



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESPLIEGUE DE  
INFORMACIÓN DOCENTE INTERACTIVA MEDIANTE TECNOLOGÍA  
MULTIMEDIA TÁCTIL.

AUTOR

CARLOS RENATO CUESTAS HURTADO

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESPLIEGUE DE INFORMACIÓN  
DOCENTE INTERACTIVA MEDIANTE TECNOLOGÍA MULTIMEDIA TÁCTIL

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de la Información

Profesor Guía

MSc. William Eduardo Villegas Chiliquina

Autor

Carlos Renato Cuestas Hurtado

Año

2019

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Implementación de un sistema de despliegue de información docente interactiva mediante tecnología multimedia táctil, a través de reuniones periódicas con el estudiante Carlos Renato Cuestas Hurtado, en el semestre 201920, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

William Eduardo Villegas Chilibingua  
Magister en Redes de Comunicaciones  
C.I:1715338263

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Implementación de un sistema de despliegue de información docente interactiva mediante tecnología multimedia táctil, del estudiante Carlos Renato Cuestas Hurtado, en el semestre 201920, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Iván Patricio Ortiz Garcés  
Magister en Redes de Comunicaciones  
C.I.: 0602356776

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Carlos Renato Cuestas Hurtado  
C.I.: 1104370612

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme brindado salud, sabiduría y persistencia a la hora de emprender el camino de mi carrera universitaria.

Carlos Cuestas Hurtado.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mis padres y hermanos, quienes han sido mi motivación y fuerza durante este trayecto, éste logro se lo debo a ustedes de todo corazón.

Carlos Cuestas Hurtado

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como fin desarrollar la implementación de un sistema multimedia de información de horarios docentes haciendo uso de la tecnología táctil el cual será implementado en las afueras de la sala de profesores del campus Queri en la Universidad de las Américas.

Para la elaboración de la implementación se especifica el análisis de las tecnologías disponibles en el mercado de hardware que puedan ser óptimas para su uso dentro del proyecto, en este paso se toma en cuenta tanto el factor económico como su compatibilidad de software con los diferentes lenguajes de programación y herramientas sobre las cuales se procede a desarrollar la interfaz web del sistema.

El siguiente paso es el diseño de la interfaz donde se especifican tanto los requerimientos de hardware que conforman la implementación como los de software, es ahí donde se explican las funcionalidades previstas para que el sistema tenga un funcionamiento acorde con los usuarios que tengan interacción con él, así como los procesos que el administrador y los docentes deben seguir para utilizar el sistema.

A continuación, se procede a la implementación del sistema web donde se explican las instalaciones de las herramientas que permitirán el funcionamiento del sistema y sus interacciones con los servicios que se inicializan para su despliegue.

Además, se realiza el análisis de los resultados de la integración tanto del hardware como del software con el sistema de despliegue de horarios y sus funcionalidades con los usuarios.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante y después del desarrollo de la implementación de sitio del sistema.

## **ABSTRACT**

The purpose of the present degree work is to develop the implementation of a multimedia information system for teaching hours using touch technology which will be implemented outside the teacher's room of the Queri campus at the Universidad de las Américas.

For the elaboration of the implementation, the analysis of the technologies available in the hardware market that may be optimal for use within the project is specified, in this step both the economic factor and its software compatibility with the different languages are taken into account of programming and tools on which we proceed to develop the web interface of the system.

The next step is the design of the interface where both the hardware requirements that make up the implementation and the software are specified, this is where the functionalities foreseen for the system to function in accordance with the users interacting with the system are explained, as well as the processes that the administrator and the teachers must follow to use the system.

Next, we proceed to the implementation of the web system where the facilities of the tools that will allow the operation of the system and its interactions with the services that are initialized for deployment are explained.

In addition, the analysis of the results of the integration of both hardware and software with the schedule deployment system and its functionalities with users is performed.

Finally, the conclusions and recommendations obtained during and after the development of the system site implementation are presented.

# ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Alcance .....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 General.....	4
1.4.2 Específicos .....	4
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Dispositivos de Implementación .....	5
2.1.1 Raspberry pi .....	5
2.1.2 Tecnología multimedia táctil .....	8
2.2 Arquitectura y Lenguajes de programación .....	14
2.2.1 Infraestructura LAMP .....	14
2.2.2 Protocolo SFTP .....	18
2.2.3 Visual Studio Code .....	18
3. CAPÍTULO III. DISEÑO .....	20
3.1 Requerimientos del Hardware .....	20
3.1.1 Raspberry Pi.....	20
3.1.2 Módulo de Pantalla táctil .....	21
3.1.3 Computador.....	21
3.2 Requerimientos de Software .....	21
3.2.1 Consulta de Horarios.....	21
3.2.2 Agregar Docente .....	22
3.2.3 Modificar Docente.....	22
3.2.4 Eliminar Docente .....	23
3.2.5 Agregar Clases.....	23
3.2.6 Eliminar Clases.....	24
3.3 Diagrama de Procesos .....	24
3.3.1 Proceso General del sistema de despliegue de horarios .....	24
3.3.2 Proceso Consulta de Horarios.....	25
3.3.3 Proceso Agregar Docente .....	26
3.3.4 Proceso Modificar Docente .....	27
3.3.5 Proceso Eliminar Docente .....	28
3.3.6 Proceso Agregar Clase .....	28
3.3.7 Proceso Eliminar Clase .....	29
3.4 Diagramas de Flujo .....	30

3.4.1	Diagramas de Flujo General del sistema de despliegue de horarios .....	30
3.4.2	Diagramas de Flujo Consulta de Horarios .....	32
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ....</b>	<b>33</b>
4.1	Instalación de Raspbian en la raspberry pi .....	33
4.2	Configuración de servidor remoto a través de SSH y VNC viewer .....	36
4.3	Configuración del teclado virtual para raspberry pi .....	40
4.4	Comunicación entre el servidor en el raspberry pi y la base de datos .....	42
4.5	Configuración de la base de datos .....	43
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
5.1	Implementación de la Infraestructura.....	45
5.2	Funcionamiento del Sistema de Consulta de Horarios .....	46
5.2.1	Login Usuario .....	46
5.2.2	Agregar Docentes.....	48
5.2.3	Ver Docentes.....	49
5.2.4	Ver Clase.....	51
5.2.5	Agregar Clase.....	52
5.2.6	Consulta de Horarios.....	52
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
6.1	Conclusiones.....	54
6.2	Recomendaciones.....	55
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Estructura Raspberry pi.....	5
<i>Figura 2.</i> Raspberry pi 3B+.....	7
<i>Figura 3.</i> Tecnología multimedia táctil.....	10
<i>Figura 4.</i> Pizarra touch Multiclass.....	11
<i>Figura 5.</i> Pantallas 4D Systems Pty.....	12
<i>Figura 6.</i> Módulo de pantalla de raspberry.....	12
<i>Figura 7.</i> Pantalla de GeChic.....	13
<i>Figura 8.</i> HMI Touch-Screen.....	14
<i>Figura 9.</i> Entorno de Desarrollo Visual Studio Code.....	19
<i>Figura 10.</i> Diagrama General del sistema de despliegue de horarios.....	25
<i>Figura 11.</i> Diagrama del proceso de consulta de horarios.....	26
<i>Figura 12.</i> Diagrama del proceso de Agregar Docentes al sistema.....	27
<i>Figura 13.</i> Diagrama del proceso de Modificar Docentes del sistema.....	27
<i>Figura 14.</i> Diagrama del proceso de Eliminar Docentes del sistema.....	28
<i>Figura 15.</i> Diagrama del proceso de Agregar Clase a través de una IP Local al sistema.....	29
<i>Figura 16.</i> Diagrama del proceso de Eliminar Clase a través de una IP Local al sistema.....	30
<i>Figura 17.</i> Diagrama del proceso general que inicializa la aplicación web del sistema de despliegue de horarios.....	31
<i>Figura 18.</i> Diagrama del proceso de consulta de horarios por parte de un usuario.....	32
<i>Figura 19.</i> Interfaz de Noobs Precargado.....	33
<i>Figura 20.</i> Describe la configuración de detalles de ubicación del dispositivo.....	35
<i>Figura 21.</i> Describe la configuración red WIFI del dispositivo.....	35
<i>Figura 22.</i> Instalación de Raspeberry pi.....	36
<i>Figura 23.</i> Describe las interfaces que deben ser activadas.....	36
<i>Figura 24.</i> Ejecución del comando de la conexión de SSH.....	37
<i>Figura 25.</i> Ingreso de credenciales al terminal.....	37
<i>Figura 26.</i> Acceso al raspberry a través del protocolo SSH.....	37
<i>Figura 27.</i> Ejecución de comandos de actualización de Raspbian.....	38
<i>Figura 28.</i> Descarga del visor VNC viewer.....	38
<i>Figura 29.</i> Funcionalidades de la aplicación.....	39
<i>Figura 30.</i> Nueva conexión de VNC Viewer.....	39
<i>Figura 31.</i> Configuración del servidor de conexión VNC viewer.....	39
<i>Figura 32.</i> Acceso a raspberry pi a través de un servidor VNC.....	40
<i>Figura 33.</i> Actualización de librería de instalación de teclado virtual.....	40
<i>Figura 34.</i> Configuración de teclado virtual.....	41

Figura 35. Edición de Script para creación de icono del teclado virtual. ....	41
Figura 36. Edición de Script para creación de ejecutable del teclado. ....	42
Figura 37. Ejecución del teclado en pantalla y en la aplicación.....	42
Figura 38. Estructura del aplicativo web con la base de Datos. ....	43
Figura 39. Script de conexión con la base de datos alojada en rest. ....	43
Figura 40. Implementación de la infraestructura .....	45
Figura 41. Login Usuario Prueba 1.....	47
Figura 42. Login Usuario Prueba 2.....	48
Figura 43. Agregar Docente Prueba 1.....	48
Figura 44. Especificaciones de la clase Prueba 2.....	49
Figura 45. Opción Ver Docente.....	49
Figura 46. Formulario de edición del Docente.....	50
Figura 47. Mensaje de eliminación de docente.....	51
Figura 48. Interfaz inicial del usuario Docente.....	51
Figura 49. Visualización de horarios del Docente.....	51
Figura 50. Clase Física Agregada desde usuario Docente.....	52
Figura 51. Consulta de Horarios Prueba 1.....	52
Figura 52. Consulta de Horarios Prueba 2.....	53
Figura 53. Visualización de horarios de Docentes.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los modelos de Raspberry pi .....	6
Tabla 2. Bloque 1 Tabla Docentes .....	44
Tabla 3. Bloque 2 Tabla Clases .....	44
Tabla 4. Periféricos de funcionamiento .....	46

## 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

En la última década, se ha optado por actualizar el sistema educativo mediante la incorporación de tecnología, que permita mejorar las habilidades digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje, impulsando a los estudiantes a apropiarse del conocimiento (Chan, 2004).

Las primeras interacciones tecnológicas limitaban el alcance e impacto de las comunicaciones interpersonales debido a su mal manejo. Uno de los retos más importantes de la actual sociedad es transferir de manera correcta la información, esto se ha logrado desde los años setenta mediante la implementación de tecnología táctil multimedia, que evoluciona conforme se desarrolla la ciencia (Díaz-Barriga, 2010).

Mediante la evolución de la tecnología, desde el lanzamiento del computador personal (año de 1981) hasta el procesamiento en dispositivos móviles (año 2000), la tecnología táctil ha conseguido en dispositivos móviles una ambientación y un entorno gráfico más sencillo para sus usuarios. Es así, que incluso se disminuye el uso de periféricos como mouse o teclado sin alterar la información presentada (Agarwal & Prasad, 1997).

En la Universidad Técnica del Norte se realizó un proyecto donde se planteaba la realización del diseño, construcción e implementación de un sistema que mostrara información interactiva usando tecnología LED, este prototipo permitió la correcta difusión de información (Chicaiza & Pozo, 2015).

Asimismo, en la ciudad de Madrid se desarrolló un proyecto que busca implementar una mesa Multi-touch. Este prototipo se funcionalizó mediante la comparación de dos tipos de tecnologías: iluminación difusa y reflexión interna.

Además, este sistema tiene como característica la fácil interacción del usuario con la tecnología (Díez, 2011).

## **1.2 Alcance**

El presente proyecto de titulación busca implementar un sistema de despliegue de información docente interactiva mediante el uso de tecnología multimedia táctil.

Este sistema se basa en la interacción del usuario con una interfaz gráfica de un servidor web mostrado a través de una pantalla que utiliza tecnología táctil, que busca satisfacer la necesidad de realizar consultas tanto de clases programadas del docente, tutorías y actividades planificadas durante la semana.

El diseño parte de la utilización de un dispositivo base conocido como raspberry pi que proveerá la interconexión de los periféricos al alcance del usuario y mantendrá la conexión interna hacia una base de datos que recopilará información modificable por parte de los docentes; estos datos se proyectaran haciendo uso de una herramienta Javascript a través de una interfaz de página web.

Este sistema permitirá realizar la consulta para usuarios en general, así como la edición de la información dispuesta en el sistema para usuarios autorizados con sus respectivas credenciales.

El sistema busca ser desarrollado de tal manera que sea una plataforma genérica que pueda utilizarse a futuro en las diferentes áreas y carreras de la universidad. La implementación se ubicará en un lugar accesible fuera de las instalaciones de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de la Información ubicada en el bloque 4 del Campus Queri.

### 1.3 Justificación

Cuando se ingresa a una institución desconocida o un área de algún edificio nueva para el usuario, surge la necesidad de buscar información, teniendo muchas de las veces que afrontar largos turnos de espera para acceder a la información. En la actualidad la consulta de horarios de docentes se realiza de forma manual, por tal motivo se generan tiempos de respuesta largos y gastos de material de oficina innecesaria, porque al realizar un cambio de horario genera un conflicto con respecto a la asignación realizada; y de tal forma que los tiempos de respuesta se extienden debido a la nueva reasignación de los horarios (Perona, 2006).

Es por ello que en la Universidad de las Américas existe la necesidad de automatizar los procesos de consultas y servicios. En las instalaciones de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de la Información se presenta la necesidad de un sistema para la consulta interactiva de horarios de docentes disponible para usuarios.

Una aplicación para este tipo de usuarios conllevará un gran valor agregado para este servicio, ya que se dispondrá ágilmente de información relevante para el uso diario de este servicio. Los usuarios se verán beneficiados al disminuir los tiempos de respuesta de sus servicios, y la Facultad de Ingeniería estará a la vanguardia de la mejores facultades del país ya que contarán con servicios multimedia interactivos para la atención de los requerimientos de sus usuarios, así mismo se marca la importancia en el modelamiento de la aplicación que a pesar de no ser una técnica reciente es de gran utilidad al momento de diseñar e implementar el servicio de consulta de horarios de docentes.

El aporte del proyecto a la comunidad académica además de la puesta en producción de los servicios modelados, será el documento de investigación en el cual se describirá cada uno de los procesos realizados en el diseño del

proyecto y que servirá de guía a los estudiantes y docentes interesados en el desarrollo de las aplicaciones referentes al tema.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

- Implementar un sistema de despliegue de información docente interactiva mediante el uso de tecnología multimedia táctil.

### **1.4.2 Específicos**

- Analizar las tecnologías y componentes electrónicos para el desarrollo del prototipo de sistema de despliegue de información docente.
- Diseñar el sistema de despliegue de información docente interactiva, mediante pantalla táctil que permita consultar en una base de datos los horarios de los docentes de la carrera.
- Analizar los resultados del funcionamiento del sistema implementado en las instalaciones de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de la Información.

## **2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

La implementación de un sistema de despliegue de información docente a través de tecnología multimedia táctil demostrará el uso de varias arquitecturas integradas de software libre entre sí, conocida como infraestructura LAMP además de hardware que posibilite la interacción, edición y actualización táctil por parte de los usuarios. Las herramientas que convergen en este sistema, así como sus tecnologías se encuentran descritas en las páginas subsecuentes.

## 2.1 Dispositivos de Implementación

### 2.1.1 Raspberry pi

Raspberry pi nace como un proyecto de caridad proveniente de Reino Unido que busca proyectar una evolución en el mejoramiento del sistema educativo de países en desarrollo frente a la creciente tendencia tecnológica (Kyaw, Truong, & Joseph, 2017).

Como se muestra en la Figura 1, consiste en un computador multipropósito de bajo costo que consta de un procesador miniatura que ejecuta las instrucciones e integra varios periféricos del usuario condensando todas estas funcionalidades en un dispositivo del tamaño de una tarjeta de crédito.



*Figura 1.* Estructura Raspberry pi.

Tomado de (MagPicc, 2019).

La principal cualidad que hace atractiva la utilización de este dispositivo aparte de su costo es la interconectividad del mismo con tecnologías de gran desarrollo en los últimos años como son el WIFI, HDMI y Ethernet cada una con sus respectivos protocolos y especificaciones. Estas conexiones permiten la reducción en gran medida del costo de sistemas embebidos que actualmente monitorean tareas cotidianas que funcionan a nuestro alrededor en empresas e incluso hogares (John, 2018). Además, su software esta originalmente funcionando sobre un sistema operativo Linux lo cual permite su interacción y

uso de diferentes lenguajes de programación como son Python, Java, C, C++, etc. (Slaven, 2015).

### 2.1.1.1 Tipos y Características

La familia principal de Raspberry Pi cuenta con tres versiones disponibles en el mercado hasta el momento, así es que el modelo 1, se presentó en sus versiones: A, B y B+, en las tres versiones siempre ha sido más común la versión B, sin embargo, se pueden encontrar variaciones y actualizaciones en sus características de modelo a modelo (Rani, Lavanya, & Poojitha, 2018).

Una característica importante que ha cambiado notablemente además de la potencia de cálculo y periféricos en el modelo B es que el puerto USB ya no está directamente conectado al SOC.

La familia Raspberry Pi Zero ha buscado integrar en un dispositivo de menos costo y tamaño, las características de un raspberry pi 1 versión B en su concepción inicial, este formato lo hace adecuado para aplicaciones que optimicen el espacio, por ejemplo IoT (Kyuchukova, Hristov, Zahariev, & Borisov, 2015). En la Tabla 1 se observa los diferentes modelos de Raspberry pi junto con sus características.

Tabla 1.  
*Características de los modelos de Raspberry pi*

Modelo	Raspberry Pi 1 B+	Raspberry Pi 2 B	Raspberry Pi 3B	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi Zero W
Fecha	2012/02/15	2015/02/1	2016/02/29	2015/11/30	2017/02/28
Precio	34.02\$	39.70 \$	39.70\$	5.67\$	11.34\$
SOC	Broadcom BCM 2835	Broadcom BCM 2836	Broadcom BCM 2837	Broadcom BCM 2835	Broadcom BCM 2835
Core	ARM 1176JZF-S	Cortex-A7	Cortex-A53 64bit	ARM 1176JZF-S	ARM 1176JZF-S

N°Cores	1	4	4	1	1
GPU			VideoCore IV		
CPU Clock	700 Mhz	900 Mhz	1.2 Ghz	1 Ghz	1Ghz
RAM	512 MB	1 GB	1 GB	512MB	512 MB
USB	2	4	4	1 MicroUSB	1 MicroUSB
Ethernet	Si	Si	Si	No	No
Wi-Fi	No	No	Si	No	Si
Bluetooth	No	No	Si	No	Si
HDMI	Si	Si	Si	Mini	Mini
Peso	45g	45g	45g	9g	9g
Consumo	700 mA	820 mA	1400 mA	350 mA	350 mA

Tomado de (Raspberry Pi, 2019).

Para este proyecto de titulación se utilizará la versión 3 B+ (Figura 2), que se adapta a las necesidades del sistema a implementarse por sus características de periféricos y precio.



Figura 2. Raspberry pi 3B+.

Tomado de (Raspberry Pi, 2019).

### 2.1.1.2 Sistemas Operativos y herramientas

Los ordenadores comunes se encuentran funcionando bajo una distribución de los sistemas operativos más comunes que pueden ser Windows, OS X o alguna distribución de Linux, Raspberry pi usa un sistema operativo que es una distribución de Linux llamada Raspbian.

Raspbian es la distribución recomendada por la fundación quien brinda soporte, foros y participación de la comunidad, esta distribución es derivada

básicamente de la distribución Debian pero optimizada para su utilización en el dispositivo y de fácil entendimiento para principiantes (Richardson & Wallace, 2012).

Sin embargo, no está limitado a usar estrictamente Raspbian hay muchos tipos de sistemas operativos entre ellos distribuciones de Linux apoyadas por la fundación Raspberry pi. Entre ellos podemos encontrar:

- Ubuntu Mate
- Ubuntu Core
- Ubuntu Server
- Windows 10 IoT Core
- OSMC
- LibreELEC
- PiNet
- RISC OS, Entre otros.

El éxito que derivó de la distribución de este dispositivo impulsó el desarrollo de múltiples accesorios y herramientas por parte de usuarios y grupos relacionados a la fundación. Estas herramientas van desde una cámara hasta controladores CNC adaptables a la placa que facilitan el desarrollo de proyectos muy variados o a su vez específicos, para la implementación de este proyecto de titulación utilizaremos una pantalla capacitiva táctil compatible con raspberry pi de marca Kuman (Harrington, 2015).

### **2.1.2 Tecnología multimedia táctil**

Desde las primeras interacciones tecnológicas, la forma en la que se presenta la información a la sociedad ha limitado el alcance y el impacto de las comunicaciones interpersonales y la capacidad de abstracción de las personas frente a lo que se les presenta.

La aplicación de la tecnología multimedia dentro de un entorno universitario puede cambiar la enseñanza de ciertas materias esto por la forma en que la información de imágenes, videos, gráficos interactivos, sonido e imágenes puede variar dentro de un PC o algún dispositivo seleccionado (Jian-hua & Hong, 2012; Svetec, Repnik, Arcet, & Klemenčič, 2016).

Se ha comprobado que estos métodos mejoran la fuerza expresiva del contenido a enseñar, esto debido a que los estudiantes pueden participar activamente del proceso de enseñanza a través de actividades multimedia en las que puedan reforzar el conocimiento abstraerlo y no solo aceptarlo pasivamente como un hecho que es conocida como la forma común de entenderlo en nuestro medio (Wastiau et al., 2013, p. 27).

Particularmente al referirnos a tecnología multimedia táctil con sus inicios a partir de la pantalla táctil capacitiva ideada por el británico E.A Johnson entre los años 1965 y 1967 y continuando en la década de los setenta con el doctor Sam Hurst quien introdujo el sensor táctil llamado "Elograph" se logró patentar la primera pantalla táctil resistiva cuya tecnología está presente en una gran diversidad de productos hoy en día.

Posteriormente el siguiente gran paso lo dieron compañías de gran realce para la industria como HP, Apple, IBM y PALM las cuales en alrededor de los años 80 lanzaron sus primeros prototipos de computadores táctiles de uso comercial que incluían transmisores y receptores infrarrojos, en los años noventa es Apple quien da las pautas de el siguiente paso presentando una PDA denominada Message PAD (Figura 3a) que hacía uso de un lápiz táctil, a su vez IBM presentó el primer smartphone (Figura 3b) que hacía uso de este tipo de tecnología e incorporando funcionalidades como bloc de notas, calendario e incluso fax todo esto prescindiendo de los botones (Velasco, 2019).



*Figura 3. Tecnología multimedia táctil*

Tomado de (Velasco, 2019).

a) Presentación de Message PAD de Apple. b) Smartphone de IBM.

Al pasar los años los precios de estas tecnologías se han ido abaratando y las opciones. En el mercado también han ido creciendo especialmente en los últimos 5 años en los que la tecnología de dispositivo personal y móvil ha impactado masivamente nuestro convivir diario.

### 2.1.2.1 Pantallas Disponibles en el Mercado

- **Pantalla táctil Multiclass Touch Screen**

Estas pantallas son la propuesta al mercado de la empresa Multiclass especializada en la tecnología del e-learning presentan esta nueva generación de pantallas en formato de pizarras sugiere proveer de tecnología multitáctil a pantallas LED de alta definición (Figura 4).



*Figura 4.* Pizarra touch Multiclass.

Tomado de (Guzmán et al., 2018, p. 426).

Involucra Paneles 4k HD, a través de tecnología táctil de infrarrojos con una pantalla táctil de 10 toques, al mantener el sistema operativo android integrado y ser compatible con los demás sistemas operativos libera una amplia gama de utilidades, se encuentra disponible en tamaños de 55", 65", 75" y 86" (Iglesias-Posadilla, Gómez-Marcos, & Hernández-Tejedor, 2017).

Es multiplataforma, compatible con: Windows, Mac, iOS y Android además entre sus principales funciones encuentran: compartir pantalla, enviar vídeos, control remoto de la pantalla, notas y dibujos, abrir archivos, cámara de documentos, etc. (Guzmán, García, García, Bianchetti, & Gaona, 2018).

- **Módulos de pantalla táctil compatibles con Raspberry Pi**

- a) 4D Systems Pty es una empresa líder en la manufactura, desarrollo y distribución de tecnología, teniendo su origen en los años 90 en Sydney-Australia han logrado posicionarse como una empresa innovadora en el mercado de dispositivos inteligentes embebidos.

En particular su serie gen4-4DP (Figura 5) nos presenta una variedad de módulos diseñados para dispositivos raspberry pi con varias versiones como son de 4.3", 5", y hasta 7" (Oñate, 2019).



*Figura 5.* Pantallas 4D Systems Pty.

Tomado de (Oñate, 2019).

- b) Shenzhen Co, Ltd es una empresa registrada en Estados Unidos y originaria de China que también se especializa en la manufactura desarrollo y comercialización de kits de aprendizaje, hardware y herramientas relacionadas. Con un conjunto de más de cien ingenieros al servicio de la elaboración de productos electrónicos para tarjetas arduino, raspberry pi e impresora 3D ofrecen al mercado módulos de pantallas táctiles (Figura 6) compatibles con la tarjeta raspberry pi de 3.5", 5", 7" y 10" (Cervántes & Espinoza, 2010).



*Figura 6.* Módulo de pantalla de raspberry.

Tomado de (Shenzhen International Holdings, s.f.).

Es importante denotar que estos módulos se alimentan directamente de la tarjeta del raspberry pi, lo que facilita su conexión y ensamblaje en determinados proyectos en particular la pantalla de marca Kuman presenta la característica de ser intercambiable tanto vertical y horizontalmente y

compatible con una gran variedad de arquitecturas incluso Windows 10 IOT (4D Systems, 2018).

- **GeChic 1303i**

GeChic 1303i es usado por usuarios de Windows, Apple y jugadores de videojuegos, ofrece una alta resolución y es portátil (Figura 7). Posee una cubierta adaptable y duradera, fabricada de aluminio que lo protege: (Pazmiño, 2016)



*Figura 7.* Pantalla de GeChic.

Tomado de (GeChic, s.f.)

- Pantalla 13,3 pulgadas táctil portátil con HDMI, Mini DisplayPort, VGA.
- Contraluz del LCD.
- Resolución: 1920 x1080p.
- Ángulo de visión: 178 grados horizontal, 178 grados vertical/Dimensión. (W / H / T) 13.6 in x 8.9 in x 0.4 in, 14 in x 9.1 in x 0.8in.

- **KMT04300CE**

Como se muestra en la Figura 8, posee una pantalla HMI Touch-Screen cuenta con varias funciones para diferentes aplicaciones. Dentro de este dispositivo se incluye procesadores de alta gama y velocidad, incluye puertos de comunicación serial, así como varios puertos de comunicación simultánea (JM Industrial, 2018).



*Figura 8.* HMI Touch-Screen.

Tomado de (JM Industrial, 2018).

- Display: 5.6" TFT.
- Resolución: 320x240 px.
- Iluminación: LED.
- Vida útil de iluminación: 50000 hr.
- Procesador: 32-bit RISC CPU 400MHz.
- Memoria: 8M FLASH, 16M SDRAM.

## **2.2 Arquitectura y Lenguajes de programación**

### **2.2.1 Infraestructura LAMP**

LAMP se refiere a la abreviación de una infraestructura web que comprende los siguientes componentes de software:

- Linux se referencia al sistema operativo o también al uso del protocolo LDAP.
- Apache que hace referencia al servidor Web.
- MySql/MariaDB con referencia al gestor de base de datos.
- Perl, PHP o Python, referenciando los lenguajes de programación.

#### **2.2.1.1 Linux**

Linux es un sistema operativo del tipo Unix (conjuntamente con OS X) caracterizado por ser un software libre compatible con los ordenadores IBM-PC

ideado por la fundación GNU y encabezado por Linus Torvalds en aquel momento estudiante graduado de la universidad de tecnología de Helsinki en Finlandia. Su escritura de código desde que empezó no contiene código propietario aunque mantiene los derechos de autor el permite la libre distribución del código base, siendo esta iniciativa uno de los ideales de la fundación que hoy mantiene una comunidad muy amplia de colaboradores que aportan diariamente dentro de foros y blogs en la red al desarrollo de software de este tipo así como a cada una de sus distribuciones disponibles en el mercado (Bokhari, 1999).

Hoy en día Linux es un sistema operativo robusto y completo que proporciona todas las cualidades y capacidades normalmente asociadas a los sistemas comerciales Unix.

En cuanto a redes se refiere Linux ha dado un paso muy grande para la implementación de grandes estructuras de conexión como hoy se puede notar en su presencia dentro de los servidores de las más grandes compañías, admiten inicios de sesión remotos, shell remotos y comunicación a través de correo electrónico en sus versiones más básicas. Una característica notable es el desarrollo de un sistema de archivos NFS que permite la compartición de archivos entre varios ordenadores de manera ágil, lo que reduce el uso del disco duro y minimiza en gran medida los gastos generales de administración del sistema (Dalheimer, Dawson, Kaufman, & Welsh, 2002).

El increíblemente desarrollado mercado de ordenadores lo ha hecho asequible “Ahora con un sistema operativo libre como Linux, ahora con estas máquinas de bajo costo se han podido lograr grandes estaciones de trabajo de gran alcance para docencia e investigación” (Piggin, 2006). Todas estas características están disponibles gratuitamente, sin derechos de licencia.

### **2.2.1.2 Apache**

El desempeño de los servidores web es un factor crítico en el éxito y en la regla de negocio de la mayoría de compañías y organizaciones del mundo en nuestros días. Desde sus inicios apache se consideró el servidor web sobre el que se sentó las bases del desarrollo web de nuestros días (Ware & Lee, 2002).

Apache está disponible gratuitamente es un servidor web basado en Unix que originalmente se desarrolló por un grupo de voluntarios. En sus inicios estaba basado en código y fundamentos encontradas en NCSA httpd 1.3, sin embargo, fue completamente reescrito. Se encuentra disponible en el mercado en un estimado del 40% de servidores web hoy en día.

Apache nos provee características masivamente configurables, además nos brinda sistemas de autenticación con bases de datos, en sus inicios se le atribuyó un déficit de configuración en cuanto a la interfaz gráfica que complementa su implementación (Hu, Nanda, & Yang, 1999).

A la hora de implementar el servidor web se procede a configurar el fichero apache2.conf o httpd.conf. Cualquier alteración de este fichero solo se nota al reiniciar el servidor o los archivos de configuración como tal.

### **2.2.1.3 MySQL**

Dentro de la gestión de nuestra infraestructura LAMP es el momento de hablar del gestor de base de datos, MySQL es un gestor de bases de datos relaciones muy rápido y robusto. El sistema que posee nos permite eficientemente almacenar, buscar, ordenar, y recuperar información en nuestra infraestructura (Göriz & Birnbaum, 2005).

MySQL además de almacenar nuestros datos y permitir el acceso seguro a ellos, brinda la opción de asegurar el acceso a múltiples usuarios de manera concurrente y serializar los accesos a los usuarios que no tengan permisos para controlar estos datos (Crovella & Bestavros, 1997).

Desde su presentación en 1996 MySQL está disponible bajo una licencia de software Open source sin embargo para fines más específicos oferta licencias comerciales si es que es requerido.

SQL es el lenguaje común de comunicación de la mayoría de gestores de base de datos alrededor del mundo y este gestor hace. Uso de permitiendo incluso la interconexión y gestión de información entre bases de datos similares, al ser software de código abierto gana mucha más popularidad haciendo uso de este tipo de lenguaje estructurado (Göriz & Birnbaum, 2005).

Una infraestructura de aplicaciones bien compacta y refinada puede permitirnos ahorrar tiempos de respuesta en nuestra implementación es así que MySQL nos permite unir sus características a nuestros lenguajes de programación seleccionados para concluir una aplicación eficiente y robusta (Birnbaum & Wakcher, 2005).

#### **2.2.1.4 PHP**

Se define como un preprocesador de hipertexto, PHP es un lenguaje de programación de código general, de lado del servidor diseñado específicamente para el desarrollo web a través de una página de formato HTML (Krantz & Dalal, 2000).

PHP se originó en el año de 1994 por Rasmus Lerdorf y se ha modificado para ser el lenguaje de programación usado en páginas web en al menos 75% de los sitios Web hoy en día impulsado principalmente por el proyecto y servicios ofrecidos por Wordpress que gestionan 32% de los sitios web activos en la red.

PHP es un producto de código abierto este lenguaje de programación también se adhirió a la iniciativa del Open source ideada por la fundación GNU y al estar basado primordialmente en C es sencillo sacarle provecho a la hora de gestionar un servicio web junto a una base de datos Relacional como lo es MySQL (Birnbaum & Wakcher, 2005).

### **2.2.2 Protocolo SFTP**

SFTP es un protocolo simple de transferencia de archivos. Satisface la necesidad de las personas que desean un protocolo que sea más útil que TFTP pero más fácil de implementar (y menos poderoso) que FTP (Croft & Gilmore, 1985).

Además, admite el control de acceso de usuarios, transferencias de archivos, listado de directorios, cambio de directorio, cambio de nombre y eliminación de archivos, se puede implementar con cualquier protocolo confiable orientado a flujos de bytes de 8 bits, este documento describe su especificación TCP (Iyappan, Arvind, Geetha, & Vanitha, 2009).

SFTP usa solo una conexión TCP; mientras que TFTP implementa una conexión a través de UDP, y FTP usa dos conexiones TCP.

### **2.2.3 Visual Studio Code**

Visual Studio Code es un editor de código sencillo que permite el desarrollo de un servidor web, permite de una manera fácil el trabajo de recursos locales y remotos al mismo tiempo (Microsoft, 2019). Además, es compatible con varios lenguajes de programación, entre ellos JavaScript, CSS y HTML (Figura 9).

Para evitar el tedioso trabajo de escribir y compilar un código a mano, Visual Studio Code presenta características únicas para la administración de códigos:

*Servidor Web Integrado.*- cuando se requiere instalar una aplicación web, se necesita un software como IIS, este acepta las solicitudes web, Visual Studio Code tiene integrado este sistema para evitar inconvenientes y además promover seguridad que acepta conexiones únicamente de la computadora local (Microsoft, 2019).

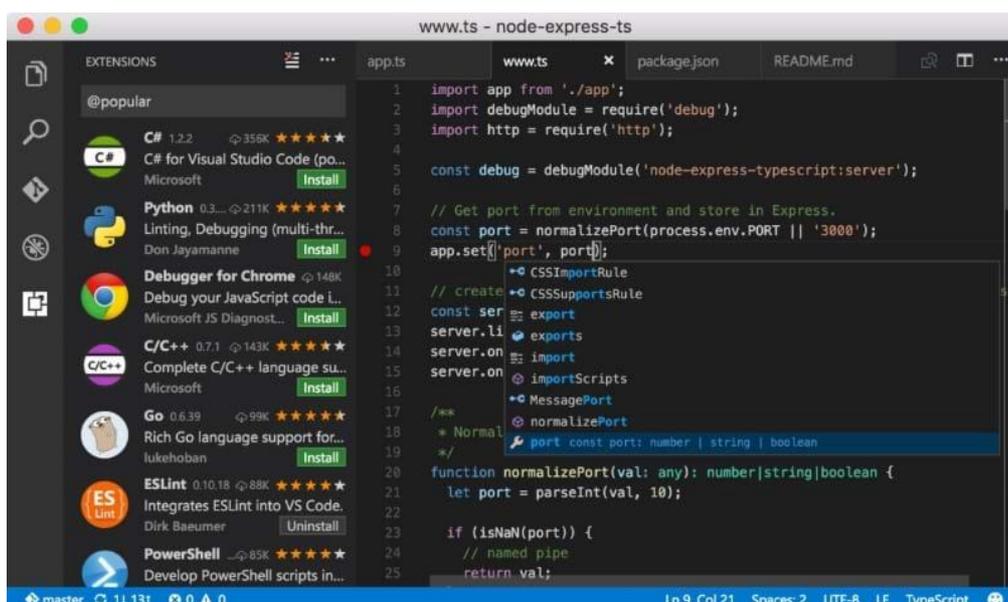


Figura 9. Entorno de Desarrollo Visual Studio Code.

Tomado de (Microsoft, 2019).

*Desarrollo multilinguaje.* - permite en la misma interfaz codificar idiomas de elección. Además, permite crear páginas web en varios idiomas, pero incluirlos en un solo sitio web (Visual Studio, 2017).

*Estilo de codificación intuitivo.* - cuenta con un formateo automático del código mientras se escribe, además de contar con colores para distinguir los diferentes tipos de textos, haciendo que el código sea más legible y con menos errores.

*Tiempo de desarrollo más rápido.*- las características ya mencionadas permiten un trabajo más eficiente y rápido, permitiendo buscar correcciones al código, buscar o reemplazar y la presencia de comentarios automáticos del código (Lardinois, 2015).

*Depuración.* - cuenta con la mejor herramienta de depuración, pudiendo localizar errores misteriosos y diagnosticar comportamientos no adecuados. Ejecuta el código una línea a la vez, además permite establecer puntos de interrupción inteligentes que se puede guardar para su uso posterior y poder ver esa información en cualquier momento (Jensen, Møller, & Thiemann, 2009).

### **3. CAPÍTULO III. DISEÑO**

En este capítulo se explican los requerimientos tanto de hardware y software, así como los procesos necesarios para el funcionamiento del sistema.

#### **3.1 Requerimientos del Hardware**

El sistema de despliegue de horarios presenta los siguientes requerimientos de hardware que deben poseer los equipos para su correcto funcionamiento.

##### **3.1.1 Raspberry Pi**

El servidor sobre el cual se mantienen los servicios activos de gestión de base de datos, así como su conexión con el servidor web y la ejecución del bash que ejecuta los procesos sistematizados de generación del sistema web es el raspberry pi que debe contar como programas como:

- MySql Server 5.7.
- PHP 7.
- Node.js 10.15.3.
- Open jdk, jre 8.1.
- Matchbox keyboard: este corresponde a la ejecución del teclado en pantalla para ingresar o editar información en el sistema.
- Servidor VNC.

El dispositivo raspberry pi debe contar los periféricos necesarios para la conexión inalámbrica hacia la red y hacia la pantalla táctil como son:

- Módulo Wifi 2.4Ghz.
- Puerto HDMI de alta velocidad.

Este dispositivo es el servidor sobre el que se ejecutan los servicios en segundo plano y debe estar activo de manera automática y conectado directamente a la pantalla táctil a través de un cable HDMI y a la corriente de alimentación a través de una fuente de poder micro USB de 2.5 A.

### **3.1.2 Módulo de Pantalla táctil**

El módulo de pantalla táctil compatible con raspberry pi debe estar ubicado junto al dispositivo conectado a través de un cable HDMI y un cable micro USB fuera de la sala de profesores.

- Permite la visualización y el manejo del Sistema de Consulta de Horarios.

### **3.1.3 Computador**

- El Computador se utiliza para poder ingresar con credenciales de administrador al sistema a través de una dirección IP local.
- El Administrador puede modificar la base de datos e interactuar con la aplicación.

## **3.2 Requerimientos de Software**

El sistema de despliegue de horarios presenta los siguientes requerimientos de software.

### **3.2.1 Consulta de Horarios**

- Elegir la pestaña Docentes.

- Seleccionar la pestaña mostrar Docentes, donde se expondrán todos los docentes ingresados en la base de datos.
- El usuario presiona botón Buscar y debe escribir el Nombre del Docente solicitado.
- Seleccionar el Nombre del docente de la sublista que aparece para desplegar el horario de la semana en curso del Docente seleccionado.

### **3.2.2 Agregar Docente**

- El administrador ingresa a través de su computador a la aplicación web a través de una IP Web local determinada en el sistema.
- El administrador accede al sistema a través de la interfaz de login que autentica su ingreso con un usuario y contraseña preestablecidos en la base de datos.
- Seleccionar la pestaña Docentes.
- Se deben añadir tanto los nombres como los apellidos del docente a ingresar, además se deben asignar un usuario y una contraseña.
- Por último, al confirmar la información y credenciales el administrador procede a almacenar el nuevo registro al presionar el botón Guardar.

### **3.2.3 Modificar Docente**

- Se ingresa al sistema con credenciales de administrador a través de una IP Web local especificada en el sistema.
- El administrador accede al sistema a través de la interfaz de login que autentica su ingreso con un usuario y contraseña preestablecidos en la base de datos.
- Seleccionar la pestaña Docentes.
- Una vez seleccionada la pestaña Docentes se debe visualizar la información de docentes ingresados a través de el botón mostrar docentes.
- Se debe elegir el ícono de edición junto al nombre del docente deseado.

- Aparecerá las credenciales y datos del docente, de modo que estos se puedan modificar.
- Una vez modificado cada parámetro se procede a presionar el botón guardar para almacenar la información deseada.

#### **3.2.4 Eliminar Docente**

- El administrador ingresa a través de su computador a la aplicación web a través de una IP Web local determinada en el sistema.
- El administrador accede al sistema a través de la interfaz de login que autentica su ingreso con un usuario y contraseña preestablecidos en la base de datos.
- Acceder a la pestaña Docentes.
- Seleccionamos la pestaña Docente donde se procede a visualizar la información de los docentes que está en la base de datos.
- Se procede a seleccionar el ícono con forma de basurero del docente que se desea eliminar y esto elimina al docente seleccionado, así como sus horarios asignados.

#### **3.2.5 Agregar Clases**

- Se accede al sistema con credenciales que permitan la edición de información es decir como docente o administrador a través del login.
- Se accede a la pestaña clases.
- Seleccionamos la opción "Agregar Clase".
- Se desplegará una pantalla en la que se deberá definir el día de la clase a la cual se le seleccionará el botón de añadir descrito con el signo "+".
- Se debe asignar los parámetros necesarios para una clase (Nombre de la clase o sesión, Aula o lugar de la clase, dinámicamente la hora de inicio y hora de fin de la clase) además toda esta clase estará ligada con un idDocente correspondiente a dicho clase.

- Para finalizar, se debe presionar el botón guardar que almacenará toda la información ingresada en la base de datos.

### **3.2.6 Eliminar Clases**

- Se accede al sistema con credenciales que permitan la edición de información es decir como docente o administrador a través del login.
- Se accede a la pestaña clases.
- Seleccionamos la opción “Mostrar Clase”.
- Se desplegará la información de todas las clases donde se debe ingresar el identificativo del docente al que se le ha asignado la clase que se desea editar.
- Se obtiene el horario del docente, en el cual se puede eliminar la clase deseada a través del ícono del botón eliminar que actualizará los cambios en la base de datos.

## **3.3 Diagrama de Procesos**

Mediante diagramas de procesos, se describe la interacción que existe para el funcionamiento del sistema de despliegue de horarios.

### **3.3.1 Proceso General del sistema de despliegue de horarios**

1. El sistema de despliegue de horarios funciona en un dispositivo raspberry pi el mismo que se encuentra alojado fuera de la sala de profesores del bloque 4 en el campus Queri. Existen dos servicios de Unix que se ejecutan para inicializar los servicios del sistema estos dos archivos tipo bash que se denominan: ejecutable.sh y navegador.sh.
2. Una vez inicializados estos servicios, una instrucción ejecuta en pantalla completa la aplicación web que se mostrará a través de la pantalla táctil.
3. La pantalla táctil está conectada directamente al raspberry mediante un cable MicroUSB y HDMI para recibir la información.

4. Esta interfaz táctil interpreta el ingreso de los datos como credenciales para permitir el acceso a los diferentes usuarios del sistema o en su defecto de consulta simple de clases.
5. La información es validada en la base de Datos y esta permite la consulta de clases en la interfaz web o almacena los cambios realizados por un usuario autenticado.
6. Los usuarios pueden interactuar con la aplicación, así como el administrador a través de una IP web Local.

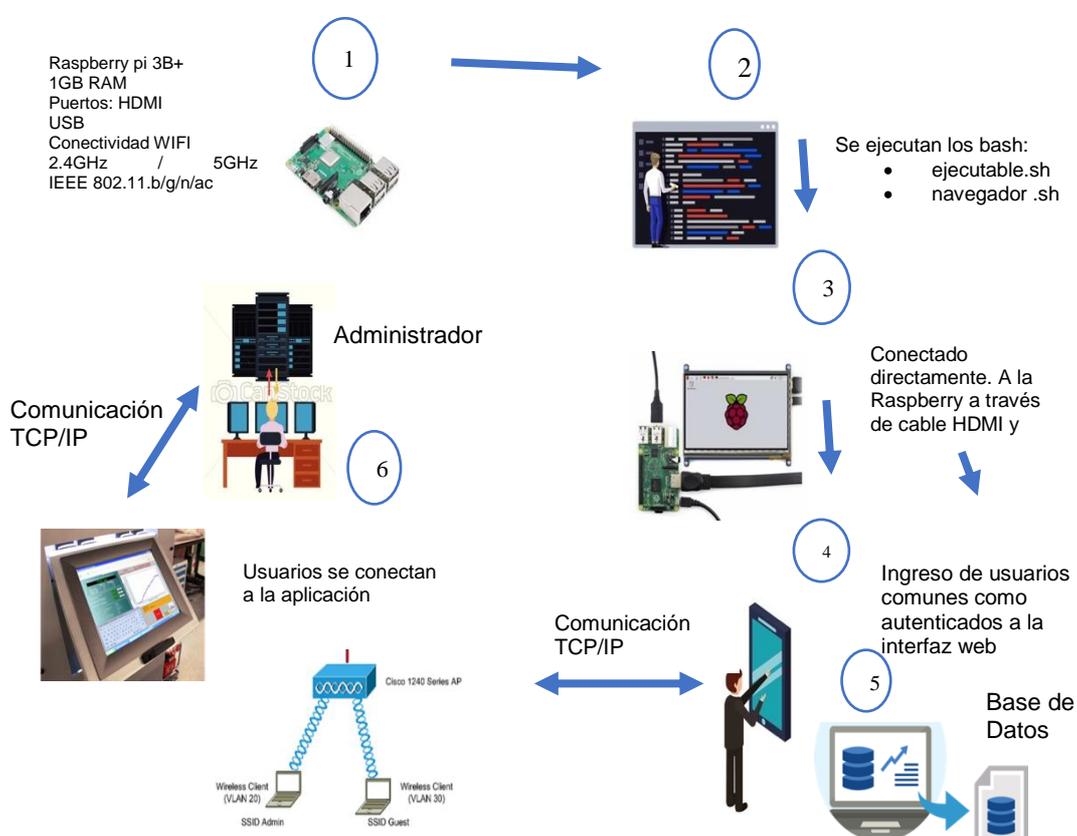


Figura 10. Diagrama General del sistema de despliegue de horarios.

### 3.3.2 Proceso Consulta de Horarios

El proceso de Consulta de Horarios como se explica en la Figura 11 se puede realizar por usuarios no autenticados en el sistema, se da por un usuario que requiere conocer el horario de un docente. Para realizarlo este acude a la

interfaz multimedia, el siguiente paso es dentro de la aplicación web donde una vez ingresado visualiza los docentes de la carrera, selecciona el botón Buscar, el resultado es que la aplicación muestra el horario del docente consultado.

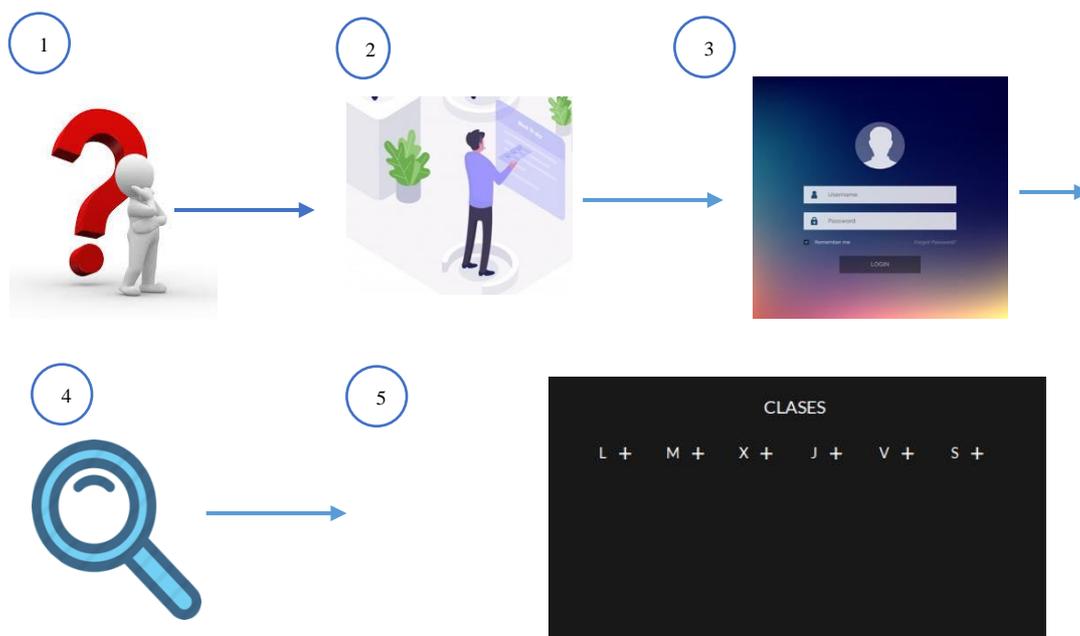


Figura 11. Diagrama del proceso de consulta de horarios.

### 3.3.3 Proceso Agregar Docente

El proceso de Agregar Docente, como se muestra en la Figura 12 inicia cuando el administrador ingresa desde su computador a través de una IP Local que provisiona el servidor del raspberry pi, dentro de la aplicación web ingresa sus credenciales para autenticarse al sistema. Una vez en el sistema, selecciona la pestaña docente, en la opción con el ícono "+", en este paso en el formulario desplegado asigna nombres, apellidos usuario y contraseña, así como posteriormente las clases asignadas para el docente a ingresar. Selecciona el botón "Guardar". Al concluir, en la base de datos la aplicación actualiza los registros permitiendo consultas y cambios de parte de usuarios registrados.

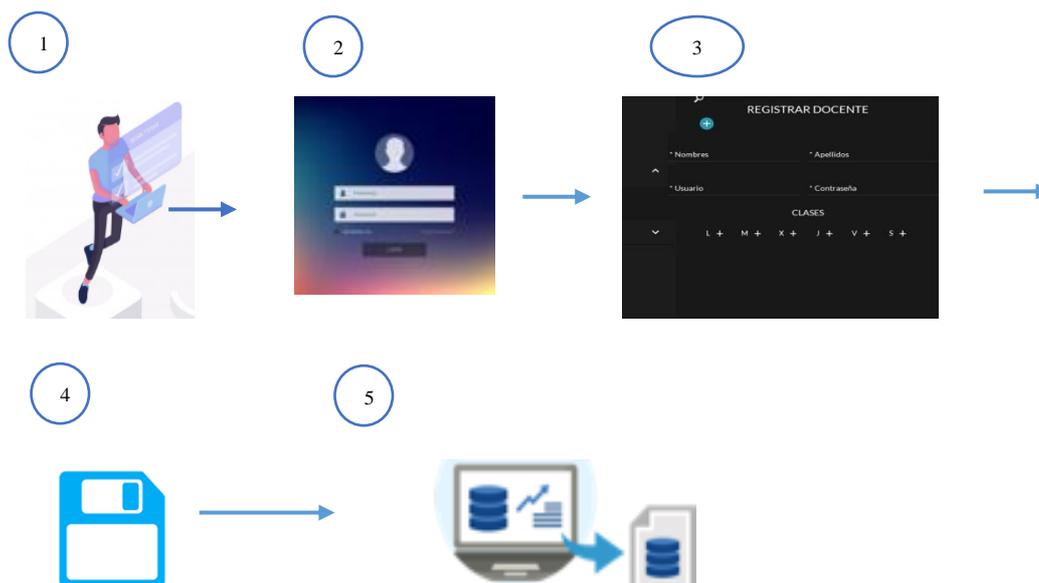


Figura 12. Diagrama del proceso de Agregar Docentes al sistema.

### 3.3.4 Proceso Modificar Docente

El proceso modificar Docente, como se muestra en la Figura 13 se inicia con el acceso del administrador desde su computador a través de una IP Local que provisiona el servidor del raspberry pi, donde se solicita credenciales para acceder al sistema. En la pestaña Docente, sección ver, se presiona el icono “Editar”, en donde se puede asignar nuevos nombres, apellidos, usuario y contraseña. Toda la información se guarda en la base de datos.

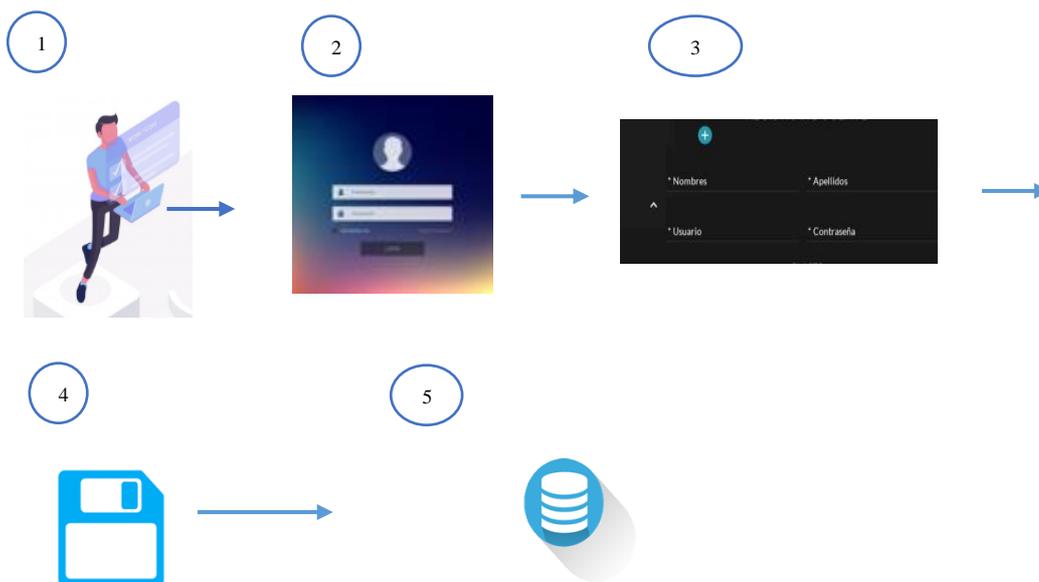


Figura 13. Diagrama del proceso de Modificar Docentes del sistema.

### 3.3.5 Proceso Eliminar Docente

El proceso de Eliminar Docente solicita credenciales de administrador del sistema y se puede gestionar desde la aplicación web o mediante el uso de una IP Local desde un computador externo el procedimiento se explica en la Figura 14. El administrador ingresa sus credenciales para autenticarse en el sistema, paso seguido selecciona la pestaña Docente y acuda a la opción Ver. Selecciona la opción con el ícono eliminar con esto, el administrador elimina los docentes seleccionados y los cambios realizados se almacenarán en la base de datos.

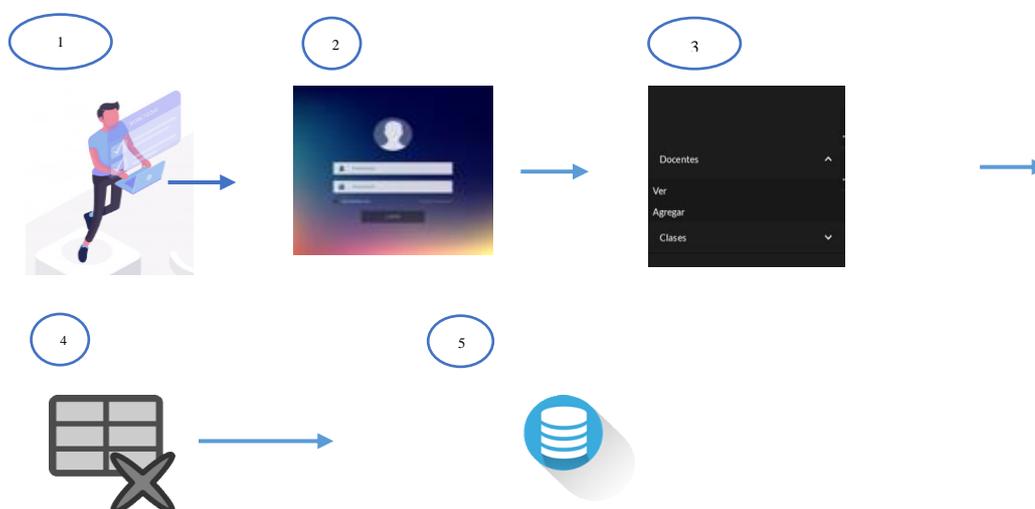


Figura 14. Diagrama del proceso de Eliminar Docentes del sistema.

### 3.3.6 Proceso Agregar Clase

El proceso de Agregar Clase se encuentra restringido a usuarios docentes y administradores del sistema que pueden crear clases desde la interfaz de implementación o desde un computador con una IP Local (Figura 15).

Cuando el administrador o docente desea agregar una clase desde su computador, ingresa sus credenciales para autenticarse en el sistema, se dirige

a la opción Agregar Clases donde ingresa el nombre, día, hora y aula de la clase. La aplicación actualiza los registros del horario agregado.

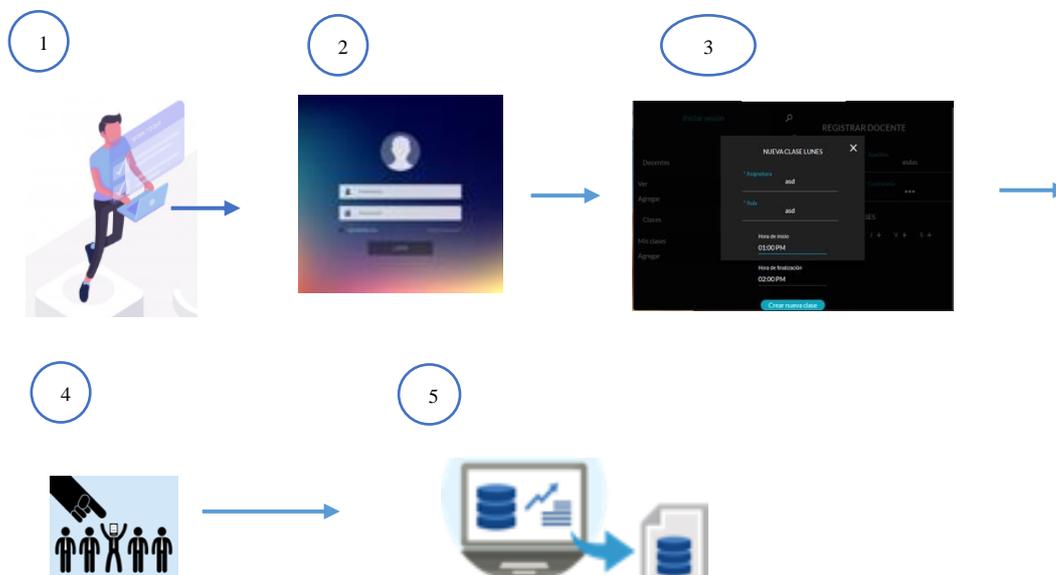


Figura 15. Diagrama del proceso de Agregar Clase a través de una IP Local al sistema.

### 3.3.7 Proceso Eliminar Clase

El proceso de Eliminar Clase se encuentra restringido a usuarios docentes y administradores del sistema que pueden crear clases desde la interfaz de implementación o desde un computador con una IP Local (Figura 17).

Cuando el administrador o docente desea eliminar una clase desde su computador, ingresa sus credenciales para autenticarse en el sistema, se dirige a la opción Clases donde selecciona el icono “-” sobre el nombre de la clase a eliminar. La aplicación actualiza los registros del horario eliminado.

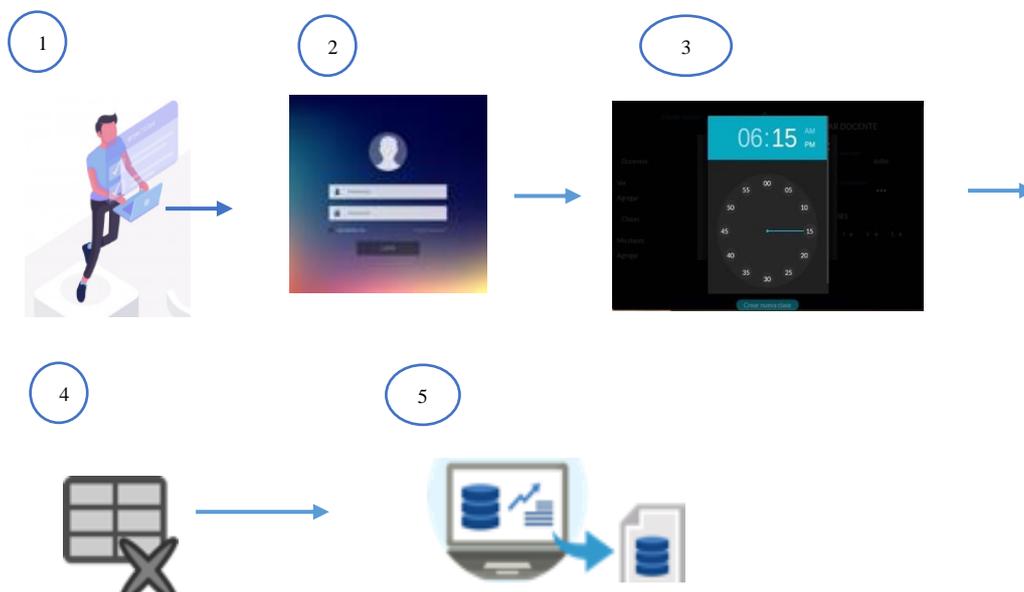


Figura 16. Diagrama del proceso de Eliminar Clase a través de una IP Local al sistema.

### 3.4 Diagramas de Flujo

A continuación, se describe el desarrollo de la implementación de las funciones de la aplicación web a través de diagramas de flujo.

#### 3.4.1 Diagramas de Flujo General del sistema de despliegue de horarios

El primer paso en la ejecución de la aplicación es la secuencia de establecimiento de servicios, en la Figura 17 se describe el proceso que realiza la implementación para inicializar todos los servicios al momento de presentar el aplicativo web en la pantalla táctil. Para ello se accede a la red local mediante una IP asignada dinámicamente, paso seguido y con el requisito de la conexión del hardware de la pantalla táctil través de los cables HDMI y MicroUSB se ejecuta el bash Ejecutable.sh que inicializa los servicios en el servidor y además ejecuta Chromium donde se despliega la interfaz web.

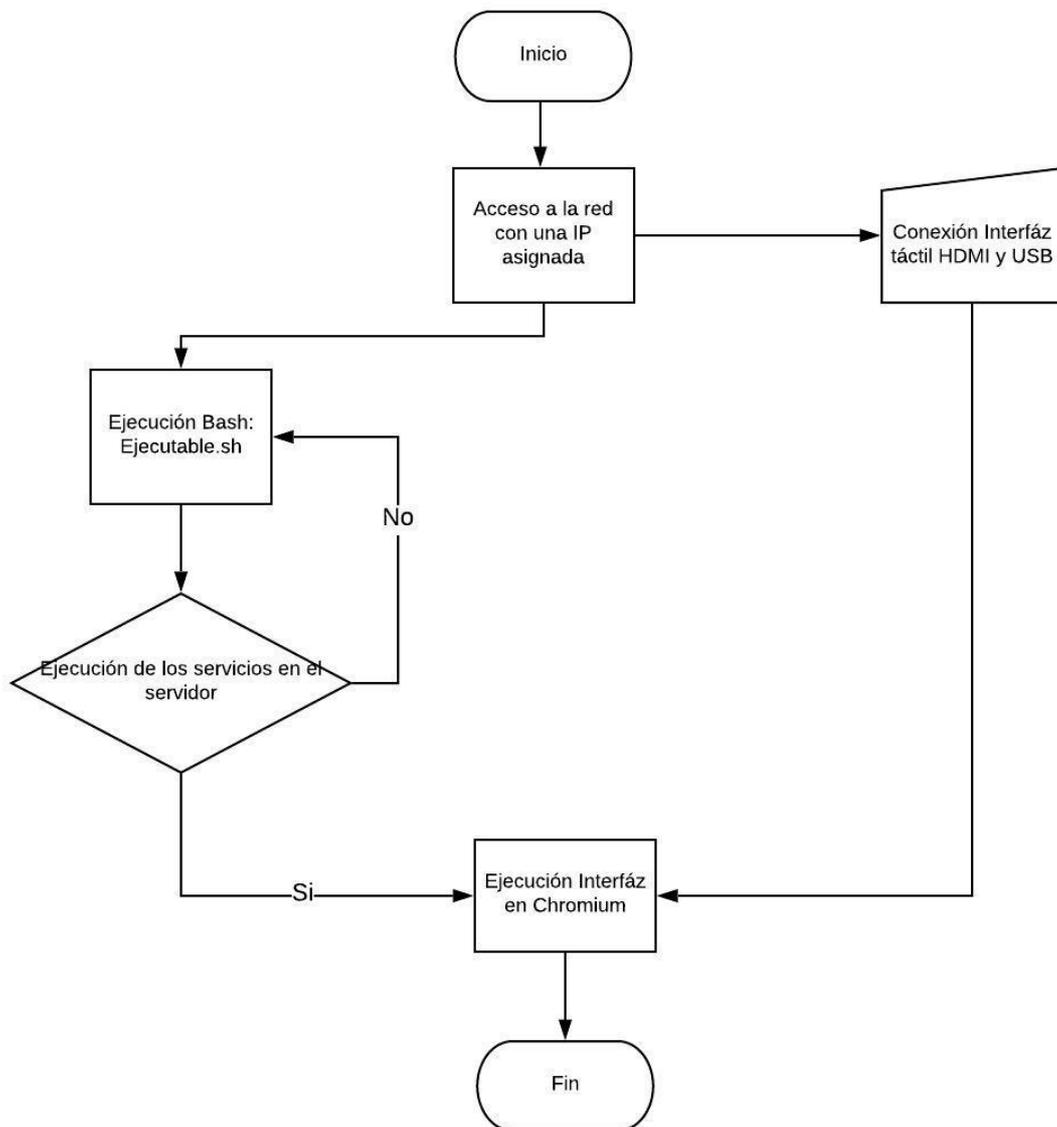


Figura 17. Diagrama del proceso general que inicializa la aplicación web del sistema de despliegue de horarios.

### 3.4.2 Diagramas de Flujo Consulta de Horarios

En la Figura 18 se describe el proceso que realiza un usuario sobre la implementación para consultar un horario deseado correspondiente a un docente. Para ello un usuario acude a la interfaz multimedia donde puede seleccionar la pestaña “ver Docentes” y mostrar la lista de horarios ingresados o en su defecto seleccionar el botón “Buscar” y digitar el nombre del docente en ambos casos se procede a consultar la base de datos y a mostrar el horario deseado.

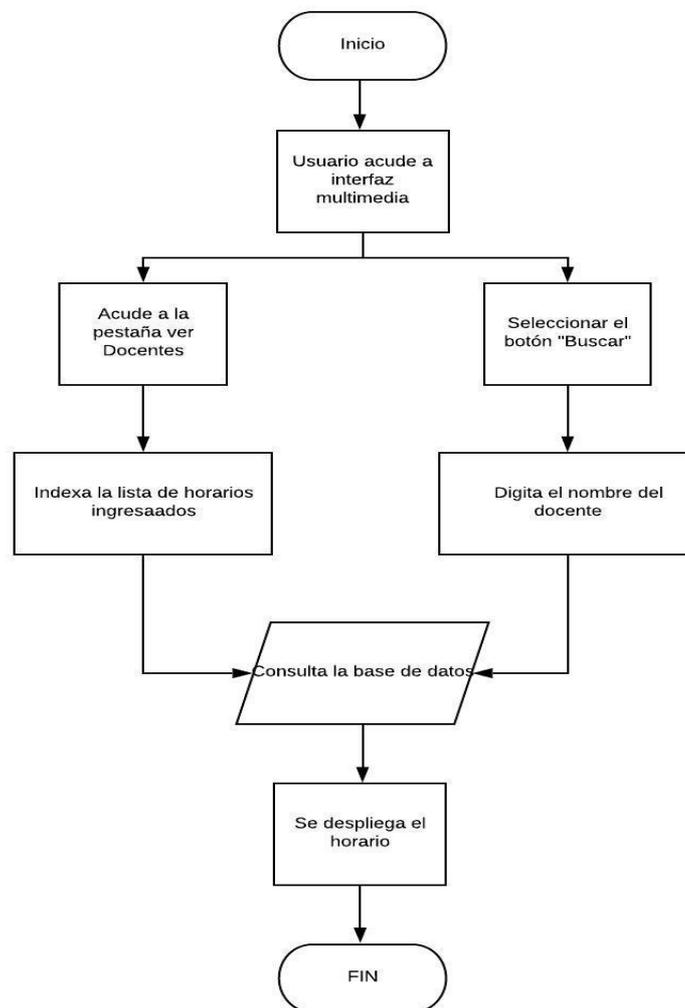


Figura 18. Diagrama del proceso de consulta de horarios por parte de un usuario.

## 4. CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Aquí se explica detalladamente la configuración del nodo servidor que inicializa los servicios para permitir el acceso al usuario a través de la pantalla táctil. Por último, se comprueba la instalación y funcionalidad de la implementación desde el cliente.

### 4.1 Instalación de Raspbian en la raspberry pi

Canakit ofrece la facilidad de proveer una tarjeta precargada con Noobs, esta es una interfaz que permite la instalación de sistemas operativos compatibles con dispositivo pi, dependiendo del modelo presenta varias opciones, como se muestra en la Figura 19.

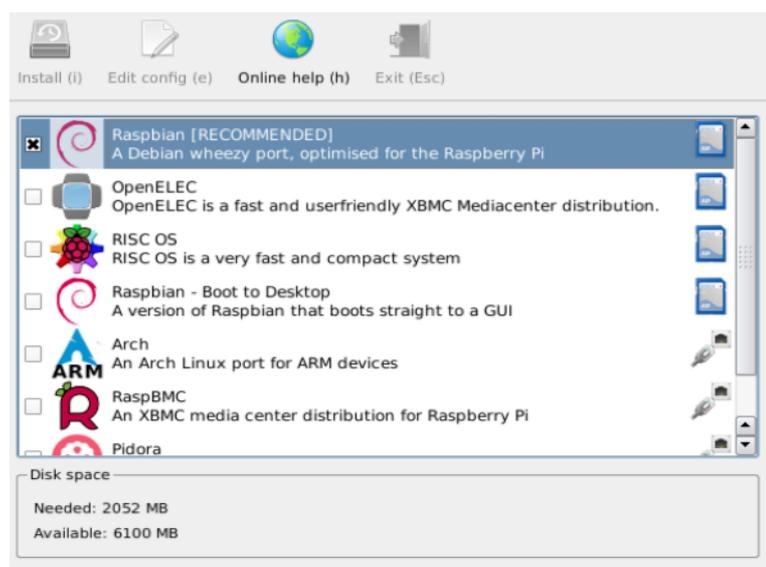


Figura 19. Interfaz de Noobs Precargado.

Las principales opciones que noobs ofrece a la hora de instalar un sistema operativo en la placa madre son:

- Raspbian.
- Windows 10 IOT Core.
- Weather Station.

- Ubuntu Mate.
- Risc OS.
- LibreElecOs.
- PiNET.
- OSMC.
- IchigoJam.
- Risc OS.

Para términos del sistema de implementación se elige la distribución más común de instalación en los proyectos de un raspberry pi como es Raspbian. Es importante notar que estas distribuciones en su mayoría son derivadas de código Unix lo que hace accesible su manejo al ser software libre.

Así como NOOBS, existen otras herramientas que permiten el manejo y arranque de los proyectos dentro de la instalación de un sistema operativo en el raspberry pi. Para ejecutar la instalación de Raspbian es necesario:

- Conectar el dispositivo a una red WIFI segura del que se obtiene el contenido de paquetes del sistema operativo, de esto depende la velocidad de instalación del mismo.
- Selección de idioma y teclado de la interfaz.

Paso seguido se llega a la instancia de configuración de inicialización de los sistemas operativos donde se define un usuario root del sistema. A continuación, se despliega una ventana informando el paso completado, la siguiente instrucción permite configurar país, idioma y huso horario del sistema operativo como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Describe la configuración de detalles de ubicación del dispositivo.

En la Figura 21 se muestra el siguiente paso que es la conexión a las redes permitidas por el dispositivo para su actualización, es así que el raspberry pi permite conexión inalámbrica a través de WIFI, en este caso nos conectamos con la red de domicilio para acceder al servicio de internet.

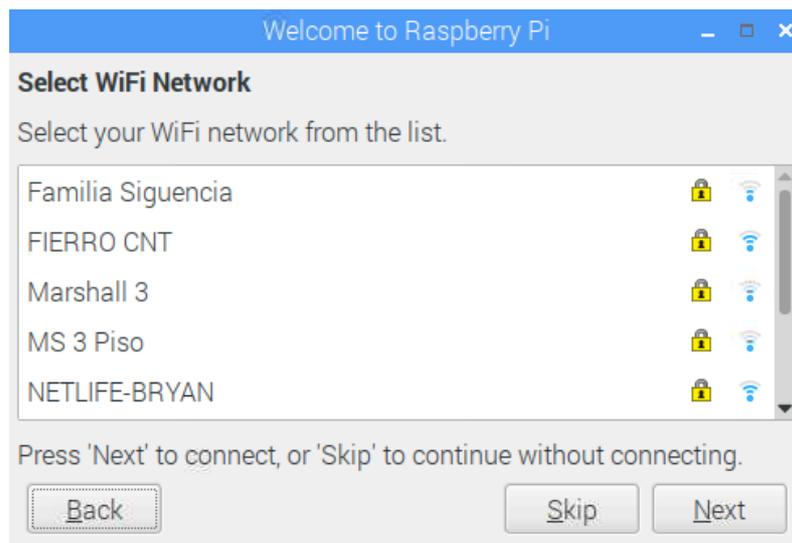
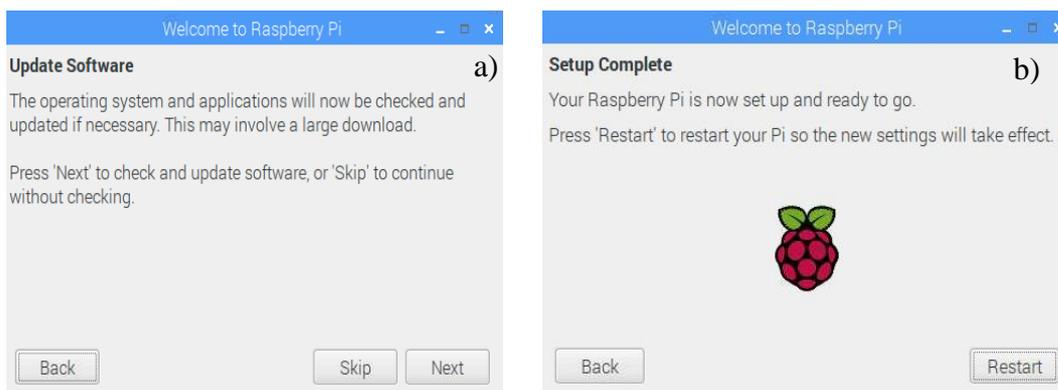


Figura 21. Describe la configuración red WIFI del dispositivo.

Una vez definida la conexión se puede proceder a actualizar el sistema (Figura 22a) a través de esta interfaz gráfica o a través del terminal a través del comando:

**Sudo apt -get update o Sudo apt-get dist-upgrade -y**

Al completarse la configuración el sistema solicita un reinicio (Figura 22b) para actualizar los cambios realizados y configuraciones realizadas, a partir de aquí se puede manipular la distribución de Raspbian.

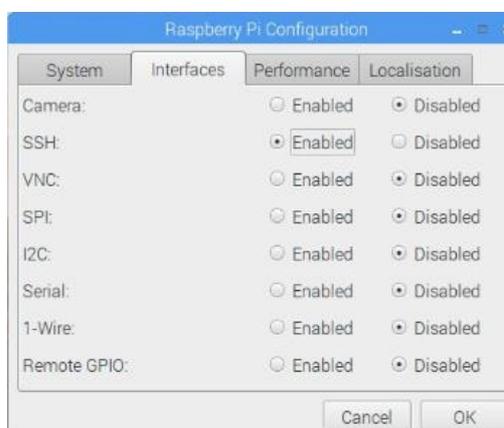


*Figura 22. Instalación de Raspeberry pi*

a) Describe las opciones de actualización del sistema. b) Describe la completitud de la configuración y la petición de reinicio).

## 4.2 Configuración de servidor remoto a través de SSH y VNC viewer

El protocolo SSH permite el control remoto del raspberry haciendo uso de la red para ejecutar cada comando en el terminal de mi dispositivo a través de otro cliente autorizado, con credenciales, en este caso se hace uso de la red Local para adquirir una IP autorizada. El primer paso es activar estos protocolos en las preferencias del sistema (Figura 23).



*Figura 23. Describe las interfaces que deben ser activadas.*

A continuación, se procede a ejecutar una ventana del terminal de nuestro ordenador a través de la cual ejecutamos el comando de conexión de SSH con la IP asignada al raspberry pi (Figura, 24).

```
Last login: Tue Apr 30 17:22:17 on console
MacBook-Pro-de-Carlos:~ carloscuestashurtado$ ssh pi 192.168.100.9
ssh: Could not resolve hostname pi: nodename nor servname provided, or not known
MacBook-Pro-de-Carlos:~ carloscuestashurtado$ ssh pi@192.168.100.9
The authenticity of host '192.168.100.9 (192.168.100.9)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:CWs/2xrLfhQuB/AxxXlzJ6NA50GIZi+Fi4hKHA8IUKE.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? █
```

Figura 24. Ejecución del comando de la conexión de SSH.

Para permitir la conexión este protocolo solicita la introducción de credenciales de autenticación (Figura 25).

```
carloscuestashurtado — ssh pi@192.168.100.9 — 123x28
Last login: Tue Apr 30 17:22:17 on console
MacBook-Pro-de-Carlos:~ carloscuestashurtado$ ssh pi 192.168.100.9
ssh: Could not resolve hostname pi: nodename nor servname provided, or not known
MacBook-Pro-de-Carlos:~ carloscuestashurtado$ ssh pi@192.168.100.9
The authenticity of host '192.168.100.9 (192.168.100.9)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:CWs/2xrLfhQuB/AxxXlzJ6NA50GIZi+Fi4hKHA8IUKE.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '192.168.100.9' (ECDSA) to the list of known hosts.
pi@192.168.100.9's password: █
```

Figura 25. Ingreso de credenciales al terminal.

Al concluir el ingreso de las credenciales y a través de una IP local se permite el acceso al terminal del dispositivo lo cual permite versatilidad al manejo de la interfaz del raspberry pi (Figura 26).

```
MacBook-Pro-de-Carlos:~ carloscuestashurtado$ ssh pi@192.168.100.9
pi@192.168.100.9's password:
Linux raspberrypi 4.14.98-v7+ #1200 SMP Tue Feb 12 20:27:48 GMT 2019 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Apr  8 05:31:04 2019

SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set a new password.

Wi-Fi is disabled because the country is not set.
Use raspi-config to set the country before use.

pi@raspberrypi:~ $ █
```

Figura 26. Acceso al raspberry a través del protocolo SSH.

Los primeros comandos a ejecutar a través del protocolo son los de actualización del sistema, esto como paso previo para seguir con la instalación de la interfaz VNC (Figura 27).

```

[pi@raspberrypi:~] $ sudo apt-get update
Des:1 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian stretch InRelease [15,0 kB]
Des:2 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch InRelease [25,4 kB]
Des:3 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian stretch/main armhf Packages [11,7 MB]
Des:4 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch/main armhf Packages [223 kB]
Des:5 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch/ui armhf Packages [45,0 kB]
Des:6 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian stretch/non-free armhf Packages [95,5 kB]
pi@raspberrypi:~$ sudo apt-get upgrade -y
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Calculando la actualización... Hecho
Se actualizarán los siguientes paquetes:
 base-files gstreamer1.0-alsa gstreamer1.0-plugins-base gstreamer1.0-x java-common libaudiofile1 libgs9 libgs9-common
 libgstreamer-plugins-base1.0-0 libjs-jquery libpam-systemd libpng-dev libpng-tools libpng16-16 libsmclient libssh2-1
 libsystemd0 libudev1 libwbclient0 lxplug-ejecter lxplug-network lxplug-ptbatt python-cryptography python3-cryptography
 raspi-config realvnc-vnc-server rpi-chromium-mods rsync samba-common samba-libc systemd systemd-sysv udev unzip
34 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
Se necesita descargar 38,8 MB de archivos.
Se utilizarán 30,7 kB de espacio de disco adicional después de esta operación.

```

Figura 27. Ejecución de comandos de actualización de Raspbian.

VNC Viewer es un programa de software libre que permite la administración remota de un dispositivo para fines de este trabajo de titulación acudimos a la instalación de VNC viewer que facilita la administración del sistema con el acceso a teclados e interfaces desde el ordenador, a continuación, como se muestra en la Figura 28, se especifica los pasos necesarios para su instalación en su distribución para MacOS procediendo a su descarga de su sitio oficial.

Descargue VNC Viewer en el dispositivo desde el que desee llevar el control

Asegúrese de descargar VNC® Connect en el equipo que desee controlar.

Windows macOS Linux Raspberry Pi iOS Android Chrome Solaris HP-UX AIX

Descargue VNC Viewer

SHA-256: 4aa55fb9199920b394f5c518aca8b3e8800d3f54352c7d064f6df0f9c773f688

[Looking for VNC Server?](#)

Figura 28. Descarga del visor VNC viewer.

Se procede a conocer las funcionalidades del software, así como a aceptar sus condiciones y términos de uso (Figura 29).



Figura 29. Funcionalidades de la aplicación.

Para empezar una nueva conexión se ejecuta la aplicación y se acude a su menú principal donde seleccionamos la opción de nueva conexión (Figura 30).

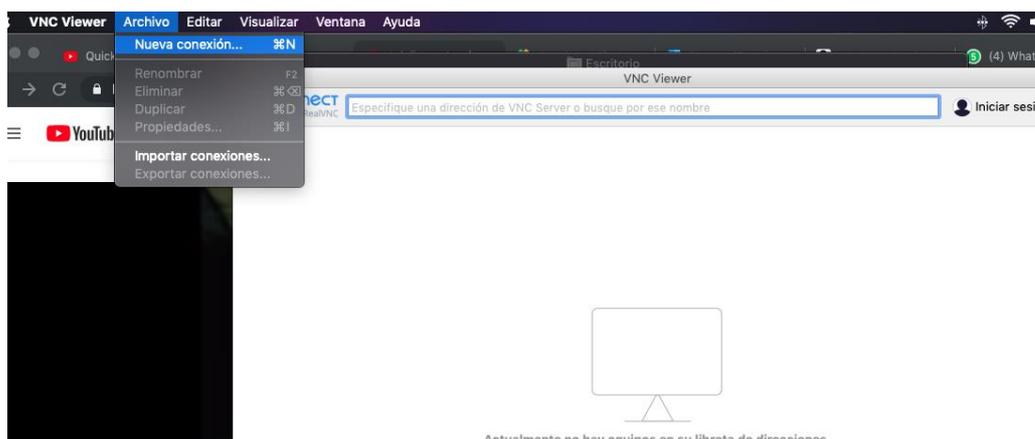


Figura 30. Nueva conexión de VNC Viewer.

Luego de solicitar la nueva conexión remota se crea un servidor como se muestra en el Figura 31 donde se especifica la dirección IP del raspberry pi, en este punto el servidor creado VNC viewer solicita las credenciales para poder acceder al dispositivo.



Figura 31. Configuración del servidor de conexión VNC viewer.

A partir de este momento se puede ejecutar todas las funcionalidades del raspberry pi dentro de nuestro ordenador personal además de otras herramientas que ofrece este software para manejar dispositivos remotos (Figura 32).



Figura 32. Acceso a raspberry pi a través de un servidor VNC.

### 4.3 Configuración del teclado virtual para raspberry pi

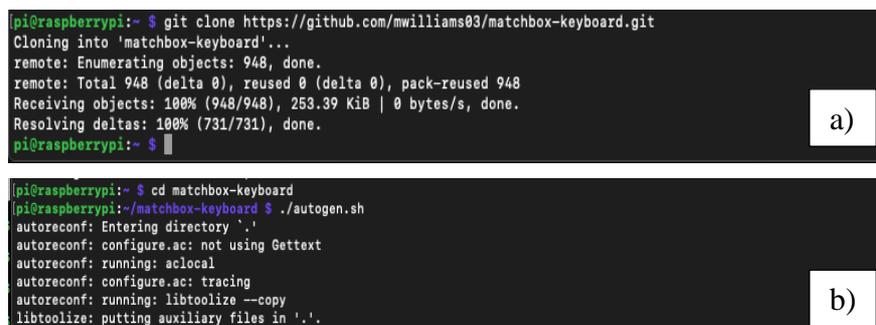
El teclado virtual es una funcionalidad indispensable para el desarrollo del presente trabajo de titulación, dado que en Raspbian el teclado virtual no es una característica propia ideada para las primeras versiones del dispositivo, posteriormente se han ido creando varias bibliotecas, addons o herramientas que puedan utilizarse en los diferentes proyectos desarrollados a partir de esta placa base y este dispositivo en especial. Los procedimientos realizados para su instalación se listan a continuación:

1. Instalación de archivos de librerías como prerequisites (Figura 33).

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt-get install libfakekey-dev libpng-dev libxft-dev autoconf libtool -y
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
autoconf ya está en su versión más reciente (2.69-10).
libpng-dev ya está en su versión más reciente (1.6.28-1+deb9u1).
fijado libpng-dev como instalado manualmente.
libtool ya está en su versión más reciente (2.4.6-2).
libxft-dev ya está en su versión más reciente (2.3.2-1).
Se instalarán los siguientes paquetes adicionales:
 libfakekey0 libxext-dev libxfixes-dev libxi-dev libxtst-dev x11proto-fixes-dev x11proto-record-dev x11proto-xext-dev
Paquetes sugeridos:
 libxext-doc
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
 libfakekey-dev libfakekey0 libxext-dev libxfixes-dev libxi-dev libxtst-dev x11proto-fixes-dev x11proto-record-dev
x11proto-xext-dev
```

Figura 33. Actualización de librería de instalación de teclado virtual.

2. Instalación y compilación de archivos dentro de estas librerías (Figura 34). El origen de estos archivos corresponde al desarrollador Mark Willams, en este punto se accede a estos archivos y se ejecuta un bash de compilación de los mismos.



```

pi@raspberrypi:~ $ git clone https://github.com/mwilliams03/matchbox-keyboard.git
Cloning into 'matchbox-keyboard'...
remote: Enumerating objects: 948, done.
remote: Total 948 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 948
Receiving objects: 100% (948/948), 253.39 KiB | 0 bytes/s, done.
Resolving deltas: 100% (731/731), done.
pi@raspberrypi:~ $

pi@raspberrypi:~ $ cd matchbox-keyboard
pi@raspberrypi:~/matchbox-keyboard $ ./autogen.sh
autoreconf: Entering directory `.'
autoreconf: configure.ac: not using Gettext
autoreconf: running: aclocal
autoreconf: configure.ac: tracing
autoreconf: running: libtoolize --copy
libtoolize: putting auxiliary files in `.'.

```

Figura 34. Configuración de teclado virtual

a) Instalación de librerías. b) Compilación de librerías y bash.

3. Creación de un ícono panel en el listbox de herramientas del menú de preferencias, para ello es necesaria la creación de un archivo de texto en la dirección mediante el comando:

**sudo nano /usr/bin/toggle-matchbox-keyboard.sh**

A continuación, se procede a editar el archivo creado como se explica en la Figura 35.

```

#!/bin/bash
#This script toggle the virtual keyboard

PID=`pidof matchbox-keyboard`
if [ ! -e $PID ]; then
    killall matchbox-keyboard
else
    matchbox-keyboard&
fi

```

Figura 35. Edición de Script para creación de icono del teclado virtual.

4. Por último, se procede a hacerlo ejecutable mediante la edición de un archivo de configuración presente en:

**sudo nano /usr/share/applications/toggle-matchbox-keyboard.desktop**

Editando el texto, (Figura 36) dentro de este archivo de modo que quede de esta forma:

```
GNU nano 2.7.4 Fichero: /usr/share/applications/toggle-matchbox-keyboard.desktop Modificad
[Desktop Entry]
Name=Toggle Matchbox Keyboard
Comment=Toggle Matchbox Keyboard
Exec=toggle-matchbox-keyboard.sh
Type=Application
Icon=matchbox-keyboard.png
Categories=Panel;Utility;MB
X-MB-INPUT-MECHANISM=True
```

Figura 36. Edición de Script para creación de ejecutable del teclado.

El resultado final de la ejecución de estos comandos es la ejecución del teclado en pantalla dentro de Raspbian como una aplicación (Figura 37).

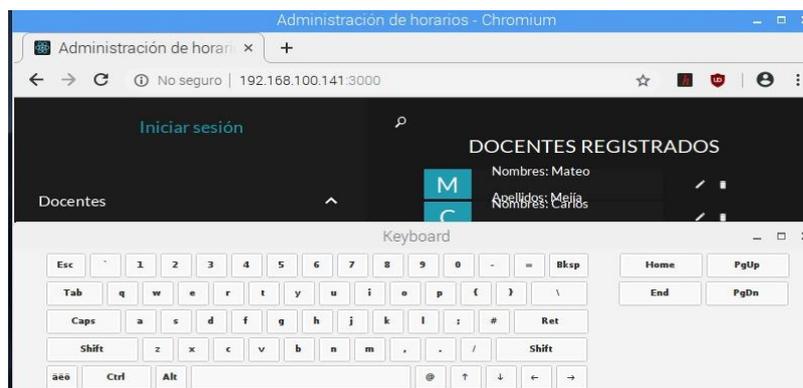


Figura 37. Ejecución del teclado en pantalla y en la aplicación.

#### 4.4 Comunicación entre el servidor en el raspberry pi y la base de datos

Al ser una infraestructura LAMP el servidor se encuentra alojado en el raspberry pi de manera Local ejecutando la conexión con la base de datos a través una petición http react que se encuentra en un archivo rest de tipo Json que se comunica con el bash ejecutable que a su vez inicializa todos los servidores y ejecuta la aplicación esto se encuentra explicado en el siguiente diagrama de la (Figura 38):

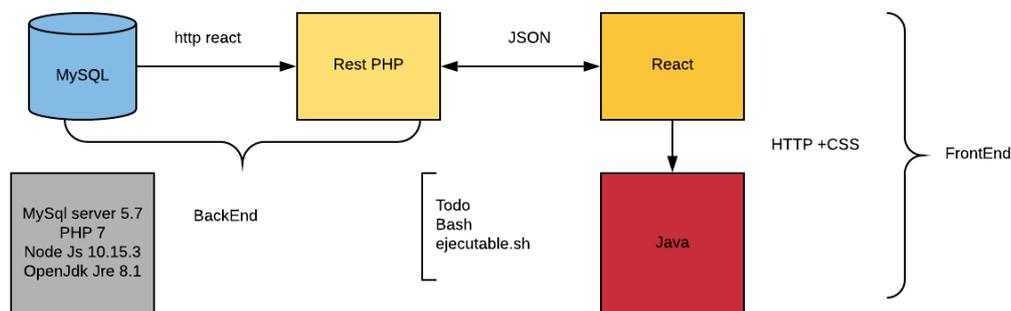


Figura 38. Estructura del aplicativo web con la base de Datos.

Los aplicativos inmersos en el desarrollo de la infraestructura se enlistan dentro de la Figura 38 a esto se añade la compilación de scripts desarrollados en el IDE Visual Studio Code, además la conexión del aplicativo con la base de datos que se puede encontrar en el archivo rest se encuentra explicada en la siguiente Figura 39:

```

<?php

class ConexionBD
{
    const IP = "localhost";
    const USUARIO = "root";
    const CLAVE = "";
    const NOMBRE_BASE_DE_DATOS = "horarios";
    private $conexion;

    public function connect()
    {
        $this->conexion = null;
        try
        {
            $this->conexion=new PDO("mysql:host=".self::IP.".dbname=".self::NOMBRE_BASE_DE_DATOS,self::USUARIO,self::CLAVE);
            $this->conexion->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE,PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
        }
        catch (PDOException $exception)
        {
            echo "Error al conectar a la base de datos" . $exception->getMessage();
        }
        return $this->conexion;
    }
}
  
```

Figura 39. Script de conexión con la base de datos alojada en rest.

#### 4.5 Configuración de la base de datos

El sistema de interfaz de horarios cuenta con la implementación de una base de datos de tipo relacional con dos tablas donde se almacenan los datos de cada uno de los docentes como son nombres, apellidos, usuarios, claves en los que la clave primaria `id_docentes` migra a la tabla `clases` donde se encuentran almacenados los datos correspondientes a las clases expuestas en dichos horarios.

En este punto se especifican los bloques que conforman el esquema de base de datos con sus diferentes tipos de atributos, como se indica en la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2.  
Bloque 1 Tabla Docentes

Indicador	Descripción
<i>Id_docente</i>	Indicador del docente
<i>nombres</i>	Registra el nombre del docente
<i>apellidos</i>	Registra los apellidos del docente
<i>usuario</i>	Registra el usuario de logueo del docente
<i>clave</i>	Registra la clave con la que el docente ingresa al sistema

El sistema de despliegue de horarios utiliza una estructura relacional en sus datos que designan como actor principal al docente que imparte la clase, es por ello que en el bloque 2 del diseño de base de datos la clave primaria del bloque 1 está incluida en esta tabla con el fin de relacionar los atributos de una reunión asignada a las diferentes reuniones con el docente encargado.

Tabla 3.  
Bloque 2 Tabla Clases

Indicador	Descripción
<i>Id_clase</i>	Indicador de la clase
<i>materia</i>	Registra el nombre de la materia asignada al docente
<i>hora_inicio</i>	Describe la hora de inicio de la clase
<i>hora_fin</i>	Describe la hora de finalización de la clase
<i>aula</i>	Registra el aula donde se desarrolla

	la clase
<i>Dia</i>	Registra el día en el cual se imparte la clase
<i>Id_docente</i>	Indicador que migra desde la tabla docentes

---

Esta relación permite la recuperación de datos del tipo Time, asignadas para la hora junto con otros datos importantes de tipo varchar que conforman la estructura de una clase.

## 5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por medio de pruebas de funcionamiento del sistema de consulta de horarios.

### 5.1 Implementación de la Infraestructura

En la Figura 40a se observa la interfaz multimedia táctil conectada directamente al raspberry pi a través de sus cables de entradas HDMI y MicroUSB. Y en Figura 40b se muestra la interfaz de presentación del sistema.

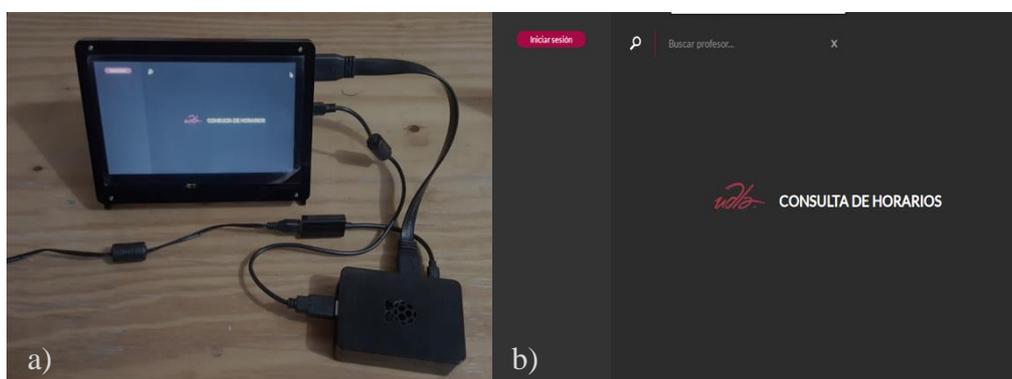


Figura 40. Implementación de la infraestructura

a) Infraestructura totalmente conectada. b) Interfaz de Presentación del Sistema.

La conexión de toda la implementación hace uso de varios periféricos con conexiones establecidas que se especifican en la Tabla 4.

Tabla 4.  
Periféricos de funcionamiento

Especificación	Descripción
Raspberry pi	Placa base
Cable HDMI	Conectado directamente a la raspberry pi
Micro USB 2.5 A	Conectado a la alimentación de corriente
USB tipo A para conexión con micro B cable	Conectado hacia la pantalla táctil

Como resultado se obtuvo:

- Una correcta alimentación del dispositivo que necesitaba 3.3V y a través del cable implementado recibe lo necesario.
- A través del cable HDMI y el USB se observa una conexión estable de alta velocidad de datos entre la pantalla táctil y el raspberry.

## 5.2 Funcionamiento del Sistema de Consulta de Horarios

Una vez implementada la infraestructura física se procede a analizar los resultados del funcionamiento del software de la consulta de horarios.

### 5.2.1 Login Usuario

En la opción Iniciar Sesión se realizan las siguientes pruebas:

**Prueba 1.** Ingresar al sistema de consulta de horarios con los datos incorrectos de usuario y contraseña.

Como resultado se obtiene:

- Cuando se coloca la información de los datos, no se ingresa al sistema debido a un error de validación de datos.
- Se muestra un mensaje que indica que las credenciales son incorrectas como se muestra en la Figura 41.

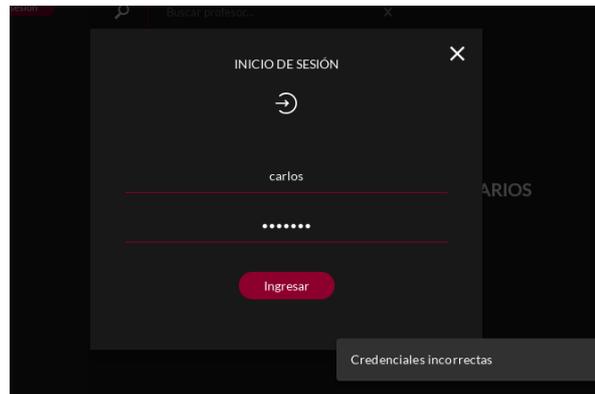


Figura 41. Login Usuario Prueba 1.

**Prueba 2.** Ingresar al sistema de consulta de horarios con los datos correctos de usuario y contraseña.

Como resultado se obtiene:

- Cuando se coloca la información de los datos, se ingresa satisfactoriamente al sistema.
- Se muestra la pantalla inicial del administrador con la opción de ver y agregar docentes (Figura 42).

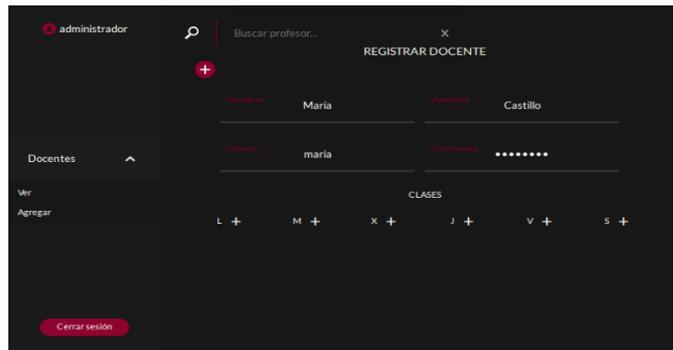


Figura 42. Login Usuario Prueba 2.

### 5.2.2 Agregar Docentes

En la opción Agregar Docentes dentro de la interfaz del usuario administrador se realizan las siguientes pruebas:

**Prueba 1.** Agregar docente al sistema de consulta de horarios, el administrador ingresa Nombres y Apellidos del docente y le crea un usuario y contraseña.

Como resultado se obtiene:

- Se coloca la información del docente y se crea un nuevo Docente (Figura 43).
- Se muestra un mensaje que indica que el Docente fue ingresado al sistema.

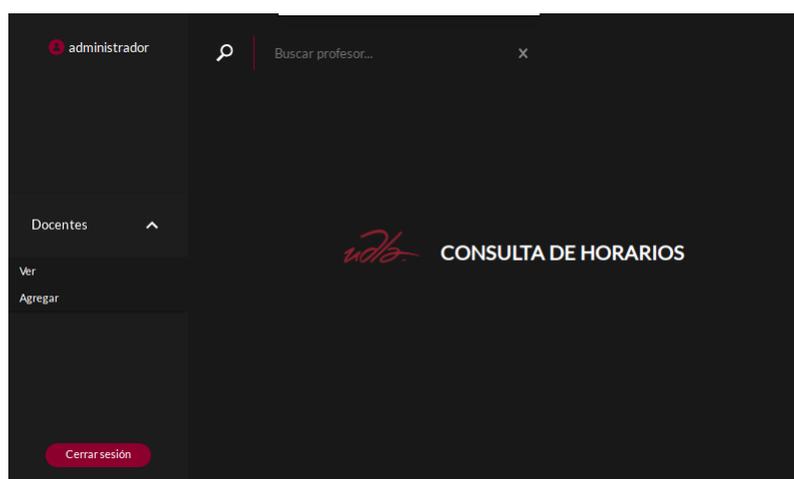


Figura 43. Agregar Docente Prueba 1.

**Prueba 2.** Al momento de Agregar Docente, el administrador ingresa las clases asignadas para ese docente de acuerdo a los días de la semana, aula, hora de inicio y hora de salida.

Como resultado se obtiene:

- Cuando se agrega una clase se despliega pantalla para colocar las especificaciones de la clase (Figura 44).
- Se muestra un mensaje que indica que la clase fue agregada al

Docente.

Figura 44. Especificaciones de la clase Prueba 2.

### 5.2.3 Ver Docentes

En la opción Ver Docente al ingresar como usuario administrador se muestran todos los docentes almacenados en la base de datos como se muestra en la Figura

45.

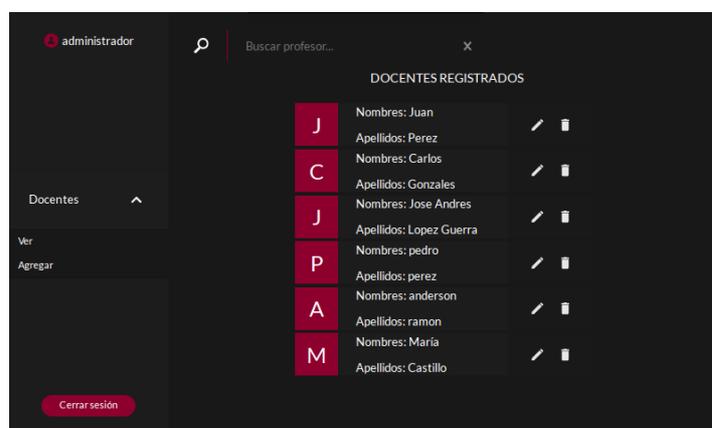


Figura 45. Opción Ver Docente.

### 5.2.3.1 Modificar Docentes

En la opción Ver Docentes dentro del usuario administrador, se pueden visualizar todos los docentes ingresados y a estos se encuentra adjunto un ícono de edición que al presionarlo se muestra un formulario de edición, el cuál se encuentra descrito en la Figura 46.

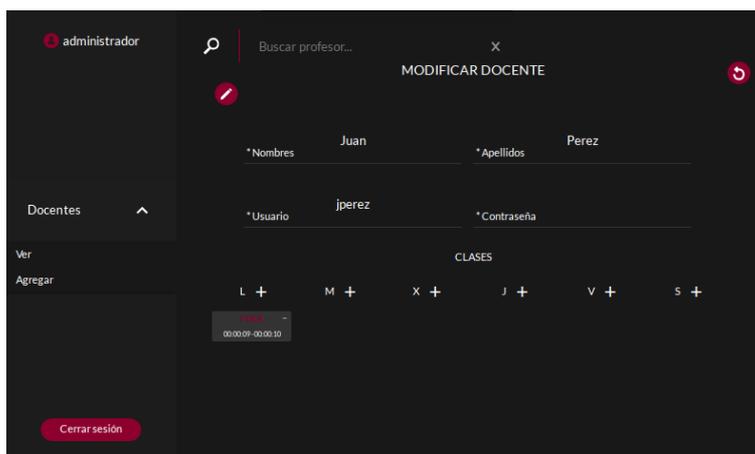
The image shows a dark-themed web interface for editing a teacher's profile. At the top, it says 'administrador' and 'MODIFICAR DOCENTE'. There is a search bar 'Buscar profesor...'. The form contains several input fields: '\* Nombres' with the value 'Juan', '\* Apellidos' with 'Perez', '\* Usuario' with 'jperez', and '\* Contraseña'. Below these is a section for 'CLASES' with buttons for 'L +', 'M +', 'X +', 'J +', 'V +', and 'S +'. A 'Cerrar sesión' button is located at the bottom left.

Figura 46. Formulario de edición del Docente.

En este formulario se puede editar tanto la contraseña del docente como los horarios asignados al Docente, con la misma interfaz de agregar docente antes descrita.

### 5.2.3.2 Eliminar Docentes

En la opción Ver Docentes (Figura 45) dentro del usuario administrador, se pueden visualizar todos los docentes ingresados y a estos se encuentra adjunto un ícono de borrado, que al presionarlo elimina de la base de datos el docente ingresado (Figura 47).

Se visualiza un mensaje del sistema que indica la eliminación del docente Pedro Pérez.



Figura 47. Mensaje de eliminación de docente.

#### 5.2.4 Ver Clase

Una vez el docente se registra, su credencial se muestra dentro del sistema como un usuario logueado, además se despliega un menú de Edición con las opciones permitidas para los docentes en general (Figura 48).

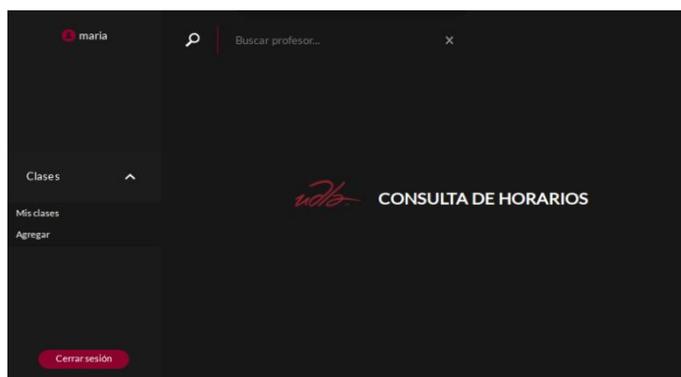


Figura 48. Interfaz inicial del usuario Docente.

En la opción Clases dentro del usuario docente, se pueden visualizar todas las clases asignadas al docente con sus días, horas y aulas correspondientes (Figura 49).

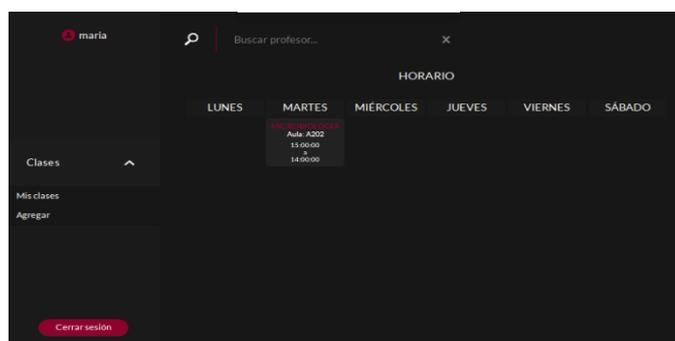


Figura 49. Visualización de horarios del Docente.

### 5.2.5 Agregar Clase

En la opción Agregar Clases dentro del usuario docente, se pueden editar o añadir nuevas clases, según el docente tenga en su planificación (Figura 50).

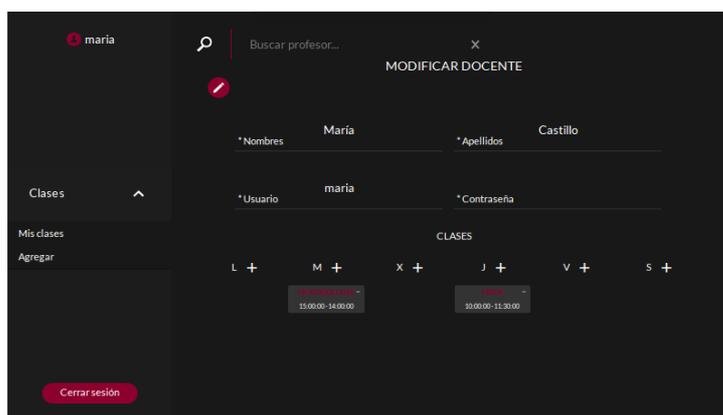


Figura 50. Clase Física Agregada desde usuario Docente.

### 5.2.6 Consulta de Horarios

En la opción Consulta de Horarios se realizan las siguientes pruebas:

**Prueba 1.** Realizar la consulta de horarios colocando el nombre de un docente que no existe en la base de datos (Figura 51).

Como resultado se obtiene:

- Cuando se coloca el nombre del docente, no arroja resultados.

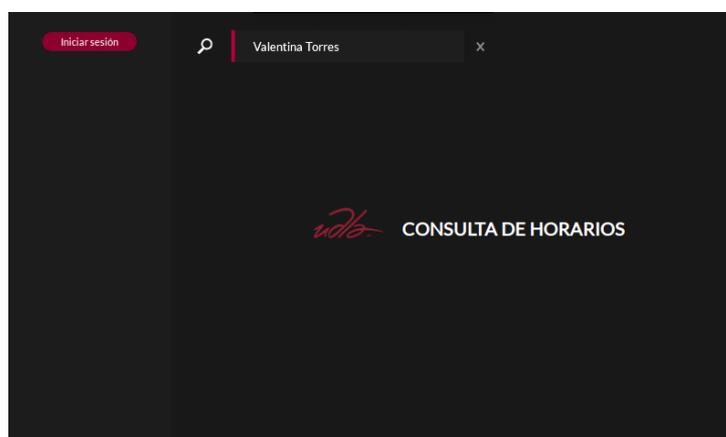


Figura 51. Consulta de Horarios Prueba 1.

**Prueba 2.** Realizar la consulta de horarios colocando el nombre de un docente que si existe en la base de datos.

Como resultado se obtiene:

- Cuando se coloca el nombre del docente, aparece inmediatamente el nombre del docente buscado (Figura 52).

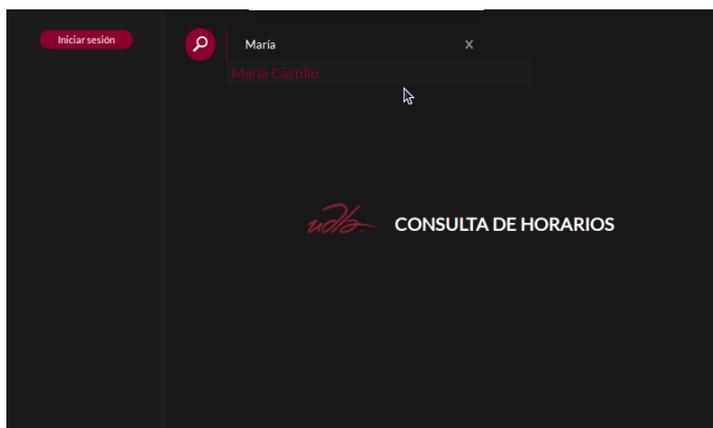


Figura 52. Consulta de Horarios Prueba 2.

### 5.2.6.1 Visualización de Horarios de Clase

Al buscar el nombre del Docente, y seleccionarlo, aparece su horario indicando todas sus clases asignadas (Figura 53).

HORARIO						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
<b>FRATEL</b> Aula 434 19:00:00 ↕ 20:00:00	<b>LENGUAJE</b> Aula 23 07:00:00 ↕ 08:00:00	<b>MATEMÁTICA</b> Aula 420 20:00:00 ↕ 21:00:00	<b>COMUNICACIÓN</b> Aula 69 16:15:00 ↕ 17:15:00	<b>FRATEL</b> Aula 365g 17:00:00 ↕ 18:00:00		
	<b>LENGUAJE</b> Aula 122 07:15:00 ↕ 08:15:00					
	<b>ESTADÍSTICA</b> Aula 24 10:15:00 ↕ 11:15:00					
	<b>FRATEL</b> Aula 780 22:15:00 ↕ 23:15:00					

Figura 53. Visualización de horarios de Docentes.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Durante el desarrollo del prototipo se examinaron diferentes arquitecturas para la implementación del proyecto en una aplicación web, dentro del dispositivo raspberry pi se tiene una estructura cliente-servidor, que resulta ser la más satisfactoria al tomar en cuenta factores como la portabilidad y adaptabilidad.

La implementación de un sistema de control de horarios a través de tecnología multimedia táctil se realizó mediante el uso de un dispositivo Raspberry pi que permite el uso intuitivo al usuario que acude a las instalaciones del campus Queri en la Universidad de las Américas con el fin de conocer la programación semanal de clases de un docente.

El diseño físico de la implementación permite su uso utilizando exclusivamente una fuente de energía, es independiente (pero no excluyente) a conexiones inalámbricas lo que facilita su posicionamiento en ambientes remotos.

El sistema es la base de un proyecto que se puede escalar y ejecutar en una interfaz web local de la universidad, proyectar su evolución facilitaría el acceso remoto para la administración de datos y mostraría en tiempo real, los cambios realizados en la implementación para la consulta en físico de los usuarios.

La utilización de la placa Raspberry pi para implementar la interfaz web motivó la utilización de una infraestructura LAMP de software libre que hace uso de la inicialización de los servicios de base de datos en MySQL y a través de una petición del tipo http react se comunica con un bash ejecutable que despliega una ventana del navegador Chromium en pantalla completa donde se presenta la aplicación.

Los datos correspondientes a los horarios de cada docente se pueden administrar directamente desde el usuario administrador que puede acceder desde la implementación o desde una Ip Local al sistema para editar la información pertinente, sin embargo, se desarrolló un sistema de credenciales que permita la edición de horarios a cada docente en tiempo real toda esta información se almacena en la base de datos.

El uso del sistema implementado encuentra su beneficio en la mejora de los tiempos de respuesta de los usuarios que acuden a la universidad en busca de información de un docente, así como mejora en gran medida la comunicación con los interesados en el caso de presentarse algún cambio en la programación semanal estipulada de un docente. Además, se ha comprobado que el uso de sistemas multimedia interactivos hace más atractiva la forma de interactuar con los usuarios dentro de un entorno académico.

## **6.2 Recomendaciones**

Al realizar la implementación de una interfaz web dentro de un proyecto que involucre tecnología táctil se recomienda un análisis exhaustivo de las tecnologías que el mercado brinda tomando en cuenta factores de hardware al punto tanto económico como de desempeño y compatibilidad con el sistema o software que se desea desarrollar.

Al momento de hacer uso de Raspbian se recomienda analizar la compatibilidad de su teclado virtual en pantalla con la versión del sistema operativo a utilizar priorizando distribuciones estables que soporten dicho teclado, para la implementación actual se recomienda el addon Keyboard optimized de kiosk apps que soporta funciones numéricas así como funcionalidades de email y que se adapta a las resoluciones dispuestas de Chromium para exponer en esta implementación.

Se recomienda además la instalación de un servidor remoto para el manejo de proyectos con la placa raspberry pi en este caso hacemos uso de VNC con el fin de agilizar procesos de testeo de pruebas así como cambios en la implementación de la interfaz web y compatibilidad de las herramientas.

En el caso de que se tome en referencia este proyecto para su implementación en aplicaciones interactivas dentro de un entorno académico, se recomienda analizar las posibilidades de integración de una aplicación móvil como tal por su interacción de las estructuras JavaScript con el presente proyecto de titulación.

## REFERENCIAS

- 4D Systems. (2018). MicroLCD. Recuperada el 16 de Mayo de 2019 de <https://www.4dsystems.com.au/about>
- Agarwal, R., & Prasad, J. (1997). The Role of Innovation Characteristics and Perceived Voluntariness in the Acceptance of Information Technologies. *Decision Sciences*, 28(3), 557–582. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1997.tb01322.x>
- Birnbaum, M. H., & Wakcher, S. V. (2005). Web-based experiments controlled by JavaScript: An example from probability learning. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 34(2), 189–199. <https://doi.org/10.3758/BF03195442>
- Bokhari, S. (1999). The Linux Thin-Client-Concept. *Computing Practices*, 3(2), 75–80. <https://doi.org/10-1034/1532-5970>
- Cervántes, I., & Espinoza, S. (2010). *ESCÁNER AUTOMOTRÍZ DE PANTALLA TÁCTIL*. Instituto Politécnico Nacional.
- Chan, M. E. (2004). Tendencias en el diseño educativo para entornos de aprendizaje digitales. *Revista Digital Universitaria*, 5(3), 26. <https://doi.org/10.1016/S2007-5057>
- Chicaiza, J., & Pozo, D. (2015). Diseño e implementación de un sistema de información visual interactivo usando tecnología LED. Universidad Técnica del Norte.
- Croft, B., & Gilmore, J. (1985). Bootstrap Protocol. *Network Working Group*, 1(September), 1–12. <https://doi.org/10.17487/RFC0951>
- Crovella, M. E., & Bestavros, A. (1997). Self-similarity in world wide web traffic: Evidence and possible causes. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 5(6), 835–846. <https://doi.org/10.1109/90.650143>
- Dalheimer, M., Dawson, T., Kaufman, L., & Welsh, M. (2002). *Running Linux* (4th ed.; J. Olivares, Ed.). Barcelona: O'Reilly.
- Díaz-Barriga, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1(1), 37–57. <https://doi.org/10.17993/EcoOrgyCSO.2016.15>

- Díez, G. (2011). *Diseño e implementación de una mesa Multi-Touch*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Göriz, A. S., & Birnbaum, M. H. (2005). Generic HTML Form Processor: A versatile PHP script to save Web-collected data into a MySQL database. *Behavior Research Methods*, 37(4), 703–710. <https://doi.org/10.3758/BF03192743>
- Guzmán, B. Q., García, M. S. Á., García, F. A. Á., Bianchetti, M., & Gaona, E. F. (2018). Diseño De Mapa Interactivo Y Multitáctil De Supervivencia De Árboles. *Pistas Educativas*, 39(127), 426–436. Recuperada el 16 de Mayo de 2019 de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1062/901>
- Harrington, W. (2015). *Learning Raspbian* (2nd ed.; ENI, Ed.). Birmingham-Mumbai: PACKT.
- Hu, Y., Nanda, A., & Yang, Q. (1999). Measurement, analysis and performance improvement of the Apache Web server. *1999 IEEE International Performance, Computing and Communications Conference, IPCCC 1999*, 3(2), 261–267. <https://doi.org/10.1109/PCCC.1999.749447>
- Iglesias-Posadilla, D., Gómez-Marcos, V., & Hernández-Tejedor, A. (2017). Apps and intensive care medicine. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 41(4), 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.medine.2017.01.003>
- Iyappan, P., Arvind, K. S., Geetha, N., & Vanitha, S. (2009). Pluggable encryption algorithm in Secure Shell (SSH) protocol. *2009 2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, ICETET 2009*, 3(6), 808–813. <https://doi.org/10.1109/ICETET.2009.180>
- Jensen, S. H., Møller, A., & Thiemann, P. (2009). Type Analysis for JavaScript BT - Static Analysis. *Springer-Verlag*, 3(274), 238–255. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-03237-0\\_17](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-03237-0_17)
- Jian-hua, S., & Hong, L. (2012). Explore the Effective Use of Multimedia Technology in College Physics Teaching. *Energy Procedia*, 17(4), 1897–1900. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.329>
- JM Industrial. (2018). Productos de Instrumentación. *Pantallas HMI Touch-Screen*, 34(4), 3–6. <https://doi.org/10.1109/MSP.2017.2693500>

- John, M. (2018). Comparative Study on Various System Based on Raspberry-Pi. *Journal of Engineering and Technology*, 05(2395-0056), 1486–1488. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2009.12.008>
- Krantz, J., & Dalal, R. (2000). Validity of Web-based psychological research. In P. Vásquez & A. Martin (Eds.), *Psychological experiments on the Internet*. (1st ed., pp. 35–60). <https://doi.org/10.1016/B978-012099980-4/50003-4>
- Kyaw, A. K., Truong, H. P., & Joseph, J. (2017). Low-Cost Computing Using Raspberry Pi 2 Model B. *Journal of Computers*, 13(3), 287–299. <https://doi.org/10.17706/jcp.13.3.287-299>
- Kyuchukova, D., Hristov, G., Zahariev, P., & Borisov, S. (2015). A study on the possibility to use Raspberry Pi as a console server for remote access to devices in virtual learning environments. *2015 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2015*, 5(8), 4. <https://doi.org/10.1109/ITHET.2015.7217968>
- Lardinois, F. (2015). *Microsoft Launches Visual Studio Code, A Free Cross-Platform Code Editor For OS X, Linux And Windows*. [https://doi.org/10.1016/S1130-6343\(07\)75719-7](https://doi.org/10.1016/S1130-6343(07)75719-7)
- MagPicc. (2019). The MagPi. *GPIO ZERO*, 100. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006959.g001>
- Microsoft. (2019). Visual Studio Code. Recuperada el 16 de Mayo de 2019 de <https://github.com/kvaes/azure-vmchooser>  
[https://github.com/kvaes/azure-vmchooser  
database/blob/master/currency/currency.html](https://github.com/kvaes/azure-vmchooser/blob/master/currency/currency.html)
- Oñate, L. (2019). Raspberry Pi. *Módulos de Pantalla Táctil Compatibles Con Raspberry Pi*, 40(2), 1–2. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00930.x>
- Pazmiño, P. (2016). *Interacción combinada táctil 3D para manejo de colecciones de documentos* (Universidad Politécnica de Madrid). <https://doi.org/10.1145/1067268.106728>
- Perona, E. (2006). Lineamientos generales para escribir un paper o trabajo de investigación. *FCE – UNC*, 4(2), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2013.11.010>
- Piggin, N. (2006). A Lockless Pagecache in Linux—Introduction, Progress,

- Performance. *Linux Symposium*, 2(14), 16.  
<https://doi.org/10.17993/EcoOrgyCSO.2016.15>
- Rani, R., Lavanya, S., & Poojitha, B. (2018). IoT Based Home Security System Using Raspberry Pi with Email and Voice Alert. *International Journals of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 8(4), 119–123. <https://doi.org/10.1036/0071393723>
- Raspberry Pi. (2019). RASPBERRY PI FOUNDATION. Recuperada el 16 de Mayo de 2019 de <https://www.raspberrypi.org>
- Richardson, M., & Wallace, S. (2012). Getting started with Raspberry Pi. *Sebastopol: Maker Media Inc*, 1(4), 10–70.  
<https://doi.org/10.3998/3336451.0004.203>
- Slaven, C. (2015). The raspberry Pi phenomenon. *Global Education Uses*, 4(3), 12–13. <https://doi.org/10.1093/bfgp/elr048>
- Svetec, M., Repnik, R., Arcet, R., & Klemenčič, E. (2016). Educational Technology at the Study Program of Educational Physics at the University of Maribor in Slovenia. *IntechOpen*, 2(6), 5–13.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/57353>
- Velasco, J. (2019). Dispositivos de pantalla táctil. Recuperada el 16 de Mayo de 2019 de <https://blogthinkbig.com/accesibilidad-en-la-era-de-los-dispositivos-de-pantalla-tactil>
- Visual Studio. (2017). Introducing Visual Studio. *WPF*, 4(2), 21–76.  
[https://doi.org/doi:10.1007/978-1-4302-2530-0\\_2](https://doi.org/doi:10.1007/978-1-4302-2530-0_2)
- Ware, B., & Lee, J. (2002). Apache Web Server. In Apache Software Foundation (Ed.), *Open Source Web Development with LAMP: Using Linux, Apache, MySQL, Perl, and PHP* (1st ed., pp. 27–35). New York: Addison-Wesley.
- Wastiau, P., Kearney, C., Quittre, V., Monseur, C., Blamire, R., & Van de Gaer, E. (2013). The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe. *European Journal of Education*, 1(3), 27.  
<https://doi.org/10.1111/ejed.12020>

