

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y
APLICADAS**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

**DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA
ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN UN
MUSEO**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**

ING. JOSUE OSVALDO SANDOVAL REYES

**DIRECTOR
DRA. MARGARITA TECPOYOTL TORRES**

**SINODALES
DR. DIEGO SEURET JIMÉNEZ
DR. JOSÉ GERARDO VERA DIMAS
DR. GENNADIY BURLAK
DR. SVITLANA KOSHOVA**

Cuernavaca, Morelos

Diciembre de 2018

Resumen

En la actualidad, la tecnología ha alcanzado un alto grado de desarrollo, que ha permitido que muchos aspectos de nuestra vida se vean favorecidos e incluso simplificados. Un claro ejemplo de este impacto favorable, puede observarse con la aparición (2007) y desarrollo de los dispositivos móviles. Entre estos sistemas, se hallan los Smartphone o Teléfonos Inteligentes, los cuales tienen una gran variedad de funciones, así como aplicaciones móviles, que van desde aplicaciones tan sencillas como por ejemplo una calculadora hasta aquellas más complejas como los videojuegos.

Para la creación de las aplicaciones móviles hay software, que va desde programación a través de los lenguajes C# o Java, así como la programación por bloques, en la cual, se reduce la complejidad de la programación para realizar una aplicación móvil.

Este trabajo se basó en la colaboración entre la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, la UAEM y el Museo del Ferrocarril de la Ciudad de Cuernavaca, con la finalidad de complementar capacidades con la Facultad de Artes y CIICAp, integrando así una serie de herramientas que permita hacer más llamativo y funcional a este museo, dirigido en particular a jóvenes y niños. Cabe señalar que, la zona en que se encuentra este museo es caracterizada por altos niveles de delincuencia.

Para este fin, se desarrolla una plataforma tecnológica para integrarla en la operación del museo. Este trabajo se centra en el diseño de esta aplicación, que cuenta con módulos personalizados, adecuados tanto a la visita del museo como a los requisitos de su administración, orientados a la planificación basada en el análisis de los resultados, considerando como determinante, el tiempo que los visitantes se tomar al observar los elementos de las exposiciones durante su visita. Pues esta variable permitirá determinar la pertinencia de las salas o, incluso de cada pieza de arte.

Abstract

At present, technology has reached a high level of development, which has allowed many aspects of our life to be favored and even simplified. A clear example of this favorable impact can be observed with the appearance (2007) and development of mobile devices. Among these systems, there are Smartphones or Smartphones, which have a wide variety of functions, as well as mobile applications, ranging from simple applications such as a calculator to more complex ones such as video games.

For the creation of mobile applications there is software, which goes from programming through the C # or Java languages, as well as the programming by blocks, in which, the complexity of the programming to make a mobile application is reduced.

This work was based on the collaboration between the Autonomous University of the State of Morelos, the UAEM and the Railway Museum of the City of Cuernavaca, with the purpose of complementing capacities with the Faculty of Arts and CIICAp, integrating a series of tools that allow to make this museum more attractive and functional, aimed in particular at young people and children. It should be noted that, the area in which this museum is located is characterized by high levels of crime.

For this purpose, a technological platform is developed to integrate it into the operation of the Museum. This work focuses on the design of this application, which has customized modules, suitable both for the visit of the museum and the requirements of its administration, oriented to planning based on the analysis of the results, considering as determinant, the time that visitors will be taken when observing the elements of the exhibitions during their visit. Because this variable will allow to determine the pertinence of the rooms or, even of each piece of art.

Agradecimientos

A través de estas líneas quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) por ser dos instituciones que con su apoyo y patrocinio hicieron posible este trabajo de investigación.

A mis tutores, en especial a mi asesora de tesis, la Dra. Margarita Tecpoyotl Torres, por su orientación y soporte durante el desarrollo de esta tesis.

A todos aquellos que, de una u otra forma, lograron inculcar en mí la pasión por aprender para realizar este trabajo.

Dedicatoria

A mi Dios, que me has dado la gran bendición de la vida, gracias por todas las bendiciones que me has dado en mi vida.

A mis padres por su apoyo incondicional, por no dejarme solo y siempre estar para mí.

A mi hermano mayor por alentarme a esforzarme, para seguir adelante con mis estudios y por ser también un apoyo para mí.

Gracias a todas aquellas personas que me han apoyado en la realización de esta tesis, gracias a ustedes esto no hubiera sido posible.

Índice general

Resumen	i
Abstract	ii
Agradecimientos	iii
Dedicatoria	iv
Índice general	v
Índice de figuras	viii
Índice de gráficas	xi
Índice de tablas	xii
Capítulo 1. Introducción	2
1.1.- Introducción	2
1.2.- Objetivo	2
1.2.1.- Objetivo específicos	3
1.3.- Justificación	3
1.4.- Antecedentes	4
1.5.- Alcance.....	5
1.6.- Hardware y Software	5
1.7.- Organización de la tesis.	6
Capítulo 2. Marco teórico.....	8
2.1.- Aplicaciones móviles	9
2.2.- Smartphone	10
2.3.- Sistemas operativos móviles	11

2.3.1.- Android.....	14
2.3.2.- iOS	15
2.4.- Proceso de creación de las Aplicaciones	16
2.4.1.- Creación de la Aplicación.....	17
2.4.2.- Diagrama de Proceso.....	19
2.4.3.- Diagrama de creación	21
2.5.- Patrones de interferencia de Moiré.....	23
2.6.- Sensores	24
Capítulo 3. Desarrollo	26
3.1.- Android Studio.....	26
3.1.1.- Pantalla de Inicio (Primera pantalla).....	27
3.1.2.- Pantalla de Menú (Segunda pantalla)	29
3.1.3.- Pantalla de Historia (Tercer pantalla)	31
3.1.4.- Pantalla de Antecedentes (Cuarta pantalla).....	33
3.1.5.- Pantalla de Inauguración (Quinta pantalla)	35
3.1.6.- Pantalla de Revolución (Sexta pantalla).....	37
3.1.7.- Pantalla de Recorridos (Séptima pantalla)	39
3.1.8.- Pantalla de Galería (Octava pantalla)	41
3.1.9.- Pantalla de Construcción del Ferrocarril (Novena pantalla)	43
3.1.10.- Pantalla de Inauguración del Ferrocarril (Décima pantalla).....	45
3.1.11.- Pantalla de Mapa del Museo (Onceava pantalla)	47
3.1.12.- Pantalla de Encuesta (Doceava pantalla)	49
3.1.13.- Pantalla de Envío (Treceava pantalla)	51
3.2.- Prototipo de patrón de interferencias de Moiré.....	54

3.2.1.- Prototipo de patrones.....	55
3.2.2.- Caja de control.....	59
3.3.- Sensores.....	63
3.3.1.- Sensor para contar los visitantes.....	63
3.3.2.- Sensor de tiempo de permanencia.....	75
Capítulo 4. Resultados.....	85
4.1.- Aplicación.....	85
4.2.- Prototipo de patrones de interferencia de Moiré.....	96
4.3.- Sensor para contar los visitantes.....	97
4.4.- Sensor de tiempo de permanencia.....	99
Capítulo 5. Conclusiones y trabajo futuro.....	103
5.1.- Aplicación.....	103
5.2.- Prototipo de interferencias de Moiré.....	105
5.3.- Sensor para contar a los visitantes.....	105
5.4.- Sensor de tiempo de visualización.....	106
Bibliografía.....	108
Apéndice A.....	113
Anexo 1.....	135

Índice de figuras

Figura 2.1 Smartphone con sus diferentes aplicaciones.....	10
Figura 2.2 Smartphone con sistema operativo Android.	15
Figura 2.3 Smartphone con sistema operativo iOS.....	16
Figura 2.4 Ejemplo de una Page.....	17
Figura 2.5 A) Layout solo B) Dos Layout en distribución horizontal C) Dos Layout en distribución vertical.....	18
Figura 2.6 A) Distribución de contenido horizontal B) Distribución de contenido vertical C) Distribución compartida.	18
Figura 2.7 Diagrama de Proceso para la aplicación.	19
Figura 2.8 Diagrama de construcción.	22
Figura 2.9 Rejilla circular sobrepuestas.	23
Figura 3.1 A) Diagrama de la pantalla de Inicio B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	28
Figura 3.2 A) Diagrama de la pantalla de Menú B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	30
Figura 3.3 A) Diagrama de la pantalla de Historia B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	32
Figura 3.4 A) Diagrama de la pantalla de Antecedentes B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	34
Figura 3.5 A) Diagrama de la pantalla de Inauguración B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	36
Figura 3.6 A) Diagrama de la pantalla de Revolución B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	38
Figura 3.7 A) Diagrama de la pantalla de Recorridos B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	40
Figura 3.8 A) Diagrama de la pantalla de Galería B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	42

Figura 3.9 A) Diagrama de la pantalla de Galería Construcción B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	44
Figura 3.10 A) Diagrama de la pantalla de Galería Inauguración B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	46
Figura 3.11 A) Diagrama de la pantalla de Mapa del Museo B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	48
Figura 3.12 A) Diagrama de la pantalla de Encuesta B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	51
Figura 3.13 A) Diagrama de la pantalla de Envío B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.	53
Figura 3.14 Prototipo de patrones de interferencia de Moiré.	54
Figura 3.15 Caja de control.	55
Figura 3.16 Guía inferior de la lámina de acrílico.	56
Figura 3.17 Unión entre acrílico y tuerca embalada por medio del esquinero.	56
Figura 3.18 Motor conectado al tornillo a través de un coplee.	57
Figura 3.19 Sensor H21B1.	57
Figura 3.20 Sensor instalado en el extremo izquierdo.	58
Figura 3.21 Sensor instalado en el centro derecho.	59
Figura 3.22 Caja de control con sus botones de trabajo.	60
Figura 3.23 PIC 16F877A.	60
Figura 3.24 Diagrama de flujo de la caja de control.	62
Figura 3.25 Diagrama de flujo del prototipo de conteo.	64
Figura 3.26 Diodos infrarrojos soldados.	67
Figura 3.27 Sensor HC-SR04 con base de acrílico.	68
Figura 3.28 Módulo micro SD.	69
Figura 3.29 Módulo Bluetooth HC-05.	70
Figura 3.30 Placa Arduino uno.	71
Figura 3.31 Diagrama de conexión de contador.	72
Figura 3.32 Sensor de conteo instalado.	73

Figura 3.33 Sensor HC-SR04 instalado en el marco de la puerta.	73
Figura 3.34 Diodo infrarrojo funcionando.	74
Figura 3.35 Fototransistor instalado funcionando.	74
Figura 3.36 Circuito en protoboard.	75
Figura 3.37 Diagrama de ángulo de apertura del sensor HC-SR04.	76
Figura 3.38 Sensor detector de movimiento.	77
Figura 3.39 Diagrama del ángulo de apertura del sensor de movimiento.	78
Figura 3.40 Ejemplo de cómo colocar el sensor.	79
Figura 3.41 Sensor de movimiento con Arduino instalados.	80
Figura 3.42 Sensor detectado una persona con un LED demostrando la presencia de la persona. En el monitor de la computadora central se observa el despliegue correspondiente al conteo, para el uso de la administración. .	81
Figura 3.43 Ampliación del monitor.	81
Figura 3.44 Sensor sin detectar a una persona.	81
Figura 3.45 Monitor ampliado.	82
Figura 3.46 Diagrama de conexión de sensor.	82
Figura 5.1 Logo del museo para la sala temporal.	104

Índice de gráficas

Gráfica 2.1 Comparación de los sistemas operativos utilizados en México en el año 2017.....	14
Gráfica 4.1 Participantes de la última encuesta.....	89
Gráfica 4.2 Calificación de cada pregunta.....	91
Gráfica 4.3 Respuestas de la pregunta 1.....	93
Gráfica 4.4 Respuesta de la pregunta 2.....	93
Gráfica 4.5 Respuestas de la pregunta 3.....	93
Gráfica 4.6 Respuesta de la pregunta 4.....	93
Gráfica 4.7 Respuestas de la pregunta 5.....	94
Gráfica 4.8 Respuestas de la pregunta 6.....	94
Gráfica 4.9 Respuestas de la pregunta 7.....	94
Gráfica 4.10 Respuestas de la pregunta 8.....	94
Gráfica 4.11 Respuestas de la pregunta 9.....	95
Gráfica 4.12 Respuestas de la pregunta 10.....	95
Gráfica 4.13 Respuestas de la pregunta 11.....	95
Gráfica 4.14 Respuestas de la pregunta 12.....	95
Gráfica 4.15 Respuestas de la pregunta 13.....	96
Gráfica 4.16 Respuestas de la pregunta 14.....	96
Gráfica 4.17 Gráfica de datos recolectados. Cambiar por barras.....	98

Índice de tablas

Tabla 2.1 Comparación de los sistemas operativos de los celulares en el año 2017 en México.....	13
Tabla 3.1 Estatura media en México en el año 2011.	65
Tabla 4.1 Preguntas utilizadas en la encuesta.	85
Tabla 4.2 Planeación de la Encuesta (Primera encuesta).	86
Tabla 4.3 Aceptación de la App (Primera encuesta).....	87
Tabla 4.4 Participantes de la última encuesta	88
Tabla 4.5 Calificación general.....	89
Tabla 4.6 Calificación de las preguntas	90
Tabla 4.7 Percepción de los encuestados sobre la App	92
Tabla 4.8 Formato de datos recolectados.....	99



Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Capítulo 1. Introducción

1.1.- Introducción

Las aplicaciones disponibles para Smartphone tienen diversos fines. Entre ellos, promover las visitas a un sitio virtual o físico. Este es el caso de muchos museos a nivel mundial, en particular, en países desarrollados. Este tipo de tecnología aplicada, facilita la divulgación de sus exhibiciones y de otras áreas de servicio de las que disponen.

En la actualidad, en los museos como el Museo del Louvre en Paris, Francia, el Museo de Historia Natural en Londres, Inglaterra o el Museo Leeum o Museo de Arte en Seúl, Corea del Sur, por mencionar algunos, se ha aplicado la tecnología a sus instalaciones, incluyendo el uso de aplicaciones para dispositivos móviles, en las que se pueden observar toda o partes de las exhibiciones, sin la necesidad de estar presente en el museo, pero generando la curiosidad de ver las exhibiciones de manera presencial. Se han integrado además, distintos tipos de sensores que ayudan a los administradores de los museos a contabilizar a los visitantes, su tiempo de observación a las piezas o salas de arte, etc. Esto ha tenido mucho éxito, ya que se ha mejorado la experiencia de las visitas a dichos museos, haciéndolos un lugar turístico que muchas personas quieren o desean visitar.

1.2.- Objetivo

Se realizará un desarrollo tecnológico con apoyo de dispositivos móviles, utilizando tecnología Bluetooth para su comunicación. A través de una aplicación, se proporcionará información al visitante. La información recabada durante las visitas, se administrará en una unidad central de procesamiento. Se generarán reportes con información como el conteo de visitas y el tiempo de permanencia.

1.2.1.- Objetivo específicos

- Selección de dispositivo Bluetooth adecuado a las necesidades.
- Creación de la aplicación para dispositivos móviles.
- Creación de una base de datos constituida por cédulas de información.
- Elaboración de formatos de reporte.
- Integración de elementos con tarjeta de administración de información.
- Pruebas de campo del dispositivo de administración y aplicación.
- Desarrollo de actualizaciones periódicas de la aplicación.
- Para incrementar el interés del visitante se propone agregar un prototipo que permita la observación de imágenes en movimiento generadas a partir de patrones de interferencia de Moiré.

1.3.- Justificación

La necesidad de comunicación ha hecho que la telefonía celular tenga una alta aceptación en la población a nivel mundial. Su evolución tecnológica los ha llevado a convertirse en teléfonos inteligentes, los cuales cuentan con diversas aplicaciones, mismas que pueden obtenerse mediante descargas en las tiendas virtuales, entre las más populares se encuentran las correspondientes a Apple y Google.

La evolución tecnológica se ha reflejado en muchas áreas más. Algunos museos en el primer mundo, han implementado muchos desarrollos tecnológicos. Por ejemplo, en el museo de la NASA, se cuenta con los tradicionales audífonos para recibir información en varios idiomas, para proporcionar información a los visitantes que llegan de diferentes naciones. Se cuenta también con Tablet que permiten el despliegue de la información de temáticas relacionadas. Se realizan proyecciones de vuelos espaciales, y se

tienen exposiciones que entornos de otros planetas, además de juegos electrónicos que pueden ser usados por el visitante.

En nuestro país, algunos museos cuentan con tecnología involucrada en su infraestructura. Sin embargo, muchos museos no se han sumado a esta tendencia, quedando rezagados tecnológicamente, muchas veces debido a limitaciones financieras.

Con el desarrollo tecnológico a implementar en el museo del ferrocarril, se espera apoyar el funcionamiento de los museos con carencias económicas y tecnológicas, permitiendo la adopción de tecnología en su funcionamiento y administración.

No se ha hallado información técnica en el análisis del estado del arte científico, sobre un mecanismo de administración de las visitas en los museos.

1.4.- Antecedentes

Hoy en día en México, pocos museos cuentan con estas innovaciones para su funcionamiento, un ejemplo de ellos es el Papalote Museo del Niño que es el museo que cuenta con más innovaciones o exhibiciones interactivas, las cuales les permiten a sus visitantes (los cuales en su mayoría como el nombre del museo lo indica son niños) interactuar y aprender por medio de este tipo de exhibiciones, lo que se pretende con el Museo del Ferrocarril es hacer este museo, un museo interactivo con el cual se puedan atraer a visitantes y crear un público el cual constantemente visite y quede cautivado por el museo.

A nivel mundial, nos encontramos con museos que han mejorado su infraestructura, unos ejemplos son: Museo del Louvre, el cual ha incluido un recorrido virtual de sus instalaciones, Museo de Historia Natural, éste ha incluido réplicas digitales que se pueden imprimir en impresoras 3D, Museo Leeum ha incluido una aplicación para dispositivos móviles, donde están todas

sus piezas en exhibición y por el último el Museo de la NASA, a través de su aplicación, se descarga el audio recorrido del museo para agilizar las visitas.

Por todas estas nuevas mejoras que hay en los diferentes museos a nivel mundial, creemos que también los museos en México deben tener nuevas formas de ver y atraer a su público, para posicionarse como centros culturales y recreativos.

1.5.- Alcance

Para hacer más atractivas las visitas a los museos y contar con la administración de la información generada sobre sus visitantes se implementará un desarrollo tecnológico apoyado en el uso de dispositivos móviles. Cabe señalar que, muchos museos en nuestro país se ven limitados en recursos por lo que su despliegue y administración de la información es muy limitada.

Es para este tipo de museos que se propone este desarrollo. Las pruebas no se realizaron en el museo del ferrocarril del Estado de Morelos, ya que se ha encontrado en remodelación desde prácticamente el inicio de este trabajo, que por causas de fuerza mayor no se ha concluido, por lo que se llevaron a cabo en un establecimiento comercial.

1.6.- Hardware y Software

El software que se ha utilizado para la realización de esta tesis han sido:

- Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android, el lenguaje de programación del software se basa en Java, un software libre que se pudo usar sin ninguna complicación.

El hardware (Smartphone) que se ha utilizado para las pruebas de la aplicación han sido Smartphone de gama alta, media y baja, para ver el rendimiento y comportamiento de la aplicación al usarse en los distintos dispositivos.

1.7.- Organización de la tesis.

Este trabajo se compone de 5 capítulos bajo la siguiente estructura:

- Primer capítulo: Se presenta la introducción y descripción de la tesis.
- Segundo capítulo: Se presenta un marco teórico de las aplicaciones móviles, y los patrones de interferencia de Moiré.
- Tercer capítulo: Se expone el proceso de desarrollo de la aplicación.
- Cuarto capítulo: Se muestran los resultados de la aplicación y de los sensores instalados en el Museo.
- Quinto capítulo: Se presentan las conclusiones y se discuten brevemente algunas ideas para posibles mejoras y trabajo futuro.



Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

Capítulo 2. Marco teórico

Actualmente, la tecnología ha avanzado en muchos aspectos de nuestra sociedad, esto ha hecho que la tecnología se integre a muchos servicios, productos, etc. Los museos no son la excepción, hoy en día los museos de países de primer mundo, han invertido y aplicado la tecnología a sus necesidades para mejorar sus exhibiciones, así como dar un mejor servicio a los visitantes que llegan a sus instalaciones, una de las principales implementaciones en tecnología que han hecho estos museos son proporcionar WIFI gratuito, con la finalidad de que los visitantes puedan acceder a las demás implementaciones como son:

- Página web
- App del museo
- Códigos QR
- Podcast
- Colección digitales
- Realidad Aumentada
- Sensores para contabilizar a los visitantes
- Impresoras 3D
- Mesas interactivas

En este trabajo, se eligió crear una aplicación para dispositivos móviles, para el Museo del Ferrocarril de Cuernavaca, la cual cuenta con información de la historia del ferrocarril en Morelos, fotografías, mapas ferroviarios y también se implementó la tecnología a una exhibición del museo, la cual se hizo a partir de patrones de interferencia de Moiré.

A continuación, se presenta conceptos y sistemas relacionados a las aplicaciones para dispositivos móviles.

2.1.- Aplicaciones móviles

Una aplicación móvil, aplicación o App, es una aplicación informativa diseñada para poder ser ejecutada con los dispositivos móviles como son los Smartphone, Tablet y otros dispositivos móviles. Estas aplicaciones pueden ser educativas, de acceso a servicios, profesionales o de ocio, como videojuegos. Las aplicaciones móviles surgen en los años 90 del siglo pasado, donde se trataba de aplicaciones muy sencillas, comparándolas con las actuales.

Las aplicaciones de los años 90 eran para teléfonos celulares básicos los cuales tenían pantallas monocromáticas de tamaño reducido y sin ser táctiles. Las primeras aplicaciones que se crearon eran videojuegos, que se limitaban al tamaño de la pantalla como el videojuego Tetris (juego de bloques descendientes para acomodar) o Snake (juego de una serpiente que come fruta). Estas aplicaciones ya venían preinstaladas de fábrica y no se podían instalar aplicaciones de terceros.

La siguiente evolución de las aplicaciones fue cuando empiezan a surgir los primeros teléfonos celulares con pantallas a color a finales de la misma década de los 90, donde el mayor avance fue el color, lo que generó que las aplicaciones mejoraran y la pantalla ya no solo se limitaba al tamaño físico del dispositivo, si no que creció al poder desplazarse al crear múltiples pantallas, entre las cuales se pueda navegar.

En la década del año 2000 surgen teléfonos celulares que cuentan con mejoras significativas en tamaño de pantalla, procesador, memoria de almacenaje interna y memoria RAM, lo que generó que las aplicaciones mejoren y las principales aplicaciones siguen siendo videojuegos, aunque empiezan a haber otras más.

A partir del año 2007, con el lanzamiento de los Smartphone, se empieza a abrir un campo de oportunidad en las aplicaciones y, en el siguiente año, surgen las dos primeras tiendas de aplicaciones App Store y Play Store. Tiempo después surgen otras tiendas, donde terceros pueden subir sus aplicaciones, y en dichas tiendas hay aplicaciones de paga, así como gratuitas y estas están en un catálogo donde los usuarios tienen acceso a ellas y las eligen de acuerdo a lo que necesiten, en la Figura 2.1 se muestran dos Smartphone con sus diferentes aplicaciones.



Figura 2.1 Smartphone con sus diferentes aplicaciones.

2.2.- Smartphone

Smartphone o teléfono inteligente es un dispositivo móvil que contiene las características normales de un teléfono celular (telefonía móvil y mensajes de texto), y las características propias que lo hacen inteligente:

- Red de datos inalámbricos 3G o 4G
- Soporte para correo electrónico
- Sistema GPS

- Capacidad de instalar aplicaciones de terceros
- Permite navegar en Internet
- Permite leer y trabajar en archivos de diferentes formatos (pdf, docx, xlsx y pptx)
- Cuentan con agenda, administrador de contactos, etc.

En el año 2007, empieza a tomar parte en el mercado los Smartphone o Teléfonos Inteligentes, los cuales han tenido mejoras notables en su hardware y software con el paso de los años, en contraste con los teléfonos celulares anteriores, siendo sus principales mejoras:

- Tamaño del Smartphone
- Pantalla a color táctil
- Memoria de almacenamiento interna
- Memoria de almacenamiento externa
- Memoria RAM
- Procesador

Los Smartphone más actuales no se comparan con primeros Smartphone que surgieron, ya que los cambios que han tenido estos dispositivos año con año, han ayudado que las aplicaciones evolucionen, haciendo que cada vez las aplicaciones pueden realizar trabajos más complejos y cuenten con conexión a internet, permitiéndose enlazar por medio de internet a bases de datos e incluso a dispositivos de manera remota.

2.3.- Sistemas operativos móviles

Un sistema operativo móviles o SO móvil es un conjunto de programación de bajo nivel que permite utilizar el hardware del dispositivo y permite el acceso a las tiendas de aplicaciones (dependiendo del sistema operativo). Los sistemas operativos móviles son mucho más simples y están orientados a la conectividad inalámbrica.

De igual manera, han surgido diferentes tipos de sistemas operativos que han acompañado a los dispositivos móviles, la mayoría de los sistemas han ido desapareciendo del mercado porque han perdido usuarios, algunos de los sistemas operativos son estos:

- Android de Google
- BlackBerry OS de BlackBerry
- BlackBerry 10 de BlackBerry
- Bada de Samsung
- iOS de Apple
- Symbian de Nokia
- Windows Phone de Microsoft
- Windows 10 de Microsoft

Los sistemas operativos han evolucionado adaptándose e integrando nuevas características con los años, lo que ha hecho que dos sistemas se mantengan como líderes y un tercero que está en vías de desaparecer porque tener cada vez menos usuarios:

- Android
- iOS
- Windows

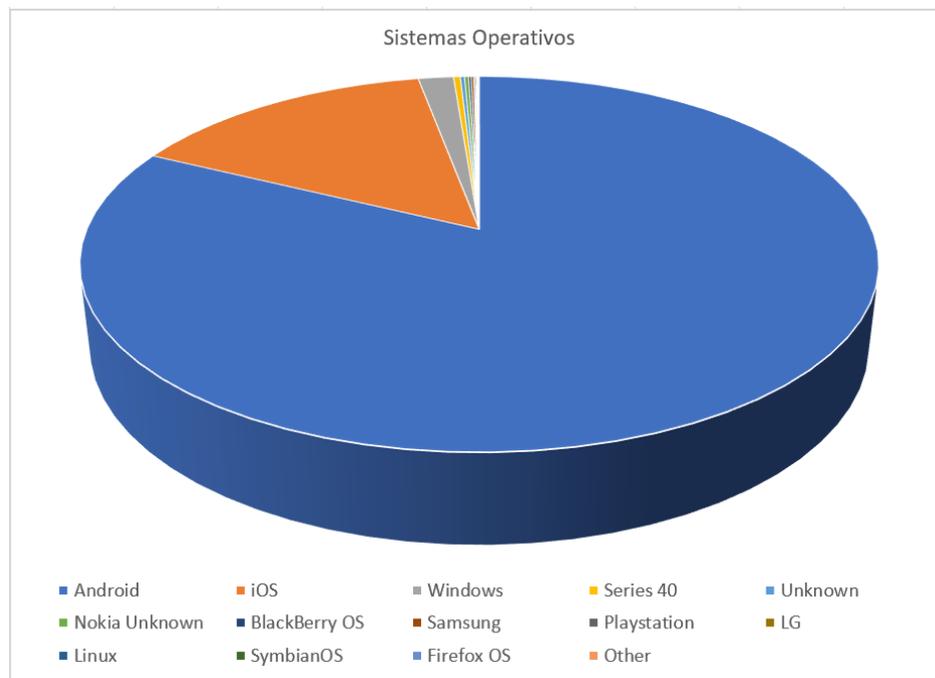
Este es el caso de Android es el sistema operativo con mayores usuarios en México y a nivel mundial, seguido por iOS y por último y en vías de desaparecer ya sea Windows Phone o Windows 10.

En la Tabla 2.1 y la Gráfica 2.2 se presenta el porcentaje de uso de cada uno de los sistemas operativos usados durante el año 2017 en México.

Tabla 2.1 Comparación de los sistemas operativos de los celulares en el año 2017 en México.

Fuente: <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/mexico/#monthly-201701-201712>.

Sistema	Porcentaje
Android	82.22
iOS	14.84
Windows	1.70
Series 40	0.33
Unknown	0.20
Nokia Unknown	0.19
BlackBerry OS	0.12
Samsung	0.12
Playstation	0.07
LG	0.06
Linux	0.06
SymbianOS	0.04
Firefox OS	0.02
Other	0.02



Gráfica 2.1 Comparación de los sistemas operativos utilizados en México en el año 2017.

Fuente: <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/mexico/#monthly-201701-201712>

2.3.1.- Android

Es un software diseñado por la compañía Google, basando la mayor parte de su operación en software libre basado en núcleo Linux, lo que permite que cualquier empresa pueda hacer modificaciones al código e implementarlo en sus propios dispositivos. Esto es lo que lo ha llevado a posicionarse como el principal software de dispositivos móviles, ya que al ser libre cualquier empresa puede agregarlo a sus dispositivos, ya sean de gama baja, media o alta. El sistema operativo Android es lanzado en el año 2008. La versión más actual es la Android 8 Oreo. En la Figura 2.2, presentamos un Smartphone de sistema Android.



Figura 2.2 Smartphone con sistema operativo Android.

2.3.2.- iOS

El sistema operativo de Apple, se diseñó exclusivamente para el hardware de la misma compañía, iOS está basado en un núcleo Darwin, que es un sistema operativo tipo Unix. Este sistema operativo es lanzado por Apple en el año 2007, al presentar el primer iPhone. Con el tiempo es sistema iOS ha tenido actualizaciones llegando hasta la versión más actual, iOS 11. En la Figura 2.3 mostramos un Smartphone con sistema operativo iOS.



Figura 2.3 Smartphone con sistema operativo iOS.

2.4.- Proceso de creación de las Aplicaciones

El proceso para crear una aplicación no es tan complicado, pero si es un proceso muy laborioso, ya que al ser una programación por líneas de código ocasionalmente se cometen errores y omisiones de comandos, lo que ocasiona que el código tenga errores que al encontrarse se corrigen. Se tienen que hacer constantes simulaciones con la finalidad de apreciar la aplicación en un dispositivo móvil, ya sea un Smartphone, emulándolo en la computadora, o físico, con la finalidad de ver su compatibilidad.

Para facilitar la creación de la aplicación propusimos un Diagrama de Proceso, y un Diagrama de Construcción los cuales explicaremos en seguida.

2.4.1.- Creación de la Aplicación

Al crear una aplicación para dispositivo móviles, hay que tener en cuenta la programación y su integración, empezaremos por la programación gráfica, esta tiene una jerarquía, que obedece al orden de los elementos.

La jerarquía comienza con el tipo *Page* o *Página*, este elemento contiene a la pantalla y su función, permite que dentro de ella se despliegue información y que ésta se puede ubicar, hay diferentes tipos de *Page* que más adelante se abordarán con mayor detalle. En la Figura 2.4 se muestra un ejemplo de *Page*.



Figura 2.4 Ejemplo de una Page.

El siguiente elemento es el *Layout* o *Diseño*, el *Layout* va dentro de la *Page* y puede haber varios de estos elementos dentro, ya sea de manera horizontal o vertical. La función básica del *Layout* es acomodar la información que está dentro de la *page*, ya sea de manera horizontal o vertical. Hay diferentes tipos de *Layout* con características específicas que más adelante abordaremos. En la Figura 2.5, se muestra un ejemplo del *Layout* en una *Page* con diferentes distribuciones.

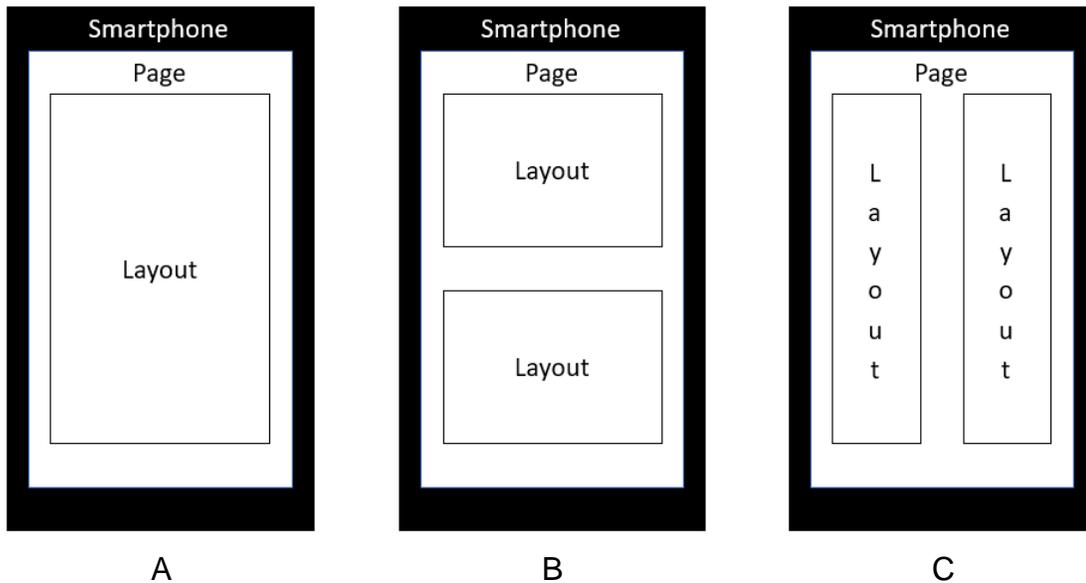


Figura 2.5 A) Layout solo B) Dos Layout en distribución horizontal C) Dos Layout en distribución vertical.

Los elementos que pueden estar dentro de *Layout* son varios, pero los 3 más utilizados son:

- Botón
- Imagen
- Texto

Button

El Botón o Button son un control interactivo que activan o desactivan funciones específicas de una App, usualmente los botones cuentan con etiquetas de texto cortas, o pueden contener imágenes sin texto o pueden contener ambas.

ImageView

La Vista de Imágenes o ImageView, como su nombre lo indica, son imágenes que están dentro de la aplicación, las cuales nos permiten tener una mayor interacción con la App al hacer que la navegación sea más atractiva.

TextView

La Vista de Texto o TextView, como su nombre lo indica, contiene texto de acuerdo a la App. Puede constar de una o dos líneas de texto, hasta extensos párrafos ya que no cuentan con un límite de caracteres.

En la Figura 2.6, mostramos la distribución en horizontal y vertical de estos 3 elementos dentro de un *Layout* y este a su vez dentro de una Page.

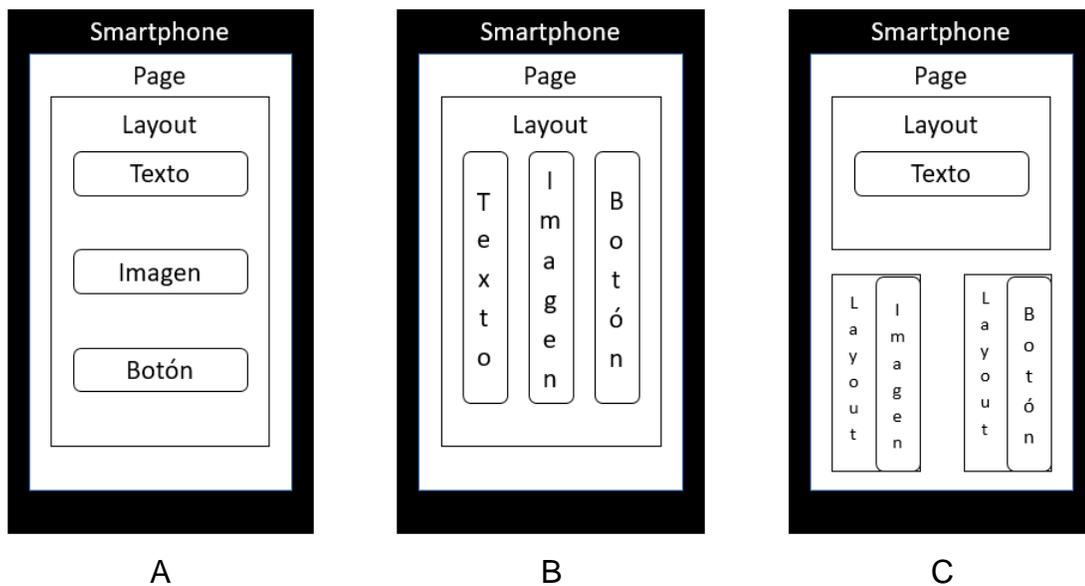


Figura 2.6 A) Distribución de contenido horizontal B) Distribución de contenido vertical C) Distribución compartida.

2.4.2.- Diagrama de Proceso

El diagrama de proceso está compuesto por cinco etapas (Figura 2.7), que serán explicadas a continuación.

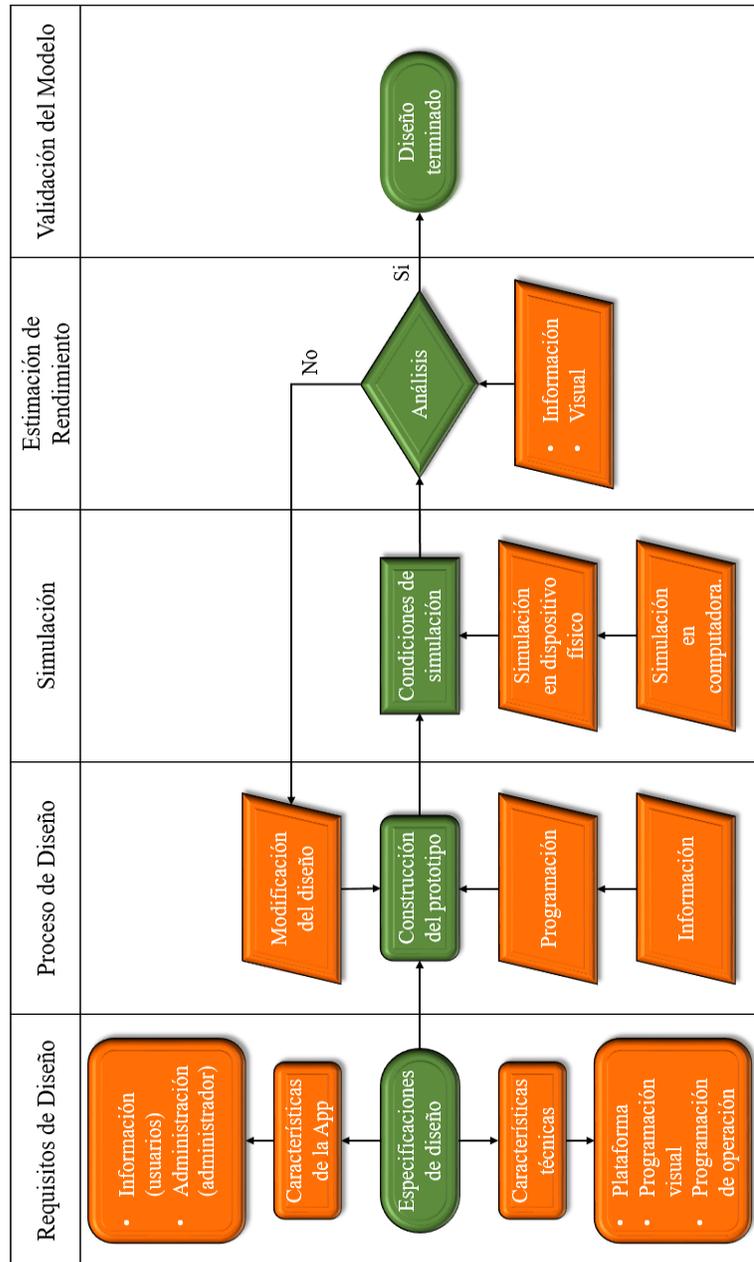


Figura 2.7 Diagrama de Proceso para la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

Requisitos de Diseño

Esta es la primera fase del proceso, con la cual se inicia la creación de la aplicación. En este proceso se empieza a buscar la información que contendrá la App y se empieza a diseñar la apariencia y distribución del contenido, y algunas otras de sus características, como:

- Información para usuarios y administradores
- Distribución del contenido (texto, imágenes y botones)
- Apariencia del contenido (tamaño y color)
- Plataforma a emplear (Android o iOS)

Proceso de Diseño

En el proceso de diseño, se empieza a programar la información que ya se obtuvo en el proceso anterior, conforme a las necesidades que ya se planearon, la información se programa en la programación visual y los comandos que se deben ejecutar como botones o imágenes (dependiendo del software). Los comandos se programan con programación orientada a objetos, ya sea C# o JAVA.

Simulación

En esta etapa, se simula toda la programación que se ha llevado a cabo. Hay dos formas de llevar a cabo este proceso: hacer una simulación desde la computadora o hacer la simulación con un dispositivo físico (Smartphone).

La simulación en la computadora agilizar el proceso, ya que al no tener un Smartphone a la mano, se puede hacer dicha simulación. El único inconveniente es que al cometer un error, muchas veces la simulación en computadora no nos permite verlo. Estos errores se encuentran de una manera más efectiva al simular con un Smartphone ya que al estar la

programación en un dispositivo físico, la programación con la falla no trabaja y manda un mensaje de error lo que nos permite encontrarlo.

Estimación y Rendimiento

En el análisis de estimación y rendimiento nos enfocamos a ver si hay algún fallo, en caso de no haberlo procedemos a la siguiente etapa. Al encontrar alguna falla en la App, procedemos a hacer una comparación de la programación que se llevó a cabo con la simulación en físico de la App, todo esto con la finalidad de encontrar el error. Al encontrar el error regresamos al Proceso de Diseño para arreglar el error o errores para que la App funcione correctamente.

Validación del Modelo

Esta es la última etapa que tenemos y ésta se logra cuando la App ya está funcionando correctamente.

2.4.3.- Diagrama de creación

El diagrama de creación se centra en la aplicación solamente, ya que este diagrama se creó para el apoyo en la programación visual como en la programación orientada a objetos, iniciamos con la creación del archivo y agregando cada nueva pantalla con la información correspondiente, revisando su correcto funcionamiento. En la figura 2.8 se muestra el diagrama.

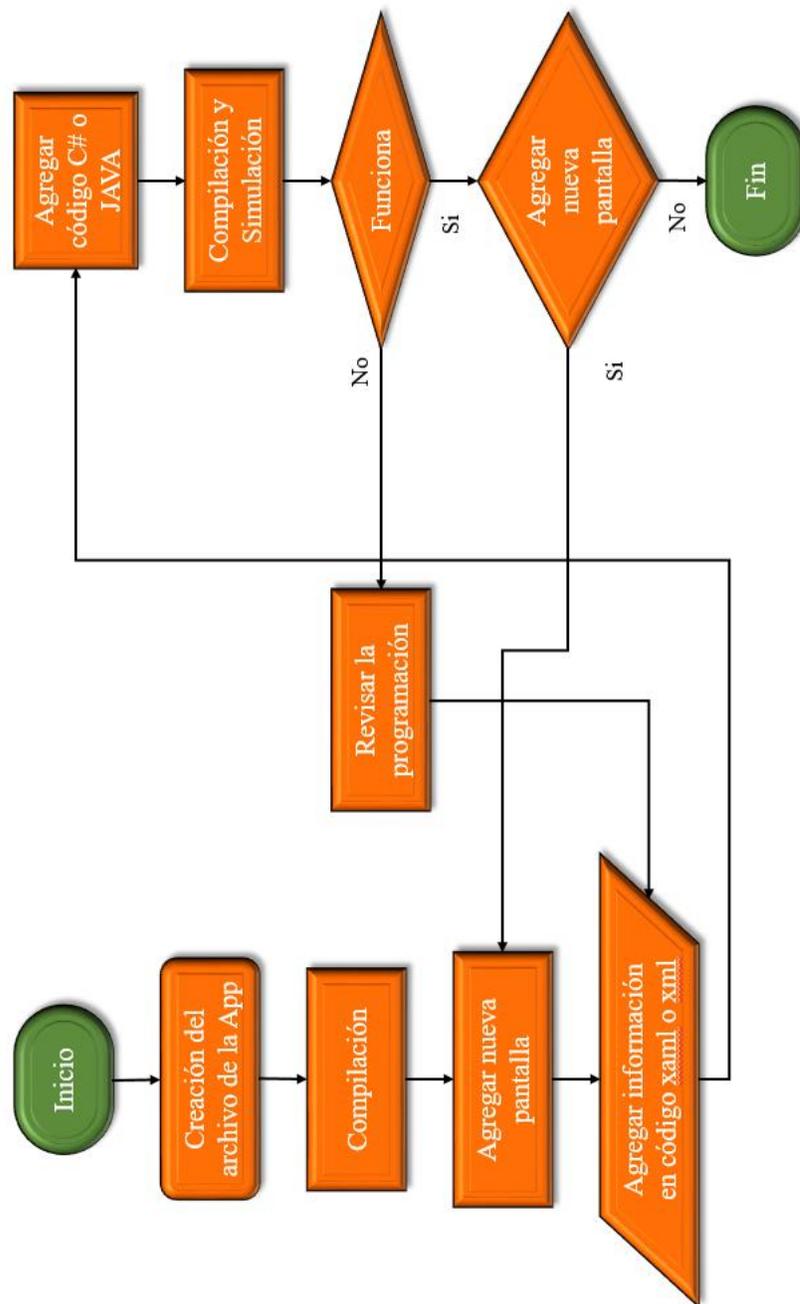


Figura 2.8 Diagrama de construcción.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.- Patrones de interferencia de Moiré

Los patrones de interferencia de Moiré, son patrones que se crean a partir de sobreponer dos rejillas de líneas con un cierto ángulo y tamaño lo que hace que el patrón obtenga movimiento. Un ejemplo se muestra en la Figura 2.9.

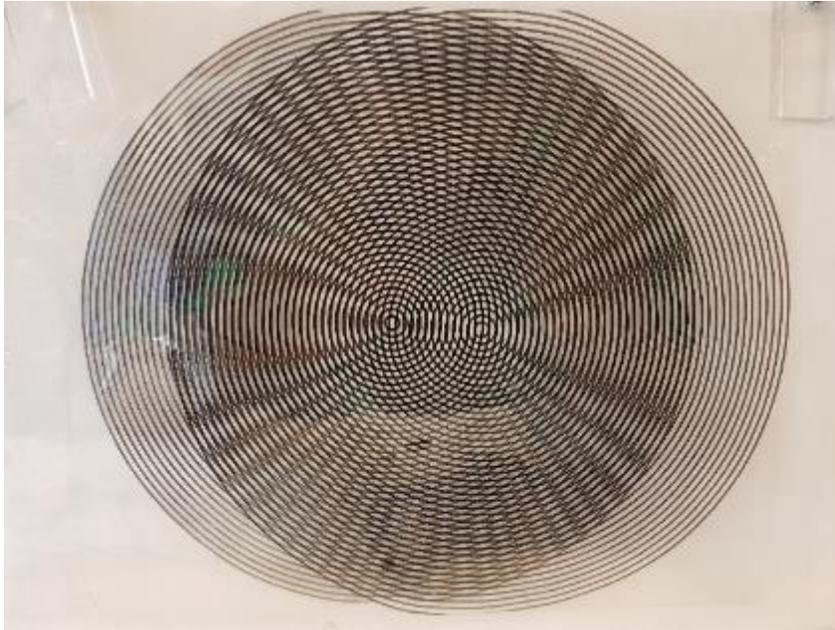


Figura 2.9 Rejilla circular sobrepuestas.

Los patrones se pueden crear con diversas formas o patrones, pueden ser en blanco y negro o en color.

En este trabajo se utilizarán patrones de Moiré para implementar a un tren en movimiento, con la intención de saber si el observador dedica un mayor tiempo de observación a una imagen fija o a una imagen en movimiento.

Con los conceptos y sistemas presentados en este capítulo, se cubren los elementos básicos a considerar en este trabajo de investigación aplicada.

2.6.- Sensores

Para saber cuántos visitantes ingresan al museo y su tiempo de permanencia, se propuso que por medio de sensores se pueda contabilizar a los visitantes en su entrada, y de la misma manera utilizando sensores saber el tiempo que los visitantes permanecen.

Una vez que el museo reanude su operación, mediante la ubicación de los sensores utilizados en esta etapa, será posible conocer el tiempo que se dedique a cada pieza en el museo. Con esta nueva información se podrán conocer las tendencias que se tienen dentro del museo, con la finalidad de hacer las modificaciones pertinentes a las exhibiciones para poder mantener el interés de los visitantes.



Capítulo 3

DESARROLLO

Capítulo 3. Desarrollo

En este capítulo se describe el desarrollo y simulación de la aplicación que se creó para el Museo del Ferrocarril, se presentan también el prototipo de interferencias de Moiré.

Al empezar a desarrollar la aplicación se contó con la ayuda de la Facultad de Artes de UAEM, así como el apoyo del Museo del Ferrocarril, los cuales nos proporcionaron toda la información la cual consta de historia, fotografías, mapas etc.

Se utilizaron dos softwares para la creación de la App los cuales fueron Android Studio y Xamarin, de estos dos el que mejor se adaptó a las necesidades de este trabajo fue Android Studio, por esto se eligió el utilizar para este trabajo Android Studio.

3.1.- Android Studio

Para crear la App se recopiló la información que nos proporcionó el Museo del Ferrocarril a través de la Facultad de Artes de la UAEM, a continuación, mostramos una serie de diagramas de cómo está constituida las pantallas que conforman la aplicación en Android Studio, así como vistas de las pantallas en simulación, que se obtuvieron durante la programación de la aplicación y también las pantallas que se obtuvieron al correr la aplicación en dispositivos físicos.

3.1.1.- Pantalla de Inicio (Primera pantalla)

Esta pantalla es con la que se inicia la aplicación, es con lo primero que el usuario tiene contacto, a continuación, explicamos el contenido de la pantalla.

La pantalla de inicio contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. *Relative Layout* nos permite comenzar a situar los elementos en cualquier parte de este e ir añadiendo nuevos elementos pegados a estos, y dentro del *Relative Layout* pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*. Este *Layout* contiene un *TextView* y un *Button*.
3. *TextView* contiene un mensaje de bienvenida para los usuarios.
4. *Button* contiene el texto “Entrar” que al presionarlo nos permite pasar a la siguiente pantalla la cual es la de menú.

A continuación, mostramos las Figuras 3.1 A), B) y C) las cuales son Figuras de la primera pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.1 A) Diagrama de la pantalla de Inicio B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

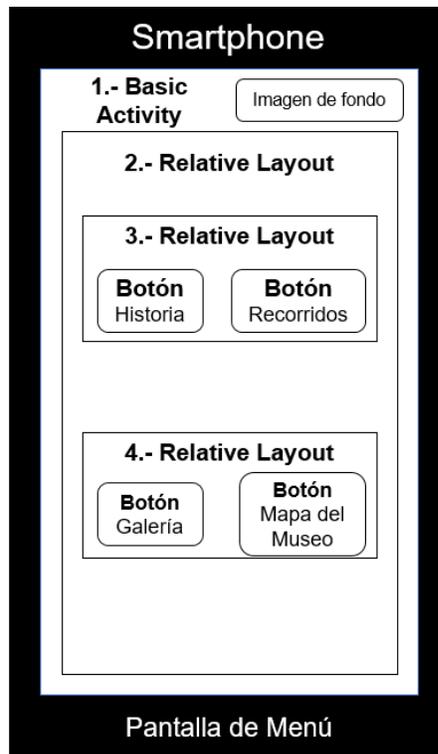
3.1.2.- Pantalla de Menú (Segunda pantalla)

En esta pantalla se encuentra el menú de la aplicación, el cual contiene diversos botones con contenido que a continuación explicaremos.

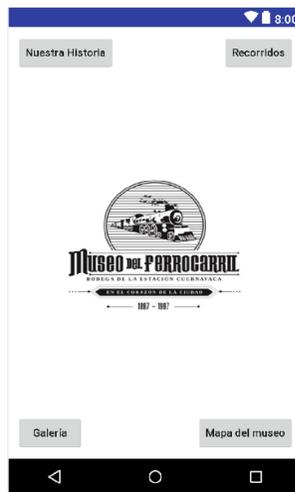
La pantalla de menú contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. *Relative Layout* nos permite comenzar a situar los elementos en cualquier parte de este e ir añadiendo nuevos elementos pegados a estos, y dentro del *Relative Layout* pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. El *Relative Layout* tiene dentro de su estructura dos botones en diferentes posiciones, los botones son *Historia* y *Recorridos*, los cuales al ser presionados nos llevan a diferentes pantallas.
4. *Relative Layout* al igual que el *Layout* anterior este contiene dentro de su estructura dos botones en diferentes posiciones, los botones son *Galería* y *Mapa del museo*, los cuales al ser presionados nos llevan a diferentes pantallas.

A continuación, mostramos las Figuras 3.2 A), B) y C) las cuales son Figuras de la segunda pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.2 A) Diagrama de la pantalla de Menú B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

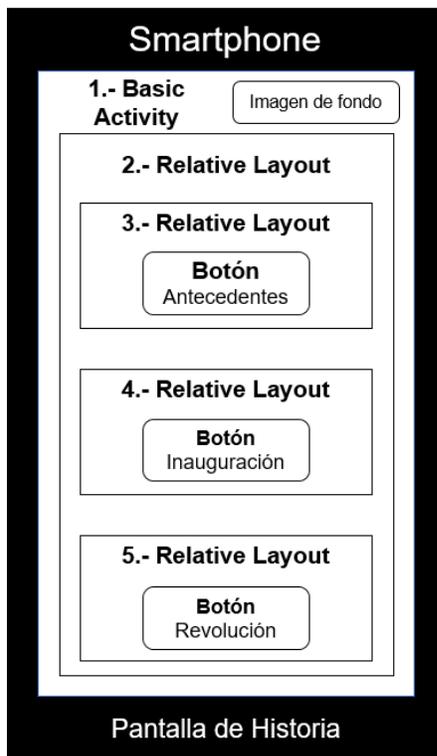
3.1.3.- Pantalla de Historia (Tercer pantalla)

En la tercera pantalla se tiene un submenú de la pantalla Historia, la cual tiene varios botones los cuales explicaremos enseguida.

La pantalla historia contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. *Relative Layout* nos permite comenzar a situar los elementos en cualquier parte de este e ir añadiendo nuevos elementos pegados a estos, y dentro del *Relative Layout* pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. En este *Relative Layout* contiene un botón con el nombre de Antecedentes, ubicado en la parte superior de la pantalla y colocado en la parte central de manera horizontal.
4. Este *Relative Layout* tiene un botón con el nombre de Inauguración del Ferrocarril, ubicado en la parte media de la pantalla y colocado en la parte central de manera horizontal, con una opacidad para que se aprecie mejor el botón sobre la imagen de fondo.
5. En este *Relative Layout* también se tiene un botón con el nombre de Ferrocarril en la Revolución, se ubica en la parte central inferior.

A continuación, mostramos las Figuras 3.3 A), B) y C) las cuales son Figuras de la tercera pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.3 A) Diagrama de la pantalla de Historia B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

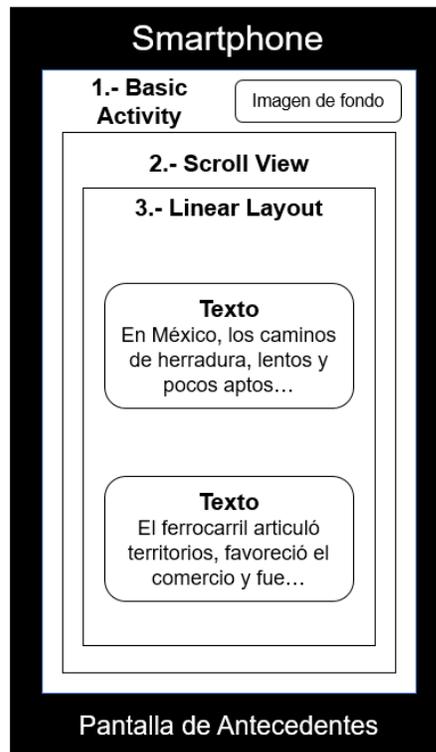
3.1.4.- Pantalla de Antecedentes (Cuarta pantalla)

En esta pantalla tenemos un poco de los antecedentes de los motivos por los cuales se construyó el ferrocarril hacia la zona sur del pacifico mexicano.

La pantalla de antecedentes contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. El *Scroll View* nos permite visualizar una columna de elementos, cuando estos no caben en la pantalla nos permite el desplazamiento vertical, y dentro de él pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. Contiene dos *Text View* y se puede leer una pequeña reseña de los antecedentes, los textos cuentan con una opacidad la cual permite leer de una manera mejor el texto ya que no se pierde con la imagen de fondo.

A continuación, mostramos las Figuras 3.4 A), B) y C) las cuales son Figuras de la cuarta pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.4 A) Diagrama de la pantalla de Antecedentes B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

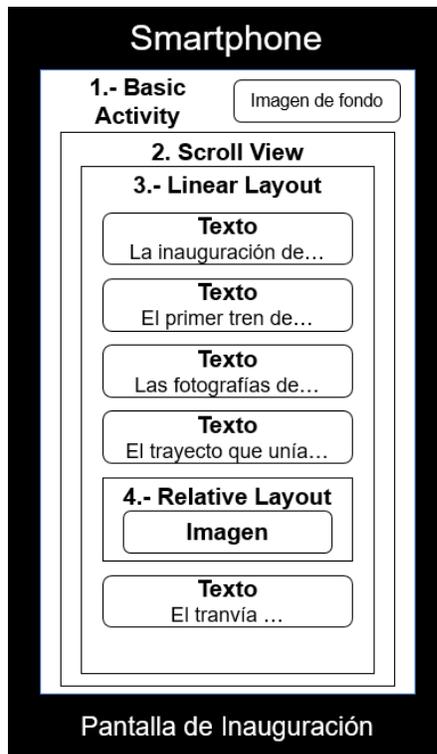
3.1.5.- Pantalla de Inauguración (Quinta pantalla)

En esta pantalla se presenta un poco de la crónica de cómo se inauguró el Ferrocarril en Cuernavaca, así como vino el entonces presidente de la Republica el Señor Porfirio Díaz.

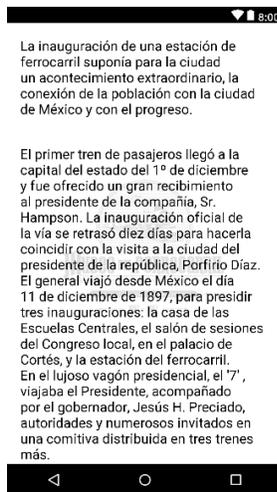
La pantalla inauguración contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. El *Scroll View* nos permite visualizar una columna de elementos, cuando estos no caben en la pantalla nos permite el desplazamiento vertical, y dentro de él pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. Contiene cuatro *TextView* con texto a cerca de la inauguración del ferrocarril y estos textos cuentan con una opacidad la que permite que no se confunda el texto con la imagen de fondo, seguido por un *Relative Layout* dentro de él contiene una imagen, y se encuentra dentro del *Layout* para que la imagen quede a la mitad de la pantalla, y por ultimo sigue otro *TextView*.

A continuación, mostramos las Figuras 3.5 A), B) y C) las cuales son Figuras de la quinta pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.5 A) Diagrama de la pantalla de Inauguración B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

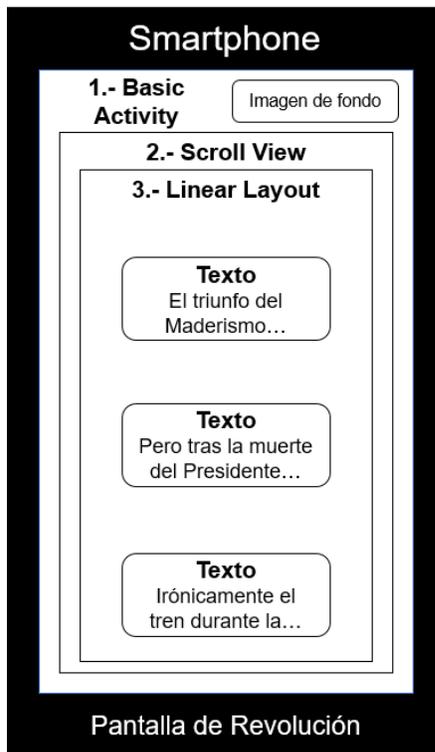
3.1.6.- Pantalla de Revolución (Sexta pantalla)

En esta pantalla presentamos un poco de toda la información que se tiene de la Revolución Mexicana, se nos muestran una pequeña reseña de como influyo el ferrocarril en la Revolución.

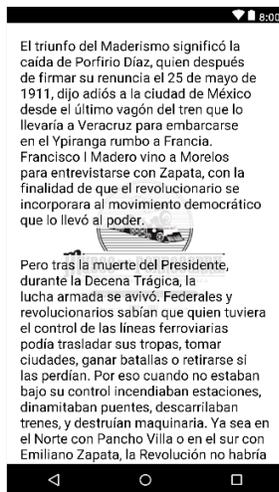
La pantalla revolución contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. El *Scroll View* nos permite visualizar una columna de elementos, cuando estos no caben en la pantalla nos permite el desplazamiento vertical, y dentro de él pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. Este *Layout* contiene tres *TextView* los cuales tienen una reseña a cerca de la Revolución, los *TextView* cuentan con una opacidad la cual sirve para el texto no se vuelva difícil de leer con la imagen de fondo.

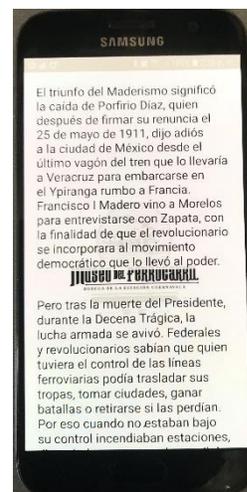
A continuación, mostramos las Figuras 3.6 A), B) y C) las cuales son Figuras de la sexta pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.6 A) Diagrama de la pantalla de Revolución B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

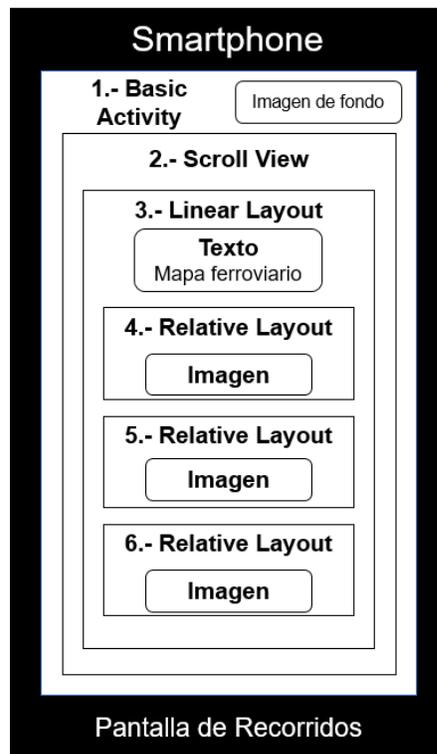
3.1.7.- Pantalla de Recorridos (Séptima pantalla)

La pantalla de recorridos nos presenta una serie de imágenes las cuales son mapas de la República Mexicana, que nos permite ver por qué partes del estado de Morelos pasaba el ferrocarril que iba hacia el sur.

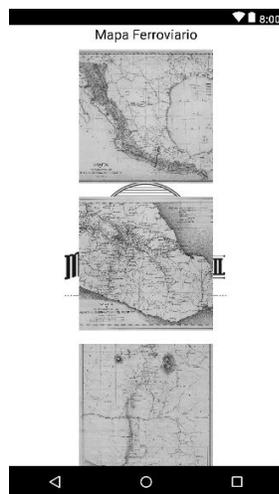
La pantalla de recorrido contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. El *Scroll View* nos permite visualizar una columna de elementos, cuando estos no caben en la pantalla nos permite el desplazamiento vertical, y dentro de él pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. Contiene un *TextView* con el texto “Mapa ferroviario” y dentro de *Linear* hay otros tres *Layout*.
4. El *Relative Layout* contiene una imagen dentro de él, esta imagen es parte de los mapas que se le muestran al usuario.
5. El *Relative Layout* contiene una imagen dentro de él, esta imagen es parte de los mapas que se le muestran al usuario.
6. El *Relative Layout* contiene una imagen dentro de él, esta imagen es parte de los mapas que se le muestran al usuario.

A continuación, mostramos las Figuras 3.7 A), B) y C) las cuales son Figuras de la séptima pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.7 A) Diagrama de la pantalla de Recorridos B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

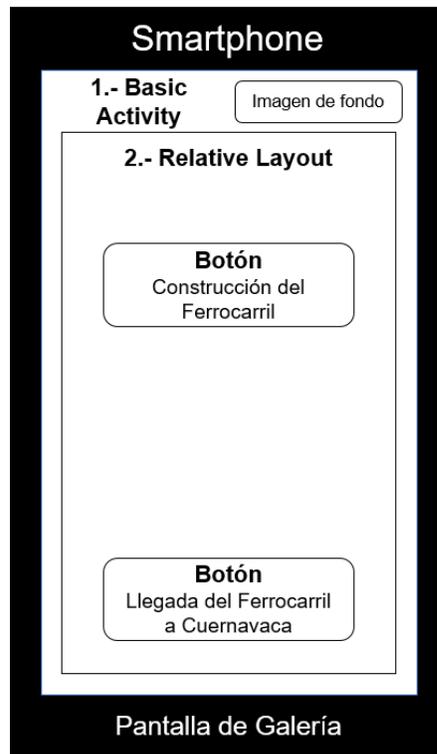
3.1.8.- Pantalla de Galería (Octava pantalla)

La pantalla de galería contiene dos botones que nos llevan a dos diferentes pantallas con fotografías de la Construcción del Ferrocarril y la Llegada del Ferrocarril a Cuernavaca.

La pantalla galería contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. *Relative Layout* nos permite comenzar a situar los elementos en cualquier parte de este e ir añadiendo nuevos elementos pegados a estos, y dentro del *Relative Layout* pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*. Este *Layout* contiene dos botones los cuales nos llevan a la galería de fotografías de construcción e inauguración.

A continuación, mostramos las Figuras 3.8 A), B) y C) las cuales son Figuras de la octava pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.8 A) Diagrama de la pantalla de Galería B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

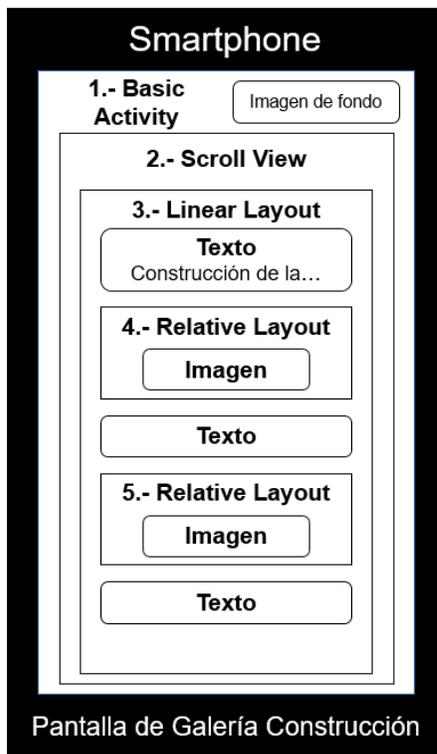
3.1.9.- Pantalla de Construcción del Ferrocarril (Novena pantalla)

La pantalla de la construcción del ferrocarril, nos presenta una galería de imágenes las cuales son fotografías de la exhibición permanente que tiene el Museo del Ferrocarril acerca de cómo se construyó en Morelos.

La pantalla de recorrido contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. El *Scroll View* nos permite visualizar una columna de elementos, cuando estos no caben en la pantalla nos permite el desplazamiento vertical, y dentro de él pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. El *Linear Layout* contiene dentro un *TextView* con el título “Construcción de la línea del ferrocarril México, Cuernavaca y Pacifico” y dentro hay siete *TextView* y otros seis *Relative Layout*, y el orden va un *TextView*, *Relative Layout*, *TextView*...
4. *Relative Layout* contienen las fotografías de la Construcción del Ferrocarril.
5. *Relative Layout* contienen las fotografías de la Construcción del Ferrocarril.

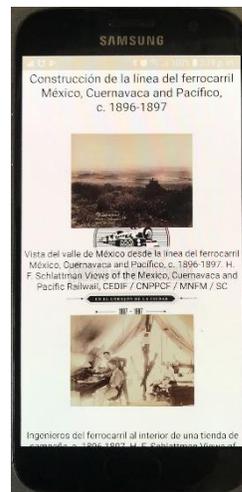
A continuación, mostramos las Figuras 3.9 A), B) y C) las cuales son Figuras de la novena pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.9 A) Diagrama de la pantalla de Galería Construcción B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

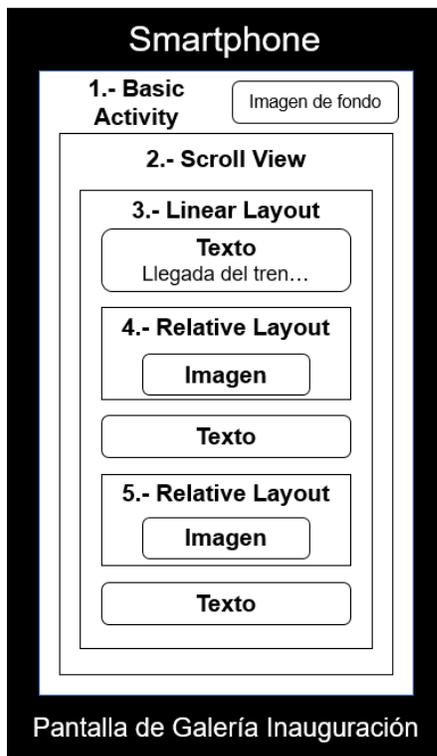
3.1.10.- Pantalla de Inauguración del Ferrocarril (Décima pantalla)

La pantalla de la inauguración del ferrocarril nos presenta una galería fotográfica de lo que fue su inauguración y el recorrido del tren, donde estuvo presente el Presidente de la República Mexicana el Gral. Porfirio Díaz Mori.

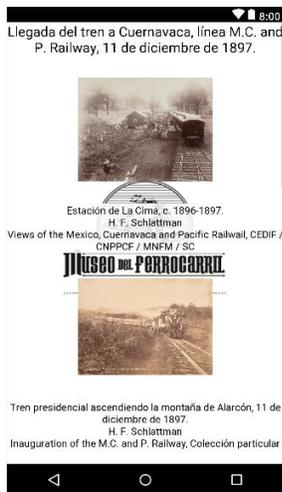
La pantalla de recorrido contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. El *Scroll View* nos permite visualizar una columna de elementos, cuando estos no caben en la pantalla nos permite el desplazamiento vertical, y dentro de él pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.
3. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. El *Linear Layout* contiene dentro un *TextView* con el título “Llegada del tren a Cuernavaca, Línea M.C. and P. Railway, 11 de diciembre de 1897” y dentro hay siete *TextView* y otros seis *Relative Layout*, y el orden va un *TextView*, *Relative Layout*, *TextView*...
4. *Relative Layout* contienen las fotografías de la Construcción del Ferrocarril.
5. *Relative Layout* contienen las fotografías de la Construcción del Ferrocarril.

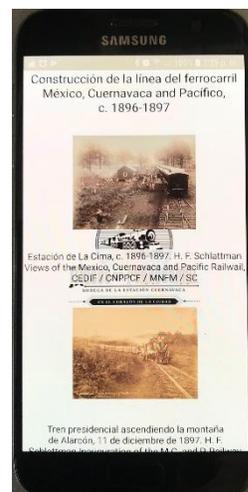
A continuación, mostramos las Figuras 3.10 A), B) y C) las cuales son Figuras de la décima pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.10 A) Diagrama de la pantalla de Galería Inauguración B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

3.1.11.- Pantalla de Mapa del Museo (Onceaba pantalla)

La pantalla de Mapa del museo nos muestra una imagen de las instalaciones del museo y de las dos salas que lo confirman siendo la primera sala, la sala permanente que contiene toda la información acerca del Ferrocarril; y también muestra lo que es la sala temporal la cual contara con exhibiciones que están cambiando constantemente con la finalidad de tener exhibiciones con un alto nivel de atracción.

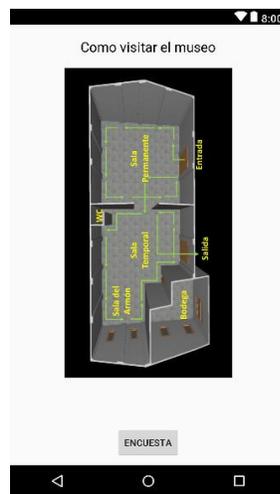
La pantalla mapa del museo contiene:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario. Este *Page* contiene a la imagen de fondo, la cual es el logotipo del museo y a su vez contiene al *Layout*.
2. *Relative Layout* nos permite comenzar a situar los elementos en cualquier parte de este e ir añadiendo nuevos elementos pegados a estos, y dentro del *Relative Layout* pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*. Contiene un *TextView* que contiene el texto “Como visitar el Museo”, *ImageView* contiene el mapa del museo y la recomendación para hacer la visita y *Button* nos lleva a la pantalla de la encuesta.

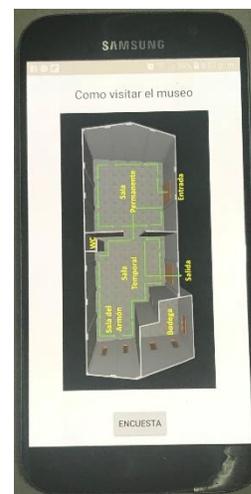
A continuación, mostramos las Figuras 3.11 A), B) y C) las cuales son Figuras de la onceaba pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.11 A) Diagrama de la pantalla de Mapa del Museo B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

3.1.12.- Pantalla de Encuesta (Doceava pantalla)

Esta pantalla nos muestra una pequeña encuesta que el museo pone en la aplicación para que los visitantes la realicen a través de sus dispositivos móviles, la llenen y la manden por el Bluetooth de su equipo móvil.

La escala de evaluación para las preguntas de 5 a 1 es:

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo

Mientras que la pregunta 6 solo requiere una respuesta binaria.

Las preguntas que se presentan son las siguientes:

1. ¿Cómo califica el trato recibido por nuestro personal?
2. ¿Qué le ha parecido la organización de la visita?
3. ¿Cómo califica al museo?
4. ¿Qué es lo que más le ha gustado del recorrido?
5. ¿Qué no le ha gustado?
6. ¿Visitaría el museo otra vez? (Si o No)

La pantalla de encuesta se compone por:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, esta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario.
2. El *Scroll View* nos permite visualizar una columna de elementos, cuando estos no caben en la pantalla nos permite el desplazamiento vertical, y dentro de él pueden ir *Button*, *TextView*, *EditText*, *ImageView* e incluso otros *Layout*.

3. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. Contiene *TextView* con texto que son instrucciones y las preguntas de la encuesta.
4. El *EditText* sirve para poder contestar las preguntas de la encuesta y tenemos siete *EditText*.

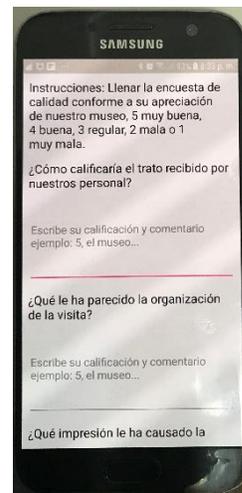
A continuación, mostramos las Figuras 3.12 A), B) y C) las cuales son Figuras de la doceava pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3 12 A) Diagrama de la pantalla de Encuesta B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

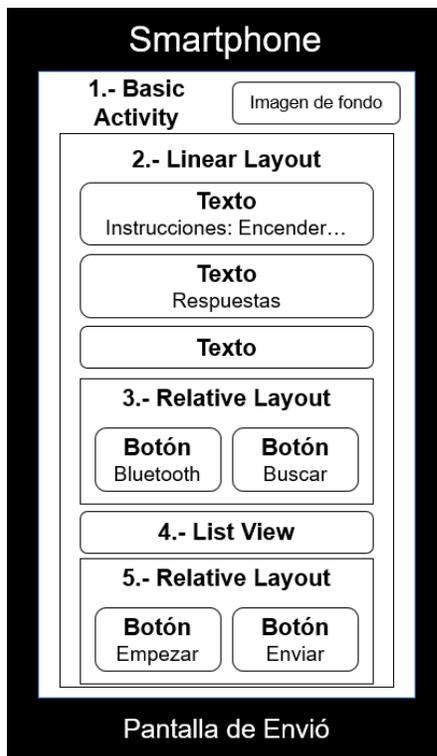
3.1.13.- Pantalla de Envío (Treceava pantalla)

La pantalla de envío contiene las instrucciones para seguir con el proceso de enviar la encuesta por medio de Bluetooth al museo para conocer la opinión de los visitantes. Empezamos con las instrucciones de cómo funciona el sistema, seguido por un cuadro de texto donde se despliegan las respuestas que se generaron en la encuesta, seguido por el botón de encendido del Bluetooth, el botón de Buscar dispositivos, los dispositivos que se encuentran se despliegan en el ListView y por último tenemos dos últimos botones, establecer conexión Bluetooth con el dispositivo y el botón de enviar la encuesta.

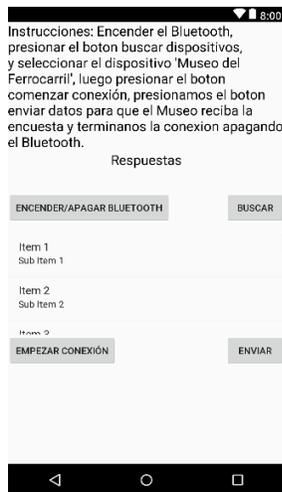
La pantalla de encuesta se compone por:

1. El *Page* de esta página es un *Basic Activity*, ésta es la actividad más básica no porque no tenga funciones si no porque está en blanco y uno puede hacer o ingresar lo que sea necesario.
2. El *Linear Layout*, distribuye los elementos uno detrás del otro, de forma horizontal o vertical. Contiene *TextView*, *Relative Layout*, *ListView* y *Button*.
3. El *Relative Layout* contiene dentro dos botones uno es el de encender el Bluetooth y el botón de buscar dispositivos.
4. El *ListView* nos permite visualizar una lista deslizable verticalmente de varios elementos.
5. El *Relative Layout* contiene dentro dos botones uno es el establecer conexión con el dispositivo deseado y el botón de enviar la encuesta.

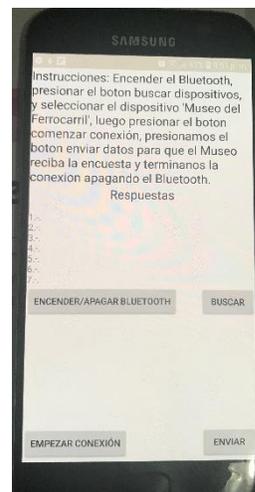
A continuación, mostramos las Figuras 3.13 A), B) y C) las cuales son Figuras de la treceava pantalla.



A)



B)



C)

Figura 3.13 A) Diagrama de la pantalla de Envío B) Pantalla en simulación C) Pantalla en celular Android.

3.2.- Prototipo de patrón de interferencias de Moiré

Con la idea de integrar nuevas atracciones al Museo del Ferrocarril de Cuernavaca, se construyó un prototipo para el movimiento de los patrones de interferencias. Para su construcción se emplearon las siguientes piezas:

- Un motor de cd
- Un tornillo sin fin
- Caja de control
- 2 láminas de acrílico
- 1 marco móvil realizado con ángulo de herrería.
- 2 Sensores opto acoplador H21B1

En las Figuras 3.14 y 3.15 mostramos al prototipo.



Figura 3.14 Prototipo de patrones de interferencia de Moiré.



Figura 3.15 Caja de control.

3.2.1.- Prototipo de patrones.

El prototipo de patrones de interferencias está constituido por un marco de ángulo de herrería. La parte superior e inferior tiene otro ángulo de aluminio, que sirve de guía de la lámina de acrílico, la cual tiene movimiento (Figura 3.16).



Figura 3.16 Guía inferior de la lámina de acrílico.

Esta lámina de acrílico tiene movimiento por medio de un esquinero de lámina que está conectado a una tuerca embalada que está en el tornillo sin fin, que mostramos en la Figura 3.17.

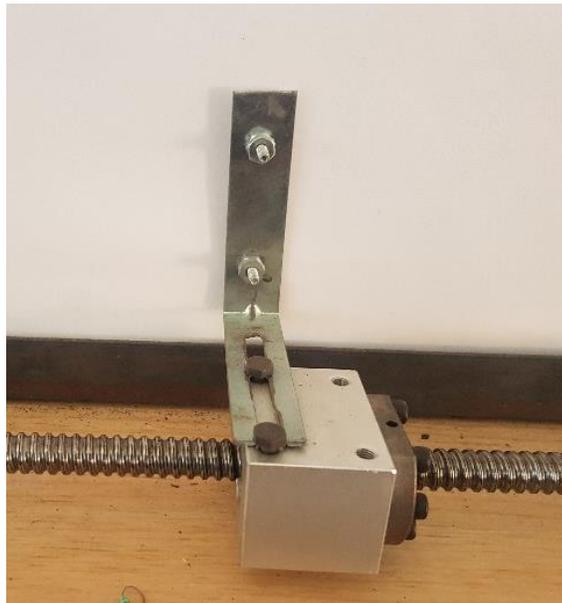


Figura 3.17 Unión entre acrílico y tuerca embalada por medio del esquinero.

El prototipo cuenta con dos sensores opto acopladores H21B1, cuya función es limitar el movimiento que tiene el motor conectado al tornillo sin fin, como se muestra en la Figura 3.18.

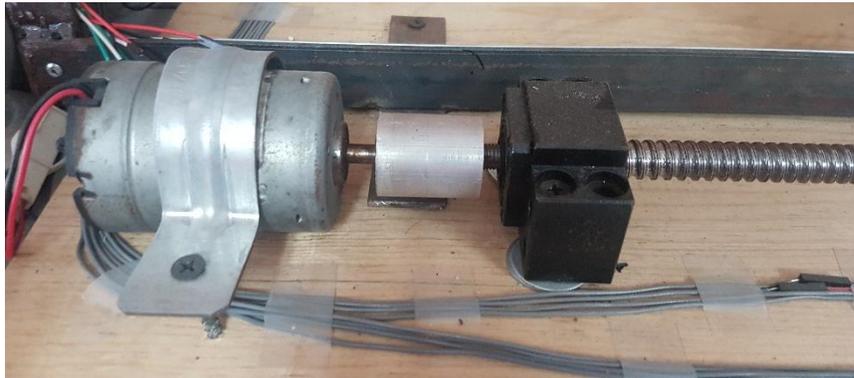


Figura 3.18 Motor conectado al tornillo a través de un coplee.

Ya que el motor está conectado al tornillo, al continuar con el movimiento la tuerca llega al final del tornillo, lo que ocasiona que el motor empiece a forzarse al no poder mover a la tuerca. Con la finalidad de eliminar este hecho, se implementaron los sensores H21B1 (Figura 3.19).

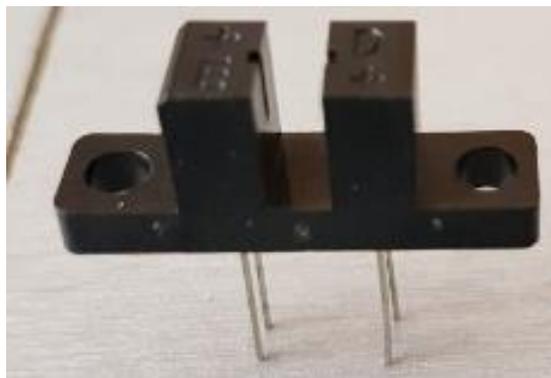


Figura 3.19 Sensor H21B1.

Los sensores se colocaron en los extremos del tornillo para que al llegar a un punto predeterminado, o tope, el movimiento del motor se detenga. En las Figuras 3.20 y 3.21 mostramos los sensores instalados en el prototipo.

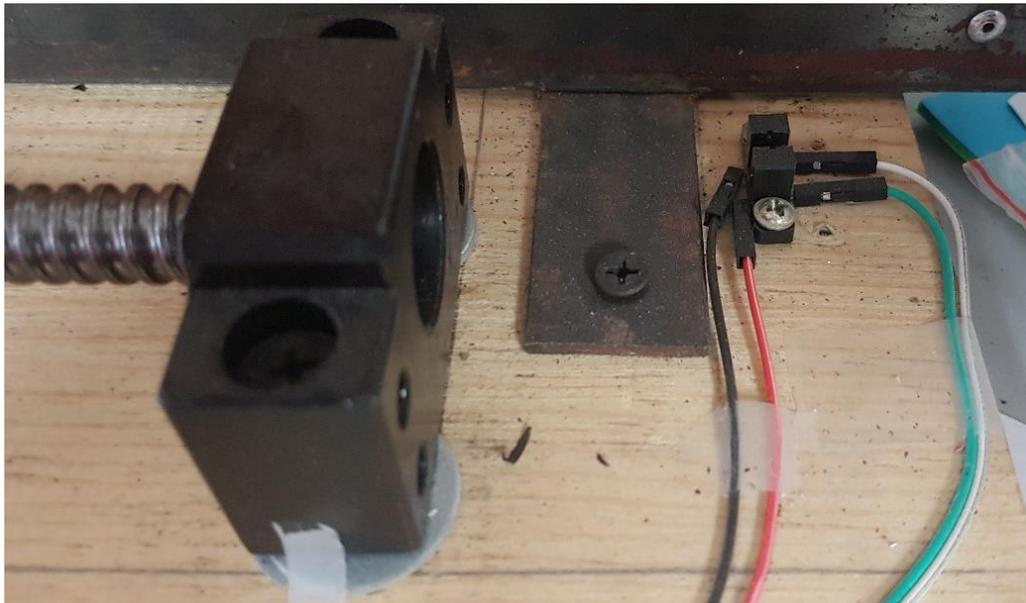


Figura 3.20 Sensor instalado en el extremo izquierdo.

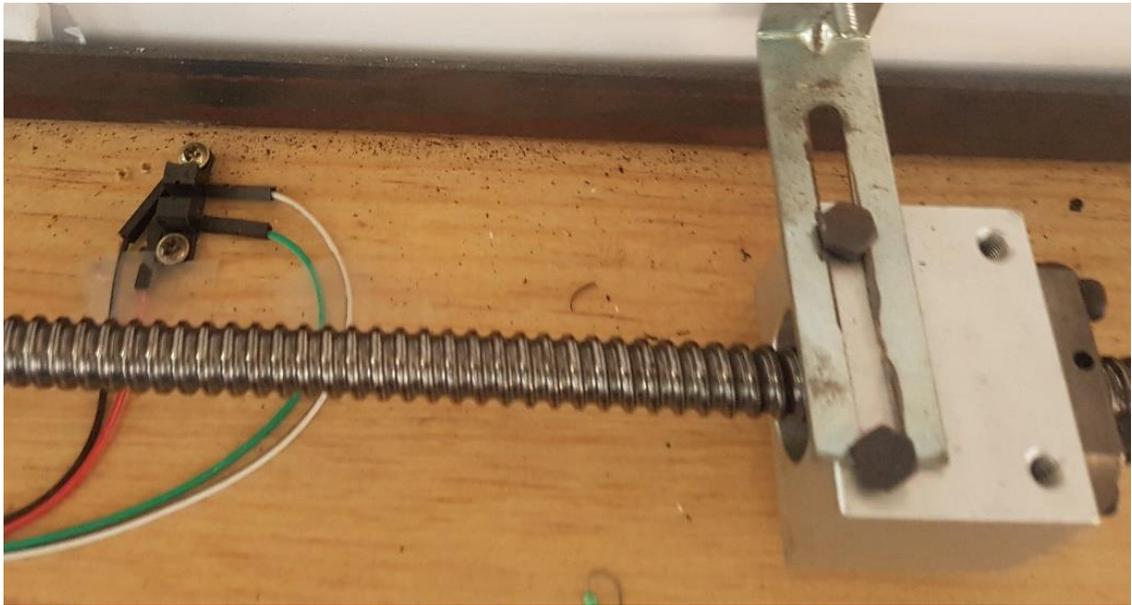


Figura 3.21 Sensor instalado en el centro derecho.

3.2.2.- Caja de control

La caja de control contiene un PIC 16F877A con la programación necesaria para el funcionamiento del motor, sensores y los botones para activar al motor. En las Figuras 3.22 y 3.23 se muestra la caja.



Figura 3.22 Caja de control con sus botones de trabajo.



Figura 3.23 PIC 16F877A.

La caja contiene siete botones, de los cuales seis son para activar el motor y uno para parar el movimiento del motor. Los botones de movimiento están divididos en dos secciones, una es para activar el movimiento hacia la derecha y la otra sección es para activar el movimiento hacia la izquierda. Cada sección contiene tres botones para activar el movimiento a diferentes velocidades de trabajo.

En la Figura 3.24 se presenta al diagrama de flujo de la programación que se encuentra dentro del PIC. El sistema inicia con el sistema encendido, seguido por el desplazamiento que uno desea ya sea hacia la derecha o izquierda. Una vez que ya se seleccionó hacia donde se desplazara se presiona el botón para activar el movimiento, hasta llegar al sensor del lado contrario para detener el movimiento. En caso de no activarse, se pasa al lado contrario para activar el movimiento, para el movimiento al llegar al sensor del lado contrario. En caso de no seguir, se para y si uno quiere seguir se repiten los pasos, pero para mover hacia el lado contrario.

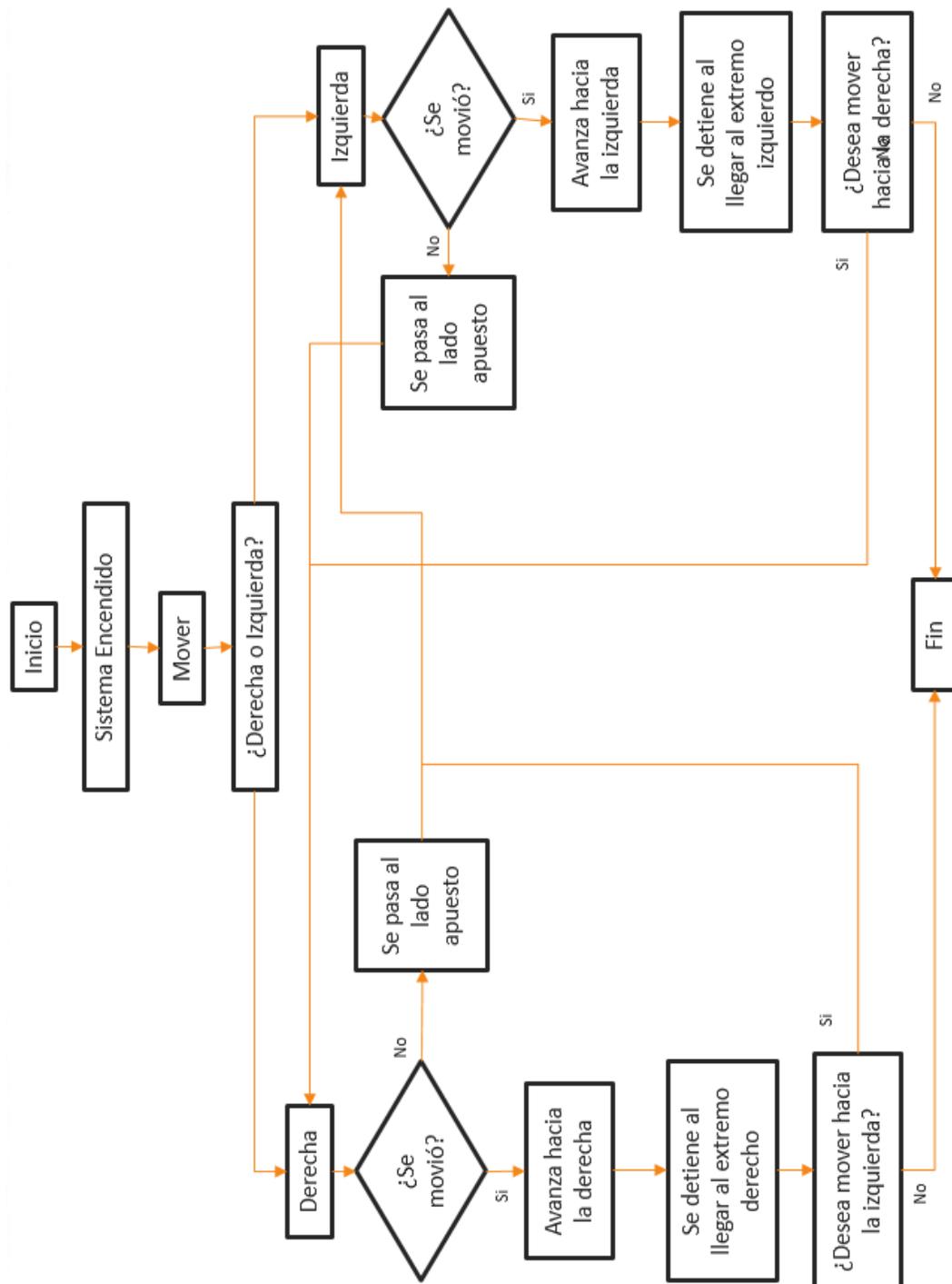


Figura 3.24 Diagrama de flujo de la caja de control.

Elaboración propia.

3.3.- Sensores

Los sensores que se emplearon para realizar la contabilidad de las personas que entran, así como el tiempo de permanencia, se emplearon sensores ultrasónicos HC-SR04. Este sensor se programó en lenguaje C en Arduino.

3.3.1.- Sensor para contar los visitantes

Al empezar a desarrollar este dispositivo para contar a los visitantes, nos enfrentamos a el problema de cómo hacer un conteo de los visitantes con elementos de electrónica que sean de fácil acceso y económicos, y para resolver este problema se propuso lo siguiente.

Las primeras ideas del sensor a utilizar para realizar el conteo, consistían en usar un LED infrarrojo con el cual pudiéramos tomar el número de visitantes, esto se pretendía hacer cuando el haz de luz infrarroja se interfiera con los pies de los visitantes, pero tuvimos un problema ya que al pasar los dos pies se activa el contador dos veces y por este fallo se contabilizaban a dos visitantes en vez de uno. Lo que se hizo para cambiar este problema fue el de subir el LED infrarrojo a un metro de altura con el propósito de limitar las veces que se active el LED por persona haciendo que solo se active y cuente una vez.

El siguiente problema al que nos enfrentamos cuando se realizaba este prototipo fue que nos pidieron que sí podríamos tomar la estatura de la persona que pasa por la puerta de entrada con la finalidad de saber si es un adulto o niños el visitante que ingresa al museo. Esto nos llevó a explorar la forma como podíamos tomar la estatura y hacer el conteo de visitantes, para esto decidimos utilizar un sensor ultrasónico junto al LED infrarrojo, haciendo que al activarse el conteo tome la estatura del visitante, y esta se guarda de manera local en el módulo micro SD Arduino. En la Figura 3.25 se presenta el diagrama de flujo del prototipo.

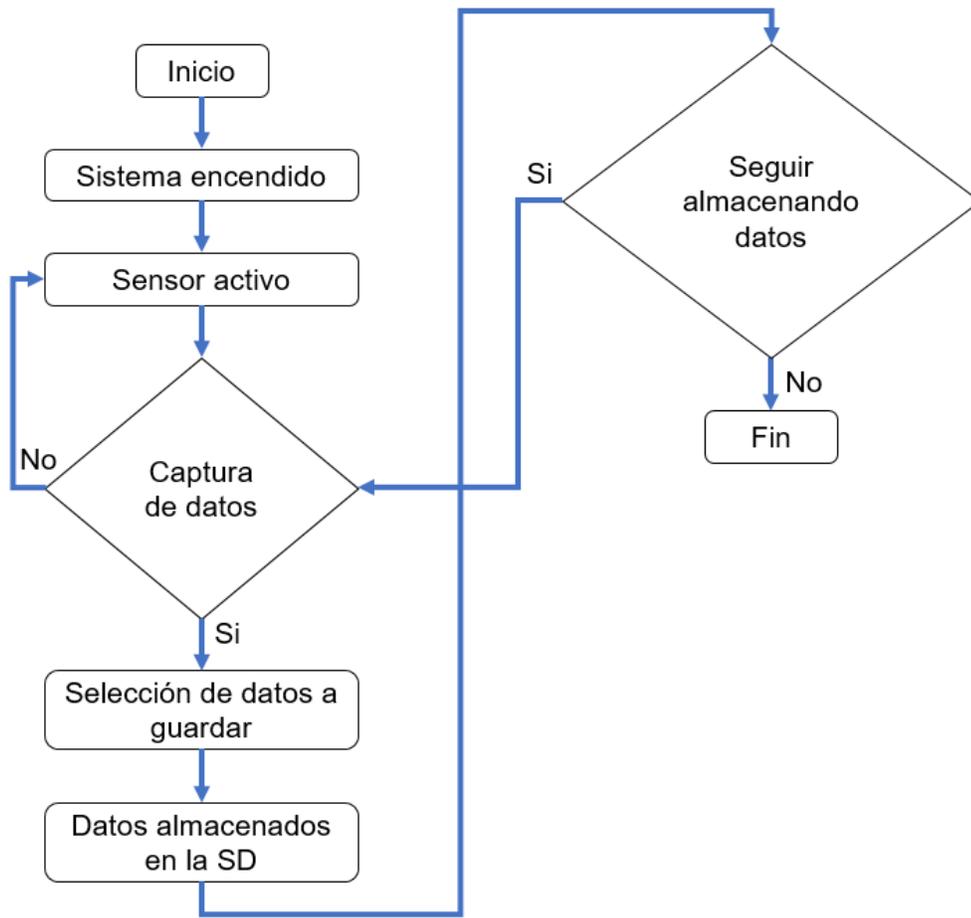


Figura 3.25 Diagrama de flujo del prototipo de conteo.

Elaboración propia.

Otro de los problemas con el que nos encontramos con este prototipo de sensor fue que sabemos la estatura de los visitantes que llegan al museo, pero no sabemos si es un adulto, adolescente o niño, y si es hombre o mujer. Para poder establecer un estándar sobre la estatura y decidir si el visitante es adulto, adolescente o niño, nos dimos a la tarea de investigar en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la estatura promedio en la población

mexicana, y solo encontramos la estatura promedio de los. En la Tabla 3.1 mostramos los datos.

Tabla 3.1 Estatura media en México en el año 2011.

Fuente: INEGI (*¿Cuánto mide México? El tamaño sí importa*)

Estatura	
Hombre	1.64mts
Mujer	1.58mts

Contando con estos datos tenemos la estatura promedio, pero para ampliar un poco más la medición decidimos que todas las personas que miden a partir de 1.50mts se consideraran adultos.

El prototipo cuenta con los siguientes elementos:

- Placa Arduino Uno
- Sensor Ultrasónico HC-SR04
- Módulo micro SD Arduino
- Diodo emisor infrarrojo
- Diodo receptor
- Cable
- Modulo Bluetooth HC-05

El prototipo se armó de la siguiente manera:

Los diodos LED el emisor, así como el receptor, se soldaron cada uno a una resistencia, el primero se soldó a una resistencia de 60 Ω y el segundo diodo a una resistencia de 220 k Ω , y se cubrió las resistencias y la soldadura con thermofit y se soldó un cable bicolor de dos polos de aproximadamente 1.80m

de largo para poder colocarse en la puerta y no haya problema en colocarlo a la distancia o altura que se necesite colocar.

Los datos técnicos de los diodos son las siguientes:

Diodo infrarrojo IR383:

- Color azul transparente
- Longitud de onda 940nm
- Voltaje de umbral: 1.3V
- Voltaje de operación: 1.3V a 1.7V
- Corriente directa continua IF: 100mA
- Consumo: 20mw
- Ángulo de dispersión: 12°
- Temperatura de operación: -40°C a 85°C

Fototransistor:

- Color azul
- Contiene filtro de luz de día
- Temperatura de operación: -25°C a 85°C
- Rango de ancho de banda espectral: 700nm – 1200nm
- Longitud de onda de sensibilidad pico: 980nm
- Voltaje de colector a emisor: 30V
- Voltaje de emisor a colector: 5V
- Corriente colector: 20mA

En la Figura 3.26 presentamos los diodos LED el emisor y receptor.



Figura 3.26 Diodos infrarrojos soldados.

Fuente: Fuente: Material de trabajo del Laboratorio de Telecomunicaciones.

Se utilizó el sensor ultrasónico de distancias, HC-SR04, el cual es capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentran en un rango de 2 cm a 450 cm. Se agregó una base de acrílico, para facilitar la fijación del sensor en el marco de la puerta, haciendo que el colocar el sensor sea más fácil y no tengamos problemas con la medición, porque el sensor se mueva ya que permanece fijo en todo momento.

Los datos técnicos del sensor HC-SR04 son las siguientes:

- Voltaje: 5V
- Frecuencia de trabajo: 40KHz
- Consumo: 15mA
- Angulo de dispersión: 15°
- Distancia: 2cm a 400cm
- Resolución: 0.5cm

En la Figura 3.27 se muestra una imagen del sensor HC-SR04.

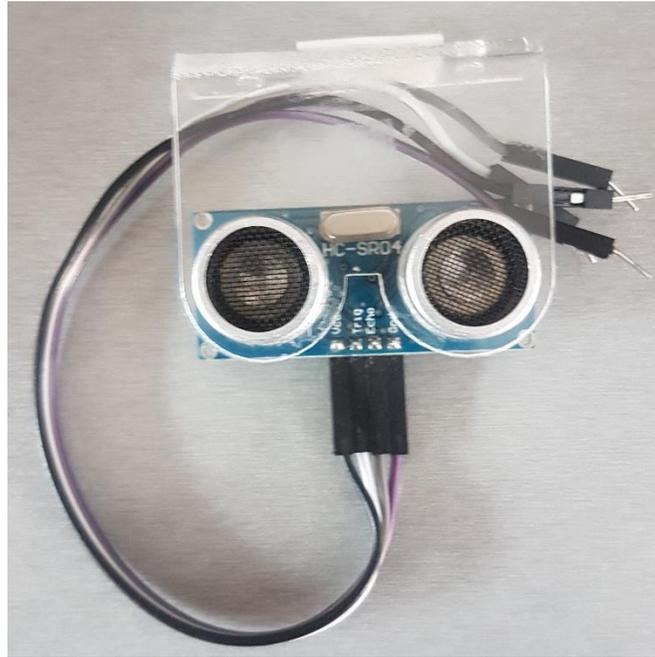


Figura 3.27 Sensor HC-SR04 con base de acrílico.

El módulo micro SD, permite la lectura de una memoria SD desde un microcontrolador, es útil para las aplicaciones donde se requiere la lectura y escritura de datos. El módulo es utilizado para guardar los datos obtenidos (Figura 3.26).

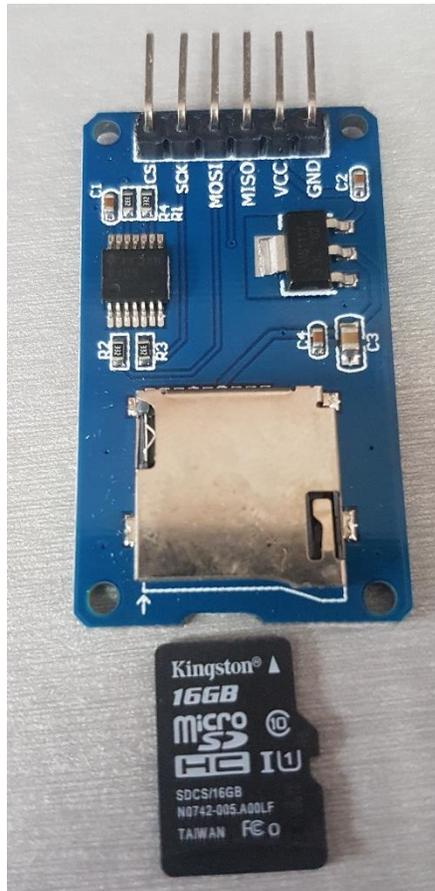


Figura 3.28 Módulo micro SD.

El módulo Bluetooth HC-05 nos permite que el prototipo se comunique con la aplicación. En la Figura 3.29 mostramos el módulo Bluetooth.



Figura 3.29 Módulo Bluetooth HC-05

Por último, utilizamos una placa Arduino Uno para controlar al sensor ultrasónico, al módulo micro SD y al LED infrarrojo, por medio de la programación que se implementó para el conteo de visitantes y medir su estatura. La placa Arduino se presenta en la Figura 3.30.



Figura 3.30 Placa Arduino uno.

Las Figuras 3.31 - 3.36 muestran imágenes del prototipo instalado en una puerta para verificar que funcione de la manera esperada.

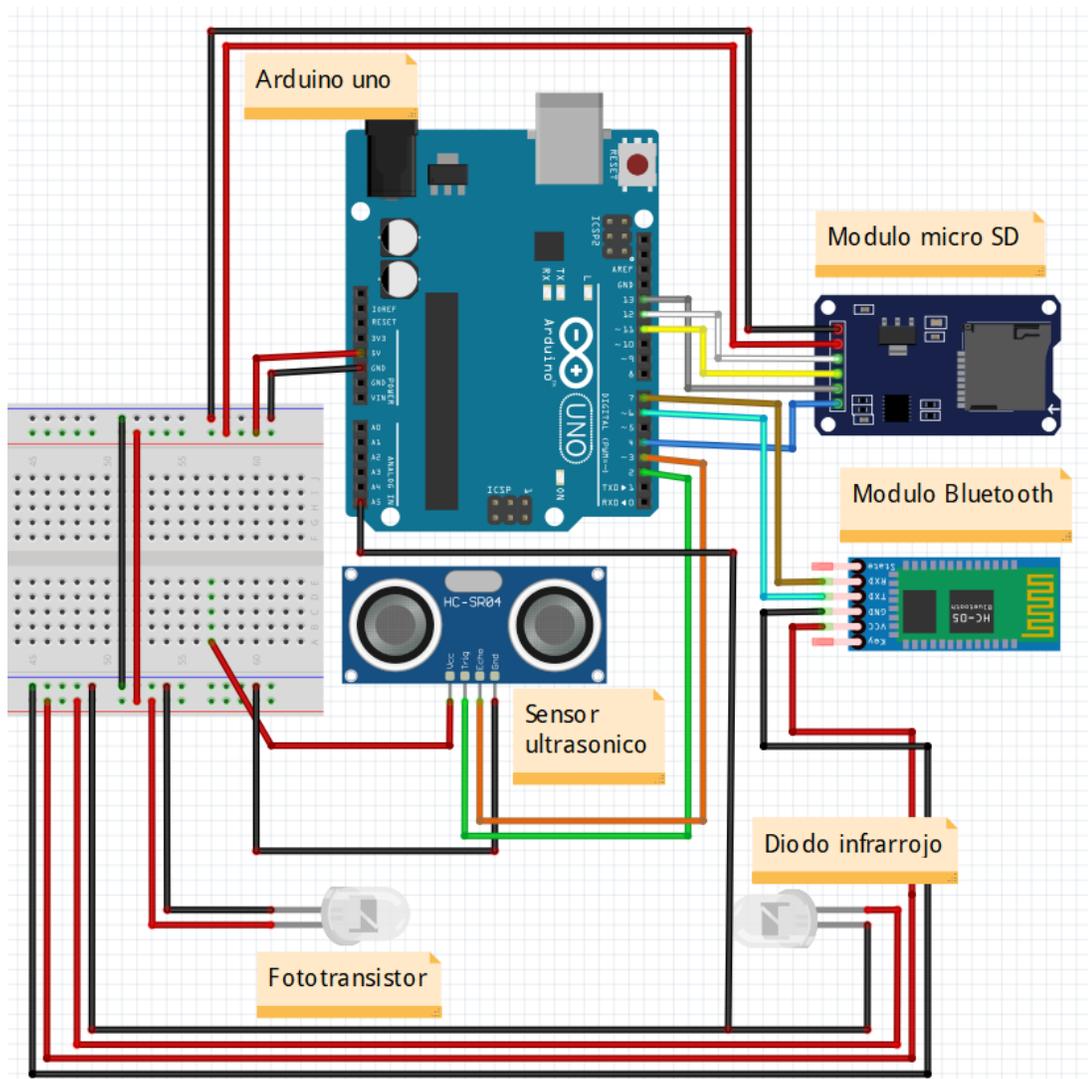


Figura 3.31 Diagrama de conexión de contador.



Figura 3.32 Sensor de conteo instalado.



Figura 3.33 Sensor HC-SR04 instalado en el marco de la puerta.



Figura 3.34 Diodo infrarrojo funcionando.



Figura 3.35 Fototransistor instalado funcionando.

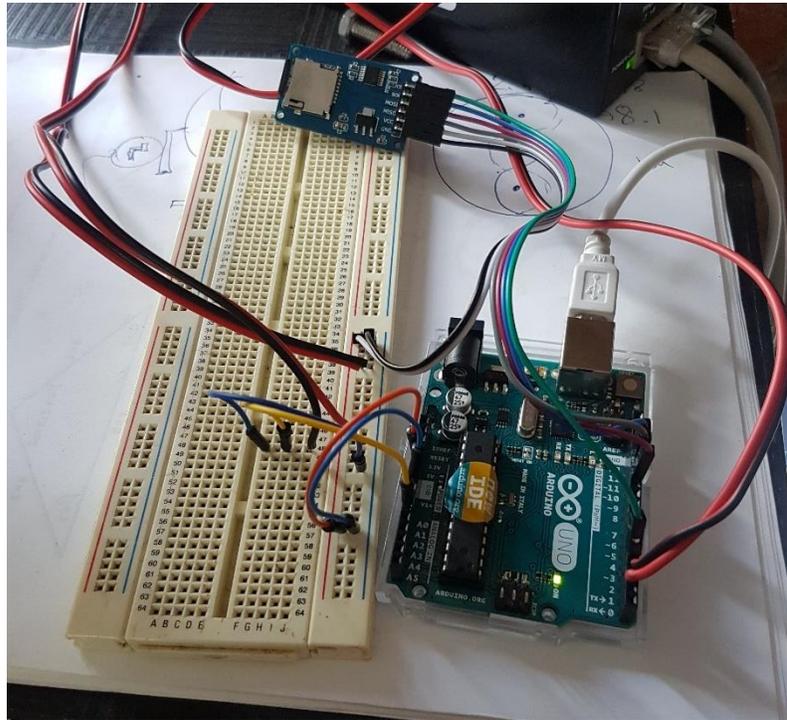


Figura 3.36 Circuito en protoboard.

3.3.2.- Sensor de tiempo de permanencia

En principio se planeó la realización de las pruebas en el museo, sin embargo debido a que prácticamente desde el inicio de este trabajo inicio la restauración y no se ha concluido es que ha sido necesario realizar las pruebas en un sitio alterno.

La idea original era conocer el tiempo que los visitantes se pasan observando una pieza de la exhibición, con la finalidad de saber que partes o elementos son los más atractivos, y llaman más la atención de los visitantes. Esto es para tener un mayor conocimiento de cuál podría ser una posible tendencia hacia las posibles y nuevas exhibiciones.

Para esto se planteó implementar diferentes tipos de sensores para saber el tiempo que pasaban observando las piezas. Los sensores que se propusieron en un principio fue un sensor ultrasónico, LED infrarrojo, fotodiodos, etc.

Para el nuevo sitio de pruebas se consideró lo siguiente.

Al utilizar un sensor ultrasónico como el HC-SR04, el problema al que nos enfrentamos fue que el ángulo de dispersión que posee el sensor es de 15° que es una distancia de 2m el abanico que se genera es de 53cm mientras que en 4.5m, es el máximo alcance del sensor, su abanico de detección es de 1.18m. En la Figura 3.37 se muestra el diagrama del ángulo de apertura.

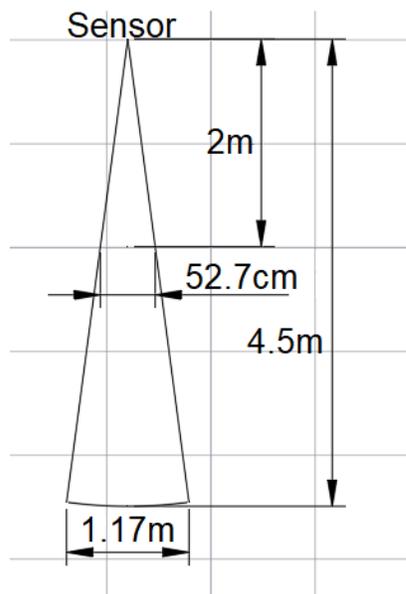


Figura 3.37 Diagrama de ángulo de apertura del sensor HC-SR04.

Fuente: Elaboración propia.

Al utilizar LED infrarrojo para detectar a los visitantes nos encontramos con el problema de que los diodos solo funcionan de manera lineal con el haz de luz que emiten, lo que hizo que fueran descartados de manera inmediata.

Como alternativa se planteó utilizar los fotodiodos, ya que se esperaba que estos detectarían el cambio de luz en el ambiente cuando los visitantes se acercan a las piezas, pero el problema que nos encontramos fue que al haber un cambio en la luz del ambiente como un día nublado o con mayor cantidad

de luz el fotodiodo no funciona de la manera correcta. Por esta causa se descartó el uso del fotodiodo.

Por ultimo analizamos la respuesta con un sensor detector de movimiento, el cual se basa en un sensor infrarrojo. Este tipo de dispositivo mide a la luz infrarroja que emiten los objetos en su campo de visión. Este sensor detecta el calor del cuerpo humano o de los animales. Se cataloga como pasivo ya que no emite radiación infrarroja si no que solo lee la radiación de las personas o los animales en movimiento. En la Figura 3.38 presentamos el sensor detector de movimiento.

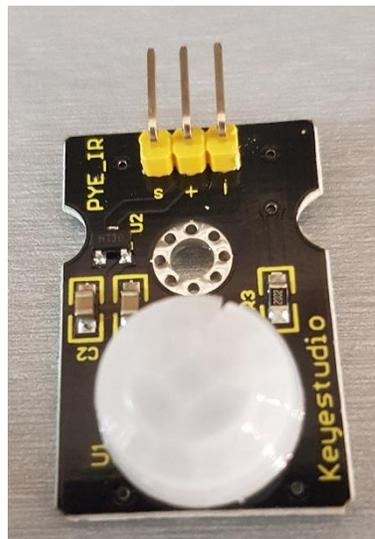


Figura 3.38 Sensor detector de movimiento.

El motivo para elegir este sensor es el ángulo de apertura, el cual es de 100° . Tiene un alcance máximo de detección de 7m, así que en 2m de distancia al sensor, el abanico que genera es de aproximadamente 4.70m. A 4m de distancia del sensor, el abanico es de 9.50m. En la Figura 3.39 se muestra el diagrama del ángulo de apertura.

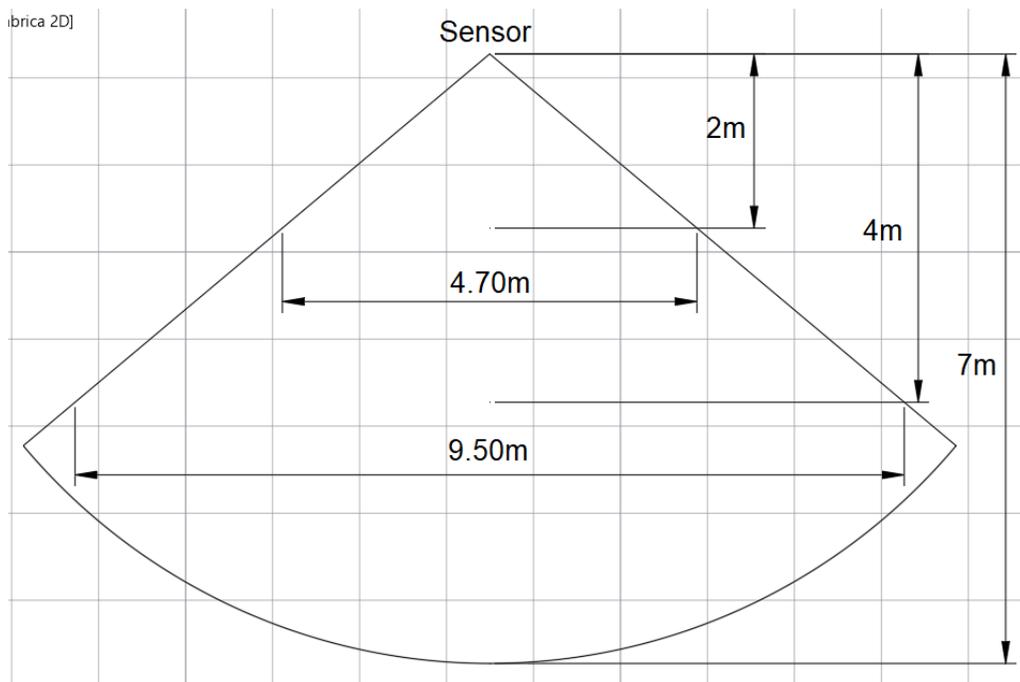


Figura 3.39 Diagrama del ángulo de apertura del sensor de movimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos técnicos del sensor son los siguientes:

- Voltaje de entrada: 3.3V a 5V
- Corriente de trabajo: 15uA
- Temperatura de trabajo: -20°C a 85°C
- Tiempo de retardo de salida: alrededor de 2 segundos.
- Angulo de apertura: 100°
- Distancia de detección: 7m

Se hicieron varias pruebas con este sensor, para ver qué tan útil es para detectar a los visitantes y el tiempo que permanecen en ese lugar. La prueba consiste en determinar ambos. A este sistema de sensado, se le puede

agregar el módulo de memoria SD para guardar los datos recolectados, lo que nos ayuda a saber cuánto tiempo pasa una persona observando la exhibición a monitorear, cuando este sistema se implemente en el museo.

Para detectar a una persona, el sensor se programado en Arduino UNO, para que al detectar el movimiento de la persona encienda un LED.

Se comprobó también que el sensor tiene un tiempo de retraso de aproximadamente 1 a 2 segundos, lo que hace que se retrase ligeramente la detección. Al concluir la detección de las personas, el LED sigue encendido aproximadamente durante el mismo tiempo de retraso. Esto permite que la precisión deseada. La manera más adecuada de colocar al sensor es en una posición de 45°, en la parte superior de la pared donde se localiza la pieza en exhibición que se quiere monitorear. En la Figura 3.40 se muestra el diagrama ilustrativo.

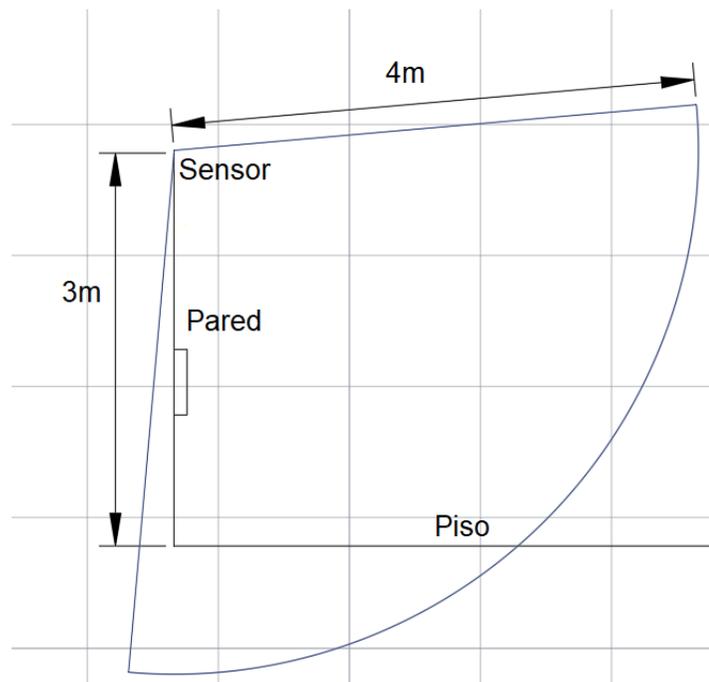


Figura 3.40 Ejemplo de cómo colocar el sensor.

Fuente: Elaboración propia.

En las Figuras 3.41 - 3.44 se muestra a el sensor de movimiento funcionando dentro del laboratorio de Telecomunicaciones del CIICAp.

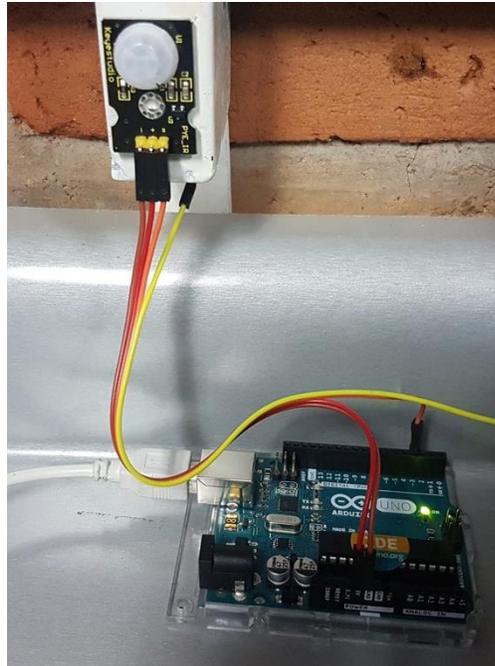


Figura 3.41 Sensor de movimiento con Arduino instalados.

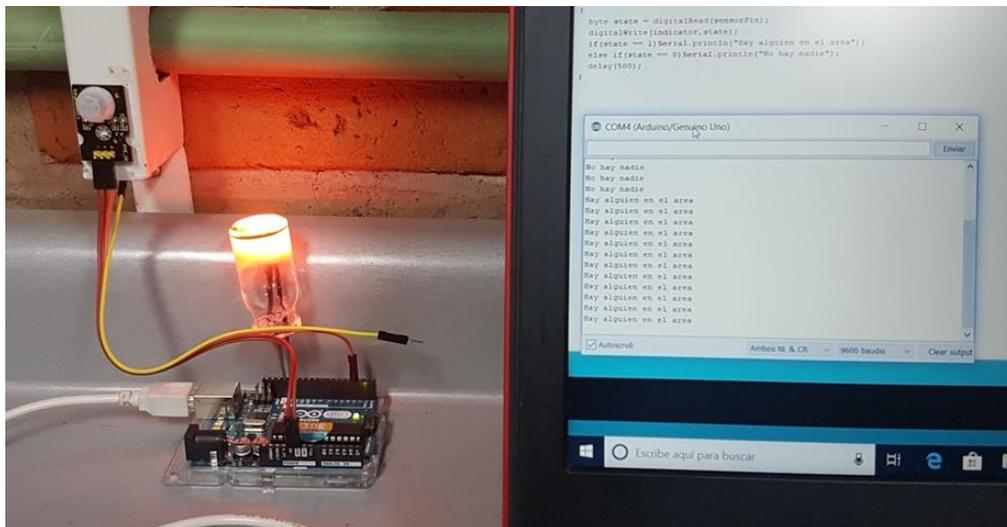


Figura 3.42 Sensor detectado una persona con un LED demostrando la presencia de la persona. En el monitor de la computadora central se observa el despliegue correspondiente al conteo, para el uso de la administración.

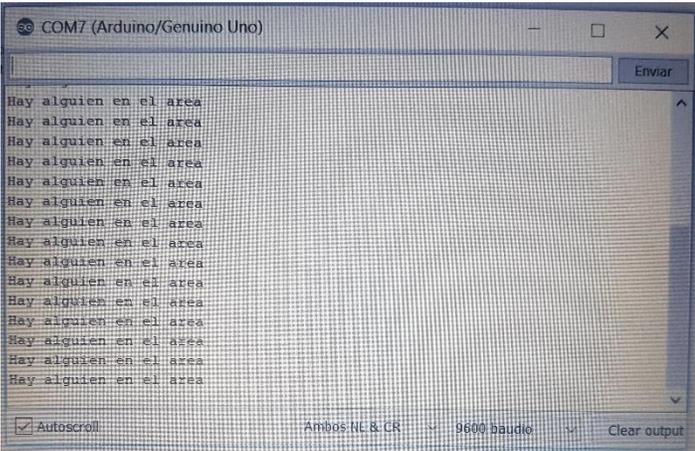


Figura 3.43 Ampliación del monitor.

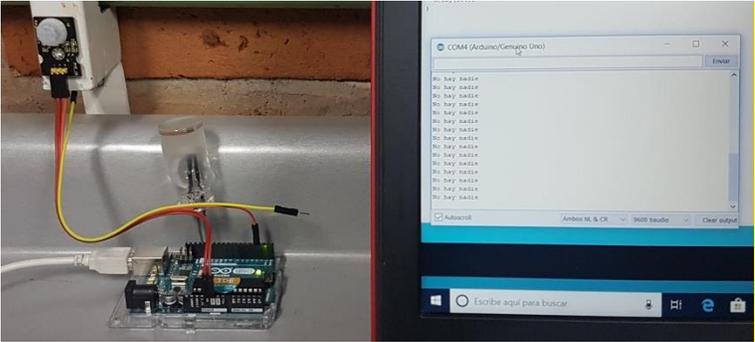


Figura 3.44 Sensor sin detectar a una persona.

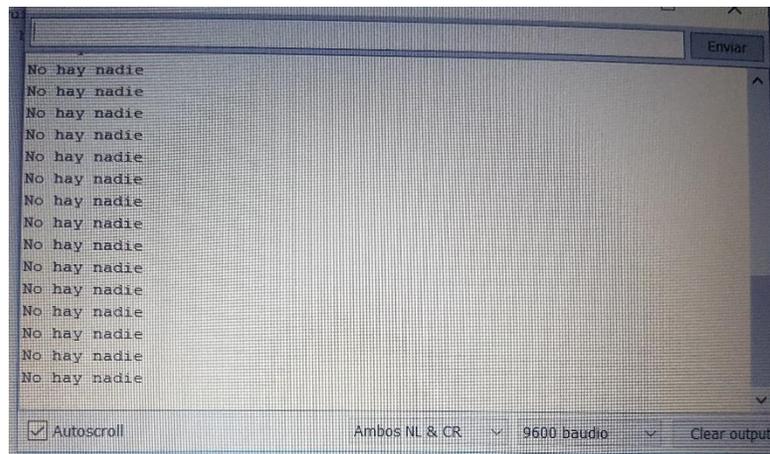


Figura 3.45 Monitor ampliado.

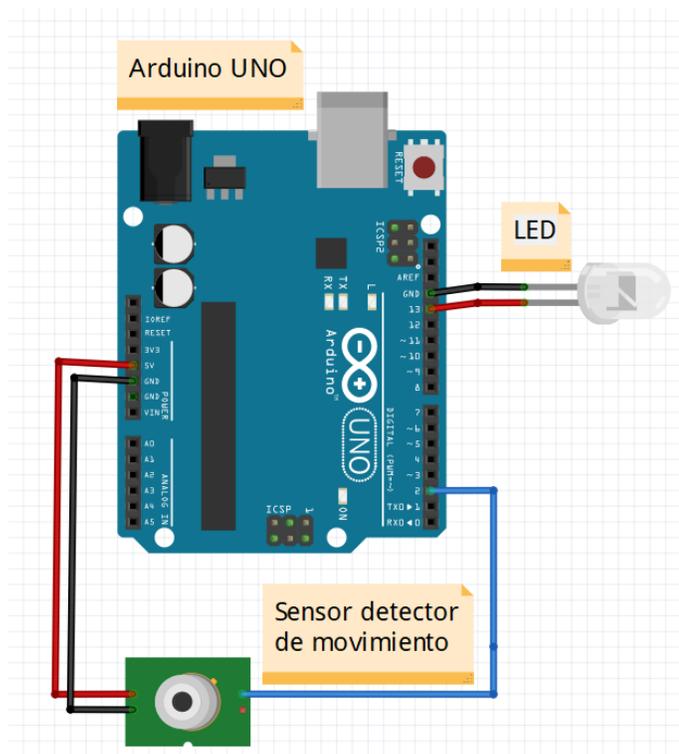


Figura 3.46 Diagrama de conexión de sensor.

Las pruebas que se realizaron en la nueva locación, mostraron la funcionalidad de la sección de sensado, logrando el objetivo. Los resultados cuantitativos se muestran en el siguiente capítulo.



Capítulo 4

RESULTADOS

Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en las distintas pruebas que se realizaron.

Las pruebas de la App se llevaron a cabo con un grupo de jóvenes, mientras que las pruebas con los sensores se realizaron en un establecimiento comercial.

4.1.- Aplicación

La App para el Museo del Ferrocarril fue evolucionando en muchos aspectos.

La manera de implementar un cambio en la App es crear un archivo nuevo y traer la información de la versión previa para iniciar sobre ella la nueva versión. Cabe señalar que, se llevaron a cabo 5 actualizaciones.

Cada actualización incluye modificaciones en el texto, imágenes, colores, etc. La aplicación se presentó a un grupo de personas de diferentes edades. Las preguntas que se utilizaron en la encuesta que se realizó se muestran en la Tabla 4.1. Las respuestas solicitadas son de carácter binario.

Tabla 4.1 Preguntas utilizadas en la encuesta.

Preguntas	
1	¿Es fácil de navegar?
2	¿Es clara y consistente la manera de regresar a cada pantalla?
3	¿Las etiquetas de los botones de texto son claras y concisas?
4	¿El número de botones / enlaces es razonable?
5	¿Los iconos son representativos para comprender el contenido?

6	¿El texto es conciso y claro?
7	¿Los dedos bloquean la información visual al desplazarse por la pantalla?
8	¿Los colores utilizados proporcionan un buen contraste en toda la App?
9	¿Los colores utilizados proporcionan una buena lectura?
10	¿El tamaño de la fuente y el espacio garantiza una buena lectura?
11	¿La App tienen un lenguaje sencillo (no técnico)?
12	¿Las imágenes proporcionan alguna información?
13	¿Se puede apreciar el contenido de las imágenes con su tamaño?
14	¿Se considera que la App tiene un diseño minimalista (elimina el exceso de características)?

De las personas a las que se le realizó la encuesta fueron 80, sus edades son entre 12 y 45 años, con escolaridad desde secundaria hasta posgrado. La encuesta se realizó en diferentes partes del Estado de Morelos, como en el municipio de Cuernavaca, Jojutla y Zacatepec. En la Tabla 4.2 donde presentamos la planeación de la encuesta.

Tabla 4.2 Planeación de la Encuesta (Primera encuesta).

Escolaridad	Tipo de institución	Escuela	Edad	Número
Secundaria	Pública	Escuela Secundaria Benito Juárez	12 a 15 años	20
Preparatoria	Pública	Preparatoria de Jojutla	15 a 18 años	20
Licenciatura	Pública	Instituto Tecnológico de Zacatepec	18 a 24 años	20

Posgrado	Pública	CIICAp	25 a 45 años	20
----------	---------	--------	--------------	----

De las personas encuestadas aproximadamente el 60% fueron hombres y el 40% fueron mujeres. Las mujeres presentaron una mayor cantidad de comentarios, los cuales nos sirvieron de base para modificar a la App, proporcionando una interfaz más amigable con el usuario.

En la Tabla 4.3 se presenta un resumen de la información obtenida en la encuesta, identificando 5 características de carácter fundamental y el nivel de aceptación.

Tabla 4.3 Aceptación de la App (Primera encuesta).

Características	Aceptable	No Aceptable	Comentarios
Diseño general.	100%		Es útil el diseño, pero se puede mejorar la navegación.
Colores en la App (color de fondo).	66%	33%	Hacer ajuste al color.
Botones (Color, espacio, imágenes y texto).	100%		Utilizar más variedad de colores e imágenes.
Texto (Color y tamaño)	80%	20%	Texto más grande, justificar, cambiar el color.
Imágenes (Zoom)	100%		Imágenes muy pequeñas falta el zoom.

De la tabla 4.3 se observa que no existe la necesidad de modificar el diseño general, los botones ni a las imágenes. Sin embargo, donde si hay problemas es con los colores en general y con el texto.

Esta encuesta también fue evolucionando en su forma de evaluación. La forma en que se evaluaron las preguntas de la encuesta fue: 5 muy bueno, 4 bueno, 3 regular, 2 malo y 1 muy malo.

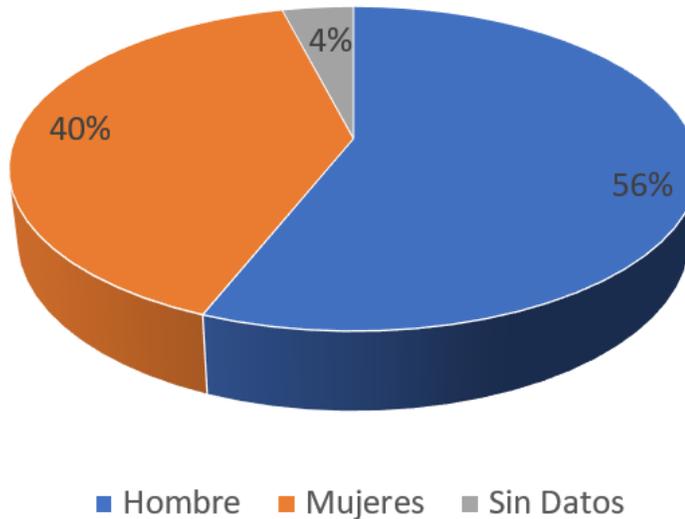
Las encuestas posteriores se realizaron en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en las cuales se encuestó a 50 personas de diferentes edades.

En seguida, presentamos la última encuesta que se realizó y cómo evolucionó de la forma de calificarla. En esta encuesta participaron 50 personas de entre 18 a 31 años, donde el 56% fueron hombre, el 40% fueron mujeres y un 4% de ellos no nos quisieron dar esta información. En la Tabla 4.4 presentamos los porcentajes de participación.

Tabla 4.4 Participantes de la última encuesta

Participantes de la encuesta	Porcentaje
Mujeres	40%
Hombres	56%
Sin datos	4%

Participantes en la encuesta



Gráfica 4.1 Participantes de la última encuesta.

En la Tabla 4.5 presentamos la calificación general de la App, la calificación se generó a partir de todos los datos que se recolectaron (la sumatoria de los datos y se dividieron por el número de respuestas).

Tabla 4.5 Calificación general

Calificación general	4.3
----------------------	-----

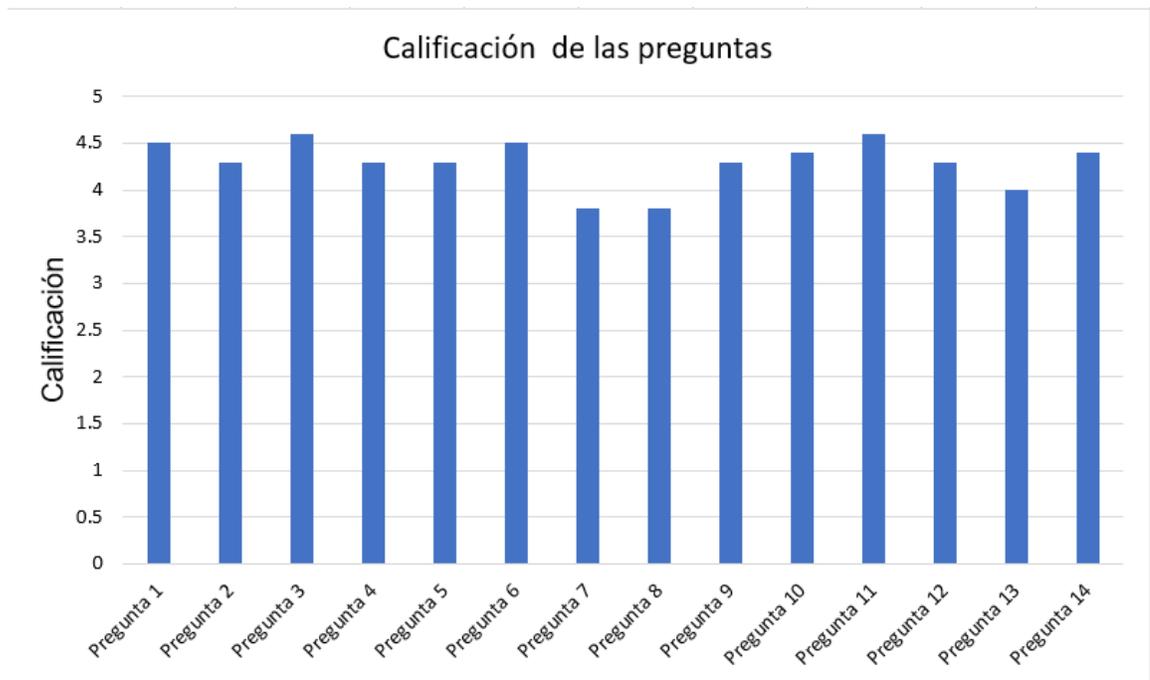
De los datos recabados en la encuesta, presentamos la Tabla 4.6, con la calificación que obtuvimos en cada pregunta (la sumatoria de todas las respuestas entre el número de respuestas). Esto nos facilitó saber en qué aspecto tenemos que mejorar a la aplicación y se observó que hay una aceptación por parte de la mayoría de las personas que participaron en la

encuesta. De los aspectos que tenemos que mejorar se encuentran: el contraste en la lectura y las imágenes para apreciarlas mejor.

La mayoría de observaciones provienen de las mujeres participantes. En la Tabla 4.6 se muestran las respuestas obtenidas para las preguntas que mostramos de la Tabla 4.1.

Tabla 4.6 Calificación de las preguntas

Pregunta	Calificación general
Pregunta 1	4.5
Pregunta 2	4.3
Pregunta 3	4.6
Pregunta 4	4.3
Pregunta 5	4.3
Pregunta 6	4.5
Pregunta 7	3.8
Pregunta 8	3.8
Pregunta 9	4.3
Pregunta 10	4.4
Pregunta 11	4.6
Pregunta 12	4.3
Pregunta 13	4
Pregunta 14	4.4



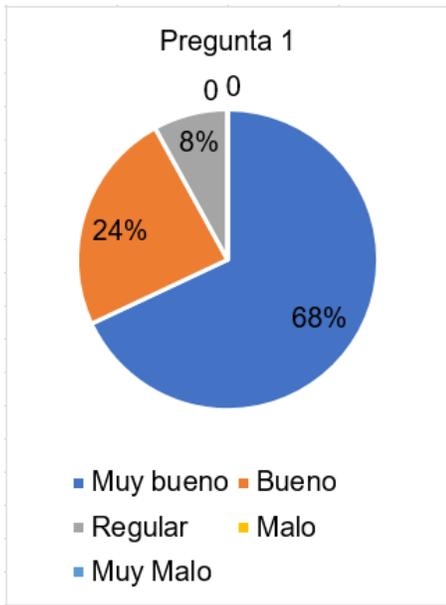
Gráfica 4.2 Calificación de cada pregunta.

Lo que vemos en la Tabla 4.6 y Gráfica 4.2 es que en la mayoría de preguntas tenemos aceptación pues se logró una calificación por encima de 4. Sin embargo, en las preguntas 7 y 8 tenemos una calificación menor a 4, por lo que tenemos que mejorar estos dos puntos los cuales son: mejorar toda la parte textual y mejorar los colores de la App en general.

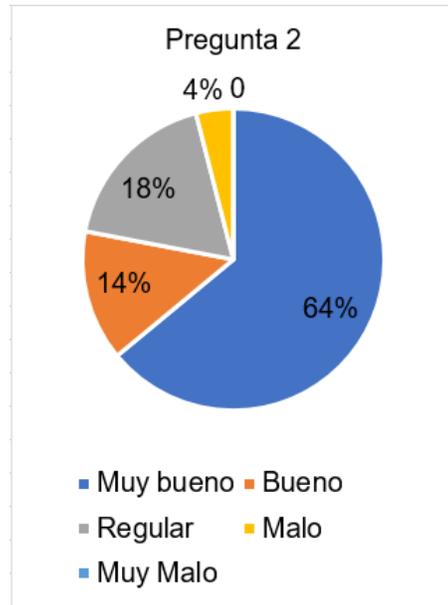
En la Tabla 4.7, presentamos los datos de cada pregunta de manera individual para mostrar cómo fueron evaluadas estas preguntas. En la primera columna presentamos el número de pregunta y en las siguientes columnas presentamos a las respuestas que se obtuvieron en cada una de las opciones.

Tabla 4.7 Percepción de los encuestados sobre la App

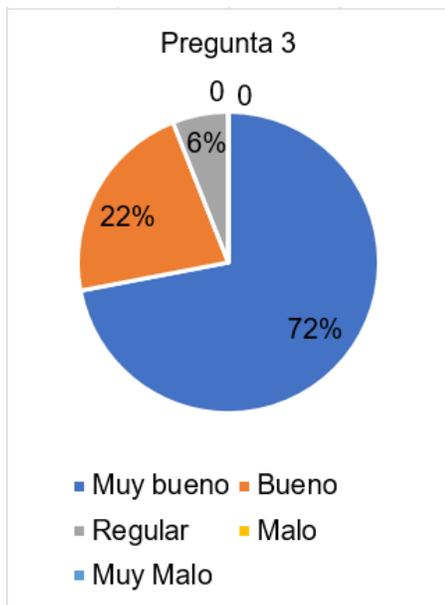
Pregunta	Respuesta				
	Muy bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Pregunta 1	34	12	4	0	0
Pregunta 2	32	7	9	2	0
Pregunta 3	36	11	3	0	0
Pregunta 4	27	15	8	0	0
Pregunta 5	26	16	5	3	0
Pregunta 6	30	16	4	0	0
Pregunta 7	23	9	10	2	6
Pregunta 8	19	11	16	2	2
Pregunta 9	31	12	6	0	1
Pregunta 10	33	11	6	0	0
Pregunta 11	38	8	2	2	0
Pregunta 12	27	12	11	0	0
Pregunta 13	21	16	12	0	1
Pregunta 14	24	23	3	0	0



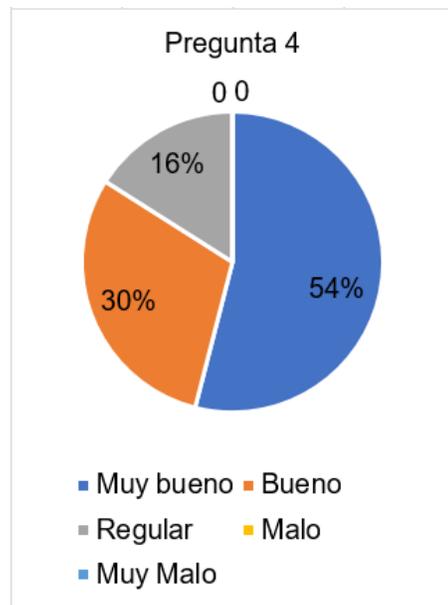
Gráfica 4.3 Respuestas de la pregunta 1.



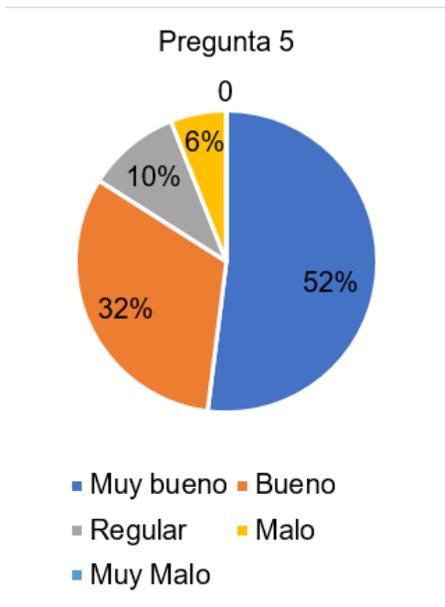
Gráfica 4.4 Respuesta de la pregunta 2.



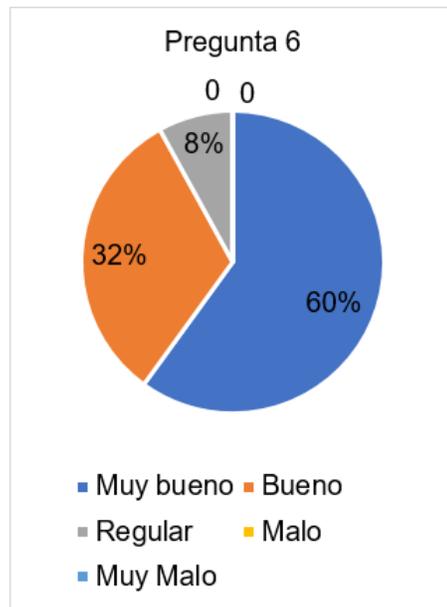
Gráfica 4.5 Respuestas de la pregunta 3.



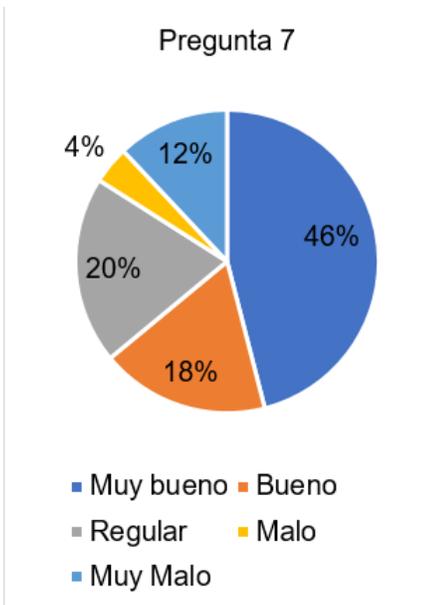
Gráfica 4.6 Respuesta de la pregunta 4.



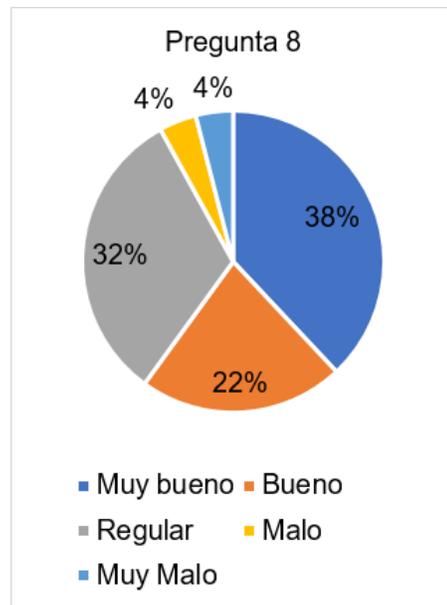
Gráfica 4.7 Respuestas de la pregunta 5.



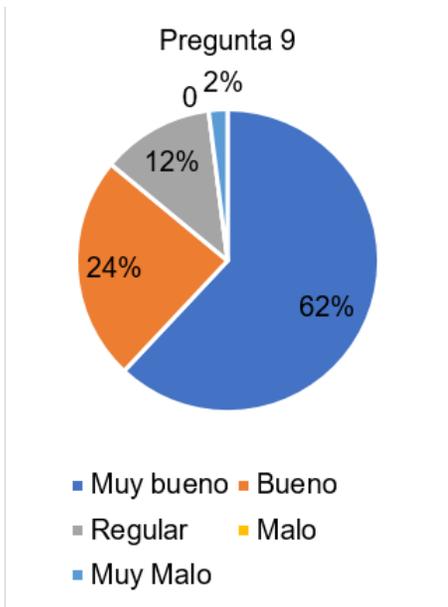
Gráfica 4.8 Respuestas de la pregunta 6.



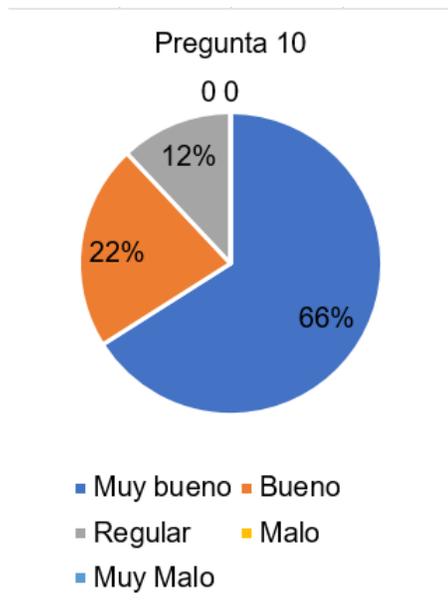
Gráfica 4.9 Respuestas de la pregunta 7.



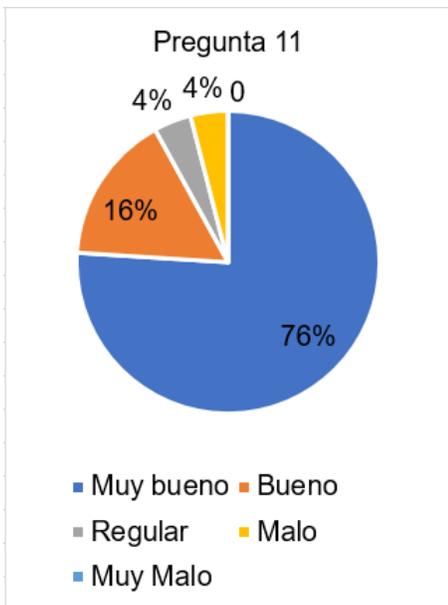
Gráfica 4.10 Respuestas de la pregunta 8.



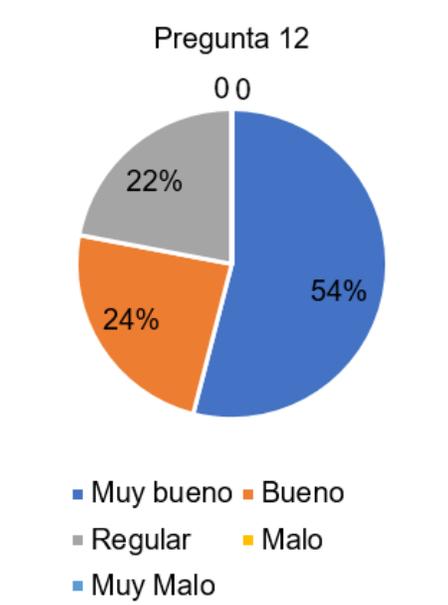
Gráfica 4.11 Respuestas de la pregunta 9.



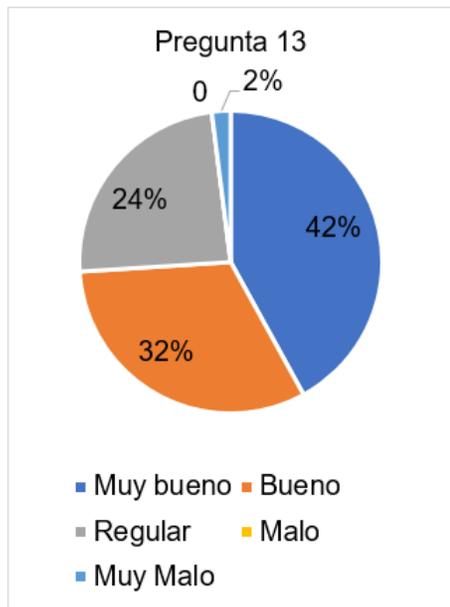
Gráfica 4.12 Respuestas de la pregunta 10.



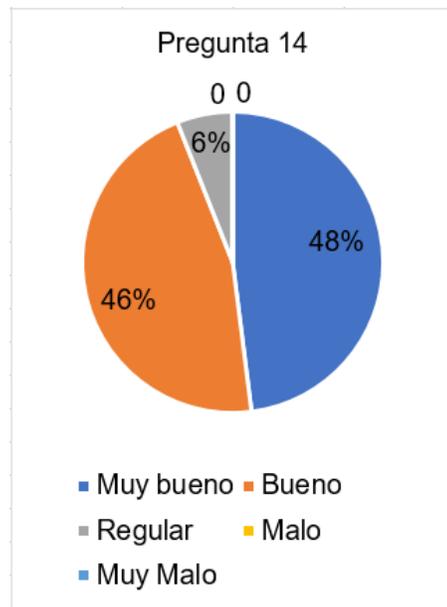
Gráfica 4.13 Respuestas de la pregunta 11.



Gráfica 4.14 Respuestas de la pregunta 12.



Gráfica 4.15 Respuestas de la pregunta 13.



Gráfica 4.16 Respuestas de la pregunta 14.

En la Tabla 4.7 y Gráficas 4.3 – 4.16, se muestra que la mayoría de personas que participaron en la encuesta piensan que la App es aceptable, ya que tenemos una buena calificación, pero los comentarios enfatizan que debemos mejorarlo los colores, porque los consideran poco dinámicos y no ayudan a la lectura del texto.

4.2.- Prototipo de patrones de interferencia de Moiré

En un principio con la creación del prototipo se tuvieron algunos contratiempos. El prototipo inicial fue construido con aluminio, por lo que al ponerlo a funcionar el marco de aluminio se dobló por la fuerza del motor, lo que ocasionó que no avanzaran las placas de acrílicos móviles.

Posteriormente, se pensó en remplazar al aluminio por herrería para contrarrestar lo sucedido.

El prototipo funcionó de la manera esperada, ayudándonos para poder reproducir el movimiento de los patrones de una manera fácil, ya que las placas de acrílico mantienen la misma velocidad en todo momento. Si se requiere cambiar de velocidad, se presiona el botón deseado en la caja de control.

La única imagen que se generó a color es un tren (Figura 4.1). Esta imagen se creó para que los visitantes puedan observar el movimiento de una figura realizada con los patrones de interferencia de Moiré a color. Además, el ruido del motor contribuye a complementar la atmosfera de movimiento del tren.



Figura 4.1 Patrón de interferencia de Moiré.

4.3.- Sensor para contar los visitantes

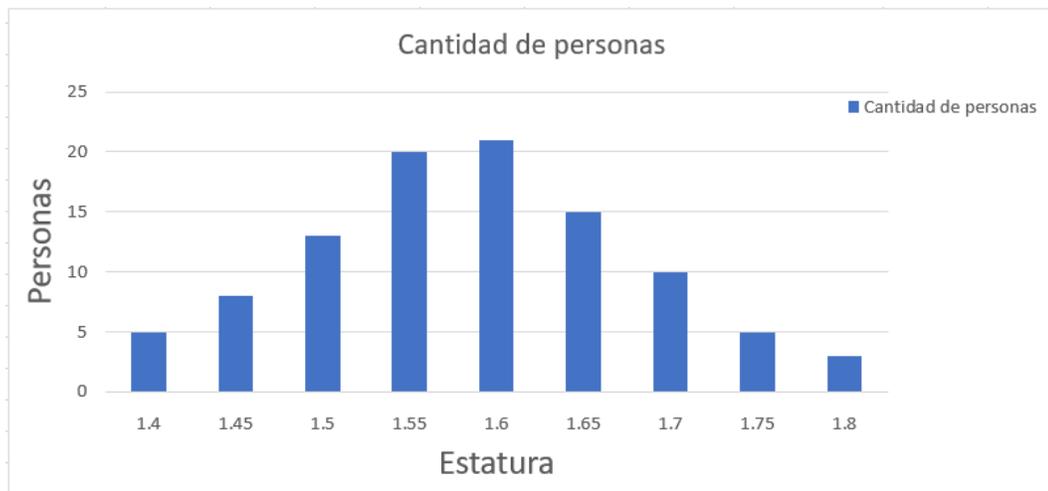
Para la implementación del sensor de conteo fue necesario realizar algunos ajustes.

Las pruebas se realizaron en un establecimiento comercial, donde los compradores para ingresar pasan por una puerta, donde se colocó este

sistema. Al principio se tuvieron complicaciones por la calibración del LED infrarrojo, en algunos momentos el haz de luz se pierde y no llega al fototransistor, ocasionando que el sensor tomara mediciones falsas, porque no había personas ingresando el establecimiento.

Para eliminar la falla se cambió la resistencia que estaba soldada al LED infrarrojo. Se hicieron varias pruebas de calibración, con diferentes resistencias hasta lograr un haz de luz constante y que llegara al fototransistor con suficiente potencia para activar el conteo.

Las estaturas de las personas que pasaron por la puerta, son mostradas en la Gráfica 4.17 con 100 datos elegidos al azar.



Gráfica 4.17 Gráfica de datos recolectados. Cambiar por barras

El reporte que se genera a partir de la información recolectada se presenta en la Tabla 4.8. El formato del reporte por el momento es sencillo, pero su complejidad aumentara conforme se agreguen más sensores al sistema, para la recolección de información.

Tabla 4.8 Formato de datos recolectados.

Datos adquiridos		
Persona	Hora de ingreso [hr:min:s]	Estatura [m]
1	-	-
2	-	-
3	-	-

4.4.- Sensor de tiempo de permanencia

El sensor de tiempo de permanencia funciona de la manera esperada. Como el museo se encuentra en remodelación se optó por implementar este complemento del sistema en el mismo establecimiento comercial. El sensor se colocó en una pared cercana al mostrador, y el sensor conto el tiempo que las personas permanecían comprando o esperando el servicio deseado. En la Figura 4.2 presentamos el diagrama del lugar donde estuvo funcionando el sensor.

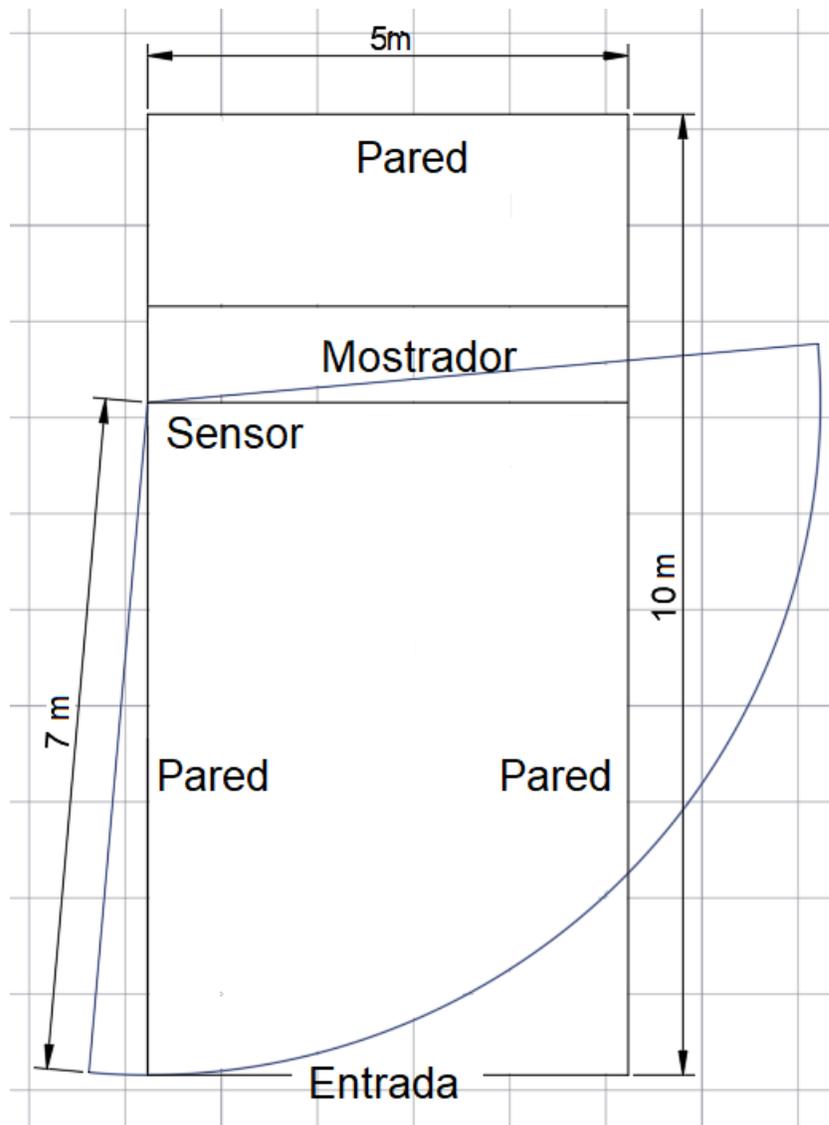


Figura 4.2 Sensor instalado en ubicación comercial.

Las personas que ingresan a la ubicación son detectadas por el sensor, desde su entrada hasta su salida, contando el tiempo que permanecen dentro. En caso de que las personas entren en el punto ciego de sensor, se detiene el conteo y cuando los vuelve a detectar comienza el conteo de nuevo.

Cuando se coloca este sensor se tiene que buscar la mejor ubicación dentro del lugar a monitorear, para poder abarcar la mayor parte del lugar y minimizar los puntos ciegos.

Esta implementación ayuda a la administración del museo para conocer cuáles son las piezas de mayor interés, y planear el contenido de la siguiente exhibición.

Este sistema también cuenta con un módulo micro SD, el cual permite guardar el tiempo que los visitantes pasan observando una pieza en el museo.



Capítulo 5

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Capítulo 5. Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo presentamos las conclusiones y posibles trabajos futuros que pueden realizarse en la App y los prototipos que se realizaron.

5.1.- Aplicación

Las modificaciones que se realizaron a la App permitieron obtener un funcionamiento adecuado. De acuerdo a las respuestas obtenidas en la encuesta. Cabe señalar que los comentarios la evalúan como intuitiva y minimalista.

La aplicación tiene vacíos de información, ya que por cuestiones diversas no se nos proporcionó la información suficiente o bien fue proporcionada de manera tardía. Sin embargo, se reservó su espacio.

Entre las mejoras a implementar en la App se encuentra: la mejora en los colores y textos, ya que los seleccionados actualmente hacen que la App sea aburrida y poco dinámica al leer. En el caso de textos de gran tamaño que deban mostrarse o deseen leerse, se sugiere que haya una liga que redirija a los usuarios a una página de internet donde esté toda la información adicional.

Este trabajo fue multidisciplinario, ya que consultamos a varias personas de las diferentes disciplinas, un ejemplo de ello fue un Mercadólogo, quien nos apoyó en la realización de la encuesta y la forma de evaluación. Otra consulta que tuvimos fue con un Diseñador Gráfico para crear un nuevo logo, el cual se propuso como representativo de la sala temporal del museo que se muestra en la Figura 5.1.



Figura 5.1 Logo del museo para la sala temporal.

La aportación de los artistas es fundamental en este trabajo ya que son quienes proporcionan la información sobre las piezas de arte, la historia del museo, la selección de colores y la topología de base para la App.

El objetivo de este trabajo es generar la App del museo sin compromiso de ser multiplataforma. No obstante, también se estuvo trabajando en una aplicación para el sistema iOS, en el programa Xamarin. Con este software tuvimos problemas ya que se actualiza constantemente. Con la actualización de agosto del 2017, el programa dejó de funcionar y los nuevos archivos que se creaban no funcionaban, recibiendo mensajes de errores que no se podían corregir a pesar de desinstalar y volver a instalar el software, ya que el archivo creado se corrompía. En los últimos meses de este año se solucionó este problema pero debido al poco tiempo para concluir este trabajo, se excluyó.

Como trabajo futuro puede generarse la App para iOS, para ofrecer a los visitantes la opción en la otra plataforma de dispositivos móviles para que todos los visitantes tengan la misma oportunidad de disfrutar del museo.

5.2.- Prototipo de interferencias de Moiré

Para añadir una nueva atracción al museo se creó el prototipo de interferencia de Moiré, para hacer que se desplazaran las rejillas de una manera automática ya que, al hacerlo de manera manual, se movían a distintas velocidades. Con este prototipo se pudo hacer que las rejillas se movieron de una manera constante.

La implementación del prototipo cumplió el objetivo esperado, pero las placas de acrílico que soportan las rejillas se tienen que mejorar para poder tener una mejor sujeción de los acrílicos donde se imprimen las rejillas.

Solo se creó una rejilla a color a través del software Adobe Illustrator, no es muy difícil crear las rejillas, pero es muy laborioso y esto lo convierte en un proceso muy tardado para realizarse.

El ruido del motor contribuye a generar una atmósfera de movimiento del tren

Sobre los elementos del sistema de sensado se tiene lo siguiente:

5.3.- Sensor para contar a los visitantes

El sensor para contar a los visitantes cumplió con su función.

Un problema al que nos enfrentamos fue que en algunos momentos se pierde el haz de luz infrarroja y creemos que se puede contrarrestar este problema al implemente un LED de luz infrarroja de mayor intensidad, así como implemente un fototransistor con un mayor ángulo de apertura para la recepción del haz de luz.

Para agregar mayor precisión a los datos se propone agregar a este prototipo un módulo de reloj, para tener la hora exacta de entrada de los visitantes. El

prototipo tiene un reloj interno que se reinicia cada vez que se enciende el circuito.

Otro problema es que obtenemos la estatura de los visitantes pero realmente no sabemos si son adultos o menores, ya que es difícil definir por el sistema. Por lo que proponemos como un trabajo a futuro e inspirándonos en la idea de la biblioteca del Instituto Tecnológico de Zacatepec, en poner a la entrada del museo una pantalla con botones, en los cuales los visitantes seleccionen si son hombre o mujeres, pongan su edad, y con esta información recolectada la administración tenga un mayor conocimiento de los visitantes.

5.4.- Sensor de tiempo de visualización

Un problema al que nos enfrentamos fue que el sensor se tiene que autocalibrar para funcionar de manera correcta.

Un segundo problema que observamos es que por las noches cuando trabaja el sensor y la temperatura ambiental desciende por debajo de los 17°C, el sensor tiende a tener problemas para detectar a las personas, por ejemplo en las noches de noviembre y diciembre en Cuernavaca a partir de las 6 de la tarde en la UAEM específicamente en el Laboratorio de Telecomunicaciones en CIICAp, el sensor se retrasa en la detección en aproximadamente 3 segundos.



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- A. B., & L. D. (2005). Analysis of Visitor Behaviour inside the Museum: An Empirical Study. *8th International Conference on Arts and Cultural Management*, (págs. 1 - 13). Montréal, Canada.
- B. R., & Y. C. (2015). Using Mobile Technology for Enhancing Museum Experience: Case Studies of Museum Mobile Applications in S. Korea . *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering* , 39-44.
- Bollo, A., & Sani, M. (2013). *Measuring Museum Impacts*. Bologna, Italy: Istituto per i Beni Artistici Culturali e Naturali.
- Bourke, M., Capovin, R., Fantoni, S. F., Gasperi, D., Houtgraaf, D., Negri, M., . . . Van der Weiden, W. (2012). *The Virtual Museum*. Bologna, Italy: Istituto per i Beni Artistici Culturali e Naturali.
- C. W. (2006). Museums for visitors: Audience development - A crucial role for successful museum management strategies. *INTERCOM: International Committee on Management*, (págs. 1 - 7). Taipei.
- Calaza, T. G. (2015). *Taller de arduino - Un enfoque práctico para principiantes*. Madrid: Marcombo.
- Castillo, L., & Dimas, J. (2017). *Android Studio - Aprende a desarrollar aplicaciones*. Madrid: RC Libros .
- D. X., E. M., & S. M. (2005). Informant Design with Children - Designing Children's Tangible Technology. *Re-Thinking Technology in Museums: towards a new understanding of people's experience in museums* (págs. 141 - 146). Limerick: University of Limerick.
- Economou, M. (1998). The Evaluation of Museum Multimedia Applications: Lessons from Research. *Museum Management and Curatorship*, 173-187.

- Federación Española de Amigos de los Museos. (2009). *Museos, nuevas tecnologías y sociedad*. Madrid: FEAM.
- G. M. (2003). Interpretation and Sustainable Tourism: Functions, examples and principles. *The Journal of Tourism Studies*, 112-123.
- Gahazhapa, B. O. (2016). *Arduino - Guía práctica*. Madrid: RC Libros.
- Gironés, J. T. (2012). *El gran libro de Android*. Barcelona, España: Alfaomega Grupo Editor.
- Gironés, J. T. (2018). *El gran libro de Android 7ªEd*. Barcelona: Marcombo.
- J. Y., & Le, T. C. (2012). Museum Guide, a Mobile App. En K. T.-h., C. R., K. H.-k., K. A., M. S., & D. S., *Communications in Computer and Information Science* (págs. 36 - 41). Jeju Island: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- KAHR-HØJLAND, A. (2007). Brave new world: Mobile phones,. *Nordisk Museologi*, 3-18.
- L. K. (2006). Museums as Sources of Information and Learning: The Decision Making Process. *Open Museum Journal*, 1 - 19.
- M. E., & E. M. (2011). Promising beginnings? Evaluating museum mobile phone apps. *Rethinking Technology in Museums 2011: Emerging experiences*, (págs. 1 - 19). Ireland.
- Malez, S., Heini, M., & Sani, M. (2013). *Learning Facilities*. Bologna, Italy: Istituto per i Beni Artistici Culturali e Naturali.
- Negrini, M., Paolini, P., Marsan, C., Caplet, N., Pouget, M., & Sani, M. (2013). *Technology and the public. Evaluation of ICT in museums*. Bologna, Italy: Istituto per i Beni Artistici Culturali e Naturali.
- O. R., & V. K. (2013). Design Choices and Museum Experience: A Design-Based Study of a Mobile Museum App. En C. C., A. L., & C. R., *Human*

- Computer Interaction* (págs. 9 - 13). Carrillo: Springer International Publishing Switzerland.
- Ogata, H. (2013). Augmenting Learning-Experiences in the Real World with Digital Technologies. *International Conference on Recent Trends in Information Technology* (págs. 237 - 243). Chennai, India: IEEE.
- Pantalony, R. E., & OMPI. (2013). *La gestión de la propiedad intelectual en los museos*.
- Qui, T. T., Nguyen, T. D., A. C., Teo, S. L., X. X., Zhou, Z. Y., . . . H. K. (2005). Magic Land: a 3D Human Capture Mixed Reality System for Museum Experiences. *Re-Thinking Technology in Museums: towards a new understanding of people's experience in museums* (págs. 71 - 78). Limerick: University of Limerick.
- S. Z., M. A., & A. W. (2005). Surprise and Illusion: Design strategies for Interactive Museum Exhibits. *Re-Thinking Technology in Museums: towards a new understanding of people's experience in museums* (págs. 18 - 25). Limerick: University of Limerick.
- Sakkopoulos, E., Paschou, M., Panagis, Y., Kanellopoulos, D., Eftaxias, G., & Tsakalidis, A. (2015). e-souvenir appification: QoS web based media delivery for museum apps. *Electronic Commerce Research*, 5-24.
- Soriano, A. J. (2012). *Android: Programacion de dispositivos móviles a traves de ejemplos*. Barcelona: Marcombo.
- Soriano, J. A. (2013). *El gran libro de programación avanzada con Android*. Barcelona: Marcombo.
- Tallon, L., & Walker, K. (2008). *Digital Technologies and the Museum Experience*. Lanham: Altamira press.

Tomás, J., Carbonell, V., Albiol, A., & Puga, G. (2017). *Visión Artificial, Google Play Games, Android Wear, TV y Auto*. Barcelona: Marcombo.

Vázquez, A. G., & Serrano, R. (2018). *Android: del diseño de la arquitectura al despliegue profesional*. Barcelona : Marcombo.



APÉNDICE A

EJEMPLO DE

USO DE SW

Apéndice A

Para la creación de una aplicación se pueden utilizar diferentes softwares, en los cuales el lenguaje de programación sea sencillo (programas de bloques) hasta llegar a los complicados lenguajes de programación donde las líneas de código son muy complejas sí no sabes su significado o aplicación.

El software con el que se realizó la App es Android Studio y a continuación mostraremos cómo usarlo, explicaremos los elementos básicos y luego el cómo emplearlos para crear una App.

Empezamos con la iniciación del software como mostramos en la Figura A.1.



Figura A.1 Android Studio iniciando.

Una vez que se inicia el software llegamos a la pantalla de inicio del software la cual mostramos en la Figura A.2.

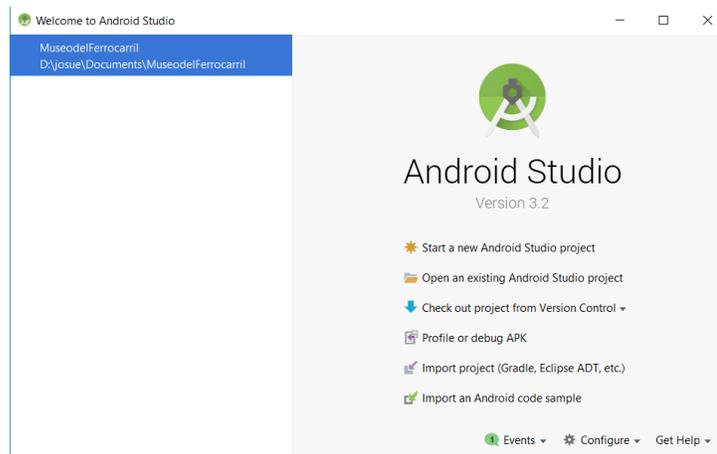


Figura A.2 Inicio de Android Studio.

Para crear el nuevo proyecto en Android Studio seleccionamos la opción **Start a new Android Studio project**. La siguiente pantalla que se nos presenta es la **Create Android Project**, la que tiene los siguientes datos y presentamos en la Figura A.3:

- Application name: Nombre de la aplicación.
- Company domain: Este nombre lo crea la aplicación de manera automática, pero si uno desea lo puede cambiar por el nombre de la compañía que realiza la App.
- Project location: Es la dirección en el disco duro de la computadora.
- Package name: Indicamos el nombre del paquete donde se guardará todos los datos de la App este también se puede cambiar, pero se recomienda que se quede con el que genera el programa.

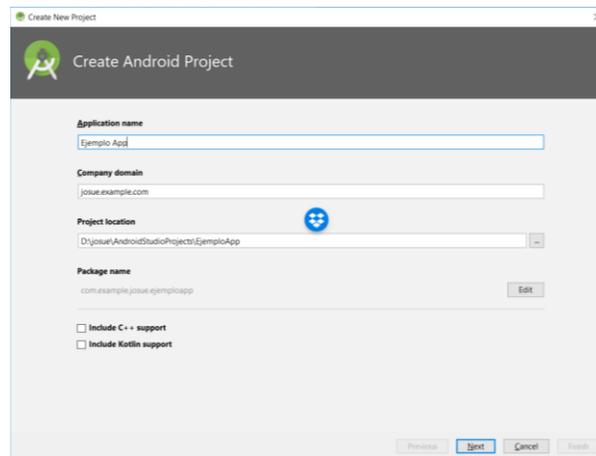


Figura A.3 Ventana de Creación de proyecto Android.

Después de llenar esta información damos clic en el botón “Next”, y la ventana que sigue es la **Target Android Devices** la presentamos en la Figura A.4, la cual contiene la siguiente información, en la cual se tiene que seleccionar el API (application programming interface, versión de Android) con el cual se desea trabajar.

- Phone and Tablet: Se selecciona el API para la menor versión de Android con el cual tendrá compatibilidad para los Smartphone y Tablet.
- Wear OS: Se selecciona el API para la menor versión de Android con el cual tendrá compatibilidad para los Smart Watch.
- TV: Se selecciona el API para la menor versión de Android con el cual tendrá compatibilidad para las Smart TV.
- Android Auto: Se selecciona se queremos que la App tenga compatibilidad con Android para carros.
- Android Things: Se selecciona el API para la menor versión de Android con el cual tendrá compatibilidad para los dispositivos Android que no son parte de los aquí mencionados.

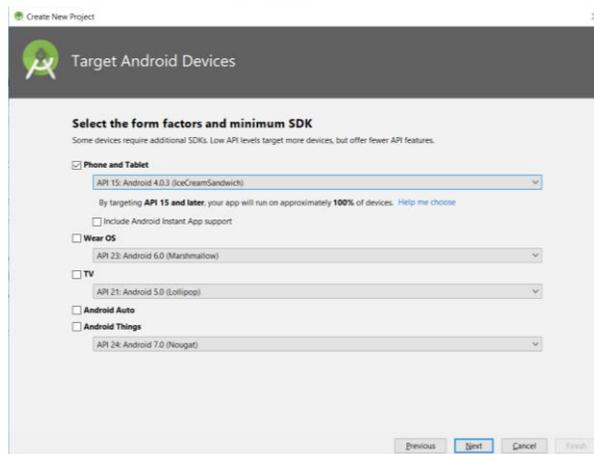


Figura A.4 Ventana de Target Android Devices.

Después de llenar esta información procedemos a dar clic al botón “Next” y la ventana que sigue es la **Add an Activity to Mobile** la presentamos en la Figura A.5, en esta pantalla tenemos todas las Actividades que se pueden poner en la pantalla de la aplicación a continuación mencionaremos cada una de estas.

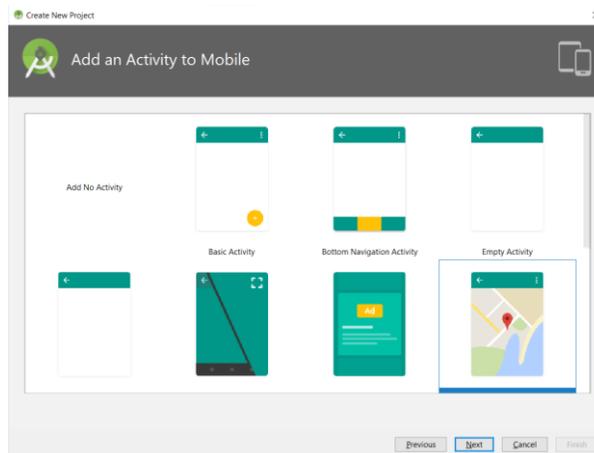


Figura A.5 Ventana de Add an Activity to Mobile.

Las distintas Actividades que se presentan tienen diferentes usos, la que nosotros utilizamos en la realización de este proyecto fue la **Basic Activity**. Enseguida mencionamos brevemente y las funciones de cada una.

- **Basic Activity o Actividad básica.** Esta plantilla crea una app simple con una barra de app y un botón de acción flotante. Funciona como punto de partida para tu proyecto al proporcionar componentes de IU de uso común (Figura A.6).
- **Empty Activity o Actividad vacía.** Esta plantilla crea una actividad vacía y un archivo de diseño único con contenido de texto de ejemplo. Te permite empezar de cero cuando compilas el módulo o la actividad de tu app (Figura A.7).
- **Fullscreen Activity o Actividad con pantalla completa.** Esta plantilla crea una app que alterna entre una vista de pantalla completa primaria y una vista con controles de una interfaz de usuario estándar (IU). La vista de pantalla completa es la predeterminada y un usuario puede activar la vista estándar tocando la pantalla del dispositivo (Figura A.8).
- **Login Activity o Actividad de acceso.** Esta plantilla crea una pantalla de acceso estándar. En la interfaz de usuario se incluyen los campos de correo electrónico y contraseña, y un botón de inicio de sesión. Se usa con mayor frecuencia como plantilla de actividad que como plantilla de módulo de app (Figura A.9).
- **Master/Detail Flow o Flujo maestro y de detalles.** Esta plantilla crea una app que tiene una visualización de una lista de elementos y una visualización de los detalles de un elemento individual. Al hacer clic en un elemento de la pantalla de lista, se abre una pantalla con los detalles del elemento. El diseño de las dos visualizaciones depende del dispositivo en el cual se ejecute la app (Figura A.10).
- **Navigation Drawer Activity Actividad del panel lateral de navegación.** Esta plantilla crea una actividad básica con un menú del

panel lateral de navegación. La barra de navegación se expande de la izquierda a la derecha de tu app y se suma a la barra de app regular (Figura A.11).

- **Scrolling Activity o Actividad de desplazamiento.** Esta plantilla crea una app con una barra de herramientas de contracción y una vista de desplazamiento para contenido de texto largo. Mientras te desplazas hacia abajo en la página, la barra de herramientas, que puede servir como un encabezado, se condensa automáticamente y el botón de acción flotante desaparece (Figura A.12).
- **Settings Activity o Actividad de configuración.** Esta plantilla crea una actividad que muestra las preferencias o configuraciones del usuario para una app. Extiende la clase PreferenceActivity y se usa con mayor frecuencia como plantilla de actividad que como plantilla de módulo de app (Figura A.13).
- **Tabbed Activity o Actividad con pestañas.** Esta plantilla crea una app con varias secciones, navegación por deslizamiento y una barra de app. Las secciones se definen como fragmentos entre los que puedes deslizarte de izquierda a derecha para navegar (Figura A.14).

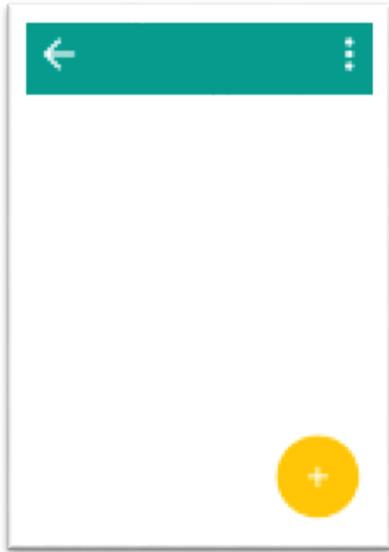


Figura A.6 Basic Activity o Actividad básica.

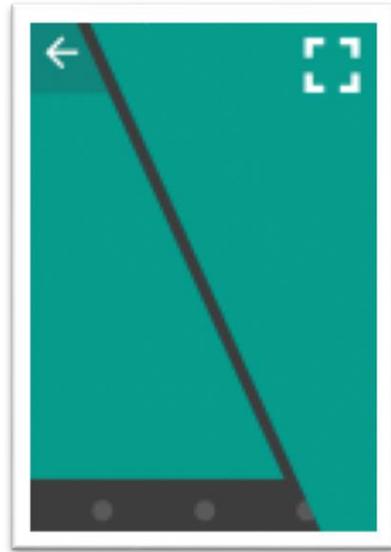


Figura A.8 Fullscreen Activity o Actividad con pantalla completa.



Figura A.7 Empty Activity o Actividad vacía.

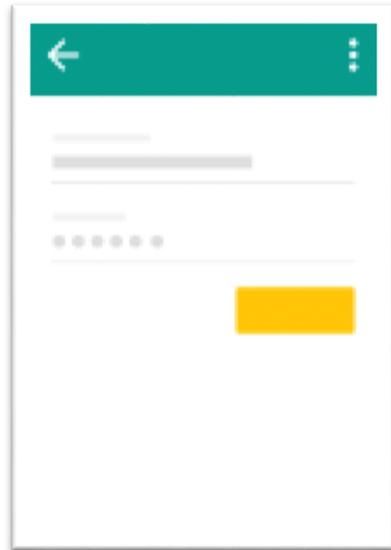


Figura A.9 Login Activity o Actividad de acceso

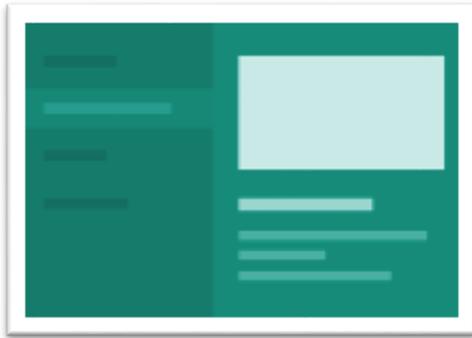


Figura A.10 Master/Detail Flow o Flujo maestro y de detalles.

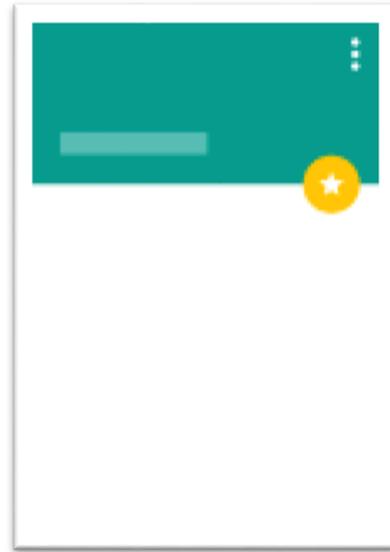


Figura A.12 Scrolling Activity o Actividad de desplazamiento.

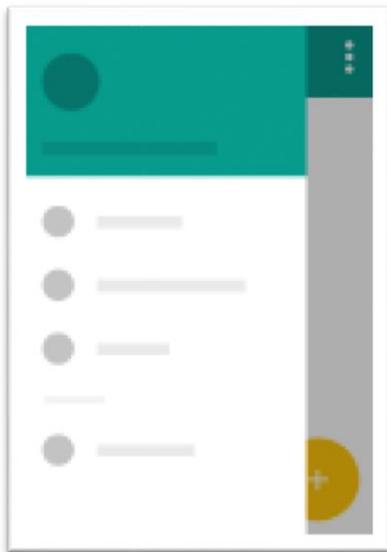


Figura A.11 Navigation Drawer Activity Actividad del panel lateral de navegación.

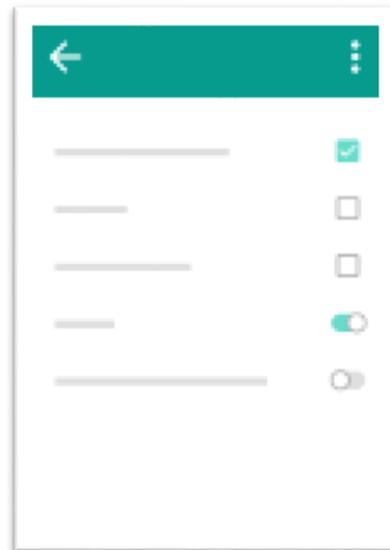


Figura A.13 Settings Activity o Actividad de configuración.

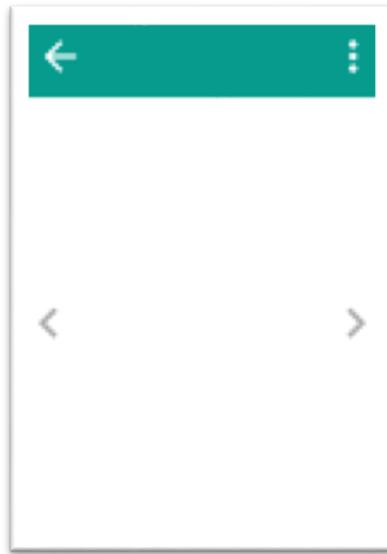


Figura A.14 Tabbed Activity o Actividad con pestañas

La siguiente ventana que nos aparece después de seleccionar la Actividad que se va a utilizar es **Configure Activity** la cual presentamos en la figura A.15, en la cual tenemos la siguiente información:

- Activity Name: Se da el nombre a la Actividad, el software da por determinado un nombre, pero se puede cambiar.
- Layout Name: Se da el nombre a la Vista, el software da por determinado un nombre, pero uno lo puede cambiar.
- Title: Se da el nombre, pero de igual manera el software da por determinado el nombre, pero uno lo puede cambiar.

En esta pantalla se recomienda no cambiar ningún nombre y dejar los que el software da por predeterminados.

Al terminar de configurar toda esta información se procede a dar clic en el botón finalizar y se empieza a cargar la aplicación.

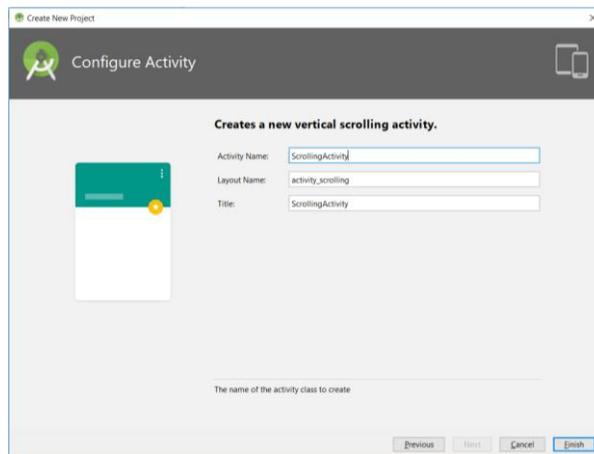


Figura A.15 Ventana Configure Activity.

En la Figura A.16 mostramos la ventana que se despliega una vez que se termina de cargar la App y procederemos a explicar las partes más importantes.

En esta pantalla se divide en 4 partes:

- Barra de herramientas
- Proyecto
- Ventana de trabajo
- Vista previa

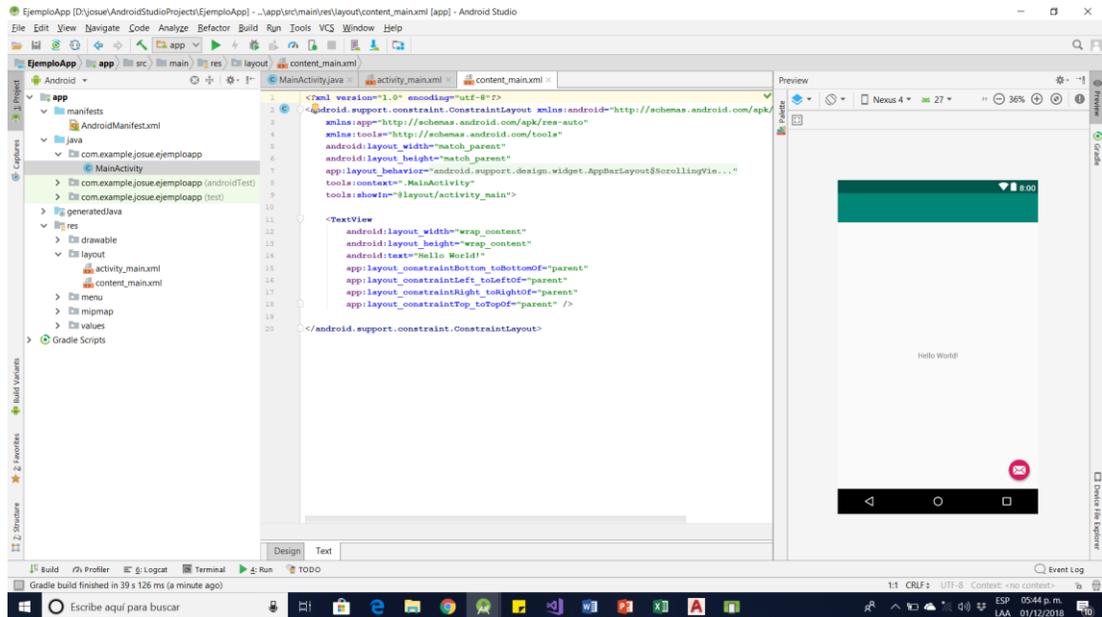


Figura A.16 Ventana de la App.

La barra de herramientas se compone por 18 iconos (Figura A.17).

1. Abrir archivo
2. Guardar archivo
3. Sincronizar proyecto
4. Sincronizar archivos
5. Atrás
6. Adelante
7. Configuración de compilación
8. Seleccionar tipo de compilación
9. Correr simulación
10. Aplicar cambios (este botón se activa en simulación).
11. Compilar sin simular
12. Correr App con Coverage
13. Perfil de la App

14. Adjuntar depurador al proceso
15. Parar
16. Manager AVD
17. Manager SDK
18. Estructura del proyecto

De todos estos iconos los que se utilizan mas solo son dos: el icono de correr (9) y el de parar (15).



Figura A.17 Tabla de herramientas.

Proyecto nos muestra parte del archivo o como está conformado el archivo, las carpetas más importantes que están dentro del archivo son los siguientes:

1. app \ java \ com.example.josue.ejemploapp
2. app \ res \ drawable
3. app \ res \ layout
4. app \ res \ mipmap \ ic_launcher

La primera carpeta contiene los archivos java (programación orientada a objetos), estos archivos permiten que trabajen los botones, zoom de imágenes, etc. Los archivos java trabajan en conjunto con los archivos xml (programación visual).

La segunda carpeta contiene las imágenes que estarán dentro de la App.

La tercera carpeta contiene los archivos xml (programación visual), son los archivos que nos permiten crear los botones, imágenes, los cuadros de texto, etc. Los archivos xml trabajan en conjunto con los archivos java (programación orientada a objetos).

La cuarta carpeta contiene la imagen en diferentes tamaños que aparece en el icono con el cual se identifica dentro del Smartphone.

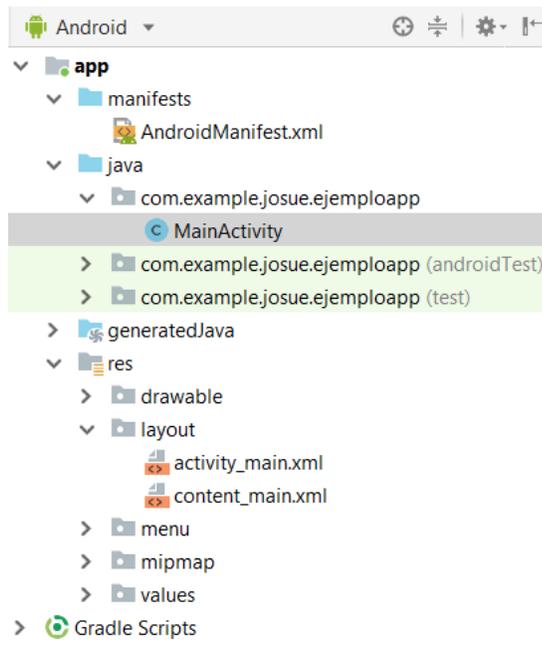


Figura A.18 Proyecto.

En el proyecto (Figura A.19) uno trabaja directamente con los archivos java y xml. En estos se ingresan las líneas de código directamente. En seguida presentamos diferentes ejemplos de botones, imágenes y cuadros de texto.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <android.support.constraint.ConstraintLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/
3   xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
4   xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
5   android:layout_width="match_parent"
6   android:layout_height="match_parent"
7   app:layout_behavior="android.support.design.widget.AppBarLayout$ScrollingView..."
8   tools:context=".MainActivity"
9   tools:showIn="@layout/activity_main">
10
11   <TextView
12     android:layout_width="wrap_content"
13     android:layout_height="wrap_content"
14     android:text="Hello World!"
15     app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"
16     app:layout_constraintLeft_toLeftOf="parent"
17     app:layout_constraintRight_toRightOf="parent"
18     app:layout_constraintTop_toTopOf="parent" />
19
20 </android.support.constraint.ConstraintLayout>
```

Figura A.19 Proyecto.

En vista previa se visualiza los cambios que tiene la pantalla al agregar nuevos elementos o quitar elementos, también nos sirve para ubicar el lugar donde estarán cada uno de los elementos y el tamaño que tendrán cada uno. En la Figura A.20 se me la vista previa.

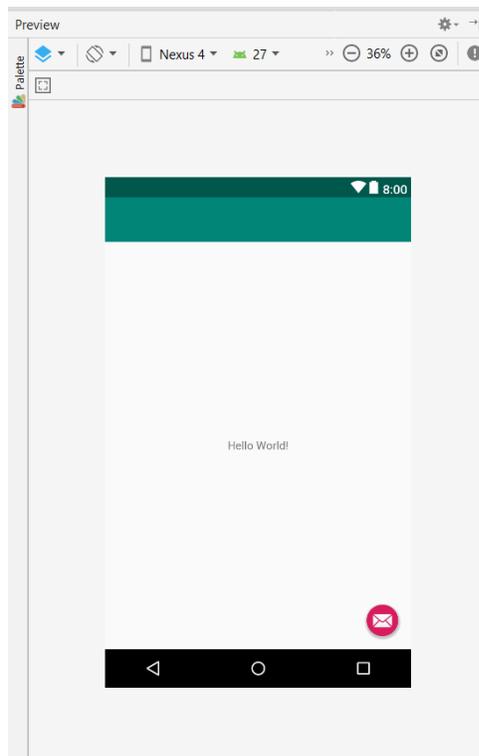


Figura A.20 Previsualización.

La parte más importante que se tiene el programar una App son las líneas de código, en seguida se agregan varias líneas del código de los diferentes elementos que utilizamos para crear las diferentes pantallas, y se explicara cada comando y que es lo que realizan.

Vamos a empezar por las líneas de código de la primera pantalla.

Las primeras líneas de código que tenemos las genera en automático el software. Las únicas líneas del código que podemos modificar son las que van a tener comentarios.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
```

```
< RelativeLayout //Se abre el tipo de vista. En esta vista los elementos se colocan en relación al anterior.
```

```
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
```

```

xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
//layout_width Tamaño horizontal en la pantalla del comando.
//match_parent Tamaño completo en la pantalla.
android:layout_height="match_parent"
//layout_width Tamaño vertical en la pantalla del comando.
//match_parent Tamaño completo en la pantalla.
android:layout_margin="10dp"
//layout_margin Margen que se le va a dar alrededor de todo el comando.
//10dp Tamaño del margen.
android:background="@drawable/logo"
//background Fondo de pantalla.
//@drawable/logo Se manda a llamar la imagen desde la carpeta drawable.
app:layout_behavior="@string/appbar_scrolling_view_behavior"
tools:context=".MainActivity"
tools:showIn="@layout/activity_main">

```

```

<TextView //Abrimos el Text View.
android:layout_width="wrap_content"
//layout_width Tamaño horizontal en la pantalla del TextView.
//wrap_parent Tamaño ajustado al contenido del TextView.
android:layout_height="wrap_content"
//layout_height Tamaño vertical en la pantalla del TextView.
//wrap_parent Tamaño ajustado al contenido del TextView.
android:layout_alignParentTop="true"
//layout_alignParentTop Alineación del contenido a la parte superior de la
pantalla.

```

//true Se activa este comando (mientras no se escriba el comando y el "true" se considera desactivado).

android:layout_centerHorizontal="true"

//layout_centerHorizontal Se alinea el TextView al centro de la pantalla.

//true Se activa este comando (mientras no se escriba el comando y el "true" se considera desactivado).

android:layout_marginTop="50dp"

//layout_marginTop Margen únicamente superior del TextView.

//50dp Tamaño del margen.

android:gravity="center"

//gravity Alineación del texto interno en el TextView.

//center Alineación del texto al centro del TextView.

android:text="Bienvenido al Museo del Ferrocarril"

//text Texto que aparecerá dentro del TextView.

//Bienvenido al Museo del Ferrocarril Texto ingresado.

android:textColor="@android:color/black"

//textColor Color del texto.

//@android:color/black Color elegido.

android:textSize="30dp"

//textSize Tamaño de la fuente.

//30dp Tamaño del texto.

/> //Cerramos el TextView.

<**Button** //Abrimos el Button.

android:id="@+id/btn"

//id Nombre para llamar desde java.

//@+id/btn Nombre que se le asigna.

android:layout_width="wrap_content"

//layout_width Tamaño horizontal en la pantalla del Button.

```

//wrap_parent Tamaño ajustado al contenido del Button.
    android:layout_height="wrap_content"
//layout_height Tamaño vertical en la pantalla del Button.
//wrap_parent Tamaño ajustado al contenido del Button.
    android:layout_alignParentBottom="true"
//layout_alignParentBottom Alineación del botón a la parte inferior del
RelativeLayout.
//true Se activa este comando (mientras no se escriba el comando y el "true"
se considera desactivado).
    android:layout_centerHorizontal="true"
//layout_centerHorizontal Se alinea el TextView al centro de la pantalla.
//true Se activa este comando (mientras no se escriba el comando y el "true"
se considera desactivado).
    android:text="Entrar"
//text Texto que aparecerá dentro del Button.
//Entrar Texto ingresado.
    android:textAllCaps="false"
//textAllCaps Con este comando se mantiene todas las letras en mayúsculas.
//false Se desactiva este comando (mientras no se escriba el comando y el
"false" se considera activado).
    android:textColor="@android:color/white"
//textColor Color del texto.
//@android:color/white Color elegido.
/> //Cerramos el Button.
</RelativeLayout > //Cerramos el RelativeLayout

```

En seguida presentamos en código en java del botón.

```

package com.example.josue.museodelferrocarril; // Lugar donde está el
archivo

```

```

import android.content.Intent; //Permiso
import android.os.Bundle; //Permiso
import android.support.design.widget.FloatingActionButton; //Permiso
import android.support.design.widget.Snackbar; //Permiso
import android.support.v7.app.AppCompatActivity; //Permiso
import android.support.v7.widget.Toolbar; //Permiso
import android.view.View; //Permiso
import android.view.Menu; //Permiso
import android.view.MenuItem; //Permiso
import android.widget.Button; //Permiso

public class MainActivity extends AppCompatActivity { //abrimos la clase del
archivo

    Button btn; //declaramos variables

    @Override

    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) { //líneas de código
del archivo.

        super.onCreate(savedInstanceState); //líneas de código del archivo.
        setContentView(R.layout.activity_main); //líneas de código del archivo.
        btn = (Button) findViewById(R.id.btn); //declaramos que la variable es
un botón.

        btn.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){ //declaramos que
al presionar el botón sucederá una acción (evento clic).

            @Override

            public void onClick (View v){ //declaramos el evento clic.

                Intent btn = new Intent(MainActivity.this,
com.example.josue.museodelferrocarril.Menu.class); //declaramos que la
variable btn es parte de un intento. Se declara que nuevo intento está en la
página MainActivity.this. Se declara que al suceder el evento clic a donde

```

nos tiene que llevar es al Menu.class.

```
        startActivity(btn);
    } //cierra las instrucciones de páginas.
}); //cierra el evento clic.
} //cierra instrucciones a utilizar.
} //cierra la configuración de página.
```

Enseguida damos un ejemplo de las líneas de código un ImageView y un EditText

```
<ImageView //Abrimos el ImageView
    android:layout_width="250dp"
//layout_width Tamaño horizontal en la pantalla del ImageView.
//wrap_parent Tamaño definido para el contenido del ImageView.
    android:layout_height="350dp"
//layout_height Tamaño vertical en la pantalla del Button.
//wrap_parent tamaño ajustado al contenido del Button.
    android:layout_centerHorizontal="true"
//layotu_centerHorizontal Se alinea el TextView al centro de la pantalla.
//true Se activa este comando (mientras no se escriba el comando y el "true"
se considera desactivado).
    app:srcCompat="@drawable/boleto"
//srcCompat Comando para llamar a la imagen.
//@drawable/boleto Imagen llamándola desde la carpeta drawable
    android:id="@+id/boleto"
//id Nombre para llamar desde java.
//@+id/boleto Nombre que se le asigna.
    android:scaleType="fitCenter"
//scaleType Tipo de escala de la imagen
```

```
//fitCenter Escala que se elige para la imagen  
</> //Cerramos el ImageView
```

<EditText

```
    android:layout_width="match_parent"
```

//layout_width Tamaño horizontal en la pantalla del EditText.

//match_parent Tamaño completo en la pantalla del EditText.

```
    android:layout_height="150dp"
```

//layout_height Tamaño vertical en la pantalla del EditText.

//wrap_parent tamaño ajustado al contenido del EditText.

```
    android:hint="Escribe su calificación y comentario ejemplo: 5, el museo..."
```

//hint Es un comando para hacer un comentario que desaparece cuando se escribe el texto por parte del usuario.

//Escribe Texto que se agrega para dar una instrucción.

```
    android:id="@+id/editar1"
```

//id Nombre para llamar desde java.

//@+id/editar1 Nombre que se le asigna.



ANEXO 1

LISTA DE PUBLICACIONES

Anexo 1

Ponencias en congresos

APP DESIGNED FOR A MEXICAN MUSEUM, SUPPORTED BY UNIVERSITY COLLABORATION.

IEEE ROC&C'2017, llevado a cabo del 27 al 30 de noviembre del 2017. Congreso Internacional.

LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA, UNA ESTRATEGIA DE ATRACCIÓN A MUSEOS CON DIVERSAS TEMÁTICAS.

3er ENCUENTRO INTERNACIONAL DE MUSEOS Y PATRIMONIO, llevado a cabo el 3 y 4 de noviembre del 2016. Congreso Internacional.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

Jefatura de Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas



Cuernavaca, Morelos, 29 de noviembre de 2018.

DR. GENNADIY BURLAK
DR. DIEGO SEURET JIMÉNEZ
DRA. SVITLANA KOSHOVA
DR. JOSE GERARDO VERA DIMAS
DRA. MARGARITA TECPOYOTL TORRES
PRESENTE

Por este conducto me permito comunicarle que han sido designados miembros del COMITÉ REVISOR de la TESIS titulada “DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN UN MUSEO” que presenta el alumno **JOSUE OSVALDO SANDOVAL REYES**, para obtener el título de **MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**.

Se les recuerda que por reglamento se tiene un plazo de 20 días hábiles (a partir de la fecha de recepción del documento) para la revisión del manuscrito, por lo que le solicitamos no exceder el plazo señalado. Sin otro particular aprovecho la ocasión para enviarles un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. ROSENBERG JAVIER ROMERO DOMÍNGUEZ
COORDINADOR DEL POSGRADO
EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS



RJR*RSU/nmc.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

Jefatura de Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas



ASUNTO: APROBACIÓN DE TESIS

Cuernavaca, Morelos, 29 de noviembre de 2018

JOSUE OSVALDO SANDOVAL REYES

PRESENTE

Por este conducto le notifico que su tesis de Maestría titulada "DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN UN MUSEO"

Fue aprobada en su totalidad por el jurado revisor y examinador integrado por los ciudadanos:

NOMBRE	FIRMA
DR. GENNADIY BURLAK	
DR. DIEGO SEURET JIMÉNEZ	
DRA. SVITLANA KOSHOVA	
DR. JOSE GERARDO VERA DIMAS	
DRA. MARGARITA TECPOYOTL TORRES	

Por consiguiente, se autoriza a editar la presentación definitiva de su trabajo de investigación para culminar en la defensa oral del mismo.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

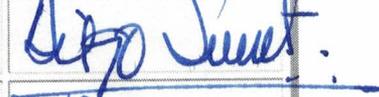
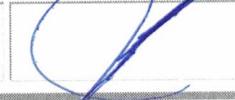
DR. ROSENBERG JAVIER ROMERO DOMÍNGUEZ
COORDINADOR DEL POSGRADO EN
INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Cuernavaca, Morelos, a 29 de noviembre de 2018.

DR. ROSENBERG JAVIER ROMERO DOMÍNGUEZ
COORDINADOR DEL POSGRADO EN
INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
PRESENTE

Atendiendo a la solicitud para emitir DICTAMEN sobre la revisión de la TESIS titulada “DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN UN MUSEO” que presenta el alumno **JOSUE OSVALDO SANDOVAL REYES**, para obtener el título de **MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**.

Nos permitimos informarle que nuestro voto es:

NOMBRE	DICTAMEN	FIRMA
DR. GENNADIY BURLAK	Aprobado	
DR. DIEGO SEURET JIMÉNEZ	Aprobado	
DRA. SVITLANA KOSHOVA	Aprobado	
DR. JOSE GERARDO VERA DIMAS	Aprobado	
DRA. MARGARITA TECPOYOTL TORRES	Aprobado	

PLAZO PARA LA REVISIÓN 20 DÍAS HÁBILES (A PARTIR DE LA FECHA DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO)

NOTA. POR CUESTION DE REGLAMENTACIÓN LE SOLICITAMOS NO EXCEDER EL PLAZO SEÑALADO, DE LO CONTRARIO LE AGRADECEMOS SU ATENCIÓN Y NUESTRA INVITACIÓN SERÁ CANCELADA.

RJR*RSU/nmc

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209
Tel. (777) 329 70 00, ext. 6208 / raquel.sotelo@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023