



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**

**ESCOM**

Trabajo terminal

**“Ropa de protección al ciclista mediante señalización luminosa”**

No TT:2015-A007

Que para cumplir con la opción de titulación curricular de la carrera de:  
” Ingeniería en Sistemas Computacionales”

*Presentan*

**Díaz Rodríguez Isaac Emmanuel**  
**Garduño Salcedo Heidi Lucero**

*Directores*

**M. en C. Rodolfo Romero Herrera**

**M. en C. María Susana Sánchez Palacios**





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**  
**SUBDIRECCION ACADÉMICA**



No de TT: 2015-A007

Fecha de Presentación: 20 de mayo 2016

Documento Técnico

**“Ropa de protección al ciclista mediante señalización luminosa”**

*Presentan*

**Isaac Emmanuel Díaz Rodríguez**

**Heidi Lucero Garduño Salcedo**

*Directores*

**M. en C. Rodolfo Romero Herrera M. en C. María Susana Sánchez Palacios**

**RESUMEN**

El siguiente trabajo se enfoca en la problemática de seguridad a usuarios de bicicletas, ya que se ha observado cierta estadística de accidentes relacionados con ciclistas, por lo cual se implementó un chaleco al que se le incorporó un sistema de señalización en la parte trasera de este, y que ayudará al usuario a poder avisarle a otras personas los movimientos que realizará a continuación con un sistema de detección de voz desarrollado en el sistema operativo Android.

**Palabras clave.**

Wearable, Android, Bicicleta, Seguridad.



**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**



**DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN INTEGRAL E  
INSTITUCIONAL  
COMISIÓN ACADÉMICA DE TRABAJO TERMINAL**

México, D.F. a 27 de Mayo de 2016.

**DR. FLAVIO ARTURO SÁNCHEZ GARFIAS  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA  
DE TRABAJO TERMINAL  
P R E S E N T E**

Por medio del presente, se informa que los alumnos que integran el TRABAJO TERMINAL: 20 15-A007, titulado "Ropa de protección al ciclista mediante señalización luminosa" concluyeron satisfactoriamente su trabajo.

Los discos (DVDs) fueron revisados ampliamente por sus servidores M. en C. Rodolfo Romero Herrera y M. en C. María Susana Sánchez Palacios y corregidos, cubriendo el alcance y el objetivo planteados en el protocolo original y de acuerdo a los requisitos establecidos por la Comisión que Usted preside.

**ATENTAMENTE**

M. en C. Rodolfo Romero Herrera

M. en C. María Susana Sánchez Palacios

## **Advertencia**

*“Este documento contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto, su uso quedará restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan.”*

La aplicación no convenida exime a la escuela su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen.

Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en:

La Subdirección Académica de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n Teléfono: 57296000, extensión 52000.

## **Agradecimientos de Heidi Lucero Garduño Salcedo.**

- Quiero agradecer primeramente a Dios por brindarme la oportunidad de forjar otro triunfo en mi carrera profesional, por haberme dado salud, sabiduría y entendimiento para lograr esta meta.
- Quiero agradecer a mis padres Lilia Azucena Salcedo Vila y José Luis Garduño Soto primero por haberme dado la vida y por qué con su amor me han transformado día a día en la mujer que soy actualmente. Gracias papá por haberme dado las armas para no dejar que me diera por vencida y por impulsarme a estudiar una gran carrera. Gracias mamá por soportarme y tenerme paciencia cuando yo no la tengo. Quiero agradecerles por todos los desvelos que les he causado, por todos los sacrificios que han hecho por mí. Gracias no tengo palabras suficientes para agradecerles todo su amor y cariño que me han brindado incondicionalmente a lo largo de mi vida.
- Quiero agradecer a mis Directores de trabajo terminal a la M. en C. María Susana Sánchez Palacios y al M. en C. Rodolfo Romero Herrera por habernos guiado a lo largo de estos meses de trabajo ya que ustedes fueron mis guías y que sin su apoyo, comprensión, amistad y liderazgo no creo haber podido concluir esta etapa tan importante en mi vida.
- Quiero agradecer a la Escuela Superior de Cómputo por haberme cobijado como una hija y permitirme ser parte de la gran comunidad Politécnica. ¡Huelum!
- Quiero agradecer a mi abuelo Ignacio Salcedo Rodríguez por siempre estar a mi lado, desde que era pequeña me enseñó el valor de tener una familia y siempre ha estado brindándome su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.
- Quiero agradecer a mis hermanos Francisco Javier Hernández Salcedo y Lilia Yazmin Hernández Salcedo por ser mis hermanos y maestros en este arduo camino de la vida ya que ellos me inspiraron a nunca darme por vencida y siempre perseguir mis sueños y metas.
- Quiero agradecer a mi sobrino Israel Francisco ya que con él me crie cuando era pequeña, fue como el hermano menor que nunca tuve y es un amigo al que estimo y aprecio mucho.
- A mi querido sobrino Warren por brindarme su alegría y su espontaneidad deseando que cumpla todos sus sueños a lo largo de su vida.
- Y por último pero no menos importante quiero agradecer a la M. en C. Roció Almazán Farfán por brindarme su amistad y el apoyo que me ha brindado a través de estos años, le agradezco enormemente por escucharme y darme consejos que me han servido en el ámbito educativo y sobre todo en el personal.

## **Agradecimientos de Isaac Emmanuel Díaz Rodríguez.**

- Quiero agradecer a mi madre Gloria Dolores Rodríguez Machuca primeramente por ser una gran mujer ya que ella nos ha sacado a mí y a mi hermano adelante, por habernos dado la fortaleza de enfrentar la vida ya que en todos estos años me ha brindado su amor, su cariño, su comprensión y su confianza lo que me ha permitido transformarme en el hombre que soy hoy en día. Quiero agradecerle por toda su ayuda, sus consejos y por los desvelos que ha pasado conmigo y sobre todo por los sacrificios que ha tenido que hacer por nosotros. Gracias es una palabra insuficiente, ya que no existe una palabra que describa el agradecimiento eterno que tengo y que por su amor y cariño he podido lograr este sueño, ¡Te dedico esta victoria y todas las futuras que vengan!
- Quiero agradecer a mis Directores de trabajo terminal a la M. en C. María Susana Sánchez Palacios y al M. en C. Rodolfo Romero Herrera por haberme guiado a lo largo de estos meses de arduo trabajo ya que gracias a que ustedes fueron más que unos guías y apoyo, fueron mis amigos lo que me ha permitido concluir esta etapa tan importante en mi vida.
- Quiero agradecer a mi hermano Fernando Yael Díaz Rodríguez por ser mi amigo y mi confidente, por pasar grandes momentos de diversión y tristeza conmigo en este arduo camino de la vida ya que él me inspira a nunca darme por vencido y siempre, perseguir mis sueños y metas.
- Quiero agradecer a mi tía Maricela Rodríguez Machuca por haber ayudado a mi mamá a criarme a mí y a mi hermano, por habernos brindado su amor y su cariño ya que has sido como una segunda madre para nosotros, en verdad gracias por todo tu apoyo.
- Quiero agradecer a mis primos y tíos por estar conmigo en las buenas y en las malas, por brindarme su apoyo en cualquier momento y por hacer que seamos una gran familia unida.
- Quiero agradecer a la M. en C. Roció Almazán Farfán por brindarme su amistad y el apoyo que me ha brindado a través de estos años, gracias por escucharme y darme consejos que me han servido en el ámbito educativo y sobre todo en el personal.

# INDICE

Capítulo 1 .....	1
1.1 Introducción. ....	1
1.2 Objetivos. ....	1
1.3 Estado del arte. ....	1
1.4 Metodología .....	3
1.4.1 Mobile-D .....	4
1.5 Requerimientos. ....	4
1.5.1 Encuesta a peregrinos .....	4
1.5.2 Requerimientos funcionales del software. ....	10
1.5.3 Requerimientos del hardware. ....	11
1.7 Análisis de riesgos .....	11
Capítulo 2. ....	13
2.1 Diagrama de Casos de Uso. ....	13
2.2 Diagrama de Secuencia. ....	13
2.3 Diagrama de Clases. ....	14
2.4 Diagrama Top Down.....	14
Capítulo 3 .....	20
3.1 Componentes del proyecto.....	20
3.1.1 Tabla de Componentes.....	20
3.2 Tiras de LEDs .....	23
3.2.1 Especificaciones técnicas.....	23
Capítulo 4 .....	26
4.1 Vestimenta .....	26
4.2 Diseño de vestimenta .....	26
4.2.1 Patrones.....	26
4.3 Modelado 3D .....	27
4.3.1 Descripción de vestimenta parte posterior .....	27
4.3.2 Descripción Parte anterior de la vestimenta .....	28
4.3.3 Costados .....	29
4.4 Tela .....	30
4.4.1 Color.....	30
4.4.2 Hilo conductivo. ....	31
Capítulo 5.....	32
5.1 Reconocimiento de voz. ....	32

5.3. Diagrama electrónico.....	32
Capítulo 6 .....	35
6.1 Diseño de pruebas .....	35
6.1.1 Prueba de Usabilidad .....	35
6.1.2 Prueba de Responsividad.....	35
6.1.3 Prueba de Optimización de recursos.....	35
6.2 Pruebas del sistema .....	35
6.2.1 Sistema de voz .....	36
6.2.2 Sistema de comunicación.....	36
6.3 Medición de cantidad lumínica .....	37
6.4 Mediciones.....	38
6.4.1 Mediciones en cuarto oscuro.....	38
6.4.2 Mediciones en Cuarto con luz .....	41
6.5 Prueba del chaleco.....	45
Capítulo 7.....	46
7.1 Lista de Insumos y precios.....	46
Insumos .....	46
Conclusiones.....	48
Trabajo a futuro.....	49
Referencias .....	50
Anexo 1 .....	51
Figura 26. Diagrama de Gantt (Parte 1).....	51
Figura 27. Diagrama de Gantt (Parte 2).....	52
Figura 28. Diagrama de clases.....	53
Tabla 28. Usabilidad.....	54
Tabla 29. Responsividad.....	54
Anexo 2 .....	55



# Capítulo 1

## 1.1 Introducción.

Los ciclistas cuentan con muy poca protección corporal en caso de sufrir un accidente y una forma de evitar esto es por medio de la prevención, sin embargo los sistemas actuales no les proveen de las herramientas necesarias para lograrlo plenamente, esta es la problemática que se plantea para resolver con este Trabajo Terminal, desarrollando un sistema en la vestimenta proveyendo de luces direccionales a través de un prototipo luminoso controlado por una aplicación móvil que en primera instancia será en el sistema operativo Android.

## 1.2 Objetivos.

Los objetivos principales de este trabajo terminal son los siguientes:

- Desarrollar un sistema direccional de luces comandados por voz para que los ciclistas den a conocer la dirección en la cual se moverán cuando estén en condiciones de poca visibilidad y como medida de precaución.
- Desarrollar un sistema de detección de comandos por voz para darle al ciclista más comodidad al realizar las vueltas a través de un celular inteligente.
- Desarrollar un sistema de comunicación Bluetooth entre el módulo de luces direccionales y el celular inteligente.

## 1.3 Estado del arte.

Sistemas similares que se han desarrollado son:

Ciclomatrix (Mecatrónica del Instituto Politécnico Nacional) [1]

El proyecto Ciclomatrix es un chaleco que funciona como las luces direccionales de un vehículo con las que el automovilista puede ver al ciclista y saber, a través de las señales luminosas, la trayectoria y los movimientos que realizará, es decir, si girará a la derecha o a la izquierda. Por medio de una pantalla de focos led en la espalda, en donde se reproducen mensajes y flechas, con las que logran comunicarse con el conductor que va detrás de ellos. El control de las luces se mantiene desde el manubrio de la bicicleta, en donde se coloca un switch para encender la pantalla del chaleco con flechas según la dirección que se tome.

## Visijax (Commuter jacket with turn signals) [2]

Es una chamarra que cuenta con 23 LEDs de alta intensidad integrados con intermitentes con auto-cancelación activado por movimiento. También cuenta con tres modos de configuración- lento, rápido, constante - se alimenta de una batería USB recargable de más de 20 horas de carga en condiciones normales de uso.

## Sat Bike (Desarrollo de un prototipo de ordenador para bicicleta de montaña) [3]

Es un sistema de obtención de datos biométricos a través de una pequeña computadora empotrada en la bicicleta.

## Saferide (Proyecto elaborado por la UNAM) [4]

El dispositivo cuenta con una pila de litio 3.7 voltios recargables y leds en la parte trasera en forma de direccionales, las cuales se encienden si los sensores detectan movimiento, los leds del chaleco prenden de manera intermitente cuando el ciclista estira alguno de sus brazos, lo que alerta a los automovilistas y peatones.

Además, el dispositivo cuenta con una conexión directa al teléfono móvil, lo que permite alertar a los usuarios vía Twitter si la bicicleta sufre cambios de aceleración. La prenda posee un acelerómetro con tres ejes y al haber un cambio en la aceleración del eje X, que podría ser el frontal, éste se registra en el 'cerebro' del chaleco programado para percibir los cambios.

Al sentir una variación en la aceleración, el chaleco manda una señal al celular mediante el sistema Bluetooth, la cual se envía a los usuarios registrados con la API (Application Interface) de Twitter, lo que permite saber dónde ocurrió, detalló el estudiante.

En la tabla 1 se resumen las características de cada uno de los proyectos antes mencionados así como también su precio en el mercado.

**Tabla 1. Resumen de productos similares.**

Proyecto	Características	Precio*
Ciclomatrix	Es un chaleco con direcciones de luces leds controlado por un mando portable ajustado en el manubrio.	~ \$3000.00 pesos
Visijax	Es una chamarra con direcciones de luces activado por el movimiento corporal de manos.	~ \$2759.76 (£114.99)
SAT BIKE	Sistema de obtención de datos biométricos a través de una computadora portátil.	Sin costo especificado
Safe ride	Es una chamarra con direcciones de luces activado.	\$600.00 pesos

\*(precios estimados en septiembre de 2015)

En la tabla 2 se muestra una comparación entre diferentes proyectos que se han realizado con anterioridad al trabajo terminal (TT).

**Tabla 2 Comparativa.**

Proyectos	Portable	Sistema de luces	Sistema de direccionamiento	Sistema de comandos por voz	Sistema por teléfono móvil
Ciclomatrix	X	X	X		
Visijax	X	X	X		
SAT BIKE	X		X		
Saferide	X	X	X		
Ropa de protección al ciclista mediante señalización luminosa	X	X	X	X	X

1.4 Metodología

### 1.4.1 Mobile-D

Mobile-D [5][6] es una metodología que nos ayuda en la planificación de proyectos que contienen partes de desarrollo de hardware y software. Esta metodología se basa en la metodología ágil lo que nos ofrece un desarrollo rápido y de calidad.

Mobile-D se compone de 5 fases principales las cuales son Explorar, Inicializar, Fase de producto, Estabilizar y la última fase que es el test y reparación del sistema, a continuación, describiremos brevemente las siguientes fases.

- Explorar: Se dedica a la planificación y a los conceptos básicos del proyecto.
- Inicializar: Se preparan e identifican todos los recursos necesarios.
- Fase de producto: se repiten iteradamente las sub-fases de día de planificación, día de trabajo, día de publicación.
- Estabilizar: Se llevan a cabo las acciones de integración para asegurar que el sistema completo funciona correctamente.
- Pruebas y reparación: Tiene como meta la disponibilidad de una versión estable y plenamente funcional del sistema.

Para ilustrar la metodología antes mencionada se mostrará en el diagrama de Gantt, el cual se encuentra en el Anexo 1 Figura 17.

### 1.5 Requerimientos.

El software será la interfaz de comunicación entre el sistema de luces y el ciclista, este contendrá diferentes opciones para que el usuario dicte comandos al sistema de luces como por ejemplo una interfaz donde el usuario implemente comandos de voz hablados y una opción donde implemente comandos de manera manual.

#### 1.5.1 Encuesta a peregrinos

El 12 de diciembre de 2015 se realizó una encuesta a peregrinos visitantes a la basílica de Guadalupe. El principal motivo de la encuesta es conocer las necesidades de posibles usuarios finales de este trabajo terminal(TT). La encuesta cuenta de seis preguntas relacionadas con el medio de transporte que ellos utilizaron y las medidas de seguridad que optaron para llevar a cabo su recorrido las cuales se pueden observar en el anexo 2.

Los resultados que se obtuvieron de la encuesta son:

Con respecto a la primera pregunta el objetivo de la primera pregunta es conocer las distancias recorridas por los peregrinos desde su lugar de origen hasta la basílica de Guadalupe.

La encuesta nos arrojó cinco estados principales de origen de peregrinaciones que utilizaban bicicletas como medio principal de transporte, ellos fueron de los siguientes:

1. Morelos.
2. Tlaxcala.
3. Estado de México.
4. Puebla.
5. Ciudad de México.

Una nota importante que se pudo observar en las respuestas de la primer pregunta es que los lugares de orígenes de estos contingentes son estados colindantes al área metropolitana de la Ciudad de México, con lo que se puede determinar la distancia aproximada del recorrido de estos.

La distancia aproximada se obtuvo de la aplicación de google maps desde la Basílica de Guadalupe hasta la zona céntrica de estos Estados.

Estas distancias mencionadas se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Promedio de distancia recorrida de los peregrinos encuestados**

Origen	Ruta	Distancia Recorrida (km)
• Morelos	Carretera Federal México-Cuautla/Ixtapaluca - Amecameca de Juarez/México 115	149.0
• Tlaxcala	Por Autopista Puebla - México/México 150D*	124.4
• Estado de México (Municipio de Chalco)	Por Autopista Puebla - México/México 150D*	43.7
• Puebla	Por Autopista Puebla - México/México 150D*	141.7
• Ciudad de México (Delegación Tlalpan)	Por Anillo Periférico. Blvd. Adolfo Ruiz Cortines	32.8

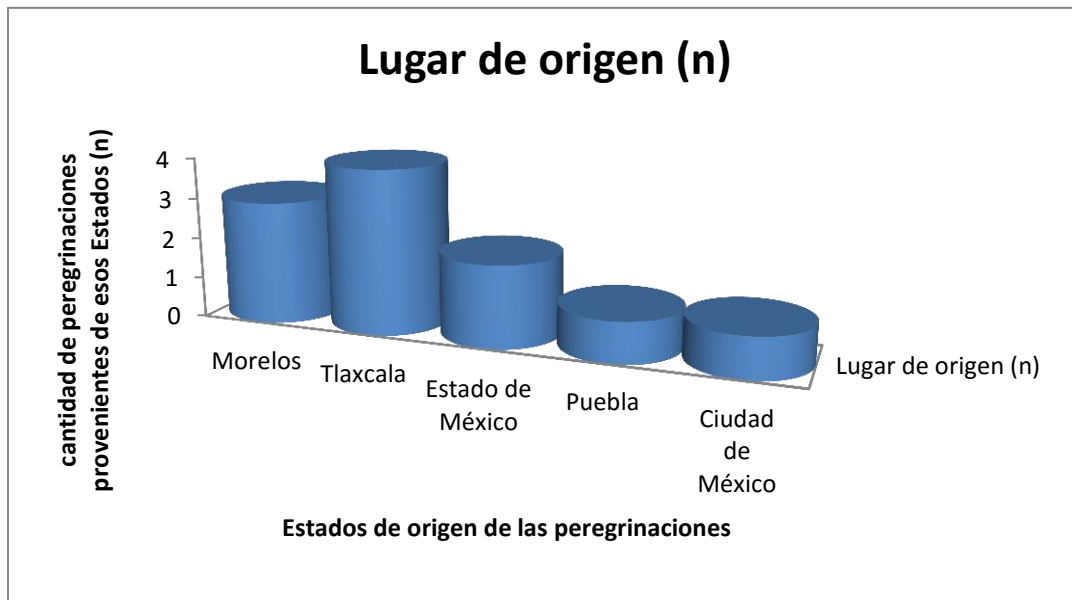
Nota

\* Las autopistas y carreteras de acceso restringido son parte de la red federal de carreteras y se identifican mediante el uso de la letra "D" añadida al final del número de carretera. Estas autopistas son de cuota, en las que se debe pagar un peaje para utilizarlas.

La cantidad de peregrinaciones por estado fue:

- Morelos 3
- Tlaxcala 4
- Estado de México 2
- Puebla 1
- Ciudad de México 1

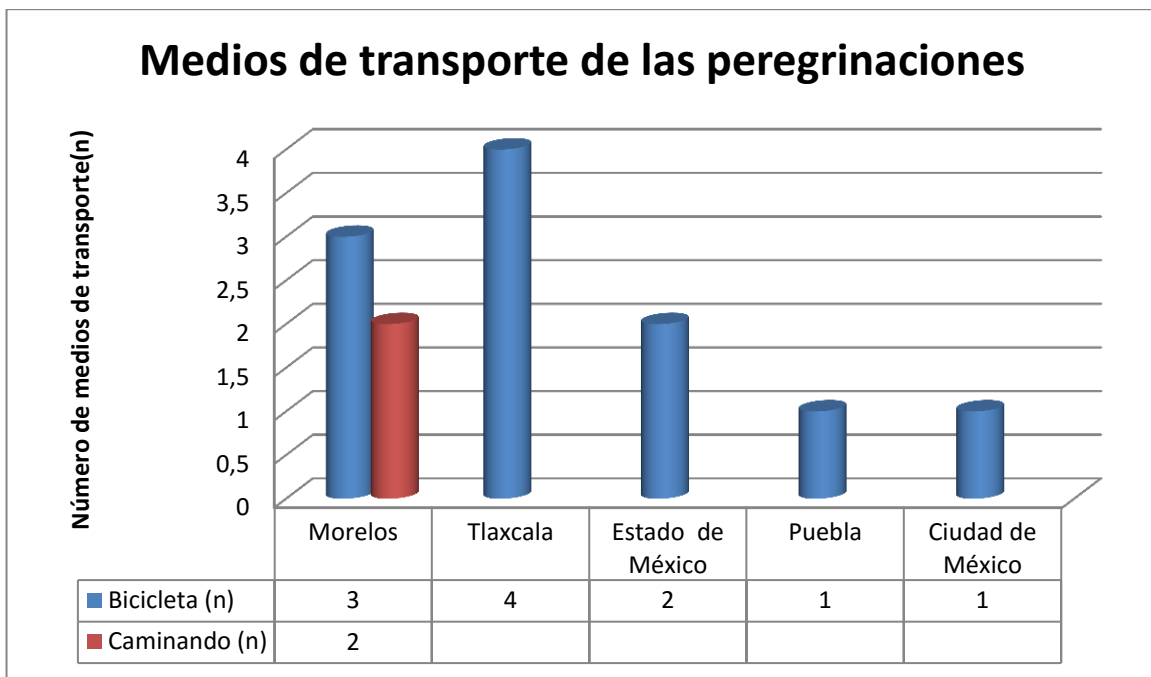
Estos resultados los podemos corroborar en la gráfica 1.



**Gráfica 1. Medios de transporte de peregrinos.**

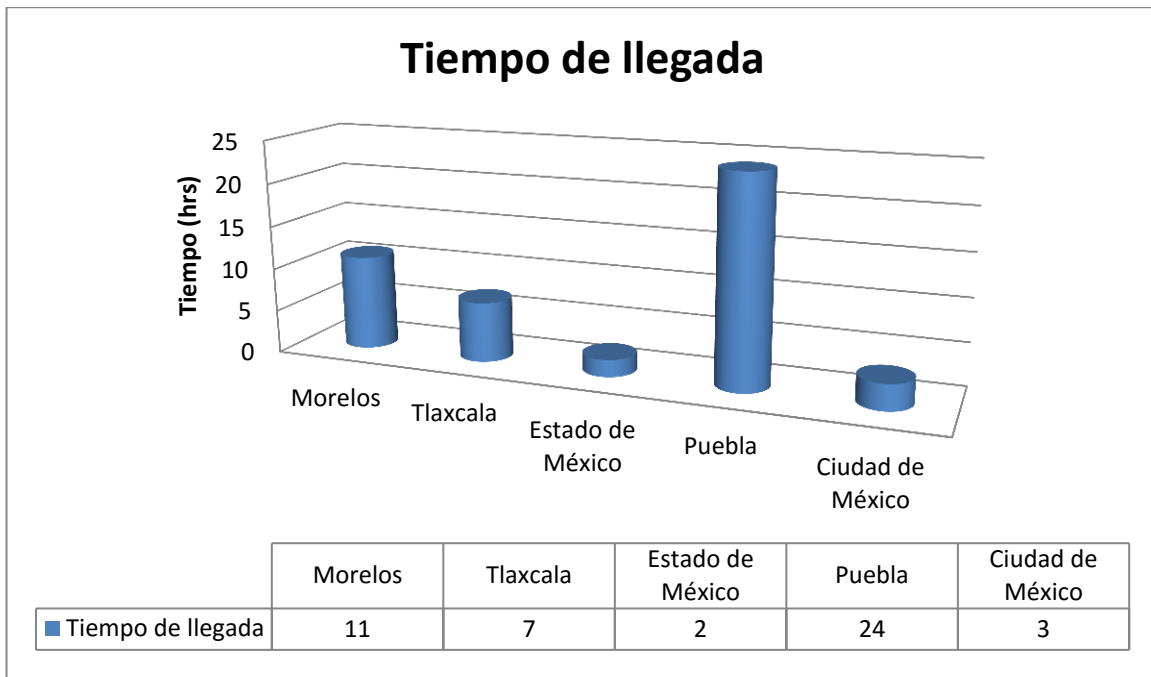
La segunda pregunta se hizo con el objetivo de conocer los medios de transporte que ellos utilizan en su largo viaje a la Ciudad de México en el cual encontramos que en su mayoría utilizan la bicicleta, aunque también se llega a dar el caso en que las peregrinaciones utilicen varios medios de transporte durante su trayecto como lo es caminar.

Estos resultados se muestran en la gráfica 2.



**Gráfica 2. Medios de transporte de las peregrinaciones.**

La pregunta 3 del anexo 2 se propone con la finalidad de obtener los resultados en el tiempo utilizado por las peregrinaciones desde su lugar de origen hasta la Basílica de Guadalupe. Y lo que se observa es que hay recorridos de mediana duración hasta recorridos de larga duración. Así como se observa en la gráfica 3, cabe mencionar que se realizó un promedio de las horas de transporte de las peregrinaciones de cada estado de origen de estas.



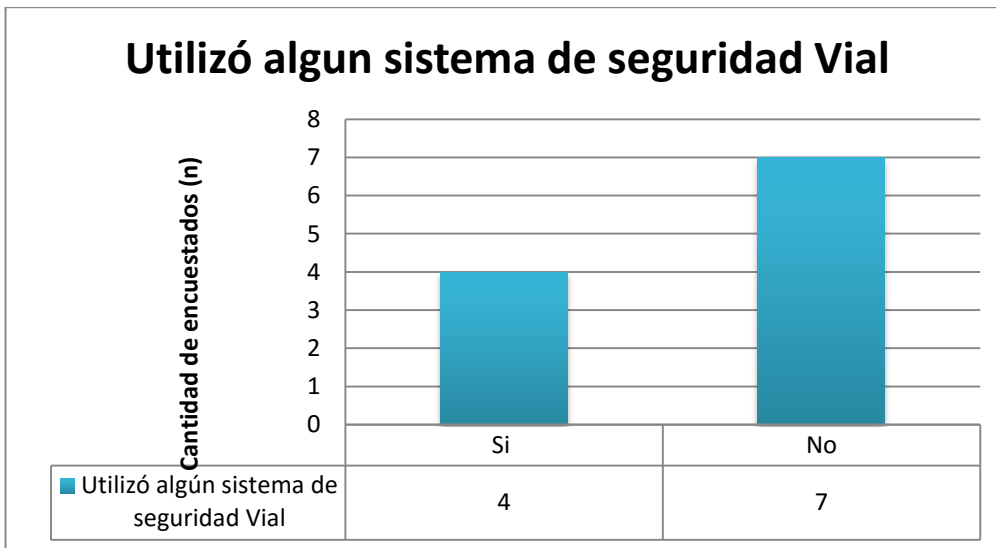
**Gráfica 3. Tiempo de llegada.**

La pregunta cuatro arroja importantes resultados sobre la utilización de algún sistema de seguridad vial, y se considera que esos resultados son un poco alarmantes para la prevención de accidentes viales ya que la gran mayoría de las peregrinaciones no utilizan un sistema de seguridad vial, como lo es la ropa reflejante o incluso espejos retrovisores, que podrían ayudar al ciclista a no voltear a ver el tráfico y estar más atentos al camino.

Entre los casos que contestaron afirmativamente la pregunta sobre la utilización de un sistema de seguridad vial se obtuvo que algunos utilizaron las siguientes formas de seguridad:

- Luces.
- Ir en caravana (un grupo de ciclistas escoltados por vehículos motorizados como carros y motocicletas).
- Chalecos con tela reflejante.



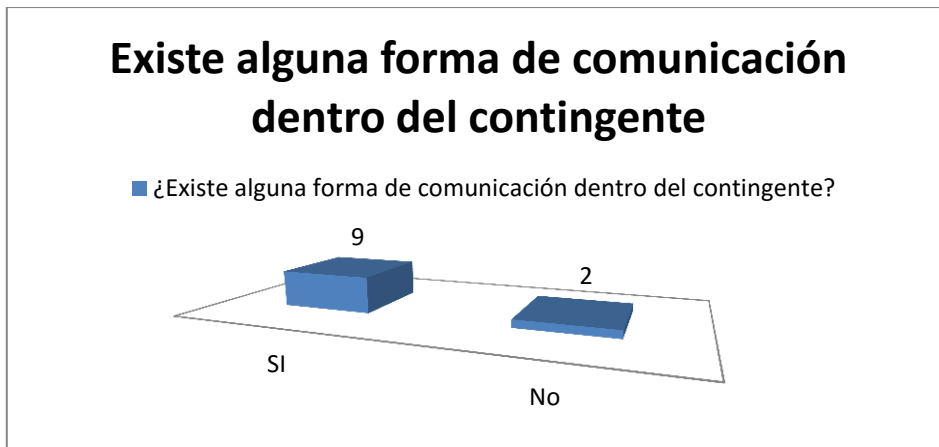


**Gráfica 4. Sistema de seguridad vial.**

Con respecto a la pregunta de si existe alguna forma de comunicación dentro del contingente los encuestados respondieron en su mayoría que si tenían una forma de comunicación, las cuales fueron:

- Señales viales con las manos (siga, parar, vuelta a la izquierda y vuelta a la derecha).
- Celular.

Los resultados obtenidos de la pregunta 5 los podemos corroborar en la gráfica 5.



**Gráfica 5. Forma de comunicación dentro del contingente.**

Los resultados obtenidos de la pregunta 6 sobre si tienen alguna medida de seguridad para que el contingente sea visto en zonas de poca visibilidad, se encontró que casi la mitad de los encuestados no tenían alguna forma de hacerse notar en situaciones de poca visibilidad, sin embargo de los encuestados que si utilizaban alguna forma de hacerse notar se encontró que los métodos utilizados por ellos eran los siguientes:

- Lámparas.
- Caravanas.
- Antorchas.
- Trajes reflejantes.

A continuación, se puede observar en la gráfica 6 los resultados de la pregunta 6 anexo 2.



**Gráfica 6. Medidas de seguridad en poca visibilidad.**

### 1.5.2 Requerimientos funcionales del software.

1. El software tendrá una opción para capturar comandos hablados.
2. El software deberá proveer una opción para implementar las señalizaciones de manera manual.

**Tabla 4. Requerimientos del Hardware.**

Requerimiento	Entrada	Salida
R1	Comandos a través de señales de audio.	Comando para controlar el sistema de luces en la vestimenta.
R2	Un menú con los diferentes comandos a implementar.	Comando para controlar el sistema de luces en la vestimenta.

### 1.5.3 Requerimientos del hardware.

Requerimientos funcionales.

- Módulo de luces.
- Celular con sistema operativo Android 4.0 (jelly bean) a 5.1 (lolipop).
- Módulo de carga de la vestimenta.
- Bluetooth.

Requerimientos no funcionales

- Bicicleta.
- IDE Android Studio o ADT Bundle.

En la tabla 4 se resumen los requerimientos funcionales del hardware.

**Tabla 5. Requerimientos de hardware.**

ID del Requerimiento:	RNF-001
Nombre del Requerimiento:	Hardware
Descripción:	El sistema debe correr en el hardware existente.
Prioridad:	Alta

ID del Requerimiento:	RNF-002
Nombre del Requerimiento:	Hardware
Descripción:	El hardware debe de ser aprueba de fallos
Prioridad:	Alta

ID del Requerimiento:	RNF-003
Nombre del Requerimiento:	Hardware
Descripción:	El hardware debe acoplarse a la vestimenta
Prioridad:	Alta

### 1.7 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos nos muestra diferentes escenarios en los cuales se puede ver afectado el rendimiento en el desarrollo del trabajo terminal, así como su probabilidad de ocurrir y el impacto en el producto final del TT, estos escenarios se presentan de la tabla 5 a la tabla 7.

**Tabla 6. Análisis de riesgos.**

<b>Riesgo</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Efecto/Impacto</b>
Reducción del presupuesto del proyecto.	Baja	Catastrófica
Se eleva costo de materiales importantes para el desarrollo del proyecto.	Moderada	Serio
Se solicita más requerimientos funcionales del software de alto impacto en el diseño.	Moderada	Serio
Fallo del software utilizado en las computadoras.	Moderada	Serio
Fallo en el sistema respaldo de información del proyecto.	Baja	Catastrófica

**Tabla 7. Planificación del riesgo.**

<b>Riesgo</b>	<b>Estrategia</b>
Reducción del presupuesto por problemas financieros.	Demostrar los beneficios del proyecto a la empresa para evitar esa reducción.
Cambio de requerimientos.	Analizar la nueva información , valorar su impacto y reorganizar lo posible.
Se elevan los costos de materiales electrónicos importantes.	Realizar un presupuesto con margen de fluctuación.
Fallo de diversos programas que se utilizan en el desarrollo del proyecto.	Realizar backup constante del avance del proyecto así como la documentación necesaria.

**Tabla 8. Supervisión de riesgos.**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Indicador potencial</b>
Tecnológica	Numero de entregas retrasadas de software.
Personal	Malas relaciones en el equipo de trabajo.
Organizacional	Falta de organización.
Herramientas	Uso de programas más potentes de los previstos.
Requerimientos	Incremento de peticiones en los requerimientos.
Estimación	No se cumple con los tiempos estimados.

## Capítulo 2.

### 2.1 Diagrama de Casos de Uso.

En la figura 1 tenemos un diagrama de casos de uso en el cual podemos ver los diferentes escenarios del software a implementar.

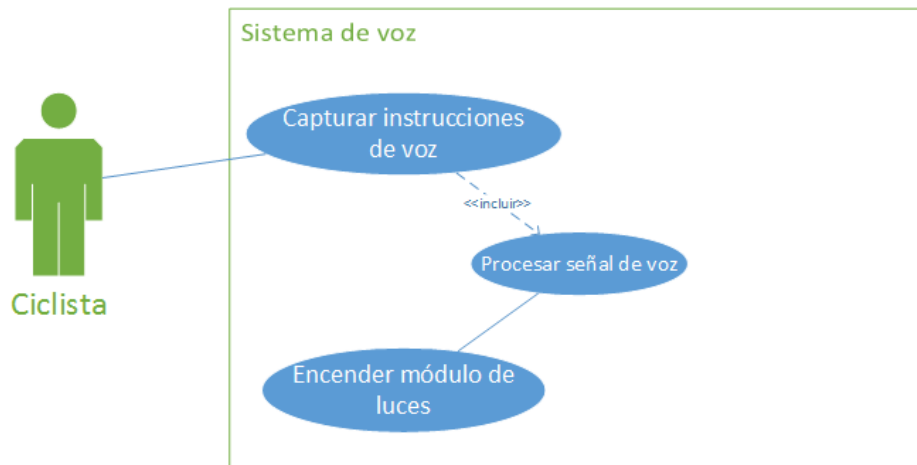


Figura 1. Diagrama de casos de uso.

### 2.2 Diagrama de Secuencia.

En la figura 2 se muestra la interacción del usuario con el sistema a través del diagrama de secuencia. La primera interacción del usuario es hacer una prueba para checar que todo está conectado correctamente, el sistema le regresara un mensaje de aceptación o de error según sea el caso, si hay un mensaje de error el sistema regresara al punto de inicio en caso contrario el sistema estará listo para recibir los comandos de voz para procesarlo y pasarlo al sistema de luces.

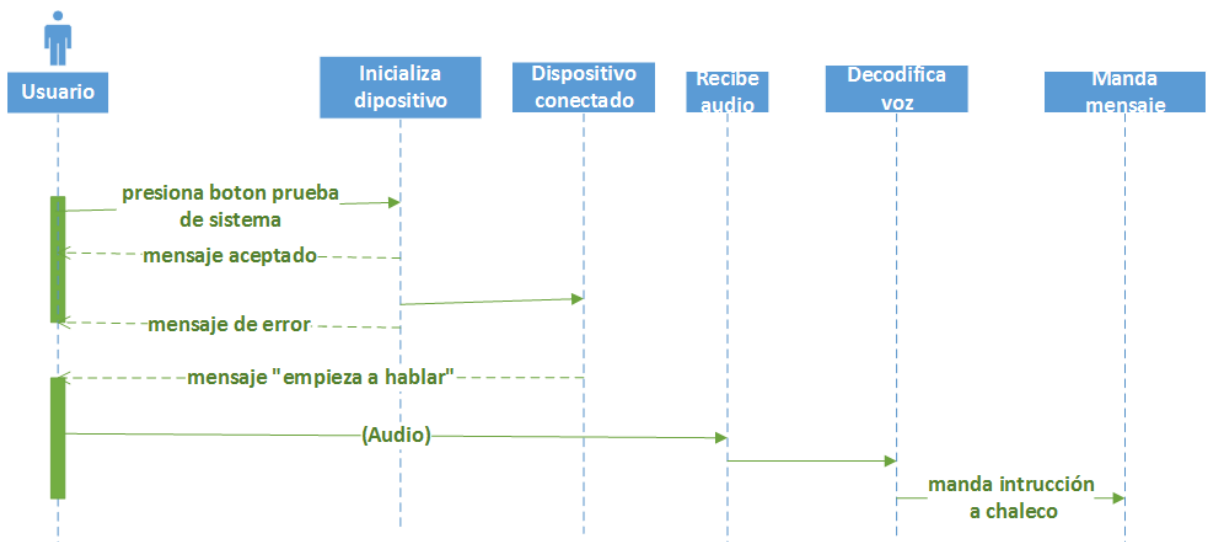


Figura 2. Diagrama de Secuencia.

### 2.3 Diagrama de Clases.

En el diagrama de clases que se muestra en la Figura 15 ubicada en el anexo 1, se puede observar los sistemas que se encuentran en el módulo móvil, así como sus clases e interacciones.

### 2.4 Diagrama Top Down

En el diagrama Top Down se muestra el desglosado de los módulos por los cuales estará compuesto nuestro sistema, para esto tendremos dos módulos principales los cuales son el modulo móvil y la vestimenta que se ve en la Figura 3.

El modulo móvil a su vez estará compuesto por la aplicación del teléfono inteligente que en este caso será desarrollado para el sistema operativo Android, este a su vez se divide en dos importantes módulos los cuales son el sistema de comunicación con la vestimenta y el sistema de recepción de datos y procesamiento.

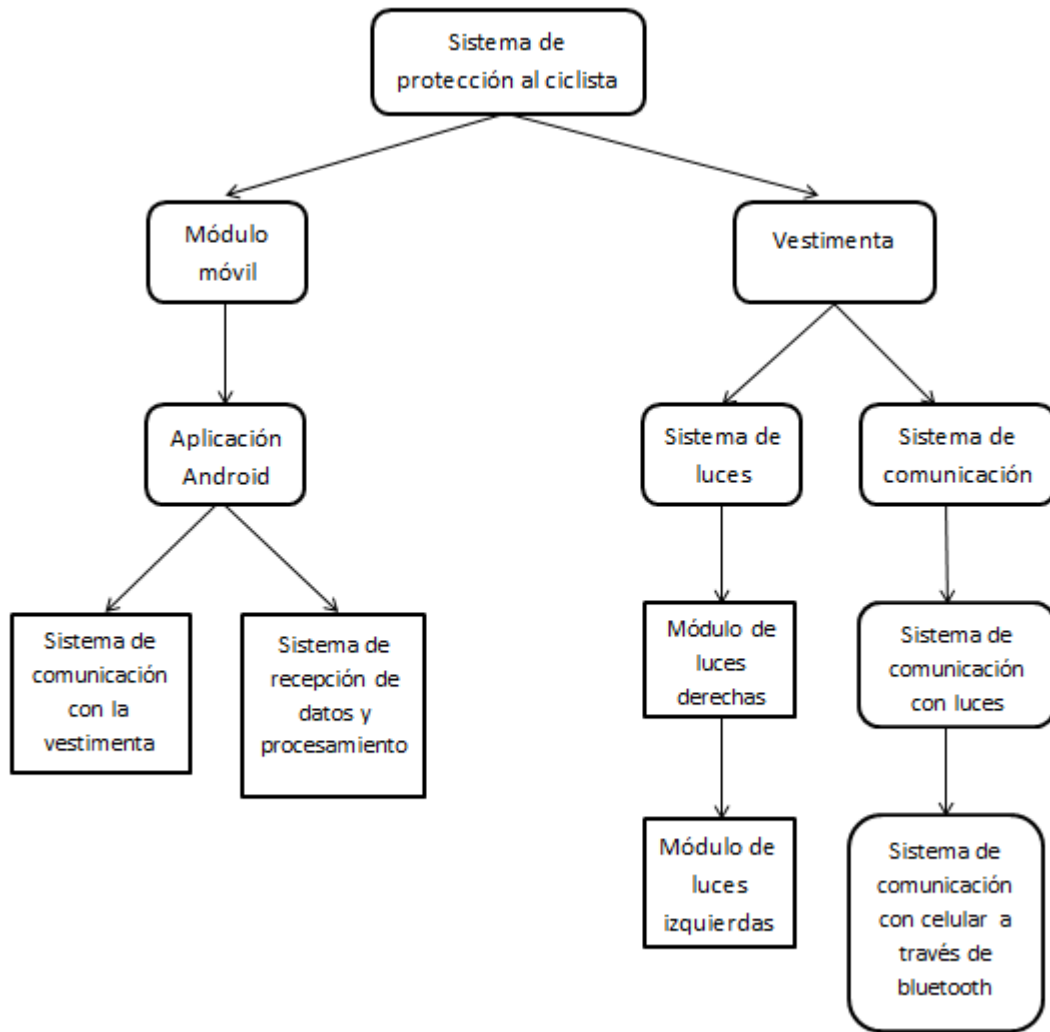


Figura 3. Sistema de Protección al Ciclista.

En la parte de la vestimenta también cuenta con dos módulos principales, uno de ellos es el sistema de luces que se muestra en la Figura 4, el cual se encargara de la intermitencia de las luces por medio de sus módulos de luces derechas e izquierdas.

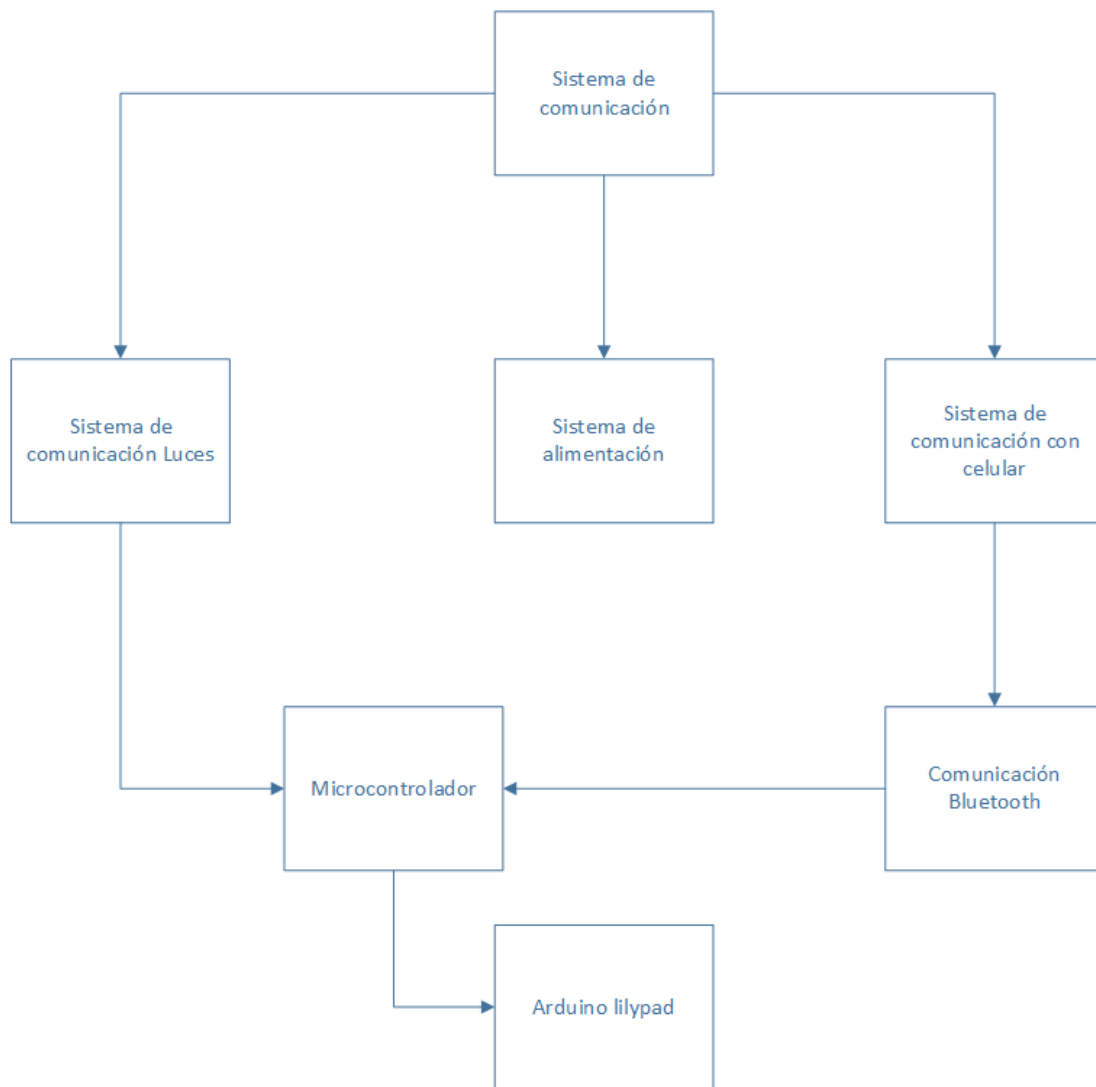


Figura 4. Sistema de Luces.

Otro módulo principal es el sistema de comunicación que se muestra en la Figura 5, el cual se encargará de emitir la señal correspondiente de la aplicación a la vestimenta por medio del sistema de comunicación bluetooth y el sistema de comunicación con los módulos de luces.



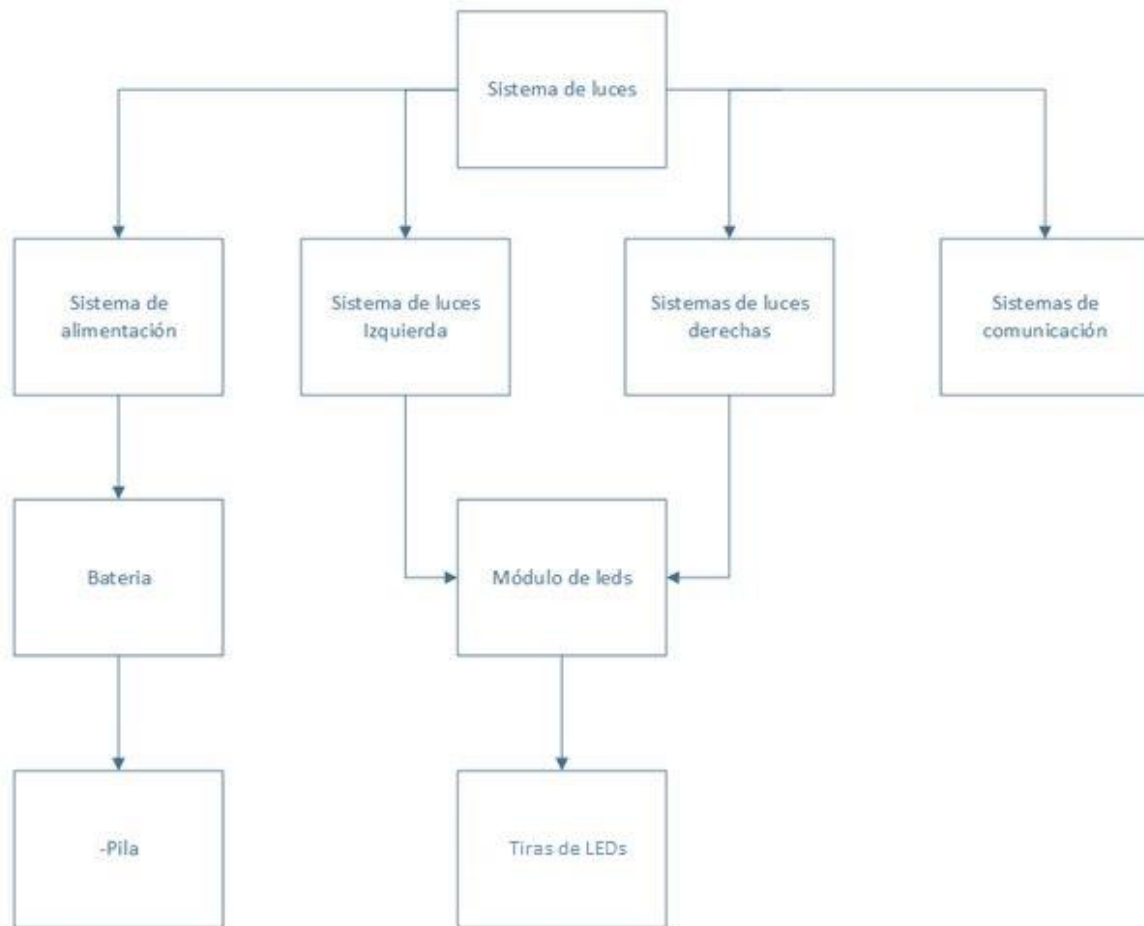


Figura 5. Sistema de Comunicación.

En la tabla 9 se puede apreciar la descripción del módulo móvil la cual cuenta con 3 sistemas diferentes.

**Tabla 9. Módulo Móvil.**

<b>Interfaz de usuario</b>	<b>Descripción</b>
Sistema de recepción de datos	Se encargará de recibir los comandos de voz que el usuario ordene. Además de enviar estos datos al sistema de procesamiento.
Sistema de comunicación	Se encargará de emitir los comandos al sistema de comunicación de la vestimenta.
Sistema de procesamiento de datos	Se encargará de transformar los comandos hablados en una instrucción para el sistema.

En la Figura 6 se muestra la maqueta con la interfaz principal de la aplicación, en la cual se visualizarán varias opciones como son: instrucciones, prueba del sistema, encendido y salir.

En la Figura 7 se muestra la maqueta de la pantalla de error, la cual aparecerá después de haberse realizado el análisis de pruebas del sistema para revisar que los módulos están bien conectados y funcionando correctamente.



Figura 6. Maqueta 1.



Figura 7. Maqueta 2.

En la Figura 8 se muestra la maqueta de comunicación con el sistema de luces, el cual será el encargado de emitir las señales del sistema como: vuelta a la derecha, vuelta a la izquierda, precaución y alto.

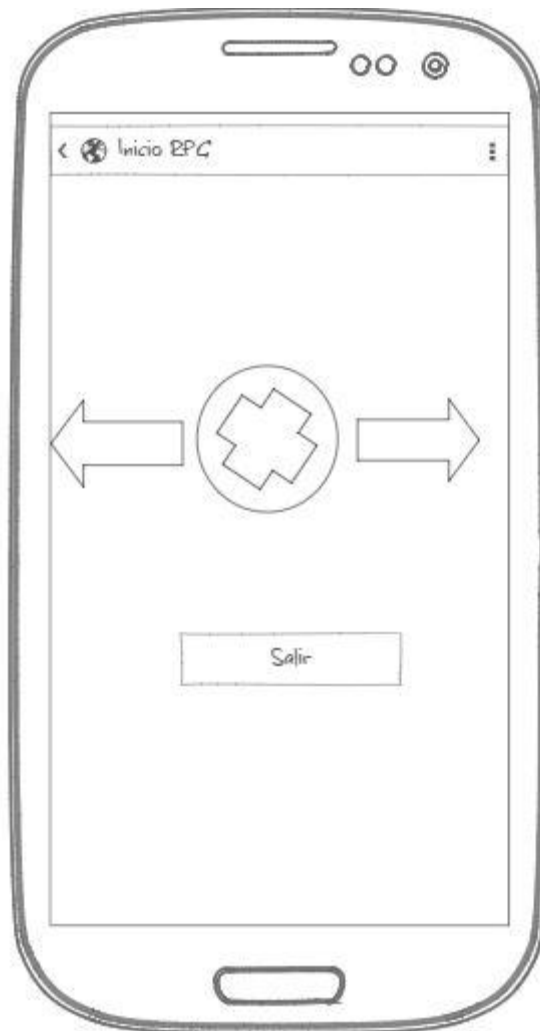


Figura 8. Maqueta 3.

## Capítulo 3

### 3.1 Componentes del proyecto

#### 3.1.1 Tabla de Componentes

En la Tabla 10 se muestra una lista de los componentes que se pueden utilizar, así como el puntaje de cada uno de ellos, con lo cual se podrá elegir el componente de acuerdo a las características descritas en la tabla 9. También en la Figura 9 se muestra la gráfica en donde se visualiza mejor las puntuaciones dadas a cada componente.

**Tabla 10. Nivel de beneficios de los requerimientos.**

Nivel beneficio	Descripción	Requerimientos
1-5	Cumple al menos con el 50% de requerimientos solicitados.	Se requiere un componente arduino que sea compatible con los shields tanto bluetooth como WiFi así como que sea ligero , chico y con un precio accesible.
5-8	Cumple con al menos 80% de requerimientos solicitados.	
8-10	Cumple con al menos 100% de requerimientos solicitados.	

En la tabla 11 se muestran los shields candidatos que se utilizaran para la implementación del trabajo terminal, así como sus respectivas características y precios.

**Tabla 11. Tabla de componentes.**

Componente	Beneficio	Voltaje de entrada	Costo	Dimensiones	Puertos	Puntuación final	Diferencia
Lilypad main board [7]	Lavable,Compatible con SparkFun Electrónica el cual tiene una amplia gama de accesorios.	3,7 volts	\$18.18	Diámetro de 50mm	digital IO pins: 9  analog input pin:4		
<b>Nivel de beneficio</b>	9	9	9	8	8	43	25
Arduino nano[7]	El Arduino Nano tiene un número de las instalaciones para comunicarse con una computadora, otro Arduino, u otros microcontroladores.  No es lavable.	5 volts	\$9.8	45 mm x 18 mm	digital IO pins:14  analog input pin:8		
Nivel de beneficio	7	8	9	8	9	33	23
Arduino yun[7]	La placa ha incorporado un puerto Ethernet y Wi- Fi apoyo, un puerto USB , micro sd.	5 volts	\$59.14	73 mm X 53 mm	digital IO pins: 20 analog input pin: 12		
Nivel de beneficio	8	8	8	7	9	40	-19
Arduino lilypad usb[7]	El LilyPad Arduino USB difiere en que se ha incorporado una comunicación USB, eliminando la necesidad de un adaptador independiente USB.	3.3 volts	\$25.91	Diámetro de 55 mm	digital IO pins: 9 analog input pin. 9		
Nivel de beneficio	7	9	7	7	9	40	15

**Tabla 12. Proposición de Shields a utilizar.**

Nombre del shield	Número de identificación	Precio	Funciones
Sparkfun Bluetooth Mate Gold [8]	1	\$39.95	Está diseñado específicamente para ser utilizado con nuestros Arduino Pros y LilyPad Arduino. Estos módems funcionan como una serie (RX / TX) tubería, y son un gran sustituto inalámbrico para cables serie. Cualquier corriente en serie de 2400 a 115200 bps se puede pasar sin problemas desde su ordenador a su destino. Hemos probado estas unidades con éxito más al aire libre a 350 pies ( 106m ).
Arduino WiFi shield [7]	2	\$49.90	El WiFi Escudo Arduino conecta tu Arduino a Internet de forma inalámbrica. Se conecta a la red inalámbrica siguiendo unas sencillas instrucciones para empezar a controlar sus dispositivos a través de internet. Como siempre con Arduino, todos los elementos de la plataforma - hardware, software y documentación - es de libre acceso y de fuente abierta.

En la figura 9 se representan las puntuaciones de los componentes dados en la tabla 9 en la cual se muestra de manera cuantificada las ventajas y desventajas de cada uno de los componentes.

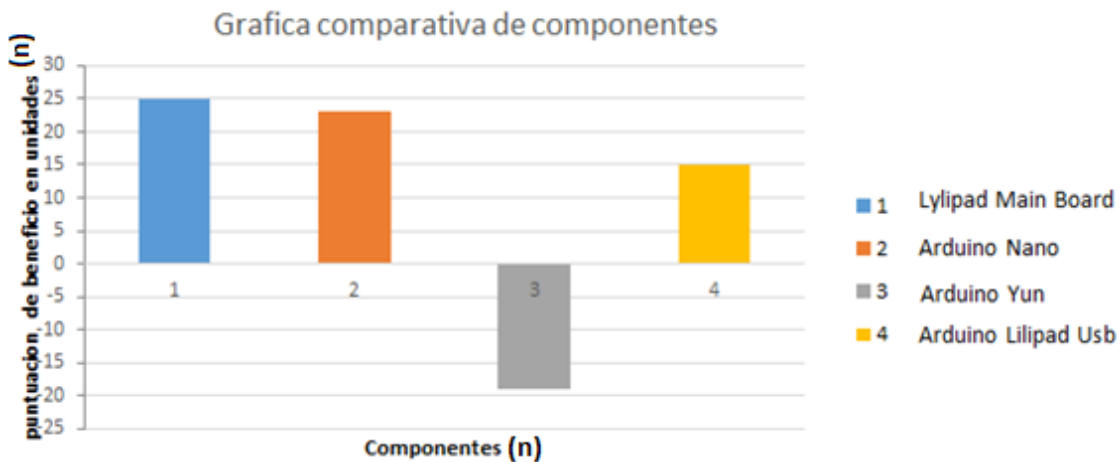


Figura 9. Grafica comparativa de componentes.

## 3.2 Tiras de LEDs

Un LED es un componente opto electrónico pasivo, los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

Las tiras de LEDs son dispositivos flexibles utilizados para iluminación. En estas tiras existen módulos pequeños de tres LEDs conectados en serie, después estos grupos se conectan en paralelo lo cual permite cortar las tiras en segmentos más pequeños. [9]

### 3.2.1 Especificaciones técnicas

Las tiras de LEDs tienen diferentes características en sus encapsulados las cuales están [10] representadas en los números impresos en estas, a continuación se muestran las características de las mismas:

#### Chip 5050

Los chips 5050 se componen de 3 diodos de luz, una construcción a veces referido como un tri-chip. Con 3 diodos, un chip de 5050 será más brillante que otros chips con un diodo individual.

Pero mientras que un tri-chip es teóricamente tres veces más brillante, su mayor tamaño significa que menos de ellos caben en PCB de una tira (Printed Circuit Board). También significa que va a generar más calor, lo que requiere un PCB más grueso para actuar como un disipador de calor.

#### Chip 3528

Los chips 3528 utilizan un diodo individual en cada chip. Al ser más pequeño, se pueden colocar más de estos chips en la tira lo que permite mayor salida de luz en general que una tira comparable del número 5050. Por lo tanto, el número de LEDs por centímetros es un indicador clave de brillo.

En la Tabla 13 se muestran las características de las tiras de LEDs de 5 metros.

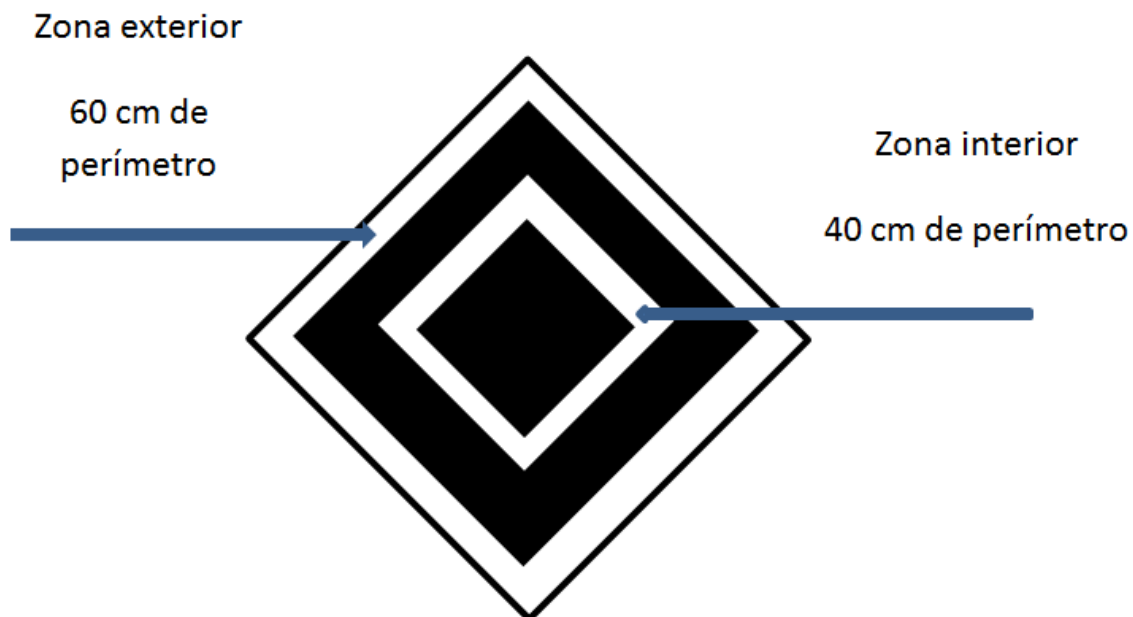
**Tabla 13. Características de las tiras de 5 metros de largo.**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Alimentación eléctrica	12 Volts C.D.
Largo de la tira	5 metros
Cantidad de LEDs	350 LEDS
Angulo de luz de los LEDs	120 grados
Colores disponibles	Rojo, Verde, Amarillo, Azul y Blanco
Potencia	24 Watts

Ya que las tiras son recortables cada tres LEDs se tienen cuatro tiras de quince centímetros para la zona exterior y cuatro tiras de diez centímetros para la zona interior dándonos un perímetro total de un metro con una distribución que se puede observar en la figura 10 y las características de esto se muestran en la tabla 13.

**Tabla 14. Características de tira de un metro de leds.**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Alimentación eléctrica	12 Volts C.D.
Largo de la tira	1 metro.
Cantidad de leds	60 LEDS.
Potencia	4.8 Watts.
Corriente	400 mA.



**Figura 1 0. Perímetro de la tira de LEDs.**



Para la parte delantera del sistema utilizamos dos módulos de leds, compuestos por tres leds cada uno por lo tanto las características totales del sistema de luces se muestran en la tabla 15

**Tabla 15. Características globales.**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Alimentación eléctrica	12 Volts C.D.
Largo de la tira	1.1 metro.
Cantidad de leds	66 LEDS.
Potencia	5.2 Watts.
Corriente	440 mA.

## Capítulo 4

### 4.1 Vestimenta

#### Vestimenta inteligente [10]

El surgimiento de prendas desarrolladas con fibras inteligentes comenzó en los años ‘60, cuando Pierre Cardín empezó a utilizarlas en algunos diseños de alta costura”. Nuevas aleaciones y técnicas como la nanotecnología impulsan la creación de prendas que incorporan adelantos orientados a mejorar la calidad de vida.

La Vestimenta inteligente actualmente han evolucionado como prendas que captan el ritmo cardíaco, miden la presión arterial y captan la temperatura del cuerpo para, luego, reportar al usuario cualquier dolencia a través de un mensaje de texto o un email.

Mediante cámaras, GPS, micrófonos y otros sensores en las prendas, la ropa inteligente proporciona, en cada caso, información en tiempo real basada en el contexto físico y virtual del individuo que la lleva puesta.

### 4.2 Diseño de vestimenta

#### 4.2.1 Patrones

Toda ropa parte de diagramas básicos en 2d llamados patrones para su correcta manufactura en nuestro caso tenemos tres patrones principales, dos de los cuales son para la parte posterior y uno para la parte anterior.

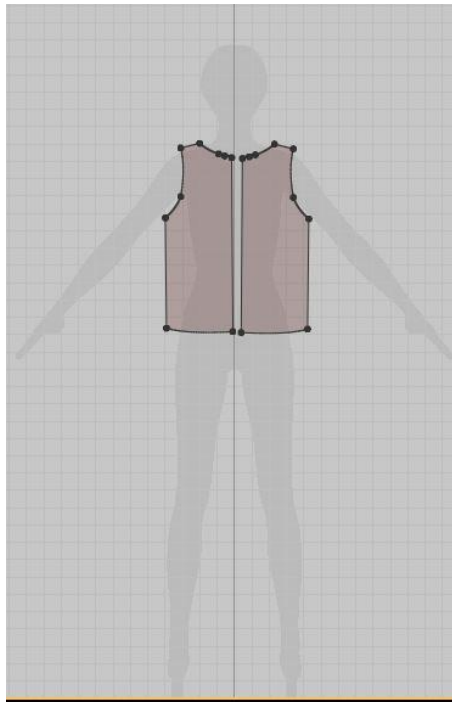


Figura 11. Patrones.

## 4.3 Modelado 3D

### 4.3.1 Descripción de vestimenta parte posterior

La vestimenta cuenta con dos módulos principales en la parte posterior los cuales están marcados en la imagen de la Figura 12.

El módulo 1 es el modulo más importante ya que contendrá el sistema de luces direccionales el cual está depositado en un bolsillo cerrado por un cierre, lo que permitirá al usuario removerlo de manera sencilla para la correcta limpieza de la vestimenta.

El módulo 2 está representado por tela reflejante empotrada en el chaleco la cual dará mayor visibilidad a la vestimenta en condiciones de penumbra.



Figura 12. Figuras Principales.

#### 4.3.2 Descripción Parte anterior de la vestimenta

La parte delantera de la vestimenta contendrá un bolsillo especial para depositar el celular de manera segura y que este esté siempre a la mano del usuario.



Figura 13. Porta Celular o Parte Anterior de la Vestimenta.

### 4.3.3 Costados

Los costados estarán unidos por un cierre o broche el cual permitirá que los usuarios tengan más movilidad en el caso de cargar una pequeña mochila dejando así visibles los módulos de direccionamiento.

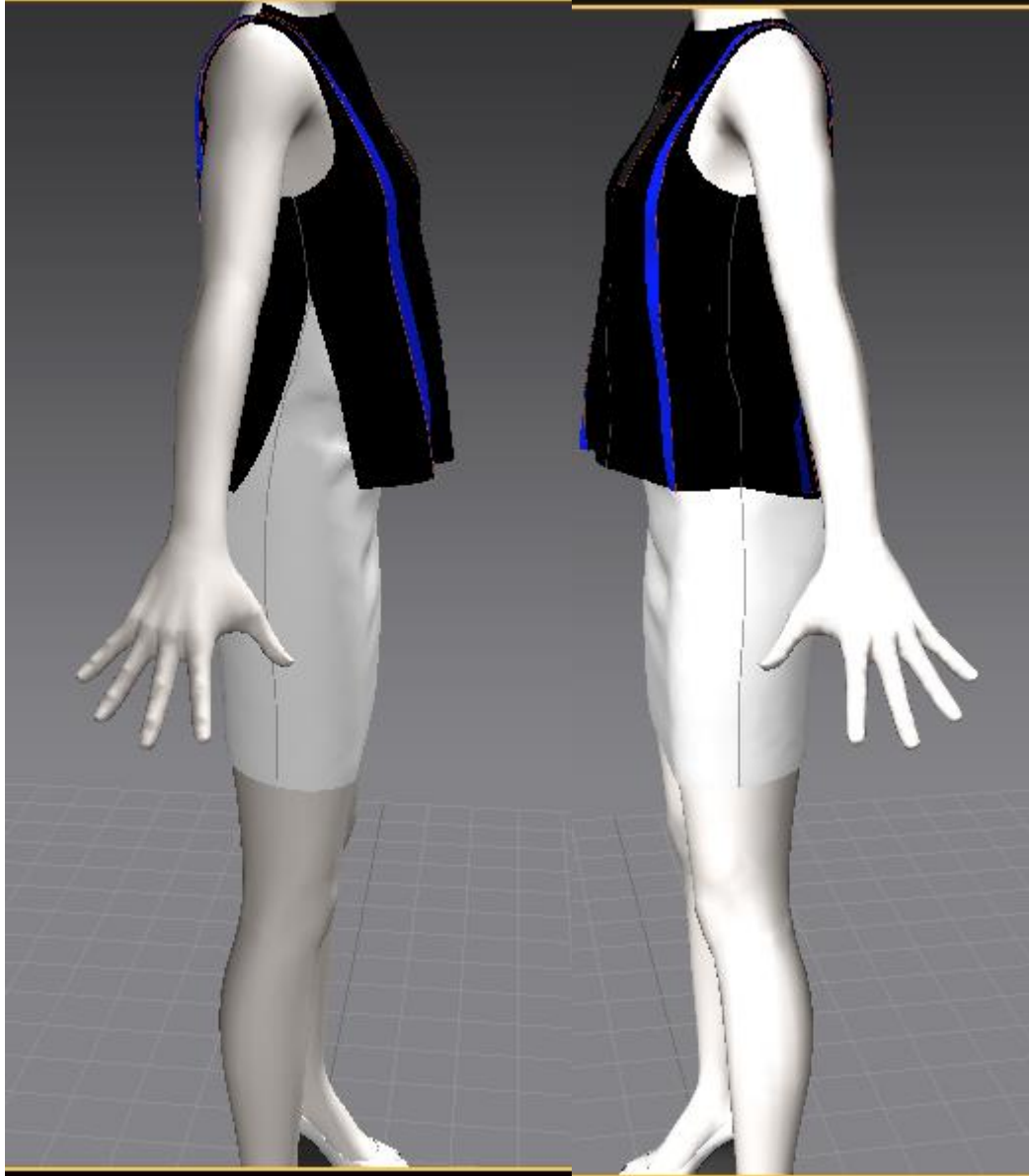


Figura 14. Versatilidad del chaleco.

## 4.4 Tela

El elemento telar del proyecto es uno de los más importantes para la seguridad del usuario ya que debe de cumplir con ciertos requisitos como lo son la durabilidad de esta bajo las condiciones de uso constante, resistencia al fuego y no generar estática.

Para no generar estática se descartó usar telas de fibra sintética como lo son el poliéster y el nylon quedándonos con la opción de utilizar telas de fibras de algodón como lo son la mezclilla y la gabardina.

- La mezclilla es una tela de algodón asargado de trama blanca y urdimbre teñida lo cual le da la característica de ser muy resistente.
- La gabardina es un tejido de algodón o lana de consistencia trabajada y muy apretada, caracterizada por tener una cara lisa y una acanalada en diagonal. Por ser relativamente impermeable al aire y al agua, se emplea habitualmente en la confección de ropa de abrigo.

Se escogió la gabardina para formar la base del trabajo terminal ya que como ya se dijo anteriormente cuenta con más beneficios.

El tipo de gabardina que se empleó está compuesto por un 80% de algodón y un 20% poliéster lo que ayudara a evitar que se queme el sistema en caso de que haya un corto circuito en este, además por ser compuesto en su mayoría de algodón evita tener estática.

### 4.4.1 Color

La gama de colores que se tiene al escoger una tela son muy variados por lo cual se hicieron pruebas en las que al desarrollar un prototipo se vieron las ventajas y desventajas de cada uno de los colores.

Se realizaron dos pruebas de color, la primera fue en una tela de color azul claro, el cual cuenta con la desventaja que en luz de día la luz de los leds se ve opacada con la luz reflejada por la misma tela. Después se realizó el prototipo en una tela de color negro mostrando gran mejoramiento al no reflejar la luz del sol haciendo los leds más visibles ante esta situación.

Con lo antes mencionado podemos llegar a la conclusión que para el desarrollo óptimo del T.T. se escogiera una tela de gabardina color negro.

#### 4.4.2 Hilo conductor.

El hilo conductor es un elemento primordial para el desarrollo de este proyecto, el cual permite que se puedan cocer los elementos electrónicos del proyecto como si fueran una aplicación de indumentaria normal textil, dándonos las ventajas de ser flexible y lavable. [13]

Una de las principales características técnicas del hilo conductor es que cuenta con 5.6 ohms de resistencia por metro lineal.

## Capítulo 5

### 5.1 Reconocimiento de voz.

Para el reconocimiento de voz realizado por el modulo móvil se utilizará Pocket Sphinx parte del proyecto de CMU Sphinx a continuación se describe este sistema.

CMU Sphinx [14] es el término general para describir un grupo de sistemas de reconocimiento de voz desarrollado en la Universidad de Carnegie Mellon. Utiliza el Modelo oculto de Márkov (HMMs) y un lenguaje de modelado estadístico de n-gramas.

Sphinx interpreta voz hablada en forma continua, reconocimiento de habla de vocabulario amplio.

#### Pocket Sphinx

Pocket Sphinx es una versión de la Sphinx que se pueden utilizar en sistemas embebidos (por ejemplo, basado en un procesador ARM). Puede ser utilizado en muchos equipos portátiles y también en teléfonos móviles.

Algunas de las características de pocket sphinx son:

- Soporte para varios idiomas como inglés, francés, mandarín, alemán, holandés, ruso y capacidad de construir un modelo para los demás idiomas.
- Mejoramiento con el tiempo de uso (entre más se use el sistema menos errores tendrá ya que el modelo oculto de Markov funciona como una red bayesiana simple.

### 5.3. Diagrama electrónico.

En este apartado se describirán los diagramas eléctricos del hardware del trabajo terminal el cual ira empotrado en la vestimenta.

En el diagrama electrónico tenemos los sistemas principales de hardware como lo son el sistema de luces conformado por el módulo de luces derechas y el módulo de luces izquierdas y el sistema de comunicación conformado en este caso con el módulo de comunicación bluetooth.

#### Descripción general del hardware

En la figura 15 se puede observar todos los componentes mencionados anteriormente, en ellos tenemos en el centro el Arduino lilypad una placa de desarrollo de forma circular en el cual sus



pins están distribuidos en forma de flor, después en el lado derecho tenemos los módulos de leds derecha e izquierda representado por leds, del lado izquierdo tenemos el módulo de bluetooth HC-05, y en la parte superior tenemos la batería que alimentará a nuestro sistema, en el diagrama también podemos observar un regulador de voltaje que nos permite alimentar al Arduino LilyPad los tip 120 que en este caso funcionarán en modo de switch y al HC-05 de la comunicación bluetooth.

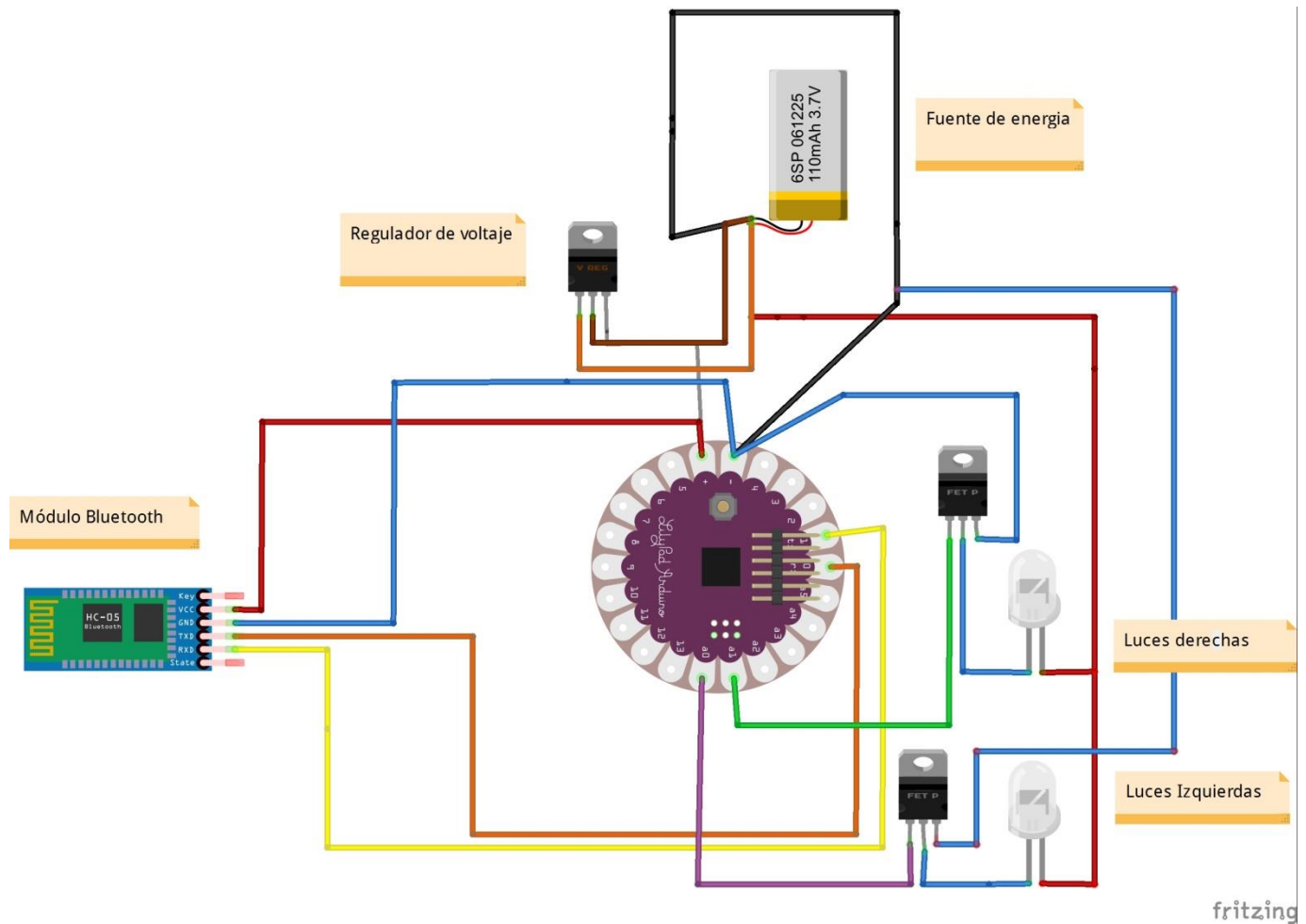


Figura 15. Diagrama esquemático de componentes

En la figura 16 se muestra la versión para PCB del circuito, el cual se implementó en nuestro sistema.

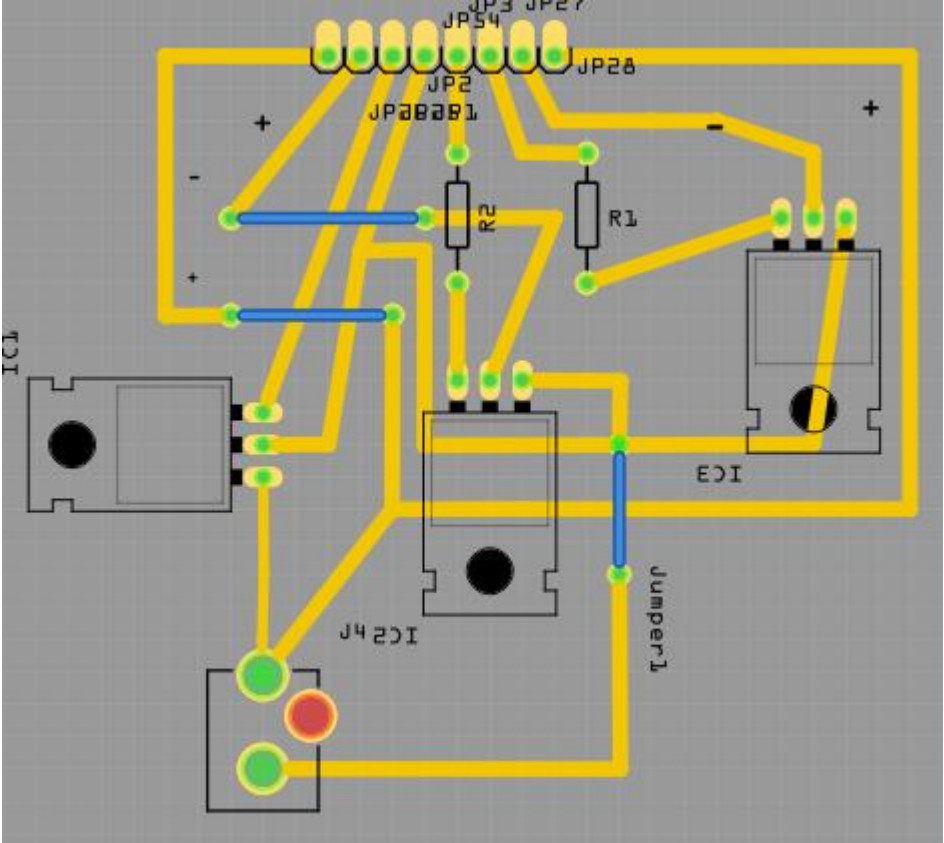


Figura 16. PCB de componentes electrónicos.

## Capítulo 6

### 6.1 Diseño de pruebas.

En este apartado se da una descripción de las pruebas que se realizaron a la aplicación desarrollada para Android con la paquetería PocketSphinx para el reconocimiento de voz.

#### 6.1.1 Prueba de Usabilidad.

En esta prueba se muestran las pruebas realizadas en 4 diferentes dispositivos móviles con la aplicación que se desarrolló hasta el momento con las librerías pocketsphinx los cuales nos arrojaron los resultados que se mostraron en la tabla 12 del Anexo 1.

#### 6.1.2 Prueba de Responsividad.

La tabla 15 que se encuentra ubicada en el Anexo 1 donde se mostrara los problemas encontrados en la aplicación así como los dispositivos que fueron afectados.

#### 6.1.3 Prueba de Optimización de recursos.

En la tabla 16 se muestran los resultados de la prueba de optimización en los 4 dispositivos móviles, donde se observa el rendimiento de la aplicación en diferentes circunstancias.

**Tabla 16. Optimización de Recursos.**

Nombre del dispositivo	Memoria Ram	CPU	Versión de Android	¿La aplicación tardó mucho en correr?	¿La aplicación consume muchos recursos?	¿Provoca problemas con otras aplicaciones?	¿El tamaño de la aplicación es mayor a 30 Mb?
Huawei y 300	512 Mb	Dual core	4.3	Si	No	No	No
Motorola moto g3	1 Gb	Quad core	5.1.1	No	No	No	
Inco	512 Mb	Dual core	4.3	Si	No	No	
Lg g 3 stylus	1 Gb	Quad core	5.0.1	No	No	No	

### 6.2 Pruebas del sistema.

### 6.2.1 Sistema de voz.

En este apartado se describen las pruebas realizadas para el módulo de voz, que se encuentra dentro del módulo móvil, el cual se realizó con la API llamada pocketsphinx, estas pruebas nos ayudaron a comprobar la fiabilidad del sistema de reconocimiento de voz ya caracterizado con la voz de un usuario. El tiempo de entrenamiento para la caracterización del sistema varía según cada usuario.

En el sistema de voz utilizamos las palabras en inglés de please turn right para girar a la derecha, please turn left para girar a la izquierda, please turn off para apagar cualquier señal, y please caution para prender intermitentes.

Para las pruebas se hicieron un total de 100 muestras para cada frase en un ambiente contaminado por ruido ambiente.

En la tabla 17 podemos observar las cantidades en las que cada frase fue identificada correctamente, así como las veces en las que este comando no fue reconocido por el sistema.

**Tabla 17. Pruebas por frase.**

<b>Comando</b>	<b>Positivo</b>	<b>Falso</b>
Please turn right	78	22
Please turn left	71	29
Please caution	56	44
Please turn off	68	32
<b>Promedio final</b>	68.25%	31.75%

Como ya se pudo constatar en la tabla anterior tenemos un promedio global final de positividad de un 68.25% así como su valor inverso de falsedad de un 31.75%

### 6.2.2 Sistema de comunicación.

El sistema de comunicación está conformado por el modulo bluetooth y es de esta forma en la que el celular manda los comandos previamente identificados a la vestimenta.

Para las pruebas de comunicación bluetooth tomamos 100 muestras de conexión entre el celular y la vestimenta el cual puede ser apreciado en la tabla 18.

**Tabla 18. Prueba de conexión bluetooth.**

Positivo	Negativo
97	3

Como resultado final podemos observar que el sistema de comunicación bluetooth tiene un promedio de fiabilidad muy alto del 97%. Cabe destacar que las 3 veces en las que la prueba dio errores se debió a una falla física de acoplamiento del módulo hc-05 la cual en estos momentos ya está corregida.

### 6.3 Medición de cantidad lumínica

Para la medición de intensidad de luz se prepararon varios escenarios, los cuales fueron de tres tipos: mediciones diurnas, mediciones en cuarto oscuro y mediciones nocturnas, dándonos resultados muy favorables en las mediciones nocturnas y de cuarto oscuro. Los resultados fueron predecibles en las mediciones diurnas como era de esperarse ya que la cantidad lumínica del sol es muy grande y es raro que una luz artificial para fines civiles pueda superar la intensidad de esta.

Para medir la cantidad lumínica se ha utilizado un Luxómetro como el que muestra en la figura 18.



**Figura 18. Luxómetro.**

Este luxómetro cuenta con las siguientes características [15]:

- Detector óptico: Sensor a fotodiodo de silicio con filtro Temporizador.
- Auto apagado
- Temperatura de operación: 0°C a 40°C.
- Temperatura de almacenamiento de -10°C a 60°C.
- Velocidad de medición: 2 veces por segundo, nominal.

Los LEDs cuentan con una longitud de luz que varía desde los 480 nm(nanómetros) hasta los 960 nm(nanómetros). De lo anterior se puede deducir que el luxómetro utilizado sirve para los fines de medición del TT.

El luxómetro puede medir con cierta sensibilidad las longitudes de onda de la luz ambiente las cuales son mostradas en la figura 19 [17].

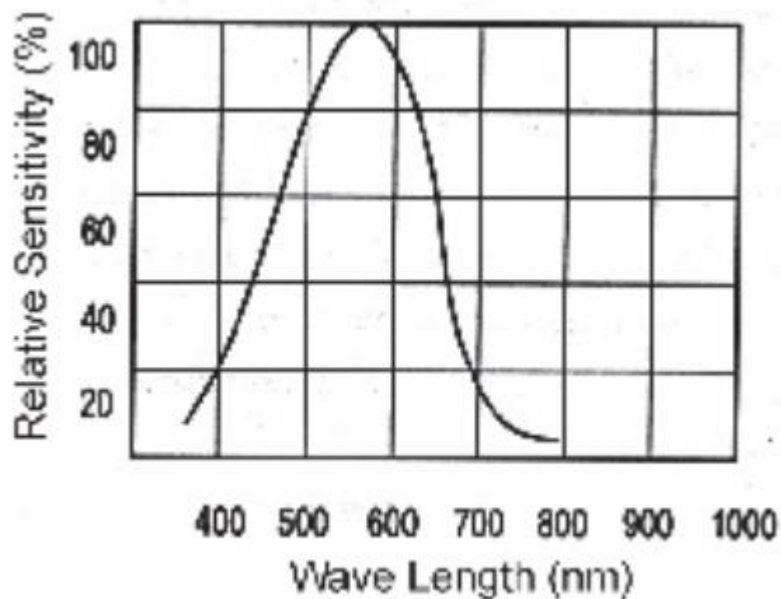


Figura 19. Longitud de onda.

#### 6.4 Mediciones.

##### 6.4.1 Mediciones en cuarto oscuro.

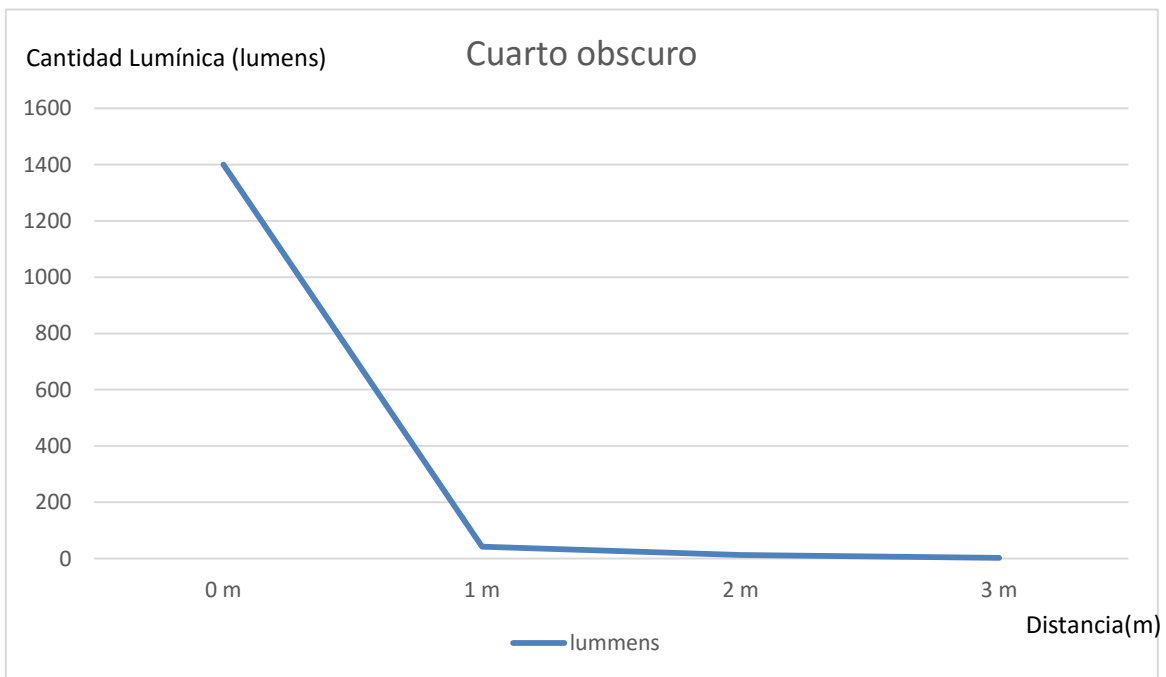
Las mediciones en cuarto oscuro se realizaron con la intención de probar las luces en un ambiente ideal, donde no hubiera difusores de luz ni otras fuentes de luces externas que afectarían las mediciones del TT. En la Tabla 19 se muestran las mediciones a diferentes distancias de la cantidad lumínica de los leds en términos de lumenes.

**Tabla 19. Cuarto Oscuro.**

Distancia (m)	Cantidad Lumínica (lumens)	Visible a simple vista
0	1400	Muy visible
1	42	Muy visible
2	13	Muy visible
3	2	Muy visible

Se puede observar un efecto de disipación muy grande al medir las luces utilizadas en este TT con el luxómetro conforme se va alejando de la fuente de luz, sin embargo esto no significa que la vista humana deje de ver la luz o que se pierda la intensidad de esta, ya que el ojo humano en perfectas condiciones es capaz de ver a una gran distancia tanto es así que tan solo unos fotones de luz pueden hacer que veamos las estrellas que se encuentran a varios años luz de nosotros cualquier fuente lumínica.

En la Figura 20 se observa la gráfica obtenida de la tabla 15 donde se puede ver la sensibilidad que mostro el luxómetro al realizar las mediciones en el cuarto oscuro.



**Figura 20. Gráfica de intensidad de luz en cuarto oscuro.**

Existen diferentes casos en los que el sistema tiene que ser visible desde diferentes ángulos. Por ejemplo cuando el ciclista va conduciendo y un automóvil se encuentra detrás de él en un ángulo

de 90°. En las tablas 16 y 17 se muestran las pruebas de visibilidad e intensidad luminosa a ángulos de 0°, 45° Y 180° realizados en un cuarto oscuro

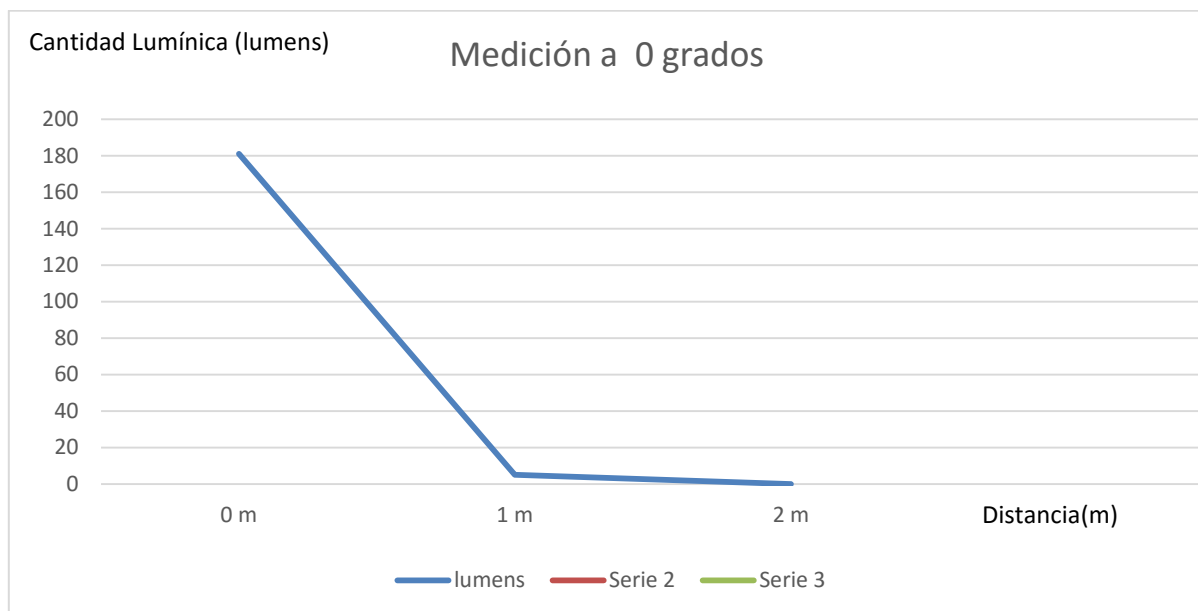
En la tabla 20 se muestran las mediciones obtenidas en una habitación oscura a un ángulo de 0°.

**Tabla 20. Medición a un ángulo de 0° en una habitación oscura.**

Distancia (m)	Cantidad Lumínica (lumens)	Visible a simple vista
0	181	Muy visible
1	5	Muy visible
2	0	Muy visible

De nuevo se llega a tener el caso en el que el luxómetro no refleja los resultados mostrados por el ojo humano ya que la luz es mucho muy visible.

En la Figura 21 se da la gráfica de la tabla 16 en esta se puede observar que en la medición a cero grados de visión el luxómetro no detecta ya intensidad luminosa a una distancia de 2 metros, sin embargo, como es de esperarse el ojo humano con visión al 100 % puede distinguir sin problemas la luz.



**Figura 21. Grafica de intensidad de luz en un cuarto oscuro a un ángulo de 0°.**

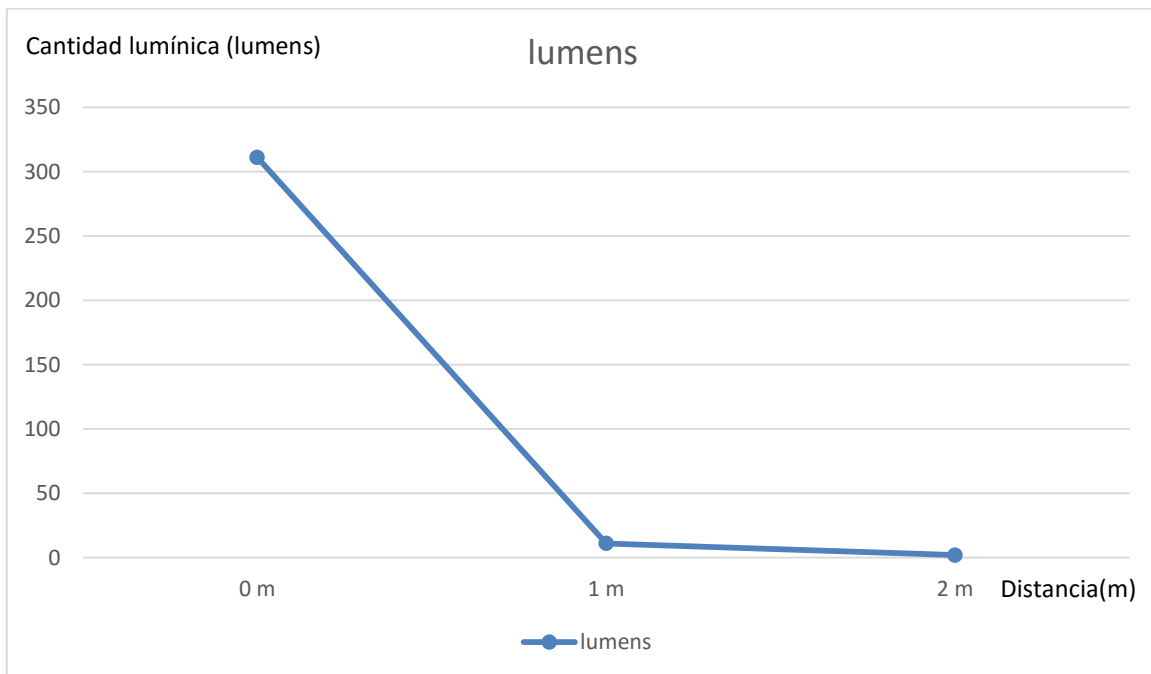
En la tabla 21 se muestran las mediciones obtenidas en una habitación oscura a ángulo de 45°, al contrario de lo que paso en las mediciones de cero grados esta medición mostró que tanto es visible la figura formada por la luz.



**Tabla 21. Medición a 45° en una habitación oscura.**

Distancia (m)	Cantidad Lumínica (lumens)	Visible a simple vista
0	311	Muy visible
1	11	Muy visible
2	2	Muy visible

En la Figura 22 se observa la gráfica obtenida de la tabla 21.



**Figura 22. Gráfica de intensidad de luz en cuarto oscuro a un ángulo de 45°.**

#### 6.4.2 Mediciones en Cuarto con luz.

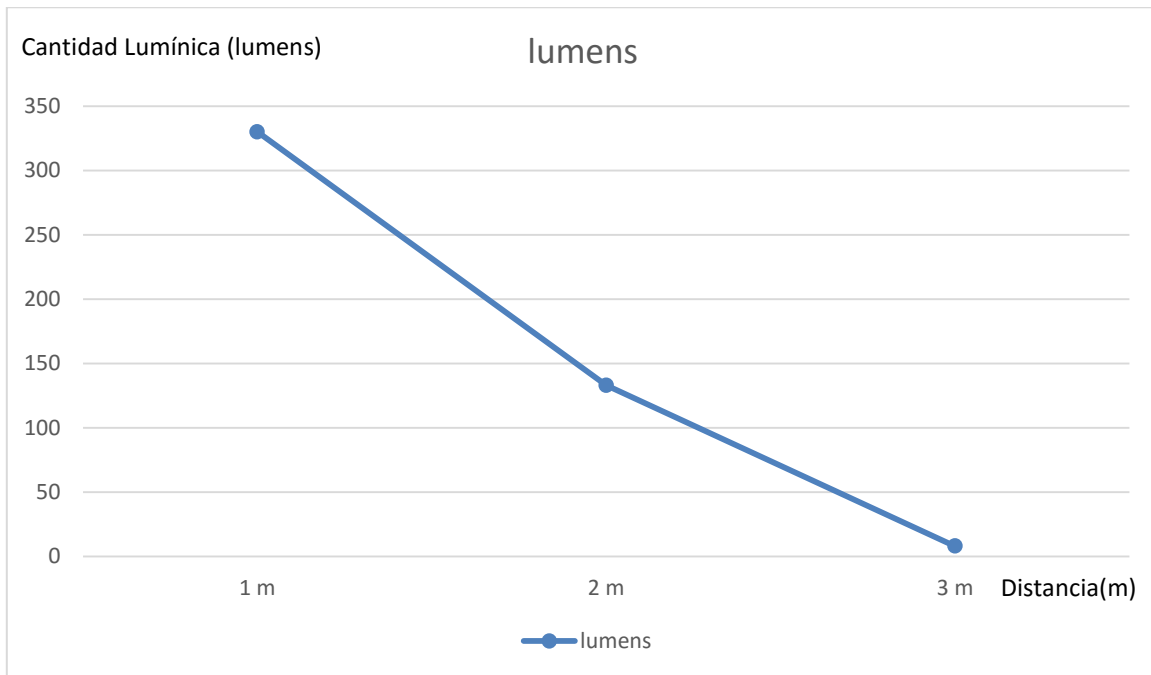
A continuación, se muestran las mediciones que se realizaron en una habitación con luz artificial de un foco incandescente de 80 watts.

Estas mediciones nos dieron como resultado que aunque haya luz artificial el sistema es capaz de ser visible a ojo humano.

**Tabla 22. Medición en un cuarto con luz artificial.**

Distancia(m)	Cantidad lumínica (lumens)	Visible a simple vista
1	330	Muy visible
2	133	Muy visible
3	8	Muy visible

En la Figura 23 se observa la gráfica obtenida de la tabla 22.



**Figura 23. Gráfica de intensidad de luz en cuarto con luz artificial.**

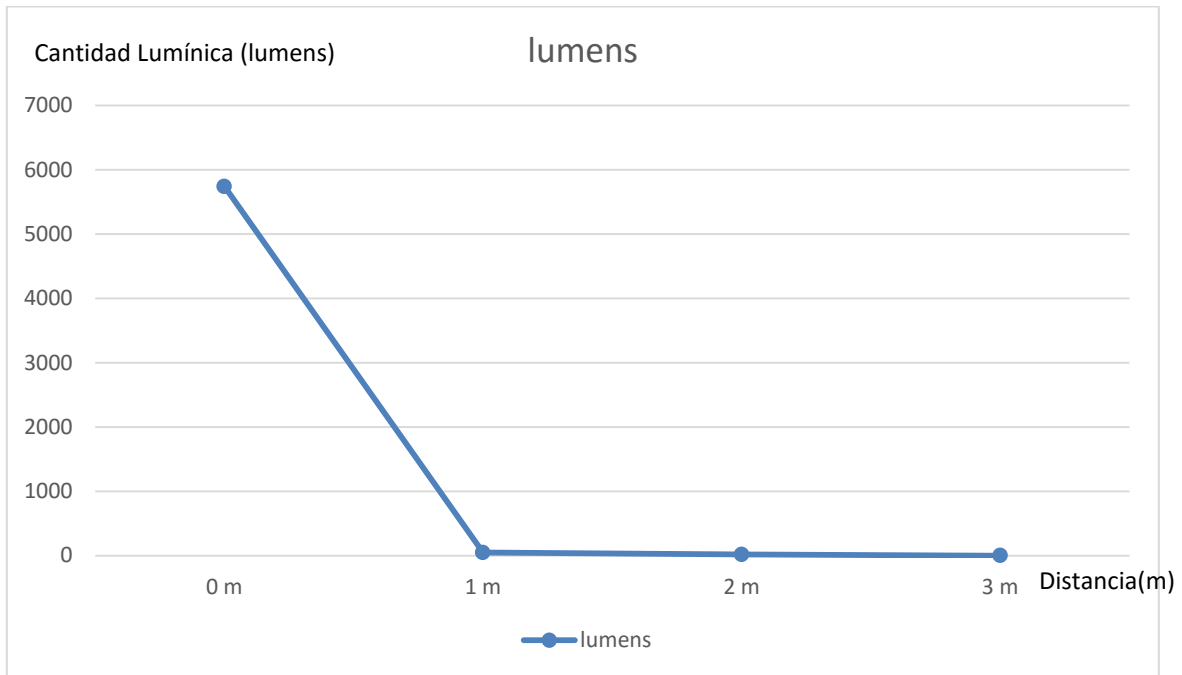
En la tabla 23 se muestran las mediciones que se capturaron en condiciones específicas. Como puede observarse en esta medición la luz del ambiente es muy poca lo cual nos da una condición casi ideal de prueba para el sistema.

Esta medición se hizo en el exterior a las 8:32 de la noche, con una luz ambiente de 2 lumens, provenientes de focos incandescentes de iluminación exterior de la calle.

**Tabla 23. Mediciones en condiciones específicas.**

Exterior noche hora 8:32 p.m. Luz ambiente= 2 Lumens		
Distancia (m)	Cantidad Lumínica (lumens)	Visible a simple vista
0	5740	Muy visible
1	50	Muy visible
2	20	Muy visible
3	2	Muy visible

En la Figura 24 se observa la gráfica obtenida de la tabla 23.



**Figura 24. Mediciones en condiciones específicas.**

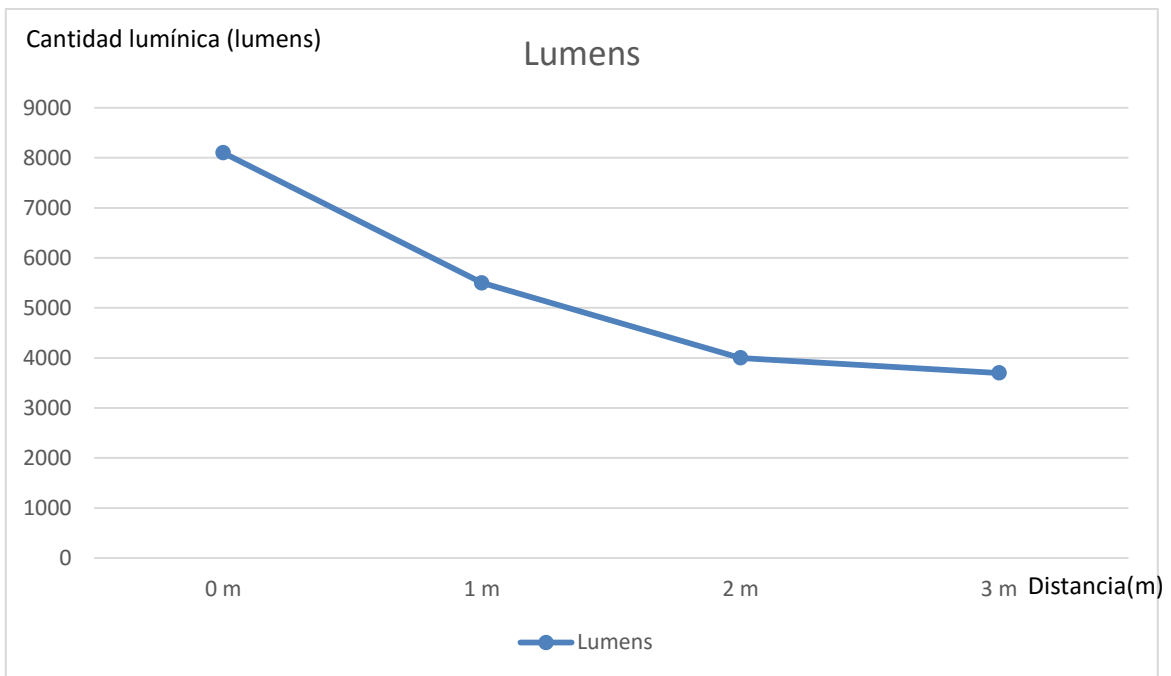
En la tabla 24 se muestran las mediciones que se capturaron con condiciones específicas de día con una intensidad de luz bastante alta dándonos la prueba en el peor de los casos.

Esta medición se realizó a las 9:07 de la mañana con un clima despejado y una intensidad luminosa de la luz ambiente de 101300 Lumens, colocando nuestra vestimenta enfrente de la luz del sol, por lo cual se sumó un poco de la luz de los LEDs y de la luz ambiente.

**Tabla 24. Mediciones en condiciones específicas.**

<b>Mediciones Día Exterior</b> Hora 9:07 a.m Intensidad de la luz del sol directa= 101300 Lumens.		
Distancia(m)	Cantidad lumínica (lumens)	Visible a simple vista
0	8100	Muy visible
1	5500	Muy visible
2	4000	Visible
3	3700	Visible

En la Figura 25 se observa la gráfica obtenida de la tabla 20.



**Figura 25. Mediciones en condiciones específicas.**

## 6.5 Prueba del chaleco.

En las imágenes 1-3 se muestran fotos del sistema de señalización en un cuarto oscuro.



IMAGEN 1

En la imagen 1 se muestra el sistema luminoso a 1 metro de distancia de la cámara, en la imagen se aprecia que el sistema es visible al 100%.

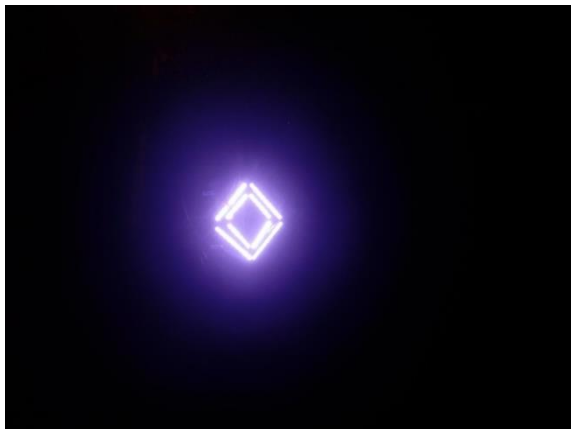


IMAGEN 2

En la imagen 2 se muestra el sistema luminoso a 2 metros de distancia de la cámara, como se observa en la imagen se aprecia que el sistema aún sigue siendo visible al 100%.



IMAGEN 3

En la imagen 3 se muestra el sistema luminoso a 3 metros de distancia de la cámara, en la imagen se aprecia que el sistema aún sigue siendo visible al 100%.

## Capítulo 7.

### 7.1 Lista de Insumos y precios.

En la tabla 25, se muestran los precios de los Insumos utilizados para llevar a cabo el trabajo terminal.

#### Insumos

Lista de precios a fecha del 04/04/16

**Tabla 25. Lista de precios de desarrollo.**

Producto	Precio total
Arduino lilypad	\$217.16
Arduino shield usb	\$100
Módulo Bluetooth HC-05	\$316
Rollo de 5 m de tiras de led 50-50 ultra brillantes	\$280
Carrete hilo conductor	\$88.16
Chaleco	\$150
Tela algodón Gabardina 1 m.	\$45
Batería 12 v 1800mAh	\$440
Cables	\$20
Total	\$1656.16

Teniendo en cuenta que el precio del dólar fue un factor muy influyente en los costos de los mismos y por ser un elemento que se encuentra en el análisis de riesgos se ha tomado la medida de calcular el precio de dos versiones para el producto final las cuales se identifican como la versión Deluxe y la versión Básica.

#### Versión Básica.

La versión Básica de la vestimenta es la versión más barata para producir, sin embargo cuenta con el inconveniente de que se utilizaran baterías AAA lo cual se traduce en un mayor gasto a la larga para el usuario además de no contar con una vestimenta pensada específicamente para su empotramiento si no que se deja a la consideración del usuario.

**Tabla 26. Precio por unidad básica.**

<b>Producto</b>	<b>Precio</b>
Arduino lilypad	\$217.16
Módulo Bluetooth HC-05	\$316.00
Tiras de led 50-50 ultra brillantes	\$56.00
Hilo conductivo	\$19.29
Chaleco	\$15.00
Tela algodón poliéster	\$5.60
Acoplador para pilas	\$40.00
Módulo incrementador de voltaje (mossfet 2587)	\$ 115.00
Total	\$784.05

### Versión Deluxe

La versión Deluxe cuenta con un sistema de alimentación por una batería recargable de LI-ION de 12V, con una tasa de corriente de 1800 mA por hora, lo cual permite funcionar el sistema por más de 6 horas ininterrumpidamente además de que cuenta con un diseño totalmente adaptado para condiciones meteorológicas adversas. A continuación, se muestra el costo de producir esta versión.

**Tabla 27. Precio por unidad Deluxe.**

<b>Producto</b>	<b>Costo por unidad Deluxe</b>
Arduino lilypad	\$217.16
Módulo Bluetooth HC-05	\$316
Tiras de led 50-50 ultra brillantes	\$56
Carrete hilo conductivo	\$19.29
Chaleco	\$150
Tela algodón poliéster	\$5.6
Batería 12 v 1800mA	\$440
Cables	\$20
Total	\$1223.89

## Conclusiones.

A través de la investigación y desarrollo realizado a lo largo de estos meses se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La subdivisión del problema en subsistemas ha sido una herramienta primordial para resolver el diseño principal de este.
- La utilización de Arduino LilyPad con comunicación bluetooth a través de un hc-05 resuelve el problema de comunicación entre el Smartphone y la ropa inteligente para la protección del ciclista.
- La utilización de la API de PocketSphinx ha proveído al sistema de mayor flexibilidad ya que se puede reconocer palabras sin estar conectado a una red de internet permitiendo utilizar el sistema incluso en casos en las que no haya señal en el celular.
- Se pudieron encontrar problemas que son inherentes al proceso de reconocimiento del habla, como son en el filtrado del sonido, sin embargo, a través de la experimentación y del entrenamiento se pudo dar mayor robustez al sistema.



## Trabajo a futuro.

- Realizar una red bluetooth para 2 o más dispositivos (red Piconet) con lo cual nos podrá permitir la comunicación entre con un mando maestro.
- Implementar el programa realizado en varios sistemas operativos como IOS y Windows Phone.
- Implementar nuevas tecnologías para reducir los costos.
- Realizar un sistema de llamado de emergencia en caso de sufrir un accidente mientras se está utilizando la vestimenta

## Referencias

- [1] Ciclomatrix chaleco luminoso para seguridad de ciclistas <http://noticias.terra.com.mx/mexico/df/ipn-desarrolla-chaleco-luminoso-para-seguridad-de-ciclistas,a5c5e94adfe28410VgnVCM20000099cceb0aRCRD.html>
- [2] Visijax Chamarra luminosa <http://www.visijax.com/>
- [3] SAT BIKE Universidad Pontificia Comillas, Escuela Superior de Ingeniería Comillas (ICAI) Memoria descriptiva del proyecto fin de grado en Ingeniería Electromecánica – electrónica.
- [4] Safe Ride un chaleco creado por mexicanos para ayudar a los ciclistas <http://www.xataka.com.mx/accesorios/safe-ride-un-chaleco-creado-por-mexicanos-para-ayudar-a-los-ciclistas>
- [5] Robert Ramírez Vique, Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles, Editorial Universidad Oberta de Catalunya España
- [6] Paco Blanco, Julio Camarero, Antonio Fumero, et al, Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles ,Introducción al desarrollo con Android y el iPhone Universidad Politécnica de Madrid España
- [7 ] Arduino Products <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- [8] SparkFun Bluetooth Mate Gold <https://www.sparkfun.com/products/12580d>
- [9] Características de Leds <http://www.inventable.eu/2011/04/22/anatomia-de-una-led-string/>
- [10] Especificaciones Tecnicas de Leds <http://unicrom.com/diodo-led/>
- [11] Vestimenta Inteligente <http://noticias.universia.es/cultura/noticia/2015/06/26/1127310/ropa-inteligente-futuro-tecnologia-textil.html>
- [12] Diferentes tipos de Tela <http://www.todotelas.cl/definicion-telas.htm>
- [13] Hilo Conductivo <https://www.330ohms.com/products/hilo-conductor-117-17-2ply>
- [14] CMU Sphinx <http://cmusphinx.sourceforge.net>
- [15] Luxometro <http://www.steren.com.mx/medidor-digital-de-luminosidad-luxometro.html>
- [16] Sensibilidad Luxometro <http://imagenes.steren.com.mx/doctosMX/HER-410.pdf>
- [17] Red Piconet <http://www.puntofnotante.net/TUTORIAL-BLUETOOTH.htm>

Anexo 1

Figura 26. Diagrama de Gantt (Parte 1).

Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	30 ago. 2015					6 sep. 2015						
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Investigacion	01/09/2015	08/09/2015	6d	█											
2	Plan de Proyecto	09/09/2015	17/09/2015	7d						█						
3	Desarrollo del proyecto	17/09/2015	08/10/2015	16d						█						
4	Configuracion del proyecto	09/10/2015	30/10/2015	16d						█						
5	Pruebas	01/10/2015	16/10/2015	12d						█						

Figura 27. Diagrama de Gantt (Parte 2).

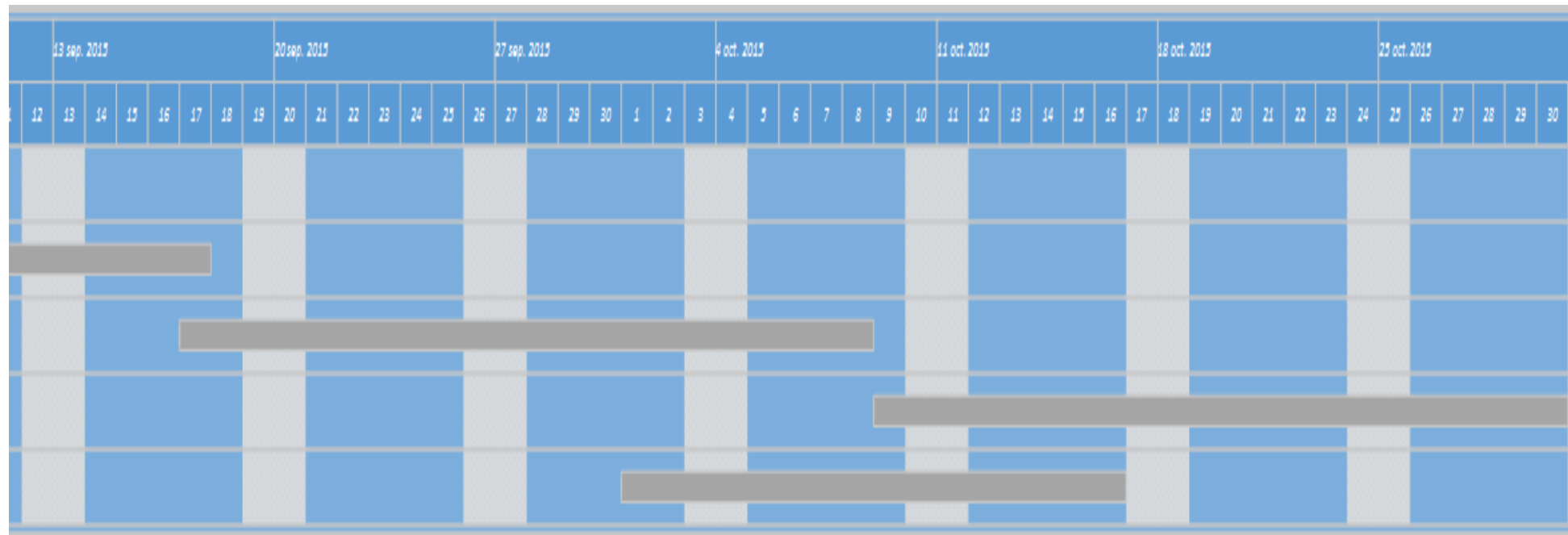


Figura 28. Diagrama de clases.

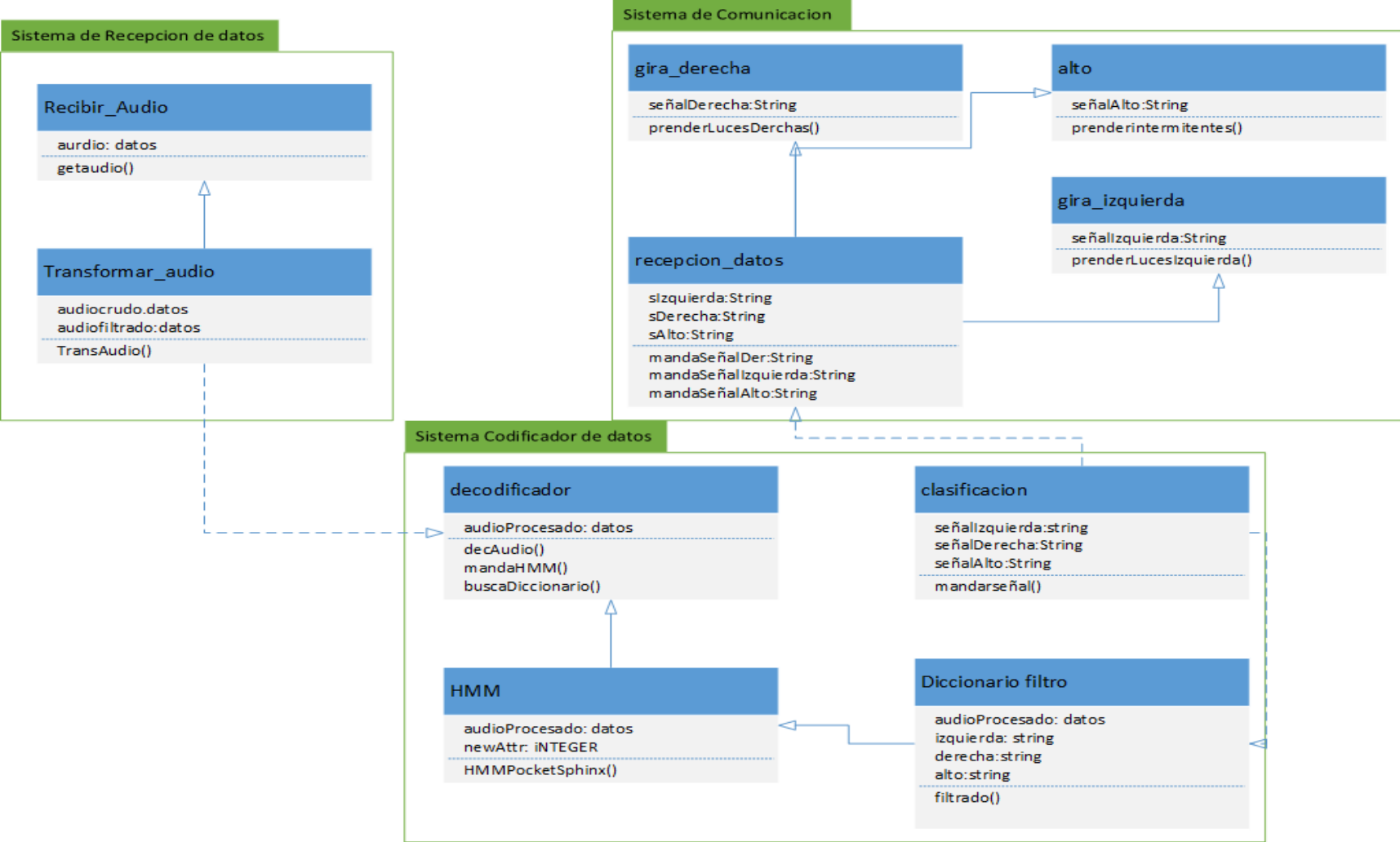


Tabla 28. Usabilidad.

Nombre del dispositivo	Cantidad de RAM	No. Núcleos	Versión de Android	¿La aplicación presentó problemas al ejecutarse?	¿Qué problemas presentó la aplicación?	Número de veces que se presentó el problema	Al identificar los problemas ¿se logró arreglar la aplicación?	¿Se volvieron a presentar problemas?
Lg g3 stylus	1 Gb	Quad core	5.0.1	No	Ninguno	0	Se trató de corregir la aplicación	No
Huawei y 300	512Mb	Dual core	4.3	Si	Cierre automático de la aplicación	Siempre al ejecutar la aplicación		Si
Motorola moto g3	1 Gb	Quad core	5.1.1	No	Ninguno	0		No
Inco	512 Mb	Dual core	4.3	Si	Cierre automático de la aplicación	Siempre al ejecutar la aplicación		Si

Tabla 29. Responsividad.

Nombre del dispositivo	Memoria Ram	CPU	Versión de Android	¿Esta aplicación bloquea otras aplicaciones al ejecutarse?	¿Esta aplicación manda un mensaje de error al cerrarse inesperadamente?
Lg g3 stylus	1 Gb	Quad core	5.0.1	No	Si
Huawei y 300	512 Mb	Dual core	4.3	No	Si
Motorola moto g3	1 Gb	Quad core	5.1.1	No	Si
Inco	512 Mb	Dual core	4.3	No	Si

Anexo 2

Objetivo: conocer las necesidades de seguridad y hábitos de transporte de las peregrinaciones a la Basílica de Guadalupe.

Instrucciones: Por favor contestar las siguientes preguntas de manera breve

**Encuesta a peregrinación 2015**

1.- ¿De dónde viene?

---

---

2.- ¿Qué medio de transporte utilizo durante su trayecto?

---

---

3.- ¿Qué tiempo le tomo llegar a la Basílica de Guadalupe desde su lugar de origen?

---

---

4.- ¿Durante su trayecto utiliza un sistema de seguridad vial? Si es así describa cual

---

---

5.- ¿Existe alguna forma de comunicación dentro del contingente? Si es así describa cual.

---

---

6.- ¿Se tiene alguna medida de seguridad para que el contingente sea visto en zonas de poca visibilidad?

---

---