo de titulación. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Antecedentes.**

Según la Editorial El Tiempo (2017), en los últimos tiempos, la educación inicial del Ecuador ha cambiado casi por completo, esto se debe a decisiones políticas y al cambio de pensamiento que han tenido las personas en el desarrollo de los niños en sus primeros años. En la Constitución del 2008 indica que los niños menores de seis años requieren de una mayor atención, y la educación inicial como el origen de la educación de los niños.

Por ser el primer nivel de educación deben tener planes de seguridad para los niños, pero muchos de ellos no tienen un plan completo de seguridad para sí mismos, por lo cual el ente regulador en este caso el Ministerio de Educación creó una guía curricular para la seguridad de los alumnos dentro de estas instituciones. Pero ninguna de las normas hace referencia al tema planteado en el presente trabajo de titulación.

A continuación, se detallan los diversos tipos de sistemas de seguridad que algunos de los centros de educación inicial cuentan entre ellos se tiene:

##### **2.1.1 Las cámaras de videovigilancia.**

Muchas instituciones han optado por colocar cámaras de vigilancia, sobre todo los centros privados, pero actualmente también las hay en los centros públicos, esto se debe a que muchas veces ocurren situaciones en las cuales no hay una clara imagen de lo que sucede o sucedió en ciertas áreas de los centros de educación inicial.

Con este sistema se puede registrar cada movimiento de los niños, padres de familia e integrantes de las instituciones en áreas específicas donde el recurso humano es inexistente. Pero este sistema tiene desventajas, el principal es que para ver lo que está sucediendo deben contar con un cuarto de vigilancia el cual incluye un recurso humano, que implica un valor extra en los gastos de los centros, es por esto que no todos los centros de educación públicos cuentan con estos sistemas.

##### **2.1.2 Brigadas de vigilancia.**

Así como hay brigadas de vigilancia barriales, de igual manera se ha incorporado este sistema en los centros de educación inicial, estas brigadas en su mayoría de veces están compuestas por: lo mismo docentes dirigidos por el rector encargado, por los padres de familia o por miembros de la policía rural, en la cual no hay una remuneración monetaria

por parte de los centros de educación, este sistema existe con el propósito de tener una mayor seguridad para los niños, evitando con esto alguna riña entre ellos, algún accidente en áreas específicas, algún peligro mayor que pueda sucederles y el control sobre la salida y entrada en ciertas áreas.

La desventaja del sistema que se menciona es que muchas veces los integrantes de estas brigadas no se encuentran disponibles durante toda la jornada de estos centros o muchos integrantes de las brigadas no estén de acuerdo, dado a que tienen otras responsabilidades o simplemente por el hecho que lo efectúan de manera gratuita.

### **2.1.3 Guardias de Seguridad.**

Este sistema de seguridad más lo cuentan las instituciones privadas, ya que las públicas en su mayoría de veces cuentan con personas que se les asigna ciertas tareas de seguridad estas personas pueden ser los inspectores, tutores encargadas de los niños y en el caso de los centros de educación inicial los mismos docentes. Este sistema es para la seguridad netamente de los niños o áreas específicas, debido a que son personas capacitadas para la seguridad de las mismas.

Este sistema tiene como gasto el recurso económico, debido que al ser personas capacitadas son remuneradas, esta se puede considerar como una desventaja para los centros de educación inicial.

Mencionado estos sistemas se ha realizado una investigación en los documentos existentes de las diferentes instituciones y no se ha conseguido tema semejante sobre una red de sensores basado en algún tipo de tecnología en alguna institución de educación, por ello se puede decir que es un tema innovador para los centros de educación inicial.

## **2.2 Marco teórico.**

Los centros de educación inicial son áreas donde los niños cultivan su calidad de vida, forman su crecimiento y desenvolvimiento en el entorno social, dado esto el Ministerio de educación cuenta con puntos específicos que deben cumplir estos centros.

Es importante tener una ventilación apropiada e iluminación, verificando que los inmuebles no obstaculicen la luz, tampoco la ventilación natural.

Es fundamental organizar estas áreas de tal modo que los juguetes u otros objetos no se encuentren al alcance de los niños.

Es importante que estos espacios estén razonablemente definidos y ordenados para emitir seguridad y paz en los niños.

Es esencial que los baños siempre se mantengan aseados y que sean usados solamente para su fin.

El decorado debe ser gozoso, moderado y funcional; no solo se refiere a decorar sino de motivar la enseñanza (Ministerio de Educación , 2015).

Controlar el mantenimiento y estructura de las instalaciones, equipamiento y moblaje educativo (Ministerio de Educación, 2013).

### **2.2.1 Sistemas de Monitoreo.**

#### **1. Salas de Monitoreo.**



*Figura 1. Sala de monitoreo. Información tomada de Protek. Elaborado por el autor.*

Las salas de monitoreo son circuitos cerrados de televisión (CCTV), para ayudar con la seguridad de hogares, empresas, instituciones educativas, etc. Estos circuitos están compuestos por:

#### **Monitores**

Es el elemento principal de estos circuitos, donde pueden ser más de uno, los cuales deben ser ubicados en una posición adecuada para los usuarios. Siempre deben estar conectadas a una fuente y deben de tener una buena resolución, con esto se obtiene una visualización adecuada.

Actualmente hay monitores multipantallas, es decir permiten visualizar imágenes de diversas cámaras de seguridad al mismo tiempo, para llegar a eso las cámaras de seguridad tienen que estar conectadas en red mediante IP.

#### **Mesa de control**

Los CCTV tienen que contar con mesas de control junto con sillas ergonómicas, donde las mesas de control sirven como soporte para los diversos materiales que utilice el usuario y la silla ayuda en parte a la ergonomía del usuario.



### Dispositivos de comunicación

Estos dispositivos deben estar en la mesa de control, para reportar cualquier novedad que se esté visualizando en los monitores. Estos equipos deben ser de radiocomunicación, y así establecer una comunicación en otras áreas.

### Dispositivos de informática

Los CCTV deben contar con algún dispositivo informático con ingreso a internet, de preferencia computadores sea de escritorio o portátil. Ya que en caso de alguna pérdida de conexión con las cámaras de seguridad IP, se podrá realizar el ingreso a la web de monitoreo mediante estos dispositivos.

### Cámara de seguridad (elemento externo)

Este es el elemento principal externo para los CCTV, puesto que son los dispositivos que reciben y transmiten los videos hacia los monitores, los cuales pueden ser sistemas de cámaras analógicas y digitales.

### Sistemas de cámaras analógicas

Estas tecnologías son de bajo alcance al momento de captar imágenes, puesto que son las primeras cámaras de seguridad que estuvieron disponibles en el mercado y su función es solo captar lo que sucede en un lugar con una calidad de video baja, por lo cual al realizar algún tipo de acercamiento a la imagen se la visualiza de manera pixeleada, la ventaja de este sistema es que cuentan con buena resolución cuando la iluminación es baja.

Para que estas cámaras sean visualizadas a través de internet se las tiene que conectar mediante cable coaxial a un DVR, es decir a un Grabador de Video Digital, donde el DVR realiza la transformación de la señal analógica a la señal digital el cual puede grabar la información en un disco duro o transmitirla en un lugar remoto.



Figura 2. Sistemas de cámaras analógicas. Información tomada de Aprendacctv. Elaborado por el autor.

## Sistemas de cámaras digitales

Esta tecnología puede transmitir el video en tiempo real y ser visualizada en cualquier dispositivo sea computador, celular o una Tablet, entre otras.

El nombre que se le da a esta tecnología son cámaras IP, las cuales su alimentación es PoE, es decir el cable que se usa para la transmisión de información también sirve de alimentación, cuentan con dos opciones para grabar permitiendo una resolución alta en la imagen y al momento de un acercamiento.

La primera conectada mediante cable de red a un NVR, Grabador de video en red que permite visualizar las imágenes en un monitor en vivo o ya grabadas en el disco duro ya integrado en el NVR, en este caso no es necesario una conversión, ya que la imagen de la cámara IP ya es digital.



Figura 3. Sistemas de cámaras digitales NVR. Información tomada de Aprendacctv. Elaborado por el autor.

La segunda mediante una tarjeta SD Card, la cual permite grabar las imágenes y pueden ser recuperadas de manera remota desde un computador en la misma red. Este sistema no tiene la necesidad de un NVR solo la ranura para el ingreso de la tarjeta.



Figura 4. Sistemas de cámaras digitales SD Scard. Información tomada de Aprendacctv. Elaborado por el autor.

## 2. Antenas de seguridad.

Estos sistemas de monitoreo son usados en diversos establecimientos comerciales, las cuales están formados por una o más antenas que sirven para el monitoreo de salida de algún objeto no permitido, haciendo uso de diferentes tecnologías, la detección del objeto es

mediante etiquetas electrónicas puestas en el mismo producto disparando sonidos al momento de la detección. A continuación, las tecnologías para la detección de los objetos.



**Figura 5.** Antenas de seguridad. Información tomada de BlueBeetle. Elaborado por el autor.

### **Tecnología EAS RF**

La tecnología EAS Radiofrecuencia es parte del sistema de vigilancia electrónica de artículos (EAS) por sus siglas en inglés Electronic Article Surveillance, el cual trabaja con frecuencia de 8.2 MHz; donde el porcentaje de determinación del producto es del 85% al 90%, este porcentaje se da por el incremento de intensidad de radiofrecuencia.

En esta tecnología la distancia entre las antenas es de 1 a 2 m, esta distancia depende del modelo o etiqueta del sensor; es una tecnología de bajo coste, su instalación es fácil y por ellos es la más usada en los establecimientos.

Esta tecnología tiene desventajas, entre ellas: las etiquetas pueden desactivarse, dando como resultado alarmas falsas, no transmite señal ante metales o empaques de aluminio.

### **Tecnología EAS AM**

La tecnología Acusto Magnético (AM) se da cuando el dispositivo recibe una señal de frecuencia baja de 58 KHz, esta señal es enviada por el transmisor.

El material que compone las etiquetas para esta tecnología es ferrita, y es donde esta tecnología actúa.

La distancia que llega a cubrir una antena es hasta 3m. y su principal característica es que puede detectar objetos con cierto porcentaje de metal o agua. Adicional a ello es prácticamente inmune a las falsas alarmas.

### Tecnología EAS EM

La Tecnología Electromagnética (EM) crea un campo electromagnético dentro de dos antenas con frecuencias de 70 Hz a 1 KHz alrededor de una antena. Las etiquetas con esta tecnología cuentan con filamentos que pueden alterar el campo electromagnético, poniendo en alerta a las antenas.

La distancia que cubre es de 80 a 90 cm, por ello es adecuada para el paso de una sola persona. Por lo que se convierte en una desventaja para los establecimientos grandes. Al igual que la anterior también detecta materiales de metal.

### Tecnología RFID

La tecnología RFID se parece a la tecnología que emplea el código de barras, al producto u objeto que se pretende identificar se le agrega una etiqueta y se utiliza un lector acoplado a un dispositivo para información de identificación automáticamente (Serrato Mares , Villegas Téllez, & Torres Frausto, 2018).

La tecnología RFID está compuesta por una etiqueta o tag, un lector de tarjetas y por una base de datos; de tal forma que la etiqueta está formada por un de tamaño reducido y una antena; donde el chip tiene guardado un ID único registrado en la base de datos, este ID permite la identificación del objeto que se encuentra la etiqueta diferenciando este de los demás, el lector se encarga de transmitir ondas de radiofrecuencia a la etiqueta mediante la antena. Puede guardas o editar información, pero esto es dependiendo de la característica de la tarjeta.

Existen tres tipos de etiquetas RFID las cuales son: pasivas, semipasivas y activas.



Figura 6. Tecnología RFID. Información tomada de tecnología & informática. Elaborado por el autor.

Las etiquetas pasivas no utilizan una fuente de energía ya que para ser vistas hacen uso de la energía que emite el lector y por medio de esto envía la respectiva señal al mismo.

Las etiquetas semi-pasivas utilizan una fuente de energía, pero a diferencia de las pasivas la energía no es para la transmisión de señal, en este caso incorpora un microchip por el cual requiere de alimentación y por ello utiliza esta fuente; esta etiqueta emite una señal solo cuando está cerca el lector.

Y las etiquetas activas así mismo como las semi-pasivas requieren de una fuente de energía junto a circuitos para emitir señales, este tipo de etiqueta permite leer señales a larga distancia, en consecuencia, a ello el valor es más elevado.

Las tarjetas RFID trabajan en frecuencias de 850 a 950 MHz, las que pueden leerse a distancias más extensas comparadas a las demás tecnologías, tampoco es necesario que estén en frente al lector para ser captadas, cuenta con desventajas al igual que las anteriores como: son indefensas con el metal y agua, el costo del sistema es elevado, sufren interferencias.

Las tarjetas RFID pueden ser de diversos tamaños y formas, esto depende del uso que se tenga, estas tarjetas tienen que estar recubiertas por un material, dicho material por lo general es de plásticos, pero en caso de utilizarse en animales el material debe ser no toxico.

Esta tecnología tiene diversas funciones para localizar, rastrear, identificar, entre otros; la cual puede ser aplicada en: cadenas de suministros, biomedicina, bibliotecas, identificación de animales, seguridad y control de acceso, tiendas de ropa entre otras.

### **2.2.2 Áreas de riesgo de accidentes.**

Los centros de educación inicial tienen áreas peligrosas, que no son vigiladas en su totalidad.

#### **Baños**

Estas áreas el riesgo de accidentes es elevado, puesto que el mantenimiento de ellas no es constante, y son áreas donde los niños tienen el menor cuidado en cuanto a su seguridad, estos lugares muchas veces cuentan: con baldes las cuales pocas veces están llenos de agua, pero esas pocas veces da como resultado ahogamientos en los niños; con pisos empapados de agua que ocasionan resbalones en ellos causando caídas graves o leves, para evitarlos se sugiere colocar alfombras antideslizantes.

#### **Escaleras**

Las escaleras en su mayoría de veces son un peligro para los niños menores de 6 años, ya que estas son espacios abiertos, por lo que no son diseñadas específicamente para ellos,

pero ciertas veces no se tiene el control total de cada niño y puede suceder que alguno de ellos se exponga a esta área y en ese momento se puede producir algún tipo de accidente.

### **Área de reciclaje**

No todos los centros de educación inicial cuentan con esta área, pero algunos sí, esto se debe a que los niños a partir de 3 años ya pueden diferenciar los materiales y gracias a ello se les enseña cómo evitar el daño del medioambiente. Sin embargo, pueden ocurrir accidentes como pisadas sobre objetos punzantes, caídas sobre los objetos de reciclaje o encerramiento en estas áreas, ya que algunas no cuentan con una seguridad de acceso.

### **Bodegas**

Todo centro de educación inicial tiene esta área y en su mayoría tienen que estar cerradas y solo ser abiertas bajo supervisión de un adulto, porque dentro de ellas, se encuentran sustancias que generan alguna intoxicación para las personas. Aunque pasan cerradas no están fuera de ser un área de riesgo de accidente para los niños, dado que algún niño podría encontrar esta área abierta por alguna imprudencia de un adulto e ingresar al área.

#### **2.2.3 Tipos de accidentes.**

Existen muchos tipos de accidentes en los centros de educación inicial, como se nombró anteriormente, están entre los más graves a los más leves. En este punto se mencionan los principales:

### **Ahogamientos**

Los ahogamientos en los niños es uno de los accidentes más graves, debido a que en su mayoría de veces provoca la muerte de los mismos, claro está, si no llegan a descubrirse a tiempo. Aunque en estos centros estos accidentes no se presentan, no significa que están absueltos de suceder.

Estos accidentes pasan por falta de control sobre los niños y falta de vigilancia en las áreas que suelen suceder, como en baños o piscinas en caso que existan.

### **Traumatismos craneales**

Estos accidentes también es uno de los más graves, debido a que muchos implican en llevar al niño al hospital; suelen ocurrir por alguna caída de un lugar alto o por agresión física fuerte como empujones, la cual en el peor de los casos de este trauma puede provocar

la muerte, pero en otros con solo analgésicos suaves pasan, esto depende del tipo de traumatismo que haya ocurrido, en los centros de educación inicial este tipo de trauma es muy bajo, pero no por ello implica que no pueden suceder.

### **Fracturas**

Las fracturas son uno de los accidentes comunes en los centros de educación inicial, debido a que los niños juegan entre ellos de manera tosca, otros corren y saltan sin ver que hay a su paso o por peleas entre ellos mismos, y estos eventos les provocan fracturas.

Estas fracturas suelen ser en tobillos, antebrazos, muñecas, entre otros; en su mayoría de veces son leves y con un descanso de un par de semanas pasan, se debe a que los huesos de los niños tienen una recuperación rápida. Pero algunas de estas fracturas provocan que el niño tenga que usar férulas, yesos o incluso llegar a operaciones, en caso de este último suceden de manera inusual.

### **Envenenamiento o Intoxicaciones**

Como se mencionó anteriormente el envenenamiento tiene un mayor índice de riesgo de accidentes en el Ecuador, esto se debe a que los niños llegan a ingerir las sustancias químicas que son para el mantenimiento del centro o ingieren los productos líquidos para la jardinería y en consecuencia de esto llegan a ocurrir los envenenamientos o intoxicaciones, para situaciones como estas existen tratamientos, para ello primero se debe saber la sustancia ingerida por el niño y luego utilizar el respectivo tratamiento. Estos accidentes son resultados en su mayoría de veces por la falta de organización de las personas que los utilizan.

### **Incisiones y Raspones**

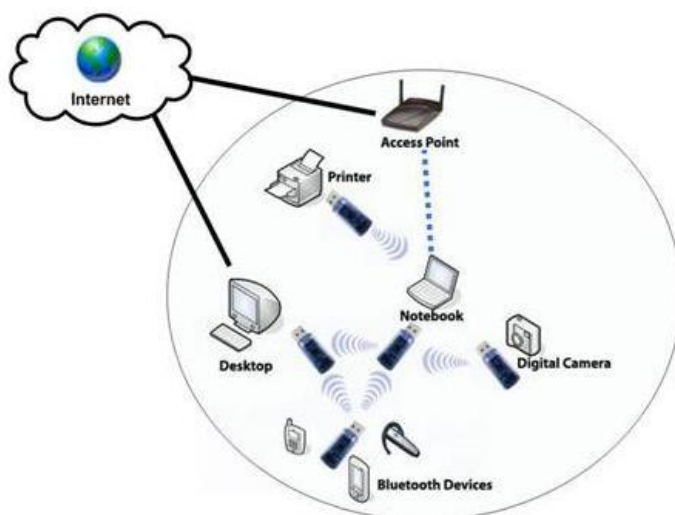
Estos dos accidentes son los más comunes en los niños y se dan por lesiones leves, como correr o caminar sin ver que hay en el suelo o en frente, golpes con objetos punzantes en el aula; los cuales producen sangrados mínimos, o simples raspones que al lavarse el área afectada con agua pasa, pero algunos necesitan lociones o tiras adhesivas para ser sanadas.

### **Moretones**

Este último es considerado como uno de los más leves y comunes en los niños; los cuales son productos de pellizcos y golpes leves entre los niños mismos o por golpes con objetos no punzantes, que con el pasar de los días desaparece, en su mayoría de veces son en los brazos o piernas.

Estos golpes provocan dolor y llanto en los niños, por poco tiempo en lo general en minutos se les pasa y se olvidan.

#### 2.2.4 Tecnologías inalámbricas de área personal (WPAN).



*Figura 7. Tecnología WPAN. Información tomada de Diferentes topologías. Elaborado por el autor.*

Las WPAN por las siglas en inglés son Wireless Personal Área Network son redes inalámbricas que se caracterizan por ser de corto alcance, en este caso llegan a cubrir áreas de decenas de metros, por este motivo se usan por lo general de manera personal pero también cubren áreas a nivel local como en domicilios, redes de sensores en escuelas u oficinas, etc.

La IEEE 802.15 es un equipo de trabajo dedicado a este tipo de tecnologías, donde este grupo es el encargado de establecer los estándares para estas redes.

Las WPAN permiten una comunicación e interpretación entre dispositivos periféricos tales como: celulares, computadoras portátiles, impresoras, placas inteligentes y demás equipos digitales; siendo esta comunicación directa o entre varios dispositivos físicamente cercanos sin la necesidad de un cable.

Las WPAN son tecnologías que no trabajan con alto niveles de transmisión de datos, por ello su consumo de energía es bajo.

##### 2.2.4.1 Grupos de trabajo.

Las tecnologías WPAN se reparten en cuatro grupos de trabajo, por lo que cada grupo cuenta con sus respectivas características que cumplen con las exigencias específicas de comunicación.



1. Grupo de trabajo 802.15.1 se lleva a cabo este estándar mediante las especificaciones del SIG de Bluetooth. Este grupo se publicó el 14 de junio del 2002 el estándar IEEE 802.15.1.
2. Grupo de trabajo 802.15.2 este grupo fue creado en el 2003, estudia los posibles problemas de coexistencia de WPAN's con los distintos dispositivos inalámbricos de bandas de frecuencias sin licencias, entre ellas las WLAN.
3. Grupo de trabajo 802.15.3 este grupo fue creado en junio del 2003, el estándar IEEE 802.15.3 (WPAN de alta velocidad) se divide en tres categorías que fueron desarrolladas para poder transmitir de una manera ágil y eficiente, la cual también se basa en el estándar AES 128 considerando que cuentan con encriptación compartida de información.
4. Grupo de trabajo 802.15.4 (WPAN de baja velocidad) este estándar se divide en siete categorías que se encargan de la coordinación y modificación de las necesidades que presentan los sistemas con baja transmisión de datos. El estándar IEEE 802.15.4 es el que se basa el protocolo Zigbee.

#### 2.2.4.2 Relación de Modelo ISO-OSI con Modelo IEEE 802.15.

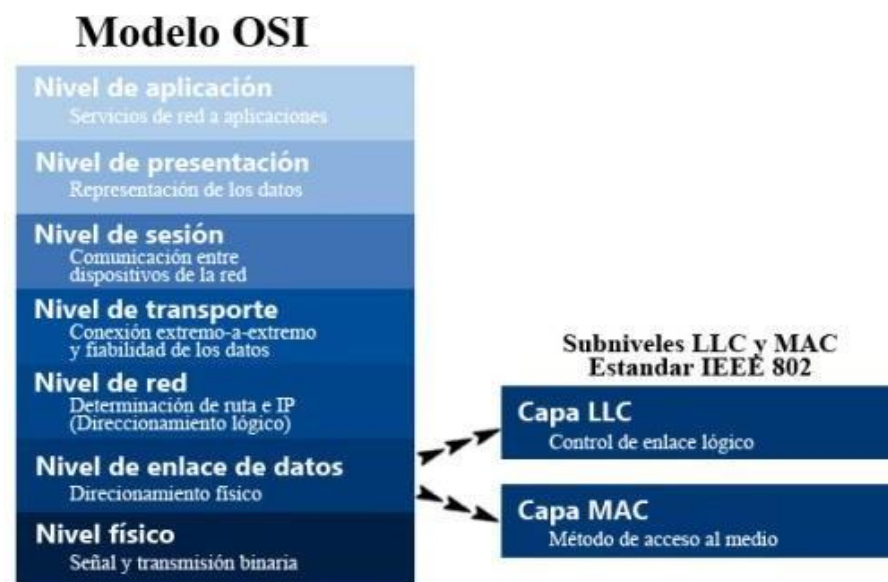


Figura 8. Relación de modelo OSI y modelo IEEE 802. Información tomada de mespresso. Elaborado por el autor.

De acuerdo a Llerena Guerra (2018), el modelo OSI fue creado por la Organización Internacional de Estándares permitiendo la comunicación entre las computadoras. Este modelo tiene como nombre la interconexión de los Sistemas Abiertos la cual expone como se envía la información de una aplicación de un computador a otro.

Según Microsoft (2018), el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica desarrollo un proyecto 802, debido a la necesidad de estándares referentes a LAN, el que establece una familia de estándares de protocolo de nivel bajo.

La IEEE 802 divide la capa 2 de Enlace de datos en dos subcapas: Control de Acceso al Medio (MAC) y Control de Enlace Lógico (LLC).

Donde la capa LLC se encargará de la comunicación de las capas superior y el software de red. Y la subcapa MAC se encarga de la delimitación de tramas y encapsulación de datos.

#### **2.2.4.3 Aplicación de WPAN.**

Las WPAN tienen diversas aplicaciones, pero algunas de estas aplicaciones dependen de la tecnología que se esté basando. Dichas tecnologías pueden ser: Bluetooth, IrDA, ZigBee o UWB. Las cuáles serán mencionadas en el avance del presente trabajo.

Según Salazar Soles (2016), visto desde uso de aplicación, Bluetooth está predestinado a un ratón, un teclado, un mano libre; IrDA está considerado para enlaces punto a punto entre dos dispositivos para la transmisión de datos simples y sincronización de archivos; ZigBee está creado para redes inalámbricas íntegras para el seguimiento y control de procesos, mientras que UWB está encaminado a enlaces multimedia con gran ancho de banda.

#### **2.2.5 IRDA.**



*Figura 9. IRDA. Información tomada de Infrarrojos. Elaborado por el autor.*

Asociación de datos por infrarrojo o (IRDA) por sus abreviaturas en inglés Infrared Data Association es una organización fundada en 1993 por las empresas IBM, HP, Sharp, entre

otras. IRDA se creó con la finalidad de establecer normas internacionales para la comunicación mediante los rayos infrarrojos. Para con esto tener un modo estándar entre la comunicación con el puerto infrarrojo (transmisor de luz infrarroja). Pero a términos de los años 90 y principios de los 2000 fue gradualmente reemplazada por Bluetooth y Wifi.

IRDA no se basa en radiofrecuencia para transmitir información, para ello utiliza impulsos modulados de luz de infrarrojos. Estos rayos luminosos se mueven en el espectro infrarrojo y cuentan con ondas más prolongadas que la luz visible,

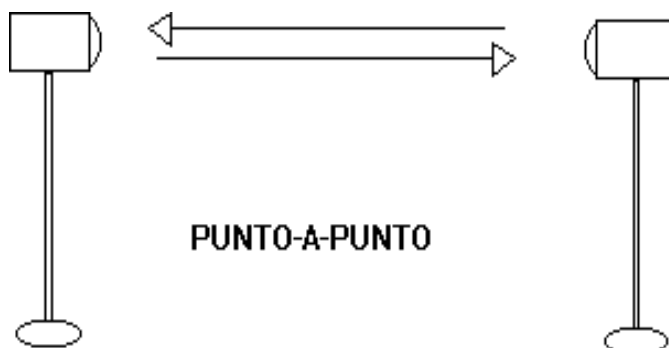
Infrarrojo es una tecnología de transmisión y recepción inalámbrica, la cual se da por ondas de calor y a corto alcance, por ello no es perceptible para el ojo humano, las velocidades de comunicación oscilan entre 9.600 bps y 4 Mbps.

#### **2.2.5.1 Modos de transmisión.**

Esta tecnología tiene tres medios de transmisión:

##### **1. Punto a Punto**

En este modo los puertos del emisor y receptor la distancia tiene que ser la más corta posible y totalmente alineada.



*Figura 10. Transmisión punto a punto. Información tomada de Tecnologías e interfaces de computadoras. Elaborado por el autor.*

##### **2. Cuasi-Difuso**

Este modo cuenta con una estación la cual emite una señal en varias direcciones, por lo cual puede ser receptada por todas las terminales al mismo tiempo. Para lograr una buena comunicación tiene que haber una buena reflexión.

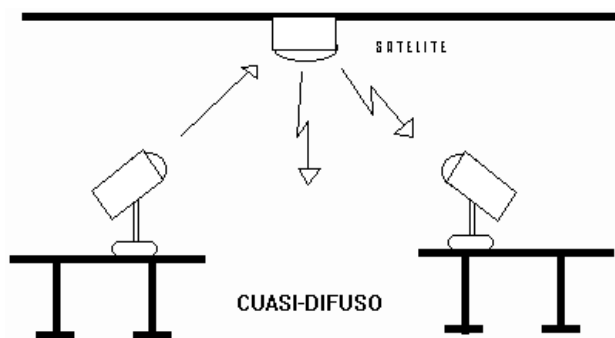


Figura 11. Transmisión cuasi-difusa. Información tomada de Tecnologías e interfaces de computadoras. Elaborado por el autor.

### 3. Difuso

En este modo la salida de la señal debe cubrir toda el área donde se encuentra, es decir transmitir múltiples reflexiones.

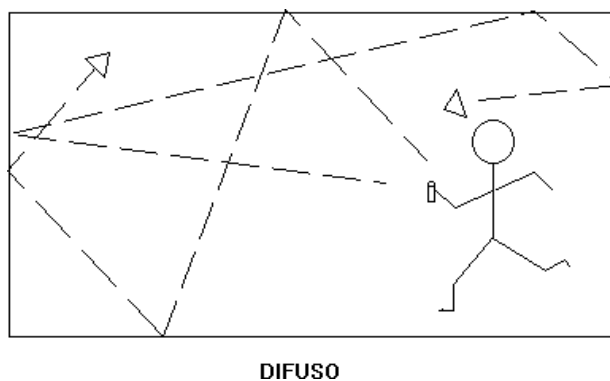


Figura 12. Transmisión difusa. Información tomada de Tecnologías e interfaces de computadoras. Elaborado por el autor.

#### 2.2.5.2 Ventajas de IRDA.

La tecnología Infrarroja tiene varias ventajas entre ellas se tiene:

- Cuentan con una seguridad integrada, debido a que tienen una baja tasa de errores de bit, esto se debe a sus modos de transmisión.
- Trabajan a una distancia de decenas de metros.
- No tienen la necesidad de hacer uso de algún tipo de cable.
- La circuitería es simple por ello su bajo costo y bajo consumo de energía.
- Estas tecnologías se pueden adaptar a futuros estándares.

#### 2.2.5.3 Desventajas de IRDA.

- La transmisión se bloquea con cualquier material sólido sean paredes, puertas, muebles, entre otras incluso con personas.
- La luz y el clima también pueden perjudicar la transmisión.

- Su distancia de transmisión es de corto alcance, es decir para establecer la comunicación deben estar al menos a un metro como máximo; ya que con una distancia mayor se puede perder la comunicación.

#### **2.2.5.4 Funcionamiento.**

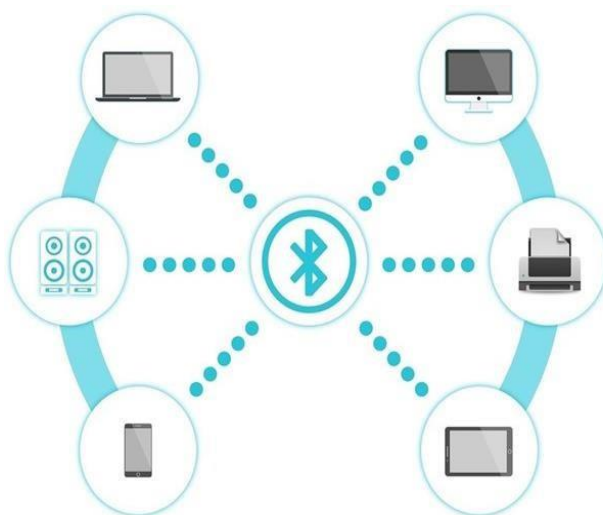
IRDA cuenta con dos aplicaciones: IRDA DATA e IRDA CONTROL estas dependen del dispositivo que se vaya a utilizar, donde:

IRDA DATA sirve para la comunicación entre dispositivos de manera bidireccional, por ejemplo: pantallas táctiles, impresoras multifuncionales, entre otras; a diferencia de IRDA CONTROL el cual envía mensajes de control para ser decodificadas por el receptor, donde la comunicación no necesita ser bidireccional ejemplo de estos están controles inalámbricos, mouse, etc.

#### **2.2.5.5 Aplicaciones de IRDA.**

Esta tecnología se usa en diferentes dispositivos electrónicos fácil de transportar cámaras digitales, como las impresoras, intercambio de información en dispositivos celulares, controles remotos, etc. Pero cuando se requiere de dispositivos de una mayor tecnología como los Smart TV, los diseñadores optan por implementar otro tipo de tecnología como Bluetooth.

### **2.2.6 Bluetooth.**



*Figura 13. Bluetooth. Información tomada de Portal TIC. Elaborado por el autor.*

Según ValorTop (2016), esta tecnología se dio en 1994, cuando la corporación Ericsson empezó a estudiar una comunicación sencilla y básica entre un celular y sus accesorios.

Posteriormente, se acoplaron a esa investigación otras grandes empresas, como Nokia, Sony, Intel, Toshiba e IBM. En 1998, estas seis empresas crearon un consorcio para ahondar en este tipo de comunicación y, de esta manera surgió el Bluetooth Special Interest Group (SIG Bluetooth).

Bluetooth es otra tecnología que tiene corto alcance, debido a que su distancia esta entre los diez metros o más, tampoco tiene la necesidad de un cable para la transmisión, la velocidad de transmisión de datos es baja; por ello está dentro de las WPAN's.

Esta tecnología se encarga de la transmisión de datos y voz mediante enlaces de radiofrecuencia en la banda de 2.4 GHz, para establecer esta comunicación los dispositivos involucrados tienen que contar con la misma tecnología, siendo esta un chip Bluetooth que posee una unidad receptora y transmisora. En caso no de contar con dicho chip, también existen los adaptadores Bluetooth que se pueden integrar a los dispositivos, añadiendo esta tecnología en el dispositivo. Pero esto no es de mayor inconveniente, ya que en actualmente la mayoría de dispositivos electrónicos tienen esta tecnología incorporada.

Para comenzar una transmisión existe un maestro y esclavos (los dispositivos involucrados) en la cual forman una red Bluetooth o también llamada Piconet. En estas redes solo puede existir un maestro y 7 esclavos emparejados con el maestro mediante algún pin de seguridad.

#### **2.2.6.1 Normas.**

Bluetooth se divide en diversas normas las cuales son:

1. IEEE 802.15.1 abarca bluetooth 1, en la que alcanza velocidades de 1 Mbps.
2. IEEE 802.15.2 esta norma recomienda prácticas y uso de la banda de frecuencia de 2.4 GHz.
3. IEEE 802.15.3 este estándar aún se está desarrollando, busca ofrecer velocidades de 20 Mbps.
4. IEEE 802.15.4 es un estándar que especifica bajas tasas de transmisión, para con esto asegurar la duración de baterías, orientado más a tecnología Zigbee.

#### **2.2.6.2 Alcance.**

Al llevar a cabo la transmisión de datos el dispositivo involucrado debe estar dentro de un radio de alcance, por lo general corto, no obstante, el alcance máximo ciertas ocasiones varía dependiendo del dispositivo bluetooth; bluetooth define el alcance en tres clases, los cuales se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 2.** *Alcance de Bluetooth.*

<b>Clase</b>	<b>Alcance Máximo (interiores)</b>	<b>Alcance Máximo (exteriores)</b>	<b>Máxima potencia de transmisión</b>	<b>Aplicaciones</b>
Clase 1	100 m	200 m	100 mW	Computadores, computadores portátiles
Clase 2	10 m	50 m	2.5 mW	Computadores, computadores portátiles, adaptadores Bluetooth
Clase 3	1 m	10 m	1 mW	Dispositivos móviles

*Información adaptada de ¿Qué es Bluetooth? Toda la información sobre el estándar inalámbrico.*

*Elaborado por el autor.*

### **2.2.6.3 Versiones.**

El grupo SIG Bluetooth ha desarrollado varias versiones, las cuales cada una han mejorado continuamente, a continuación, se nombrarán las que más resaltan:

#### **Bluetooth 1.0.**

Fue la primera versión lanzada en junio del 1999 en la cual tuvo numerosos problemas de comunicación. Por lo cual en el 2001 apareció la versión 1.1 con mejoras de conexión y seguridad, siendo esta la primera versión comerciable. En el 2003 fue lanzada la 1.2 siendo menos susceptible a las interferencias y transmisión más ágil. Las versiones 1.1. y 1.2 sobresalieron gracias a que llegaron a ser reconocidos por la IEEE como estándar de comunicación.

#### **Bluetooth 2.0.**

Lanzado en noviembre del 2004, la cual la transmisión de datos fue tres veces mayor a las versiones anteriores, con técnicas de ahorro de energía. En el 2007 apareció la versión 2.1 la cual mejoro la conectividad entre los dispositivos y la conexión era automática. Con una velocidad de transmisión de 2.1 Mbps.

#### **Bluetooth 3.0.**

Lanzado en abril del 2009, con una velocidad de transmisión de datos de 24 Mbps, la cual se agregó la característica de High Speed (HS), en la que se logra la transmisión de paquetes con más datos como videos y archivos musicales.

**Bluetooth 4.0.**

Lanzado en diciembre del 2009, se incorporó pila de protocolo Low Energy (LE) para los diferentes medios de ahorro de energía. En diciembre del 2013 y del 2014 se lanzaron las versiones 4.1 y 4.2 los que reúnen HS, y LE. Para con ello se centran en dispositivos que funciones con IoT.

**Bluetooth 5.0.**

Lanzado en diciembre del 2016, siendo esta la última versión hasta la actualidad en la que mejora su consumo de energía, su alcance y su velocidad máxima de transmisión de 50 Mbps. Centrándose en dispositivos del IoT y mejorando a su predecesor.

***2.2.6.4 Ventajas de Bluetooth.***

- Es compatible con todos los dispositivos.
- No tiene la necesidad de cables ni conectores.
- Bajo consumo de energía
- Sin complejidad de uso
- Control sobre la información a compartir.

***2.2.6.5 Desventajas de Bluetooth.***

- Mientras mayor sea la cantidad de archivos a enviar la velocidad de transmisión es más lenta.
- Al estar visible el consumo de batería del dispositivo es más alta.
- La cantidad de dispositivos conectados es limitada.
- Si no es correctamente configurada puede tener ataques en el momento del emparejamiento o cuando ya está establecida la conexión.

***2.2.6.6 Aplicaciones de Bluetooth.***

En la actualidad Bluetooth es una de las tecnologías más utilizadas, por ser fácil al momento de transmitir un archivo, por ejemplo: documentos, fotos, videos, músicas, entre otros. Permite la conexión entre ordenadores, dispositivos móviles, parlantes, también se aplica en el área de domótica, consolas de videos, impresoras, etc.



### 2.2.7 Zigbee.



Figura 14. Zigbee. Información tomada de ZigBee Alliance. Elaborado por el autor.

Como resalta Rohde & Schwarz (2016), ZigBee es una especificación para un grupo de protocolos de comunicación que emplea dispositivos digitales pequeños de baja potencia basados en el estándar IEEE 802.15.4 el cual es para redes inalámbricas de área personal. Admite una duración de la batería por varios años, gracias al bajo consumo de energía.

La familia Zigbee nació en 1998, en consecuencia, de la necesidad de redes ad hoc inalámbricas y en mayo del 2003 fue aprobado el protocolo IEEE 802.15.4. Para el 2004 ZigBee Alliance anuncia un gran crecimiento de la compañía. Con esto ya el 13 de junio del 2005 los sistemas Zigbee fueron puestos a disposición del público sin fines comerciales.

#### 2.2.7.1 Protocolo.

Zigbee se basa en el protocolo IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal, este protocolo se diseñó para la baja transmisión de datos evitando con esto, el alto consumo de energía en los dispositivos que lo utilice.

Este estándar adopta dos capas del modelo OSI para permitir la ejecución de redes de conexión estas son: la capa física y la de control de acceso al medio (MAC); y Zigbee la capa de red y aplicación.



Figura 15. Capas IEEE 802.15.4 / Zigbee. Información tomada de Incibe-cert. Elaborado por el autor.

#### 2.2.7.2 Capas.

A continuación, se describen las capas del estándar IEEE 802.15.4, y las capas que utiliza Zigbee del modelo OSI.

### IEEE 802.15.4

#### 1. Capa Física (PHY)

Provee la interfaz para el medio de transmisión físico. Esta capa se divide en dos subcapas, la capa de frecuencia más baja y la capa de frecuencia alta, donde la banda europea de 868 MHz y la banda de 915 MHz empleadas por Estados Unidos y Australia trabajan en la capa de frecuencia más baja y la banda de 2.4 GHz utilizada por la gran mayoría en el mundo trabaja con la frecuencia más alta.

#### 2. Capa de control de acceso al medio (MAC)

Esta capa es la responsable de entregar comunicaciones seguras entre un nodo y sus vecinos inmediatos. También tiene como función ensamblar y desmontar grupos de datos.

## Zigbee

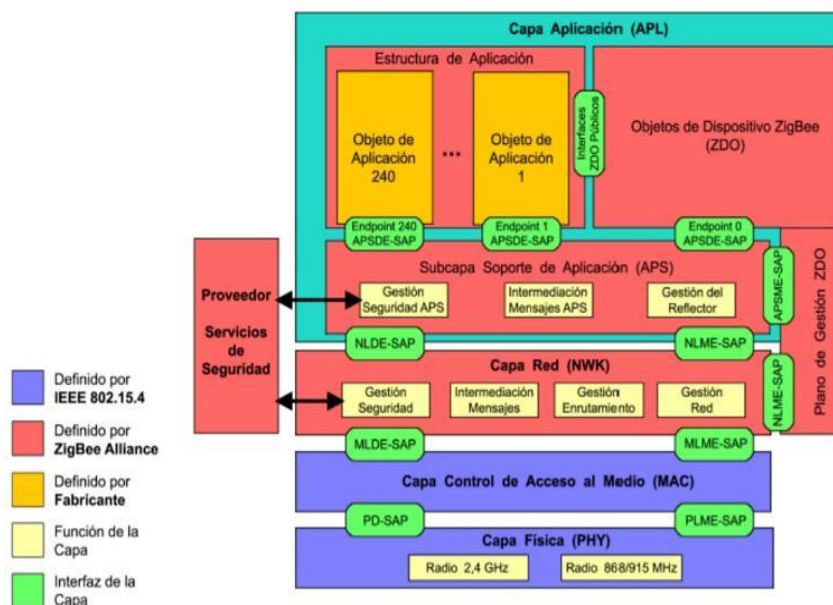


Figura 16. Pila del protocolo Zigbee. Información tomada de Estudio del Estándar Zigbee. Elaborado por el autor.

### 3. Capa de red (NWK)

Se encarga del enrutamiento y dirección de red cuando la capa MAC realiza algún tipo de acción, de igual manera puede agrupar o dividir dispositivos de red, otra de sus tareas enrutar los mensajes y poner en funcionamiento sistemas de seguridad.

### 4. Capa de aplicación (APL)

La capa principal de la pila del protocolo Zigbee tiene tres funcionalidades: la estructura de aplicación, el Objeto del dispositivo Zigbee y la subcapa de Soporte de Aplicación.

#### Estructura de aplicación:

Esta capa es un entorno de ejecución para objetos de aplicación que permiten transmitir y recibir información. Donde cada objeto de aplicación cuenta con un identificador EndPoints que son del 1 al 240, el cual el punto final 0 es para el objeto del dispositivo Zigbee. Estas aplicaciones dependen del fabricante.

#### Objeto del dispositivo Zigbee (ZDO)

Esta subcapa es la que se encarga de iniciar y responder solicitudes de enlace, también establece el papel de una red, estos pueden ser coordinador, enrutador o dispositivo final, el ZDO siempre es el punto final 0.

### Subcapa de soporte de Aplicación (APS)

Su función es el reenvío de datos e información confiable a otros dispositivos, cuenta con un servicio de gestión para mantener los enlaces, se encarga de dividir y ensamblar los paquetes.

#### 2.2.7.3 Nodos.

Zigbee cuenta con tres tipos de nodos diferentes cada uno con su respectiva funcionalidad, el cual el creador es el que se encarga de indicar cuál es cual, esto es dependiendo la topología que se utilice. A continuación, los nodos:

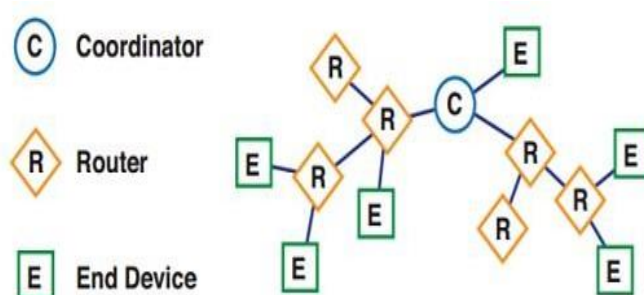


Figura 17. Nodos Zigbee. Información tomada de Estudio del Estándar Zigbee. Elaborado por el autor.

#### Coordinador

Este es el más importante en una red Zigbee, debido que es quien da inicio a la red, y quien permite controlar y enrutar la comunicación de toda la red. Por ello es la clave de cada red y requiere de una gran capacidad y memoria, como resultado de esto en cada red siempre tiene que haber un solo coordinador.

#### Router

Este se sitúa luego del coordinador, su función es manejar los caminos de comunicación de los dispositivos, es decir da solución en caso de encontrarse una congestión de red o algún problema en el enlace con los nodos. En una red pueden existir más de un router.

#### Dispositivo final

Estos nodos reciben la información del router o coordinador y la envían de uno a otro dispositivo mediante el router o coordinador, es decir no envían de manera directa. Su principal característica es que puede estar en modo dormido y levantarse cuando sea necesario ahorrando el consumo de la batería.

#### 2.2.7.4 Topologías.

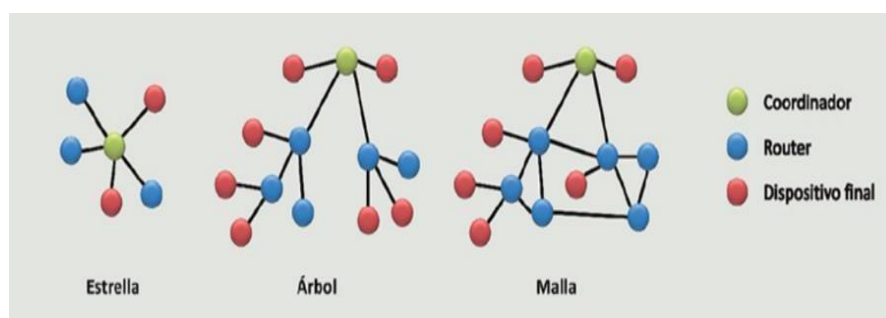


Figura 18. Topologías Zigbee. Información tomada de Revista de la Asociación de Ingenieros del ICAI. Elaborado por el autor.

Una red Zigbee puede trabajar con diferentes topologías de red, la cual es establecida por la persona encargada de la red, entre ellas:

##### Topología Estrella

Esta red es dirigida por un controlador central situado en la parte central de la red y routers o dispositivos finales conectados directamente. Cada topología estrella puede trabajar de manera independiente cuando se encuentra dentro del radio de una esfera donde existas otras redes.

##### Topología Árbol

Esta topología es un conjunto de topologías estrellas donde los coordinadores de cada una de ellas se convierten en routers, permitiendo mediante los routers la conexión llegando a la raíz que puede estar ubicado en cualquiera parte de la red esta raíz es el coordinador de toda la red el cual admite la sincronización de la red. Un dispositivo final también puede estar conectado directamente al coordinador.

##### Topología Malla

Esta topología es parecida a la topología árbol, el cual cuenta con routers y dispositivos finales con diferentes tareas para su comunicación, esta comunicación se difunde de manera más eficiente y en caso de encontrar alguna congestión o algún fallo puede tomar otra ruta disponible, por ello se considera la topología más recomendada.

#### 2.2.7.5 Características de Zigbee.

- Zigbee opera en las bandas de 2.4 GHz, 900 MHz y 868 MHz, para tener la comunicación con otros dispositivos, pero la que más utiliza es la de 2.4 GHz.

- La velocidad de transferencia de datos que utiliza está entre el rango de 20 Kbps hasta 250 Kbps.
- Su alcance es de 10 a 20 metros.

#### **2.2.7.6 Ventajas de Zigbee.**

- Su energía es de bajo consumo, por lo que permite que sus dispositivos duren años.
- Tiene un retraso menor de 15ms.
- Para la elaboración de algún dispositivo no se requiere de un costo elevado.
- Cuenta con seguridades para el acceso el cual tiene técnicas de cifrado para asegurar la información.
- El uso y control es fácil.

#### **2.2.7.7 Desventajas de Zigbee.**

- Las claves que utiliza se registran en la memoria y como resultado a esto el sistema puede tener alguna alteración.
- No es compatible con otras tecnologías como Bluetooth.
- Su velocidad de transferencia es baja.

#### **2.2.7.8 Aplicaciones de Zigbee.**

El uso que tiene esta tecnología es en la automatización de hogares, edificios, industrias, sistemas de alarmas, sistemas de alertas, control de iluminación, domótica por comandos de voz, entre otros, pero el uso que más sobresale en la automatización de hogares.

### **2.2.8 UWB.**



Figura 19. UWB. Información tomada de Introducción a los sistemas de banda ultra ancha. Elaborado por el autor.

Ultra banda-ancha o UWB en inglés (Ultra Wide-Band) es una tecnología de Radiofrecuencia que propone transmisiones de archivos grandes a una alta velocidad y de baja potencia de al menos 10m de alcance. Esta transmisión se da en pulsos cortos, pero con un gran ancho de banda.

#### ***2.2.8.1 Características de UWB.***

- Las UWB trabaja más en las WPAN.
- Para América las frecuencias que trabaja UWB son 3.1 a 10.6 GHz, y para Europa esta se divide en dos bandas: la primera de 3.4 a 4.8 GHz y la segunda de 6 a 8.5 GHz.
- La velocidad de transmisión es más rápida a las tecnologías anteriores esta es de 110 hasta 500 Mbps.

#### ***2.2.8.2 Ventajas de UWB.***

- Su tasa de transmisión es alta.
- Tiene un bajo coste.
- Como emisor de radio tiene un bajo consumo.
- Tiene una alta productividad.
- Su interferencia es mínima.

#### ***2.2.8.3 Aplicaciones de UWB.***

Las UWB como se mencionó anteriormente fue diseñada para redes WPAN, pero actualmente sigue evolucionando, donde los grupos que la lideran son IEEE 802.15 y el europeo ETSI ERM TG31, las UWB se pueden utilizar para: dispositivos multimedia con conectividad inalámbrica, radares, sistemas de sensado y conexiones WUSB de gran velocidad.

### **2.2.9 Componentes.**

Para la elaboración del prototipo se usan diversos componentes; a continuación, se detallan:

#### ***2.2.9.1 Arduino Uno.***

Para el presente trabajo se usará Arduino uno, sin embargo, se debe tener conocimiento sobre que es arduino en general, a continuación, una breve explicación sobre arduino y sus especificaciones.

## **Microcontrolador**

Es un circuito integrado por el que se puede guardar una serie de directrices para entablar una comunicación con distintos aparatos electrónicos. Estas directrices son guardadas mediante un software de programación.

## **Arduino**

Para Arduino.cl (2019), Arduino es una plataforma de desarrollo regida a una placa electrónica de hardware libre donde cuenta con un microcontrolador re-programable y una cadena de pines hembra, los que facilitan establecer las conexiones entre el microcontrolador y los distintos componentes a usar de una manera muy sencilla

Se puede decir que arduino se asemeja a un computador pequeño donde, permite guardar instrucciones mediante un lenguaje de programación por lo general el Arduino IDE, también cuenta con partes de entrada y salida para conectar elementos externos.

## **Características generales**

- Arduino sobresale ante los demás microprocesadores por sus características:
- Cuenta con un bajo coste, ya que es una plataforma de hardware libre.
- Es fácil de adquirir, su software es de fácil adquisición ya que es público.
- La velocidad que cuenta es en MHz.
- Tiene memoria RAM, para flash y EEPROM (ROM programable y borrrable eléctricamente).
- Maneja pines de entrada y salida.
- Es portable, debido a su tamaño.

## **Función**

Arduino funciona con interfaz de entrada e interfaz de salida, donde:

La interfaz de entrada permite la unión de periféricos o permite que puedan conectarse a ellos mediante los puertos. Esta interfaz tiene como función enviar la información al microcontrolador del arduino.

La interfaz de salida es la que conduce la información ya procesada a los diferentes periféricos, para que la acción pueda ser visible mediante estos.



## Tipos

En la actualidad hay diversos tipos de arduinos, pero cada uno con sus características que lo diferencian el uno del otro, en la siguiente imagen se muestra una comparativa de los principales arduinos.

Tipo de Arduino	Procesador	# I/O	# entradas ADC	FLASH/RAM KB	Mhz	Voltaje (VDC)
Arduino UNO R3	ATmega328p	14	6	32 / 2	16	5
Arduino MEGA R3	ATmega2560	54	16	256 / 8	16	5
Arduino NANO	ATmega328p	14	6	32 / 2	16	5/3.3
Arduino Leonardo	ATmega32u4	14	6	28 / 2.5	16	5
Arduino DUE	AT91SAM3X8E	54	12	512 / 96	84	3.3

Figura 20. Tipos de arduino. Información tomada de Hetpro. Elaborado por el autor.

## Arduino Uno

Como afirma Jadiatz (2016), arduino uno es una placa electrónica que se basa en el microcontrolador ATmega328. Donde tiene 14 entradas/salidas digitales, en la que seis de ellas se usan como salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos) y otras ocho son entradas analógicas. También cuenta con un conector USB, un conector de suministro, y un botón de reset, entre otras. La placa cuenta con todo lo necesario para que el microcontrolador realice su trabajo, solo con conectarla a un pc mediante un cable USB o directamente a la corriente eléctrica realiza el proceso requerido.

## Elementos del arduino uno

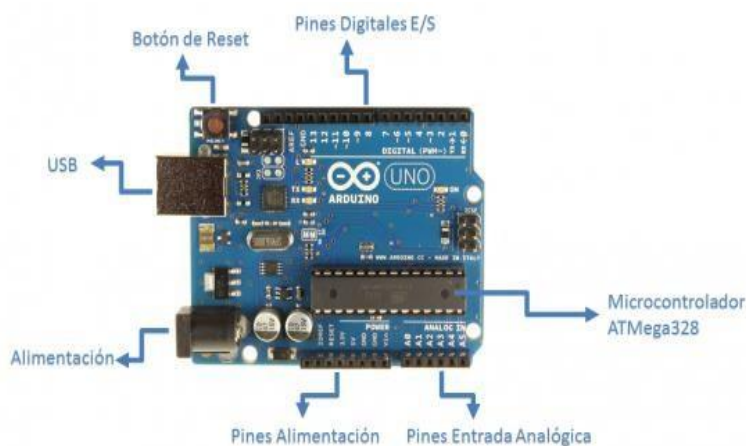


Figura 21. Elementos del arduino uno. Información tomada de Conociendo arduino. Elaborado por el autor

El módulo de Arduino uno cuenta con las siguientes características y especificaciones:

### **Microcontrolador ATmega328**

Se puede decir que hay dos tipos de microcontroladores el ATmega328 y el ATmega328P, este último es propietario de Atmel donde, la P significa que incorpora tecnología picopower que sirve para amenorar el consumo eléctrico en comparación de ATmega328, pero en si ambos son idénticos, es decir se pueden reemplazar el uno al otro.

El microcontrolador es el encargado de realizar las acciones que se guardan en su memoria, esta información se realiza en el software arduino IDE y es transmitida mediante el puerto USB del arduino al puerto del computador.

### **Alimentación**

Para la alimentación del arduino se utilizan dos medios sea mediante el puerto usb del computador al puerto de la tarjeta; la cual solo está limitada a una corriente máxima en este caso de 500mA o de manera externa conectado directamente a su fuente de alimentación que es de 7 a 12 V.

### **Pines analógicos**

Son los pines de entrada analógicas, en este caso los pines del A0 al A5 los cuales permiten designar valores para luego puedan ser leídos.

### **Pines digitales**

Estos pines pueden ser de entrada o salida lo cual se establece en los comandos. Estos pines son de 0 al 13, donde 6 de ellos son salidas PWM que permiten crear salidas analógicas en base a los pines digitales.

### **Pines de alimentación**

En este caso son los pines de 3.3V, 5V, GND y VIN donde, esta última puede estar marcada como 9V, GND son dos pines de tierra y 3.3 v junto a 5V son voltajes de entrada.

### **Botón de reset y otros pines**

El botón reset permite restaurar el microcontrolador, pines RX de transmisión y TX de lectura usados para comunicaciones seriales, pines ICP la que permite la comunicación al insertar una Shield.

## **Aplicación**

Ya que es flexible y libre, arduino sirve para innumerables cosas que se deseen automatizar entre estas se tiene: domótica, robótica, telemática, redes de sensores, entre otras mediante tecnologías inalámbricas.

### **2.2.9.2 Xbee S2C.**

Son los módulos que se utilizarán para el prototipo a realizar, ya que estos trabajan con la tecnología a implementar Zigbee. Así como se explicó arduino de manera general, a continuación, se presentará una breve explicación de Xbee.

## **Xbee**

Según Aprendiendo Arduino (2016), “los módulos Xbee se diseñaron para realizar aplicaciones que necesitan de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación imaginable. En términos simplificados, los XBee son módulos inalámbricos de un manejo simple.”

Digi es un conjunto de módulos de comunicación de radio que se basa en el estándar Zigbee, donde tiene diversos tipos de módulos algunos con el protocolo Zigbee. Xbee es la denominación comercial de Digi.

## **Conexiones**

Para Aprendiendo Arduino (2016), los módulos XBee pueden ser utilizados con un número pequeño de conexiones: Power (3.3V), GND y TX/RX, junto a otras conexiones como reset y sleep. Y en su mayoría los XBee tienen otras conexiones como control de flujo, entradas/salidas (I/O), convertidores analógicas-digitales (A/D).

## **Características generales**

- Los módulos Xbee funcionan con 3.3 V por lo que 5V no es recomendable para estos módulos; por ello se puede utilizar un Shield o un adaptador para la conexión con arduino.
- Son módulos de RF que se encargan de enviar y recibir datos encima del aire haciendo uso de señales de radio.
- Cuenta con una configuración sencilla y pueden soportar diferentes protocolos.
- Soporta una comunicación segura, debido a que puede utilizar clave de cifrado.
- Disponen de ahorro de energía, en caso que se encuentren en modo dormido.

- En su mayoría trabajan con frecuencias de 2.4 GHz y dependiendo el país con frecuencias de 900 MHz.

### Modos de Funcionamiento

Estos módulos operan con dos modos de funcionamiento:

#### Modo Transparente

O modo AT significa que la información que sale del Tx se transmite tal cual sale al destino que se configuro. Si se desea cambiar o modificar el destino se debe ingresar a las configuraciones del software, en este caso se utiliza el software XCTU. Este modo es fácil cuando se cuenta con solo dos módulos.

#### Modo API

Modo de Aplicación de Programación (API), más profundo que el anterior, puesto que trabaja por tramas; por lo que al momento de la programación es mucho más compleja, ya que se debe especificar la dirección de llegada, el tamaño del mensaje y parámetros como un período predeterminado en el software, pero gracias a esta complejidad permite que el envío y recepción de información se más flexible.

#### Xbee S2C



Figura 22. Xbee S2C. Información tomada de Xbee.cl. Elaborado por el autor.

Este módulo permite establecer conexiones inalámbricas con otros dispositivos empleando las diferentes topologías. La comunicación de este módulo es de una alta velocidad. Cuenta con cierto alcance dependiendo el lugar, en casos de lugares cerrados es hasta los 60m y en lugares externos su alcance es de 1200m línea vista.

### Características

- Este módulo tiene 15 pines de entrada y salida, donde 4 de ellos pueden utilizarse como entradas analógicas de 10 bit.
- La máxima velocidad de datos puede llegar hasta los 250.000 bps.
- Es compatible con otros Zigbee.
- En modo sleep ocupa 1uA, por ello se puede decir que es de bajo consumo.
- El rango de la temperatura que soporta es de -40°C a 85°C.
- Es uno de los que trabaja con la frecuencia de 2.4 GHz.
- La memoria RAM es de 2kB y la memoria flash de 32kB.

#### 2.2.9.3 Shield Pro Xbee.

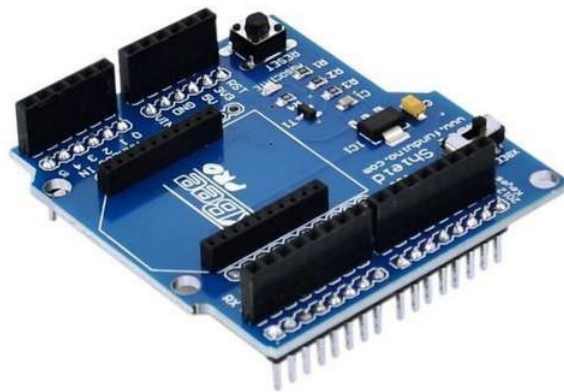


Figura 23. Shield pro Xbee. Información tomada de SjSoluciones-Electrónicas. Elaborado por el autor.

Las Shields Pro Xbee son placas en las que se puede montar sobre un arduino y al mismo tiempo montarse un módulo Xbee, facilitando con eso reducción de conexiones y simplificación de espacio estas placas son compatibles con las diferentes tecnologías como bluetooth, wifi y en este caso también para Zigbee, también permite la programación de ambos módulos conectados a la misma placa, pero al realizarla de esta manera la programación se vuelve más compleja.

### Características

- Cuenta con dos salidas de alimentación de 3.3V y 5V.
- Tiene integrado un switch, uno para programación mediante usb y el otro para la conexión mediante el arduino.
- Es compatible con entrada y salida de 3.3V y 5V.
- Reduce espacio al prototipo a desarrollar.

#### **2.2.9.4 Xbee Explorer USB.**



*Figura 24. Xbee Explorer USB. Información tomada de Sumador. Elaborado por el autor.*

Xbee Explorer USB es un adaptador el que permite la conexión de los módulos Xbee al computador mediante un cable usb mini y con esto poder realizar la configuración de los mismos permitiendo así una facilidad de configuración.

Para la programación de los módulos Xbee se utiliza el programa XCTU, en este caso la configuración se la realiza a través del Xbee Explorer.

Este adaptador cuenta con un regulador de voltaje de 3.3V para el Xbee.

#### **2.2.9.5 Arduino IDE.**

IDE es el software que utiliza arduino para la programación de un proyecto, sus siglas en inglés son Integrated Development Environment (Entorno de desarrollo integrado), es compatible con los principales sistemas operativos y tiene un fácil manejo.

Para Aprendiendo Arduino (2018), el IDE de Arduino es un entorno de programación, empaquetado como un software de aplicación; esto es que consiste en un compilador, editor de código, un depurador y un diseño de interfaz gráfica (GUI). Además, cuenta con herramientas para subir el programa ya compilado en la memoria de la tarjeta.

## Elementos de Arduino IDE

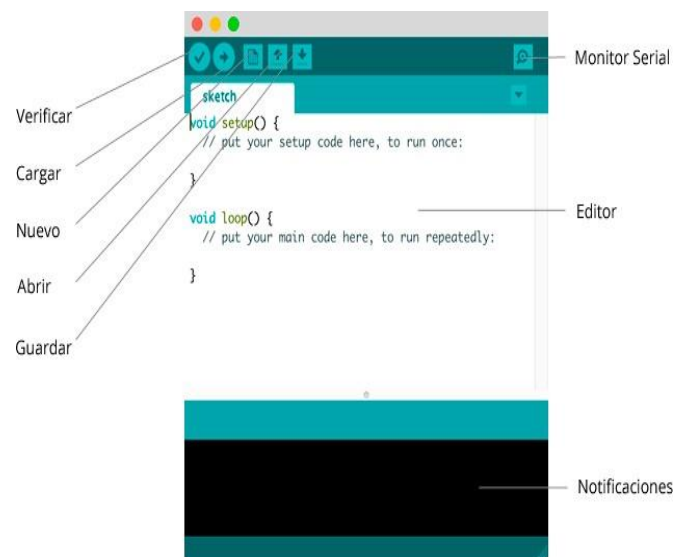


Figura 25. Elementos de arduino IDE. Información tomada de El Cable Amarillo / Introducción a Arduino. Elaborado por el autor.

Este software se divide en tres componentes:

**Barra de navegación** el cual contiene 6 elementos que son:

- Verificar con esta opción se puede validar si la sintaxis de programación esta correcta.
- Cargar permite subir la codificación a la placa, si no tiene ningún error.
- Nuevo accede a un programa nuevo
- Abrir permite la apertura de proyecto ya realizados de otras rutas.
- Guardar este elemento guarda por primera vez el código o los cambios realizados en él.
- Monitor serial visualiza lo que está pasando en la placa mediante el envío de ciertos datos.

**Editor de programación** es el elemento fundamental, porque aquí se realiza la codificación del proyecto a desarrollar

**Notificaciones o consola** es donde se depura la codificación mostrando errores en el código.

### 2.2.9.6 Xbee XCTU.



Figura 26. Software XCTU. Información tomada de DIGI. Elaborado por el autor.

XCTU es un programa gratuito multiplataforma diseñado para que los usuarios interactúen con los módulos Digi RF por medio de una interfaz gráfica de manera sencilla. El cual cuenta con herramientas que facilitan la configuración y prueba de los módulos RF Xbee.

### Características

- Se la obtiene de manera gratuita y su manejo es sencillo.
- Se puede configurar y administrar varios dispositivos de RF.
- Actualiza el firmware sin causar daños a las configuraciones del módulo.
- Maneja los dos modos API y AT.

### Elementos principales

1. Discover Radio Modules elemento principal, puesto que permite buscar el módulo Xbee que se encuentra conectado a la PC para ser configurado.
2. Read permite leer los parámetros que se encuentran configurados.
3. Write guarda las configuraciones realizadas en el módulo, esto se lo puede realizar de manera general o individual.
4. Default reestablece las configuraciones a su manera predeterminada.

### 2.2.9.7 Sensor Piroeléctrico HC-SR501.

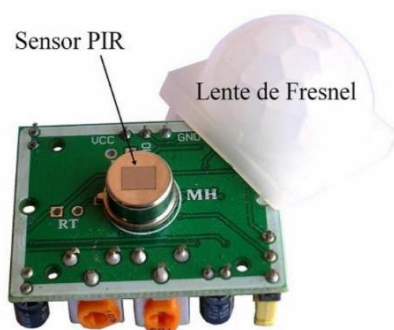
Este sensor funciona como detector de movimiento que se basa en PIR es decir infrarrojos pasivos, ya que los seres vivos junto a las maquinarias producen calor, el cual se



emite como radiación infrarroja; el sensor realiza su función diferenciando el calor humano al del espacio en que se encuentra.

De acuerdo con Tecnoseguro (2019), los sensores PIR o Pasivo Infrarrojo, responde sólo en presencia de determinadas fuentes de energía estas pueden ser el calor del cuerpo humano o animales. Principalmente receptan la transición de las radiaciones infrarrojas del medio que cubre. Es llamado pasivo porque no emite radiaciones, al contrario, las recibe. Estos sensores obtienen la presencia percibiendo la diferencia entre el calor emanado por el cuerpo humano y el espacio alrededor.

## Elementos



*Figura 27. Elementos de sensor HC-SR501. Información tomada de manual del usuario sensor de movimiento pir HC SR501. Elaborado por el autor.*

Estos sensores cuentan con dos elementos principales lente y sensor piroeléctrico, donde:

Su instrumento principal son los sensores piroeléctrico. El cual trata de un componente electrónico desarrollado para detectar cambios en la radiación infrarroja recibida. Tienen dentro un transistor que amplifica una señal eléctrica que emite cuando recibe una variación en la radiación.

El lente o llamado lente de fresnel sensor fabricado de polietileno se sitúa en la parte de arriba del sensor el cual se encarga de centrar las señales infrarrojas. Este lente va directamente al sensor, en caso que cambie la señal infrarroja el sensor detecta el cambio y el amplificador que contiene se encarga de activar una salida indicando que hay movimiento, pero la respuesta final la tiene el microcontrolador.

## Características

- Cuenta con una distancia estimada de seis metros.
- El rango de temperatura es de  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $75^{\circ}\text{C}$ .
- Tiene tres pines que son VCC, GND y OUTPUT (señal).

- Tiene una salida de señal digital de 5V.
- Incorpora dos potenciómetros uno para ajustar la sensibilidad del sensor y el segundo delega el tiempo de activación cuando detecte el movimiento.
- Cuenta con un ángulo menor de  $110^\circ$  por el cual puede tener retrasos cortos.
- Es de bajo monto y de una medida reducido.

#### 2.2.9.8 Buzzer Pasivo.



Figura 28. Buzzer pasivo. Información tomada de <https://naylampmechatronics.com/interfaz-de-usuario/251-modulo-buzzer-pasivo.html> Elaborado por el autor.

O también llamado zumbador es un elemento electrónico el cual provoca un sonido sea intermitente o continuo para anunciar algún evento, este tipo de buzzer posee una placa la que cuenta con tres pines; uno otro de tierra, el segundo de entrada o salida y la última para la alimentación de 3.3 V a 5V.

#### 2.2.10 Marco legal

A continuación, se muestra una pequeña síntesis de los artículos que disponen las diferentes normas del Ecuador los cuales son las que resaltan para el trabajo de titulación presente.

En el Acuerdo Interministerial 0015-14 el art. 3 literal b del ámbito y objeto (véase en anexo 1) indica que las instituciones abiertas que prestan servicio para los niños menores de cinco años deben de cumplir con el cuidado de los niños, la protección de los mismos con ayuda de los miembros de las instituciones, la sociedad, etc.

En el Reglamento General de LOEI el artículo 44, numerales 5 y 16 del Título III (véase en anexo 1) que la máxima autoridad de la institución en este caso el director o rector con respecto al numera 5 es el encargado de impulsar y supervisar manejo de los equipos, materiales y uso de la infraestructura para con esto evitar algún tipo de daño ante los

miembros de la institución o daño de la infraestructura; y referente al numeral 16 el director o rector debe de realizar cualquier tipo de acción que brinde seguridad para los alumnos durante el tiempo que se encuentren en la institución y así mismo supervisar la acción que decidió para la misma.

En el Reglamento General de LOEI el artículo 75, numeral 3 del título IV (véase en anexo 1) dispone que el consejo estudiantil tiene que cumplir con deberes entre uno de ellos el numeral 3 indica que tienen que ayudar junto con las autoridades con las diferentes acciones que ejecute la institución para mantener la seguridad de los alumnos.

En el Reglamento General de LOEI el artículo 309, numerales 1, 5 y 6 del título IX (véase en anexo 1) establece asesores educativos el cual según el numeral 1 deben de llevar a cabo inspecciones en los centros educativos que sea asignado para con esto verificar si se está cumpliendo con los esquemas y las normas que se establecieron al momento de la creación de la institución; referente al numeral 5 indica que deben plantear al director o rector de la institución las novedades encontradas en dicha inspección para que el mismo realice el correspondiente correctivo a la novedad indicada; en cuanto al numeral 6 el asesor que realiza la inspección debe de entregar el respectivo informe de lo realizado y encontrado en la institución a su autoridad máxima y con ello tener la documentación física para luego del tiempo establecido volver a realizar una nueva inspección y verificar si la novedad encontrada fue corregida, en caso de no ser así se debe aplicar el respectivo correctivo.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **1.1 Metodología.**

En este capítulo se explicarán los medios necesarios que se llevaron a cabo para la realización del presente trabajo junto a esto se determinarán las necesidades que se tiene para el monitoreo de acceso en un centro de educación inicial. Para cumplir con esto se emplearán dos metodologías: cualitativas y cuantitativas, donde la cualitativa hace referencia a datos e información descriptivos de alguna situación y cuantitativas son los resultados numéricos de los datos e información de situaciones concretas. Junto a estas metodologías se emplearán algunos de los métodos que existen en la actualidad, entre ellos se tiene:

##### **1.1.1 Método bibliográfico.**

Este método permite conseguir la información para llevar a cabo la creación de un documento, mediante investigaciones profundas en libros, documentos, revistas, entre otros; y con esto elaborar conceptos propios, o citas obtenidas de las fuentes de donde se realiza la investigación. En este trabajo con ayuda de este método se logró desarrollar el primer y segundo capítulo, dando una previa introducción de lo que se realizará en el trabajo y también saber la función y elaboración del prototipo a realizar.

##### **1.1.2 Método de observación.**

Gracias a este método se logra observar que en el centro de educación inicial a realizar el diseño cuenta con diversas áreas las cuales son: dirección, sala de docentes, un bar, bodegas, un área de reciclaje, escalera, zona de recreo para los niños, cuatro aulas de clase, donde solo dos de ellas cuentan con baño propio por ello incluye un área de baño general, pero dentro de este centro existen áreas de riesgos de accidentes, y es por ello que se busca realizar el diseño del sistema de monitoreo en un centro de educación inicial y la implementación del prototipo en una de estas áreas en específica.

Este centro de educación inicial cuenta con tres niveles de instrucción, el cual se dividen en:

Subnivel 1: niños de jardín que son niños de 2 - 3 años de edad.

Subnivel 2: este subnivel se divide en dos:

    Inicial 1: se encuentran los niños de 3 - 4 años de edad.

    Inicial 2: se encuentran los niños de 4 - 5 años de edad.

Preparatoria: se encuentran los niños de 5 - 6 años de edad.

Según la Guía infantil (2018), la estatura promedio de los niños y niñas, estos datos se basan de la información obtenida de la Organización Mundial de la Salud. A continuación, se muestra el resultado del promedio obtenido de los niños en general.

- Niños y niñas de 3 años es de 95.75 cm.
- Niños y niñas de 4 años es de 99.64 cm.
- Niños y niñas de 5 años es de 106.18 cm.
- Niños y niñas de 6 años es de 112.50 cm.

### **1.1.3 Método de campo.**

Este método cuenta con ciertos procesos para llegar a su resultado, estos son determinar la muestra de la población, la recolección de información y por último realizar el análisis de la información recolectada. El método de campo utiliza herramientas para su elaboración como entrevista o encuestas. El presente trabajo se utiliza la herramienta de la encuesta, donde se elabora una serie de preguntas para tener una información referente a la implementación del prototipo en los centros de educación inicial.

Las preguntas se las realiza a una determinada población, el centro de educación inicial cuenta los siguientes datos para determinar la población:

- Personal de institución: cuenta con 8 integrantes.
- Jardín: cuenta con una cantidad de 8 niños.
- Inicial 1: cuenta con una cantidad de 12 niños.
- Inicial 2: cuenta con una cantidad de 16 niños.
- Preparatoria: cuenta con una cantidad de 16 niños.
- Padres de familia: cuenta con un total de 52 personas.

Al determinar la población se omite a los estudiantes, puesto que las encuestas son dirigidas directamente al personal de la institución y a los padres de familia. Dicho esto, la población que se obtiene es de 60. Por ser una población pequeña no es necesario determinar el tamaño de la muestra, es decir las encuestas se las realizan a las 60 personas involucradas.

Obtenido este resultado se realizan las respectivas encuestas para determinar el análisis de cada pregunta y el análisis general las respuestas obtenidas.

## Análisis de resultados obtenidos

### 1. Conocimiento de accidentes en los centros de educación inicial

¿A escuchado sobre accidentes en los niños menores de seis años en los centros escolares?

**Tabla 3.** Conocimiento de *accidentes en los centros de educación inicial*

Alternativas	Encuestados	%
Si	60	100 %
No	0	0 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100 %</b>

Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

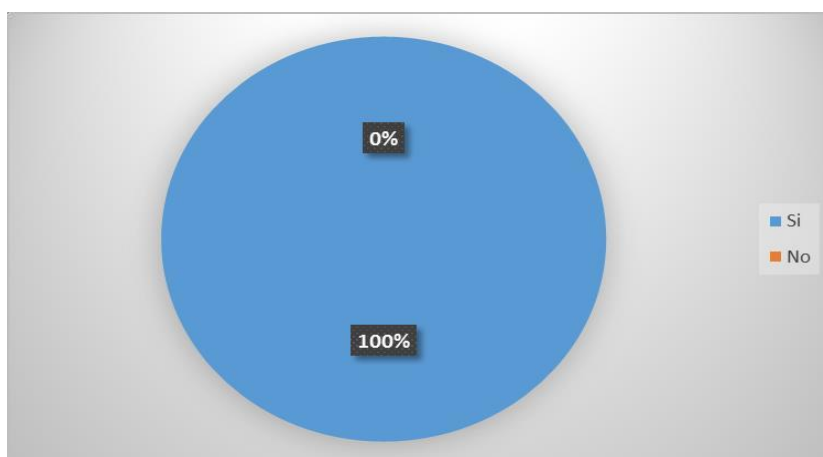


Figura 29. Conocimiento de accidentes en los centros de educación inicial. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Se puede constatar que el 100% de los padres de familia y personal de la institución han escuchado sobre accidentes de los niños menores de seis de años en estos centros.

### 2. Medida de conocimiento sobre los accidentes

¿Qué tantas veces ha escuchado sobre estos accidentes?

**Tabla 4.** Medida de conocimiento sobre los accidentes.

Alternativas	Encuestados	%
Mucho	20	33 %
Poco	40	67 %
Nada	0	0 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette

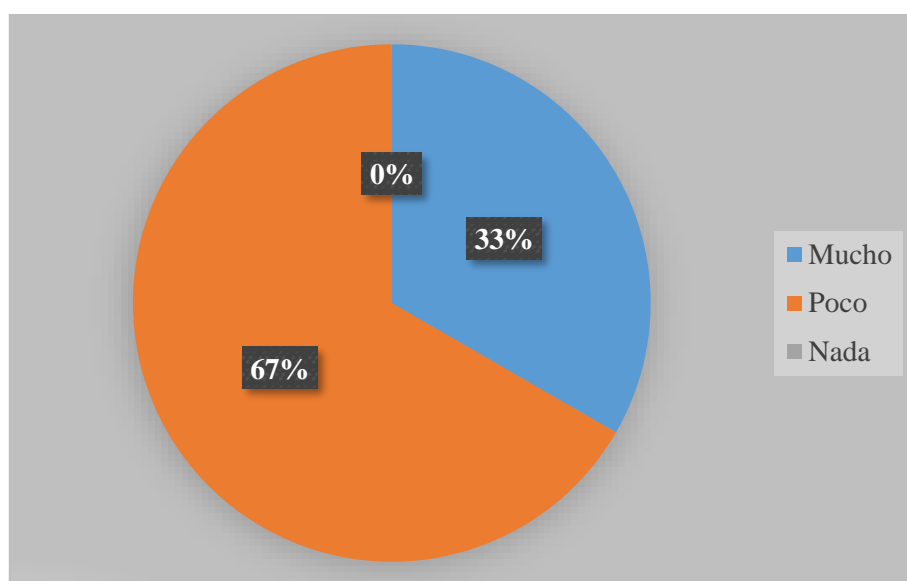


Figura 30. Medida de conocimiento sobre los accidentes. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Se valida que en la muestra que se tomó el 67% de los padres de familia y miembros de la institución ha escuchado poco sobre accidentes y con un 33% que ha escuchado de manera numerosa sobre accidentes en estos centros.

### 3. Tipos de accidentes

¿Qué tipos de accidentes conoce que les han sucedido a los niños dentro de estos centros?

Opción múltiple

**Tabla 5.** Tipos de accidentes.

Alternativas	Respuesta Múltiple	%
Ahogamientos	2	2 %
Traumatismos craneales	12	10 %
Fracturas	28	24 %
Intoxicaciones o envenenamientos	14	12 %
Raspones o incisiones	25	21 %
Moretones	27	23 %
Otros	9	8 %
<b>Total</b>		<b>100%</b>

Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette

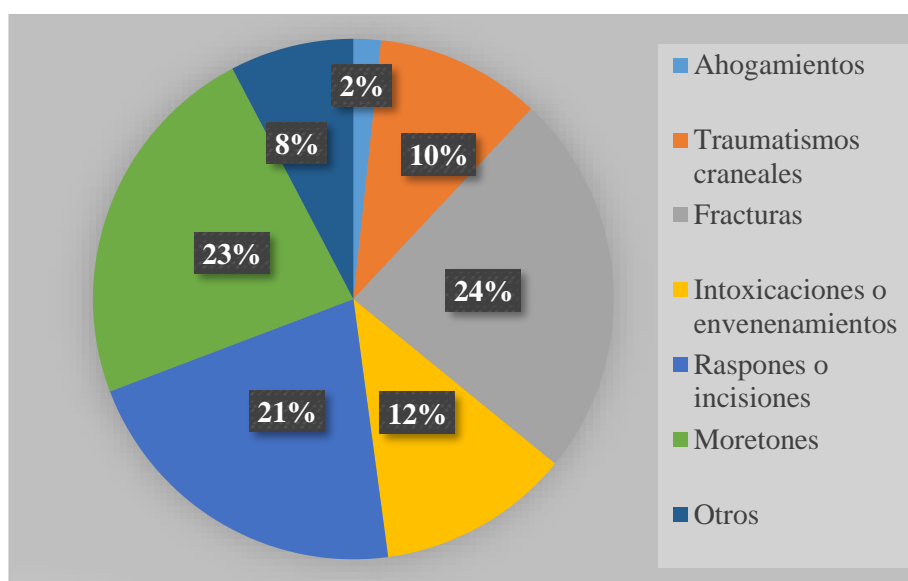


Figura 31. Tipos de accidentes. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Dado que esta pregunta es de opción múltiple no se indica el total de los encuestados. Pero el resultado que se obtiene es que el mayor de los accidentes que conocen los padres de familia y personal de la institución tiene el 24% siendo este accidente de fracturas y con un 2% el accidente que menos conocen en este caso el de ahogamiento.

#### 4. Familiar menor de 6 años accidentado

¿Algún niño de su familia ha sufrido uno de estos accidentes?

**Tabla 6.** Familiar menor de 6 años accidentado.

Alternativas	Encuestados	%
SI	32	53 %
No	28	47 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette



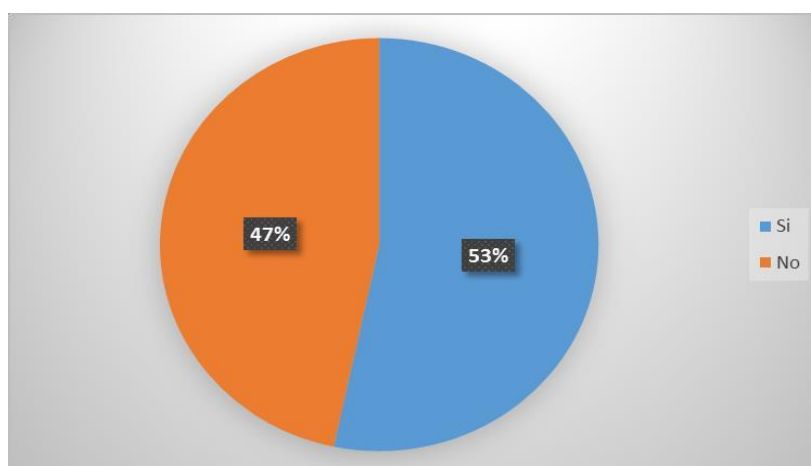


Figura 32. Familiar menor de 6 años accidentado. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Se verifica que el 53% de los padres de familia y miembros de la institución han tenido un familiar sea directo o indirecto que ha sufrido uno de estos accidentes y que el 47% no han tenido familiares con estos tipos de accidentes.

## 5. Áreas de peligro

¿Considera que existen áreas de peligro en estos centros?

**Tabla 7.** Áreas de peligro.

Alternativas	Encuestados	%
SI	38	63 %
No	22	37 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Lissette

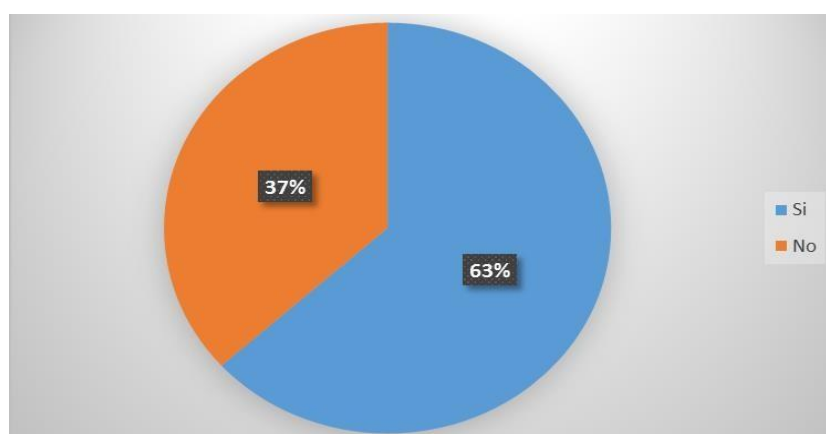


Figura 33. Áreas de peligro. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Esto muestra que el 63% de padres de familia y personal de la institución consideran que si existen área de peligro para los niños en los centros de educación inicial y que el 37% consideran que no existen áreas de peligro, puesto que consideran que no hay peligros mayores dentro de estos centros.

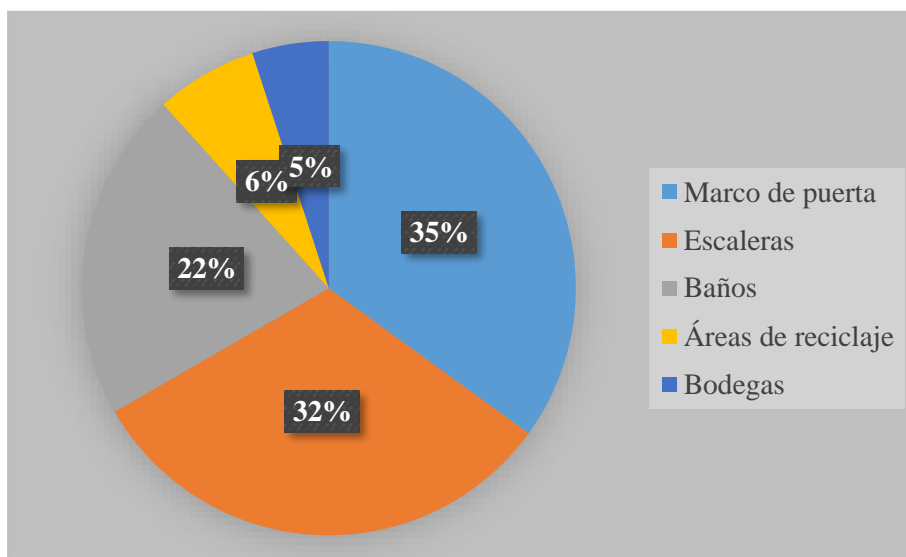
## 6. Escala de áreas de peligro

¿Cuál de estas áreas la considera más peligrosa?

**Tabla 8.** *Escala de áreas de peligro.*

Escala	Alternativas	Respuesta	%
5	Marco de puerta	21	35 %
4	Escaleras	19	32 %
3	Baños	13	22 %
2	Áreas de reciclaje	4	6 %
1	Bodegas	3	5 %
<b>Total</b>			<b>100 %</b>

*Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette*



*Figura 34. Escala de áreas de peligro. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.*

Se determina mediante una escala del 1 al 5 que área consideran más peligrosa en los centros y se llega a la conclusión que el mayor peligro que existe para los niños es el marco de las puertas con un 35% y el área de menor peligro las bodegas con un 5%, ya que estas por lo general permanecen cerradas.

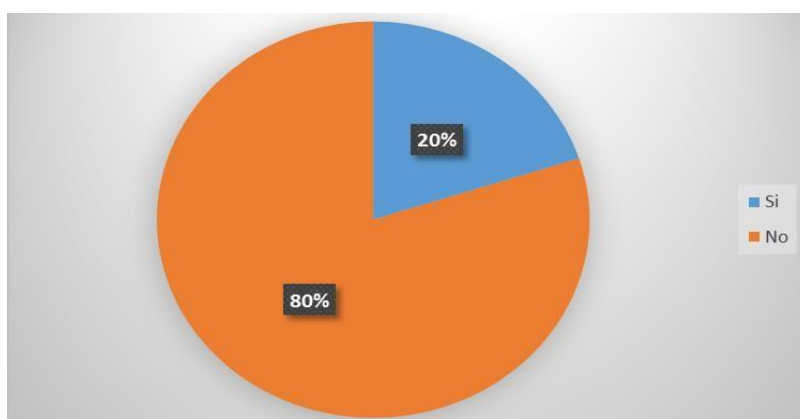
## 7. Centros de educación inicial con sistemas de seguridad

¿Conoce algún centro que implemente sistemas de seguridad exclusivo para estos niños?

**Tabla 9.** Centros de educación inicial con sistemas de seguridad.

Alternativas	Encuestados	%
SI	12	20 %
No	48	80 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette



**Figura 35.** Centros de educación inicial con sistemas de seguridad. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Esto muestra que el 80% de los padres de familia y miembros de la institución no conocen centros de educación inicial que implementen algún sistema de seguridad solo para los niños. Y que solo el 20% tienen conocimientos de centros que si cuentan con sistemas para la seguridad de los niños.

## 8. Sistemas de monitoreo existentes

¿Sabe Ud. sobre los sistemas de monitoreo que existen en la actualidad?

**Tabla 10.** Sistemas de monitoreo existentes.

Alternativas	Encuestados	%
SI	18	30 %
No	42	70 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Información tomada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette

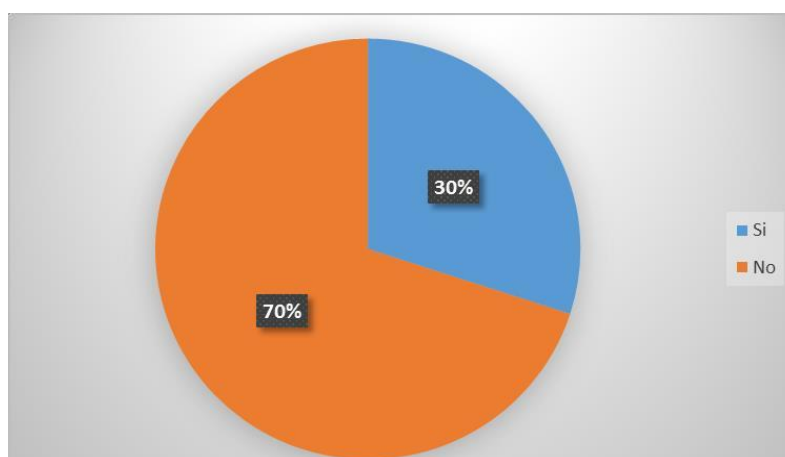


Figura 36. Sistemas de monitoreo existentes. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Se logra identificar que el 70% de los padres de familia y personal de la institución no tienen conocimiento de los sistemas de monitoreo que existen en la actualidad y solo el 30% logran identificar que es un sistema de monitoreo y tiene conocimiento al menos de uno de ellos.

## 9. Conocimiento de tecnologías inalámbricas y uso

¿Conoce sobre las tecnologías inalámbricas y su uso?

**Tabla 11.** Conocimiento de tecnologías inalámbricas y uso.

Alternativas	Encuestados	%
SI	28	47 %
No	32	53 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Información tomada de encuestas dirigidas a padres de familia de un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

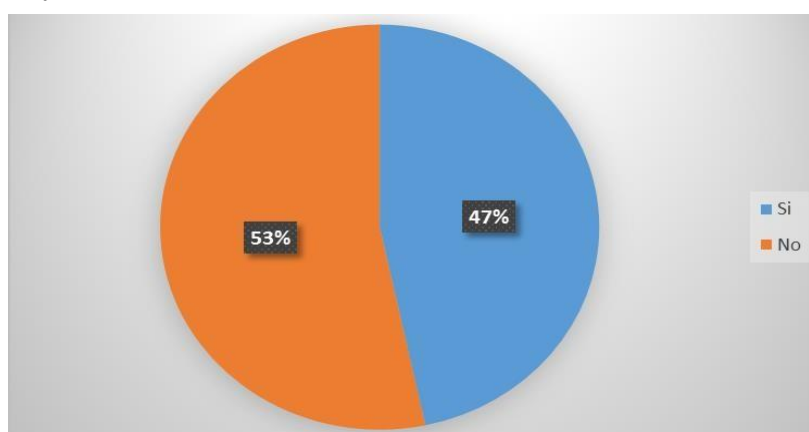


Figura 37. Conocimiento de tecnologías inalámbricas y uso. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Ya que en la actualidad la tecnología avanza se lo refleja es esta interrogante la cual indica que el 53% tiene conocimiento de las tecnologías inalámbricas y su uso a lo menos tienen conocimiento de las más conocidas, pero el 47% no tiene conocimiento ni una clara idea respecto al uso de ellas.

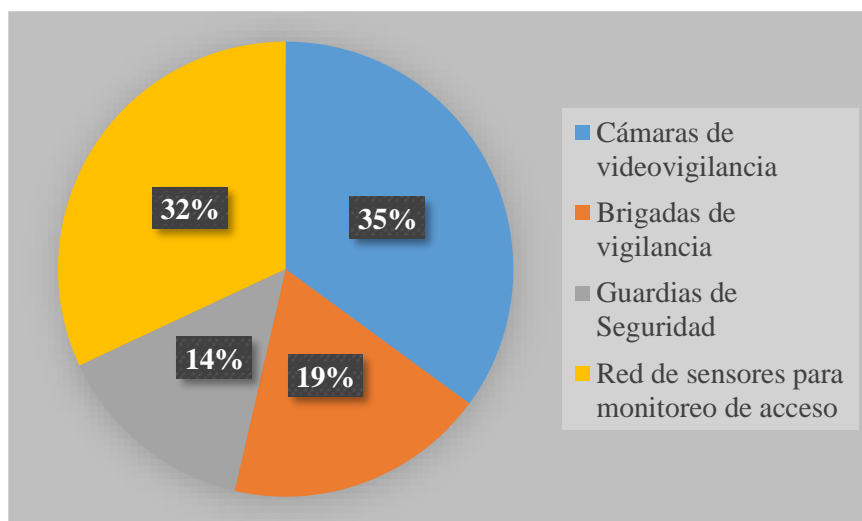
## 10. Tipos de Seguridad

¿Qué tipos de seguridad le gustaría que implementen?

**Tabla 12.** *Tipos de Seguridad.*

Alternativas	Respuesta Múltiple	%
Cámaras de videovigilancia	34	35 %
Brigadas de vigilancia	18	19 %
Guardias de Seguridad	14	14 %
Red de sensores para monitoreo de acceso	31	32 %
<b>Total</b>		<b>100%</b>

*Información tomada de encuestas dirigidas a padres de familia de un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.*



*Figura 38. Tipos de Seguridad. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.*

Se obtiene que el 35% de los encuestados desean la implementación de cámaras de videovigilancia en estos centros, para una mayor seguridad y el 14% desea guardias de seguridad, debido a que no ven seguro llevar a cabo este tipo de sistema por este motivo es el menor porcentaje.

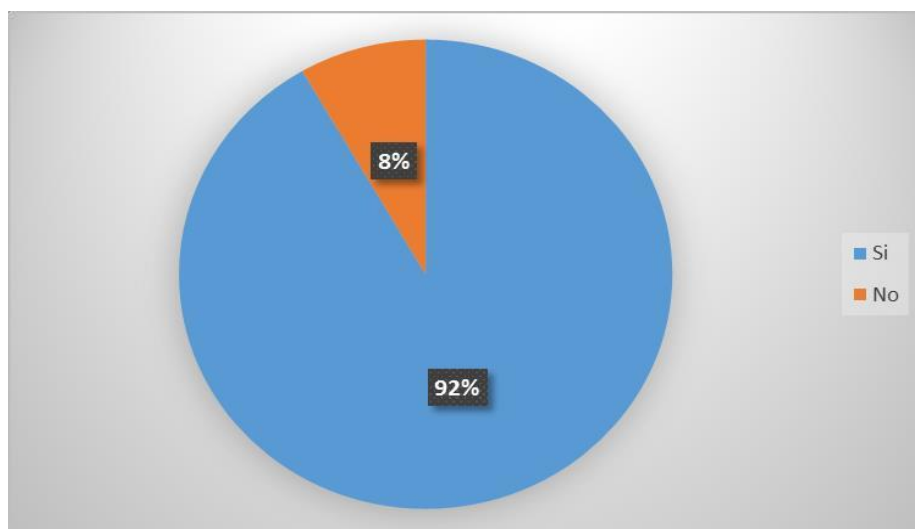
### 11. Implementación de un sistema de monitoreo

¿Le gustaría que estos centros cuenten con algún tipo de monitoreo para la seguridad de los niños?

**Tabla 13.** Implementación de un sistema de monitoreo.

Alternativas	Encuestados	%
SI	55	92 %
No	5	8 %
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Información tomada de encuestas dirigidas a padres de familia de un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.



**Figura 39.** Implementación de un sistema de monitoreo. Información adaptada de encuestas realizadas en un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

Se constata que la mayoría de los padres de familia y miembros de la institución le agradecería contar con algún sistema de monitoreo para la seguridad de los niños, ya que el resultado a la interrogante fue el 92%. Y solo el 8% no le agradecería por diversas causas entre ellas: no ven la necesidad de la implementación de algún sistema de seguridad, indican que no tienen dinero para la implementación de algún sistema.

### Análisis final de resultados

Una vez obtenido ya todos los resultados de las interrogantes se puede decir que todos los padres de familia y personal administrativo conocen sobre accidentes dentro de estos centros en su mayoría lo que más conocen son fracturas, debido a que los niños corren, brincan, sufren empujones entre otras; y la mínima cantidad ha escuchado de ahogamientos.

La mayoría de ellos consideran que existen áreas de peligro, dado que casi a todos sus niños han sufrido algunos de los accidentes mencionados en la encuesta, por ejemplo, fracturas en piernas, incisiones en la cabeza, etc. Los padres de familia junto al personal de la institución admiten que el mayor peligro en los niños son los marcos de las puertas, ya que al salir o entrar no se percatan donde ponen los dedos y pueden tener machucones o no ven si la puerta se cierra de manera fuerte y sufrir algún golpe; siendo una de estas provocadas por los demás compañeros.

La mayor cantidad de encuestados no conocen centros que adapten algún sistema de seguridad para los niños, tampoco sobre las tecnologías inalámbricas y sobre los sistemas de monitoreo, por lo que al momento de realizar la encuesta se realizó una breve explicación sobre cada uno de estos temas. Una vez explicado esto a la mayoría de ellos les agradaría que los centros de educación inicial implementen algún sistema de seguridad, estos optaron por las cámaras de seguridad, siguiendo de la red de sensores que es el tema propuesto.

#### **1.1.4 Método Experimental.**

Este método permite el desarrollo del prototipo a realizar con la información obtenida de los métodos anteriores tomando en cuenta los datos de la tabla de operacionalización.

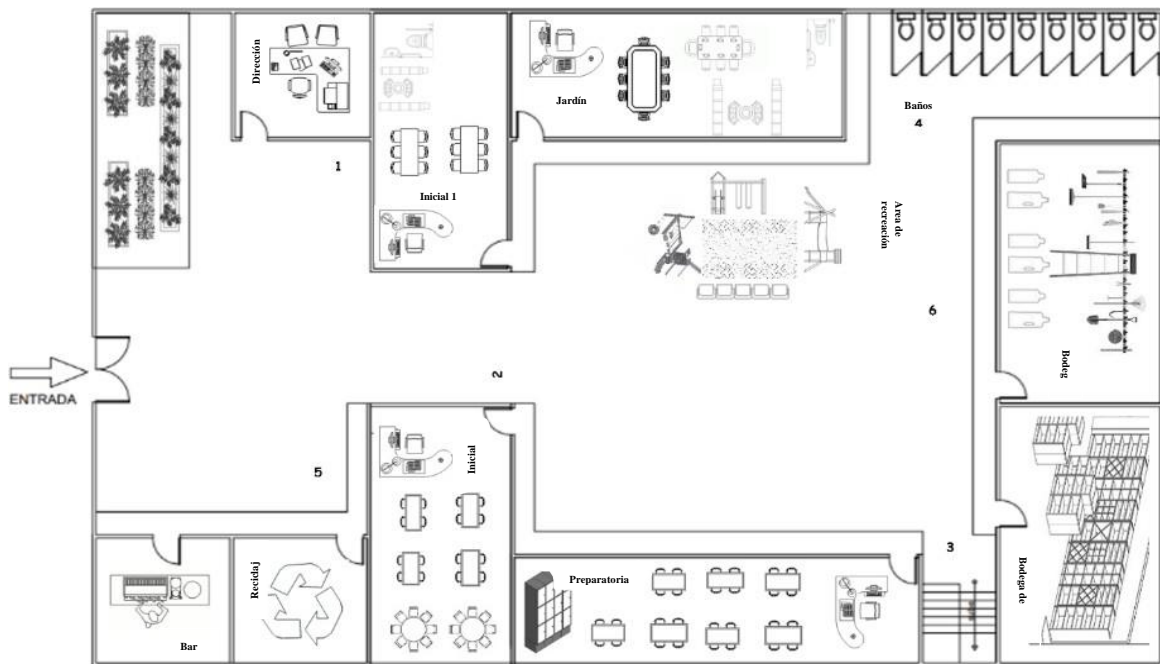
Con ayuda de este método se desarrolla el prototipo propuesto en el presente trabajo, el cual consta de varias fases que se mencionarán en el siguiente capítulo, entre ellas se tiene la detección de movimiento con ayuda de los sensores conectados al arduino, luego acoplar los módulos mencionados con el arduino uno ya codificado para la respectiva red, en este caso será la topología estrella, y así establecer la comunicación entre estos. Para dar como resultado el aviso mediante la alarma también ya comunicada con el arduino y XBee principal; cabe resaltar que para demostración será ubicada en un solo punto de monitoreo con ayuda de la maqueta a realizar y para diseño dejar establecido en que puntos de acceso se colocaría el respectivo sistema. Pero esto se logra gracias al método presente, ya que este permite realizar pruebas de cada fase del desarrollo del prototipo pudiendo encontrar con esto los diferentes errores que presenta el mismo, y así volviendo a realizar las respectivas pruebas para solventar las fallas encontradas hasta llegar al resultado que se requiere.

## Capítulo IV

### Desarrollo de la propuesta

#### 4.1 Diseño de la red.

Este capítulo es la última fase del presente trabajo, con la información obtenida de los capítulos anteriores se desarrolla el plano de un centro de educación inicial con la ayuda del programa AutoCAD, para con ello establecer el diseño del sistema de monitoreo de acceso, es decir en qué puntos de acceso debe de estar el receptor y los transmisores.



*Figura 40. Plano con los puntos establecidos de la red Zigbee. Información adaptada de un centro de educación inicial. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.*

Los puntos que se establecen en este diseño se fundamentan en base a la tabla 8 con esto se tiene lo siguiente:

**Tabla 14.** *Puntos del diseño del sistema.*

#	Punto de monitoreo	Tipo
1	Dirección	Receptor
2	Marco de puerta	Transmisor
3	Escaleras	Transmisor
4	Baños	Transmisor
5	Áreas de reciclaje	Transmisor
6	Bodegas	Transmisor

*Información tomada del presente trabajo de titulación. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette*



Este diseño se basa en la estructura de la red Zigbee que se muestra a continuación, para esta red se utiliza la topología estrella, donde el medio de la comunicación es de manera inalámbrica y el tipo de transmisión es simplex, ya que solo los transmisores emiten señal al receptor es decir unidireccional.

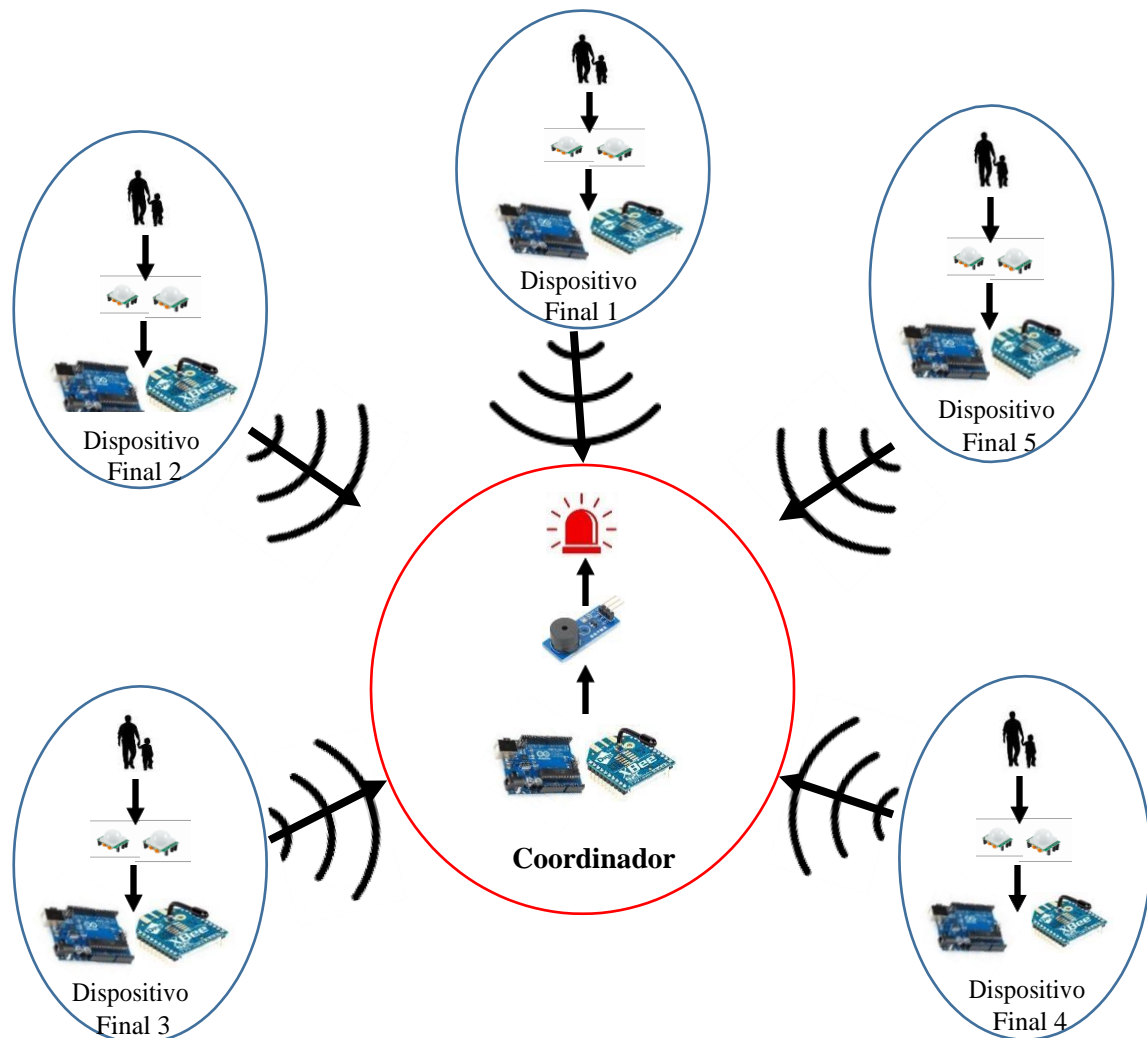


Figura 41. Estructura de la Red Zigbee. Información tomada del presente trabajo de titulación. Elaborado por: Chaglia Mejia Lissette.

#### 4.2 Elaboración del prototipo.

Para la elaboración del mismo se utiliza la tecnología Zigbee, puesto que gracias a sus características se realiza una comparación con las anteriores mencionadas y es la más óptima para el desarrollo de la red.

A continuación, se presentan el desarrollo del prototipo, en este caso se necesita de programas, materiales y módulos para la construcción del transmisor y receptor, y así establecer la comunicación de la red, también se muestra la elaboración del soporte para la respectiva presentación.

### 4.2.1 Instalación de programas.

Se utiliza dos programas para el desarrollo del mismo: Arduino IDE para los módulos de arduino y XCTU para los módulos Xbee, donde la instalación de cada uno es de manera rápida y sencilla.

#### Arduino IDE

1. Dirigirse a la página oficial de arduino: <https://www.arduino.cc>
2. Luego seleccionar Software / Downloads, aparece la versión de arduino disponible, en este caso arduino 1.8.9; de lado izquierdo elegir dependiendo el Sistema Operativo que se va a utilizar, para este caso Windows 10 Pro.
3. Seguidamente redirecciona a otra página, la cual aparecen dos opciones de descarga: solo descarga o descargar y contribuir esto depende del usuario. Una vez seleccionado una de estas opciones comenzara la descarga que es de 3 a 4 minutos.
4. Ya descargado el programa para la instalación, dar clic en el ejecutable donde aparecerá un mensaje indicando si desea permitir los cambios para la instalación, para este caso SI.
5. Comenzará la respectiva instalación, aparecerán ciertos mensajes al momento de instalación dar clic en siguiente o aceptar, esto depende del sistema operativo que se utilice. Este proceso tarda un tiempo de 4 a 5 minutos al finalizar el proceso, se da por terminada la instalación.

#### XCTU

1. Ir a la página oficial de Digi: <https://www.digi.com/>
2. Seleccionar Resources / Documentation; aparecen los programas que tiene Digi, se busca el programa que se requiere en este caso XCTU; al dar clic en XCTU aparece la siguiente imagen.

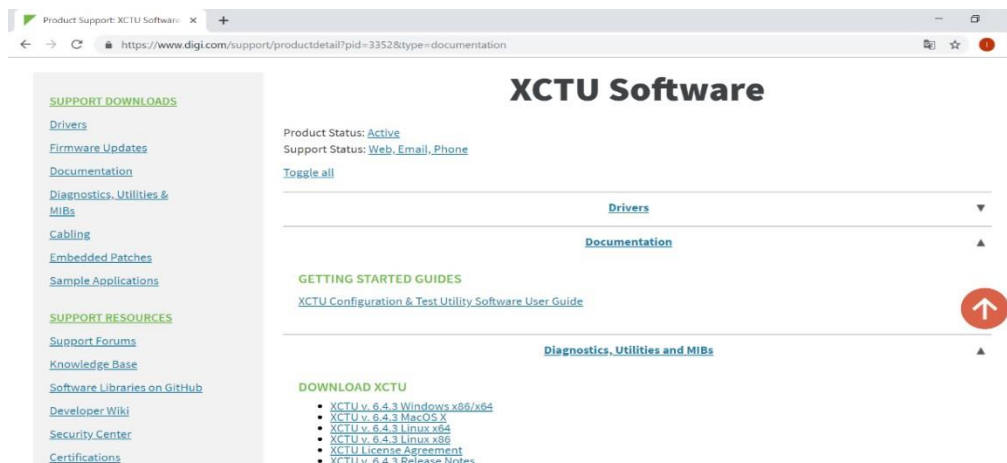


Figura 42. Página de descarga de XCTU. Información adaptada de DIGI. Elaborado por el autor.

3. En la sección Download XCTU escoger la versión compatible al Sistema Operativo que se esté utilizando, la descarga comenzará de manera automática, para ciertos casos solicita llenar datos para saber el uso que se dará. Una vez puesto los datos se envía y comienza la respectiva descarga, que tarda de 2 a 3 minutos.

Figura 43. Datos para descarga de XCTU. Información adaptada de DIGI. Elaborado por el autor.

4. Al igual que el anterior, refleja un mensaje indicando si desea aceptar los cambios de dicha instalación; clic en SI y comienza la respectiva instalación.
5. Aparecen varias ventanas, las cuales no se deben modificar ningún parámetro, entre una de ellas aparece la licencia, la cual una vez leída se debe aceptar para seguir con la instalación; luego de estas esperar de 2 a 3 minutos para dar por finalizada la instalación.

#### 4.2.2 Elaboración del Transmisor.

El Transmisor es el encargado de emitir la información que obtiene de los sensores para enviar la señal al respectivo receptor. La construcción del transmisor consta de cuatro partes: la configuración del módulo Xbee, conexión de los sensores con los módulos, la codificación del módulo arduino y resultado en pantalla.

#### Configuración del módulo Xbee

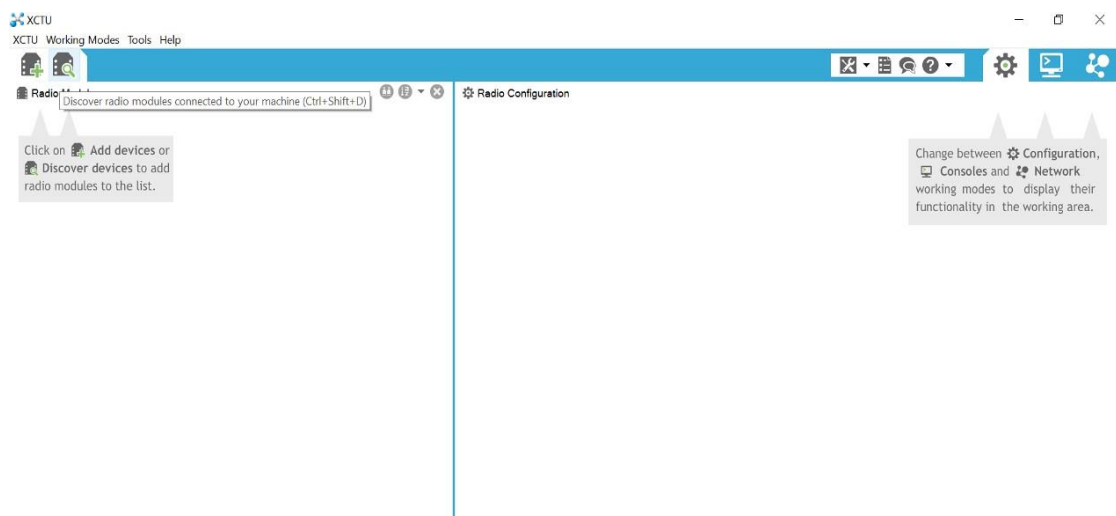
La configuración del Xbee se lo realiza mediante el programa XCTU, por el cual se necesita el Xbee S2C montado sobre Xbee Explorer USB y a su vez conectado a la PC, esta conexión se debe realizar con la debida precaución, ya que si se conecta de manera apresurada puede afectar uno de los pines del módulo, provocando que este ya no funcione.

Para verificar que la conexión se encuentra establecida debe encender y apagar el RX y TX al momento de conectar al PC y el led PWR permanecer encendido en color rojo.



*Figura 44. Conexión de Xbee S2C al PC. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lisette.*

Luego se debe abrir el programa XCTU para la configuración del módulo. Se busca el módulo que se encuentra conectado a la PC en el icono de buscar. (Ver imagen 45)



*Figura 45. Opción de búsqueda del módulo conectado a PC. Información tomada de XCTU. Elaborado por el autor.*

Una vez seleccionado esta opción aparece el puerto que está conectado el módulo en este caso COM4 y luego los parámetros, no se debe de realizar ninguna modificación, solo finalizar.

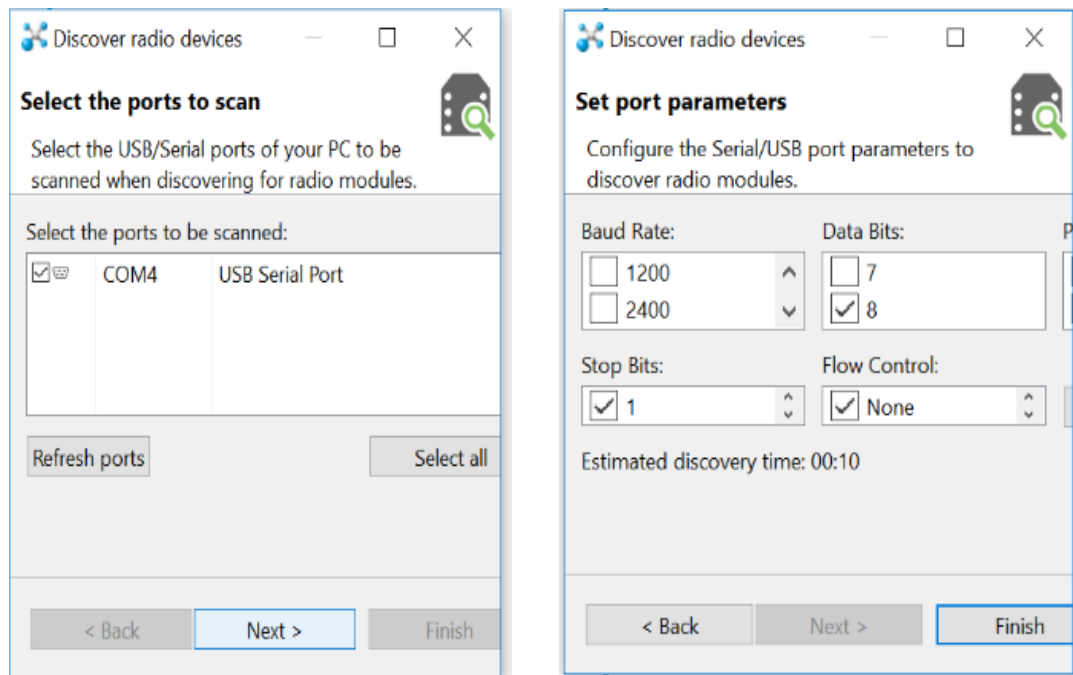


Figura 46. Módulo conectado a PC. Información tomada de XCTU. Elaborado por el autor.

Al finalizar este proceso, inicia la búsqueda de los módulos conectados, en este caso se encuentra conectado un módulo Xbee, al finalizar la búsqueda se selecciona la opción de Add selected devices y luego se debe esperar de 2 a 3 minutos para que aparezca en la interfaz el módulo.

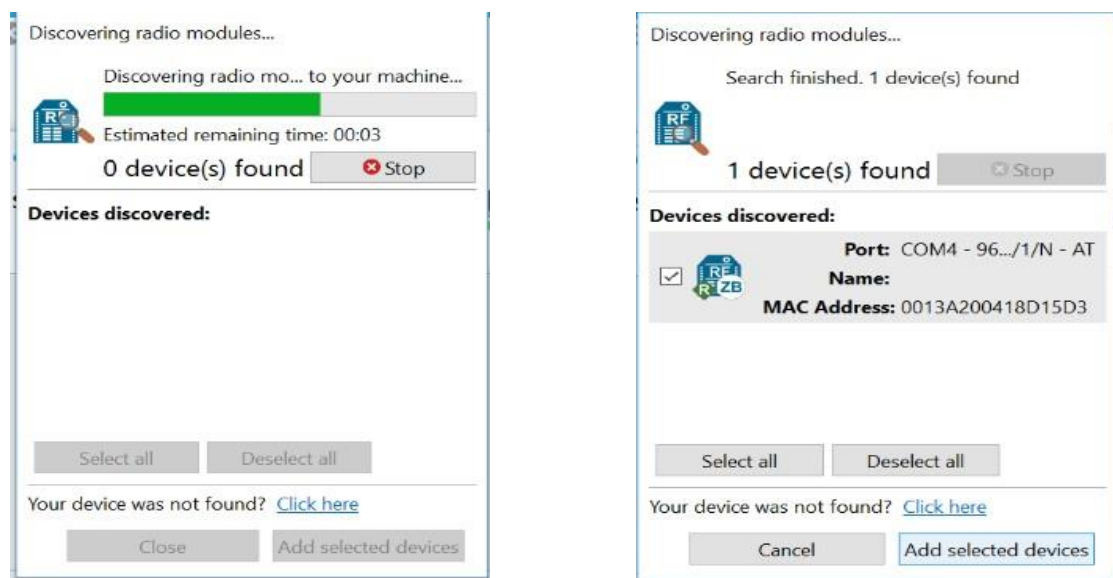


Figura 47. Búsqueda de módulo conectado a PC. Información tomada de XCTU. Elaborado por el autor.

Posteriormente, carga la interfaz del módulo Xbee conectado, se debe seleccionar el módulo para que luego aparezcan los parámetros de defecto y con esto poder configurar según se deba.

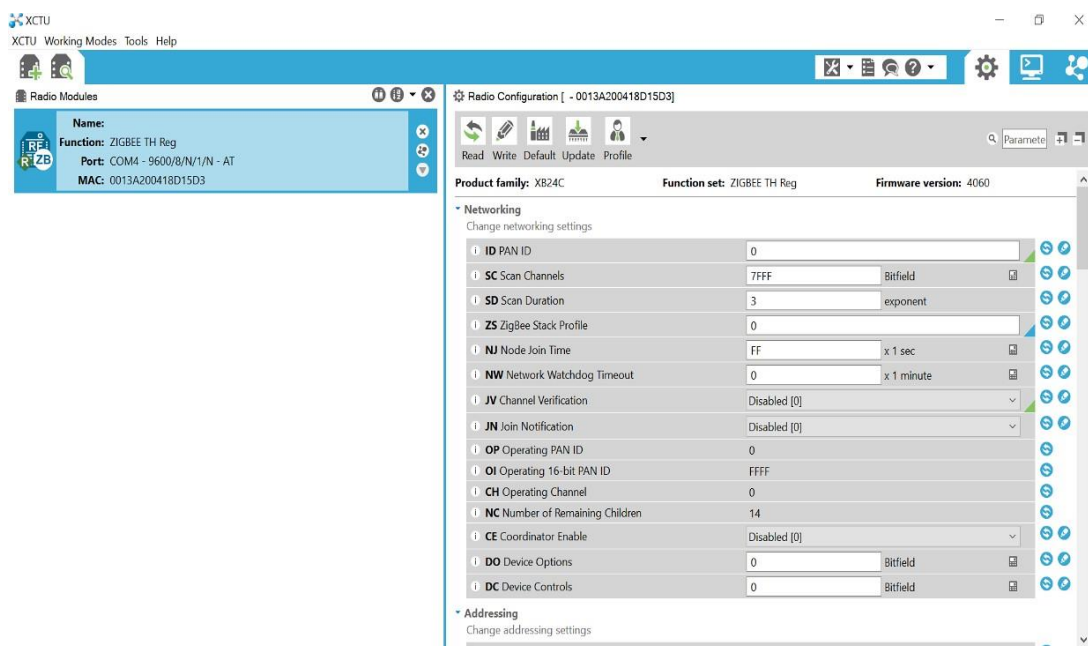


Figura 48. Interfaz gráfica del módulo Xbee S2C. Información tomada de XCTU. Elaborado por el autor.

Este módulo se lo configura como dispositivo final para la comunicación transmisor-receptor, y el modo en que trabaja es AT a diferencia del coordinador que trabaja en modo API. Los parámetros que se modifican dentro de la interfaz son los siguientes:

**ID PAN ID** = se encuentra en la sección Networking y es el nombre que se le establece a la red, este mismo nombre se debe poner en los otros dispositivos para la comunicación, en este caso se asigna el 2208.

**JV Channel Verification** = este parámetro está dentro de esta misma sección; el cual verifica que, si el canal establecido automáticamente se encuentra un coordinador válido comunican en caso que no, cambiara de canal automáticamente hasta encontrar uno, para el dispositivo final se debe habilitar este parámetro.

**NI Node Identifier** = ubicado en la sección Addressing asigna el nombre al módulo Xbee que se encuentra configurando, como se menciona anteriormente este módulo es el Dispositivo Final.

**IR IO Sampling Rate** = en la sección I/O Sampling, el cual permite configurar el tiempo de muestreo, en la imagen de la calculadora se establece el valor en ms y automáticamente lo convierte a hexadecimal, el tiempo que se establece es de 700 ms ya convertido 2BC.

**D0** Pin 20 = situado en la sección I/O Settings, se configura el pin20 como entrada digital para con esto enviar la señal al receptor.

### Conexión de los sensores con los módulos

Para la conexión del transmisor se necesitan de los siguientes materiales:

1 Arduino Uno con el su respectivo cable USB

1 Shield Pro Xbee

1 Módulo Xbee S2C

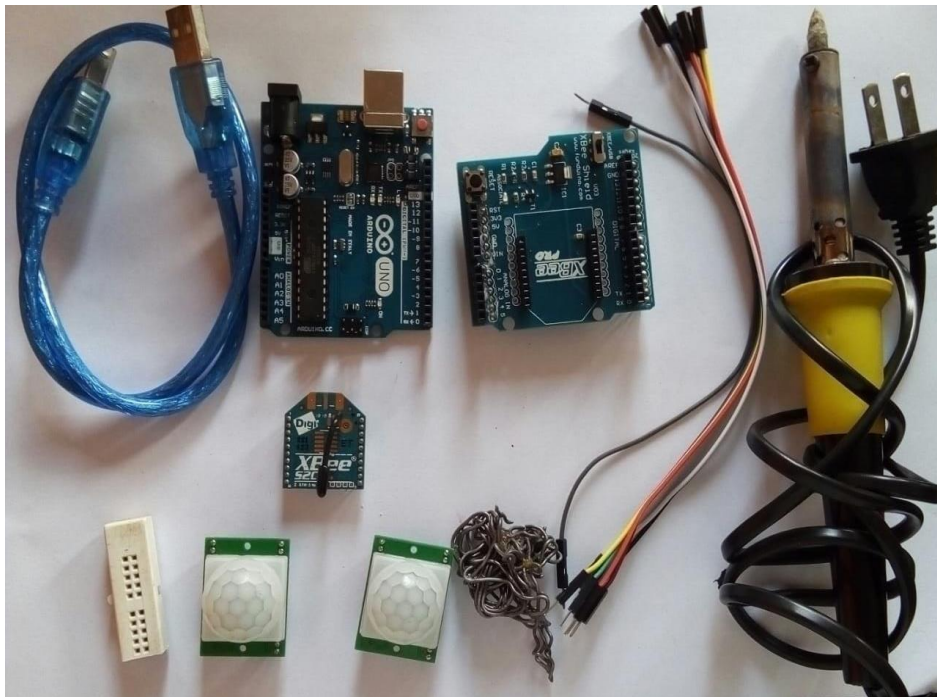
2 Sensores piro eléctricos HC-SR501

1 Protoboard

6 Puentes macho-hembra

1 puente macho-macho

Cautín y estaño



*Figura 49. Materiales del transmisor. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

Lo primero que se realiza es soldar una punta de puente macho-macho en la Shield para el pin de entrada digital del Xbee y la otra punta a la salida del pin 8 del arduino, para soldar se utiliza el cautín y el estaño, se debe con la debida precaución para evitar algún daño material o físico.



Una vez soldado se monta la Shield en el arduino verificando la correcta posición de los pines al momento del montado, no se ubica el módulo Xbee, puesto a que se lo coloca luego de la codificación del arduino.

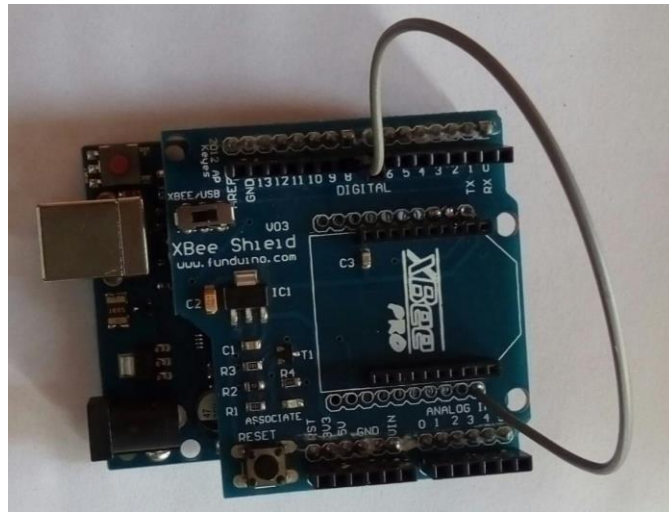


Figura 50. Montado de Shield al arduino. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lisette.

Luego se ubican los puentes macho-hembra en los respectivos pines del sensor 1 y el sensor 2, esto queda:

Sensor 1

GND / puente gris

OUT / puente amarillo

VCC / puente negro

Sensor 2

GND / puente gris

OUT / puente verde

VCC / puente negro

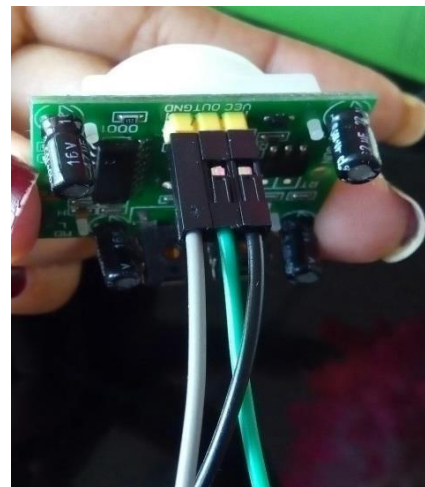
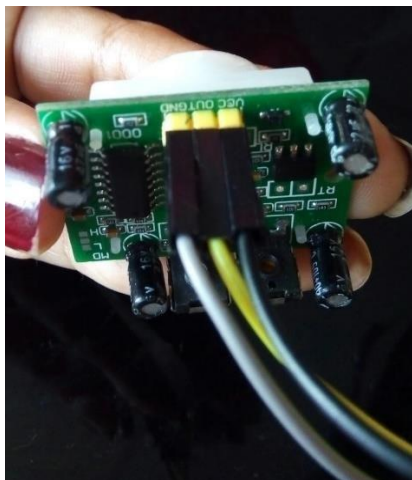
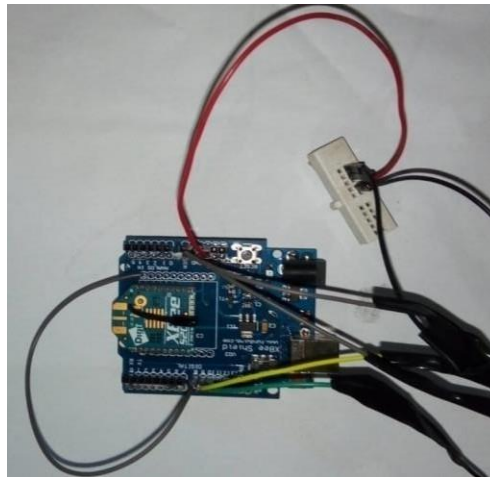


Figura 51. Conexión de puentes a los sensores. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lisette.



Terminado el proceso anterior se procede a conectar los puentes de los sensores a los respectivos pines de la Shield, es decir; conexión de tierra, conexión del sensor 1 al pin 9, sensor 2 al pin 10 y para el voltaje de los sensores se utiliza un protoboard, puesto que los sensores trabajan correctamente con 5V y el arduino solo cuenta con un pin de 5V, la conexión del protoboard se realiza un circuito en serie para luego conectar al pin 5V de la Shield a continuación se muestra conexión en el protoboard y conexión al arduino.



*Figura 52. Conexión de Dispositivo final. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

Cabe resaltar que los sensores cuentan con un ángulo de  $110^\circ$  lo cual pueden ocasionar interferencia entre sensor 1 y 2, para evitar esto se deben cubrir los lados de cada sensor, alrededor de 1 cm. En la elaboración del soporte del transmisor se realiza este procedimiento.

### **Codificación del módulo arduino**

Para la codificación del arduino se debe conectar el arduino con los elementos mencionados anteriormente al pc mediante el cable USB del arduino. En la imagen 53 se muestra la respectiva codificación para el funcionamiento del transmisor.



Figura 53. Codificación de Transmisor. Información tomada de Arduino IDE. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.

Una vez terminada la codificación se carga al respectivo arduino sin el módulo Xbee, ya que si se encuentra colocado antes de cargar el código va a generar un error y no permitirá la carga. Subido el código en el módulo arduino se realiza la respectiva prueba en pantalla para la validación del transmisor. En la siguiente imagen reflejan los resultados del mismo.

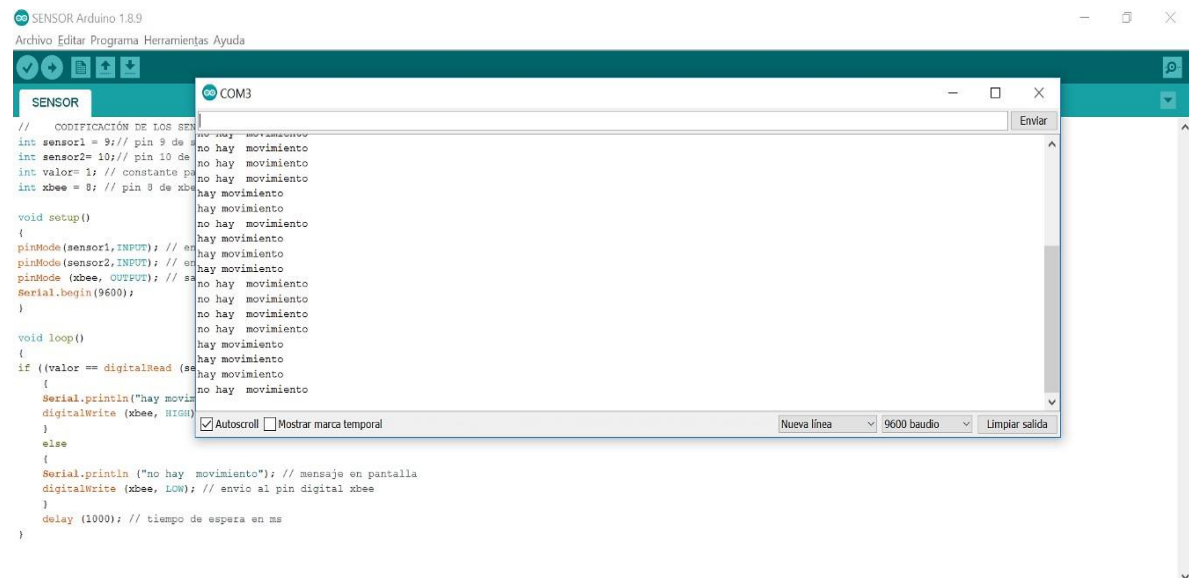


Figura 54. Prueba de resultado en pantalla de transmisor. Información tomada de arduino IDE. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.

### 4.2.3 Elaboración de Receptor.

El receptor es el nodo principal de la red, ya que es el encargado de captar la señal obtenida del transmisor para ser enviada mediante una alarma. La construcción del receptor

también consta de cuatro partes: la configuración del módulo Xbee, conexión de la alarma con los módulos, la codificación del módulo arduino, resultado en pantalla.

### Configuración del módulo Xbee

En la configuración de este módulo se realizan los procesos iniciales de conexión al computador del transmisor y de igual manera para la apertura del módulo en el programa XCTU. Ya dentro de la interfaz se modifican los parámetros del Xbee, para esto se toma en cuenta que este es el coordinador, dado que es el principal de la red. Los parámetros que se configuran son los siguientes:

**ID PAN ID** = como se indica anteriormente la red debe de tener el mismo ID, para la comunicación en este caso el 2208.

**CE Coordinator enable** = se encuentra en la sección Networking, como se indica este módulo es el coordinador por lo que se lo habilita para que trabaje de esta manera.

**NI Node Identifier** = el nombre que se le asigna es el Coordinador.

**AP API Enable** = situado en la sección Serial Interfacing el cual permite habilitar el modo API, ya que por ser el coordinador su funcionamiento es más complejo.

Una vez ya terminada las configuraciones y guardadas se visualiza de manera rápida el nombre del módulo ya modificado.

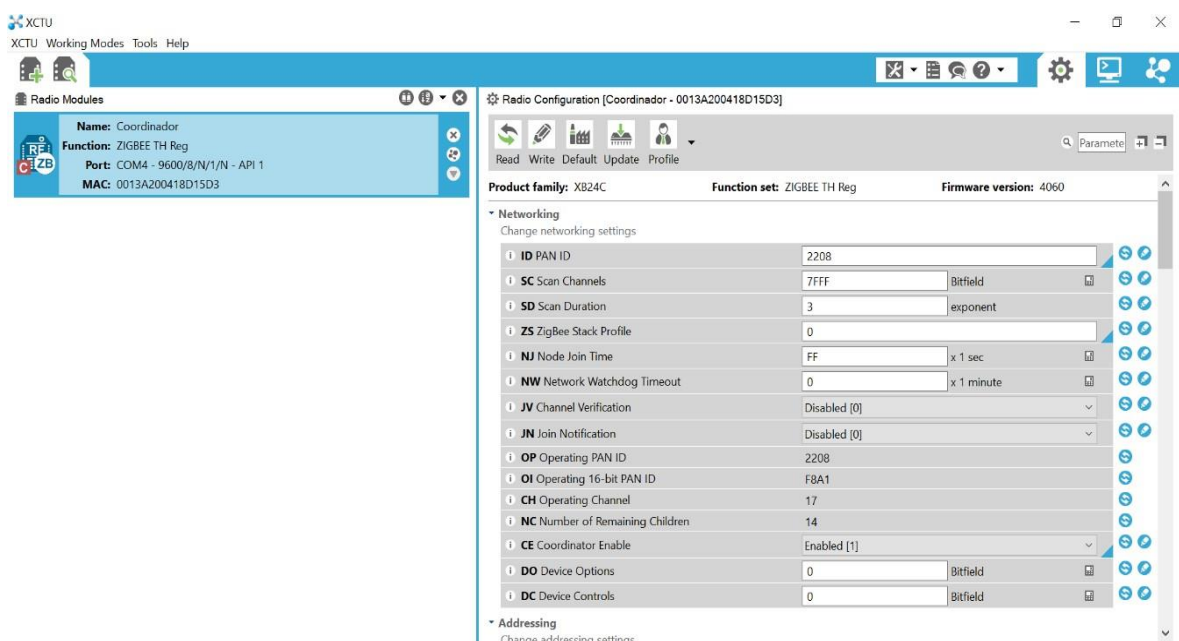
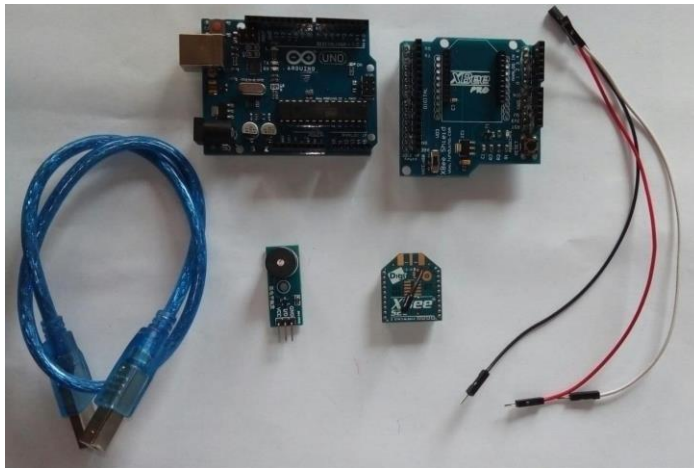


Figura 55. Coordinador configurado en XCTU. Información tomada de XCTU. Elaborado por el autor.

## Conexión de la alarma con los módulos

La conexión del receptor es más sencilla que el transmisor, para esta se necesitan de los siguientes materiales:

- 1 Arduino Uno con el su respectivo cable USB
- 1 Shield Pro Xbee
- 1 Módulo Xbee S2C
- 1 Buzzer Pasivo
- 3 Puentes macho-hembra



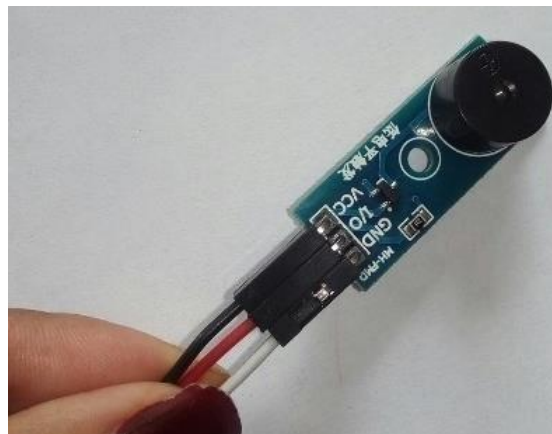
*Figura 56. Materiales del receptor. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

El primer paso para esto es colocar la Shield sobre el arduino y luego colocar el buzzer. La conexión del buzzer es simple se utilizan los 3 puentes en cada pin del buzzer:

GND / gris

I/O / rojo

VCC / negro



*Figura 57. Conexión de puentes al buzzer. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

Luego para la conexión de la alarma a la Shield se conecta al pin tierra, el VCC a 5V de la Shield y el I/O en el pin 8. En la siguiente imagen se muestra la conexión ya realizada para luego seguir con la respectiva codificación.

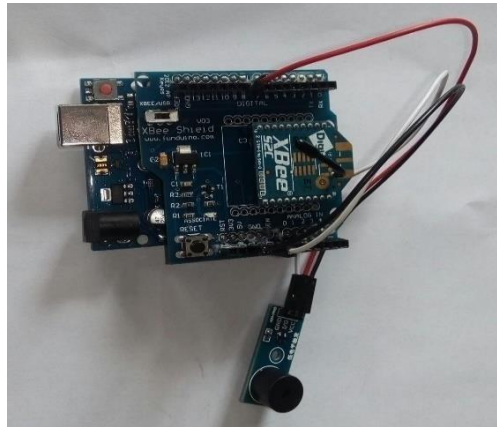


Figura 58. Conexión del receptor. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.

### Codificación del módulo arduino

Para la codificación del receptor se realizan 2 codificaciones una para verificar la trama que sigue la comunicación y la otra para la ejecución como tal, es decir el aviso de la alarma mediante el cambio del byte que corresponde.

En la imagen 59 se muestra la codificación que permite visualizar la trama entre los dos módulos Xbee y por medio de ella verificar el byte que cambia al recepcionar la lectura digital del módulo transmisor.

```

trama_del_coordinador Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

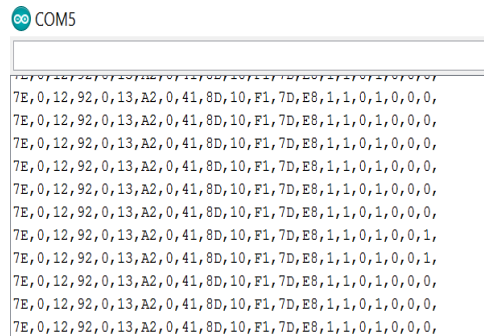
trama_del_coordinador
// Trama
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  if (Serial.available() > 22) { // lectura de los bytes disponibles
    for (int i=0; i<21; i++) // ciclo para comienzo de lectura
    {
      Serial.print(Serial.read(), HEX); // lectura de los byte en hexadecimal
      Serial.print(",");
    }
    Serial.println();
    delay (1000); // tiempo de espera en ms
  }
}

```

Compilado

Figura 59. Codificación para la trama. Información tomada de arduino IDE. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.

Una vez terminada la codificación se realiza una prueba conectando el receptor y transmisor al PC para validar los bytes disponibles y el byte de lectura del canal digital en pantalla. En la siguiente imagen muestra la lectura de los bytes, donde se encuentra el byte de inicio, el número serial del Xbee remoto, la lectura de los canales digitales, entre otros.



*Figura 60. Trama API. Información tomada de arduino IDE. Elaborado por Chaglia Mejia*

Los últimos dos bytes que se muestran en la imagen son la lectura de los canales digitales: 0 para los bajos y 1 para altos. En el anexo 2 se muestra de manera detallada la trama API de la recepción de los datos.

Ya visualizada la trama se realiza la codificación con el cambio del canal digital que recepte del Xbee indicando el byte de inicio y descartando los bytes hasta llegar al byte del canal digital. En las imágenes 61 y 62 se muestra la codificación detallada y el resultado en pantalla mediante pruebas realizada.



*Figura 61. Codificación final del receptor. Información tomada de arduino IDE. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

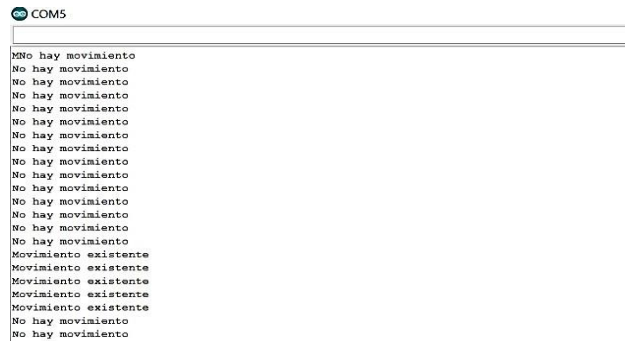


Figura 62. Resultado en pantalla del receptor. Información tomada de arduino IDE. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.

#### 4.2.4 Medio de transmisión.

El medio que se comunica el transmisor y receptor es inalámbrico, de forma más específica el protocolo IEEE 802.15.4 que se centra en las redes inalámbricas de área personal. Es inalámbrico, debido a que se lo implementaría en lugares donde existen niños y al utilizar alguna red con cableado externo la red puede ser afectada por ellos mismos o puede que ellos sufran algún tipo de accidente.

Se utiliza este protocolo ya que permite un bajo consumo y la infraestructura que se utiliza es simple, el bajo consumo es porque la transmisión de datos es baja permitiendo que la vida útil sea más duradera, en cuanto a la infraestructura como se ha visualizado en la construcción es simple y no necesita de materiales tan costosos para su armado. Este protocolo es favorable al implementarlo en los centros de educación inicial, ya que no se necesita de una alta seguridad en la red, puesto a que no está en riesgo de ser alterada. Y con esto el tamaño de paquetes de envío no incrementaría. Tampoco es necesario que permanezca encendido todo el día, solo el tiempo que se encuentre activa la institución, permitiendo aún más el ahorro de energía.

#### 4.2.5 Elaboración de las estructuras.

Se realiza una estructura tanto para receptor y transmisor, para el receptor se tiene un armazón de plástico simple, sin embargo, para el transmisor se elabora un soporte de metal ya que se deben de separar los sensores con una altura diferencial. Y con ello se pueda distinguir al docente del niño.

#### Construcción del soporte para transmisor.

Los materiales que se utilizan para el soporte del receptor son:

Soporte de metal 1,76 m



Base de metal

Tapones para sensores

Lata doblada en U

Caja de plástico 4X4 con 2 tornillos

Pintura acrílica color celeste

Pintura anticorrosiva negra

Para realizar el soporte primero se debe de tener las respectivas medidas de altura, estas son la altura promedio de las niñas de 3 años y la altura promedio del sexo femenino en los adultos. En este caso se tiene 95 cm para niñas y 1.54 m para el sexo femenino.

Ya establecida la medida para la altura de los sensores, se establecen los puntos de cada sensor en el soporte para luego ubicarlos en cada punto, cabe recordar que se deja un cm de fondo del sensor al tapón para evitar cualquier tipo de interferencia; también se realiza un corte a un costado del soporte para el pasado de cables.

En el anexo 3 se muestran los materiales y el soporte ya soldado con la base y pintados. Una vez finalizado el soporte se une una caja 4x4 de plástico ya pintada justo alado del corte que se realizó para los cables. Se deben esperar unas horas para que todo quede fijo.

Luego que ya está fijo todo se ubica el transmisor como tal. Para pegar la base del arduino y el protoboard se utiliza la cinta doble faz y se pasa los cables para los respectivos sensores. Para cerrar la caja se lo realiza con 2 tornillos de manera diagonal, verificando que las puntas no interfieran en nada con el transmisor. En el anexo 4 se visualiza el pasado de cables y la puesta del transmisor en la caja.

En la siguiente imagen se muestra el transmisor ya con el respectivo soporte culminado.



*Figura 63. Transmisor. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*



### Elaboración de armazón para receptor

Los materiales que se utilizan para el armazón del receptor son:

Caja de plástico 4X4 con 2 tornillos

Pintura acrílica color celeste

La elaboración de esta es simple. Se debe pintar la caja y una vez pintada se pega la base del arduino con la cinta doble faz y para la alarma se realiza un agujero den la tapa de la caja para ubicar la alarma en el anexo 5 se visualizan los materiales, la alarma puesta en la tapa y el receptor en caja. Para cerrar la caja al igual que el transmisor se colocan los tornillos de manera diagonal. A continuación, se presenta el receptor en su respectivo armazón.



Figura 64. Receptor. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia

#### 4.2.6 Pruebas y resultados final.

Al llevar a cabo el prototipo como tal se coloca una batería externa tanto para emisor y receptor, y un interruptor para cada batería. La conexión de estas es sencilla se necesitan las 2 baterías de 9V, conectores para el arduino, interruptores y cables para la conexión. Finalizada la conexión de estas se las coloca en cada batería e interruptor en ellas quedando la batería dentro de la caja y el interruptor a un costado; quedando de la siguiente manera.



Figura 65. Receptor y transmisor con sus respectiva batería e interruptor. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.

#### 4.2.6.1 Prueba de sensores.

Ya puesta en marcha por completa la red se realiza una prueba en un centro de educación inicial con 14 individuos; entre estos 11 niños y 3 adultos para con ello validar la funcionalidad de los sensores y verificar algún error.

Se verifica que al realizar la respectiva prueba el receptor enciende la alarma por unos segundos para indicar que todo se encuentra estable y para establecer en periodo de tiempo la comunicación con el transmisor. La prueba que se realiza muestra que de los 11 niños se obtiene una buena respuesta es decir la alarma suena con todos, pero con un margen mínimo de error en el tiempo, en la siguiente tabla se muestra si el receptor recibe la señal al instante o el tiempo de retardo en niños y adultos:

**Tabla 15.** Resultados obtenidos.

Individuos	Tiempo de retardo
9 niños	Instante
1 niño	2 segundos
1 niño	7 segundos
3 adultos	Alarma no suena

*Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

Con esto se muestra que el prototipo cuenta con un mínimo porcentaje de retardo, demostrando que la transmisión de la red tiene una confiabilidad alta, y así siendo apta para ser implementada en un centro de educación inicial y con ello reducir el riesgo de accidentes en los niños. En el anexo 6 se muestran las imágenes tomadas del niño y adulto en el centro de educación inicial.

#### 4.2.6.2 Prueba de distancia y sonido.

En cuanto a la distancia al realizar las pruebas situando el receptor en el nodo principal en este caso la dirección y el transmisor desplazándolo en los diferentes puntos de monitoreo de acceso se constata que la transmisión se da con total éxito, es decir no se cuenta con la pérdida de señal de transmisor-receptor incluyendo en los nodos más lejanos en este caso el baño, bodega y la escalera. Lo que tiene una leve pérdida es el sonido de la alarma, en la imagen 66 se sitúan los puntos que se ubicaron para verificar a que distancia entre nodos se tiene esta pérdida. Y en la tabla 16 se muestra detalladamente dicha distancia, estas distancias fueron tomadas directamente del centro de educación inicial donde se realizó las pruebas.

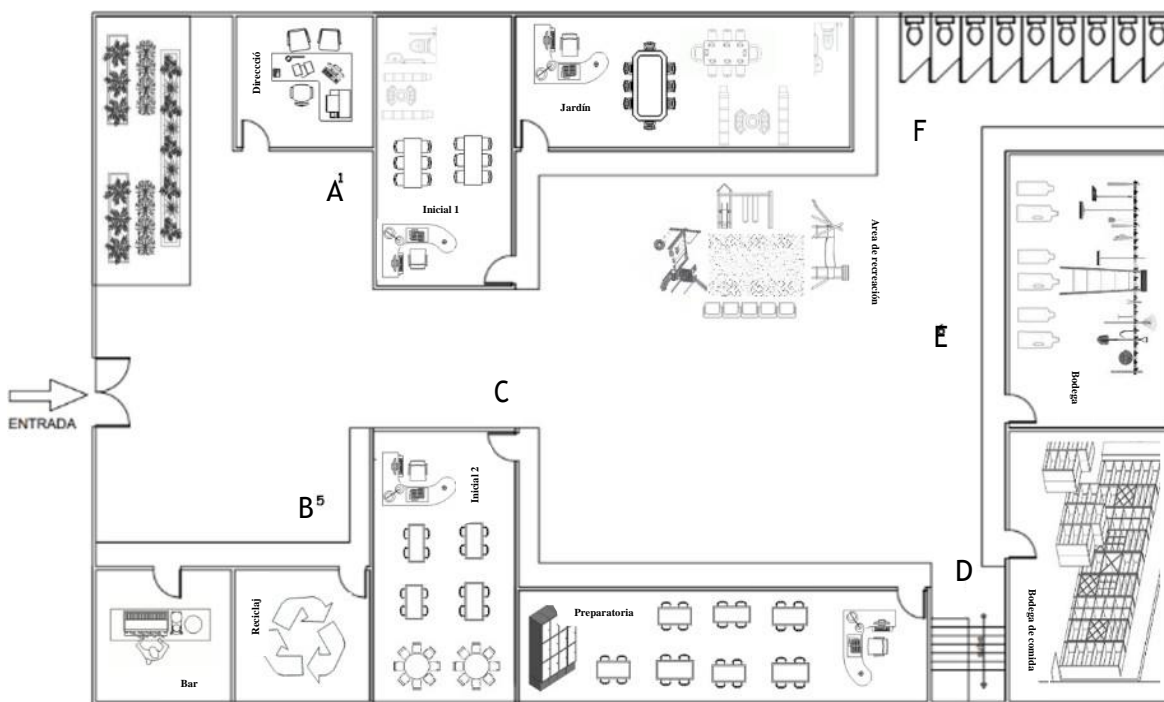


Figura 66. Nodos establecidos para prueba de sonido. Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.

Tabla 16. Resultados de pérdida de sonido.

Nodo	Nombre de nodo	Tipo	Transmisor-receptor	Distancia	Pérdida Existente
A	Dirección	Receptor	A-B	7.50m	No
B	Área de reciclaje	Transmisor	A-C	6.21m	No
C	Marco de puerta	Transmisor	A-D	28.31m	Leve
D	Escalera	Transmisor	A-E	26.38m	Leve
E	Baños	Transmisor	A-F	25.35m	Leve

Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette

### 4.3 Resultado de Hipótesis

Gracias al hardware y software mencionado anteriormente se logra implementar el sistema de monitoreo de acceso propuesto con éxito, este sistema ya puesto en funcionamiento como tal disminuiría los accidentes en estos sitios, ya que con las pruebas realizadas anteriormente por un lapso de tiempo se obtienen resultados positivos al momento de su implementación en un área específica del centro; y con estos resultados se determina que al implementar el prototipo proporciona una mayor seguridad de los niños en áreas específicas del centro de educación inicial.

#### 4.4 Costo general del prototipo realizado

**Tabla 17.** *Costo general.*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
Módulos Xbee S2C	2	42	84
Módulos Arduino uno	2	11	22
Shield Pro Xbee	2	8	16
Xbee Explorer USB	1	10	10
Sensor Piroeléctrico HC-SR501	2	2.50	4.50
Buzzer pasivo	1	2	2
Puentes	14	0.15	2.10
Baterías de 9V	2	4.50	9
Interruptores	2	0.75	1.50
<b>Total</b>			<b>\$ 151.10</b>

*Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette*

Como se puede observar el valor no es tan excesivo, a diferencia de la implementación con otros sistemas, que con observación simple en el mercado se podrá visualizar valores mayormente elevados comparado al propuesto, pero cabe recalcar se puede usar solo un Xbee Explorer para todos los Xbee como no puede ser utilizado, ya que se puede programar el Xbee mediante la conexión con el arduino, pero esta sería más compleja, también este valor varía dependiendo del lugar, y sobre todo de la cantidad de transmisores que requiera instalar el usuario final.

#### 4.5 Conclusiones

Se logra realizar el análisis de las diferentes tecnologías inalámbricas de área personal, las cuales son bluetooth, infrarrojo(IRDA), UWB y Zigbee junto a las características, beneficios, funcionalidad de cada una, entre otras. En la que Zigbee es la tecnología escogida para el tema propuesto, se debe a sus características como ahorro de energía, la transmisión de datos baja, ya que en este tipo de red no es necesaria una alta transmisión de paquetes, modo de operación sencillo, durabilidad en batería, económico en materiales, entre otras.

Se obtienen las necesidades que tienen los centros de educación inicial en cuanto a los monitoreos de acceso, entre estas necesidades se tiene que se debe implementar un sistema de monitoreo en las áreas específicas indicadas, debido a que existe un 63% de riesgos de accidentes en estas áreas, también es necesaria la seguridad de los niños, puesto que hay un

53% de involucrados que conocen sobre accidentes en estos sitios, estos resultados se obtuvieron empleando el método de campo con ayuda de encuestas efectuadas a padres de familia y miembros de la institución.

Se establecen las áreas donde se implementaría cada transmisor y el receptor en el diseño del sistema de monitoreo de acceso dentro del plano de un centro de educación inicial, y su vez se desarrolla la estructura de la red como tal, en este caso se utiliza la topología estrella.

Se desarrolla la correcta implementación del prototipo, esto se basa a las pruebas realizadas en el centro de educación inicial, ya que se logra determinar el tiempo de transmisión, la pérdida de sonido en cierta distancia, y de igual manera que no existe pérdida de comunicación a una distancia aproximada de 30m que es la máxima entre receptor-transmisor.

Gracias al hardware y software mencionado anteriormente se logra implementar el sistema de monitoreo de acceso propuesto, este sistema ya puesto en funcionamiento como tal disminuiría los accidentes en estos sitios, porque ayuda a monitorear el acceso de los niños en áreas específicas del centro de educación inicial.

#### **4.6 Recomendaciones**

Al momento de la conexión de cada elemento con los módulos, hay que verificar que los pines sean los correctos, ya que se puede ver afectado algún módulo en caso de no realizar esta verificación, causando un daño grave a la red.

Para el módulo Xbee del dispositivo final se tiene que verificar correctamente el tiempo de envío de la trama al módulo coordinador, puesto que al colocar el tiempo erróneo la transmisión puede no ser tan confiable, ya la trama puede variar significativamente.

Se sugiere que para la implementación del sistema como tal, se debe utilizar una más robusta, para tener un sonido elevado, ya que dentro de las instituciones el ruido que provocan los niños es mayor al de la alarma incorporada en el prototipo, y por ello muestra una leve pérdida.

En cuanto a los sensores, se pueden colocar sensores industriales lo cuales no presentarían algún inconveniente de interferencia. Pero cabe resaltar que al colocarlos el costo es elevado comparado al puesto en práctica, debido a que se utilizarían más elementos para su validez, este valor tiene un incremento alrededor de \$35, apartando los elementos adicionales.

**ANEXOS**

**Anexo 1****Artículos del Acuerdo Interministerial N° 0015 – 14 y del Reglamento General  
a la Ley Orgánica de Educación Intercultural**

Art. 3 Principios. - La atención de niñas y niños en los servicios de desarrollo integral para la primera infancia, se prestará bajo los siguientes principios:

b) Desarrollo infantil integral, protección y cuidado. - Los niños y niñas menores de 60 meses de edad tienen derecho al desarrollo infantil integral, que incluye el ejercicio de sus derechos al cuidado, protección, desarrollo integral y educación inicial; en el marco de una acción corresponsable entre el Estado, la familia y la sociedad;

Art. 44.- Atribuciones del Director o Rector. Son atribuciones del Rector o Director:

5. Fomentar y controlar el buen uso de la infraestructura física, mobiliario y equipamiento de la institución educativa por parte de los miembros de la comunidad educativa, y responsabilizarse por el mantenimiento y la conservación de estos bienes;

16. Ejecutar acciones para la seguridad de los estudiantes durante la jornada educativa que garanticen la protección de su integridad física y controlar su cumplimiento;

Art. 75. - Deberes del Consejo Estudiantil. Son deberes del Consejo Estudiantil los siguientes:

3. Colaborar con las autoridades de la institución educativa en actividades dirigidas a preservar la seguridad integral de los estudiantes;

Art. 309.- Asesor educativo. Los asesores educativos tienen como función principal orientar la gestión institucional hacia el cumplimiento de los estándares de calidad educativa definidos por el Nivel Central de la Autoridad Educativa Nacional.

1. Realizar visitas periódicas que permitan la asesoría constante a los establecimientos educativos de su jurisdicción;

5. Proponer, a la autoridad del establecimiento, estrategias o actividades de atención a problemáticas específicas de cada institución y monitorear su implementación, y de ser el caso, derivarlas a la Dirección Distrital; y,

6. Presentar informes periódicos de su gestión y los que le fueren solicitados por la autoridad competente

## Anexo 2

### Trama Api para recepción de datos

Trama API para recepción de datos I/O	Byte	Ejemplo	Descripción
	0	0x7E	Byte de inicio - indica el comienzo del paquete de datos (frame)
	1	0x00	
	2	0x14	
	3	0x92	Tipo de frame 0x92 indica que es un muestreo de las entradas del XBee
	4	0x00	Dirección de origen de 64-bit (número de serie)
	5	0x13	MSB es el byte 4, LSB es el byte 11
	6	0xA2	
	7	0x00	
	8	0x40	
	9	0x8B	
	10	0x78	
	11	0x4E	
	12	0xA4	Dirección de 16-bit de la red de origen
	13	0x02	
	14	0x01	Opciones de recepción: 01 = Packet acknowledged 02 = Broadcast packet
	15	0x01	Número de muestras. Siempre debe ser 1 dadas las limitaciones de XBee
	16	0x00	Máscara para el canal digital, indica que pines estan configurados como DIO
	17	0x30	
	18	0x01	Máscara para el canal análogo, indica cuales pines están configurados como ADC
	19	0x00	Lectura de los canales digitales. Estos dos bytes contienen los estados de
	20	0x20	los pines configurados como DIO

Información tomada de Academia.edu. Elaborado por el autor.



### Anexo 3

#### Materiales para el soporte del transmisor



*Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

#### Anexo 4

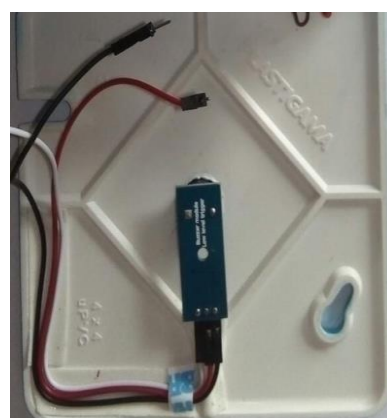
##### Elaboración del soporte del transmisor



*Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

## Anexo 5

### Materiales y elaboración del armazón para el receptor



*Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

## **Anexo 6**

### **Pruebas en un Centro de Educación Inicial**



*Información tomada del presente trabajo. Elaborado por Chaglia Mejia Lissette.*

## Bibliografía

Aprendiendo Arduino. (16 de Noviembre de 2016). Sitio Web *Aprendiendo Arduino*.

ZigBee/XBee: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/16/zigbeexbee/>

Aprendiendo Arduino. (11 de Noviembre de 2018). Sitio Web *Aprendiendo Arduino*.

Arduino en IoT: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/ide/>

Arduino.cl. (1 de Marzo de 2019). Página oficial *Arduino*. ¿QUE ES ARDUINO?:  
<http://arduino.cl/que-es-arduino/>

Castillo del Pezo, E. A. (31 de Enero de 2018). Repositorio de la *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Tesis Diseño de una etiqueta pasiva sin chip para aplicaciones RFID en UWB:  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9766/1/T-UCSG-POS-MTEL-91.pdf>.(pág. 4)

Editorial, El Tiempo. (3 de Octubre de 2017). Editorial *El Tiempo*. Educación Inicial:  
<https://www.eltiempo.com.ec/noticias/editorial/1/educacion-inicial>

Guia infantil. (24 de Enero de 2018). Sitio Web *Pesos y estatura del bebé, niño y niña*. La tabla de la OMS para niños y niñas:  
[https://www.guiainfantil.com/salud/embarazo/tabla\\_pesos.htm](https://www.guiainfantil.com/salud/embarazo/tabla_pesos.htm)

Jadiaz. (21 de Enero de 2016). Sitio Web *MiArduino*. PLACA ARDUINO UNO:  
<http://www.iescamp.es/miarduino/2016/01/21/placa-arduino-uno/>

Llerena Guerra, E. J. (9 de Noviembre de 2018). Repositorio de la *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*. Tesis Diseño de un Modelo de TI aplicando Cobit 5 para PYMES en Quito-Ecuador:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18327/1/T-UCE-0003-CAD-119.pdf>.(pág. 7)

Microsoft. (20 de Abril de 2018). Sitio Web *Soporte Técnico de Microsoft*. Estándares de protocolo definidos por proyecto IEEE 802 y FDDI:  
<https://support.microsoft.com/es-ec/help/103954/protocol-standards-defined-by-ieee-project-802-and-fddi>

Ministerio de Educación. (2016). Libro C5 del Ministerio de educación. *Sistema Integral de Gestión de Riesgos Escolares*. Libro 1: Política Integral de Seguridad Escolar SIGR-E : [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Libro1-Politica-Integral-de-Seguridad-Escolar\\_SIGR-E.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Libro1-Politica-Integral-de-Seguridad-Escolar_SIGR-E.pdf)(pág. 19)



- Ministerio de Educación. (2016). Libro C5 del Ministerio de educación. *Sistema Integral de Gestión de Riesgos Escolares*. Libro 2.1: Instructivo para elaborar el diagnóstico de Riesgos :
- [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Libro2.1-Instructivo-para-elaborar-el-Diagnostico\\_SIGR-E.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Libro2.1-Instructivo-para-elaborar-el-Diagnostico_SIGR-E.pdf).(pág. 40)
- Ministerio de Educación . (2015). Manual del Ministerio de educación de *Instrumentos curriculares para la implementación del Currículo*. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN INICIAL:
- <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Guia-Metodologica-para-la-Implementacion-del-Curriculo.pdf>.(pág. 18)
- Ministerio de Educación. (2013). Manual del Ministerio de educación de *Infraestructura* . Manual de mantenimiento recurrente y preventivo de los espacios educativos:
- [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/Manual\\_infraestructura.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/Manual_infraestructura.pdf).(pág. 21)
- Rohde & Schwarz. (1 de Junio de 2016). Sitio Web *Rohde & Schwarz*. Tecnología ZigBee:
- [https://www.rohde-schwarz.com/es/tecnologias/conectividad-inalambrica/zigbee/tecnologia-zigbee/tecnologia-zigbee\\_55724.html#](https://www.rohde-schwarz.com/es/tecnologias/conectividad-inalambrica/zigbee/tecnologia-zigbee/tecnologia-zigbee_55724.html#)
- Salazar Soles, J. (11 de Junio de 2016). Libro de *Redes Inalámbricas*. Praga: TechPedia European Virtual Learning Platform for Electrical and I. Engineering. REDES INALÁMBRICAS:
- [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01\\_R\\_ES.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf).(pag. 9)
- Serrato Mares , L. A., Villegas Téllez, R., & Torres Frausto, D. A. (2018). Revista Jóvenes de la Ciencia APLICACIÓN MOVIL PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA A EVENTOS APLICANDO TECNOLOGIA RFID. *Jóvenes en la Ciencia*, 4.
- <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2233/1732>
- Tecnoseguro. (9 de Abril de 2019). Sitio Web *El Portal Especializado en Seguridad Electrónica*. Qué es un detector de movimiento pasivo o PIR y cómo funcionan los sensores de movimiento: Sitio Web <https://www.tecnoseguro.com/faqs/alarma/que-es-un-detector-de-movimiento-pasivo-o-pir>
- ValorTop. (3 de Septiembre de 2016). Sitio Web *ValorTop*. ¿Qué es el Bluetooth y para qué sirve?: <http://www.valortop.com/blog/bluetooth>