

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA CAPTURAR  
INFORMACIÓN DE DERIVADORES DE CORRIENTES MARINAS CON  
VISUALIZACIÓN EN TIEMPO REAL Y ALMACENAMIENTO”**

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Licenciado en Redes y Sistemas Operativos**

Presentado por:

Leonel Enrique Crespo Nath  
Daniel Rodrigo Merino Avalos

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2019**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a mis padres, mi madre María de Lourdes Nath Nieto y mi padre Eloy Dionisio Crespo Monserrate, a quienes les debo todo la dedicación, paciencia y esfuerzo que han puesto en mi para poder cursar, desarrollar y terminar esta carrera en la mejor y más prestigiosa universidad de este país.

También quiero dedicar a este trabajo a mis tíos, hermanos y primos, quienes me han apoyado de tantas maneras al aconsejarme, corregirme en mis errores y elogiar mis éxitos.

A mis amigos. Con todos los que he compartido dentro y fuera de las aulas. Aquellos amigos del colegio, que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo.

También quisiera dedicarle este gran logro en mi vida a Guisela Espinoza, ya que tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían.

**Leonel Enrique Crespo Nath**

Esta tesis se la dedico a mis padres, Mariella Avalos y Vinicio Merino, quienes fueron mi motor principal para desempeñarme de manera correcta en el transcurso de mi vida universitaria, sin la motivación, la confianza y el constante apoyo de ellos, no hubiera logrado lo que hoy logré. Gracias papis. Esto fue por y para ustedes.

Se lo dedico a mi universidad, a mi ESPOL, y al referirme a ella, me refiero a cada persona que pasó por mi camino estudiantil, desde el más preparado y entusiasta de los Ingenieros; profesores que me enseñaron todo lo que más pudieron de sus conocimientos y experiencias académicas, hasta el más humilde y servicial de los Conserjes; personas que me recordaron que en la vida nunca debes olvidarte de tus raíces y de los tuyos, siempre poniendo tus valores como ser humano antes de todo. Esto es para cada uno de ustedes ESPOL.

**Daniel Rodrigo Merino Avalos**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por la bendición más grande que es tener a mi familia y compañeros que se dan durante los años de estudio del colegio y universidad.

Deseo agradecer enormemente a mis padres, mi apoyo total, quien a lo largo de mi vida me ha brindado cariño, ternura, motivación, gracias a esto es que debo mi culminación de mi carrera.

A mis profesores, el Ing. Rayner Durango, quien me ha brindado todo su apoyo y consejos en el momento que he solicitado su ayuda y al Ing. Robert Andrade por ser un perseverante maestro al invertir su tiempo en guiar a todos nosotros para poder dar lo mejor de nosotros y poder realizar este proyecto de manera correcta.

No puedo dejar de agradecerle especialmente a mi tío José Luis, quién me ha ayudado en toda mi etapa estudiantil y en mi etapa profesional.

Finalmente, a la universidad Escuela Superior Politécnica del Litoral, por haberme brindado las oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

**Leonel Enrique Crespo Nath**

Agradezco primeramente a Dios, quien me dio unos padres maravillosos y me dio la salud, quien me dio todo.

Les agradezco de todo corazón a mis padres, Mariella Avalos y Vinicio Merino, quienes fueron mi motor principal para desempeñarme de manera correcta en el transcurso de mi vida universitaria, sin la motivación, la confianza y el constante apoyo de ellos, no hubiera logrado lo que hoy logré. Gracias papis.

Agradezco a mi universidad, a mi ESPOL, y al referirme a ella, me refiero a cada persona que pasó por mi camino estudiantil, desde el más preparado y entusiasta de los Ingenieros; profesores que me enseñaron todo lo que más pudieron de sus conocimientos y experiencias académicas, hasta el más humilde y servicial de los Conserjes; personas que me recordaron que en la vida nunca debes olvidarte de tus raíces y de los tuyos, siempre poniendo tus valores como ser humano antes de todo. Muchas gracias a cada uno de ustedes ESPOL.

Finalmente agradezco a mi compañero de tesis, Leonel Crespo, quien ha sabido sobrellevar el arduo trabajo, así ambos logramos crear un trabajo del que nos sentimos orgullosos y sabemos que servirá bastante para el desarrollo académico, investigativo y productivo de venideras generaciones.

**Daniel Rodrigo Merino Avalos**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Leonel Enrique Crespo Nath* y *Daniel Rodrigo Merino Avalos* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Leonel Enrique Crespo  
Nath

Daniel Rodrigo Merino  
Avalos

## **EVALUADORES**

.....  
**Ing. Andrade Troya Robert**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Ing. Espinal Santana Albert**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En el presente documento se mostrará el diseño de un sistema de captura de información automática, para llevar un mejor control en el proceso del registro de los datos de geolocalización de los derivadores de las corrientes marinas. Como parte de la problemática se muestran varios factores que ocurren en el INOCAR, en cuanto a la forma de los registros de los datos, los cuales se los realiza de manera manual, debido a esto la información obtenida suele ser registrada de manera incorrecta.

De acuerdo a lo suscitado en el INOCAR hemos planteado el diseño de un sistema automatizado para capturar información de derivadores de corrientes marinas con visualización en tiempo real y almacenamiento, basado en herramientas de consultas y mantenimientos de cada una de las entidades, como usuario, derivador y eventos, también se registra datos de geolocalización obtenida por el dispositivo derivador, se podría visualizar mediante una aplicación de escritorio en tiempo real la ubicación del dispositivo derivador y los registros almacenados en la base de datos. Esta aplicación trabaja en conjunto a un dispositivo controlado por una placa Raspberry Pi 3B+ con tecnología inalámbrica ZigBee, que estará instalado en el derivador de corrientes marinas (propiedad del INOCAR), integrando un sensor GPS que ayudará a obtener la geolocalización. ZigBee trabaja bajo el estándar IEEE 802.15.4, esta tecnología es apropiada para nuestra solución debido su baja tasa de datos y bajo consumo de energía.

Los dispositivos utilizados en nuestra solución son de bajo costo adquisitivo y de mantenimiento simple, de esta manera se le otorga al Instituto una solución de bajo costo.

La implementación del presente proyecto tendrá una duración de 79 días y para realizarlo se deberá contar con una inversión de \$7.811,00.

**Palabras Clave:** derivador, corrientes, marinas, Raspberry Pi, ZigBee.

## **ABSTRACT**

*This document will show the design of an automatic information capture system, to keep a better control in the process of registering the geolocation data of the derivators of the marine currents. As part of the problem, several factors that occur in the INOCAR are shown, in terms of the form of the data records, which are done manually, due to this the information obtained is usually recorded incorrectly.*

*In accordance with the provisions of INOCAR, we have proposed the design of an automated system to capture information from marine current shunts with real-time visualization and storage, based on consultation and maintenance tools of each of the entities, as a user, shunt and events, geolocation data obtained by the derivative device is also recorded, the location of the derivative device and the records stored in the database could be visualized using a real-time desktop application. This application works in conjunction with a device controlled by a Raspberry Pi 3B + board with ZigBee wireless technology, which will be installed in the marine current shunt (property of INOCAR), integrating a GPS sensor that will help obtain geolocation. ZigBee works under the IEEE 802.15.4 standard, this technology is appropriate for our solution due to its low data rate and low power consumption.*

*The devices used in our solution are of low purchasing cost and simple maintenance, in this way the Institute is granted a low cost solution.*

*The implementation of this project will have a duration of 79 days and to do so you must have an investment of \$ 7.811,00.*

*Keywords: bypass, currents, marine, Raspberry Pi, ZigBee.*

# ÍNDICE GENERAL

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| EVALUADORES .....                  | 7   |
| RESUMEN .....                      | I   |
| ABSTRACT .....                     | II  |
| ÍNDICE GENERAL .....               | III |
| ABREVIATURAS .....                 | V   |
| SIMBOLOGÍA .....                   | VI  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....            | VII |
| ÍNDICE DE TABLAS .....             | IX  |
| CAPÍTULO 1 .....                   | 9   |
| 1. Introducción .....              | 9   |
| 1.1 Descripción del problema ..... | 9   |
| 1.2 Objetivos .....                | 10  |
| 1.2.1 Objetivo General .....       | 10  |
| 1.2.2 Objetivos Específicos .....  | 10  |
| 1.3 Marco teórico .....            | 10  |
| CAPÍTULO 2 .....                   | 14  |
| 2.1 Metodología .....              | 14  |
| 2.1.1 Empatizar .....              | 14  |
| 2.1.2 Definir .....                | 15  |
| 2.1.3 Idear .....                  | 17  |
| 2.1.4 Prototipar .....             | 21  |
| 2.1.5 Testear .....                | 22  |
| 2.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN .....    | 24  |

|                    |                                                                                                          |    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1              | Sistema para la captura automática de la información (Aplicación del derivador) .....                    | 26 |
| 2.2.1.1            | Componentes físicos del Sistema.....                                                                     | 27 |
| 2.2.1.2            | Componentes lógicos del sistema .....                                                                    | 32 |
| 2.2.2              | Sistema para comunicación inalámbrica .....                                                              | 35 |
| 2.2.3              | Sistema de monitoreo e Infraestructura para la aplicación Derivador GPS (Aplicación de Escritorio) ..... | 40 |
| 2.2.3.1            | Componentes físicos del Sistema.....                                                                     | 41 |
| 2.2.3.2            | Componentes lógicos del sistema .....                                                                    | 43 |
| CAPÍTULO 3.....    |                                                                                                          | 55 |
| 3.                 | PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO .....                                                               | 55 |
| 3.1                | Plan de Implementación .....                                                                             | 55 |
| 3.2                | Presupuesto.....                                                                                         | 56 |
| CAPÍTULO 4.....    |                                                                                                          | 57 |
| 4.                 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                                                                     | 57 |
|                    | Conclusiones .....                                                                                       | 57 |
|                    | Recomendaciones .....                                                                                    | 57 |
| BIBLIOGRAFÍA ..... |                                                                                                          | 59 |
| APÉNDICES .....    |                                                                                                          | 63 |

## ABREVIATURAS

|        |                                                    |
|--------|----------------------------------------------------|
| BD     | Base de Datos.                                     |
| ESPOL  | Escuela Superior Politécnica del Litoral.          |
| FODA   | Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.  |
| FFD    | Full Function Device.                              |
| GPS    | Global Position System.                            |
| GSM    | Global System for Mobile communications.           |
| HP     | Hewlett-Packard.                                   |
| IEEE   | Institute of Electrical and Electronics Engineers. |
| INOCAR | Instituto Oceanográfico de la Armada.              |
| IMU    | Inertial Measurement Unit.                         |
| IP     | Internet Protocol.                                 |
| MAC    | Media Access Control.                              |
| MySQL  | My Structured Query Language.                      |
| POV    | Point of view.                                     |
| RFD    | Reduced Function Device.                           |
| USB    | Universal Serial Bus.                              |
| Wi-Fi  | Wireless Fidelity.                                 |
| ZC     | ZigBee Coordinator.                                |
| ZED    | ZigBee End Device.                                 |
| ZR     | ZigBee Router.                                     |
| Rx     | Recepción.                                         |
| Tx     | Transmisión.                                       |

## SIMBOLOGÍA

|               |                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|
| °C            | Grados Centígrados.                                                   |
| IEEE 802.15.4 | Estándar de red inalámbrica con la cual trabaja la tecnología ZigBee. |
| b             | bit.                                                                  |
| B             | Byte.                                                                 |
| dBm           | Decibels relative to one milliwatt.                                   |
| g             | Gramo.                                                                |
| GB            | Gigabyte.                                                             |
| GHz           | Gigahercio.                                                           |
| h             | hora.                                                                 |
| Hz            | Hercio.                                                               |
| Kbps          | Kilobit por segundo.                                                  |
| Kg            | Kilogramo.                                                            |
| Km            | Kilómetro.                                                            |
| m             | Metro.                                                                |
| mA            | Miliamperios                                                          |
| mAh           | Miliamperios/Hora.                                                    |
| Mbps          | Megabit por segundo.                                                  |
| MHz           | Megahercio.                                                           |
| mi            | Milla.                                                                |
| mm            | Milímetro.                                                            |
| V             | Voltaje.                                                              |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1.3 Ideas recopiladas con la herramienta Lluvia de Ideas.....                              | 18 |
| Figura 2.1.4 Guión Gráfico del funcionamiento del prototipo.....                                    | 22 |
| Figura 2.2.1 Diseño de la Solución.....                                                             | 24 |
| Figura 2.2.2 Componentes físicos para el Sistema del Derivador.....                                 | 27 |
| Figura 2.2.3 Caja plástica para Dispositivos del Derivador.....                                     | 28 |
| Figura 2.2.4 Caja plástica amarrada al derivador.....                                               | 28 |
| Figura 2.2.5 Placa Raspberry Pi 3B+.....                                                            | 29 |
| Figura 2.2.6 Módulo usb-port-gps. ....                                                              | 30 |
| Figura 2.2.7 Módulo XBee PRO S3B.....                                                               | 31 |
| Figura 2.2.8 Batería externa Anker PowerCore.....                                                   | 31 |
| Figura 2.2.9 Método Main Aplicación gps_serial.....                                                 | 32 |
| Figura 2.2.10 Ejecución del script gps_serial.java en la Terminal Linux.....                        | 33 |
| Figura 2.2.11 Método para la conexión a la base de datos de la Aplicación Derivador.<br>.....       | 33 |
| Figura 2.2.12 Script readserial.py para capturar la trama \$GPRMC.....                              | 34 |
| Figura 2.2.13 ZigBee IEEE 802.15.4.....                                                             | 35 |
| Figura 2.2.14 Elementos de una red ZigBee.....                                                      | 36 |
| Figura 2.2.15 Conexión Raspberry-XBee.....                                                          | 37 |
| Figura 2.2.16 Adaptador USB Módulo XBee.....                                                        | 38 |
| Figura 2.2.17 Esquema de colocación de módulos Xbee en Altamar.....                                 | 39 |
| Figura 2.2.18 Diagrama de conexión de los componentes de red de la Aplicación<br>Derivador GPS..... | 41 |
| Figura 2.2.19 Rack StarTech.com.....                                                                | 42 |
| Figura 2.2.20 Switch Tp-link. ....                                                                  | 42 |
| Figura 2.2.21 Servidor HPE ProLiant.....                                                            | 43 |
| Figura 2.2.22 XAMPP Server MySQL.....                                                               | 44 |
| Figura 2.2.23 Tabla Ubicación.....                                                                  | 44 |
| Figura 2.2.24 Tablas de la Base de Datos.....                                                       | 46 |
| Figura 2.2.25 Método ConexiónBD Aplicación Escritorio.....                                          | 47 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.2.26 Sistema de autenticación para iniciar sesión en la aplicación..... | 48 |
| Figura 2.2.26 Pantalla principal de la aplicación.....                           | 48 |
| Figura 2.2.27 Información de la cuenta de usuario.....                           | 49 |
| Figura 2.2.28 Formulario para el Mantenimiento de Derivadores.....               | 50 |
| Figura 2.2.29 Formulario para ingreso de nuevos derivadores.....                 | 50 |
| Figura 2.2.30 Formulario para el Mantenimiento de Usuarios.....                  | 51 |
| Figura 2.2.32 Visualización de ubicación actual del derivador.....               | 52 |
| Figura 2.2.33 Visualización de ubicación del derivador en Google Maps.....       | 52 |
| Figura 2.2.34 Notificación de alerta.....                                        | 52 |
| Figura 2.2.35 Consulta de las ubicaciones registradas de los derivadores.....    | 53 |
| Figura 2.2.36 Consulta de los eventos registrados de los derivadores.....        | 53 |
| Figura 2.2.37 Información del proyecto integrador.....                           | 54 |
| Figura 3.1.1 Tareas del plan de implementación parte 1.....                      | 51 |
| Figura 3.1.2 Tareas del plan de implementación parte 2.....                      | 52 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 2.1.2 Herramienta Punto de Vista del Usuario Jorge Nath..... | 16 |
| Tabla 2.1.3 Matriz de Decisión de las posibles soluciones.....     | 20 |
| Tabla 2.2.1 Trama \$GPRMC.....                                     | 30 |
| Tabla 2.2.2 Parámetros de configuración en Módulos XBee.....       | 38 |
| Tabla 3.2 Tabla de costos del proyecto.....                        | 56 |

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) realiza constantemente estudios de las ciencias del mar que permitan la comprensión de los procesos oceanográficos marino-costeros y ambientales, a fin de contribuir a las operaciones navales, al desarrollo de la caracterización hidro-oceanográfica de los espacios marítimos jurisdiccionales y no jurisdiccionales de interés nacional, al servicio de la seguridad a la navegación, a la salvaguarda de la vida en el mar y a la protección del medio marino.

Actualmente el INOCAR en la base de Manta realiza varias investigaciones, entre ellas el estudio de las corrientes marinas, esto se lo hace con un dispositivo Derivador de corriente casero y un recipiente hermético que contiene un Sistema de Posicionamiento Global (Global Position System, GPS) marca Garmin.

### 1.1 Descripción del problema

El Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, el cual se encarga de proporcionar seguridad a la navegación y efectuar constantemente investigaciones en el océano, presenta dificultades en el proceso de recolección de información en las investigaciones que se realizan en la base Manta con Derivadores de corrientes marinas, debido a que se hace un proceso de recolección manual, sin mantener registros de seguridad o respaldos, consumiendo mayor cantidad de recursos y tiempo del personal. Esto causa que los estudios en el océano sean inexactos por la falta o pérdida de información.

El INOCAR realiza las investigaciones con un máximo de 4 derivadores en la superficie marina, los cuales son colocados a una distancia no mayor a 1 milla (mi) de las costas de Manta, donde capturan la información de los derivadores de manera manual y en sitio por el responsable de la embarcación del INOCAR en altamar, esta información luego de ser capturada es procesada y digitalizada para poder realizar estudios del comportamiento del mar. Los

derivadores son separados entre sí a una distancia no mayor a 200 metros (m).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema automatizado para capturar información de Derivadores de corrientes marinas con almacenamiento y visualización en tiempo real utilizando comunicación inalámbrica; optimizando el tiempo del personal encargado de recolectar y procesar la información.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar un sistema para que la información capturada por los Derivadores llegue de forma instantánea hasta el departamento del INOCAR.
- Monitorear en tiempo real el comportamiento de las corrientes marinas y la ubicación de los Derivadores de corrientes.
- Reemplazar la recopilación manual de la información por una recopilación automatizada, para garantizar la integridad de la información.
- Notificar al usuario mediante alertas cuando el Derivador se encuentre fuera del rango en el que se lo requiere para realizar las capturas.
- Permitir al usuario consultar el historial de la información registrada.
- Reducir el uso de recursos, ya sean financieros o humanos, que se emplean en el proceso de recopilación de información en el mar.

## **1.3 Marco teórico**

Se encontraron proyectos que emplean comunicación inalámbrica por radiofrecuencia y proyectos con soluciones de Sistemas de Posicionamientos Globales (GPS) con placas de Raspberry. Estos proyectos poseen información útil que nos ayude en el diseño de nuestra solución y nos da la pauta de que errores son los que no debemos repetir.

Entre ellos están:

**Red Inalámbrica de Sensores Inteligentes con Nodos Robotizados para la Supervisión del Ecosistema y Contaminación del Agua en Lagos y Lagunas [1].**

Como indica el nombre en este proyecto se aplicó una red inalámbrica de sensores para la supervisión en línea del ecosistema y la contaminación del agua presente en lagos y lagunas utilizando tarjetas de desarrollo, el mismo es un sistema hecho por tres módulos, parametrizable, de bajo costo, de fácil instalación y manejo. Estos módulos se comunican por radiofrecuencia hasta 10 Kilómetros (Km) con una alimentación de 5 Voltios (V), Wi-Fi y GSM.

Como solución de nuestro proyecto para mejorar el proceso para la captura de información obtenida con los Derivadores de corrientes marinas utilizaremos una red inalámbrica de sensores, asemejándonos a la solución del otro proyecto antes mencionado, así lograr corregir los errores que se presentan al momento de digitalizar manualmente la información recopilada y lograr que los comportamientos de estas corrientes marinas sean visualizados por el cliente en tiempo real.

En el proyecto “Red Inalámbrica de Sensores Inteligentes con Nodos Robotizados para la Supervisión del Ecosistema y Contaminación del Agua en Lagos y Lagunas” se pudo verificar que sus módulos tenían poco tiempo de función esto se debió a que estos se quedaban sin energía y se descargaban muy pronto mientras se hacían las supervisiones. Entonces nosotros tomaremos esto en cuenta y a nuestros Derivadores de corrientes marinas equiparemos con un cargador solar el cual mantendrá nuestro sistema funcionando las 24 horas del día.

### **Desarrollo de un GPS Inercial con Raspberry Pi [2].**

En este proyecto se realizó un estudio de los componentes que son necesarios para la implementación de un GPS inercial de bajo costo. La solución está compuesta de un módulo GPS, una unidad de medición inercial (IMU) y una Raspberry Pi.

La solución de este proyecto profundiza en todo lo que consiste un sistema de medición inercial, este sistema está compuesto por un conjunto de sensores empleados para obtener la aceleración en cada uno de los 3 ejes de movimiento. Estos sensores se encuentran incorporados dentro de la IMU, la cual contiene un acelerómetro de 3 ejes, un giroscopio y una brújula de 3 ejes. Gracias a esto nos será posible la obtención de orientación, aceleración, giros e incluso con valores de referencia iniciales la velocidad, altitud e incluso ubicación. Dichos valores de referencia serían la ubicación, altitud y Velocidad proporcionadas por un GPS.

Dada la revisión de este proyecto, se logró determinar varias técnicas y dispositivos, que podemos hacer uso para poder lograr el diseño de nuestra solución, como la unidad de medición inercial que nos permitiría que nuestro derivador pueda recopilar información de velocidad y ubicación.

### **Diseño de Implementación de un Sistema Electrónico para el Control, Seguridad y Rastreo Vehicular utilizando un Ordenador de Placa Reducida Raspberry [3].**

Este proyecto consiste en la realización de un sistema inteligente de ubicación en tiempo real y de control (bloqueo y activación del sistema de fluido eléctrico) utilizando dispositivos electrónicos programables como en el caso del Raspberry Pi y módulos de rastreo, visualización, activación y desactivación. Este sistema inteligente utiliza un módulo de detección GPS.

Se verificó que se tuvo problemas de inestabilidad en la comunicación GSM que ellos establecieron entre el dispositivo y el servidor, por lo cual

utilizaremos comunicación por radiofrecuencia, ya que en el mar no es garantizada la cobertura móvil.

Luego de la revisión de esta solución, pudimos definir el tipo de comunicación que usaremos entre el dispositivo y el servidor, como también tener opciones de que equipos usar para poder diseñar el dispositivo derivador que pueda cubrir las necesidades de nuestro cliente.

# CAPÍTULO 2

## 2.1 Metodología

Se considera que es adecuada la utilización de la metodología Design Thinking en el presente proyecto debido a que sus herramientas nos brindan las siguientes ventajas que hemos definido:

- Nos permitirá analizar muy bien al usuario al que va dirigido el proyecto mediante técnicas de investigación de mercados y análisis del usuario
- Conoceremos que es lo que nuestro cliente desea y cumpliremos con sus requerimientos.
- Nos permite potenciar la capacidad creativa que permita el aporte de ideas innovadoras a los problemas o necesidades del usuario.
- Los proyectos previamente son testeados por el usuario para poder obtener su feedback, saber lo que él piensa, lo que él dice y lo que él hace, por lo que las posibilidades de éxito serán mayores. Debido a esta se convierte en una herramienta muy eficaz en la toma de decisiones.
- Esta metodología nos ayuda a solucionar una gran variedad de situaciones o problemas a los cuales hay que dar respuestas inmediatas, necesidades que se deben cubrir y deseos que hay que satisfacer.

### 2.1.1 Empatizar

Se realizó una investigación de escritorio para poder conocer con anticipación datos del INOCAR como, por ejemplo:

- ¿Dónde se encuentran ubicado el INOCAR?
- ¿Qué tipo de actividades se realiza en el INOCAR?
- ¿Cuál es su misión y visión?

Luego de la investigación de escritorio se procedió a realizar entrevistas a personas del instituto que realizan investigaciones y participan en la

logística, las preguntas de las entrevistas y la investigación de escritorio se las puede encontrar en el Apéndice A1. Después de estas entrevistas realizadas a las personas mencionadas, se pudo obtener problemáticas como, por ejemplo:

- Falta de cobertura de red Wi-Fi en varios sectores del Instituto.
- Falta de control y políticas de seguridad en red LAN.
- Recopilación manual de información obtenidas por dispositivos dedicados a la investigación.
- La atención de soporte a usuario en el Instituto es deficiente.
- No mantienen etiquetado correcto en las instalaciones de cableado estructurado.
- Los generadores de energía del Instituto se encuentran en mal estado.

Teniendo en cuenta estas problemáticas se utilizó la herramienta P.O.V (Punto de vista) la cual nos permite analizar las necesidades y preocupaciones de cada persona por departamento o actividad que realiza en el instituto, de esta manera se logró llegar a la conclusión con el personal de investigaciones que la problemática más relevante era la de automatizar la recolección de datos en sus derivadores de corrientes marinas.

### **2.1.2 Definir**

Teniendo en cuenta la problemática definida, se procedió a realizar un análisis más profundo del problema centrado en el departamento de Oceanografía Física y Procesos Costeros. Actualmente recolectan información de manera manual en unos dispositivos para medir el comportamiento de las corrientes marinas, con esto se definieron causas y efectos para lograr un mayor entendimiento del problema.

### Causas

- Recolección manual de la información.
- Información fuera de línea.
- Seguimiento del dispositivo por personal a cargo de embarcación.

### Efectos

- Estudios inexactos debido a la información recopilada de forma errónea o por falta de esta.
- No contar con información en línea para realizar estudios.
- Uso excesivo de recursos humanos y financieros, al momento de realizar seguimiento al dispositivo.

Con el análisis más profundo del problema se utilizó nuevamente la herramienta de punto de vista, en esta ocasión se centró la herramienta en el Oceanógrafo Jorge Nath Nieto quien es la persona encargada de las investigaciones del departamento de Oceanografía Física y Procesos Costeros, este punto de vista se lo puede apreciar en la Tabla 2.1.2.

**Tabla 2.1.2 Herramienta Punto de Vista del Usuario Jorge Nath.**

| USUARIO                                                                                                                    | NECESIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | PERSPECTIVAS                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oceanógrafo Jorge Nath Nieto encargado de las investigaciones del departamento de Oceanografía Física y Procesos Costeros. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Recibir de manera instantánea la información capturada.</li><li>• Evitar errores al momento de procesar la información.</li><li>• Optimizar el tiempo de trabajo del personal.</li><li>• Evitar que los Derivadores sean sustraídos.</li><li>• Llevar un registro de la información.</li></ul> | Disminuir la carga operativa de su personal al realizar la recolección de información de manera manual, como también evitar estudios inexactos por falta o pérdida de información. |

### **2.1.3 Idear**

Para esta fase se utilizó la herramienta Lluvia de Ideas (Brainstorm), esta herramienta nos permitió concebir una gran cantidad de ideas las cuales nos brindaron muchas alternativas de donde elegir para analizar y estudiar las posibles soluciones a la problemática definida.

En la figura 2.1.3 se muestran las posibles soluciones planteadas que se generaron al usar la herramienta denominada “Lluvia de Ideas”.



**Figura 2.1.3 Ideas recopiladas con la herramienta Lluvia de Ideas.**

Adicional a la Lluvia de Ideas se utilizaron también las herramientas Matriz de Decisión y FODA (Debilidades, Fortalezas, Amenazas y Oportunidades) las cuales nos permitieron evaluar las posibles soluciones que más se ajustan a las necesidades de nuestro cliente (La herramienta FODA se la puede encontrar en el Apéndice A2).

Teniendo en cuenta la situación de la empresa entre las necesidades de nuestro cliente destacaron:

- Recibir de manera instantánea la información capturada.
- Evitar errores al momento de procesar la información.
- Optimizar el tiempo de trabajo del personal.
- Evitar que los Derivadores sean sustraídos.
- Llevar un registro de la información.

Luego de un par de entrevistas el cliente destacó también el aplicar una solución de bajo presupuesto, ya que, al ser una institución del estado, el departamento no dispone de un presupuesto elevado para solventar sus necesidades. Entonces teniendo en cuenta todos estos puntos realizamos la siguiente Matriz de Decisión que se muestra a continuación en la Tabla 2.1.3 con las posibles soluciones.

**Tabla 2.1.3 Matriz de Decisión de las posibles soluciones.**

| Necesidades                                            | Posibles Soluciones          |                                      |                                              |                 |                                            |                                                        |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                        | Utilizar una placa Raspberry | Implementar un servidor Windows 2012 | Trabajar con comunicación inalámbrica radial | Utilizar un GPS | Guardar los registros en una base de datos | Notificar cuando se traspasen los límites de distancia |
| Recibir de manera instantánea la información capturada | ✓                            | X                                    | ✓                                            | X               | X                                          | X                                                      |
| Evitar errores al momento de procesar la información   | X                            | X                                    | ✓                                            | X               | ✓                                          | X                                                      |
| Optimizar el tiempo de trabajo del personal            | ✓                            | ✓                                    | ✓                                            | X               | ✓                                          | X                                                      |
| Evitar que los derivadores sean sustraídos.            | ✓                            | X                                    | X                                            | ✓               | X                                          | ✓                                                      |
| Llevar un registro de la información                   | X                            | ✓                                    | X                                            | X               | ✓                                          | X                                                      |
| Total                                                  | 3                            | 2                                    | 3                                            | 1               | 3                                          | 1                                                      |

|           |   |
|-----------|---|
| Aplica    | ✓ |
| No aplica | X |

Luego de realizar la Matriz de Decisión, se pudo determinar que para nuestra solución se debería de contar con los siguientes componentes:

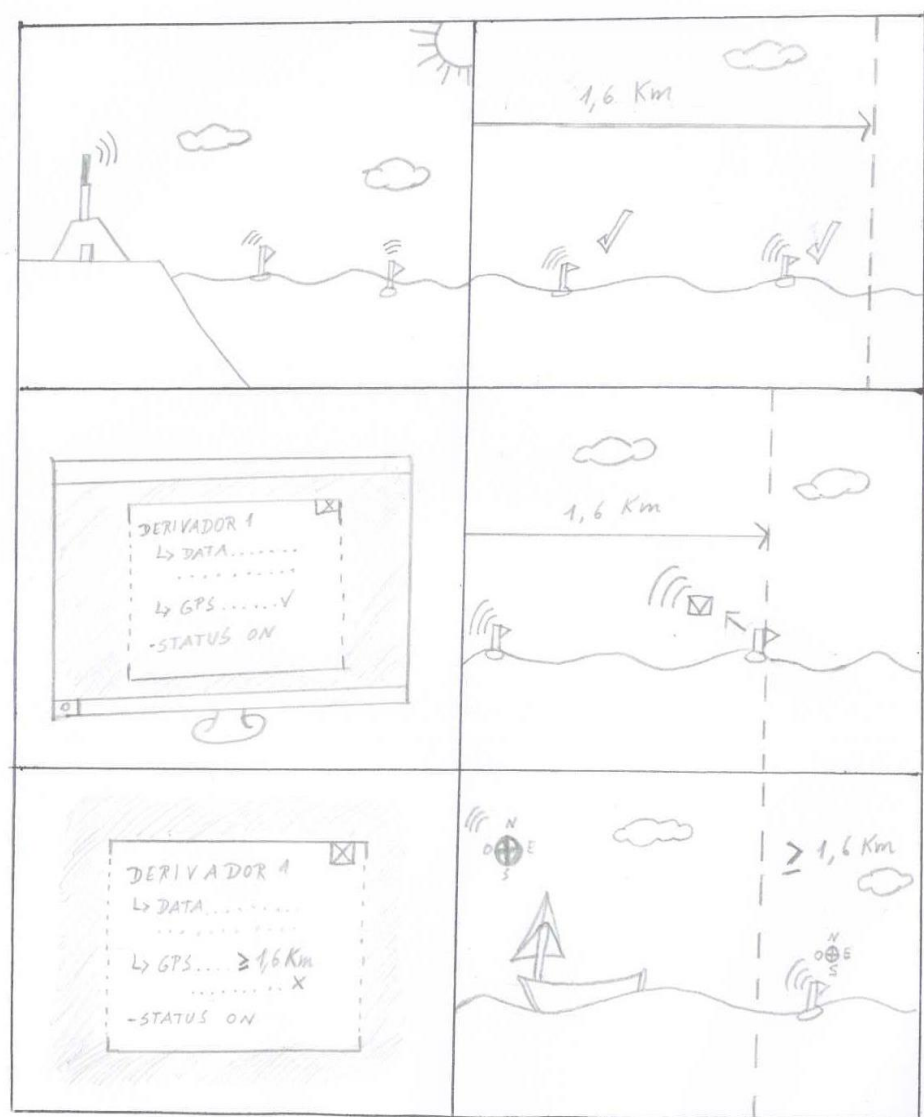
- Utilizar una placa Raspberry.
- Implementar un servidor Windows 2012.
- Trabajar con comunicación inalámbrica radial.
- Utilizar un GPS.
- Guardar los registros en una base de datos.
- Notificar cuando se traspasen los límites de distancia.

#### **2.1.4 Prototipar**

En esta fase se usó la herramienta Guión Gráfico (Storyboard), así logramos realizar un conjunto de ilustraciones en secuencia, el cual sirve como guía para entender el posible funcionamiento de los derivadores de corrientes marinas.

A continuación, se detallará nuestro prototipo con la ayuda de la Figura 2.1.4:

- La comunicación se la realizará mediante radiofrecuencia, utilizando una Radio y una Antena Omnidireccional que trabajan en la banda de 2.4GHz, la cual estará ubicada en una torre que se encuentra en las instalaciones de la base de Manta y los derivadores se comunicarán a través de una antena que trabaja en la banda de 2.4GHz, la cual irá conectada a una Raspberry Pi3 B+.
- Las investigaciones se la realizan en altamar a máximo a 1.6km de la costa, por lo cual se considera que la cobertura de la comunicación cubra un 1km adicional, con el fin de que no se pierda comunicación con el derivador, pueda ser ubicado y recogido por el personal en campo.
- Los datos obtenidos por la Raspberry Pi3 B+, el cual contiene un módulo GPS que captura la posición geográfica y tiempo del derivador serán enviados a través del enlace por radiofrecuencia establecido y serán almacenados en una base de datos.
- En el caso de que el derivador llegue a sobrepasar el límite establecido para las investigaciones, se emitirá un mensaje de alerta en la laptop del INOCAR, con el fin de que tomen las precauciones necesarias y logren recuperar el derivador antes de que se pierda comunicación.
- Se desarrollará un aplicativo para que el cliente pueda visualizar en tiempo real la ubicación del derivador y los datos almacenados en la base de datos.



**Figura 2.1.4 Guión Gráfico del funcionamiento del prototipo.**

### 2.1.5 Testear

En esta fase se realizó el testeo de nuestro prototipo (véase en la Figura 2.1.4) en conjunto con el cliente, en el cual se pudo identificar lo siguiente:

- Se logró identificar que la banda de 2.4GHz mantiene las siguientes desventajas:
  - ❖ Dispone de solo tres canales no sobre puestos, por lo cual el solapamiento de los canales es muy probable

- ❖ Es una banda muy congestionada, ya que existe mucha interferencia que proviene desde teléfonos inalámbricos, routers de proveedores de servicios de internet que brindan conexión Wi-Fi, WISPs (proveedores de servicio de Internet mediante enlaces por radiofrecuencia), enlaces microondas, etc.
- ❖ Requiere de línea de vista abierta para establecer una buena comunicación
- Debido a las desventajas que se logró identificar en los enlaces de Radiofrecuencias con banda de 2.4GHz, se planteó utilizar la banda de 900MHz para poder mantener comunicación sin inconvenientes en el enlace de radiofrecuencia.
- Se identificó también que se requería establecer relación de uno a muchos en las tablas de Ubicación y Dispositivo, ya que un Dispositivo puede tener muchas ubicaciones que requieren ser registradas.

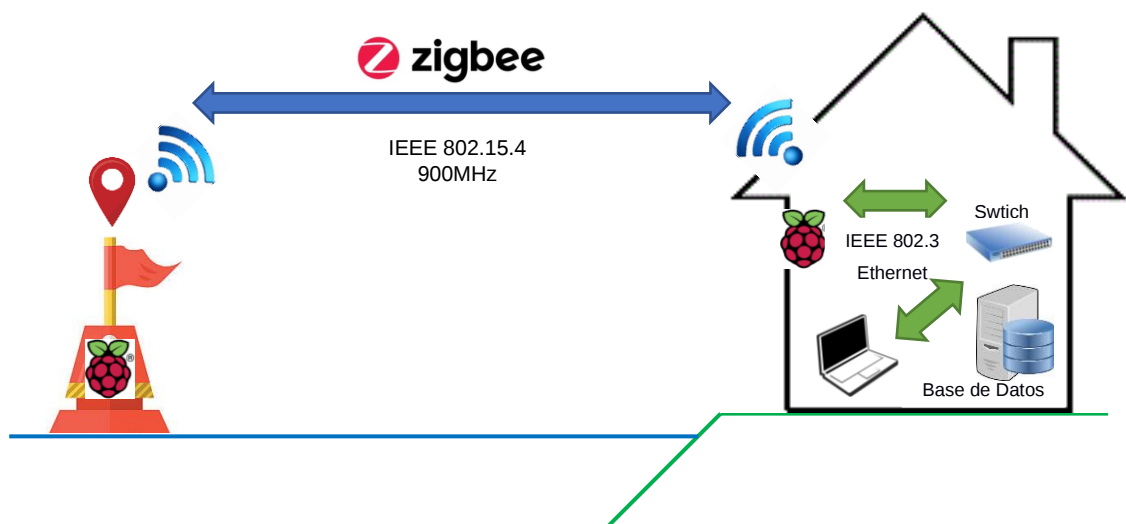
En la siguiente etapa se detallará el Diseño de una Solución corregida luego de realizar el Testeo del prototipo propuesto, este Diseño se revisará en el Capítulo 2.2.

## 2.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Como solución a la problemática se procedió a realizar el diseño de un sistema automatizado para capturar la información de los derivadores de corrientes marinas, con la finalidad de que nuestro cliente reciba de forma instantánea en su departamento, los datos que este derivador recolecta, así el cliente podrá mantener un control y monitoreo en tiempo real del comportamiento de las corrientes marinas y podrá usar esta información para estudios e investigaciones, ya que quedará almacenada en una base de datos.

Para que el usuario pueda realizar las consultas necesarias sobre la información obtenida a través de la Placa Raspberry, se diseñaron 3 sistemas:

- Sistema de aplicación de escritorio Derivador GPS. (Aplicación Escritorio).
- Sistema de captura de información automática. (Aplicación Raspberry).
- Sistema para comunicación inalámbrica.



**Figura 2.2.1 Diseño de la Solución.**

En la Figura 2.2.1 se puede observar un esquema completo del funcionamiento de la solución, dentro de este esquema se encuentra un Servidor de Base de Datos, el cual almacenará toda la información referente a los usuarios, derivadores y la posición de los derivadores. El Servidor de Base de Datos y una

estación de trabajo estarán conectados dentro de la red local del Instituto, lo cual permitirá que la estación de trabajo tenga conexión con el Servidor de Base de datos, para que los usuarios puedan acceder al sistema y puedan realizar consultas en el mismo.

La información es transmitida hasta el Dispositivo que tiene el Coordinador ZigBee de forma inalámbrica, este dispositivo a su vez se comunicará con los Dispositivos Derivadores que tienen el Dispositivo Final ZigBee, los cuales enviarán datos de geolocalización para poder monitorizar en tiempo real cada uno de estos equipos. La comunicación inalámbrica se dará a través del uso del protocolo ZigBee [26], basado en el estándar IEEE 802.15.4 (Apéndice A5).

Para la parte de desarrollo de software de nuestra solución se usaron varias herramientas, entre las cuales tenemos:

#### **Servidor de base de datos**

- XAMPP Server MySQL

#### **Administrador de base de datos**

- MySQL WorckBench

#### **Entorno de desarrollo**

- Netbeans 8.2
- Terminal Linux

#### **Lenguaje de programación**

- Java
- Python

### **2.2.1 Sistema para la captura automática de la información (Aplicación del derivador)**

Este sistema cumple con la función de capturar la información de geolocalización del derivador, estos derivadores son ubicados en altamar a una distancia no mayor a 1.6 Km de la costa de Manta. La cantidad de derivadores colocados en altamar son de máximo 4, los cuales son colocados a máximo 200 m separados entre cada dispositivo Derivador.

Los valores que son recibidos por parte del Derivador a la base de datos son registrados satisfactoriamente para ser consultados por el usuario del Instituto en un ordenador.

El Derivador podrá navegar en altamar libremente, pero en el momento en que sobrepase la distancia máxima establecida para investigaciones, se emitirá una alerta para que el personal del INOCAR se dirija a recoger el dispositivo.

Este diseño propone una solución de escritorio disponible para el personal del Instituto que está a cargo de las investigaciones, de tal manera que se conectan a la Base de Datos para registrar la información, y con el Sensor GPS conectado a la Placa Raspberry de cada Derivador brindar los datos de geolocalización y tiempo.

Este sistema recibe como entradas:

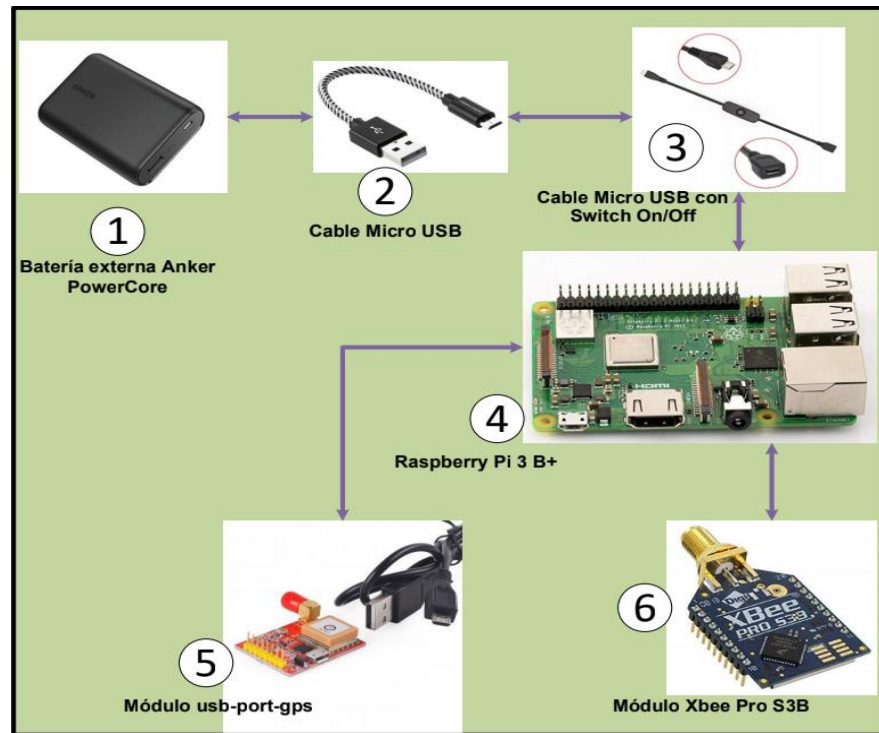
- Lecturas del Módulo usb-port-gps.

Obteniendo como salidas:

- Envío de información capturada para que se registre en la Base de Datos.
- Generación de alertas y notificaciones por medio de creación de logs que se almacenan en la Base de Datos.

### 2.2.1.1 Componentes físicos del Sistema

Los componentes físicos del Sistema para la captura automática de la información se los puede apreciar en la Figura 2.2.2.

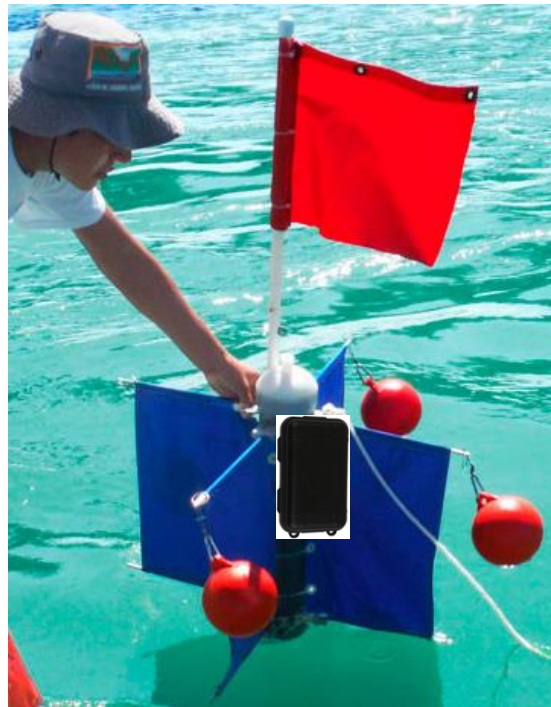


**Figura 2.2.2 Componentes físicos para el Sistema del Derivador.**

Los componentes de la Figura 2.2.2 estarán dentro de una caja para exteriores, de plástico, a prueba de golpes, resistente al agua, caja hermética con medidas 13.5 x 8.5 x 4.5 cm (largo x ancho x alto) (véase en la Figura 2.2.3), esta caja plástica a su vez irá amarrada en el tubo pvc del derivador con amarras (véase en la figura 2.2.4).



**Figura 2.2.3 Caja plástica para Dispositivos del Derivador.**



**Figura 2.2.4 Caja plástica amarrada al derivador.**

Como dispositivo principal, nuestra solución planteada utiliza como base una Placa Raspberry Pi modelo 3B+, la cual cuenta con un procesador Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC de 1,4 Gigahercios (GHz), una memoria SDRAM de 1 Gigabyte (GB), cuatro puertos Bus Universal en Serie (Universal Serial Bus, USB) 2.0, un puerto Micro USB, un puerto MicroSD, un puerto RJ45 para conexiones

ethernet y una entrada de Interfaz Multimedia de Alta Definición (High-Definition Multimedia Interface, HDMI) (véase en la figura 2.2.5).



**Figura 2.2.5 Placa Raspberry Pi 3B+ [4].**

Para la instalación del sistema operativo Raspbian y el almacenamiento de datos se utiliza una memoria Sandisk Ultra de 16 GB conectada al puerto MicroSD de la Placa Raspberry.

En el diseño del dispositivo Derivador para la captura de información automática, se determinó que para el registro de la información capturada se debe instalar diferentes sensores que tienen las funcionalidades de movimiento, posición geográfica y comunicación de datos, mediante esto permitirá la visualización de consultas realizadas con la aplicación de escritorio por un usuario. Estos dispositivos son:

- Módulo usb-port-gps [5]
- Módulo XBee [6]

La información de las coordenadas de la ubicación geográfica real del Derivador y la información del tiempo serán enviadas con el formato \$GPRMC [13] como se muestra en la Tabla 2.2.1, las coordenadas son capturadas en formato decimal, formato requerido por el INOCAR. El módulo usb-port-gps se lo podrá apreciar en la Figura 2.2.5.

**Tabla 2.2.1 Trama \$GPRMC.**

| <b>\$GPRMC,151303,A,0208.1745,S,07955.2212,W,0.00,155.64,280719,08.0,E,D*67</b> |                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| \$GPRMC                                                                         | Esta variable indica el formato de la trama, en este caso es GPRMC.                                                          |
| 151303                                                                          | Hora UTC en la que se obtuvo la posición del GPS (hhmmss)                                                                    |
| A                                                                               | Estatus de la trama A significa que es una trama válida, 9 que es una trama de caché y V significa que es una trama inválida |
| 0208.1745                                                                       | Latitud, esta latitud en formato GPRMC es convertida a grados decimales para poder ser utilizada en nuestra aplicación [7]   |
| S                                                                               | Hemisferio (N: Norte, S: Sur)                                                                                                |
| 07955.2212                                                                      | Longitud, esta longitud en formato GPRMC es convertida a grados decimales para poder ser utilizada en nuestra aplicación [7] |
| W                                                                               | Hemisferio (E: Este, W: Oeste)                                                                                               |
| 0.00                                                                            | Velocidad en nudos                                                                                                           |
| 155.64                                                                          | Altura, este valor es medido en metros                                                                                       |
| 280719                                                                          | Fecha UTC en la que se obtuvo la posición del GPS (DDMMYY)                                                                   |



**Figura 2.2.6 Módulo usb-port-gps.**

El XBee PRO S3B es un módulo de radio frecuencia de bajo costo, diseñado para tramos de largo alcance, este nos permite la comunicación inalámbrica de nuestro derivador hacia el servidor que está ubicado en el departamento del Instituto. Así poder enviar de

manera instantánea la información capturada. El módulo trabaja con una frecuencia de 900 Megahercios (MHz) a distancias no mayores a 9 Kilómetros (Km) y nos permite crear redes de conexión punto a punto y punto a multipunto (véase en la Figura 2.2.7).



**Figura 2.2.7 Módulo XBee PRO S3B.**

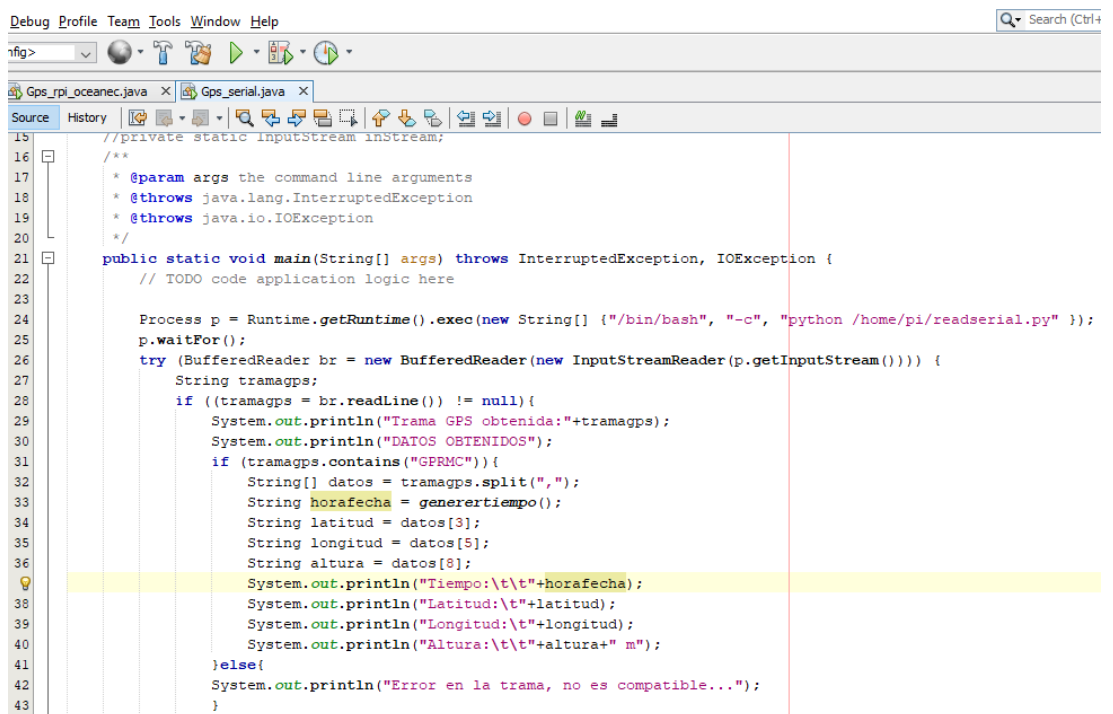
En cuanto a la energización de nuestros equipos ubicados en el Derivador, optamos por el uso de una batería externa Anker PowerCore 20100, esta batería cuenta con 20100 miliamperios - horas (mAh), medida de carga que nos permitirá mantener la Placa Raspberry, el Módulo usb-port-gps y el Módulo XBee del derivador en funcionamiento máximo 24 horas seguidas (Apéndice A4). La batería externa, como se explicó al comienzo, también se encontrará ubicada en el Derivador junto a la Placa Raspberry y los Módulos (véase en la Figura 2.2.8).



**Figura 2.2.8 Batería externa Anker PowerCore [8].**

### 2.2.1.2 Componentes lógicos del sistema

Los componentes lógicos del Sistema para la captura automática de la información están conformados por una Aplicación denominada `gps_serial` (véase en la Figura 2.2.9), esta es ejecutada mediante instrucciones en la Placa Raspberry ya que está definida por comandos Python, se encarga de tomar los datos de las tramas que son enviadas por el Módulo `usb-port-gps`, capturando solo los datos requeridos tales como Tiempo, Latitud, Longitud y Altura. En otras palabras, esta aplicación se ejecuta como script en la Terminal Linux, recibe datos, válida que sea la trama correcta (\$GPRMC) [13], ordena los campos según corresponda y los almacena en la base de datos (véase en la Figura 2.2.10).



```
15 //private static InputStream instream;
16
17 /**
18  * @param args the command line arguments
19  * @throws java.lang.InterruptedException
20  * @throws java.io.IOException
21  */
22 public static void main(String[] args) throws InterruptedException, IOException {
23     // TODO code application logic here
24
25     Process p = Runtime.getRuntime().exec(new String[] {"/bin/bash", "-c", "python /home/pi/readserial.py"});
26     p.waitFor();
27     try (BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(p.getInputStream()))) {
28         String tramagps;
29         if ((tramagps = br.readLine()) != null) {
30             System.out.println("Trama GPS obtenida:" + tramagps);
31             System.out.println("DATOS OBTENIDOS");
32             if (tramagps.contains("GPRMC")) {
33                 String[] datos = tramagps.split(",");
34                 String horafecha = generertiempo();
35                 String latitud = datos[3];
36                 String longitud = datos[5];
37                 String altura = datos[8];
38                 System.out.println("Tiempo:\t\t" + horafecha);
39                 System.out.println("Latitud:\t\t" + latitud);
40                 System.out.println("Longitud:\t\t" + longitud);
41                 System.out.println("Altura:\t\t" + altura + " m");
42             } else {
43                 System.out.println("Error en la trama, no es compatible...");
44             }
45         }
46     }
47 }
```

Figura 2.2.9 Método Main Aplicación `gps_serial`.

Cabe mencionar que se instaló el Kit de Desarrollo de Java (Java Development Kit, JDK) en la Placa Raspberry. El JDK es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación y ejecución de programas en lenguaje Java, así logramos compilar y ejecutar la aplicación `gps_serial.java` en nuestro Terminal Linux [18], [15].

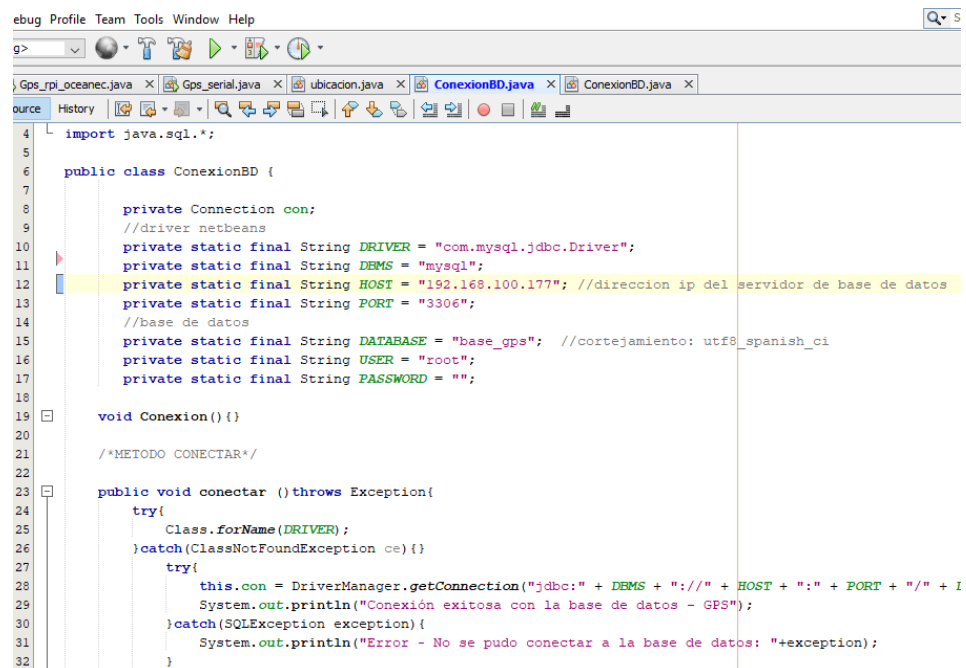
```

pi@raspberrypi:~/gpsapp/gpspruebacon $ javac gps_serial/src/gps_serial/Gps_serial.java
pi@raspberrypi:~/gpsapp/gpspruebacon $ java gps_serial/src/gps_serial/Gps_serial.java
Trama GPS obtenida:$GPGGA,151248.000,0208.1745,S,07955.2212,W,2,6,2.01,43.3,M,12.5,M,,*6C
DATOS OBTENIDOS
Error en la trama, no es compatible...
pi@raspberrypi:~/gpsapp/gpspruebacon $ java gps_serial/src/gps_serial/Gps_serial.java
Trama GPS obtenida:$GPRMC,151256.000,A,0208.1745,S,07955.2212,W,0.00,155.64,280719,,,D*66
DATOS OBTENIDOS
Tiempo:      2019-07-28 10:12:56.452
Latitud:     0208.1745
Longitud:    07955.2212
Altura:      155.64
pi@raspberrypi:~/gpsapp/gpspruebacon $ java gps_serial/src/gps_serial/Gps_serial.java
Trama GPS obtenida:$GPRMC,151303.000,A,0208.1745,S,07955.2212,W,0.00,155.64,280719,,,D*67
DATOS OBTENIDOS
Tiempo:      2019-07-28 10:13:03.464
Latitud:     0208.1745
Longitud:    07955.2212
Altura:      155.64

```

**Figura 2.2.10 Ejecución del script gps\_serial.java en la Terminal Linux.**

Nuestro diseño de solución cuenta con una conexión a una base de datos administrada por XAMPP Server MySQL, para así lograr que la captura de información de nuestro Derivador se aloje en la base de datos para que luego nuestro cliente pueda visualizar de manera instantánea las tramas recibidas y mantener un monitoreo en tiempo real del comportamiento de las corrientes marinas. Para esto debemos crear el método por el cual nuestra Aplicación Derivador se conectará hacia la Base de Datos (Véase en la Figura 2.2.11).



```

ebug Profile Team Tools Window Help
g>
Gps_rpi_oceanec.java X Gps_serial.java X ubicacion.java X ConexionBD.java X ConexionBD.java X
source History
4 import java.sql.*;
5
6 public class ConexionBD {
7
8     private Connection con;
9     //driver netbeans
10
11     private static final String DRIVER = "com.mysql.jdbc.Driver";
12     private static final String DEMS = "mysql";
13     private static final String HOST = "192.168.100.177"; //direccion ip del servidor de base de datos
14     private static final String PORT = "3306";
15     //base de datos
16     private static final String DATABASE = "base_gps"; //cortejamiento: utf8_spanish_ci
17     private static final String USER = "root";
18     private static final String PASSWORD = "";
19
20     void Conexion() {}
21
22     /*METODO CONECTAR*/
23
24     public void conectar () throws Exception{
25         try{
26             Class.forName(DRIVER);
27         }catch(ClassNotFoundException ce){}
28         try{
29             this.con = DriverManager.getConnection("jdbc:" + DEMS + "://" + HOST + ":" + PORT + "/" + I
30             System.out.println("Conexión exitosa con la base de datos - GPS");
31         }catch(SQLException exception){
32             System.out.println("Error - No se pudo conectar a la base de datos: "+exception);
33         }
34     }
35 }

```

**Figura 2.2.11 Método para la conexión a la base de datos de la Aplicación Derivador.**

Como nuestra herramienta principal tenemos la Terminal Linux, la cual nos sirve como intérprete de comandos (Apéndice A7) en nuestra Placa Raspberry. En esta consola creamos nuestro script en lenguaje Python `readserial.py` (véase en la Figura 2.2.12), el cual recibe la trama \$GPRMC que envía el Módulo `usb-port-gps`, esta trama es procesada y ordenada por el Script `gps_serial.java` [16], [18].

```
pi@raspberrypi: ~  
pi@raspberrypi:~ $  
pi@raspberrypi:~ $  
pi@raspberrypi:~ $ ls -l  
total 48  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jul 28 09:09 Desktop  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 20 12:21 Documents  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jul 26 10:14 Downloads  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 20 11:55 MagPi  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 20 12:21 Music  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 20 12:21 Pictures  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 20 12:21 Public  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 20 12:21 Templates  
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 20 12:21 Videos  
drwxr-xr-x 3 pi pi 4096 Jul 27 22:28 gpsapp  
-rw-r--r-- 1 pi pi 173 Jul 28 09:58 readserial.py  
-rw-r--r-- 1 root root 569 Jul 26 09:57 testgps.py  
pi@raspberrypi:~ $ pwd  
/home/pi  
pi@raspberrypi:~ $ cat readserial.py  
import serial  
port=serial.Serial("/dev/ttyUSB0", baudrate=9600,timeout=3.0)  
data=port.readline()  
data=port.readline()  
print(data)  
data=port.readline()  
data=port.readline()  
pi@raspberrypi:~ $
```

Figura 2.2.12 Script `readserial.py` para capturar la trama \$GPRMC [18].

Cabe mencionar que se instaló el Kit de Desarrollo de Java (Java Development Kit, JDK) en la Placa Raspberry. El JDK es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación y ejecución de programas en lenguaje Java, así logramos compilar y ejecutar la aplicación `gps_serial.java` en nuestro Terminal Linux.

### 2.2.2 Sistema para comunicación inalámbrica



**Figura 2.2.13 ZigBee IEEE 802.15.4.**

ZigBee es una tecnología basada en las especificaciones de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica, basados en el estándar IEEE 802.15.4. Esta tecnología es soportada y desarrollada por Alianza ZigBee (ZigBee Alliance); organización sin fines de lucro formada por más de 180 empresas. ZigBee Alliance es el software que define la red, seguridad y aplicaciones de capa, e IEEE 802.15.4 es el hardware que define el acceso físico y el control de acceso al medio de una Red de Área Personal Inalámbrica (Wireless Personal Area Network, WPAN), en donde el alcance del enlace estará en función de la potencia de transmisión y velocidad de transmisión [22].

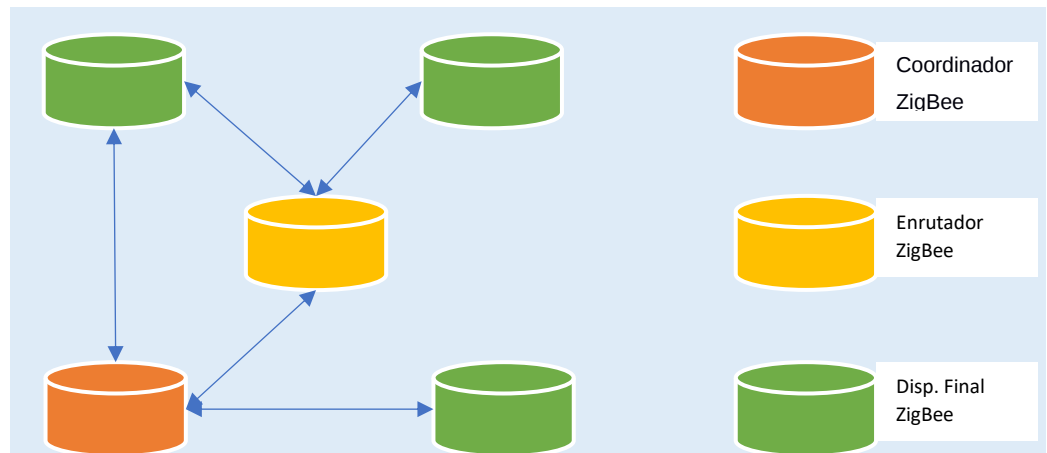
El principal motivo de que esta tecnología maneje velocidades bajas de transmisión es porque necesita de sensores con transceptores de bajo consumo energético que ayuden a mantener estable y segura la red inalámbrica que se desea crear. La potencia requerida por ZigBee es muy pequeña y en la mayoría de los casos es de hasta 1 mW, opera en tres frecuencias; 868 MHz (Europa), 915 MHz (América del Norte y Australia) y 2.4 GHz (válido alrededor del mundo), utiliza Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) como método de codificación de canal, con tasa de subida de 20, 40 y 250 kilobits por segundo (Kbps) para cada frecuencia respectivamente [23].

#### **Protocolo ZigBee**

Una red ZigBee no cuenta con infraestructura, por lo tanto, las tareas como mantenimiento y gestión de la red global o dispositivos de configuración lo

asumen sus propios equipos. Los dispositivos de ZigBee se dividen en dos tipos de protocolos:

### **Dispositivos ZigBee de tipo lógico**



**Figura 2.2.14 Elementos de una red ZigBee.**

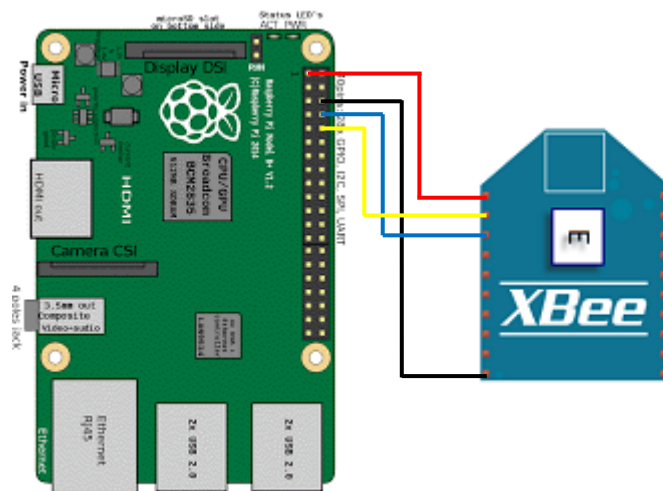
**Coordinador ZigBee (ZigBee Coordinator, ZC):** El ZC es un dispositivo único en la red, se encarga de controlar la información y seguridad de la red. Es el responsable de inicializar la comunicación y definir los caminos que deben seguir los otros dispositivos para conectarse entre ellos [22].

**Enrutador ZigBee (ZigBee Router, ZR):** El ZR se encarga del enrutamiento de saltos múltiples de los mensajes, extiende el rango de la red interconectándose con dispositivos separados en la topología de red [22]. Para el desarrollo de nuestra solución, no hizo falta el uso de un ZR.

**Dispositivo Final ZigBee (ZigBee End Device, ZED):** ZED es el elemento básico de la red, actúa específicamente enviando tramas al ZC. Estos dispositivos son de bajo consumo de energía. No puede establecer conexión con otro dispositivo final, pero puede comunicarse con el nodo padre (Coordinador o Enrutador) para transmitir la información recopilada [22].

La comunicación entre el Derivador y el servidor se la realizará con el uso de dos Módulos XBee que estarán instalados en las Placas Raspberry del Dispositivo Final (Derivador) y del Dispositivo Coordinador ubicado en el departamento (véase en la Figura 2.2.3.3). Estos módulos son capaces de enviar y recibir información hasta un rango de 14 Km en exteriores con la ayuda de una Antena Dipolo [19]. Los Módulos XBee pueden configurarse de distintas formas, pero solo una a la vez, estas formas de configuración son:

- Dispositivo Final. [22]
- Dispositivo Coordinador. [22]
- Enrutador. [22]



**Figura 2.2.15 Conexión Raspberry-XBee [6].**

Adicionalmente explicamos que antes de poder utilizar los Módulos para la transmisión y recepción de datos, debemos primero configurarlos. Esta configuración la realiza el programa XCTU [25], para esto debemos conectar nuestros Módulos XBee (D. Final y D. Coordinador) a un adaptador USB como lo muestra la Figura 2.2.16 [20].



**Figura 2.2.16 Adaptador USB Módulo XBee [20].**

Luego de conectar nuestros Módulos XBee a una computadora, con el programa XCTU se modifican los siguientes parámetros en cada módulo (véase en la Tabla 2.2.2).

**Tabla 2.2.2 Parámetros de configuración en Módulos XBee [20].**

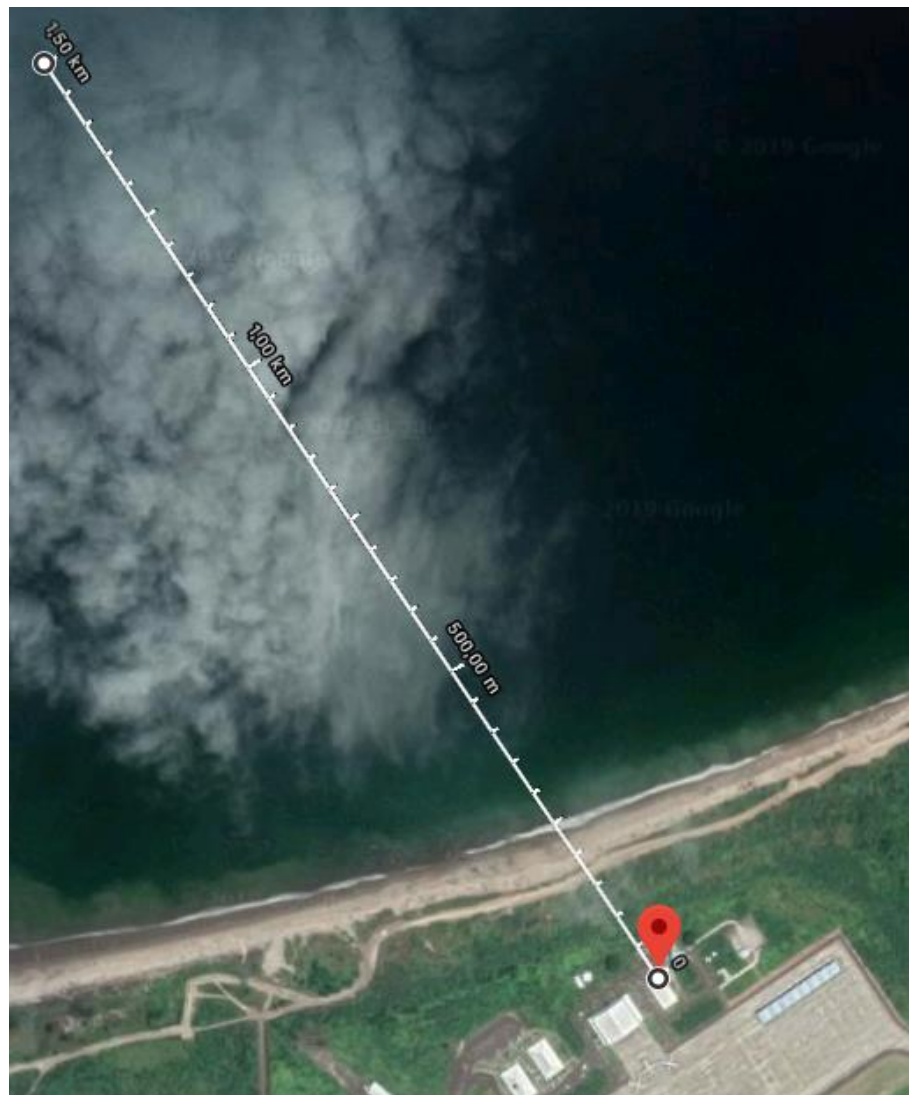
| Dispositivo Final | Dispositivo Coordinador |
|-------------------|-------------------------|
| PAN ID = 1234     | PAN ID = 1234           |
| JN = Disabled     | JN = Enabled            |
| DL = 0            | DL = 3200               |
| CE = 0            | CE = 1                  |
| AP = 2            | AP = 2                  |

- PAN ID: Identificador de red para toda la red.
- JN: Identificador de Coordinador (Enabled), identificado de Dispositivo Final (Disabled).
- DL: Dirección de destino baja (Destination Address Low).
- CE: Parámetro que asigna el rol, coordinador=1, dispositivo final=0.
- AP: Parámetro para configurar el modo AP, Transparent=0, API 1=1, API 2=2.

El Dispositivo Final (Derivador de corrientes marinas) está configurado para enviar la información capturada de su Módulo usb-port-gps hacia el Dispositivo Coordinador (Apéndice A5).

El Dispositivo Coordinador es el que recepta los datos transmitidos del Dispositivo Final para luego enviarlos hacia el Servidor, luego así puedan generarse los registros en la Base de datos.

En la Figura 2.2.17 se puede visualizar un esquema de cómo podrían ser colocados las placas Raspberrys con sus respectivos módulos Xbee, en altamar (derivadores) y en la costa (Oficina del INOCAR), los módulos Xbee configurados en modo Dispositivo Final están representados por el color amarillo y el módulo Xbee configurado en modo Coordinador está representado por el color rojo, como lo muestra la Figura 2.2.17.



**Figura 2.2.17 Esquema de colocación de módulos Xbee en Altamar.**

### **2.2.3 Sistema de monitoreo e Infraestructura para la aplicación Derivador GPS (Aplicación de Escritorio)**

El Sistema de monitoreo y consultas del Derivador GPS será compatible con los sistemas operativos Windows y Linux, la aplicación es controlada de manera local por el usuario administrador, de esta manera el usuario a través del Servidor de Base de Datos podrá: ingresar, eliminar, editar y consultar las entidades como: usuarios y dispositivos derivadores, con la facilidad de satisfacer las necesidades de llevar un registro automático de la ubicación de los dispositivos derivadores para poder realizar las investigaciones que requiera el Instituto.

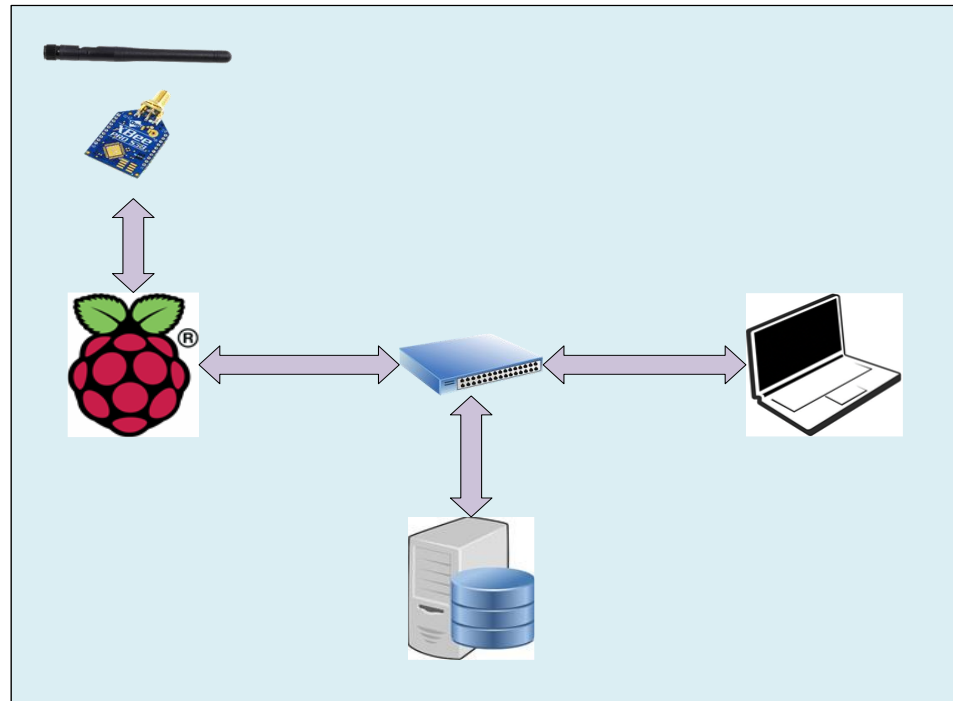
Este sistema recibe como entradas:

- Credenciales de Usuarios.
- Información de Usuarios.
- Información de los Derivadores.

Obteniendo como salidas:

- Mantenimientos de los Usuarios y Derivadores.
- Consulta de estados y ubicación de los Derivadores.
- Visualización de la información capturada por los Derivadores.

### 2.2.3.1 Componentes físicos del Sistema



**Figura 2.2.18 Diagrama de conexión de los componentes de red de la Aplicación Derivador GPS.**

Como podemos apreciar en la Figura 2.2.18, se encuentran los dispositivos y componentes que permitirán al usuario visualizar los datos en la aplicación de escritorio, entre ellos tenemos:

- Switch Tp-link.
- Servidor HPE ProLiant.
- Placa Raspberry Pi modelo 3B+.
- Módulo XBee PRO S3B

Para poder receptar la información recolectada por el Sistema para la captura automática de la información y almacenarla en la base de datos, se lo realizará utilizando una Placa Raspberry Pi modelo 3B+ la cual tendrá conectado un Módulo XBee PRO S3B, estos equipos serán colocados en la pared externa de la oficina del INOCAR con vista hacia la costa, de esta manera tendrá línea de vista hacia el mar y podrá establecer conexión con los derivadores que se encuentran en altamar,

a su vez la Placa Raspberry Pi modelo 3B+ se conectará vía cable de red hacia el Switch Tp-link para que mantenga conexión a la red local del instituto.

Tanto el Switch como el Servidor de base datos estarán ubicados en un Rack StarTech, el cual ofrece 12ud de espacio de almacenamiento en un elegante y seguro armario para guardar dispositivos compatibles con EIA-310 y aptos para montaje en rack de 19 pulgadas, como servidores Dell, HP e IBM, así como equipos de telecomunicaciones y audiovisuales (A/V). El rack crea una resistente solución de almacenamiento, con capacidad de peso de hasta 800 kg.



**Figura 2.2.19 Rack StarTech.com [25].**

El Switch Tp-link de 16 puertos ofrece entradas RJ45 10/100/1000 Mbps, es compatible con dirección MAC auto aprendizaje, posee estándar de 19 pulgadas de montaje en rack caja de acero.



**Figura 2.2.20 Switch Tp-link [26].**

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Procesador                | 1.6 GHz 8032                  |
| RAM                       | 8 GB DDR4 SDRAM               |
| Velocidad de memoria      | 2400 MHz                      |
| Disco Duro                | 1024 GB Mechanical Hard Drive |
| Descripción de la tarjeta | Integrated                    |
| Número de puertos USB 2.0 | 3                             |
| Número de puertos USB 3.0 | 4                             |



**Figura 2.2.21 Servidor HPE ProLiant [27].**

Los componentes de red en el departamento estarán conectados entre sí por medio de Cables Directos 6A, TIA 568B [24].

### **2.2.3.2 Componentes lógicos del sistema**

Entre los componentes lógicos del Sistema de monitoreo y consultas del Derivador GPS tenemos:

- Base de Datos
- Aplicación de escritorio

El diseño de la base de datos para nuestra solución se realizó gracias a la información obtenida de las entrevistas a los empleados del Instituto y también del análisis de las observaciones que se tuvo sobre el proceso de recolección de datos.

Para el desarrollo de nuestra solución, primero instalamos en el servidor el paquete de software libre, XAMPP Server MySQL (véase en la Figura 2.2.22), el cual nos sirvió para la creación y gestión de nuestra base de datos que registra y guarda, las tramas de coordenadas que el Módulo usb-port-gps envía a través de la comunicación por radiofrecuencia desde la Placa Raspberry del Derivador hasta el servidor (véase en la Figura 2.2.10), esta trama es ordenada y procesada para que pueda ser almacenada en una tabla de la Base de Datos llamada “Tabla Ubicación” (véase en la Figura 2.2.23), esta tabla contiene los campos donde se registrará la información requerida por el INOCAR para poder realizar sus investigaciones.

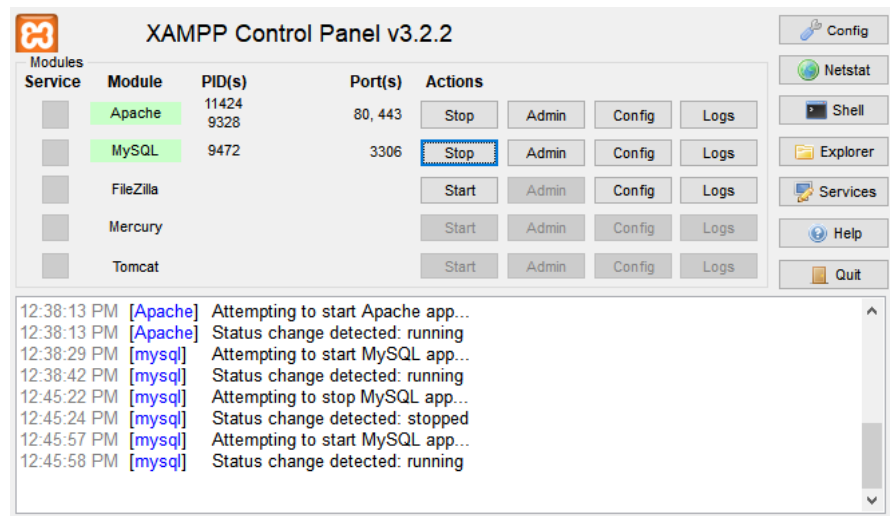


Figura 2.2.22 XAMPP Server MySQL.

| Servidor: MySQL_3306 » Base de datos: base_gps » Tabla: ubicacion |                |              |              |           |      |                      |  |
|-------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|------|----------------------|--|
| Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Im               |                |              |              |           |      |                      |  |
| #                                                                 | Nombre         | Tipo         | Cotejamiento | Atributos | Nulo | Predeterminado       |  |
| <input type="checkbox"/> 1                                        | id             | int(11)      |              |           | No   | Ninguna              |  |
| <input type="checkbox"/> 2                                        | latitud        | float        |              |           | No   | Ninguna              |  |
| <input type="checkbox"/> 3                                        | longitud       | float        |              |           | No   | Ninguna              |  |
| <input type="checkbox"/> 4                                        | elevacion      | float        |              |           | No   | Ninguna              |  |
| <input type="checkbox"/> 5                                        | tiempo         | timestamp(6) |              |           | Sí   | CURRENT_TIMESTAMP(6) |  |
| <input type="checkbox"/> 6                                        | id_dispositivo | int(11)      |              |           | No   | Ninguna              |  |

Figura 2.2.23 Tabla Ubicación.

Luego se procedió a la creación de las tablas, tablas que contienen los diferentes campos que son llenados con la información capturada por los Derivadores y registradas por los Usuarios. Para la resolución de nuestro diseño se crearon las siguientes tablas:

Tabla Usuario:

- id\_usuario: número identificador único del usuario.
- cuenta: la cuenta está compuesta por una cadena de caracteres que pueden ser números y letras, esta cuenta deberá usar el usuario para ingresar al sistema.
- clave: contraseña que está compuesta por una cadena de hasta 10 caracteres alfanuméricos y caracteres especiales,

esta contraseña deberá usar el ususario para ingresar al sistema.

- nombre: nombre y apellido del usuario.
- cedula: número de cédula de 10 digitos.
- telefono: teléfono móvil del usuario
- rol: rol de usuario que se le asigne al empleado

Tabla Dispositivo:

- id\_dispositivo: número identificador único del dispositivo Derivador.
- mac: dirección mac del módulo XBee ubicada en el dispositivo Derivador.
- nombre: nombre del dispositivo Derivador.
- descripción: breve descripción o información adicional que se requiera ingresar acerca del dispositivo Derivador.

Tabla Ubicación:

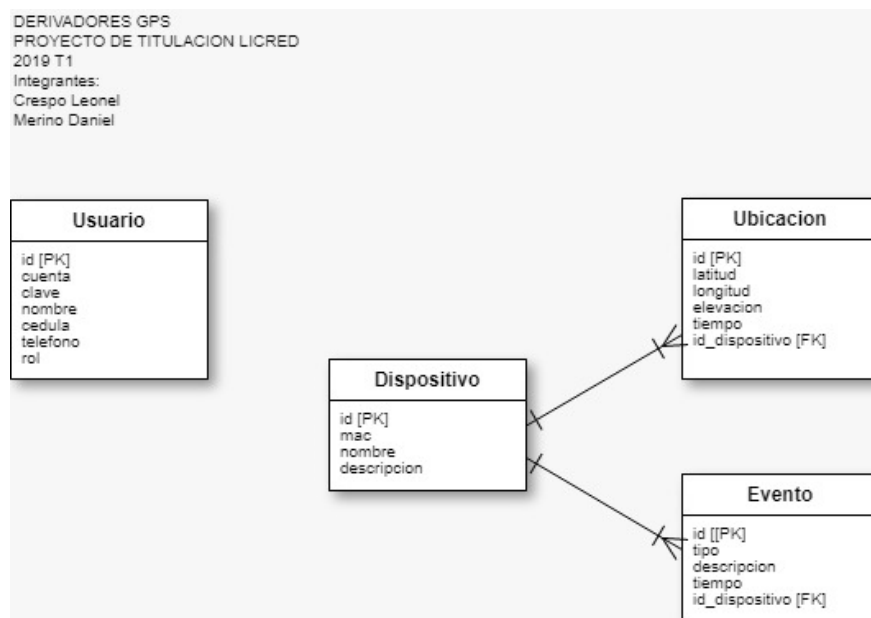
- id\_ubicacion: número identificador único de la ubicación.
- latitud: ubicación de latitud en el que se encuentra ubicado el dispositivo.
- longitud: ubicación de longitud en el que se encuentra ubicado el dispositivo.
- elevación: altura o elevación en el que se encuentre el dispositivo derivador.
- tiempo: fecha y hora del registro de la ubicación
- id\_dispositivo: clave foránea de la relación con la tabla Dispositivo.

Tabla Evento:

- id\_evento: número identificador único del evento.
- tipo: tipo de evento que en este caso puede ser fuera de rango, sin comunicación o normal.
- descripción: descripción del evento.

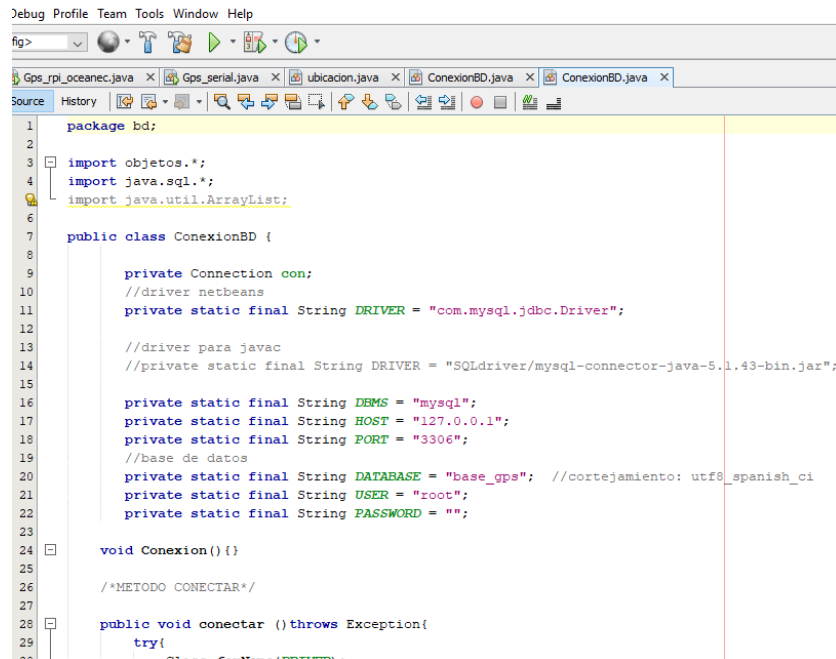
- tiempo: fecha y hora en que sucede el evento.
- id\_dispositivo: clave foránea de la relación con la tabla Dispositivo.

La tabla “Dispositivo” mantiene una relación de uno a muchos con las tablas “Ubicación” y “Evento”, en la Figura 2.2.24 se puede apreciar de mejor manera la estructura de las Tablas en la Base de Datos, mostrando claves primarias, claves foráneas y relaciones.



**Figura 2.2.24 Tablas de la Base de Datos.**

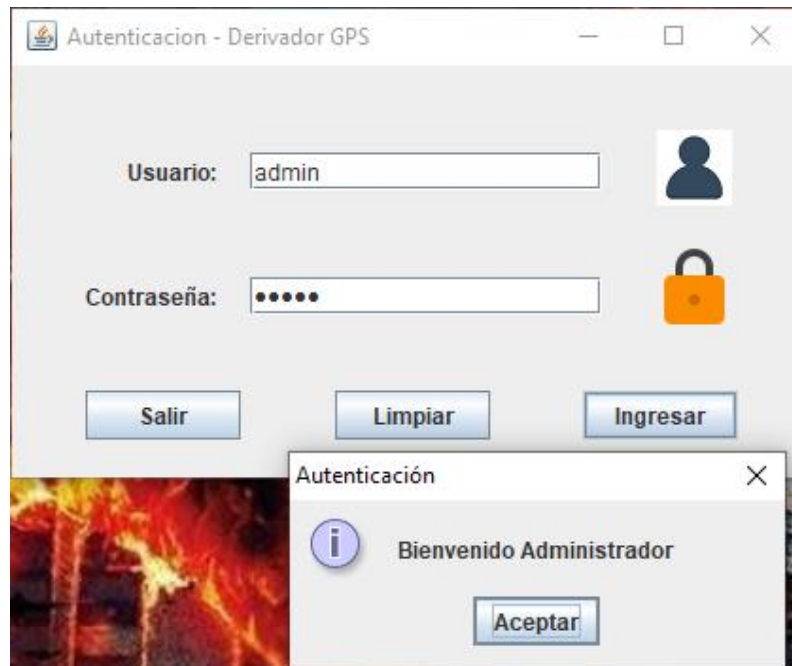
La Aplicación Escritorio tiene como objetivo principal brindar una interfaz amigable al cliente, de forma que pueda realizar actividades como, administrar los usuarios registrados en la aplicación, monitorear el Derivador en tiempo real y consultar registros almacenados en la Base de Datos, en la Figura 2.2.25 podemos apreciar cómo se realizó la conexión de nuestra Aplicación de Escritorio a la base de datos para poder permitirle el funcionamiento correcto a nuestra aplicación.



**Figura 2.2.25 Método ConexiónBD Aplicación Escritorio.**

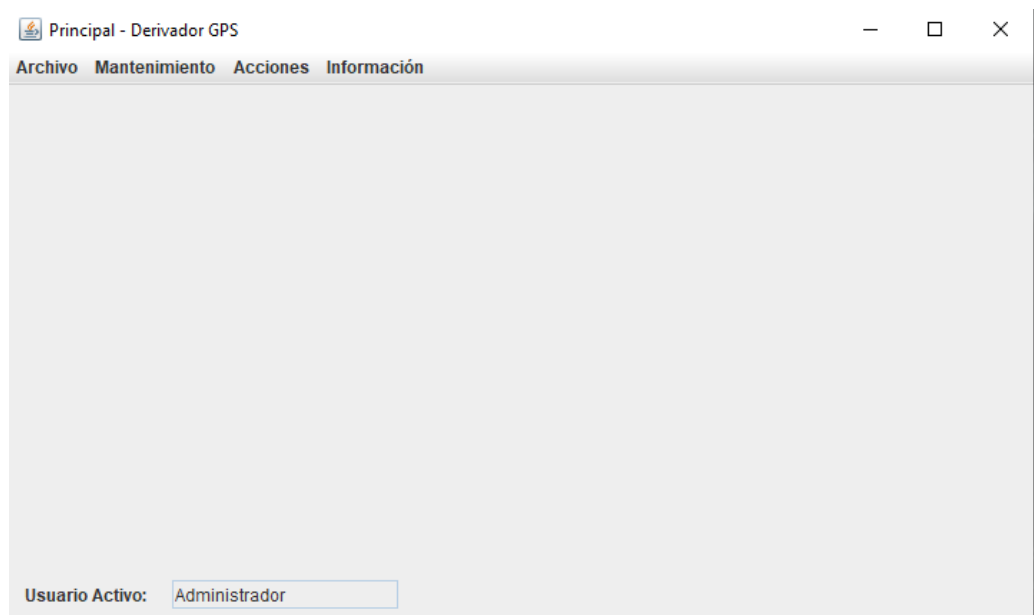
Esta aplicación será la herramienta de escritorio que permitirá visualizar y consultar todos los datos recogidos por el Sistema de captura de información automática (Aplicación Derivador).

La Aplicación Escritorio cuenta con varias opciones y formularios que el usuario puede desplegar para brindar el mantenimiento respectivo a los objetos registrados en el sistema, como se puede apreciar en la siguiente figura, el primer formulario que aparece en la aplicación es el de autenticación. El usuario deberá ingresar sus credenciales respectivas, estas credenciales serán validadas y permitirán de forma segura el ingreso al programa. Como medida de seguridad en la Aplicación Escritorio se implementó un sistema de seguridad que permite cifrar la contraseña del usuario, así brindar confiabilidad al sistema y a los clientes registrados (véase en la Figura 2.2.26).



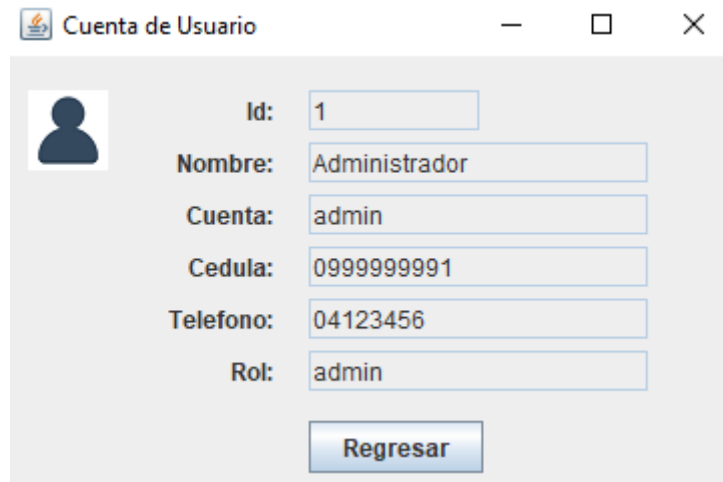
**Figura 2.2.26 Sistema de autenticación para iniciar sesión en la aplicación**

Luego de que el usuario ingresa exitosamente al sistema, podrá acceder a varias herramientas en las que podrá realizar actividades como: mantenimiento, consultas, ingresos (Usuario, Derivador), ediciones, eliminaciones, etc. A continuación, en la Figura 2.2.27 se apreciará en la pantalla principal de nuestra aplicación.



**Figura 2.2.26 Pantalla principal de la aplicación.**

La primera pestaña de la pantalla principal “Archivo” contará con 2 opciones, “Cuenta” que permitirá visualizar la información de la cuenta de usuario (véase en la Figura 2.2.27) y “Salir” que permitirá cerrar la aplicación.



The screenshot shows a window titled "Cuenta de Usuario" with standard Windows window controls (minimize, maximize, close). Inside the window, there is a user profile icon on the left. To the right of the icon, the following fields are displayed:

| Field     | Value         |
|-----------|---------------|
| Id:       | 1             |
| Nombre:   | Administrador |
| Cuenta:   | admin         |
| Cedula:   | 0999999991    |
| Telefono: | 04123456      |
| Rol:      | admin         |

At the bottom of the form is a button labeled "Regresar".

**Figura 2.2.27 Información de la cuenta de usuario.**

La segunda pestaña de la pantalla principal “Mantenimiento”, contará con 2 opciones “Derivadores” y Usuarios.

La opción “Derivadores” mostrará una pantalla para el mantenimiento de esta entidad en el cual se podrá consultar los derivadores registrados en la base de datos al dar “click” en el botón Consultar (véase en la Figura 2.2.28), también permitirá el ingreso de nuevos dispositivos derivadores mediante un formulario que se abrirá al dar “click” en el botón Nuevo (véase en la Figura 2.2.29) y el botón eliminar permitirá eliminar dispositivos registrados en la base de datos.

| Identificador | Direccion MAC     | Nombre      | Descripcion    |
|---------------|-------------------|-------------|----------------|
| 1             | b8:27:eb:f1:8b:ea | derivador1  | Raspberry Pi 3 |
| 2             | b8:27:eb:a4:de:bf | Derivador2  | Raspberry Pi 2 |
| 4             | 9c:d2:1e:7b:59:5d | Derivador 3 | Antena Oficina |

**Figura 2.2.28 Formulario para el Mantenimiento de Derivadores**

**Figura 2.2.29 Formulario para ingreso de nuevos derivadores**

La opción “Usuarios” mostrará una pantalla para el mantenimiento de esta entidad en el cual se podrá consultar los usuarios registrados en la base de datos al dar “click” en el botón Consultar (véase en la Figura 2.2.30), también permitirá el ingreso de nuevos usuarios mediante un formulario que se abrirá al dar “click” en el botón Nuevo (véase en la Figura 2.2.31) y el botón eliminar permitirá eliminar usuarios registrados en la base de datos.

| ID | Cuenta   | Nombre           | Cedula     | Telefono | Rol     |
|----|----------|------------------|------------|----------|---------|
| 1  | admin    | Administrador    | 0999999991 | 04123456 | admin   |
| 2  | prueba1  | usuario prueba 1 | 0999999992 | 04111111 | Usuario |
| 3  | prueba3  | Usuario Prueba 3 | 0933333333 | 04333333 | Usuario |
| 4  | lecrespo | leonel crespo    | 0926878364 | 12345667 | Usuario |

**Figura 2.2.30 Formulario para el Mantenimiento de Usuarios**

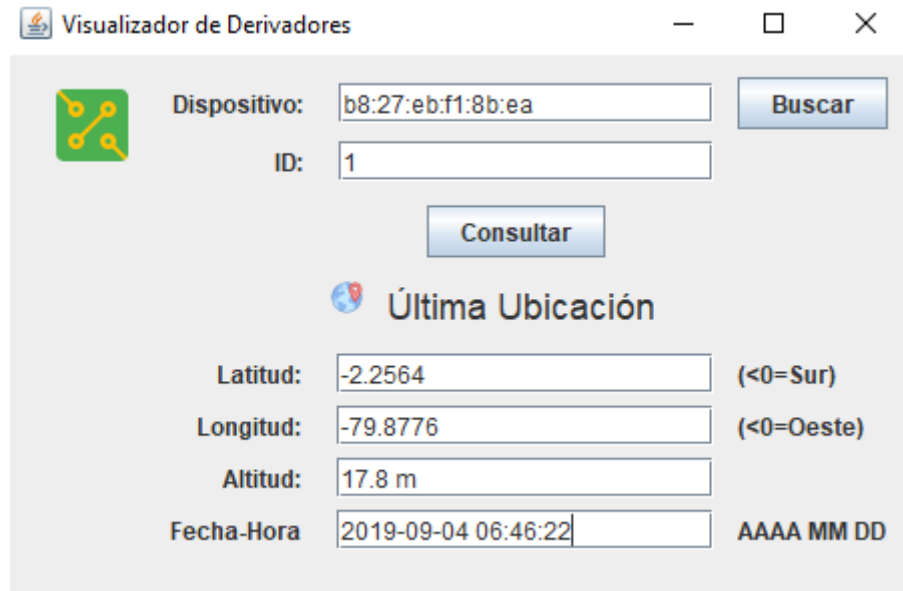
**Figura 2.2.31 Formulario para ingreso de nuevos usuarios**

La tercera pestaña de la pantalla principal “Acciones”, contará con 3 opciones:

- Ver Derivadores.
- Ver Ubicaciones.
- Ver Eventos.

La opción “Ver Derivadores” le permitirá al usuario visualizar la ubicación actual del dispositivo derivador, mostrará los datos de ubicación (véase en la Figura 2.2.32) y redireccionará a la página de Google Maps para situar la ubicación del derivador en el mapa (véase en la Figura 2.2.33),

adicional emitirá una notificación de alerta cuando el dispositivo derivador este fuera de rango (véase en la Figura 2.2.34).



Visualizador de Derivadores

Dispositivo: b8:27:eb:f1:8b:ea **Buscar**

ID: 1 **Consultar**

Última Ubicación

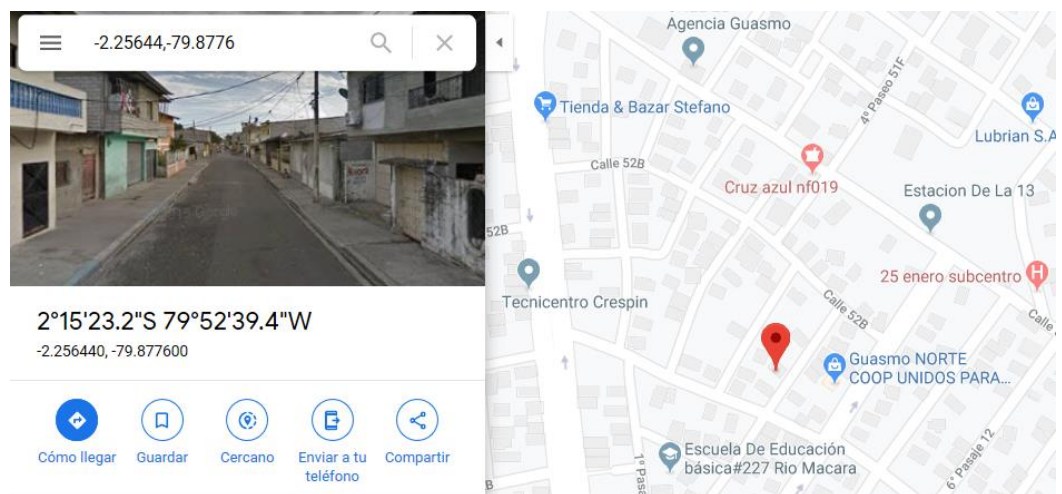
Latitud: -2.2564 (<0=Sur)

Longitud: -79.8776 (<0=Oeste)

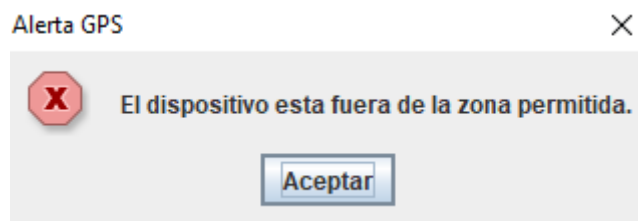
Altitud: 17.8 m

Fecha-Hora: 2019-09-04 06:46:22 AAAA MM DD

**Figura 2.2.32 Visualización de ubicación actual del derivador.**



**Figura 2.2.33 Visualización de ubicación del derivador en Google Maps.**



**Figura 2.2.34 Notificación de alerta**

La opción “Ver Ubicaciones” permitirá consultar las ubicaciones registradas en la base de datos, estas ubicaciones podrán ser filtradas por Id del derivador, fecha u hora. Para esto se debe de escoger el filtro que se va a realizar y digitar en el campo “Descripción” caracteres que permitan realizar la búsqueda por filtros (véase en la Figura 2.2.35).

Visualizar Ubicaciones GPS

Derivador:  Descripción:  Consultar

| Identificador | Latitud  | Longitud | Elevacion | Fecha Hora             | Derivador |
|---------------|----------|----------|-----------|------------------------|-----------|
| 70            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:28:52... | 1         |
| 71            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:28:55... | 1         |
| 72            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:28:58... | 1         |
| 73            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:29:02... | 1         |
| 74            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:29:05... | 1         |
| 75            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:29:08... | 1         |
| 76            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:29:11... | 1         |
| 77            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:29:15... | 1         |
| 78            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:29:18... | 1         |
| 79            | -2.13614 | -79.9205 | 73.4      | 2019-08-18 16:29:22... | 1         |

**Figura 2.2.35 Consulta de las ubicaciones registradas de los derivadores**

La opción “Ver Eventos” permitirá consultar los eventos que se encuentren registrados en la base de datos, los cuales podrán ser filtrados de igual manera como la opción de “Ver Ubicaciones”, estos eventos indicarán con una descripción cuando el dispositivo estuvo fuera de rango o cuando estuvo dentro del rango permitido para las investigaciones (véase en la Figura 2.2.36).

Visualizar Eventos GPS

Todos:  Descripción:  Consultar

| Identificador | Tipo  | Descripcion                         | Fecha Hora             | Dispositi... | Latitud  | Longitud | Elevacion |
|---------------|-------|-------------------------------------|------------------------|--------------|----------|----------|-----------|
| 25            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:04... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 26            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:08... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 27            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:11... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 28            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:14... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 29            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:18... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 30            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:21... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 31            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:24... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 32            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:27... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 33            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:31... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |
| 34            | Rango | El dispositivo esta fuera de rango. | 2019-08-20 23:59:34... | 1            | -2.13607 | -79.9204 | 57.0      |

**Figura 2.2.36 Consulta de los eventos registrados de los derivadores**

La última pestaña “Información” cuenta con una opción denominada “Acerca de”, esta opción nos muestra la información correspondiente a nuestro proyecto integrador, sus integrantes y sus respectivos profesores (véase en la Figura 2.2.37).



**Figura 2.2.37 Información del proyecto integrador.**

# CAPÍTULO 3

## 3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

### 3.1 Plan de Implementación

En la figura 3.1.1 se apreciará el listado de las actividades que formarán parte de la implementación del proyecto, el cual tiene una duración de 69 días.

|    | Nombre de tarea                                                                               | Duración | Comienzo     | Fin          | Predecesoras | Nombres de los recursos                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ➤ <b>Implementación del Proyecto</b>                                                          | 69 días  | lun 16/09/19 | jue 19/12/19 |              |                                                                                                               |
| 2  | Reunión Kick-off del proyecto                                                                 | 1 día    | lun 16/09/19 | lun 16/09/19 |              | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |
| 3  | ➤ <b>Documentación del proyecto</b>                                                           | 5 días   | mar 17/09/19 | lun 23/09/19 | 2            |                                                                                                               |
| 4  | Acta de constitución                                                                          | 5 días   | mar 17/09/19 | lun 23/09/19 | 2            | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |
| 5  | Plan de proyecto                                                                              | 2 días   | mar 17/09/19 | mié 18/09/19 | 2            | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |
| 6  | ➤ <b>Adquisiciones de materiales y equipos</b>                                                | 35 días  | mar 24/09/19 | lun 11/11/19 | 3            |                                                                                                               |
| 7  | Asignación de presupuesto para adquisiciones                                                  | 2 días   | mar 24/09/19 | mié 25/09/19 |              | Daniel Merino;Leonel Crespo; Ejecutivo comercial Inocar                                                       |
| 8  | Emisión de orden de compra para materiales                                                    | 2 días   | jue 26/09/19 | vie 27/09/19 | 7            | Daniel Merino;Leonel Crespo; Ejecutivo comercial Inocar                                                       |
| 9  | Emisión de orden de compra para equipos                                                       | 2 días   | jue 26/09/19 | vie 27/09/19 | 7            | Daniel Merino;Leonel Crespo; Ejecutivo comercial Inocar                                                       |
| 10 | Recepción de materiales y equipos                                                             | 30 días  | lun 30/09/19 | vie 08/11/19 | 9;8          |                                                                                                               |
| 11 | Arribo a bodegas                                                                              | 1 día    | lun 11/11/19 | lun 11/11/19 | 10           | Personal de Bodega                                                                                            |
| 12 | Obra civil en la oficina                                                                      | 1 día    | mar 12/11/19 | mar 12/11/19 | 6            | Obra civil y materiales[1]                                                                                    |
| 13 | ➤ <b>Preparación de equipos para el Sistema</b>                                               | 7 días   | mié 13/11/19 | jue 21/11/19 | 12           |                                                                                                               |
| 14 | Instalación de Rack de 12U                                                                    | 1 día    | mié 13/11/19 | mié 13/11/19 |              | Daniel Merino;Leonel Crespo;Rack 12U StarTech[1]                                                              |
| 15 | Instalación del Switch de 16 puertos                                                          | 1 día    | mié 13/11/19 | mié 13/11/19 |              | Daniel Merino;Leonel Crespo;Switch Tp-link[1]                                                                 |
| 16 | Instalación y configuración del SO del Servidor para la base de datos                         | 1 día    | mié 13/11/19 | mié 13/11/19 |              | Daniel Merino;Leonel Crespo; Servidor HPE ProLiant[1]                                                         |
| 17 | Armado y montaje de los dispositivos para los dispositivo finales (Derivadores)               | 4 días   | jue 14/11/19 | mar 19/11/19 | 14;15;16     | Daniel Merino;Leonel Crespo; Memoria MicroSD[4]; Power bank[4]; Raspberry Pi 3 B+[4];Usb-port GPS[4];Xbee Pro |
| 18 | Armado y montaje de los dispositivos para el dispositivo coordinador en la oficina del Inocar | 1 día    | mié 20/11/19 | mié 20/11/19 | 17           | Daniel Merino;Leonel Crespo; Memoria MicroSD[1]; Raspberry Pi 3 B+[1];Xbee Pro S3B[1]                         |
| 19 | Instalación del dispositivo coordinador en la oficina del Inocar                              | 1 día    | mié 20/11/19 | mié 20/11/19 | 17           | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |
| 20 | Cableado estructurado para los equipos instalados en la oficina del Inocar                    | 1 día    | jue 21/11/19 | jue 21/11/19 | 14;15;16;19  | Daniel Merino;Leonel Crespo; Patch Cord Cat 6a Utp Panduit[1]                                                 |
| 21 | ➤ <b>Configuración de Equipos</b>                                                             | 3 días   | vie 22/11/19 | mar 26/11/19 | 13           |                                                                                                               |
| 22 | Instalación y configuración de SO en raspberry y en los sensores                              | 2 días   | vie 22/11/19 | lun 25/11/19 |              | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |
| 23 | Prueba de comunicación entre los sensores Xbee                                                | 1 día    | mar 26/11/19 | mar 26/11/19 | 22           | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |
| 24 | Prueba de funcionamiento en los sensores GPS                                                  | 1 día    | mar 26/11/19 | mar 26/11/19 | 22           | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |
| 25 | ➤ <b>Desarrollo del sistema</b>                                                               | 8 días   | mié 27/11/19 | vie 06/12/19 | 21           |                                                                                                               |
| 26 | Creación de la base de datos, tablas y relaciones                                             | 1 día    | mié 27/11/19 | mié 27/11/19 |              | Daniel Merino;Leonel Crespo                                                                                   |

Figura 3.1.1 Tareas del plan de implementación parte 1

|    |                                                                            |        |              |              |       |                             |
|----|----------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|--------------|-------|-----------------------------|
| 27 | Creación de proyectos en NetBeans                                          | 1 día  | jue 28/11/19 | jue 28/11/19 | 26    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 28 | Desarrollo del Sistema de Aplicación de escritorio                         | 3 días | vie 29/11/19 | mar 03/12/19 | 27    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 29 | Pruebas de la Aplicación de escritorio                                     | 1 día  | mié 04/12/19 | mié 04/12/19 | 28    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 30 | Desarrollo del Sistema para captura de información (derivadores)           | 2 días | mié 04/12/19 | jue 05/12/19 | 28    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 31 | Pruebas del Sistema de captura de información                              | 1 día  | vie 06/12/19 | vie 06/12/19 | 30    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 32 | ➤ Pruebas finales                                                          | 3 días | lun 09/12/19 | mié 11/12/19 | 29;31 |                             |
| 33 | Construcción de dispositivos derivadores con Rpi y sensores                | 2 días | lun 09/12/19 | mar 10/12/19 |       | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 34 | Instalación de aplicación de escritorio en ordenador del Inocar            | 1 día  | mié 11/12/19 | mié 11/12/19 | 33    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 35 | Pruebas de los sistemas integrados                                         | 1 día  | mié 11/12/19 | mié 11/12/19 | 33    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 36 | ➤ Cierre del proyecto                                                      | 6 días | jue 12/12/19 | jue 19/12/19 | 32    |                             |
| 37 | Capacitaciones al personal del Inocar                                      | 1 día  | jue 12/12/19 | jue 12/12/19 |       | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 38 | Elaborar el instructivo o manual del sistema                               | 3 días | vie 13/12/19 | mar 17/12/19 | 37    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 39 | Elaborar documentación del cierre del proyecto                             | 1 día  | mié 18/12/19 | mié 18/12/19 | 38    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 40 | Obtener firmado el acta de recepción del documento del cierre del proyecto | 1 día  | jue 19/12/19 | jue 19/12/19 | 39    | Daniel Merino;Leonel Crespo |
| 41 | Gastos de Transporte y Viáticos                                            | 1 día  | mar 24/09/19 | mar 24/09/19 | 4     | Transporte y viáticos[1]    |

**Figura 3.1.2 Tareas del plan de implementación parte 2**

### 3.2 Presupuesto

La implementación del sistema automatizado del presente proyecto tendrá una inversión de \$7.811,00. En la tabla 3.2 se podrá apreciar el listado de los recursos y sus costos.

**Tabla 3.2 Tabla de costos del proyecto**

| Nombre del recurso                       | Unidad | Precio unitario | Precio final |
|------------------------------------------|--------|-----------------|--------------|
| Servicios de Desarrollo e implementación | 1      | \$ 1.880,00     | \$ 1.880,00  |
| Ejecutivo comercial INOCAR               | 1      | \$ 156,00       | \$ 156,00    |
| Transporte y viáticos                    | 1      | \$ 1.500,00     | \$ 1.500,00  |
| Personal de Bodega                       | 1      | \$ 20,00        | \$ 20,00     |
| Obra civil y materiales                  | 1      | \$ 100,00       | \$ 100,00    |
| Raspberry Pi 3 B+                        | 5      | \$ 70,00        | \$ 350,00    |
| Xbee Pro S3B                             | 5      | \$ 40,00        | \$ 200,00    |
| Usb-port GPS                             | 4      | \$ 50,00        | \$ 200,00    |
| Memoria MicroSD                          | 5      | \$ 15,00        | \$ 75,00     |
| Power bank                               | 4      | \$ 30,00        | \$ 120,00    |
| Caja plástica hermetica                  | 4      | \$ 10,00        | \$ 40,00     |
| Rack 12U StarTech                        | 1      | \$ 300,00       | \$ 300,00    |
| Switch Tp-link                           | 1      | \$ 80,00        | \$ 80,00     |
| Servidor HPE ProLiant                    | 1      | \$ 900,00       | \$ 900,00    |
| Caja de 10 Patch Cord Cat 6a Utp Panduit | 1      | \$ 10,00        | \$ 10,00     |
| Total                                    |        |                 | \$ 7.811,00  |

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

La implementación del software Derivador GPS incidió positivamente en la automatización del proceso de recolección de datos de los Derivadores de corrientes marinas, para realizar los estudios sobre el comportamiento de las corrientes marinas.

Se logró identificar que la metodología Design Thinking usada en la implementación de nuestro proyecto, fue de gran ayuda para poder generar ideas innovadoras para la creación de nuestra solución. Estas ideas fueron enfocadas a los usuarios finales, de esta manera el Design Thinking nos permitió la generación de una solución que satisface las necesidades de nuestros usuarios.

Los dispositivos utilizados en nuestra solución son de bajo costo adquisitivo y de mantenimiento simple, de esta manera se le otorga al Instituto una solución de bajo costo y de gran ayuda para la automatización de su proceso de recolección de datos.

Se realizó pruebas con diferentes tipos de sensores que existen en el mercado, en el cual se tuvo como resultado que la confiabilidad de los datos obtenidos depende de la calidad y certificaciones de estos.

### Recomendaciones

Es conveniente implementar una App móvil, para que el personal del INOCAR pueda realizar las consultas de los registros almacenados desde un dispositivo celular móvil.

En adición al proyecto, se podría implementar un módulo con panel solar que permita energizar el dispositivo derivador, actualmente mantiene una Powerbank (cargador portátil) de 21.000 mAh el cual energiza los equipos.

En adición al proyecto, se podría implementar un motor que le permita al derivador moverse, para evitar que traspase el área de estudio del INOCAR y en el momento que el derivador este fuera del área de estudio le permita regresar.

Es conveniente realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses a los equipos que conformar el sistema automatizado, para evitar inconvenientes en su funcionamiento.

Es conveniente realizar un mantenimiento de la Base de Datos cada 5 años, de esta manera se eliminará el historial de registros almacenados durante este tiempo, para poder garantizar que exista espacio en la Base de Datos.

# BIBLIOGRAFÍA

[1] María J. Mendoza S., José Guerra Salazar, Natalia P. Layedra L., José Morales Gordon, Patricio Adolfo Romero, “Red Inalámbrica de Sensores Inteligentes con Nodos Robotizados para la Supervisión del Ecosistema y Contaminación del Agua en Lagos y Lagunas,” Revista Publicando, vol. 5, No. 15, pp.120-136, Ene, 2018.

[2] Juan Francisco Rudilla Pérez, “Desarrollo de un GPS Inercial con Raspberry PI,” Tesis de fin de grado, Esc. Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones, Univ. Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2018.

[3] Andrade Soria Holger Vinicio, “Diseño de Implementación de un Sistema Electrónico para el Control, Seguridad y Rastreo Vehicular utilizando un Ordenador de Placa Reducida Raspberry,” Tesis de fin de grado, Esc. Ingeniería en Electrónica y Redes, Esc. Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2017.

[4] Raspberry Pi Foundation, 2018. Raspberry Pi 3 Model B+ - Raspberry Pi. [Online]. Disponible en:

<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>

[5] Kuongshun Electronic Company, 2019. Raspberry Pi GPS Módulo USB Puerto. [Online]. Disponible en.

<http://www.szks-kuongshun.com/raspberry-pi/raspberry-pi-3-2-model-b-accessories/raspberry-pi-gps-module-usb-port.html>

[6] XBee, 2019. XBee3 PRO S3B XSC RPSMA [Online]. Disponible en:

<https://xbee.cl/xbee-pro-s3b-xsc-rpsma/>

[7] Tohemu.blogspot,2013. Tecnologías de la información. [Online] Disponible en:

<http://tohemu.blogspot.com/2013/11/convertir-latlong-gprmc-grados.html>

[8] Anker, 2019. Anker PowerCore 20100. [Online]. Disponibl en:

<https://www.anker.com/products/variant/powercore-20100/A1271012>

- [9] Especificaciones gps garmin, 2007. Manual del usuario. [Online]. Disponible en: [https://escalerilla.barruelo.com/descargas/eTrexLegendHCx\\_ESManualdelusuario.pdf](https://escalerilla.barruelo.com/descargas/eTrexLegendHCx_ESManualdelusuario.pdf)
- [10] ¿Qué es una señal gps?, 2016. Estructura de las señales gps. [Online]. Disponible en: <https://haciaespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=350>
- [11] Sistema global de navegación por satélite, 2019. [Online]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_global\\_de\\_navegaci%C3%B3n\\_por\\_sat%C3%A9lite#NAVSTAR-GPS](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_de_navegaci%C3%B3n_por_sat%C3%A9lite#NAVSTAR-GPS)
- [12] Aristasur, 2014. Sistema de Coordenadas Geográficas. [Online]. Disponible en: <https://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-longitud-y-latitud>
- [13] Aprs, Gids, 2019. GPS – NMEA sentence information, \$GPRMC. [Online]. Disponible en: <http://aprs.gids.nl/nmea/>
- [14] Corrientes marinas: concepto y clasificación, 2019. [Online]. Disponible en: <https://www.estudiasonavegas.com/116-acad-tropico-capricornio/409-corrientes-marinas-concepto-y-clasificacion>
- [15] Stackoverflow, 2016. Getting the printed string outputted by Python file. [Online] Disponible en: <https://stackoverflow.com/questions/33266603/getting-the-printed-string-outputted-by-a-python-file>
- [16] Oracle, Jim Connors' Blog, 2012. Serial Port Communication for Java SE Embedded. [Online]. Disponible en: <https://blogs.oracle.com/jtc/serial-port-communication-for-java-se-embedded>
- [17] RaspberryPi, 2017. Rxtx lybrary with RPI3. [Online]. Disponible en: <https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=192382>

- [18] Buildmedia.readthedocs, 2017. pySerial Documentation. [Online] Disponible en: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/pyserial/stable/pyserial.pdf>
- [19] Netdepot.cl, 2019. Antena Dipolo 900 MHz. [Online]. Disponible en: <http://www.netdepot.cl/producto/antenas/698-960-mhz/antena-dipolo-900-mhz-900-928-mhz-rubber-duck-2-5-dbi-con-conector-rp-sma-omnidireccional/60>
- [20] Aprendiendoarduino, Wordpress.com, 2019. Configuración Módulo XBee. [Online]. Disponible en: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/xctu/>
- [21] Digi, 2019. XCTU Next Generation Configuration Platform for XBee/RF Solutions. [Online]. Disponible en: <https://www.digi.com/products/embedded-systems/digi-xbee-tools/xctu>
- [22] A. Kumar y S. Gupta, “Study on ZIGBEE Technology”, ijiesrt.com, 2013. [Online]. Disponible en: <http://www.ijesrt.com/issues%20pdf%20file/Archives%202013/Oct-2013/18.pdf>
- [23] J. Martín Moreno y D. Ruiz Fernández, “Informe Técnico: Protocolo ZigBee”, España, 2007. [Online]. Disponible en: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe\\_ZigBee.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf)
- [24] Ccnadesdecero, 2019. Cable Directo, Cable Cruzado y Cable Consola ¿Cuáles son las diferencias? [Online]. Disponible en: <https://ccnadesdecero.es/cable-directo-cruzado-y-consola-diferencias/>
- [25] Amazon, 2019. StarTech.com 12U AV Rack Cabinet. [Online]. Disponible en:

[https://www.amazon.com/dp/B006ZLV5HA/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_0?pd\\_rd\\_i=B0156KTYVO&pd\\_rd\\_w=JHb6H&pf\\_rd\\_p=8a8f3917-7900-4ce8-ad90-adf0d53c0985&pd\\_rd\\_wg=Dq1Xr&pf\\_rd\\_r=9SVYH0E1W0RRE4DX6JN7&pd\\_rd\\_r=ce48c0cb-5f93-4b91-b6af-c775a6edb609&th=1&fbclid=IwAR2I1f\\_hy9ySw3ihD3unQq9ALr8BstPEVX-orTV8r7-i1n9QVY6KsilxQ90](https://www.amazon.com/dp/B006ZLV5HA/ref=sspa_dk_detail_0?pd_rd_i=B0156KTYVO&pd_rd_w=JHb6H&pf_rd_p=8a8f3917-7900-4ce8-ad90-adf0d53c0985&pd_rd_wg=Dq1Xr&pf_rd_r=9SVYH0E1W0RRE4DX6JN7&pd_rd_r=ce48c0cb-5f93-4b91-b6af-c775a6edb609&th=1&fbclid=IwAR2I1f_hy9ySw3ihD3unQq9ALr8BstPEVX-orTV8r7-i1n9QVY6KsilxQ90)

[26] Amazon, 2019. TP-Link 16 Port Switch Gigabit. [Online]. Disponible en:

[https://www.amazon.com/Ethernet-Shielded-Optimization-Unmanaged-TL-SG116/dp/B07GR9S6FN/ref=sr\\_1\\_4?\\_mk\\_es\\_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=3H22RICUXKSHY&keywords=16%20port%20switch&qid=1564950508&s=gateway&sprefix=swit%2Caps%2C217&sr=8-4&fbclid=IwAR1z02BCuwMdxr5IAETLzdsAQhi\\_YSfz77Odig548u1N0t6mcrdNRt6Lfp4](https://www.amazon.com/Ethernet-Shielded-Optimization-Unmanaged-TL-SG116/dp/B07GR9S6FN/ref=sr_1_4?_mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=3H22RICUXKSHY&keywords=16%20port%20switch&qid=1564950508&s=gateway&sprefix=swit%2Caps%2C217&sr=8-4&fbclid=IwAR1z02BCuwMdxr5IAETLzdsAQhi_YSfz77Odig548u1N0t6mcrdNRt6Lfp4)

[27] Amazon, 2019. HPE 873830-S01 ProLiant MicroServer Gen10 Ultra Micro Tower Server 1 x AMD Opteron X3216 Dual-core. [Online]. Disponible en:

[https://www.amazon.com/873830-S01-MicroServer-Dual-core-Installed-Controller/dp/B079MFYDSL/ref=sr\\_1\\_5?keywords=hp+proliant&qid=1566085018&s=gateway&sr=8-5](https://www.amazon.com/873830-S01-MicroServer-Dual-core-Installed-Controller/dp/B079MFYDSL/ref=sr_1_5?keywords=hp+proliant&qid=1566085018&s=gateway&sr=8-5)

# APÉNDICES

## Apéndice A1

En el presente anexo se adjuntará las herramientas que se utilizaron en la etapa de empatizar, entre las cuales tenemos:

- Investigación de Escritorio.
- ¿Qué? ¿Cómo? ¿Por qué?
- Entrevista.
- Ficha Persona.
- Mapa de Empatía.

### Investigación de Escritorio

Para la investigación de escritorio se utilizó la herramienta de Google maps, el cual ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones. Esta aplicación nos ayuda a tener referencias de donde se encuentra ubicado las oficinas principales del Instituto.



**Figura A.1.1 Ubicación del INOCAR.**

Dirección: Vía Puerto Marítimo, Av. 25 de Julio, Guayaquil 090208

Coordenadas: -2.2700094,-79.9069255

El INOCAR tiene como funciones generales los siguientes puntos:

- Realizar, dirigir, coordinar y controlar todos los trabajos de monitoreo y exploración oceanográfica, geofísica y de las ciencias del medio ambiente marítimo.
- Realizar, dirigir, coordinar y controlar los levantamientos hidrográficos fluviales y oceanográficos para el desarrollo, compilación y colaboración de la Cartografía Náutica.
- Tener a su cargo la construcción, administración y mantenimiento de los Faros, Boyas y Balizas en el País.
- Propender el desenvolvimiento de las ciencias y artes necesarias para la seguridad de la navegación y,
- Constituir el organismo oficial técnico y permanente del Estado a quien representará en todo lo que se relaciona con las investigaciones oceanográficas, hidrográficas de la navegación y ayudas a la navegación.

El INOCAR cuenta con las siguientes direcciones técnicas:

- Dirección de Hidrografía y Cartografía.
- Dirección de Navegación.
- Dirección de Oceanografía Naval.
- Dirección de Plataforma Continental y Fondo Oceánico.
- Dirección de Geoinformación Marítima.
- Dirección de Fortalecimiento de Capacidades y Difusión de Información.

### **Herramienta ¿Qué? ¿Cómo? ¿Por qué?**

#### **¿Qué hacen?**

Dirección de Oceanografía Naval, se encarga de efectuar estudios de las ciencias del mar que permitan la comprensión de los procesos oceanográficos marino-costeros y ambientales.

### **¿Cómo lo hacen?**

Se utilizan equipos especiales para los estudios de las ciencias del mar, con la ayuda de estos equipos logran obtener información que es procesada para poder hacer los estudios respectivos del comportamiento del mar, esta información lo obtienen de manera manual y automática en ocasiones.

### **¿Por qué lo hacen?**

Para contribuir a las operaciones navales, al desarrollo de la caracterización hidro-oceanográfica de los espacios marítimos jurisdiccionales y no jurisdiccionales de interés nacional, el servicio de la seguridad a la navegación, la salvaguarda de la vida en el mar y la protección del medio marino.

### **Preguntas para el uso de la Herramienta Entrevista**

Luego de realizar un brainstorm de preguntas, se consolidaron las siguientes:

¿Cuál es su nombre?

¿Cuál es su profesión?

¿Dónde trabaja y en qué área?

¿Qué función desempeña?

¿Qué es lo que más le gusta de su trabajo?

¿Tiene alguna anécdota que nos pueda contar?

¿De las cosas que desempeña en su trabajo que le gustaría mejorar?

¿Nos podría comentar alguna problemática que exista en su trabajo?

¿Por qué piensa que es un problema?

### **Presentación**

Después de la presentación e identificación de nuestra parte Oceanógrafo Jorge Nath, se procedió a explicar el motivo por el cual visitamos las instalaciones del INOCAR.

Se mantuvo una conversación con el Oceanógrafo Jorge Nath en el cual presentamos nuestro interés en realizar una entrevista para poder reconocer alguna problemática que mantenga su departamento y así poder plantear posibles soluciones.



### Ficha de persona

**Nombre:** Jorge Guillermo Nath Nieto Edad: 54 años

**Lugar de trabajo:** Instituto Oceanográfico de la Armada

**Cargo:** Investigador Oceanográfico

**Estudios:** Graduado de Oceanógrafo en la ESPOL y Graduado de Master en Administración de Empresas en la ESPOL

**Estado civil:** casado

### Objetivos:

- Realizar investigaciones a nivel internacional.
- Poder conocer personas de otros países para transmitir mis conocimientos.
- Poder ganar experiencia en el ámbito investigativo.
- Seguir mejorando en el deporte que me gusta practicar que es el Softball.
- Mejorar mi pronunciación del idioma inglés.
- Ser un buen padre y esposo.

### Frustraciones:

- Falta de tiempo para hacer investigaciones.
- La economía del país.
- No dominar el idioma Inglés.

## Mapa de Empatía

Oceanógrafo Jorge Nath Nieto.

Se tomó en cuenta la entrevista e investigación personal (Facebook-LinkedIn).

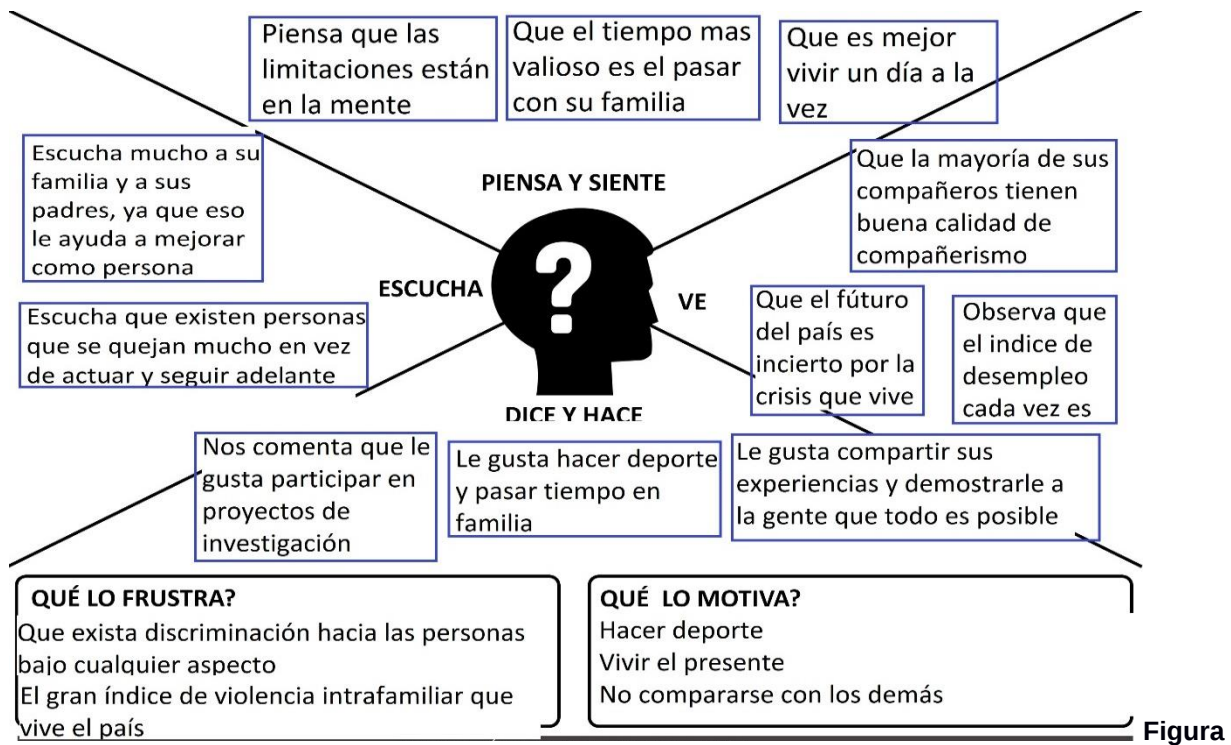


Figura A.1.2 Mapa de Empatía.

## Apéndice A2

Análisis FODA, es una herramienta que utilizamos para estudiar la situación de la empresa, así logramos analizar sus características internas y externas como institución.

**Tabla A2.1 Foda.**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fortaleza</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dispone de un departamento de IT, el cual se encarga de guardar las capturas de información de forma manual.</li><li>• Dispone de bases de datos en las que respalda las investigaciones del océano capturadas en la base Manta.</li></ul> | <b>Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Existe predisposición para mejorar sus procesos de captura de información.</li><li>• Cuentan con la posibilidad de elaborar nuevos Derivadores de corrientes marinas.</li></ul>                                                             |
| <b>Debilidades</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El instituto no cuenta con presupuesto suficiente para mejorar su infraestructura tecnológica.</li><li>• El instituto cuenta con poco personal dirigido hacia la captura de información con Derivadores.</li></ul>                       | <b>Amenazas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pérdida de información capturada por mala práctica, o por no llevar registros digitalizados de ella.</li><li>• Errores al digitalizar manualmente la información recopilada.</li><li>• Pérdida constante de sus Derivadores en el mar.</li></ul> |

## Apéndice A3



Figura A3.1 Gps Garmin.

Tabla A3.1 Especificaciones Gps Garmin.

| Especificaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Físicas</b></p> <p>Tamaño: 10,67 cm Al. X 5,59 cm An.</p> <p>Peso: 159 g con baterías instaladas.</p> <p>Pantalla: 1,3" An. X 1,7" Al., 256 colores.</p> <p>Carcasa: Compacta resistente al agua.</p> <p>Temperatura: De -15 a 70 °C.</p> <p><b>Rendimiento</b></p> <p>Receptor: Compatible con WAAS/EGNOS</p> <p>Tiempos de adquisición: Inicio muy caliente: 3 seg.<br/> Inicio caliente: 33 seg.<br/> Inicio frio: 39 seg.</p> <p>Frecuencia de actualización: 1/segundo, continua.</p> <p>Antena: Direccional integrada.</p> <p>Compás: Precisión: +/- 5 grados, resolución: 1 grado.</p> <p>Altímetro: Precisión: +/- 10 pies, resolución: 1 pie.</p> | <p><b>Encendido</b></p> <p>Fuente de alimentación: Dos baterías AA de 1,5 voltios, cable adaptador de 12V.</p> <p>Duración de la batería: Hasta 25 horas.</p> <p><b>Precisión</b></p> <p>GPS: &lt; 10 metros.</p> <p>DGPS: 3 metros.</p> <p>Velocidad: 0,1 metros/seg en estado estable.</p> |



| Especificaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rendimiento</b><br>Adquisición de satélites: 66 canales de búsqueda, 22 canales de rastreo.<br>Tiempos de adquisición: Inicio muy caliente: 3seg.<br><div style="margin-left: 100px;">Inicio caliente: 15seg.</div> <div style="margin-left: 100px;">Inicio frio: 35 seg.</div> Sensibilidad de adquisición: -148dBm<br>Sensibilidad de seguimiento: -165dBm<br>Frecuencia de actualización: 1Hz (por defecto); hasta 5Hz<br>Corriente: 100mAh | Velocidad de Transmisión: 4800 - 115200bps;<br>9600bps<br>Antena: Direccional integrada, 15.0 x 15.0 x 4.0mm.<br>Protocolos: NEMA 0183<br>Compás: Precisión: +/- 5 grados, resolución: 1 grado.<br>Altímetro: Precisión: +/- 10 pies, resolución: 1 pie.<br><br><b>Precisión</b><br>GPS: < 2,5 metros CEP.<br>DGPS: 3 metros.<br>Velocidad: 0,5 metros/seg. |

Actualmente tenemos dos sistemas globales de navegación por satélite los cuales son GPS de los Estados Unidos de América y el Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS) de la Federación Rusa. Para el desarrollo de nuestro sistema vamos a trabajar con la señal GPS transmitida por la constelación de satélites de América del Norte.



**Figura 2.2.1.1.7 Módulo XBee PRO S3B [6].**

**Tabla A3.3 Especificaciones Módulo XBee PRO S3B.**

| <b>Especificaciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tasa de transferencia: RF 10Kbps hasta 200Kbps.<br>Alcance en interior/urbano. hasta 600m.<br>Alcance exterior/RF línea vista: hasta 9000m.<br><br>Frecuencia: 900MHz.<br><br>Voltaje de trabajo: 2.1 – 3.6V.<br>Corriente transmitiendo: 215mA.<br>Corriente recibiendo: 29mA. | Potencia de transmisión: 24dBm.<br>Sensibilidad del receptor: -110dBm.<br><br>Modulación: FHSS<br><br>Entradas Analógicas: 4 ADC de 10-bits.<br><br>Puertos Digitales: 15 puerto de entrada/ salida digital. |



**Figura 2.2.1.1.8 Batería externa Anker PowerCore [8].**

**Tabla A3.4 Especificaciones Batería externa Anker PowerCore.**

| <b>Especificaciones</b>                        |                           |
|------------------------------------------------|---------------------------|
| Capacidad: 20100mAh                            | Tamaño: 14 x 5,8 x 2,2cm. |
| Tecnología de carga: Extra-rápida (High-speed) | Peso: 350g                |
| Voltaje de entrada: 5V/2A                      |                           |
| Voltaje de salida: 5V/4.8A                     |                           |

## Apéndice A4

**Demanda de consumo de corriente de los componentes físicos conectados a la batería externa.**

*Amperaje de batería / Amperaje horas de componentes físicos = horas*

### **Componentes físicos:**

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| Batería externa     | = 10000 mAh |
| Placa Raspberry     | = 500 mA    |
| Módulo usb-port-gps | = 100 mA    |
| Módulo XBee         | = 215 mA    |

### **Cálculo:**

20100 mAh / (800 mA + 100 mA + 215 mA) = 24,66 h

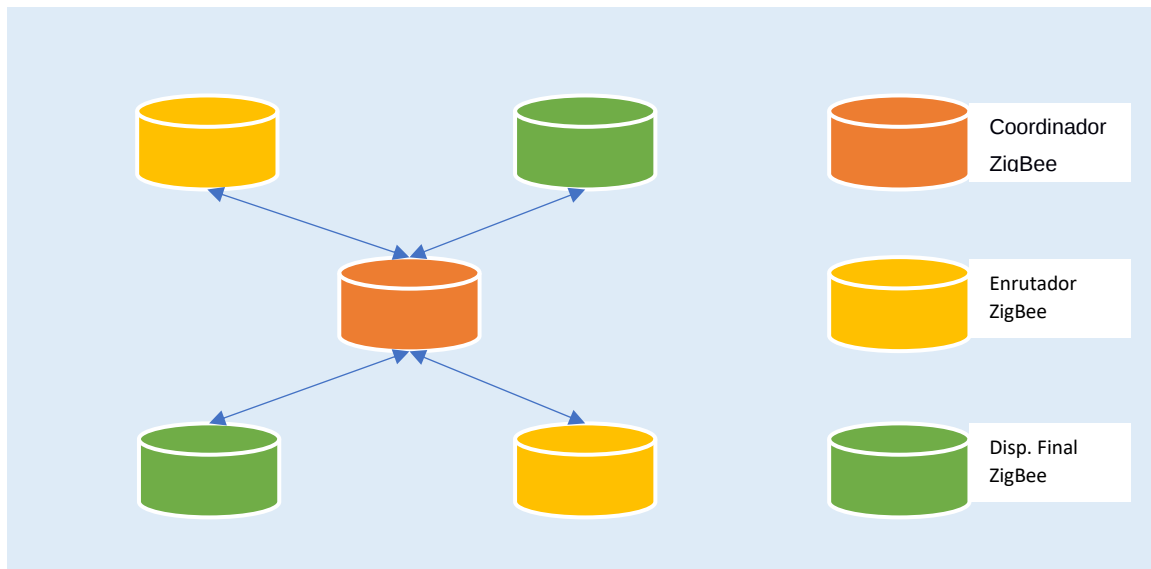
## Apéndice A5

### Topologías de Red ZigBee:

IEEE 802.15.4 permite la comunicación entre dispositivos utilizando los siguientes tres tipos de topologías de red.

#### Topología tipo Estrella

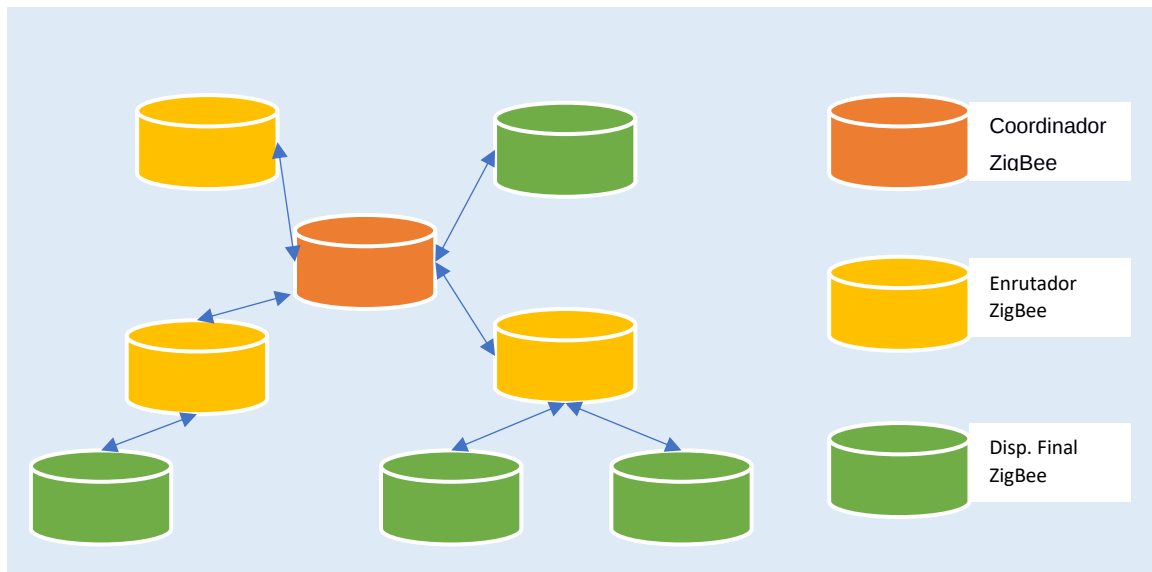
Esta topología consiste en un solo ZC y un sin número de ZED, un modelo de red de esclavo maestro es adoptado dónde el maestro el al ZC que es FFD y como esclavo será también FFD o RFD [27].



**Figura A5.1 Topología tipo Estrella.**

#### Topología tipo Árbol

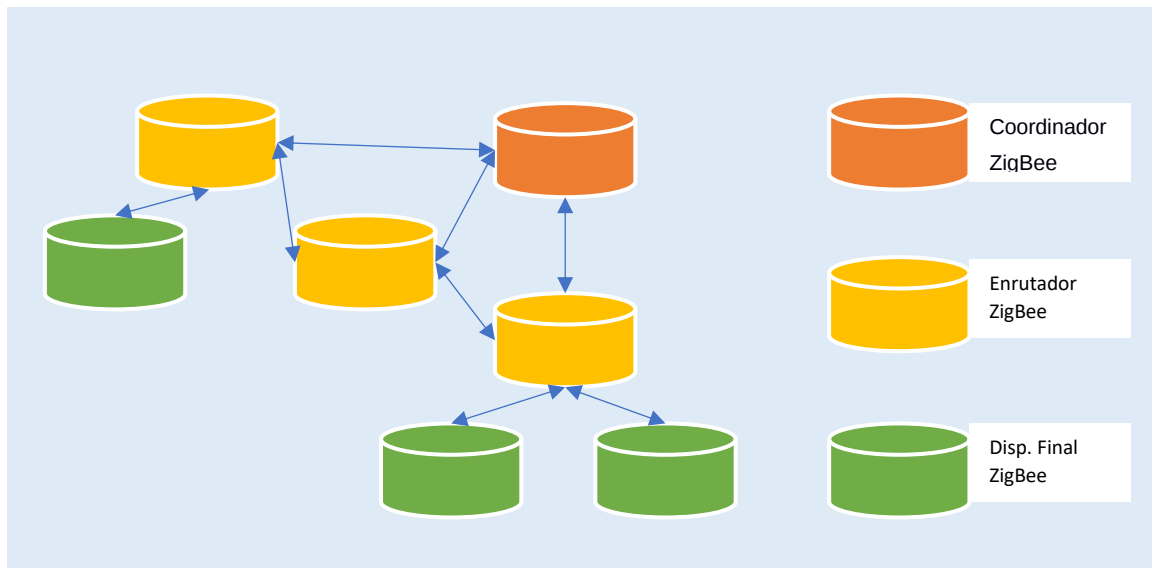
La topología tipo árbol es parecida a la topología tipo estrella. La diferencia es que otros nodos pueden comunicarse entre sí, dando paso a que los dispositivos configurados como RFD/FFD puedan estar conectados a los no-coordinadores FFD. Es posible que con esta topología exista una expansión de la red geográficamente [27].



**Figura A5.2 Topología tipo Árbol.**

### **Topología tipo Malla**

Esta topología se caracteriza porque cada nodo puede estar comunicado con cualquier nodo dentro de su rango, es decir, por la complejidad de la topología de esta red todos los nodos se encuentran interconectados, logrando que la comunicación se dé sin interrupciones [27].



**Figura A5.3 Topología tipo Malla.**

## Apéndice A6

### Líneas de comando (Java):

#### Query Ingresar la información obtenida a la base de datos.

```
public boolean ingresarUbicacion(ubicacion ubi){
    try{
        PreparedStatement st = null;
        st = con.prepareStatement("INSERT INTO ubicacion
(latitud,longitud,elevacion,tiempo,id_dispositivo) VALUES (?, ?, ?, ?, 1);");
        st.setFloat(1,ubi.getLatitude());
        st.setFloat(2,ubi.getLongitude());
        st.setFloat(3,ubi.getElevacion());
        st.setString(4,ubi.getTiempo());

        st.executeUpdate();
        st.close();
        System.out.println("Se ingresó la ubicación a la base de datos...");
        return true;
    }catch (SQLException e){
        System.out.println("Error la ingresar la ubicación a la base de datos... " +e);
        return false;
    }
}
```

## Apéndice A7

### ¿Qué es una Terminal Linux?

Los sistemas operativos basados en Unix disponen de un intérprete de comandos u órdenes (conocido como terminal, consola o shell) que hace de interfaz entre el usuario y el propio sistema operativo. Es decir, mediante la terminal o consola podemos acceder al sistema operativo sin utilizar la interfaz gráfica y realizar todo tipo de tareas en modo texto.



Como podemos observar en la captura, la terminal muestra la siguiente información que será explicada a continuación.

- **pi:** indica que el usuario está conectado a la terminal
- **@:** significa “en”
- **raspberrypi:** indica el nombre del equipo al que estamos conectados.
- **~:** indica la ruta en la que nos encontramos, en este ejemplo se muestra la ruta predeterminada de inicio en la terminal.
- **\$:** es un indicador luego del cual se empiezan a escribir los comandos.

## Apéndice A8

### Corrientes marinas

Se puede definir a las corrientes marinas como un movimiento de traslación, continuado y permanente de una masa de agua determinada de los océanos y, en menor grado, de los mares más extensos. La circulación de las corrientes se define por su rumbo y velocidad o intensidad horaria [9].

Se puede establecer una clasificación de los distintos tipos de corriente según su origen:

- **Corrientes de densidad.** Se producen cuando las aguas de los océanos en latitudes altas, es decir, muy frías y densas son impulsadas hacia latitudes más meridionales por los vientos reinantes. Al llegar a áreas con aguas más cálidas, menos densas, se hunden, dando lugar a desplazamientos verticales, que al mismo tiempo originan corrientes horizontales.
- **Corrientes de marea.** Es el movimiento horizontal que se produce como consecuencia de las mareas, siendo por lo tanto un movimiento periódico y alternativo. Sus efectos se notan especialmente en áreas más o menos costeras
- **Corrientes periódicas.** Aquellas cuya velocidad o dirección cambia periódicamente como una corriente de marea.
- **Corrientes estacionales.** Aquellas que cambian en dirección o velocidad debido a cambios estacionales del viento.
- **Corrientes permanentes.** Aquellas que solo experimentan pequeños cambios a lo largo del año
- **Contracorriente.** Asociadas con las corrientes, se encuentran unas contracorrientes secundarias que circulan contiguas a estas, pero con dirección opuesta, son las contra-corrientes.