

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN).

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

ALVARADO EGAS DIEGO GONZALO

DIRECTOR: MSc. RAMIRO EDUARDO MOREJÓN TOBAR

Quito, enero 2022

AVAL

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Gonzalo Alvarado Egas, bajo mi supervisión.

MSc. RAMIRO EDUARDO MOREJÓN TOBAR
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Diego Gonzalo Alvarado Egas, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

DIEGO GONZALO ALVARADO EGAS

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María, que me han llenado de su gloria para superar una de las etapas más importantes de mi vida.

A mis padres, que gracias a su amor incondicional me han encaminado siempre por los senderos del bien y han abogado por mí para no desmayar y mantener firme mi horizonte.

A mi posible futura descendencia.

Diego G. Alvarado Egas

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María, por acompañarme incondicionalmente durante todo este camino y por derramar su bendición en mi vida y la de toda mi familia.

A mi padre Gonzalo Alvarado Román, por enseñarme que no hay premio sin sacrificio. Por su esfuerzo, sus consejos, su formación y compañía incondicional. A mi madre Carmen Egas Guerrero, por su infinito amor y sus palabras de aliento, por las madrugadas de estudio y por todo su sacrificio. Gracias por tanto viejos, todo este esfuerzo ha sido por ustedes.

A mi hermana Valeria Alvarado Egas, por lucharla fuerte día a día a pesar de todo; por su positivismo, motivación y por el buen humor que en muchos momentos imprime en la familia entera. A mis sobrinos Mirely Balarezo y Felipe Balarezo, por haber sido el motor y razón de muchas de mis acciones y decisiones; gracias por seguir mis pasos y por considerarme como lo hacen.

A Paulita Berrú, por acompañarme día a día y ser la primera en respaldar mis decisiones. Gracias por enseñarme tanto y por ayudarme a crecer por encima de mis miedos.

A mi director de tesis, Ing. Ramiro Morejón MSc., por sus sugerencias siempre bienvenidas y por su guía en el desarrollo de este proyecto.

A mis grandes amigos de la Escuela Politécnica Nacional: muchachos de la dirigencia estudiantil, de Radio Quántica, de la facultad. Especial agradecimiento al Tetrapack: Jonathan Jaramillo, Hugo Paucar e Italo Carreño. Además, a Frankie Eras, Nico Moreno, Javi Vizuite, Vivi Valenzuela, Anita Andrade y a todos los Chachos. A Jesús Cedeño, Abi Rivadeneira, Lorraine Gavilanes, Carlos Nogales y todos quienes han aportado en beneficio de mi crecimiento personal y profesional en la U. Gracias por su apoyo incondicional y por los buenos momentos, esta etapa de mi vida no hubiera sido igual sin su presencia.

A quien guste leer este ejemplar, gracias por darle valor a mi tiempo y esfuerzo.

Diego G. Alvarado Egas

ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. OBJETIVOS	11
1.2. ALCANCE	12
1.3. MARCO TEÓRICO.....	13
1.3.1. RADIO ONLINE.....	13
1.3.1.1. Radio Quántica	15
1.3.1.2. Otras Radios Online.....	18
1.3.2. APLICACIONES WEB.....	21
1.3.2.1. W3C (World Wide Web Consortium).....	25
1.3.2.2. HTML (Hypertext Markup Language).....	26
1.3.2.3. CSS (Cascading Style Sheets)	28
1.3.2.4. JavaScript	32
1.3.2.5. SweetAlert2.....	34
1.3.2.6. Editores de código	36
1.3.3. FIREBASE.....	39
1.3.3.1. Planes de pago de Firebase	40
1.3.4. RASPBERRY PI	42
1.3.4.1. Historia de Raspberry Pi	43

1.3.4.2.	Modelos de Raspberry Pi	43
1.3.4.3.	Sistemas Operativos de Raspberry Pi	46
1.3.4.4.	Python	49
2.	METODOLOGÍA	51
2.1.	REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN WEB	52
2.2.	MODELAMIENTO DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE LA APLICACIÓN WEB	54
2.2.1.	MODELAMIENTO DE ENCABEZADO	54
2.2.2.	MODELAMIENTO DE APARTADO DE CONFIGURACIÓN GENERAL	55
2.2.3.	MODELAMIENTO DE APARTADO DE LA CONFIGURACIÓN DE TEMPORIZACIÓN	58
2.2.4.	MODELAMIENTO DE APARTADO DE RESUMEN DE ACCIONES	63
2.3.	CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	64
2.3.1.	SELECCIÓN DE LENGUAJES PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB	64
2.3.2.	SELECCIÓN DEL ENFOQUE DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN Y SU PLATAFORMA	65
2.4.	INSTALACIÓN DE NODE.JS	66
2.5.	EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE FIREBASE EN EL PROYECTO	70
2.5.1.	CREACIÓN DEL PROYECTO EN FIREBASE	70
2.5.2.	MONTAJE DE FIREBASE EN LA APLICACIÓN WEB	74
2.5.3.	SERVICIO DE AUTENTICACIÓN DE FIREBASE	82
2.5.4.	BASE DE DATOS EN TIEMPO REAL	85
2.6.	DISEÑO DE LA INTERFAZ DE LA APLICACIÓN WEB	88
2.6.1.	ANCLAJE DE LA APLICACIÓN AL SITIO WEB PRINCIPAL DE RADIO QUÁNTICA	91

2.6.2.	INTERFAZ DE INICIO Y AUTENTICACIÓN.....	91
2.6.3.	INTERFAZ PRINCIPAL DE LA APLICACIÓN WEB	92
2.6.3.1.	Encabezado de la interfaz principal	93
2.6.3.2.	Configuración General en la interfaz principal.....	94
2.6.3.3.	Temporización en la interfaz principal.....	95
2.6.3.4.	Acciones en la interfaz principal.....	98
2.6.3.5.	Pie de página en la interfaz principal	100
2.7.	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB.....	100
2.7.1.	AUTENTICACIÓN	101
2.7.2.	BOTÓN ¿OLVIDÓ SU CONTRASEÑA?	102
2.7.3.	CASILLA DE VERIFICACIÓN (INTERRUPTOR) DE TEMPORIZACIÓN.....	102
2.7.4.	CASILLA DE VERIFICACIÓN (INTERRUPTOR) DE ESTADO.....	103
2.7.5.	BOTÓN BORRAR CONFIGURACIÓN DE TEMPORIZACIÓN.....	104
2.7.6.	BARRA DE VOLUMEN.....	105
2.7.7.	SELECTOR CASO DE TEMPORIZACIÓN	106
2.7.8.	BOTONES SÍMBOLO MÁS (+) PARA AGREGAR HORARIOS EXTRA	107
2.7.9.	BOTONES VACIAR.....	107
2.7.10.	BOTONES GUARDAR	107
2.7.11.	BOTONES PARA EDICIÓN DE ACCIONES.....	109
2.7.12.	BOTONES PARA ELIMINACIÓN DE ACCIONES.....	110
2.7.13.	TEMPORIZACIÓN.....	111
2.7.14.	BOTÓN SALIR DE LA APLICACIÓN WEB	113
2.7.15.	ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS FIREBASE (ÁRBOL DE NODOS)	114
2.7.16.	VARIABLES PARA LA CARGA DE INFORMACIÓN Y ESTADOS	115

2.7.17. CARGA Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN A LA BASE DE DATOS DE FIREBASE	115
2.8. CONFIGURACIÓN DE LA RASPBERRY PI	116
2.8.1. SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA EL SCRIPT DE CONTROL DE LA RASPBERRY PI	116
2.8.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO DE RASPBERRY PI	117
2.8.3. CONFIGURACIÓN DE INICIO DE RASPBERRY PI	120
2.8.4. OBTENCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE VNC VIEWER	125
2.8.5. CONFIGURACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE RASPBERRY PI PARA SU USO CON FIREBASE.....	130
2.8.6. SCRIPT DE FUNCIONAMIENTO DE RASPBERRY PI.....	132
2.8.7. CONFIGURACIÓN FINAL DE RASPBERRY PI.....	134
2.9. SISTEMA DE AMPLICACIÓN UTILIZADO	137
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	141
3.1. EVIDENCIAS DE IMPLEMENTACIÓN	141
3.2. VALIDACIÓN DE RESULTADOS A TRAVÉS DE ENCUESTA DE SATISFACCIÓN A LOS MIEMBROS DE RADIO QUÁNTICA.....	144
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	153
4.1. CONCLUSIONES.....	153
4.2. RECOMENDACIONES	154
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
ANEXOS	163

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se centra en el prototipo de un módulo de difusión que reproduce los contenidos de Radio Quántica, la radio estudiantil online de la Escuela Politécnica Nacional. Una aplicación web adaptable (responsiva) y enlazada al sitio web oficial de la radio, permite la configuración de parámetros para la reproducción y pausa del módulo, incluyendo su temporización; mientras que su funcionamiento está basado en la plataforma Raspberry Pi.

Por su parte Firebase, una plataforma propietaria de Google, se desempeña como el hosting de esta aplicación web; y, gracias a su base de datos en tiempo real y a la conexión a Internet, permite actualizar y verificar los parámetros del módulo desde cualquier parte del mundo.

El trabajo se encuentra dividido en cuatro capítulos. En el Capítulo 1 se desarrolla el Marco Teórico, donde se incluyen los conceptos básicos correspondientes a la radio online, aplicaciones web y las plataformas utilizadas en el proyecto. El Capítulo 2 detalla la Metodología utilizada para llevar a cabo el proyecto; desde el modelamiento de la interfaz gráfica y el desarrollo de la aplicación web, hasta el desarrollo del script de funcionamiento de la Raspberry Pi. El Capítulo 3 muestra los resultados del proyecto y el Capítulo 4 las conclusiones y recomendaciones. Finalmente, se incluyen anexos que respaldan el desarrollo del proyecto y facilitan su entendimiento.

PALABRAS CLAVE: Radio Online, Radio Quántica, Raspberry Pi, Aplicación Web, Firebase, Módulo de difusión.

ABSTRACT

The present dissertation is for a prototype of a broadcasting module that plays content of Radio Quantica, the National Polytechnic School campus radio. This is a responsive web application linked to the radio official website, which allows the configuration of certain settings of the module such as play, pause and timing, using the Raspberry Pi platform.

This web application uses Firebase, a Google platform, as its hosting, and due to the real-time data base and the capability to connect to the internet, it allows to update and verify the module parameters remotely from anywhere in the world.

This document is divided into four chapters. Chapter 1 develops the theoretical framework, including the basic concepts of the online radio, web applications, and the platforms used in this project. Chapter 2 describes the methodology used in this project; from the graphics interface modelling and the web application development to the development of the script that runs in the Raspberry Pi. Chapter 3 shows the results of the project, whereas Chapter 4 shows the conclusions and recommendations. Finally, appendices that support and facilitate understanding of this project are provided at the end of this document.

KEYWORDS: Online Radio, Radio Quantica, Raspberry Pi, Web Application, Firebase, Broadcasting module.

1. INTRODUCCIÓN

Radio Quántica, la radio estudiantil de la Escuela Politécnica Nacional se reproduce a través de una plataforma web. Muchas organizaciones radiales han extendido su cobertura hacia el mundo digital y otras han iniciado su ejecución desde este, ya que destaca ventajas que la radio de difusión bajo frecuencia, no. Principalmente responde a una infraestructura de comunicaciones y de asuntos legales menos costosa, además de la integración de contenido multimedia y la participación que ofrece para con su audiencia. [1]

El alojamiento en Internet otorga a la radio en línea sus principales ventajas; sin embargo, el hecho de que la cobertura de los servicios de acceso a Internet sea una necesidad para el efecto, presenta una gran limitación frente a la radio convencional.

La Federación de Estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional (FEPON), ha constatado a través del sistema SAEw de la EPN entre los semestres 2019A y 2019B, el promedio de 5.841 estudiantes matriculados en pregrado [2] y según la encuesta de gustos musicales realizada en el segundo semestre del año 2019 por la directiva de Radio Quántica a dichos estudiantes [3], de un total de 707 respuestas (12.1% del número total de estudiantes), solamente 216 estudiantes han escuchado alguna vez Radio Quántica en la Escuela Politécnica Nacional, lo que representa el 3.6% del total.

Estos antecedentes hacen evidente que el reducido número de estudiantes que conocen o han escuchado Radio Quántica, sea un reto a solventar. A criterio de la directiva de Radio Quántica, los registros de audiencia desalientan a las personas voluntarias en esta organización estudiantil y pueden desembocar en el abandono del proyecto de forma parcial o total.

El trabajo de titulación propone mejorar los números de audiencia y de conocimiento de Radio Quántica por parte de los estudiantes de la EPN, mediante la sonorización de espacios concurridos en la institución. Abarca la implementación de un prototipo de módulo de difusión, cuya activación y temporización se controle a través de una aplicación web. Su escalabilidad a futuro responde a la inclusión de varios dispositivos alrededor de la Escuela Politécnica Nacional, todos controlados bajo la misma aplicación.

1.1. OBJETIVOS

El objetivo general de este Proyecto Técnico es implementar el prototipo de un sistema de difusión basado en la plataforma Raspberry Pi (módulo de difusión), con miras a la reproducción de Radio Quántica (radio estudiantil de la Escuela Politécnica Nacional) en espacios concurridos de la EPN.

Los objetivos específicos del Proyecto Técnico son:

- Describir el funcionamiento de las radios en Internet y de manera particular Radio Quántica de la EPN.
- Implantar un módulo de difusión para Radio Quántica basado en una plataforma Raspberry Pi y un sistema de amplificación.
- Desarrollar una aplicación web que permita controlar los parámetros de reproducción del módulo de difusión, en cuanto a reproducción/pausa, volumen y temporización de reproducción/pausa.
- Evaluar el funcionamiento del módulo de difusión y la aplicación web de configuración de parámetros de reproducción.

1.2. ALCANCE

El proyecto está constituido por un sistema basado en la plataforma Raspberry Pi (módulo de difusión) conectada a internet, que haciendo uso de su salida de audio permite la difusión audible de los contenidos de Radio Quántica. Dado que es posible la operación de varios módulos de difusión desde la misma aplicación web, se viabiliza una gran escalabilidad del proyecto hacia la construcción de varios de estos. Sin embargo, el presente proyecto de titulación se enfoca en la prueba de concepto (prototipo) con un solo sistema o módulo de difusión, sin incluir su instalación en espacios determinados.

Los parámetros a configurar se enfocan en la reproducción y pausa del módulo, así como la temporización de estas acciones. Además, están enlazados por una aplicación web que realiza la comunicación con el módulo de difusión y establece su modo de operación. Firebase se desempeña como el hosting de esta aplicación web.

El equipo directivo de Radio Quántica puede administrar los parámetros de reproducción desde el navegador web de un ordenador, tablet o smartphone desde cualquier parte del mundo, ya que la aplicación web está desarrollada con un diseño adaptable o responsivo.

Los administradores pueden acceder a la configuración de los antes mencionados parámetros a través de la autenticación de sus credenciales, valiéndose del ingreso de un usuario y contraseña que otorga seguridad a este proceso, sin incluir roles, tipos de usuario o distinción de labores para quien ingresa al sistema; debido a que únicamente el administrador tiene acceso a esta aplicación web.

El módulo de difusión funciona en base a una Raspberry Pi. El script, aplicaciones y librerías están contenidas en la memoria flash. La funcionalidad considera el acceso a Radio Quántica online de donde se obtiene el contenido audible de la radio, mediante la conexión a Internet.

La difusión audible se realiza conectando al Jack de audio de 3.5mm de la Raspberry Pi, un circuito amplificador adquirido para el proyecto. Así mismo, se conectarán un par de bocinas que permitan evidenciar el funcionamiento del prototipo. El diseño e implementación del amplificador y las bocinas no están incluidos en este trabajo de titulación. Para la gestión de la Raspberry se hará uso de un script, el cual recibirá comandos de la aplicación web para realizar el control de reproducción/pausa, volumen y temporización de reproducción/pausa del reproductor de Radio Quántica.

El escenario de pruebas utiliza una red LAN que permite controlar todos los parámetros en un ambiente controlado y restringido debido al difícil acceso a otros recursos. Las pruebas se extienden al área de cobertura de una WLAN.

Para concluir, el trabajo de titulación tiene como producto final demostrable un módulo de difusión asociado a una aplicación web de gestión de parámetros de reproducción.

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. RADIO ONLINE

La convergencia actual, afectada claramente por un dominio tecnológico, social y económico, ha provocado que las nuevas tecnologías logren crear la necesidad de digitalizar los procesos de la industria y los medios de comunicación, para que las organizaciones y empresas trabajen con información alineada al desarrollo tecnológico actual. La prensa escrita, la televisión y la radio son los primeros que buscan en Internet la posibilidad de ponerse en rumbo de las nuevas tecnologías de las telecomunicaciones; razón por la cual, la colonización del ciberespacio se está efectuando rápidamente. En corto tiempo, muchos de los medios de comunicación han pasado a crear una extensión virtual, e incluso otros nacen de allí [4].

La radio online representa una gran evolución en cuanto a la radio convencional. Destaca ventajas sustanciales que responden a prestaciones diferentes a las de difusión en radiofrecuencia, atienden a públicos distintos o al menos con necesidades diferentes. La infraestructura de difusión es menos costosa y también se reducen los costos legales,

permiten integrar multimedia y son altamente participativas. Más importante aún, dado la naturaleza de la red usada como medio de difusión, permiten reproducir su contenido en diferentes plataformas en cualquier lugar del mundo con conexión a Internet [1].

El auge de nuevas formas de expresión y especialmente nuevos mecanismos de difusión, han provocado que numerosos procesos tradicionales tengan que revertirse, reinventarse o cambiar en su totalidad. Si bien es cierto que la transformación está dada en su mayoría en el campo tecnológico, eso no excluye al resto del entorno radiofónico como son las audiencias, la comunicación, sus ofertas y la misma producción [4].

La irrupción clara de Internet sobre todo aspecto vital, en adición a la aparición de dispositivos móviles, supone una clara y auténtica revolución en los medios de comunicación, y la radio no es ajena a esos cambios. Internet ha permitido la multiplicación exponencial de la oferta de emisoras digitales, además de que ofrece ciertos servicios añadidos para el oyente, como el podcast¹, la radio a la carta y el simple enlace de todas sus características con las redes sociales [5]. Ya no se trata de la radio tradicional, ni Internet, sino una especie de combinación especial con aportaciones, contenidos y tratamientos nuevos. [6]

La concepción de la programación representa también una de las situaciones más innovadoras de las que se vale la radio online. Por una parte se emite en directo y, por otra, se da una fragmentación de contenidos. La radio online se atreve a romper la secuencialidad y continuidad de la programación, generando fragmentación o aislamiento de contenidos. Se da un paso agigantado pero sutil entre los programas cerrados con principio, fin y ritmo establecido, hacia otros abiertos con la intervención de usuarios con aportaciones de archivos sonoros o comentarios a cerca del contenido ofertado en el programa [7].

La entrevista “Internet es una enorme complejidad de procesos comunicativos”, al catedrático Mariano Cebrián Herreros, autor de gran cantidad de literatura referente a la radio y su evolución a medios digitales, es una valiosa fuente de información. En una pregunta específica acerca del cercano futuro de la radio, Herreros refuta a una posible pronta muerte de este medio de comunicación. Habla de las fuertes crisis que la radio ha atravesado y superado; en la década del 20 frente a la prensa y en los 50's y 60's frente a la poderosísima televisión. Destaca que siempre ha sabido incorporar innovación

¹ Podcast: Archivo de audio o canal de archivos de audio que pueden ser descargados o escuchados en una computadora o dispositivo móvil a través de Internet. Se forma a partir de la acronimia inglesa iPod (reproductor portátil de audio digital) y broadcast (transmisión o emisión) [65].

tecnológica y, a su partir, con creatividad e imaginación de profesionales, ha sabido ofrecer nuevos contenidos y tratamientos para mantenerse en el lugar que le corresponde dentro de la sociedad. Finaliza su mensaje dejando en claro que la radio online representa un ecosistema en el que se tiene todo ese componente sonoro que desemboca en provocación, imaginación e ilusión para el seguidor y que enlaza con la grata historia de la cultura oral que tanto han desarrollado los seres humanos, desde sus orígenes [8].

Las organizaciones radiales están incluyendo como una de sus plataformas de difusión la reproducción en línea, y cada vez ocupan mayor espacio dentro del mundo de la radiodifusión sonora; razón por la que es evidente un mayor desarrollo y un prometedor futuro de este medio. También destacan ventajas sustanciales que responden a prestaciones diferentes a las de difusión en radiofrecuencia y atienden a públicos distintos o al menos con necesidades diferentes. La infraestructura de difusión es menos costosa y también se reducen los costos legales, permiten integrar multimedia y son altamente participativas. Más importante aún, dado la naturaleza de la red usada como medio de difusión, permiten reproducir su contenido en diferentes plataformas en cualquier lugar del mundo con conexión a Internet [1].

1.3.1.1. Radio Quántica

Generalidades de Radio Quántica

Radio Quántica es una organización estudiantil que basa su desenvolvimiento en documentación legal establecida; por ello, para conceptualizarla, cabe citar textualmente las generalidades de su *Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos* [9].

Artículo 1.- Naturaleza y denominación

Radio Quántica es una radio comunitaria, comprometida con la difusión de contenidos diversos, fomentando reflexión y opinión en la sociedad. No tiene fines de lucro ni afiliación política. Se debe a las y los estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional y está conformada en su mayoría por los miembros de esta institución. Está domiciliada en la ciudad de San Francisco de Quito, en el campus José Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional, edificio 20, Planta Baja.

Artículo 2.- Misión

Desarrollar un espacio de comunicación, entretenimiento e información, capaz de integrar las expresiones sociales, científicas, culturales, deportivas y artísticas de la comunidad politécnica, universitaria y la sociedad en general, a través de contenidos radiofónicos y audiovisuales.

Artículo 3.- Visión

Al 2022, Radio Quántica se posicionará como referente comunicacional en la Escuela Politécnica Nacional, logrando que la mayor parte de estudiantes, docentes y personal administrativo conozcan la existencia de este medio de comunicación y sus contenidos.

Artículo 4.- Fines y Objetivos

La finalidad de Radio Quántica es ser el eje de convergencia de la información interna de la comunidad politécnica, así como ser un vínculo entre la academia y la sociedad. Entre sus objetivos, también están:

- Fomentar el desarrollo de habilidades comunicativas en los estudiantes, para impulsar el compromiso con la realidad universitaria y nacional.
- Ofrecer un espacio para que se involucren voluntarios, pasantes y/o practicantes (tanto internos como externos de la EPN) en el desarrollo de diversos proyectos comunicacionales como capacitaciones, programas radiales y otros.
- Producir y difundir contenidos sociales, científicos, culturales, deportivos y artísticos de la comunidad politécnica, universitaria y la sociedad en general.

Funcionamiento de Radio Quántica

Radio Quántica se reproduce en la plataforma web radioquantica.epn.edu.ec, la cual figura además como su página web oficial. El dominio de este sitio ha sido proporcionado por la DGIP (Dirección de Gestión de la Información y Procesos) de la Escuela Politécnica Nacional [10].

La *Unidad de Producción de Radio Quántica* encabezada por la Lcda. Andrea Oña y en beneficio de este proyecto, ha documentado una corta entrevista virtual (ANEXO A) que permite la descripción del apartado técnico de Radio Quántica y su funcionamiento de forma general.

Inti Poaquiza lidera la *Dirección Técnica e Informática* de Radio Quántica y es quien da respuesta a la entrevista de Andrea. Con fines prácticos, en esta conversación se busca no ahondar demasiado en términos técnicos, sino delinear una descripción general del funcionamiento de esta radio en línea.

Para empezar, Inti destaca el equipamiento de la cabina radial de esta organización estudiantil en el campus de la Escuela Politécnica Nacional; la Figura 1.1 y la Figura 1.2 son fiel prueba de ello.



Figura 1.1 Área de controles de la cabina de Radio Quántica [11]



Figura 1.2 Mesa de locución de la cabina de Radio Quántica [11]

Cuenta que el área de controles (ver Figura 1.1) es el apartado desde el que una persona en específico conduce técnicamente un programa; quien entre sus actividades ostenta la sintonización adecuada de los parámetros necesarios para cada locutor, manejo de consolas y conducción de un ordenador para la reproducción de pistas y grabación. En este sitio, Radio Quántica tiene la posibilidad de presumir un (1) micrófono de condensador, un (1) par de audífonos de diadema de alta definición, una (1) consola principal de dieciséis (16) canales y una (1) pequeña de cuatro (4) para micrófonos. Menciona también que la computadora posee todos sus periféricos necesarios; entre ellos dos (2) monitores o pantallas en lugar de uno (1), para facilidad de uso del operador de controles. Finalmente

destaca las bocinas monitoras, las cuales otorgan fidelidad y potencia a la hora de reproducir contenidos dentro de la cabina radial.

Además, Inti dilucida que la mesa de locución (ver Figura 1.2) hace clara mención a su nombre, puesto que es el lugar donde se ubican quienes proceden a locutar la programación de la radio. Cuenta que esta mesa se vale de tres (3) micrófonos de condensador, tres (3) pares de audífonos de diadema de alta definición, y una (1) consola mezcladora para la conexión de los audífonos.

En cuanto al programa utilizado para la programación de la radio, Inti comenta que actualmente se hace uso del programa Zara Radio; sin embargo, aclara que pronto Radio Quántica utilizará Jazler RadioStar 2.

Para la reproducción en línea, menciona que Radio Quántica utiliza el programa Butt, el cual toma el audio de la tarjeta de sonido de su computadora y lo envía al servidor de Icecast de CEDIA. Por otra parte, en la página web oficial de Radio Quántica se ancla un reproductor básico proporcionado por el servidor, sitio desde donde es posible escuchar los contenidos producidos por este medio de comunicación estudiantil.

1.3.1.2. Otras Radios Online

Enlineados Ecuador, en su portal web, enumera alrededor de cincuenta (50) radios ecuatorianas en línea [12]; de manera evidente ha tomado solamente una pequeña muestra de todas las radios online de este país.

Un análisis válido para la comparación de Radio Quántica con otras radios en línea supone un enfoque limitado hacia otras organizaciones radiales estudiantiles que tengan lineamientos y objetivos similares. Para el presente trabajo de titulación se han considerado tres (3) radios estudiantiles que funcionan en el medio digital a través de Internet, entre ellas: Radio ESPE, Radio Universitaria UCE y Radio Politécnica de Manabí.

La investigación del autor de este trabajo y de la Lcda. Andrea Oña con la Unidad de Producción, se ha extendido hacia la consulta de información a los representantes de estas radios online. A través de entrevistas similares a la anterior analizada, se ha obtenido concreta información conceptual y técnica de las organizaciones radiales mencionadas. La documentación de las entrevistas se puede observar a detalle en el ANEXO A.

La Tabla 1.1 reporta una breve comparación de las características generales de Radio Quántica frente a otras radios estudiantiles online.

Tabla 1.1 Comparación entre Radio Quántica y otras radios estudiantiles online

	Radio Quántica	Radio ESPE	Radio Universitaria UCE	Radio Politécnica de Manabí
¿La radio tiene misión, visión, fines y objetivos claros?	Sí	No definidos de forma escrita en su página web.	Sí	No definidos
Equipamiento técnico de la radio	Dos (2) computadoras de escritorio con todos sus periféricos, tres (3) monitores, una (1) consola principal, cuatro (4) micrófonos de condensador, una (1) consola para micrófonos, cuatro (4) audífonos de diadema de alta definición, dos (2) parlantes monitores y una (1) mezcladora para audífonos.	Una (1) consola principal, cuatro (4) micrófonos, dos (2) computadoras con sus respectivos periféricos y dos (2) parlantes monitores.	Una (1) consola principal, cuatro (4) micrófonos de condensador, dos (2) computadoras portátiles y una (1) de escritorio.	Una (1) consola principal, una (1) <i>interfaz MIDI</i> , cuatro (4) micrófonos de condensador, una (1) televisión, tres (3) cámaras y cuatro (4) computadoras con sus respectivos periféricos.
¿La radio posee ambientes	No	Sí	Sí	Sí

separados entre set y controles?				
Programa utilizado para programación radial	Zara Radio (próximamente Jazler RadioStar 2)	Zara Radio y aplicación <i>Azuracast</i>	Jazler RadioStar 2	Jazler RadioStar 2
Proceso para reproducción sobre la red	El programa para streaming Butt toma el audio de la tarjeta de sonido de la computadora y la envía al servidor Icecast de CEDIA. Se ancla un reproductor básico del servidor en la página web de Radio Quántica.	El programa Butt coloca al aire la señal (no se tiene conocimiento del servidor utilizado). Otros programas permiten la transmisión por Facebook Live. La radio se reproduce también a través de <i>Radio Garden</i> .	La computadora de emisión se enlaza con la página web de la Universidad, a través de un servicio de streaming de la empresa Grupo Mundo Digital.	El audio tomando de la tarjeta de sonido de la computadora principal se envía al servidor de CEDIA a través del programa Butt. El reproductor de CEDIA se inserta en la página web de la Universidad.
¿La radio posee página web independiente?	Sí	Sí	No	No

La Tabla 1.1 muestra que las características de Radio Quántica son similares a las de otras radios online estudiantiles. Un aspecto importante en el que esta organización radial se ve claramente superada por las demás es la distribución de su cabina radial, ya que esta no se encuentra separada en dos ambientes. Comúnmente se observan cabinas radiales con espacios separados para controles y el set de locución, no solo en radios online sino también en aquellas que trabajan bajo frecuencia y amplitud modulada. Esta falencia deberá ser corregida lo antes posible por la organización estudiantil, ya sea a través de su propia gestión o bajo la dependencia de la Escuela Politécnica Nacional.

Por todo lo demás, Radio Quántica figura como un medio de comunicación universitario con sobresaliente potencial técnico y excelente capital humano.

1.3.2. APLICACIONES WEB

Pressman, en la séptima edición de su libro Ingeniería de software: Un enfoque práctico [13], expone la definición básica de aplicaciones web acotándolas como “webapps”. Aclara que se trata de un conjunto de archivos de hipertexto vinculados que son capaces de presentar información con uso de texto y gráficas. Además, Pressman destaca la evolución de las aplicaciones web que, en los últimos años, presentan ambientes de cómputo sofisticados que ya no proveen solo características aisladas, funciones de cómputo y contenido para el usuario final, sino que también integran bases de datos corporativas y aplicaciones de negocios.

La empresa de software estadounidense Adobe Inc, en su apartado en línea de helpdesk ha incluido valiosa información sobre los Aspectos Básicos de las aplicaciones web. En su definición principal destaca que se trata de un sitio web con páginas con contenido sin determinar, totalmente o de forma parcial. Este contenido final se establece únicamente cuando el usuario solicita una página al servidor web [14].

Entre sus usos más comunes están [14]:

- Facilitar a los usuarios la localización de información en un sitio web, de manera sencilla y rápida.
- Recolectar, guardar y procesar datos suministrados por los visitantes del sitio.
- Actualizar sitios web cuyo contenido cambia constantemente.

Además, es menester acotar que una aplicación web se forma de páginas web estáticas y dinámicas. La página web estática es aquella que no muestra cambios en su estructura cuando un usuario le da apertura; simplemente el servidor web, sin modificarla, envía la página al navegador web solicitante. Por el contrario, las páginas dinámicas son modificadas por el servidor web antes de enviarlas al navegador solicitante [14].

El procesamiento de páginas web estáticas es simple. La Tabla 1.2 y la Figura 1.3 describen y muestran un diagrama esquemático que permite entender el proceso de mejor manera.

Tabla 1.2 Procesamiento de páginas web estática [14]

Proceso	Numeral en Figura 1.3
El navegador solicita la página web estática.	1
El servidor web localiza la página solicitada.	2
El servidor web envía la página al navegador solicitante.	3

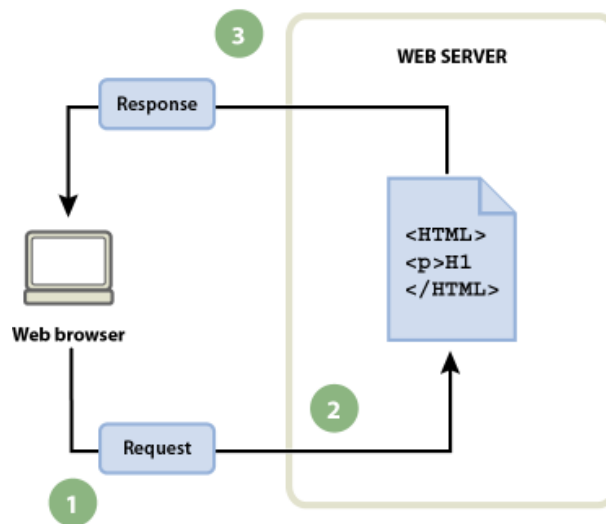


Figura 1.3 Esquema del procesamiento de páginas web estáticas [14]

En contraparte, cuando el servidor web recibe una solicitud para mostrar una página dinámica, la transfiere a un software especial denominado servidor de aplicaciones, el cual se encarga de su elaboración final [14]. El proceso se describe en la Tabla 1.3 y Figura 1.4.

Tabla 1.3 Procesamiento de páginas web dinámicas [14]

Proceso	Numeral en Figura 1.4
El navegador solicita la página web dinámica.	1
El servidor web localiza la página solicitada y la envía	2

hacia el servidor de aplicaciones.	
El servidor de aplicaciones explora la página en busca de instrucciones y la termina.	3
El servidor de aplicaciones envía la página finalizada al servidor web.	4
El servidor web responde al navegador solicitante con la página terminada.	5

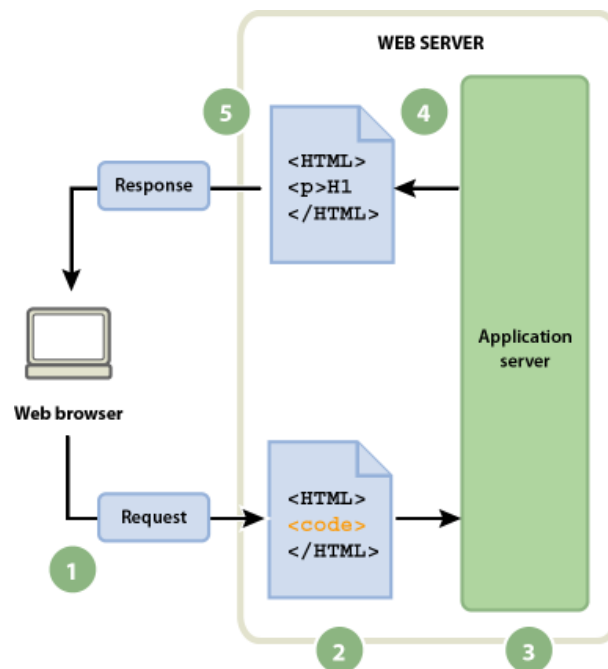


Figura 1.4 Esquema del procesamiento de páginas web dinámicas [14]

En las aplicaciones web es posible trabajar con el acceso a una base de datos, lo cual corresponde a los recursos del lado del servidor con los que permite trabajar el propio servidor de aplicaciones. Utilizar una base de datos para el almacenamiento de información facilita la separación del diseño del sitio web con el contenido que se desea mostrar al usuario; en lugar de escribir individualmente archivos tipo HTML, es posible crear una sola plantilla. Después es factible cargar contenido en una base de datos y, seguido de ello, hacer que el sitio web obtenga el contenido en respuesta a una petición del usuario. Además, la base de datos permite actualizar la información en un origen único y,

automáticamente, establecer los cambios en todo el sitio web, tal que se muestren desde cualquier otro lugar del que sea visitado. [14]

El servidor de aplicaciones no es capaz de comunicarse directamente con la base de datos, debido a conflictos del formato de archivo contenedor de estos; razón por la cual, se introduce el concepto de controlador de base de datos, el cual actúa de intermediario entre ambos elementos. Otro concepto que se introduce en este punto del análisis de aplicaciones web es el juego de registros, el cual se define como un conjunto de datos obtenidos de una o varias tablas de la base de datos. Este juego de registros se devuelve al servidor de aplicaciones, quien emplea la información para completar la página [14]. El proceso de acceso a una base de datos se evidencia en la Tabla 1.4 y en la Figura 1.5.

Tabla 1.4 Proceso de acceso a una base de datos [14]

Proceso	Numeral en Figura 1.5
El navegador hace la petición de la página dinámica	1
El servidor web localiza la página solicitada y la envía hacia el servidor de aplicaciones.	2
El servidor de aplicaciones explora la página en busca de instrucciones.	3
El servidor de aplicaciones hace llegar la consulta al controlador de la base de datos.	4
El controlador efectúa la consulta en la base de datos	5
El juego de registros regresa al controlador	6
El controlador de la base de datos envía el juego de registros al servidor de aplicaciones.	7
El servidor de aplicaciones envía una página al servidor web, no sin antes insertarle la información correspondiente.	8
El servidor web despacha la página terminada al navegador solicitante.	9

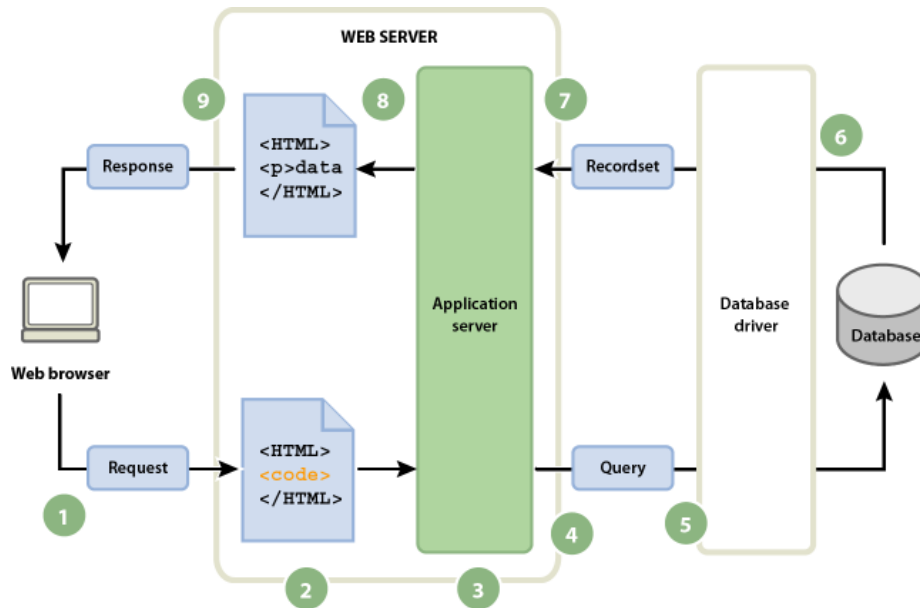


Figura 1.5 Esquema del proceso de acceso a una base de datos [14]

1.3.2.1. W3C (World Wide Web Consortium)



Figura 1.6 Logo de W3C [15]

El consorcio World Wide Web (W3C) es una comunidad internacional en donde muchas organizaciones pertenecientes, personal de su compañía y el público del mundo del desarrollo, trabajan para desarrollar estándares web.

El W3C es dirigido por Tim Berners-Lee, inventor y director de la web, junto al CEO de la compañía Jeffrey Jaffe. El objetivo principal de esta organización es siempre llevar a la Web a su máximo potencial. La actividad más importante llevada a cabo por la W3C es la de desarrollar protocolos y pautas que den por sentado el crecimiento de la Web a largo plazo. Este consorcio define los estándares que utilizan varios lenguajes dedicados al diseño web [15].

1.3.2.2. HTML (Hypertext Markup Language)



Figura 1.7 Logo HTML 5 [16]

El lenguaje HTML es simplemente texto colocado bajo un esquema y escrito sobre cualquier editor de texto disponible. Nació en respuesta a las necesidades establecidas por la web, especialmente en cuanto a las características de su diseño y estructura. Sus siglas, traducidas al español, significan “lenguaje hipertexto de marcas”. Este lenguaje es el encargado de convertir un simple archivo de texto en una página web con diferentes tipos y tamaños de letra, imágenes, animaciones, formularios y más [17].

HTML es un lenguaje de marcado sencillo que permite describir hipertexto, este último término se puede interpretar como texto presentado de forma agradable y estructurada, con hyperlinks o enlaces que conducen a otros archivos o fuentes de información relacionadas; además puede incluir inserciones multimedia. HTML es el lenguaje con el que básicamente se “escriben” las páginas web, es decir, es el lenguaje con el que es posible darles forma. Su filosofía se puede resumir con las siguientes características: es sencillo, no hace uso de variables ni se compila, es un lenguaje interpretado, sus instrucciones llevan por nombre “etiquetas” y permite escribir hipertexto. El programa encargado de interpretar este lenguaje es el navegador web [18].

Como información básica para el contenido de este proyecto, es viable reportar la estructura básica de un documento tipo HTML. Para empezar la definición de la estructura, cabe mencionar que el documento debe estar limitado por la etiqueta `<html>` y `</html>` [18].

Dentro de ello es posible destacar dos partes principales:

- El encabezado, flanqueado por `<head>` y `</head>`, es donde se introduce la información que afectará a toda la página web; el título principal se incluye en este apartado [17].
- El cuerpo, delimitado por `<body>` y `</body>`, es donde se coloca todo el contenido general de la página web [18].

La Figura 1.8 muestra un gráfico esquemático y descriptivo de la estructura básica de un documento HTML.



Figura 1.8 Estructura básica de un documento HTML [19]

Por su parte, la Figura 1.9 muestra una estructura más elaborada de una página web escrita en HTML5. En el contexto práctico de este trabajo de titulación se pretende no ahondar demasiado en las secciones del desarrollo web; sin embargo, queda a criterio del lector su investigación en las referencias del proyecto.



Figura 1.9 Estructura base de una página web elaborada en HTML5 [20]

Además, HTML define dos conceptos importantes para el desarrollo web: las etiquetas y los atributos. Las etiquetas son el fragmento de código que representa algo en específico de un sitio web; por ejemplo: un botón, un campo de texto, entre otros. Los atributos son las características del contenido definido por las etiquetas antes descritas; tales como: colores, tamaños, etc [21].

Existen incontables etiquetas y atributos que se necesitan para la estructuración de una página web, a través del lenguaje de marcado HTML. El lector puede ampliar su investigación en el extenso mundo del desarrollo web para conocer a detalle las características de las etiquetas y atributos necesarios para elaborar una página web, o en su defecto, una aplicación web profesional.

1.3.2.3. CSS (Cascading Style Sheets)



Figura 1.10 Logo de CSS 3 [16]

Javier Eguíliz Pérez, en su libro: “Introducción a CSS” [22], describe a CSS como un lenguaje de hojas de estilos que ha sido creado para definir la presentación o el aspecto gráfico de los documentos electrónicos definidos bajo el lenguaje de marcado HTML y XHTML². Utilizar CSS permite separar el contenido de un sitio web de su aspecto, lo cual es imprescindible a la hora de crear páginas y aplicaciones web.

Existen varias ventajas de la separación del contenido y su aspecto en una página web, entre ellas Eguíliz define [22]:

- Obliga a crear documentos semánticos HTML, es decir, bien definidos y con significado completo.
- Mejora la accesibilidad del documento.
- El mantenimiento del documento se torna menos complicado.

² XHTML: Variante de HTML (similar a HTML 4.0.1) que posee varias restricciones de sintaxis para ser compatible con XML (Lenguaje de Marcado Extensible). [17]

- Permite adaptabilidad para el tamaño de varios dispositivos diferentes.

Una vez marcados los contenidos de la página web y definidas las funciones de cada elemento con HTML, el lenguaje de hojas de estilos CSS permite definir su aspecto en cuanto a: tamaño, color, tipo de letra, separación vertical u horizontal entre sí; además de su posición en la página y más propiedades gráficas [22].

Es posible incluir código CSS directamente en el head de la estructura de un documento HTML, haciendo uso de la etiqueta `<style>`; sin embargo, en honor al orden de programación, resulta favorable definir el código CSS en un archivo externo y anclarlo al documento con un enlace a través de la etiqueta `<link>` [22].

Al hacer uso de CSS se introduce un concepto importante que es sumamente utilizado para el diseño web, se trata de la definición de clase para elementos de un documento HTML. En cada uno de los elementos del documento es posible definir una clase; la cual, a través de un selector de clase, se procede a llamar desde el archivo CSS. Varios elementos que el usuario guste que tengan aspecto similar pueden valerse de la misma clase, así se optimiza código y se reutiliza el estilo para varios elementos del sitio web [23].

El selector de clase es un tipo de selector de CSS, ya que la estructura de este lenguaje se basa en dos elementos conocidos como “selector” y “declaración”. La función del selector es indicar a qué elemento se le van a aplicar los estilos, mientras que la función de la declaración es especificar de qué estilo se trata. Entre los tipos de selector más utilizados, se encuentran [24]:

- Selector universal: selecciona todos los elementos de la página a través del carácter “*”.
- Selector de clase: es el selector detallado anteriormente. La clase se define dentro del documento HTML con el atributo “class” y en el archivo CSS, al nombre del selector de clase lo precede el carácter “.”.
- Selector de tipo o etiqueta: selecciona todos los elementos del documento HTML cuya etiqueta coincida con el valor del selector.
- Selector descendente: permite añadir estilos a todos los elementos que figuran como “hijos” del selector de tipo o etiqueta.
- Selector de ID: al nombre del selector le precede el carácter “#” y en el documento HTML se define con el atributo “id”. A diferencia de la clase, un atributo ID es único.

Estos elementos figuran como características importantes del lenguaje de hojas de estilos CSS; sin embargo, existen un sinnúmero de términos que representan a muchos otros de

sus elementos. Queda a criterio del lector, la investigación de todas las generalidades del extenso mundo del desarrollo de estilos y aspecto gráfico para un sitio web.

No obstante, cabe destacar las versiones con las que CSS ha trabajado a través de los años y como su evolución ha ido mejorando significativamente el aspecto del mundo web.

Versiones de CSS

CSS nace a mediados de la década de los 90's, específicamente en el año 1996; desde entonces, HTML y CSS han venido evolucionando de la mano, siendo dos de los lenguajes más extendidos alrededor del mundo y de los primeros en ser aprendidos por jóvenes para el desarrollo web. CSS cuenta con tres (3) versiones reconocidas principalmente, aunque una cuarta toca las puertas de los rumores de la evolución de este lenguaje de estilos web [25].

- CSS 1

CSS 1 fue oficialmente lanzado el 17 de diciembre de 1996 y se mantuvo en pie durante 12 años, exactamente hasta la llegada de la tercera versión de este lenguaje. Las funcionalidades básicas de CSS figuraron como lo más importante en esta versión, como son: sintaxis, atributos y propiedades básicas de texto, fuentes, hojas o cajas; así como todos los fondos y colores que se mantienen en futuras versiones.

Su éxito no se hizo esperar, ya que las páginas web tenían un mejor diseño y distribución; lo cual facilitaba el trabajo a los desarrolladores web, formando sitios con menos código y con menor tiempo invertido. Además, con tal mejora, el usuario era mayormente impulsado a hacer uso de la página web [25].

- CSS 2

La segunda versión apareció apenas dos años después del lanzamiento de CSS1, sumándole nuevas y mejores herramientas y provocando mejorías en el lenguaje. Se incluyeron los selectores, las tablas, los efectos visuales, nuevos atributos de texto, nuevos modelos de caja y las media types que permitían adaptabilidad para todos los dispositivos que se conectaban al sitio, sin problemas de formatos.

CSS 2 prontamente presentó fallos y errores, razón por la que W3C la reemplazó en 2004 por CCS 2.1; sin embargo, esta última fue declarada únicamente como una recomendación y no como versión oficial, hasta el 2008 que CSS 2 fue definitivamente descontinuada [25].

- **CSS 3**

La última versión de CSS fue publicada en 2011 y hasta la actualidad se presenta como la especificación más completa, hecho que responde a que su desarrollo tardó más de 10 años.

La W3C dispuso nuevas funcionalidades, como una gama más amplia de colores y fondos, bordes con imágenes y degradados, texto y cajas con sombra, esquinas redondeadas, consulta de medios, disposición de cuadrícula de múltiples columnas, división del código en módulos, entre otras.

No obstante, todas las funcionalidades no sirvieron inicialmente, ya que los principales navegadores web tardaron en ofrecer soporte para esta especificación. Además, esta versión continúa presentando limitaciones; por lo tanto, se espera el pronto lanzamiento de una cuarta versión de CSS [25].

En la versión CSS 3 se incluyeron hace poco dos modelos que están siendo sumamente utilizados: CSS Flexbox Layout y CSS Grid Layout.

El reconocido diseñador web español Santiago Martín de Jesús, en su portal web Mardeasa, ofrece un documento referente a la “Creación de páginas web con el lenguaje de marcas” [26] y define claramente a estos dos modelos, así:

- Flexbox Layout

- Se denomina también Módulo de Caja Flexible y fue creado como un modelo unidimensional de diseño web, otorgando una mejor distribución de espacio entre los ítems de una interfaz y mejorando las capacidades de alineación. Maneja el diseño en una sola dimensión, ya sea como fila o como columna.

- Grid Layout

- Se trata de un modelo bidimensional que, al igual que Flexbox, aporta en la distribución de elementos en el diseño web; sin embargo, al trabajar en dos dimensiones, es capaz de controlar columnas y filas al mismo tiempo.

La Figura 1.11 puede aclarar la principal diferencia entre ambos modelos.

Finalmente, se debe considerar que estas herramientas no compiten entre sí, sino que pueden trabajar en simultáneo. Flexbox puede hacer cosas que Grid no y viceversa. Grid puede aportar en el manejo de diseños asimétricos y poco ortodoxos, mientras que Flexbox es la mejor opción para alinear contenido dentro de ellos [27].

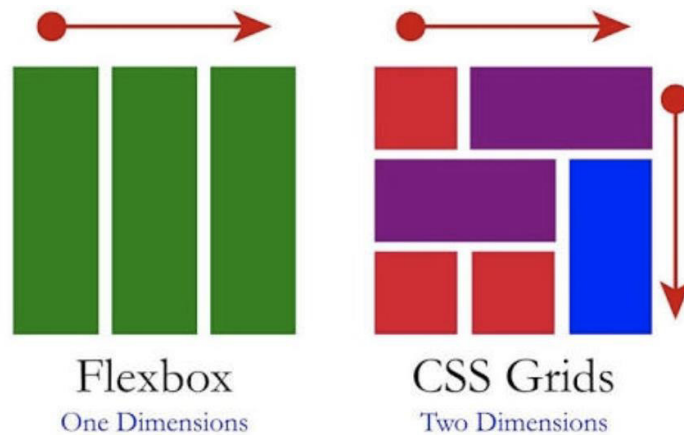


Figura 1.11 Disposición de los modelos CSS Flexbox Layout y CSS Grid Layout [27]

1.3.2.4. JavaScript



Figura 1.12 Logo de JavaScript [16]

Una definición relevante y acertada de JavaScript la otorga el portal web armandoparedes.com, en el documento Informática III, capítulo 5 [28]. Alude que JavaScript es un lenguaje de programación que consiente la inclusión de clases, eventos y acciones entre el cliente y usuario, para el desarrollo de aplicaciones web. JavaScript permite no sólo clicar y esperar información de una página web, sino que le otorga un carácter interactivo. Tal interacción permite insertar botones, un editor de texto, una calculadora, juegos y más. Los navegadores interpretan las sentencias de JavaScript incluidas en el documento HTML afín, permitiendo la constitución de aplicaciones similares a aquellas generadas por computadora o CGI (Computer Generated Imagery).

Entre las propiedades más importantes se destaca [28]:

- No se compila, se interpreta por el ordenador que recibe el programa.
- El código puede estar integrado en el documento HTML.
- Se vale de una programación orientada a objetos.

- No se declaran tipos de variables.
- Sus scripts se ejecutan cuando sucede un evento en específico.
- Trabaja con los elementos definidos con el lenguaje de marcado HTML.
- Presenta ejecución dinámica, es decir que los programas y funciones no se revisan hasta que se ejecutan.

Al igual que todo lenguaje de programación, JavaScript trabaja con variables, expresiones, métodos, estructuras de control, funciones, clases, arreglos y más. Su clasificación y funcionalidad no es tema en el que el presente trabajo de titulación deba ahondar. El lector puede permitirse leer documentación referente e investigar acerca de este lenguaje que permite dar vida a las aplicaciones web.

Node Js

A la hora de hablar de forma general de JavaScript, es importante mencionar el concepto básico de Node Js. Javascript es un lenguaje de programación antiguo y siempre ha dependido de los navegadores para ser interpretado; es decir, cada navegador tiene un programa interno que interpreta JavaScript, el cual se denomina *motor de JavaScript*. Ryan Dahl, en busca de crear servidores web que consideren las necesidades actuales de la web, específicamente en cuanto a la enorme cantidad de usuarios y todos accediendo en tiempo real, tomó el *motor V8* de Google y consiguió hacerlo funcionar fuera del navegador, esto es en el sistema operativo; este momento responde al nacimiento oficial de Node Js [29].

La página oficial de NodeJs [30] la define como un entorno de ejecución para Javascript, construido con el motor de JavaScript V8 de Chrome, cita que NodeJs hace uso de un modelo de operación I/O sin bloqueo y orientado a eventos, lo cual lo hace liviano y eficiente.

Así es que, en conclusión, NodeJs es el programa que se encarga de traducir código JavaScript para que el ordenador entienda las instrucciones detalladas a través de tal lenguaje de programación. En cuanto al modelo de entradas y salidas, se refiere a un sistema asíncrono, es decir que no espera hasta que finalice un proceso para continuar con otro, sino que delega esta tarea al propio sistema mientras busca otras tareas para su ejecución [29].

Finalmente, NodeJs destaca a su ecosistema de paquetes npm y lo cataloga como el más grande de librerías de código abierto de todo el mundo [30]. De las siglas Node Package

Manager, es un lugar en la web que almacena código de todos los desarrolladores del mundo que comparten código ya comprobado, el cual es de libre uso y totalmente gratuito. NodeJs destaca entre sus ventajas [29]:

- Es sumamente rápido ya que hace uso del motor v8 de Google.
- Utiliza código asíncrono, evitando el multithreading o multihilo.
- Hace uso de la enorme cantidad de código ya escrito en Javascript.
- Facilita la acción de compartir código entre el navegador y el servidor.

1.3.2.5. SweetAlert2



Figura 1.13 Logo de Sweetalert2 [31]

Al programar las funcionalidades de un sitio web es indispensable establecer alertas que guíen al usuario y corrijan o confirmen sus acciones. Los métodos *alert* y *confirm* son utilizados para mostrar mensajes en una caja de diálogo. El método *alert* se utiliza para avisar al usuario a cerca de malos procederes, o una acción específica que no debe realizar; razón por la cual contiene el botón *OK*. Por su parte, el método *confirm* incluye los botones *Ok* y *Cancel*, devolviendo como valor de retorno: *true* si se presiona *OK* y *false* si se presiona *Cancel* [28].

Existen más métodos que permiten la apertura de una caja de diálogo; como el método *prompt*, el cual solicita al usuario la entrada de datos en forma de cadena de caracteres. Luego de presionar un botón de confirmación, devuelve lo que escribe el usuario en el campo de texto ofertado [28].

Todos estos métodos muestran una caja de diálogo simple, sin diseño ni animación. Si se ha preparado un diseño web agradable a la vista, no es conveniente colocar alertas

simples, grises y sin vida. El plugin³ Sweetalert2 es una opción muy fácil de utilizar para implementar cajas de diálogo coloridas, animadas y amigables con los ojos de quien navega en el sitio web.

Sweetalert se encuentra almacenado en el dominio de Github, razón por la que su contenido es posible descargar desde su propio enlace [31]; este sitio se autodefine como un bonito, receptivo, personalizable y accesible reemplazo para los cuadros emergentes de Javascript.

Ofrece ejemplos claros que permiten ser probados online, de manera simple y didáctica. Al iniciar su plataforma muestra la diferencia entre utilizar una alerta común y una elaborada en Sweetalert2, acompañado de su código correspondiente, como se muestra en la Figura 1.14 [31].



Figura 1.14 Interfaz de presentación de ejemplo de Sweetalert2 [31]

Al presionar el botón *Mostrar alerta normal* se muestra la alerta de la Figura 1.15, ubicada en la parte superior del navegador; mientras que al presionar el botón *Mostrar mensaje de éxito*, se observa la alerta de la Figura 1.16 posicionada de manera central y resaltada por una animación en su ícono superior. Es posible notar clara diferencia y la razón por la que es factible el uso de este plugin en el desarrollo de sitios web.

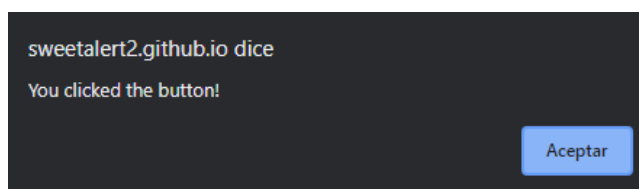


Figura 1.15 Ejemplo de alerta normal del navegador Google Chrome [31]

³ Plugin: Puede llamarse complemento. Es una noción de la lengua inglesa que se entiende como “inserción” y se utiliza en informática refiriéndose a una aplicación que añade una funcionalidad o característica adicional al software de algún sistema. [65]



Figura 1.16 Ejemplo de alerta elaborada en Sweetalert2 [31]

Finalmente, además de ejemplos con su código, su plataforma dispone de *Galería de recetas*, procesos de *Instalación*, *Uso*, *Configuración* y más.

1.3.2.6. Editores de código




Los editores de código son programas que permiten la gestión de código fuente de proyectos que trabajan con distintos lenguajes de programación; el desarrollo web es un claro ejemplo, ya que comúnmente hace uso de varios lenguajes que se alternan en el mismo proyecto [32].



En realidad, el código no es más que texto que será interpretado como código al ejecutarse en el contexto adecuado; por lo tanto, puede ser escrito en cualquier entorno que mantenga texto puro o plano ('plain text'), como la *Libreta de notas* común de Windows o *TextEdit* de Mac. No obstante, los editores de código o IDEs (Entornos de Desarrollo Integrado) facilitan la tarea del programador al incluir, entre otros: funciones de autocompletar, gestión de versiones y funcionalidades que permiten el cambio de color de ciertas partes según el contexto y que comprueben la sintaxis del código [32].

El presente trabajo de titulación, según se ha analizado, requiere codificación para el lenguaje de marcado HTML, de hojas de estilos CSS y de programación JavaScript y Python. Sin embargo, con el fin de obtener un editor de texto ideal para el proyecto, es necesario acortar el área de análisis al lenguaje más utilizado a lo largo del mismo. JavaScript es, sin duda, el lenguaje que más se utiliza en el presente proyecto; puesto que permite definir la funcionalidad de la aplicación web que gestiona el módulo de difusión.

En su portal web, la organización sin fines de lucro freeCodeCamp [33] realiza una comparación breve entre algunos editores de código para el lenguaje de programación Javascript; con base en ello, la Tabla 1.5 detalla ventajas y desventajas de cada uno.

Tabla 1.5 Ventajas y Desventajas de algunos editores de código para JavaScript [33]

Editor de código	Ventajas	Desventajas
<p>VSCode</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollado por Microsoft. - Es gratuito, de código abierto y bastante ligero. - Amigable con principiantes. - Se puede utilizar a través del navegador. - Es posible instalar muchas funciones adicionales, como extensiones. - Tiene una gran comunidad de usuarios que pueden ofrecer soporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - La integración de Git en el IDE no es tan sólida como en otros editores. - Hay ciertas funciones ofertadas que no son reales.
<p>Atom</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Gratuito y desarrollado por Github. - Utiliza Node.js para compatibilidad con algunos complementos. - Existe una gran cantidad de complementos para su uso. - El complemento de teletipo permite a varios usuarios trabajar en el mismo archivo. - La integración de Git está bien implementada (software Github). - Experiencia de edición fluida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Versión especializada de Chrome adaptada a figurar como editor de código. - Inversión inicial de tiempo para configurar su interfaz. - Experimenta cierta lentitud
<p>Sublime Text</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Experiencia fluida. - Es liviano, lo que lo hace rápido al cargar y trabajar con archivos grandes. - Destaca la función <i>go to anything</i> (ir a cualquier cosa). 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un editor de pago. - No está pre-cargado con muchos complementos para comenzar. - Lleva un buen tiempo configurarlo para iniciar.

	<ul style="list-style-type: none"> - Simplifica tareas al mostrar todas las apariciones de una variable al seleccionarla. 	
<p>VIM</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Es gratuito y muy configurable. - Capacidades sólidas de búsqueda y resaltado de sintaxis. - Es super liviano, por lo que trabaja bien con archivos grandes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible solo en la mayoría de las distribuciones de Linux. - Su configuración inicial es muy demorosa y compleja.
<p>WebStorm</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un verdadero IDE de JavaScript, tiene todas sus funciones integradas por defecto. - Puede depurar scripts de nodos y ejecutar pruebas en un servidor integrado. - Puede ejecutar y depurar scripts npm a través de una interfaz de vista de árbol, sin complementos. - Incluye un sistema de VSC que realiza una confirmación cada que se guarda un archivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - No es gratuito. - Sus complementos están disponibles para funciones poco comunes que no están integradas. - Se ve ralentizado en proyectos con muchos archivos. - Puede significar una pérdida de memoria con proyectos muy grandes.

El presupuesto económico es importante para un proyecto de pregrado, razón por la que es simple empezar descartando a SublimeText y WebStorm para su utilización en este proyecto. El autor de este trabajo de titulación no se especializa en el desarrollo web, por lo que es importante considerar un editor de código que no requiera una configuración inicial compleja y demorosa. VSCode es el IDE seleccionado; ya que, entre otras ventajas, tiene el respaldo de Microsoft, es amigable con principiantes y ofrece la posibilidad de instalación de muchos complementos favorables para la programación.

1.3.3. FIREBASE



Figura 1.17 Logo de Firebase [34]

Firebase se define como una plataforma propiedad de Google que facilita el desarrollo de aplicaciones, figurando especialmente como servidor backend⁴. Puede ser utilizado para desarrollo sobre varios sistemas operativos: Android, IOS y web [35].

Proporciona una solución eficaz frente a problemas de desarrollo y permite gran escalabilidad, debido al respaldo y recursos de la gigantesca empresa Google. Su funcionalidad se centra en servicios de autenticación, bases de datos en tiempo real, solución de errores, almacenamiento de archivos, testeo y análisis de estadísticas de usuarios. Firebase no se encuentra únicamente orientado a proyectos individuales de desarrollo académico o de investigación, sino que centra su desempeño también en los negocios; razón por la cual, en su documentación, se define como una plataforma que brinda las herramientas necesarias para programar aplicaciones de alta calidad, incrementar la base de usuarios y ganar mayor cantidad de dinero. Además de encargarse de aspectos básicos para que los negocios aplicantes sean monetizados, consiguiendo que el administrador se concentre mayormente en sus usuarios [36].

Firebase fue fundado en el año 2011 por Firebasse, Inc., como un SDK de chat para dispositivos móviles cuyo nombre era “Envolve”. Debido a su rotundo fracaso, nace otro producto llamado “Firebase Realtime Database” que, durante dos años consecutivos, recaudó gran cantidad de dinero. El éxito de su último producto llevó al lanzamiento, en el año 2014, de “Firebase Hosting” y “Firebase Authentication”. Google compra la compañía en el mismo año y, en el 2016, logra convertirla en una plataforma unificada y orientada a ofrecer apoyo y facilidades a los desarrolladores. Para el siguiente año (2017), Google incluye más herramientas y reemplaza varias de las suyas por otras de Firebase [37].

⁴ Backend: Apartado de las aplicaciones web en el que se ven envueltas las actividades efectuadas del lado del servidor; es decir, aquellos servidores de aplicaciones y las tareas de bases de datos que el usuario no es capaz de visualizar en el navegador de Internet. [49]

1.3.3.1. Planes de pago de Firebase

Firestore, en su apartado de Precios [38], ofrece dos productos: *Plan Spark* y *Plan Blaze*. La Figura 1.18 muestra los servicios que incluyen ambos planes por defecto, es decir aquellos que no presentan cargo monetario hacia el usuario.

Productos	Sin cargo Plan Spark Generous limits to get started	Pago por uso Plan Blaze Calcula los precios de las apps a gran escala. ✓ Se incluye el uso gratuito del plan Spark*
Pruebas A/B		Sin cargo
Analytics		Sin cargo
App Distribution		Sin cargo
App Indexing		Sin cargo

Figura 1.18 Herramientas incluidas sin cargo para los planes de Firebase [38]

Por su parte, la Figura 1.19, Figura 1.20 y Figura 1.21 muestran el detalle de características y precios para las herramientas de Hosting⁵, Realtime Database⁶ y Cloud Storage⁷ respectivamente; considerando a la izquierda el *Plan Spark* y a la derecha el *Plan Blaze*. La comparación mostrada es únicamente un ejemplo, ya que evidentemente existe una mayor cantidad de herramientas que Firebase ofrece a sus usuarios.

Hosting	Plan Spark	Plan Blaze
Storage	10 GB	USD 0.026/GB
Data transfer	360 MB/day	USD 0.15/GB
Custom domain & SSL	✓	✓
Varios sitios por proyecto	✓	✓

Figura 1.19 Comparación de planes de la herramienta de Firebase Hosting [38]

⁵ Firebase Hosting: Esta herramienta proporciona hosting seguro y rápido para aplicaciones web, incluyendo microservicios y contenido estático/dinámico. Su nivel de producción está orientado a desarrolladores. [50]

⁶ Firebase Realtime Database: Base de datos alojada en la nube que almacena y sincroniza datos con todos los clientes en tiempo real, manteniéndose disponibles con la app sin conexión. [66]

⁷ Cloud Storage for Firebase: Servicio de almacenamiento simple, potente y rentable. Construido para el escalamiento de Google; es decir, contenido generado por usuarios. [67]

Realtime Database		
Conexiones simultáneas [?]	100	200.000 por base de datos
GB almacenados	1 GB	USD 5 por GB
GB descargados	10 GB/mes	USD 1/GB
Varias bases de dato por proyecto	✗	✓

Figura 1.20 Comparación de planes de la herramienta de Firebase Realtime Database [38]

Cloud Storage [?]		
GB almacenados	5 GB	USD 0.026/GB
GB descargados	1 GB/día	USD 0.12/GB
Operaciones de carga	20,000/día	USD 0.05 por cada 10,000
Operaciones de descarga	50,000/día	USD 0.004 por cada 10,000
Varios depósitos por proyecto	✗	✓

Figura 1.21 Comparación de planes de la herramienta de Firebase Cloud Storage [38]

Al finalizar su apartado de precios, Firebase presenta una Calculadora amigable con el usuario, la cual permite llevar una contabilidad del precio final que resultaría de seleccionar diferentes parámetros en las herramientas ofertadas para el Plan Blaze. En la Figura 1.22 se observa el costo total de dos herramientas que, como ejemplo, han sido situadas en parámetros aleatorios.

Para este proyecto las características del *Plan Spark* son suficientes, razón por la que la utilización de los servicios y herramientas de Firebase no generan recargos monetarios en su desarrollo.

Calculadora del plan Blaze

Use our pricing calculator to get an estimate for your monthly costs on the Blaze plan. All unit costs are billed at the rate of the underlying [Google Cloud infrastructure](#).

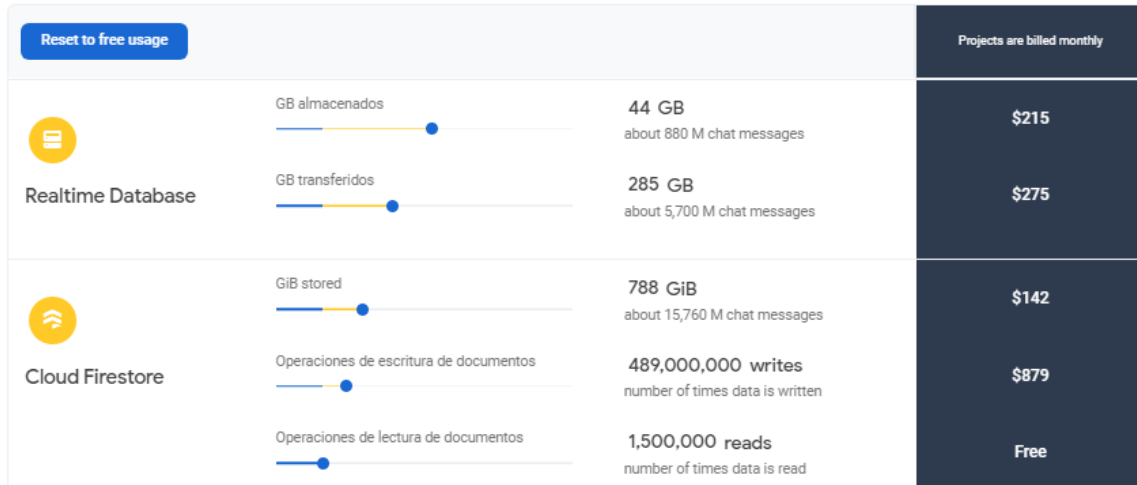


Figura 1.22 Calculadora del Plan Blaze de Firebase [38]

1.3.4. RASPBERRY PI

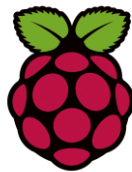


Figura 1.23 Logo de Raspberry Pi [39]

Raspberry Pi Foundation es el organismo encargado de sus dispositivos. Se trata de una organización benéfica que se empeña en trabajar para colocar el poder de la informática y la creación digital en personas del mundo entero. Su sede se encuentra en Reino Unido. Entre sus principales objetivos está el permitir a cualquier persona el aprovechamiento de las tecnologías digitales para trabajar, resolver problemas y expresarse de manera creativa. Involucra a millones de jóvenes en el aprendizaje de habilidades en torno a la informática y electrónica básica, mediante el suministro de software gratuito y computadoras de placa única de alto rendimiento y bajo costo [39].

Raspberry Pi no es un dispositivo ordinario, se trata de una computadora completamente funcional en un equipo pequeño y de bajo costo. Se conoce como un ordenador de placa única, tiene dimensiones similares a las de una tarjeta de crédito, pero es capaz de desempeñarse como una computadora básica de tamaño normal [40].

1.3.4.1. Historia de Raspberry Pi

Eben Upton, ingeniero británico de la Universidad de Cambridge, en 2006 investiga la forma de desarrollar una placa que incluya los elementos necesarios para dar funcionamiento por sí sola, pero con un precio sumamente reducido. Se basó en la BBC Micro de Acorn, reduciendo aún más su tamaño y costo. Luego nace Raspberry Foundation, una organización sin fines de lucro que pretendía sacar adelante dicho miniordenador por un costo menor a treinta (30) dólares, siendo accesible para los más jóvenes y quizás para todo estrato social [41].

El primer término de su nombre se debe a la tendencia existente en las fechas de su creación por incluir nombres de alimentos a las compañías tecnológicas, similar a Apple y Acorn; además de que, para Upton y su equipo desarrollador, parecía divertido y afín a su objetivo. Por su parte, el término *Pi* hace referencia al lenguaje de programación Python, el cual se utilizaba para ingresar comandos con las órdenes a ejecutar por el usuario, algo que también diferenciaba a la compañía de otras que hacían uso de Basic [41].

La Tabla 1.6 detalla los hitos más importantes de Raspberry Pi, especificando el año y la cantidad acumulada de ventas.

Tabla 1.6 Hitos en ventas más importantes de Raspberry Pi [41]

Año	Ventas acumuladas
2012	Quinientas (500) mil unidades
2013	Dos (2) millones de unidades
2015	Cinco (5) millones de unidades
2016	Diez (10) millones de unidades
2017	Quince (15) millones de unidades
2018	Veinte (20) millones de unidades
2019	Treinta (30) millones de unidades

1.3.4.2. Modelos de Raspberry Pi

Raspberry Pi, en su plataforma web oficial [42], presenta una comparación básica de los modelos que ofrece. La Figura 1.24 y la Figura 1.25 muestran la tabla original diseccionada de sus características, mientras que la Figura 1.26 muestra una vista superior de la apariencia física de todos los modelos de este miniordenador.

Product	SoC	Speed	RAM	USB Ports	Ethernet	Wireless	Bluetooth
Raspberry Pi Model A+	BCM2835	700MHz	512MB	1	No	No	No
Raspberry Pi Model B+	BCM2835	700MHz	512MB	4	100Base-T	No	No
Raspberry Pi 2 Model B	BCM2836/7	900MHz	1GB	4	100Base-T	No	No
Raspberry Pi 3 Model B	BCM2837A0/B0	1200MHz	1GB	4	100Base-T	802.11n	4.1
Raspberry Pi 3 Model A+	BCM2837B0	1400MHz	512MB	1	No	802.11ac/n	4.2
Raspberry Pi 3 Model B+	BCM2837B0	1400MHz	1GB	4	1000Base-T	802.11ac/n	4.2

Figura 1.24 Comparación de modelos Raspberry Pi (parte 1) [42]

Raspberry Pi 4 Model B	BCM2711	1500MHz	2GB	2xUSB2, 2xUSB3	1000Base-T	802.11ac/n	5.0
Raspberry Pi 4 Model B	BCM2711	1500MHz	4GB	2xUSB2, 2xUSB3	1000Base-T	802.11ac/n	5.0
Raspberry Pi 4 Model B	BCM2711	1500MHz	8GB	2xUSB2, 2xUSB3	1000Base-T	802.11ac/n	5.0
Raspberry Pi Zero	BCM2835	1000MHz	512MB	1	No	No	No
Raspberry Pi Zero W	BCM2835	1000MHz	512MB	1	No	802.11n	4.1
Raspberry Pi Zero WH	BCM2835	1000MHz	512MB	1	No	802.11n	4.1
Raspberry Pi 400	BCM2711	1800MHz	4GB	1xUSB2, 2xUSB3	1000Base-T	802.11ac/n	5.0

Figura 1.25 Comparación de modelos Raspberry Pi (parte 2) [42]

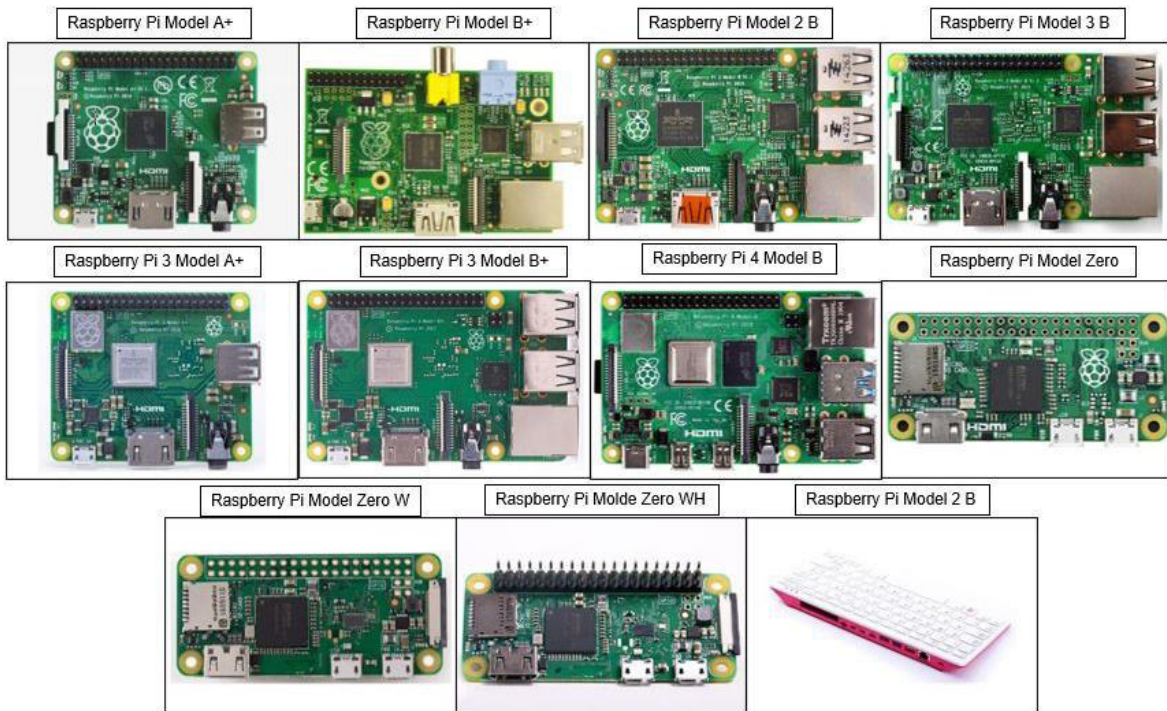


Figura 1.26 Vista superior de la apariencia física de los modelos de Raspberry Pi [41]

La selección de los modelos óptimos de Raspberry Pi que figuran como candidatos para el desarrollo del presente trabajo de titulación responde a tres características importantes. La primera y más importante tiene que ver con la conexión Wireless; al tratarse de un módulo que no necesariamente tendrá de disponibilidad cercana un cable Ethernet, es indispensable que se valga de conexión inalámbrica a Internet. Esta distinción elimina de la lista posible a las Raspberry Pi de los siguientes modelos: *A+*, *B+*, *2 B* y *Zero*.

La segunda característica indispensable es su tamaño, peculiaridad que descarta al modelo *Raspberry Pi 400* que posee un teclado de tamaño común. Una memoria RAM considerable es el siguiente punto de obligatorio cumplimiento, ya que es importante tener un holgado flujo de información entre el procesamiento normal del reproductor web y la memoria temporal del dispositivo; 1 GB de RAM resulta suficiente para el nivel de información a procesar, lo cual suprime a los modelos: *3 A+*, *Zero W* y *Zero WH*.

Los modelos que cumplen con las características necesarias son los siguientes: *3 B*, *3 B+* y *4 B* en sus versiones de 2, 4 y 8 GB de RAM. El modelo *4 B* excede a las características necesarias y evidentemente al presupuesto del proyecto, razón por la cual es viable concluir que los modelos óptimos para el desarrollo de este proyecto son *Raspberry Pi 3 Model B* y *Raspberry Pi 3 Model B+*. Por asuntos de disponibilidad de stock en Ecuador durante la realización del presente trabajo de titulación, se hará uso del modelo *Raspberry Pi 3 Model B*.

1.3.4.3. Sistemas Operativos de Raspberry Pi

Existen un sinnúmero de sistemas operativos disponibles para Raspberry Pi, incluyendo el propio y recomendado por la compañía llamado *Raspberry Pi OS*, antiguamente Raspbian. En su plataforma web, Raspberry Pi Foundation ofrece una herramienta que simplifica la instalación de sistemas operativos en las tarjetas SD que se insertan en los dispositivos de la marca. *Raspberry Pi Imager* es un programa que permite grabar una imagen de disco que alberga a un sistema operativo en un dispositivo de almacenamiento, en este caso la tarjeta SD [43].

Como muestra la Figura 1.27, Raspberry Pi Imager clasifica los sistemas operativos que ofrece a través de subcarpetas en donde detalla distintas versiones de: Raspberry Pi, KODI⁸, emulación de juegos, de propósito general y de propósito o lenguaje específico; además incluye algunas utilidades enfocadas al dispositivo de almacenamiento conectado [44].

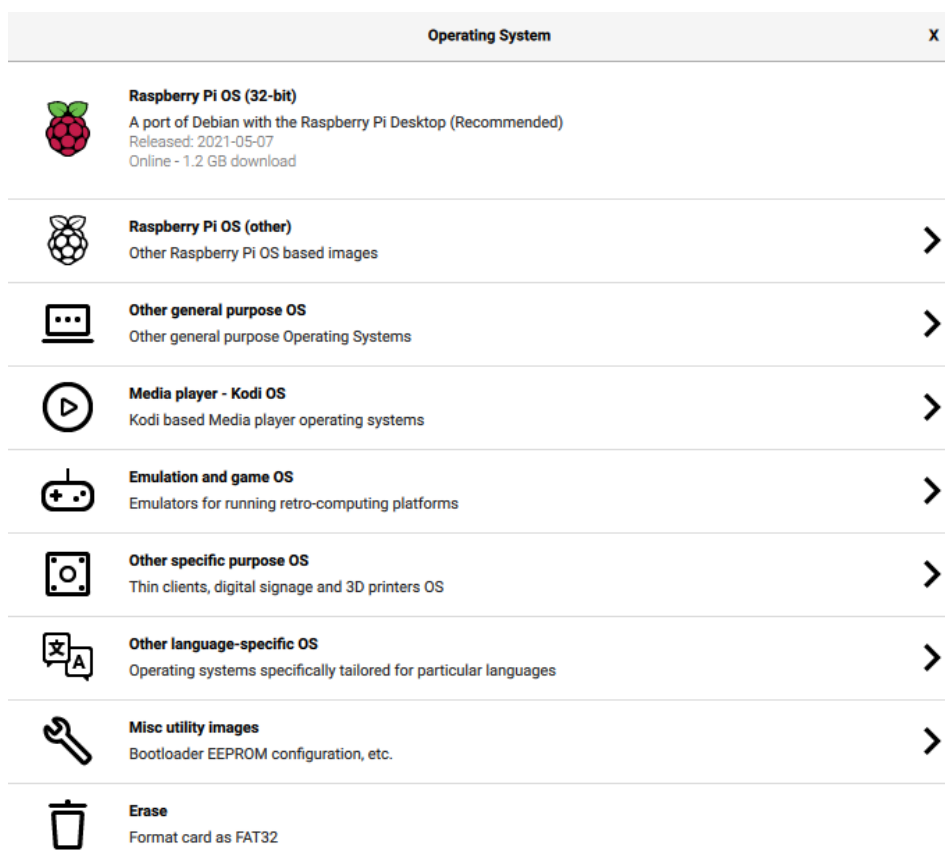


Figura 1.27 Subcarpetas de sistemas operativos ofrecidos por Raspberry Pi Imager [44]

⁸ KODI: Centro de medios y entretenimiento que sintetiza todos los medios digitales en un solo paquete simple de usar. Es de código abierto, gratuito, muy personalizable y permite su ejecución en una amplia variedad de dispositivos. [71]

Entre los sistemas operativos ofrecidos se encuentra inicialmente la versión recomendada por Raspberry Pi, la cual se vislumbra como la versión más reciente de este sistema y se muestra en la Figura 1.28. Además, en la Figura 1.29 se enlistan otras versiones de Raspberry Pi disponibles.

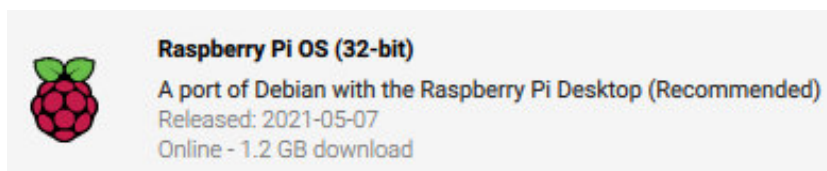


Figura 1.28 Versión de SO recomendado por Raspberry Pi [44]

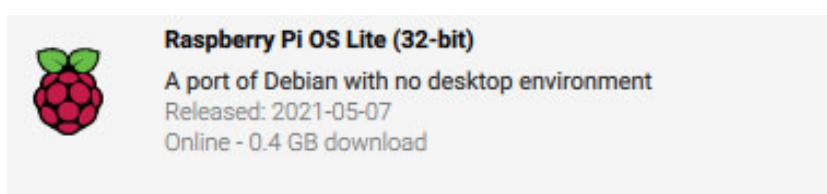


Figura 1.29 Otras versiones de sistemas operativos de Raspberry Pi [44]

Entre los otros sistemas operativos de propósito general se muestran los de la Figura 1.30.



Figura 1.30 Sistemas operativos de propósito general [44]

El sistema basado en el reproductor multimedia KODI se evidencia en la Figura 1.31, mientras que para la emulación de juegos se enlistan los de la Figura 1.32.

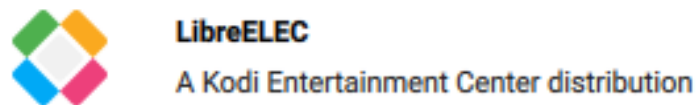


Figura 1.31 Sistema operativo basado en el reproductor multimedia KODI [44]



Figura 1.32 Sistema operativo para emulación de juegos [44]

Entre tanto, la Figura 1.33 muestra aquellos ofertados desde la subcarpeta correspondiente a otros sistemas operativos de propósito específico.

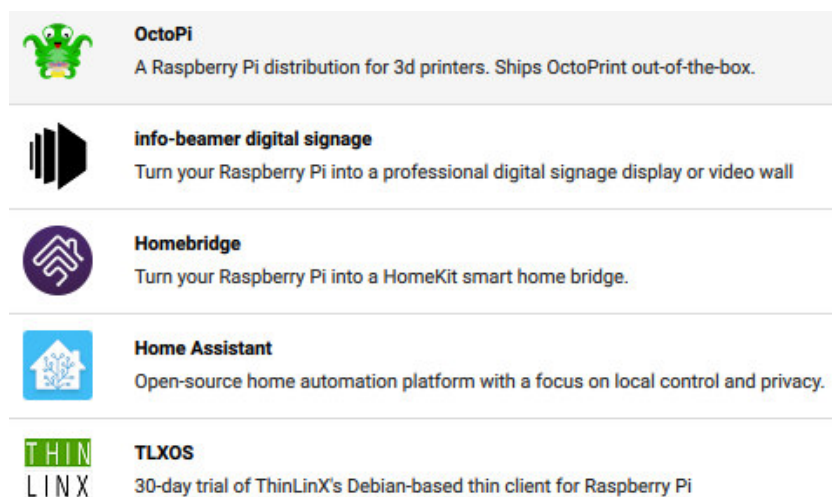


Figura 1.33 Sistemas operativos de propósito específico [44]

Finalmente, el sistema operativo disponible de lenguaje específico corresponde al idioma ruso y se detalla en la Figura 1.34.

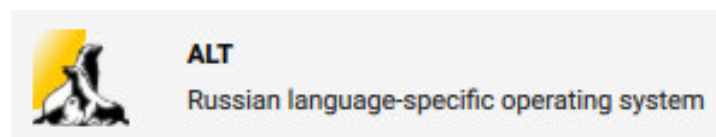


Figura 1.34 Sistemas operativos de propósito específico [44]

Para este trabajo de titulación se utilizó el sistema operativo por defecto de Raspberry Pi; a la fecha de su desarrollo, la versión de sistema operativo más estable y recomendada de Raspberry Pi OS fue *GNU/Linux 10 (buster)*, liberado al 07 de mayo de 2021.

1.3.4.4. Python



Figura 1.35 Logo de Python [45]

Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma y de alto nivel que permite programación imperativa, funcional y orientada a objetos. Se creó por Guido van Rossum en 1990 y en la actualidad se mantiene por la Python Social Foundation, organización sin fines de lucro que se enfoca en avanzar la tecnología de código abierto relacionada a Python y en publicitar su uso. Este lenguaje es bastante maduro y de código abierto, es interpretado e interactivo; resulta fácil aprenderlo, ya que su sintaxis es simple. Asimismo, se vale de una gran comunidad de desarrolladores y existe disponibilidad de una multitud de recursos para su aprendizaje. Python es portátil, ya que se ejecuta en algunas variantes de Unix, incluidos Linux, macOS y Windows [45].

Versiones de Python

Python ha desarrollado dos versiones en las que ha basado su funcionamiento. *Python 2* es una versión antigua, que nació en junio de 2001 con su lanzamiento *2.0.1* y se cerró su evolución con su lanzamiento *2.7.18* en abril de 2020. Por su parte, *Python 3* es la versión actualmente más utilizada; nació en diciembre de 2008 con su lanzamiento 3.0.0 y ha evolucionado, hasta la fecha, a su lanzamiento 3.9.6 [46].

Una característica importante e indispensable de acotar es la incompatibilidad existente entre ambas versiones, mientras que entre sus principales diferencias se destaca las siguientes [47]:

- **Imprimir**

En Python 3 la sentencia *print* se convierte en función, razón por la que es necesario incluir entre paréntesis el texto a imprimir. En la versión 2 de Python los paréntesis no son necesarios.

- **División de números enteros**

En Python 2 la división entre dos números enteros es otro entero, mientras que Python 3 incluye decimales en su respuesta.

- **Iterar un diccionario**

Para iterar elementos de un diccionario es posible utilizar el método *iteritems()* o *items()* en Python 2, mientras que en Python 3 solo es posible utilizar el método *items()* para esta acción.

Actualmente existen varios proyectos desarrollados en Python 2, puesto que ha sido la versión líder de este lenguaje de programación durante años; sin embargo, es obsoleta e incluso la propia documentación original menciona que posee determinados errores. Para iniciar en el mundo de la programación en Python es recomendable hacer uso de la versión 3, ya que continúa en evolución y las librerías necesarias para su uso están a la fecha disponibles casi en su totalidad [47].

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se detallan los procesos que se llevan a cabo para desarrollar el prototipo del sistema y ponerlo en marcha.

El diagrama de la Figura 2.1 muestra la estructura general del proyecto. Sus etapas convergen en la conexión a Internet, la característica más importante del sistema.

Firebase figura como el hosting de la aplicación web y es la plataforma encargada de procesar la autenticación, la base de datos en tiempo real y todo el detalle correspondiente al backend del desarrollo web. La aplicación web puede ser controlada desde cualquier equipo conectado a Internet, ya sea un ordenador o un dispositivo móvil. Por su parte, la plataforma Raspberry Pi figura como el núcleo del módulo de difusión, el cual se encuentra conectado a un sistema de amplificación adquirido para el proyecto.

Este apartado pormenoriza el proceso de modelamiento de la aplicación web, sus requerimientos y desarrollo. Además, abarca los movimientos realizados para la creación y montaje de Firebase en el proyecto; incluyendo también el proceso de configuración de la Raspberry Pi para la correcta elaboración del módulo de difusión.

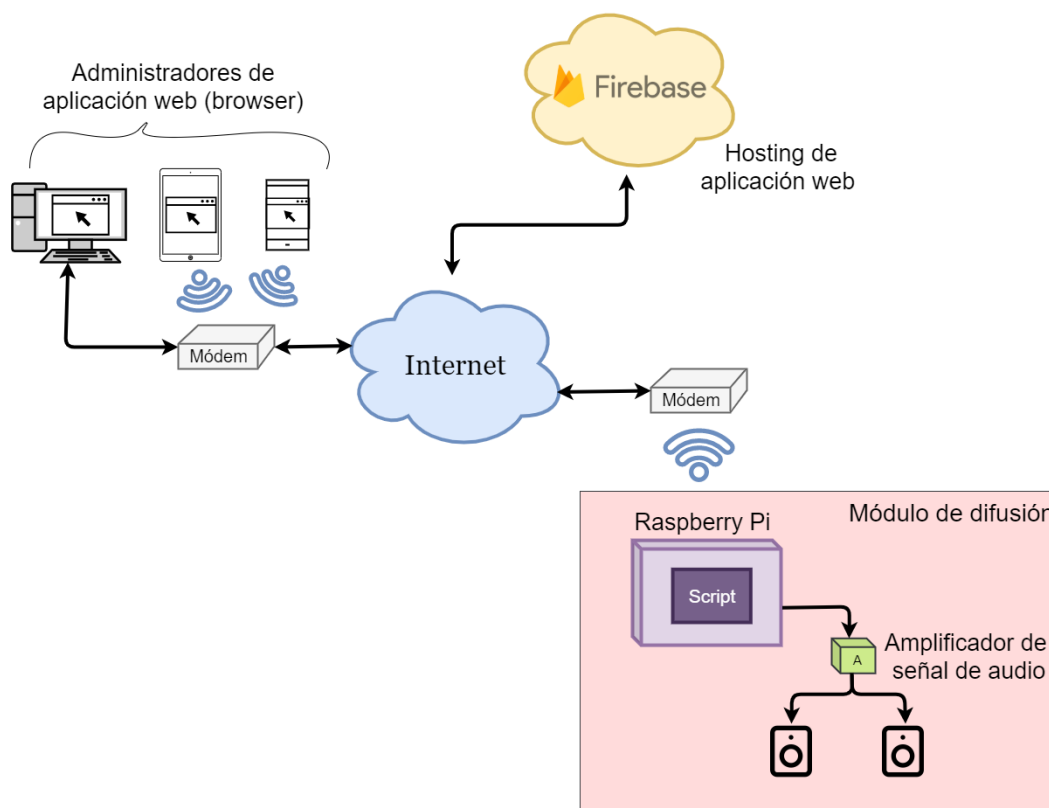


Figura 2.1 Diagrama de la estructura general del proyecto

2.1. REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN WEB

El personal que desempeña su labor en Radio Quántica ha identificado que, en los años de operación, la audiencia de este medio de comunicación estudiantil no ha crecido significativamente; razón por la cual, se buscan estrategias que aporten en el incremento de este parámetro.

Durante las reuniones de coordinación de actividades de la radio, los miembros plantean la posibilidad de generar un mecanismo que permita dar mayor conocimiento de su contenido y esto implica realizar difusión en diferentes sectores donde los estudiantes se congregan principalmente en la institución. La solución planteada conlleva la implantación del prototipo de un módulo de difusión enlazado a una aplicación web que permita configurar los parámetros de reproducción, pausa y temporización de tales acciones. Los requerimientos de la aplicación web se analizan en este apartado.

Como se observa en la Tabla 2.1, es importante definir los requerimientos junto a la necesidad que los causa, además de la estrategia con la que se pretende solventarlos.

Tabla 2.1 Necesidades, requerimientos y estrategias para el desarrollo de la aplicación web

Necesidad	Requerimiento	Estrategia
Establecer seguridad para el acceso a la aplicación web.	Permitir la autenticación de un solo usuario administrador.	Generar autenticación a través de correo y contraseña; incluyendo la posibilidad de recuperación de contraseña.
Enlazar la aplicación web al sitio web oficial de Radio Quántica.	Permitir el acceso al sitio web oficial de Radio Quántica y a la aplicación desde ambos frentes.	Incluir un botón en el sitio web oficial de Radio Quántica para el acceso a la aplicación web; así como uno en la aplicación web para retorno.
Controlándose desde la misma aplicación web, dejar abierta la posibilidad de la inclusión de más	Permitir la selección del dispositivo a configurarse.	Mediante una lista desplegable, colocar como opciones de configuración el módulo de difusión

módulos de difusión alrededor del campus.		prototipo y otros de posible inclusión.
Tener la posibilidad de encender o apagar el módulo manualmente, así como su temporización.	Permitir el encendido/ apagado manual del módulo de difusión y la habilitación/ des habilitación de la temporización.	Amanera de interruptores, incluir una casilla de verificación (checkbox) para el estado del módulo y otra para su temporización.
Proveer al administrador la posibilidad del cambio de volumen del módulo de difusión.	En la interfaz, permitir el control manual del volumen del dispositivo.	Haciendo uso de un elemento de entrada tipo rango, incluir una barra para el control de volumen del módulo.
Facilitar la eliminación instantánea de toda la configuración de temporización del dispositivo prototipo.	Permitir la eliminación de toda la configuración de temporización del módulo de difusión.	Incluir un botón que, bajo confirmación, borre toda la configuración de temporización.
Diferenciar la configuración en casos entre semana, fines de semana y eventos especiales, estos últimos figurarán a manera de excepción de los casos anteriores.	Permitir la selección del caso de configuración del dispositivo entre: <i>Lunes a Viernes, Fines de Semana y Evento Especial.</i>	Haciendo uso de una lista desplegable, incluir los casos solicitados: <i>Lunes a Viernes, Fines de Semana y Evento Especial.</i>
Facultar la programación de más de un (1) horario para cada día de la semana.	Permitir la programación de hasta 5 (cinco) horarios por día en la temporización de los casos: <i>Lunes a Viernes y Fines de Semana.</i>	Incluir la interfaz que permita configurar 5 (cinco) horarios por día, a través del uso de elementos de entrada de tipo tiempo.
Posibilitar la programación de un número razonable de eventos especiales, tomando en consideración que figuran como	Permitir la programación de hasta 10 (diez) eventos especiales.	Incluir la distribución sistemática necesaria que limite la programación a un máximo de diez (10) eventos especiales.

excepciones a la configuración normal de los días de la semana.		
Facultar la programación de más de un (1) horario por cada evento especial.	Permitir la programación de hasta tres (3) horarios en la temporización de cada caso de <i>Evento Especial</i> .	Incluir la interfaz que permita configurar 3 (tres) horarios por cada evento especial, a través del uso de elementos de entrada de tipo tiempo.
Situar en un sitio específico las configuraciones de temporización ejecutadas.	Mostrar un resumen de las acciones programadas para cada día de la semana y cada evento especial.	En el apartado lateral o inferior de la interfaz de la aplicación web, colocar un contenedor que resuma las acciones programadas.

2.2. MODELAMIENTO DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE LA APLICACIÓN WEB

Previo al desarrollo de la aplicación web, es imprescindible plantear un modelamiento de su interfaz gráfica que, cumpliendo con los requerimientos de la aplicación presentados en la Tabla 2.1 y a manera de bosquejo, muestre la distribución que se espera montar en ella. El modelo propondrá una idea para el desarrollo de la interfaz gráfica de la aplicación, por lo que es posible que el producto final implementado tenga leves cambios de diseño, funcionalidad o distribución.

Se incluirá tablas que definirán cada elemento, junto a su razón de ser y descripción; además de un literal que permita identificar el elemento en la figura consecuente.

2.2.1. MODELAMIENTO DE ENCABEZADO

El encabezado se encargará de dar identificación a la aplicación web y alojará al botón que permita regresar a la página oficial de Radio Quántica. La Tabla 2.2 muestra los elementos del modelamiento del encabezado, ubicados en la Figura 2.2.

Tabla 2.2 Elementos del modelamiento del encabezado de la aplicación web

Elemento	Razón	Descripción	Literal en Figura 2.2
Título de Radio Quántica	La identificación del sitio web es indispensable.	Se colocará el nombre de la organización estudiantil, en letras claras y mayúsculas.	A
Logo de Radio Quántica	El logo de una organización es fundamental en la identificación de sus herramientas.	Se colocará el logo de Radio Quántica de forma clara y en una posición clave dentro de la distribución de la aplicación web.	B
Botón: VOLVER AL SITIO WEB PRINCIPAL	El acceso a esta aplicación se dará desde la página web oficial de Radio Quántica, un botón de regreso es sumamente necesario.	Se situará en un lugar estratégico, un botón con letras claras y mayúsculas.	C



Figura 2.2 Modelo del encabezado de la aplicación web

2.2.2. MODELAMIENTO DE APARTADO DE CONFIGURACIÓN GENERAL

El apartado de configuración general, siguiendo los requerimientos de la aplicación, permitirá controlar el funcionamiento del módulo de difusión. El encendido y apagado del equipo, habilitación y deshabilitación de su temporización y el control del volumen, son algunas de las funcionalidades que esta sección ofrece. En la Tabla 2.3 se muestran los elementos del modelamiento de este apartado, situados en la Figura 2.3.

Tabla 2.3 Elementos del apartado de configuración general de la aplicación web

Elemento	Razón	Descripción	Literal en Figura 2.3
Título de Administración Principal	Es indispensable identificar el apartado de configuración general, a través de un título central.	Se incluirá un título con letras claras y grandes, con el fin de marcar diferencia con el resto de las secciones de la aplicación web.	A
Selector de dispositivo a configurar	Es posible que, en actualizaciones próximas del proyecto, se pueda configurar otros módulos de difusión desde la misma aplicación web. Un selector de dispositivo deja abierta esta posibilidad.	Es necesario colocar una lista de selección que permita identificar qué módulo de difusión se va a configurar, la cual se destacará con el título: <i>Dispositivo</i> .	B
Botón de Estado del módulo de difusión	Para un control óptimo del módulo de difusión, es oportuna su configuración manual de encendido y apagado.	A manera de interruptor, se incluirá una casilla de verificación (checkbox) con un diseño grande y claro. Este elemento permitirá encender o apagar el módulo de difusión de manera manual y reportará su estado cuando la configuración de temporización se encuentre habilitada. Se encontrará bajo el título: <i>Estado</i> .	C
Botón de Temporización del módulo de difusión	En ocasiones, el módulo de difusión no deberá obedecer a una temporización establecida. El usuario administrador debe tener la posibilidad de	Al igual que con el estado del dispositivo, a manera de interruptor, se incluirá una casilla de verificación (checkbox) con un diseño grande y claro. Este	D

	habilitar o deshabilitar la temporización, con el fin de controlar el dispositivo a voluntad.	elemento permitirá habilitar o deshabilitar la configuración de temporización del módulo, bajo el título: <i>Temporización</i> .	
Barra de control de volumen	El usuario administrador debe tener la posibilidad de establecer, a voluntad, el nivel de volumen del módulo de difusión.	Se incluirá en la interfaz, una barra de volumen basada en un elemento de entrada de tipo rango. Se encontrará bajo el título: <i>Volumen</i> .	E
Selector de caso de configuración de temporización	La configuración de temporización debe realizarse sobre tres casos: <i>Lunes a Viernes, Fines de Semana y Evento Especial</i> . El usuario debe tener la posibilidad de decidir en qué caso quiere configurar el módulo de difusión.	Se colocará una lista de selección que desplegará los casos de configuración de temporización, bajo el título: <i>Temporización</i> .	F
Botón <i>Borrar toda la configuración</i>	El usuario administrador debe tener la posibilidad de eliminar toda la configuración de temporización, a través del uso de un solo botón.	Como último elemento del apartado de configuración general se incluirá un botón que, bajo confirmación, permita eliminar toda la configuración de temporización establecida en el módulo de difusión.	G

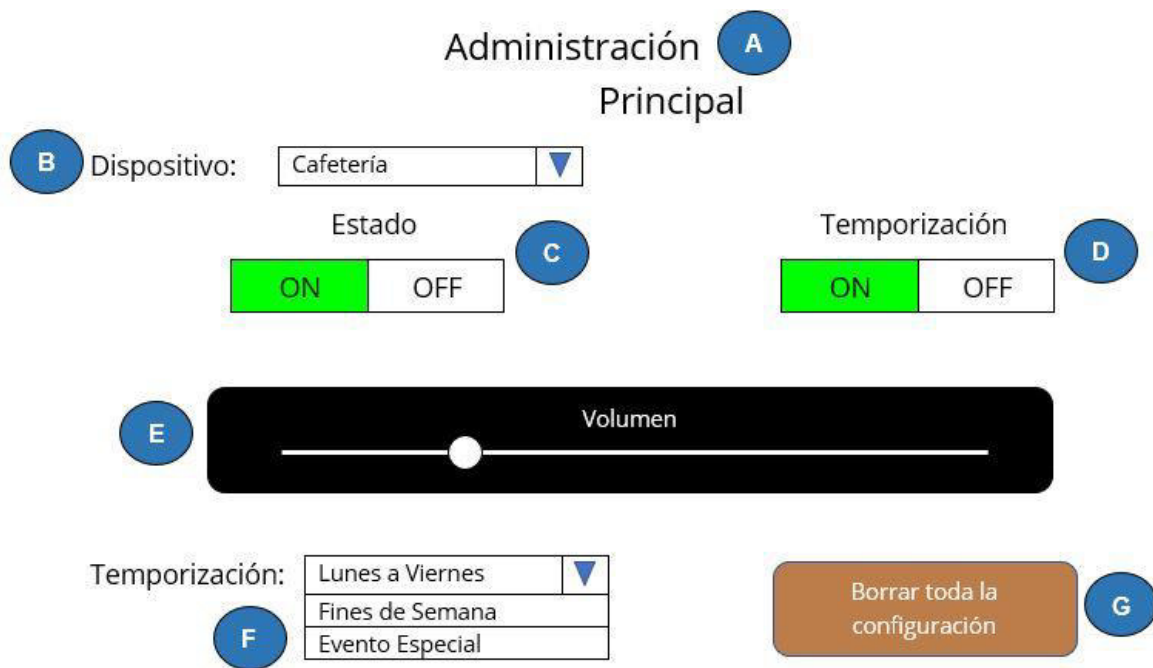


Figura 2.3 Modelo del apartado de configuración general

2.2.3. MODELAMIENTO DE APARTADO DE LA CONFIGURACIÓN DE TEMPORIZACIÓN

La configuración de temporización tendrá tres casos posibles a evidenciar: *Lunes a Viernes* (ver Figura 2.4), *Fines de Semana* (ver Figura 2.5) y *Evento Especial* (ver Figura 2.6). Cada caso se mostrará en función de la selección realizada en la lista desplegable de Temporización presentada en el punto anterior.

Los dos primeros casos son idénticos, razón por la cual la Tabla 2.4 unifica la descripción de sus elementos; mientras que el modelo de sus interfaces se muestran en la Figura 2.4 y Figura 2.5, respectivamente.

Tabla 2.4 Elementos de los casos de configuración Lunes a Viernes y Fines de Semana

Elemento	Razón	Descripción	Literal en Figura 2.4 y Figura 2.5
Configuración de horarios de encendido	El usuario administrador debe tener la posibilidad de establecer la hora de encendido del módulo de difusión para los horarios de cada día de la semana.	Se incluirá elementos de entrada de tipo tiempo que, didácticamente, permitan la configuración de los horarios de encendido. Se acompañará de títulos guía	A

		del día de la semana y la palabra <i>Encendido</i> .	
Configuración de horarios de apagado	Al igual que los horarios de encendido, es necesario ofrecer la posibilidad al usuario administrador de establecer la hora de apagado del módulo de difusión para los horarios de cada día de la semana.	De manera paralela a los horarios de encendido, se colocará elementos de entrada de tipo tiempo que permitan la configuración de los horarios de apagado del módulo de difusión. Así mismo, incluirá el título guía <i>Apagado</i> .	B
Botones laterales de adición de horarios	Para cada día de la semana debe ser posible configurar hasta cinco (5) horarios diferentes.	Junto a la configuración de tiempo de cada día de la semana se incluirán botones con el símbolo más (+), que permitan aumentar la cantidad de horarios a establecer. Una vez que se muestre el quinto horario, el botón lateral respectivo dejará de mostrarse.	C
Botón <i>Vaciar</i>	Para mayor eficiencia en la configuración, el usuario administrador debe tener la posibilidad de eliminar toda la configuración ingresada en cada caso con un solo botón.	En la parte inferior de cada caso se incluye un botón que permita vaciar los campos llenados por el administrador.	D
Botón <i>Guardar</i>	Una vez ingresada la información de temporización, el usuario necesita guardarla para su ejecución.	El último elemento de cada caso será un botón que permita guardar la configuración ingresada y la envíe al apartado del resumen de acciones de la aplicación web.	E

Figura 2.4 Modelo caso *Lunes a Viernes* del apartado de la configuración de temporización

Figura 2.5 Modelo caso Fines de Semana del apartado de la configuración de temporización

Los eventos especiales corresponden al tercer caso de configuración de temporización. La Tabla 2.5 muestra a detalle los elementos de este caso, sus razones de ser y descripción.

Tabla 2.5 Elementos de los casos de configuración Lunes a Viernes y Fines de Semana

Elemento	Razón	Descripción	Literal en Figura 2.6
Selector de Estado del módulo para el Evento Especial.	Un evento especial puede requerir al módulo de difusión encendido o apagado. El usuario administrador debe tener la potestad de definir en qué estado necesita al módulo para el evento en cuestión.	El primer elemento del apartado de configuración de temporización de eventos especiales será un selector de lista, cuyo título es <i>Estado</i> y sus opciones son: <i>Encendido</i> y <i>Apagado</i> .	A

Campo para el nombre del evento	Para fines propios del usuario administrador y de Radio Quántica, es necesario reconocer el nombre o asunto del evento cuya temporización se está ejecutando.	Bajo el título de <i>Nombre del Evento</i> , se incluirá un campo para ingresar un nombre que facilite su reconocimiento.	B
Campo para fecha del evento	La configuración de la fecha exacta del evento es esencial, ya que será lo que defina la ejecución de su temporización.	Se colocará un elemento de entrada de tipo fecha, el cual permita didácticamente la configuración de la fecha del evento especial. Tendrá el término <i>Fecha</i> como título.	C
Configuración de horarios de inicio del evento	Para cada horario disponible, es indispensable que el usuario tenga la posibilidad de establecer la hora de inicio del evento.	Se incluirá elementos de entrada de tipo tiempo que, didácticamente, permitan la configuración de los horarios de inicio. Se podrá acompañar del título guía <i>Inicio</i> .	D
Configuración de horarios de fin del evento	Similar a los horarios de inicio del evento, es necesario ofrecer la posibilidad al usuario administrador de establecer la hora de su fin.	Igual a los horarios de inicio del evento, se colocará elementos de entrada de tipo tiempo que permitan la configuración de los horarios de su finalización. Así mismo, podrá incluir el título guía <i>Fin</i> .	E
Botones laterales de adición de horarios para eventos especiales	Dando seguimiento a los requerimientos establecidos en la Tabla 2.1, en cada evento especial debe ser posible configurar hasta tres (3) horarios diferentes.	En cada evento, junto a los horarios configurados, se incluirán botones que permitan aumentar la cantidad de horarios a establecer; mismos que tendrán el símbolo más (+).	F

		Una vez que se muestre el tercer horario, el botón lateral respectivo dejará de mostrarse.	
Botón <i>Vaciar</i> para eventos especiales	Al igual que la configuración de temporización diaria, para más eficiencia, el usuario administrador debe tener la posibilidad de eliminar toda la configuración ingresada en los campos del evento con un solo botón.	En la parte inferior derecha de la configuración de temporización para eventos especiales, se incluye un botón que permita vaciar los campos llenados por el administrador.	G
Botón <i>Guardar</i> para eventos especiales	Una vez ingresada la información de temporización de los eventos especiales, el usuario administrador necesita guardarla para su ejecución.	El último elemento de la configuración de temporización de eventos especiales será un botón que permita guardar la configuración ingresada y la envíe al apartado del resumen de acciones de la aplicación web.	H

The image shows a web form titled "Evento Especial" with the following elements and callouts:

- A:** A dropdown menu for "Estado" with options "Apagado" and "Encendido".
- B:** A text input field for "Nombre del Evento".
- C:** A date selection interface for "Fecha" with fields for "Día", "Mes", and "Año".
- D:** A time selection interface for "Inicio" with fields for "Horas" and "Minutos".
- E:** A time selection interface for "Fin" with fields for "Horas" and "Minutos".
- F:** A plus sign icon (+) located between the "Inicio" and "Fin" time fields.
- G:** A brown button labeled "Vaciar" (Clear).
- H:** A blue button labeled "Guardar" (Save).

Figura 2.6 Modelo caso Evento Especial del apartado de la configuración de temporización

2.2.4. MODELAMIENTO DE APARTADO DE RESUMEN DE ACCIONES

Como se muestra en la Figura 2.7, existirá un apartado que resuma las acciones configuradas de temporización. La Tabla 2.6 detalla los elementos que se incluirán en este.

Tabla 2.6 Elementos del apartado del resumen de acciones

Elemento	Razón	Descripción	Literal en Figura 2.7
Acciones de <i>Lunes a Viernes</i>	Para fines prácticos, una vez realizada la configuración de temporización, el usuario administrador necesita observar una recopilación de los horarios y eventos que ha configurado.	Cada vez que el usuario administrador presiona el botón guardar, los horarios establecidos en el apartado de configuración general se enviarán al resumen de acciones. Este procedimiento llenará los campos de esta sección.	A
Acciones de <i>Fines de Semana</i>			B
Acciones de eventos especiales		En el caso de los eventos especiales, no solo se podrá ver la información correspondiente a los eventos configurados. El evento que se encuentre en ejecución se tornará de un color distintivo, con el fin de ser identificado fácilmente.	C
Botones para editar y eliminar información en el resumen de acciones	En caso de que el usuario administrador necesite cambiar los parámetros establecidos, debe tener a disponibilidad botones que permitan la modificación o eliminación de las acciones que tomará la aplicación web.	Para cada caso, en una ubicación certera y con íconos simples de interpretar, se ubicará un botón que permita editar la configuración y otro que permita eliminarla.	D

Acciones

Lunes a Viernes

Lunes	06:30 - 20:00			
Martes	06:30 - 07:00	09:00 - 11:00	13:00 - 16:00	18:00 - 20:00
Miércoles	06:30 - 07:00	11:00 - 14:00	18:00 - 20:00	
Jueves	06:30 - 07:00	11:00 - 14:00	18:00 - 20:00	
Viernes	06:30 - 20:15			

Fines de Semana

Sábado	06:30 - 20:00
Domingo	

Eventos Especiales

Apagado	Baile Cultural	14/3/2021	11:00 - 13:00		
Apagado	Práctica Coro	15/3/2021	16:00 - 19:00		

Figura 2.7 Modelo del apartado del resumen de acciones

2.3. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

2.3.1. SELECCIÓN DE LENGUAJES PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB

Una aplicación web debe desarrollarse a partir de lenguajes de marcado, de diseño y programación; además de que se vale de un sinnúmero de frameworks, complementos y otros elementos que permiten otorgar mejoras en su estructura, diseño y funcionalidad. Este apartado está enfocado en justificar la razón por la que en este proyecto de titulación se utilizó los lenguajes más básicos del desarrollo web: HTML para la estructura, CSS para el diseño y JavaScript para la funcionalidad de la aplicación.

W3C, el consorcio regulatorio de los lenguajes de desarrollo web, cataloga a HTML y CSS como dos de las tecnologías icónicas y centrales para crear páginas web. HTML proporciona la estructura de la página, mientras que CSS el diseño para una variedad de dispositivos. Cita que sumado a gráficos y secuencias de comandos, HTML y CSS son la base para crear páginas y aplicaciones web [48].

HTML 5 es la versión más reciente de este lenguaje de marcado, mientras que CSS 3 es el lenguaje utilizado actualmente para hojas de estilo. Estas dos versiones han sido

utilizadas en este proyecto de titulación, puesto que son los lenguajes vigentes que figuran como bases para el marcado y diseño de sitios web.

La utilización de los lenguajes clásicos no exige gran experiencia para el desarrollo web, razón por la que se considera la opción más viable. Además, su vasto tiempo en el medio permite disponibilidad de voluminosa documentación, lo cual facilita sobremanera su utilización a la hora de llevar a cabo aplicaciones web.

Por otro lado, W3C también cita que el lenguaje de programación más común en el desarrollo web es JavaScript; además de que muchas de las API de JavaScript disponibles en los navegadores se han definido en este consorcio [48]. En este proyecto se ha utilizado JavaScript como lenguaje de programación de la aplicación, debido a que figura como el principal y más común utilizado en el desarrollo web; además de que se vale de una programación orientada a objetos y, entre otras ventajas, omite la declaración de variables.

2.3.2. SELECCIÓN DEL ENFOQUE DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN Y SU PLATAFORMA

El desarrollo de aplicaciones web se vale de dos áreas importantes que es imprescindible tomar en cuenta: Frontend y Backend.

Frontend implica la utilización de las tecnologías con que el usuario interactúa directamente, las cuales normalmente son desarrolladas con base en los lenguajes HTML, CSS y JavaScript; incluyendo además herramientas de diseño gráfico como Fireworks o Photoshop. El objetivo de esta área es el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario o GUI (Gráfica User Interface); cuyo desarrollo se basa en la investigación, estudios y pruebas que persiguen una acertada experiencia para quien consume el servicio de la aplicación web [49].

Por su parte, el Backend es el área que se encarga de que toda la lógica de una página web funcione. Incluye actividades efectuadas para la comunicación con el servidor, funciones de simplificación de procesos de desarrollo y conexión con bases de datos; actividades que el usuario no es capaz de visualizar en el navegador de Internet. La implementación del Backend comúnmente hace uso de lenguajes que permitan la interacción con la base de datos; están entre otros: Java, PHP, Ruby, Python, .NET [49].

Trabajar en el Frontend de una aplicación web conlleva tiempo y dedicación, además de investigación y un sinnúmero de escenarios de prueba y error; no obstante, desenvolverse en el Backend necesita de vasto conocimiento en bases de datos, sistemas de gestión de contenidos y muchos más lenguajes del mundo web.

Firestore es una herramienta sumamente útil para cubrir el papel de un desarrollador Backend, es decir que permite a los desarrolladores enfocarse en el área del Frontend para la elaboración de una aplicación web. Esta característica se denomina Backend como servicio.

Ya que el autor del presente proyecto no presume formación de un desarrollador web profesional, se decide hacer uso de esta herramienta tan valiosa de Google para facilitar el desarrollo de la aplicación web; por lo tanto, su elaboración se centra exclusivamente en el Frontend. Firestore se encarga de otorgar los servidores contenedores de información e incluso permite trabajar con autenticación y bases de datos en tiempo real, todo esto bajo una extensa documentación que posibilita el uso de sus funciones.

Firestore respeta características fundamentales de la arquitectura REST⁹, especialmente al enfocarse en el concepto cliente/servidor, ser stateless¹⁰ y valerse de una interfaz uniforme; por tal razón, al hacer uso de esta plataforma en Backend como servicio, el proyecto en todos sus apartados trabajará bajo el mismo principio de esta arquitectura de servicio web. [50]

2.4. INSTALACIÓN DE NODE.JS

Para la correcta ejecución de Javascript en el ordenador de desarrollo de la aplicación web, es necesaria la instalación del entorno de ejecución Node.js, el cual permite que dicho ordenador interprete las instrucciones programadas para el control de la funcionalidad de la aplicación.

El entorno de ejecución Node.js ofrece disponibilidad de descarga desde su propio sitio web [30], cuya interfaz de inicio se muestra en la Figura 2.8.

⁹ REST (Representational State Transfer): Arquitectura en la que se establecen una serie de principios que definen cómo se dará la comunicación entre dos equipos. En la actualidad, la mayoría de los servicios web más importantes en el mundo de Internet respetan estos principios para separar las responsabilidades del cliente con las del servidor. [72]

¹⁰ Stateless: Condición en la que cada petición entre cliente y servidor es independiente y no depende de peticiones anteriores. Por cada petición, el cliente debe enviar al servidor toda la información necesaria para completarla. Este principio beneficia el rendimiento del servidor ya que no almacena información innecesaria. [72]



Figura 2.8 Interfaz de inicio del sitio web de Node.js

La plataforma ofrece versiones para distintos sistemas operativos; sin embargo, según la necesidad, se descarga la versión recomendada por la propia plataforma y se ejecuta como administrador en el ordenador. En este caso se hace uso de un ordenador *Sony VAIO SVE14135CXB*, que corre el sistema operativo *Windows 10 Pro*; por lo tanto, corresponde la descarga para *Windows (x64)*, versión *14.17.0 LTS*.

La instalación de Node.js inicia con una interfaz de bienvenida al asistente, como se observa en la Figura 2.9; continuando con la aceptación de los términos de licencia de la Figura 2.10. Como muestra la Figura 2.11, se continúa con la instalación configurando el directorio de destino por defecto.

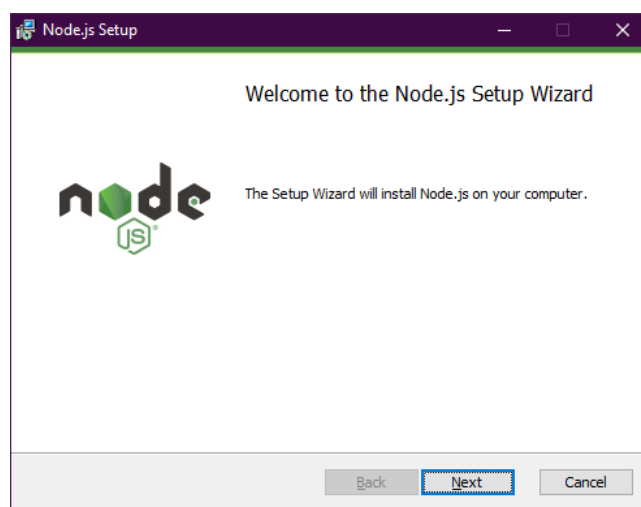


Figura 2.9 Instalación de Node.js, paso 1

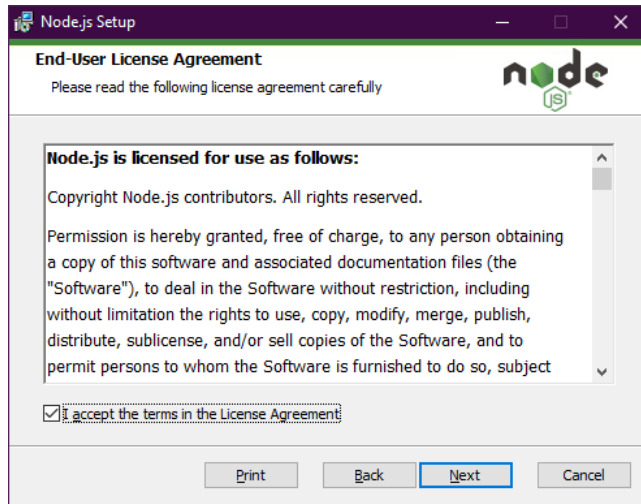


Figura 2.10 Instalación de Node.js, paso 2

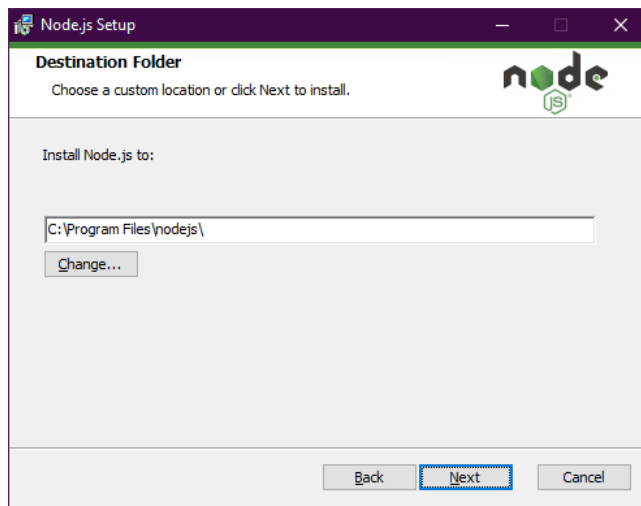


Figura 2.11 Instalación de Node.js, paso 3

El estado por defecto se mantiene en la ventana de configuración personalizada de la Figura 2.12, por lo que sin realizar cambios se procede a continuar. Node.js ofrece la posibilidad de la instalación automática de herramientas para módulos nativos; al tratarse de la necesidad básica de funcionamiento de este entorno de ejecución, como evidencia la Figura 2.13, se desmarca su instalación y se procede a continuar. Finalmente, la Figura 2.14 muestra que un clic en el botón *Install* da por finalizada la configuración de este asistente para la instalación de Node.js; mientras que la Figura 2.15 y la Figura 2.16 muestran respectivamente el proceso de carga de la instalación y su mensaje final.

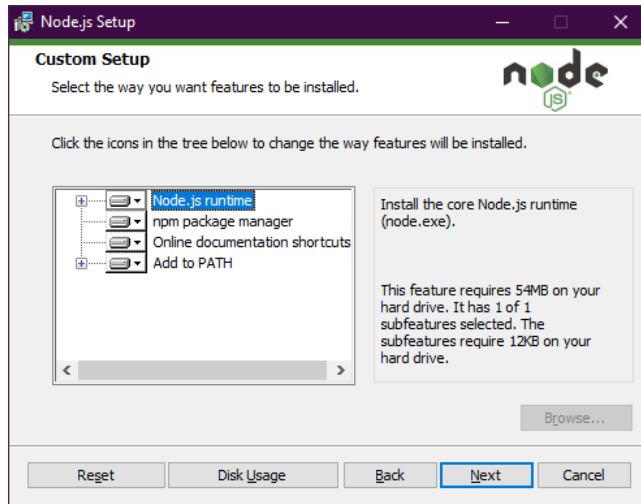


Figura 2.12 Instalación de Node.js, paso 4

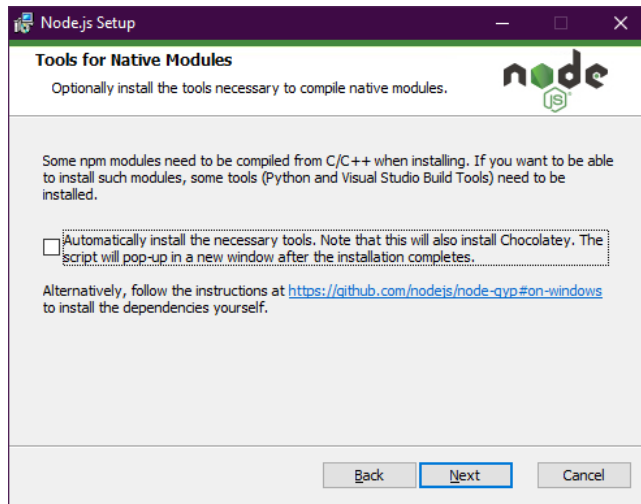


Figura 2.13 Instalación de Node.js, paso 5

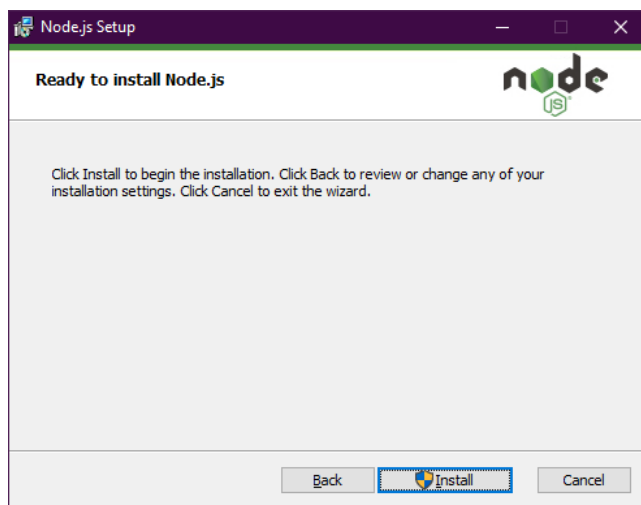


Figura 2.14 Instalación de Node.js, paso 6

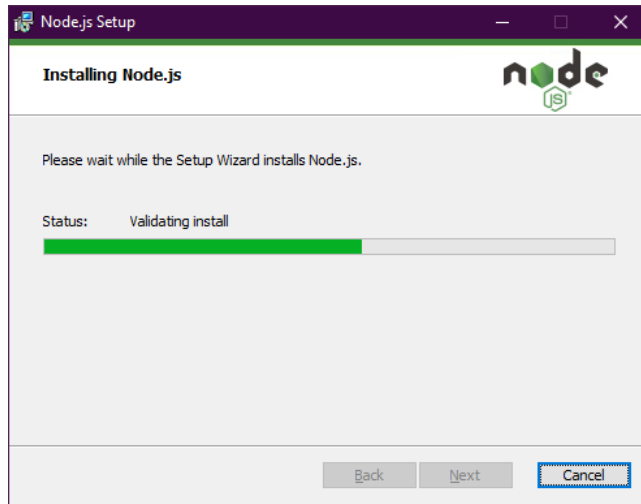


Figura 2.15 Instalación de Node.js, paso 7

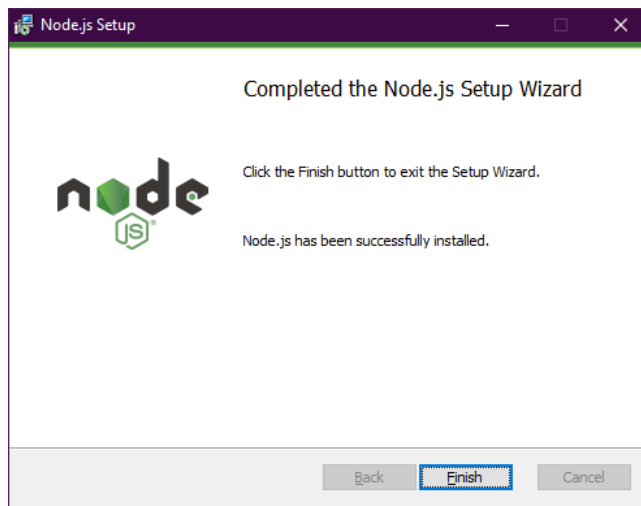


Figura 2.16 Instalación de Node.js, paso 8

2.5. EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE FIREBASE EN EL PROYECTO

Para la ejecución de la aplicación web es necesario llevar a cabo algunos procesos y subprocesos que definen la puesta en marcha de Firebase en el proyecto.

2.5.1. CREACIÓN DEL PROYECTO EN FIREBASE

Al abrir el portal web de firebase, cuyo dominio es firebase.google.com, es posible visualizar una interfaz de bienvenida donde es necesario dirigirse al botón *Acceder*, el cual se sitúa en la esquina superior derecha, tal y como se observa en la Figura 2.17.

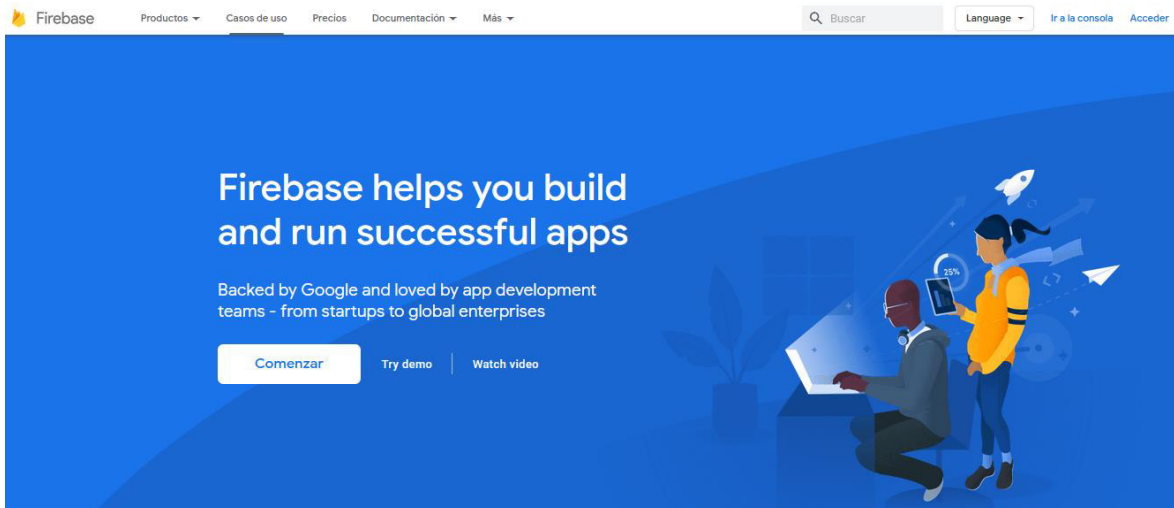


Figura 2.17 Interfaz de bienvenida del portal web de Firebase

Firebase solicita el ingreso de sesión a través de una cuenta de Google. Ya que el proyecto estará dirigido al beneficio de Radio Quántica, se hará el proceso de autenticación con la cuenta de Google de esta organización estudiantil.

Luego de la autenticación en Firebase, es necesario dirigirse a la consola a través del botón *Ir a la consola*, ubicado también en la esquina superior derecha, junto a la imagen de perfil de la cuenta autenticada, tal y como se muestra en la Figura 2.18.

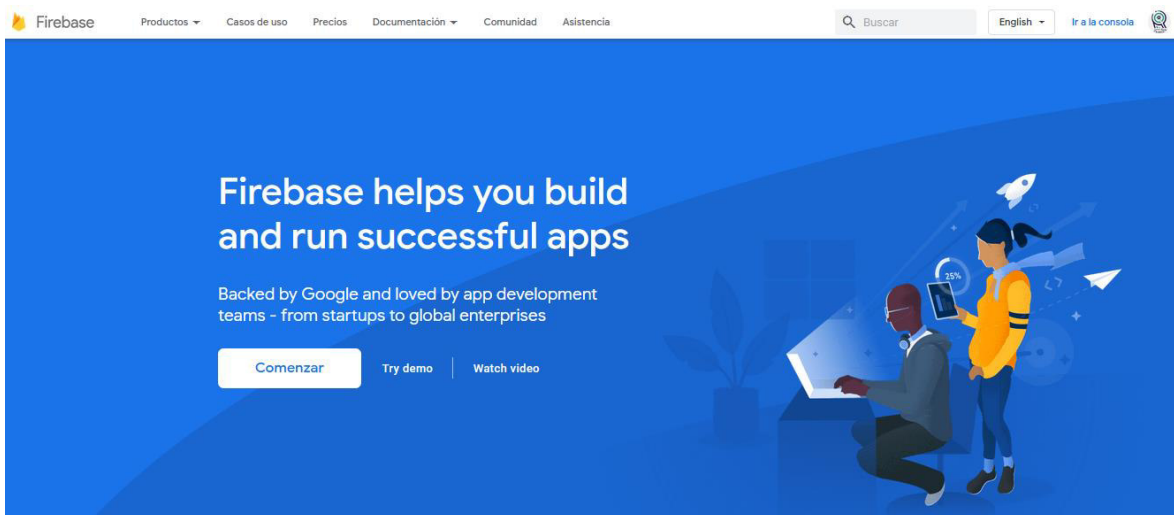


Figura 2.18 Interfaz de bienvenida de Firebase luego de la autenticación

Como es posible observar en la Figura 2.19, el apartado de la consola muestra otro mensaje de bienvenida y dos botones para continuar con el proceso. Se procede a dar clic en el botón *Crear un proyecto*, con lo que se consigue avanzar con la herramienta de Google.

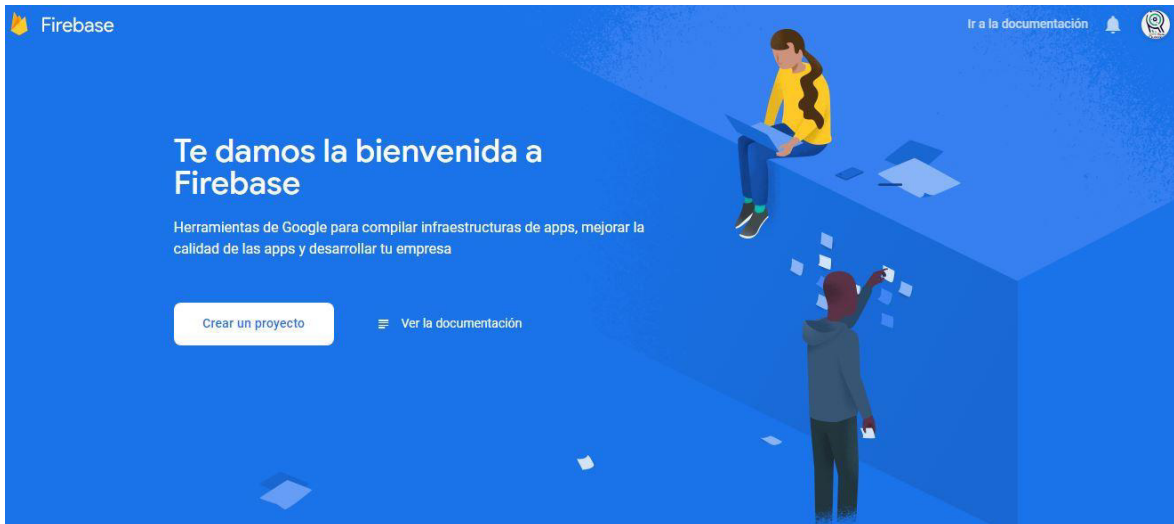


Figura 2.19 Interfaz de la consola antes de crear un proyecto

Al iniciar la creación del proyecto, como se observa en la Figura 2.20, Firebase evidencia que se deben seguir un total de tres (3) pasos para cumplir con el cometido. Se solicita ingresar un nombre al proyecto, el cual debe ser único y no repetirse con ningún otro nombre registrado previamente en Firebase; por lo tanto, la plataforma web a medida que se escribe, ofrece sugerencias de nombres que están disponibles. Luego de haber seleccionado un nombre único para el proyecto se pasa al siguiente paso, con el botón *Continuar*.

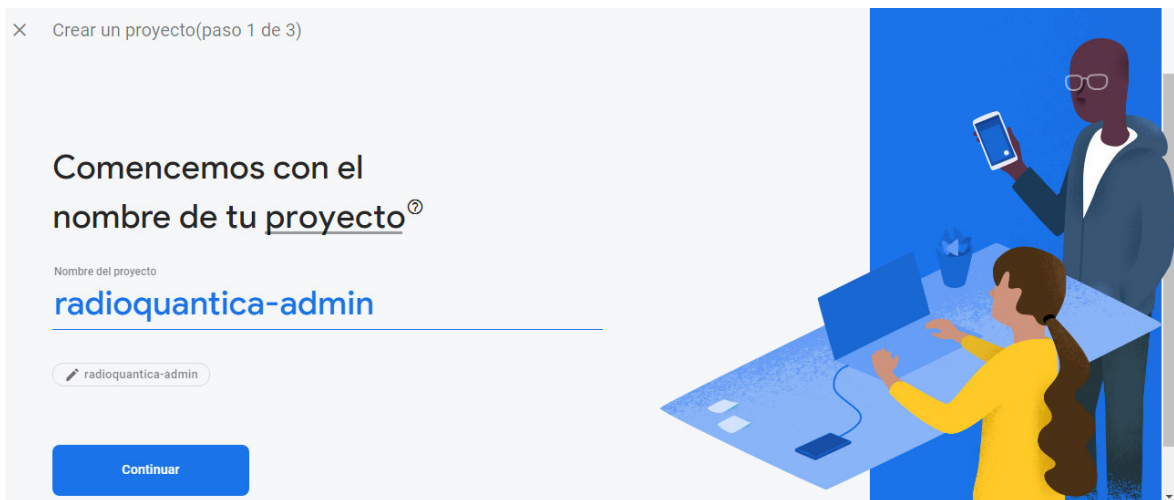


Figura 2.20 Interfaz del primer paso en la creación de un proyecto en Firebase

El siguiente paso, como se observa en la Figura 2.21, presenta a Google Analytics¹¹ para ser incluido en el proyecto de Firebase. Se describe brevemente a la herramienta y se enumera las funciones que es capaz de habilitar. Para finalizar con este paso, se muestra un interruptor que permite habilitar a Google Analytics para el proyecto. Con el fin de ofrecer un gran abanico de herramientas y ofrecer las mejores funciones posibles para la aplicación web, se activa el interruptor y se pasa al siguiente paso dando clic al botón *Continuar*.

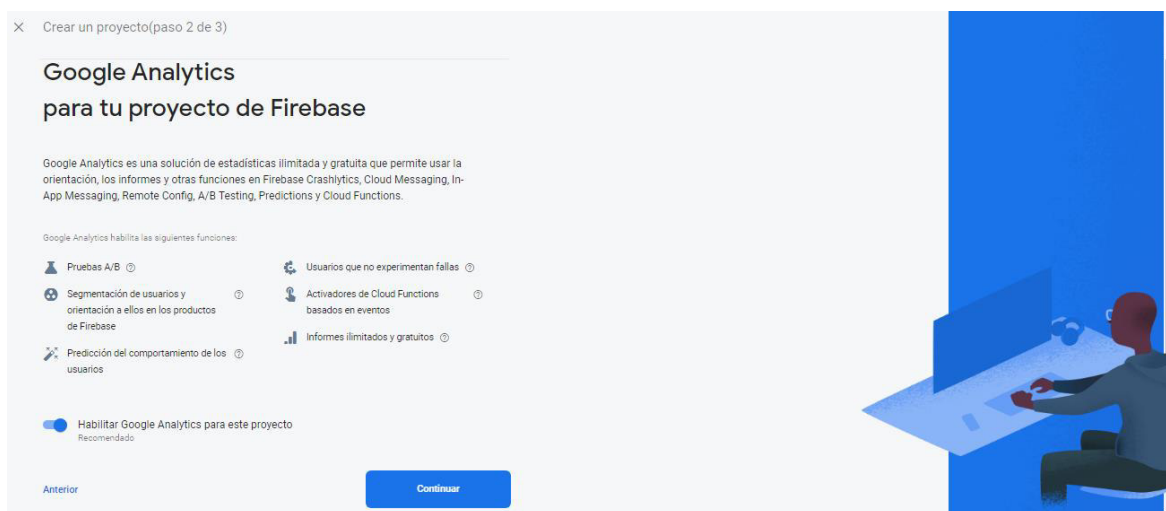


Figura 2.21 Interfaz del segundo paso en la creación de un proyecto en Firebase

Como tercer y último paso, como es posible observar en la Figura 2.22, Firebase solicita configurar Google Analytics; se muestra una lista desplegable en la que se debe colocar la ubicación para configurar la herramienta. Además, se ofrece utilizar la configuración predeterminada para compartir datos y aceptar las condiciones de Google Analytics, ambas a través de casillas de verificación. Con el fin de no ahondar demasiado en esta herramienta y por practicidad del proyecto, se marcan ambas casillas y se finaliza este proceso dando clic en *Crear proyecto*.

Tras unos segundos, mostrando el nombre del proyecto y un mensaje de éxito, Firebase da por concluido el proceso de creación de un proyecto, contenido que puede visualizarse en la Figura 2.23. Dando clic en el botón *Continuar*, se pasará a la interfaz de un proyecto de Firebase y se procederá al montaje en la aplicación web, proceso que se analizará más a fondo en el siguiente apartado.

¹¹ Google Analytics en Firebase: Solución gratuita de medición de aplicaciones que proporciona información estadística acerca de su uso y la participación de los usuarios. Sus informes permiten entender el comportamiento de los usuarios y pueden influir en la toma de decisiones respecto a marketing y optimizaciones de rendimiento de las aplicaciones. [68]

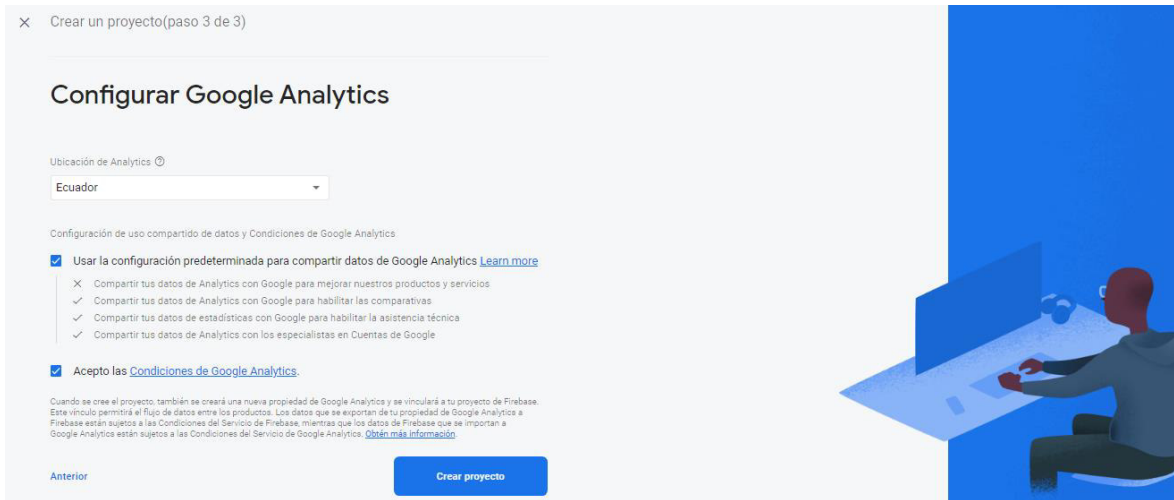


Figura 2.22 Interfaz del tercer paso en la creación de un proyecto en Firebase

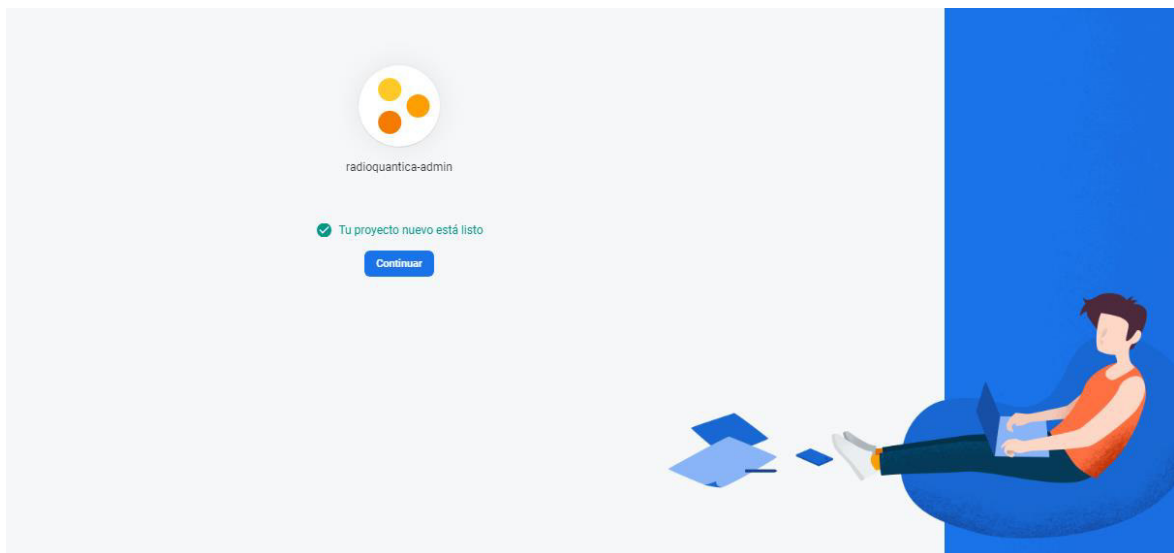


Figura 2.23 Interfaz del mensaje final de creación de un proyecto en Firebase

2.5.2. MONTAJE DE FIREBASE EN LA APLICACIÓN WEB

El primer paso que ofrece Firebase a la hora de dar inicio al proyecto es agregar esta plataforma a la aplicación que se está desarrollando, tal como se observa en la Figura 2.24. Como resulta evidente, para este caso se selecciona el ícono que representa a las aplicaciones web.

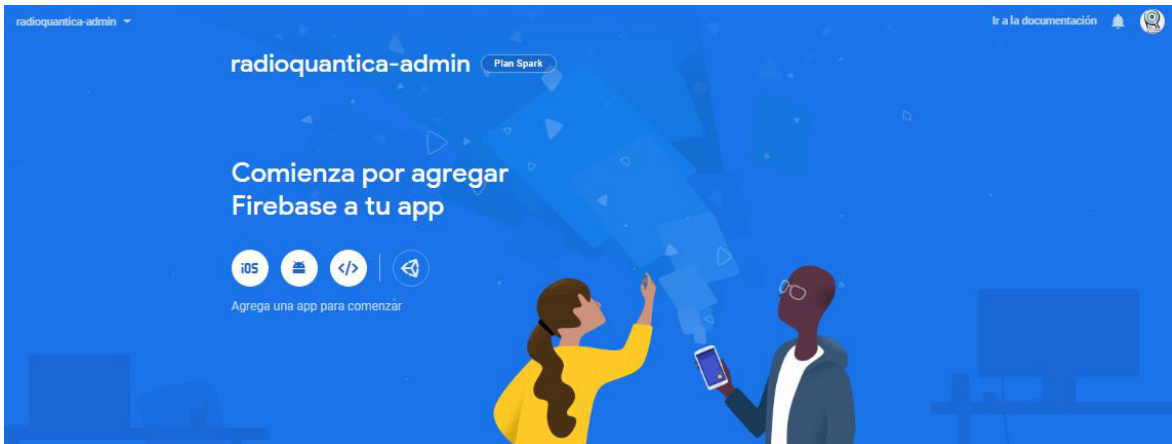


Figura 2.24 Interfaz inicial al crear un proyecto en Firebase

El siguiente paso para agregar Firebase a la aplicación web es registrarla; para el efecto, Firebase solicita colocar un sobrenombre a la aplicación, el cual se utilizará en Firebase Console para representarla. Además, a través de una casilla de verificación, se solicita habilitar y configurar Firebase Hosting. Es oportuno hacer el uso de Firebase Hosting, con el fin de mantener los datos de la aplicación web actualizados y disponibles en tiempo real; por ello se marca la casilla correspondiente. El paso detallado en este párrafo se observa en la Figura 2.25 y finaliza dando clic en el botón *Registrar app*.

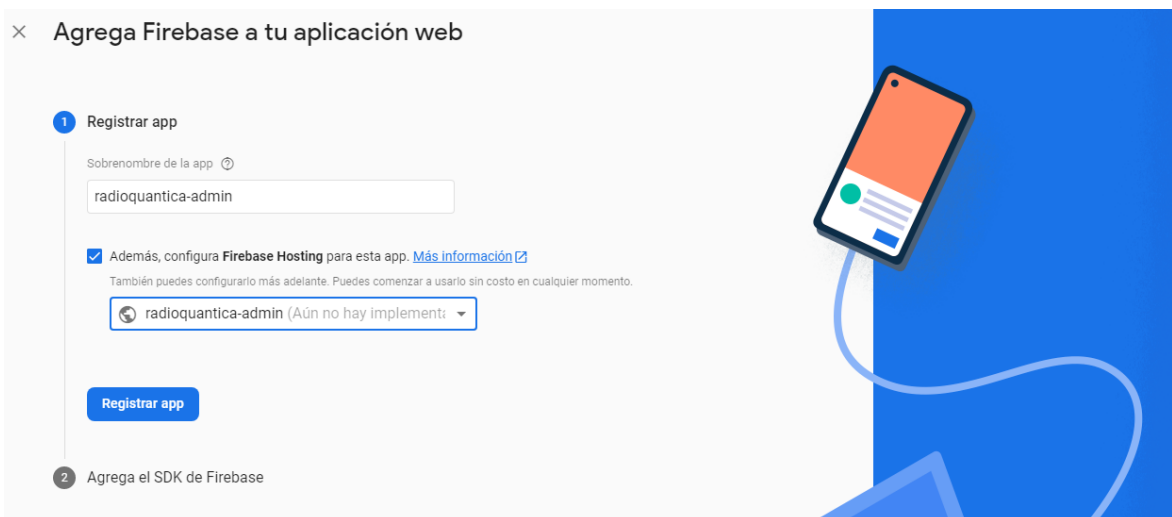


Figura 2.25 Interfaz de registro de la aplicación en Firebase

Firebase, en el segundo paso de este proceso, solicita agregar el SDK de Firebase¹² a la aplicación web, para ello presenta secuencias de comandos que deben ser colocadas en el código fuente del programa que se está desarrollando.

En la Figura 2.26 se observa el detalle del paso propuesto por Firebase y en el Código 2.1 se evidencia, junto a otra configuración propia de la plataforma, la inclusión de las secuencias en Visual Studio.



Figura 2.26 Interfaz de inclusión del SDK de Firebase

El contenido del Código 2.1 es de información confidencial, puesto que corresponde a datos con los que es posible ingresar a la configuración del proyecto en Firebase; por lo tanto, en beneficio de Radio Quántica, el código contiene censura en ciertos caracteres.

El tercer paso para realizar el montaje de Firebase en la aplicación web es la instalación de Firebase CLI¹³. Como es posible observar en la Figura 2.27, la plataforma sugiere correr una instrucción específica desde una interfaz de línea de comandos, con el fin de instalar la herramienta Firebase CLI, o en su defecto actualizarla a su versión más reciente.

¹² SDK de Firebase: Conjunto de bibliotecas de servidor que permiten interactuar con Firebase desde distintos entornos con privilegios, a fin de ejecutar acciones específicas como leer y escribir datos de la base, generar y verificar tokens, acceder a recursos de Google Cloud, entre otros. [69]

¹³ Firebase CLI: Servicio que proporciona gran variedad de herramientas para ser implementadas, administradas y visualizadas sobre proyectos de Firebase. [70]

```

<!-- The core Firebase JS SDK is always required and must be listed first -->
<script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.3.1/firebase-app.js"></script>
<!-- TODO: Add SDKs for Firebase products that you want to use
      https://firebase.google.com/docs/web/setup#available-libraries -->
<script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.3.1/firebase-analytics.js"></script>
<script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.3.1/firebase-auth.js"></script>
<script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.3.1/firebase-database.js"></script>
</script>
// Your web app's Firebase configuration
// For Firebase JS SDK v7.20.0 and later, measurementId is optional
var firebaseConfig = {
  apiKey: "AIzaSyDyImsJN",
  authDomain: "radioquan",
  projectId: "radioquant",
  storageBucket: "radioq",
  messagingSenderId: "10",
  appId: "1:103267470389",
  measurementId: "G-RXJ1"
};
// Initialize Firebase
firebase.initializeApp(firebaseConfig);
firebase.analytics();
</script>

```

Código 2.1 Secuencia de comandos para el montaje de Firebase en la aplicación web

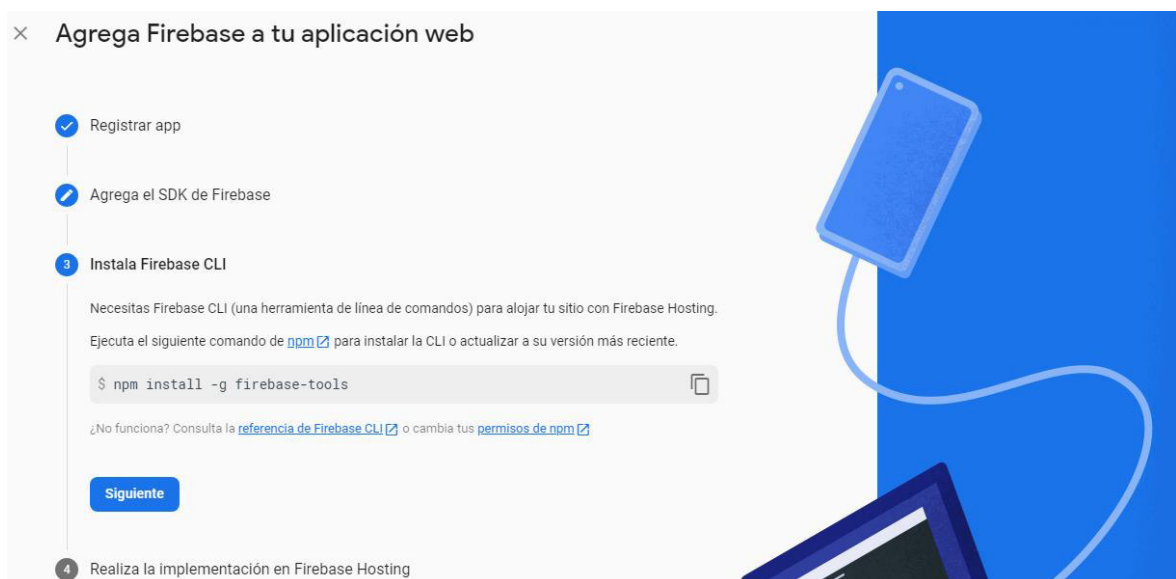


Figura 2.27 Interfaz de instalación de Firebase CLI

Haciendo uso del *Símbolo del sistema* de Windows, se crea un directorio con un nombre característico del proyecto y dentro de este se corre el comando sugerido por Firebase. Así entonces, se evidencia en la Figura 2.28 que la instalación no presenta errores significativos y concluye sin problema.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
(c) 2020 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Usuario>cd Desktop
C:\Users\Usuario\Desktop>mkdir radio-quantica
C:\Users\Usuario\Desktop>cd radio-quantica

C:\Users\Usuario\Desktop\radio-quantica>npm install -g firebase-tools
npm WARN deprecated request@2.88.2: request has been deprecated, see https://github.com/request/request/issues/3142
npm WARN deprecated xmldom@0.1.31: Deprecated due to CVE-2021-21366 resolved in 0.5.0
npm WARN deprecated har-validator@5.1.5: this library is no longer supported
C:\Users\Usuario\AppData\Roaming\npm\firebase -> C:\Users\Usuario\AppData\Roaming\npm\node_modules\firebase-tools\lib\bin\firebase.js

> re2@1.15.9 install C:\Users\Usuario\AppData\Roaming\npm\node_modules\firebase-tools\node_modules\re2
> install-from-cache --artifact build/Release/re2.node --host-var RE2_DOWNLOAD_MIRROR || npm run rebuild
Trying https://github.com/uhop/node-re2/releases/download/1.15.9/win32-x64-83.br ...
Writing to build/Release/re2.node ...
Done.

> protobufjs@6.10.2 postinstall C:\Users\Usuario\AppData\Roaming\npm\node_modules\firebase-tools\node_modules\protobufjs> node scripts/postinstall

npm WARN optional SKIPPING OPTIONAL DEPENDENCY: fsevents@2.3.1 (node_modules\firebase-tools\node_modules\chokidar\node_modules\fsevents):
npm WARN notsup SKIPPING OPTIONAL DEPENDENCY: Unsupported platform for fsevents@2.3.2: wanted {"os":"darwin","arch":"any"} (current: {"os":"win32","arch":"x64"})
+ firebase-tools@9.6.1
added 642 packages from 423 contributors in 131.033s

C:\Users\Usuario\Desktop\radio-quantica>
```

Figura 2.28 Comando de instalación de Firebase CLI en ejecución sobre interfaz de línea de comandos

Como se muestra en la Figura 2.29, el último paso para la inclusión de Firebase en la aplicación web es realizar la implementación en Firebase Hosting; para ello, la plataforma sugiere correr tres comandos para acceder a Google, iniciar el proyecto y finalmente implementar la aplicación web.

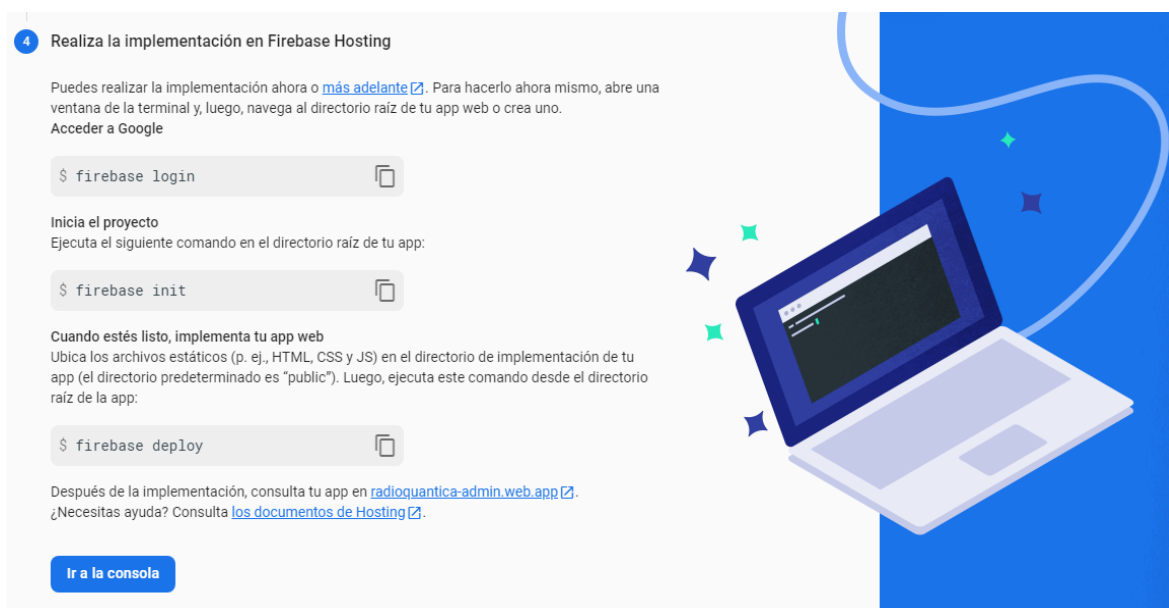


Figura 2.29 Interfaz de implementación en Firebase Hosting

Para acceder a Google, es necesario abrir una interfaz de línea de comandos y correr desde el directorio en donde se encuentra almacenada la aplicación web, el comando *firebase login*; este proceso y su resultado se observa en la Figura 2.30.


```
=== Project Setup

First, let's associate this project directory with a Firebase project.
You can create multiple project aliases by running firebase use --add,
but for now we'll just set up a default project.

Please select an option: Use an existing project
Select a default Firebase project for this directory: radio-quantica (radio-quantica)
Using project radio-quantica (radio-quantica)

=== Database Setup
i database: ensuring required API firebase.database.googleapis.com is enabled...
+ database: required API firebase.database.googleapis.com is enabled

Firebase Realtime Database Security Rules allow you to define how your data should be
structured and when your data can be read from and written to.

What file should be used for Realtime Database Security Rules? database.rules.json
File database.rules.json already exists. Do you want to overwrite it with the Realtime Database Security Rules for radio-quantica-default-rtdb from the Firebase Conso
le? Yes
+ Database Rules for radio-quantica-default-rtdb have been written to database.rules.json.
Future modifications to database.rules.json will update Realtime Database Security Rules when you run
firebase deploy.
```

Figura 2.32 Comandos para la configuración del proyecto y su base de datos en tiempo real

El paso final de la inicialización de Firebase y su montaje en la aplicación web es la configuración de Hosting, acción que se puede observar en la Figura 2.33. Firebase solicita la creación de un directorio público, mismo que contendrá los activos de alojamiento que próximamente serán cargados al correr la aplicación web. Por asuntos prácticos se mantiene el nombre por defecto del directorio público y se finaliza la configuración con la creación automática del archivo *index.html*, el cual se instaura en el directorio público creado.

Una vez finalizada la configuración para el montaje de Firebase, en el directorio respectivo se encontrarán los archivos creados para el desarrollo de la aplicación web. En la Figura 2.34 es posible observar los archivos creados y, en el editor de código Visual Studio Code, el contenido por defecto que lleva el archivo de desarrollo principal.

```
=== Hosting Setup

Your public directory is the folder (relative to your project directory) that
will contain Hosting assets to be uploaded with firebase deploy. If you
have a build process for your assets, use your build's output directory.

What do you want to use as your public directory? public
Configure as a single-page app (rewrite all urls to /index.html)? Yes
Set up automatic builds and deploys with GitHub? No
File public/index.html already exists. Overwrite? Yes
+ Wrote public/index.html

i Writing configuration info to firebase.json...
i Writing project information to .firebaserc...
i Writing gitignore file to .gitignore...
+ Firebase initialization complete!
```

Figura 2.33 Comandos para la configuración de Hosting de Firebase

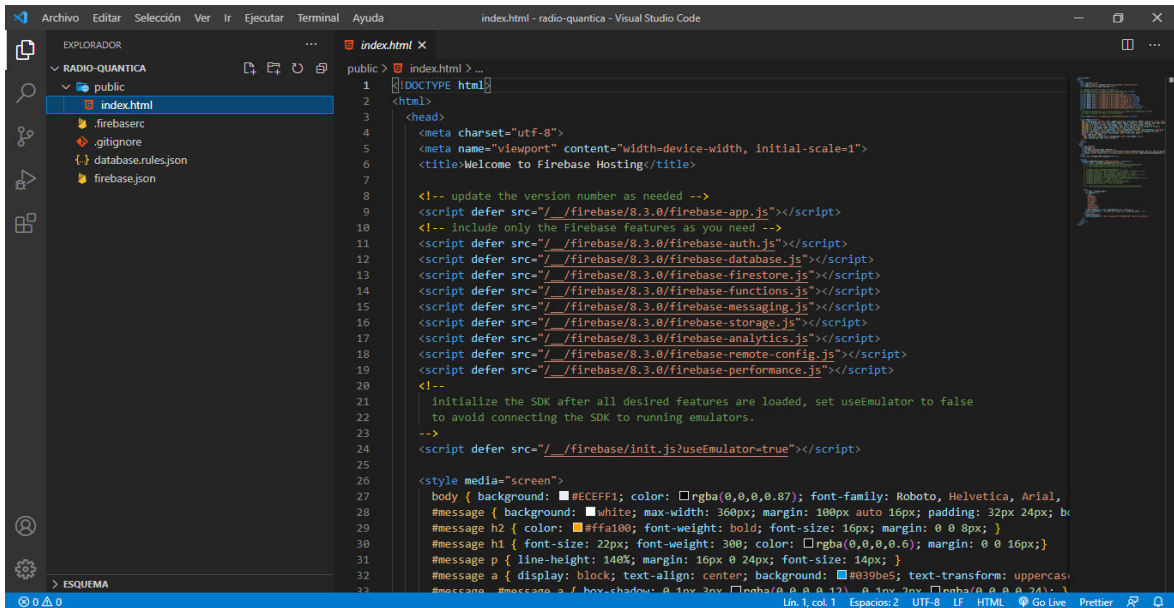


Figura 2.34 Interfaz de Visual Studio Code con los archivos creados y el contenido por defecto del archivo index.html

Para evidenciar los cambios que se van generando en los archivos de desarrollo web, es necesario trabajar con un servidor de Firebase local. El comando `firebase serve` solicita al hosting el levantamiento del servidor local y este retorna un enlace que, al ejecutarse desde un navegador, permite mostrar una vista previa de la aplicación web en desarrollo. La Figura 2.35 muestra el proceder descrito anteriormente y las variaciones que se van generando en el hosting a medida que se interactúa con la aplicación.

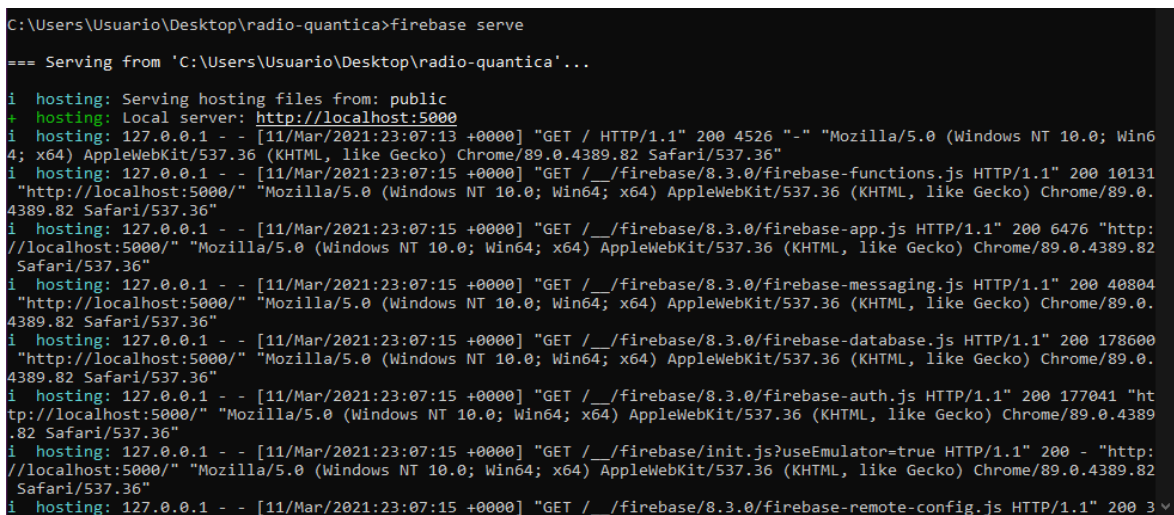


Figura 2.35 Comando para el levantamiento del servidor local de Firebase

Una vez que el desarrollo de la aplicación web haya finalizado, es necesario desplegar el proyecto; para el efecto, Firebase sugiere el comando `firebase deploy`, el cual retorna un

enlace que será definitivo para el ingreso a la aplicación web. Como es evidente en la Figura 2.36, para este proyecto el enlace retornado al implementar la aplicación es *https://radioquantica-admin.web.app/*. Evidentemente, el comando detallado debe ejecutarse luego de haber detenido el proceso del servidor de Firebase local levantado anteriormente.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Safari/537.36"
i hosting: 127.0.0.1 - - [17/May/2021:06:21:50 +0000] "GET /imgs/logout.png HTTP/1.1" 200 2847 "http://localhost:5000/p
rincipal.html" "Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/90.0.4430.212 Sa
fari/537.36"
Shutting down...
¿Desea terminar el trabajo por lotes (S/N)? s

C:\Users\Usuario\Desktop\radioquantica-admin>firebase deploy

=== Deploying to 'radioquantica-admin'...

i deploying database, hosting
i database: checking rules syntax...
+ database: rules syntax for database radioquantica-admin-default-rtdb is valid
i hosting[radioquantica-admin]: beginning deploy...
i hosting[radioquantica-admin]: found 30 files in (public)
+ hosting[radioquantica-admin]: file upload complete
i database: releasing rules...
+ database: rules for database radioquantica-admin-default-rtdb released successfully
i hosting[radioquantica-admin]: finalizing version...
+ hosting[radioquantica-admin]: version finalized
i hosting[radioquantica-admin]: releasing new version...
+ hosting[radioquantica-admin]: release complete

+ Deploy complete!

Project Console: https://console.firebase.google.com/project/radioquantica-admin/overview
Hosting URL: https://radioquantica-admin.web.app

C:\Users\Usuario\Desktop\radioquantica-admin>
```

Figura 2.36 Comando para la implementación de la aplicación web

2.5.3. SERVICIO DE AUTENTICACIÓN DE FIREBASE

La autenticación de firebase da inicio con una interfaz de bienvenida, como se muestra en la Figura 2.37. Para continuar con el proceso de autenticación de usuarios se presiona *Comenzar*.

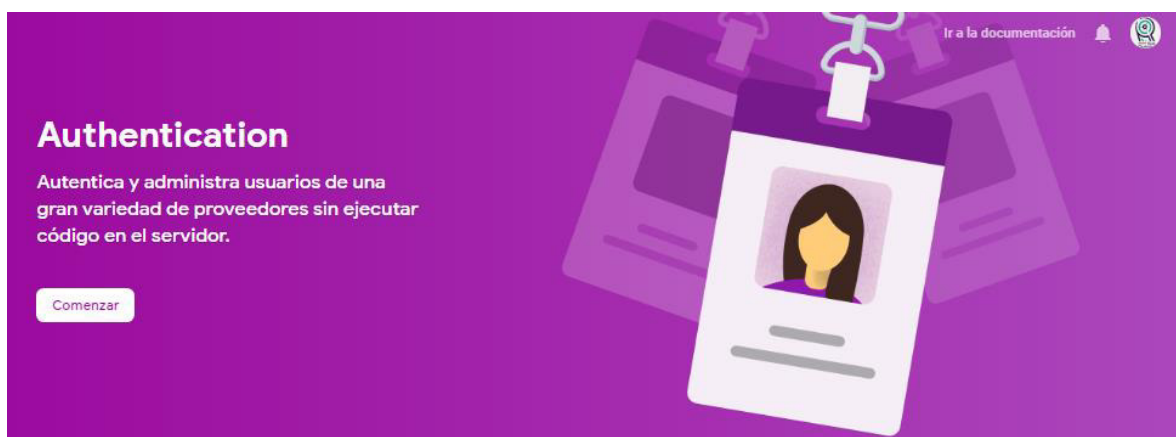


Figura 2.37 Interfaz de bienvenida de Autenticación de Firebase

Firestore ofrece autenticación de usuarios a través de algunos métodos. Como se muestra en la Figura 2.38, es posible realizar el proceso a través de cuentas como Google, Facebook, Twitter y más. Este proyecto requiere solamente de la autenticación de un usuario administrador que, sin distinción, es el único que tendrá acceso a la aplicación web. Debido a la necesidad de un solo usuario administrador, como se observa en la Figura 2.39, se selecciona el método de autenticación por correo electrónico y contraseña, además de habilitar la opción que permite que el usuario se registre con su correo electrónico y contraseña. Finalmente, para continuar con el proceso se presiona el botón *Guardar*.

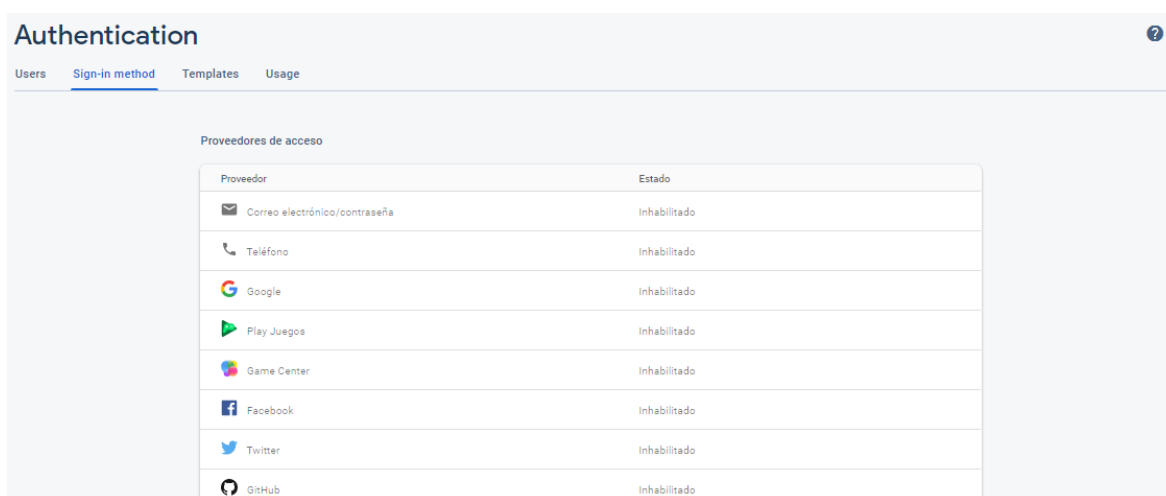


Figura 2.38 Métodos de acceso para autenticación de Firebase

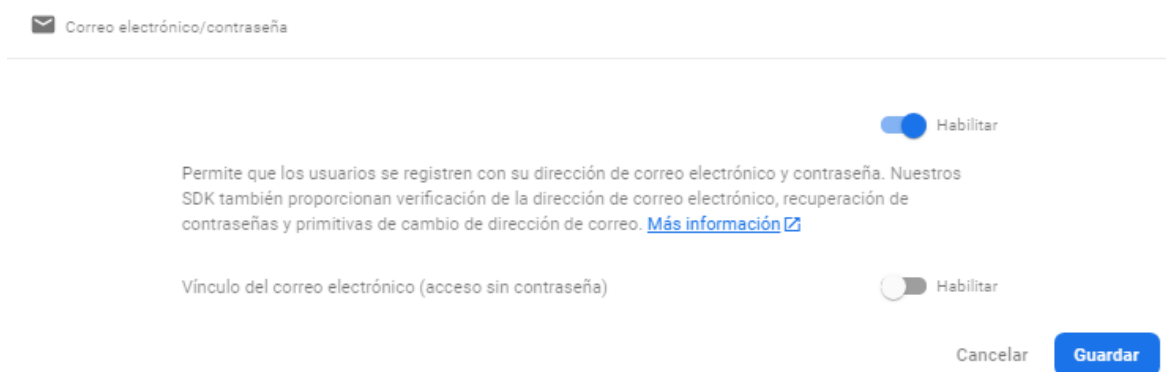


Figura 2.39 Método de acceso seleccionado: correo electrónico y contraseña

La Figura 2.40 evidencia que el método de acceso seleccionado se encuentra habilitado, con esto es posible añadir el usuario desde la pestaña *Users*. Para el efecto, en la interfaz de usuarios mostrada en la Figura 2.41, es necesario dar clic en el botón *Agregar usuario*, obteniendo la solicitud de la Figura 2.42 para el ingreso de un correo electrónico y una

contraseña. Se ingresará el correo de Radio Quántica y una contraseña, por el momento, simple y fácil de recordar; procediendo así a presionar el botón *Agregar usuario*.

Finalmente, el usuario de Firebase queda registrado en el apartado de Autenticación, indicando su fecha de creación y de acceso, además de un UID generado automáticamente. En la Figura 2.43, parte del contenido del UID generado ha sido censurado, con el fin de precautelar la información de Radio Quántica al hacer uso de este módulo de difusión.



Figura 2.40 Método de acceso seleccionado habilitado

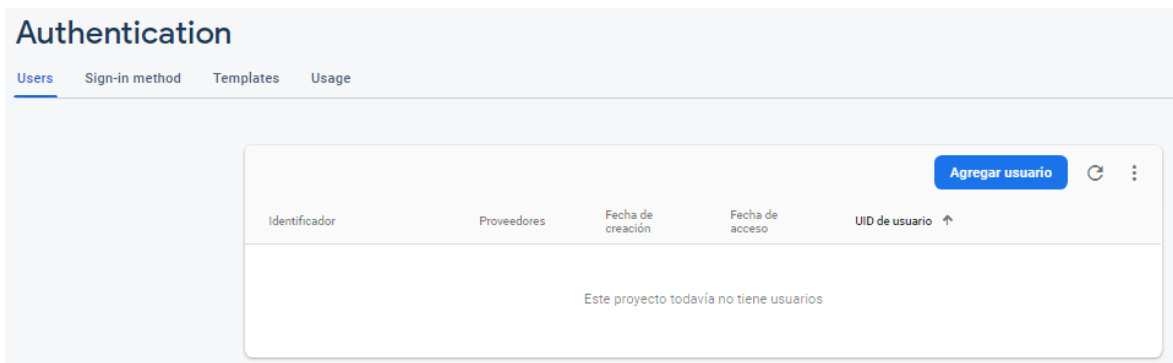


Figura 2.41 Interfaz de usuarios de autenticación de Firebase

Agrega un usuario con correo electrónico y contraseña

Correo electrónico:

Contraseña:

Figura 2.42 Interfaz de solicitud de correo electrónico y contraseña para administrador de Radio Quántica

Identificador	Proveedores	Fecha de creación	Fecha de acceso	UID de usuario ↑
radio.quantica@gmail.com		5 abr. 2021	11 may. 2021	IBMbD...

Buscar por dirección de correo electrónico, número de teléfono o UID de usuario Agregar usuario

Filas por página: 30 1 - 1 of 1

Figura 2.43 Usuario agregado para autenticación de Firebase (UID recortado)

2.5.4. BASE DE DATOS EN TIEMPO REAL

Firebase presenta la base de datos en tiempo real como se muestra en la Figura 2.44. Este servicio aportará al proyecto en el almacenamiento de datos para actualizar permanentemente el estado del módulo de difusión, sus horarios de encendido y apagado durante la semana, nivel de volumen, el contenido de los eventos especiales configurados, entre otros. Para dar inicio al establecimiento de la base de datos, es necesario presionar el botón *Crear una base de datos*.

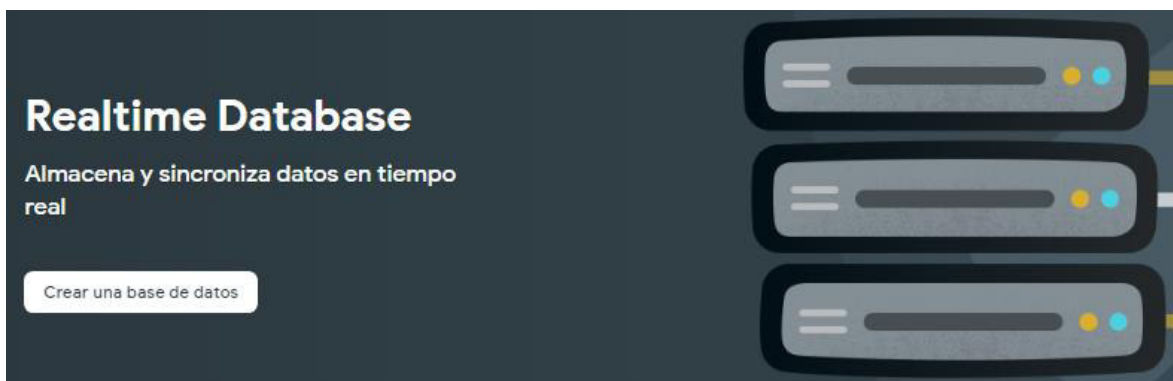


Figura 2.44 Interfaz de bienvenida de la base de datos en tiempo real de Firebase

Firebase presenta un asistente para configurar la base de datos, el cual se muestra en la Figura 2.45. Como primer paso, solicita configurar las Opciones de base de datos, en donde expone como opciones a Estados Unidos, Bélgica y Singapur para la ubicación de la base de datos en tiempo real. Puesto que la elección de la ubicación es independiente al funcionamiento de la base de datos, se escoge sin preferencias a *Estados Unidos (us-central1)* y se procede a dar clic en el botón *Siguiente*.

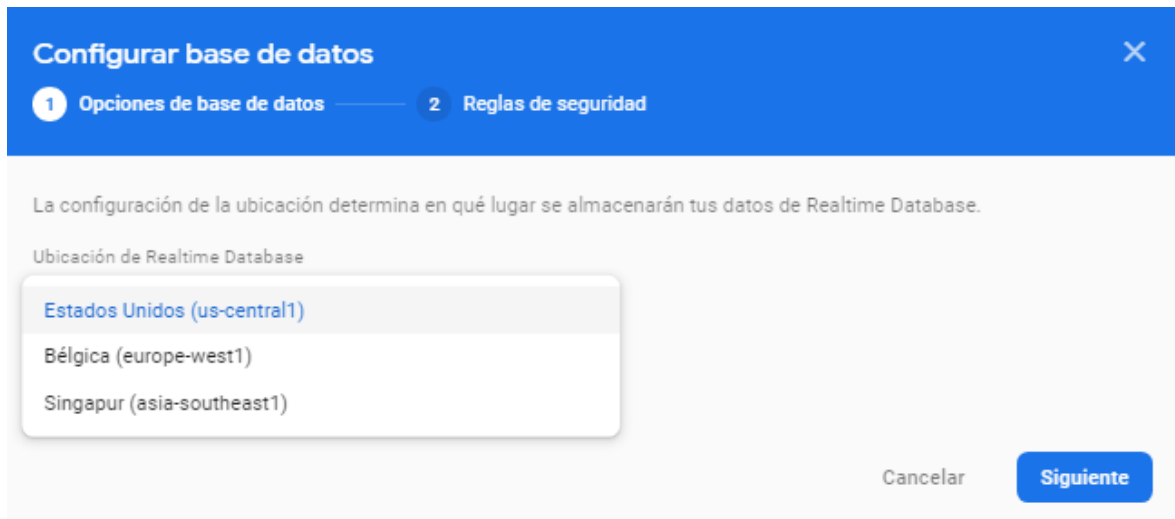


Figura 2.45 Ubicación de la base de datos en tiempo real

El siguiente y último paso en la configuración de la base de datos en tiempo real tiene que ver con las *Reglas de Seguridad*, las cuales están encargadas de proteger la estructura de datos del proyecto. Entre las posibilidades se encuentra *Comenzar en modo bloqueado* que, como evidencia la Figura 2.46, establece que de forma predeterminada los datos son privados y que el acceso de lectura/escritura sólo se otorga según las reglas de seguridad. Además, *Comenzar en modo prueba* es otra de las posibles opciones, esta permite una configuración rápida, consiguiendo que los datos se abran de forma predeterminada; advierte finalmente que dichas reglas deben actualizarse dentro de los 30 días posteriores a la creación de la base de datos en tiempo real.

Con el afán de perpetuar el uso de este proyecto y con la consigna de que se actualicen inmediatamente las reglas de seguridad para permitir la modificación de la base de datos durante el desarrollo de la aplicación web, se selecciona la primera opción.



Figura 2.46 Reglas de seguridad

Firestore presenta la base de datos en tiempo real creada y especifica únicamente a su raíz por defecto, tal y como se observa en la Figura 2.47. A partir de este elemento es posible crear nuevos objetos que se almacenarán en forma de árbol de nodos, estos pueden ser creados desde la propia plataforma o en su defecto, desde el código de desarrollo de la aplicación web. Debido a la cantidad de datos que se necesita almacenar para este proyecto, se agregará los datos desde Visual Studio Code, durante el desarrollo de la aplicación.



Figura 2.47 Base de datos en tiempo real creada para el proyecto

Como fue mencionado, es necesario no perder de vista la modificación de las reglas de seguridad, con el fin de permitir la modificación de los datos durante el desarrollo de la aplicación web. Los estados de lectura y escritura, como se observa en la Figura 2.48, se encuentran en estado *false*; por lo tanto, su habilitación debe realizarse de inmediato, resultando ambas configuraciones en un estado *true*, tal y como evidencia la Figura 2.49.



Figura 2.48 Reglas de seguridad deshabilitadas por defecto



Figura 2.49 Reglas de seguridad habilitadas

2.6. DISEÑO DE LA INTERFAZ DE LA APLICACIÓN WEB

El primer paso a la hora de desarrollar la aplicación web es implementar el diseño de su interfaz y funcionalidades en función del bosquejo modelado anteriormente. La Figura 2.50 evidencia que la aplicación tiene un diseño adaptable, razón por la cual podrá ejecutarse desde dispositivos de varios tamaños. Esta sección contendrá capturas de pantalla de todos los apartados de la interfaz y el detalle de la funcionalidad de cada uno.

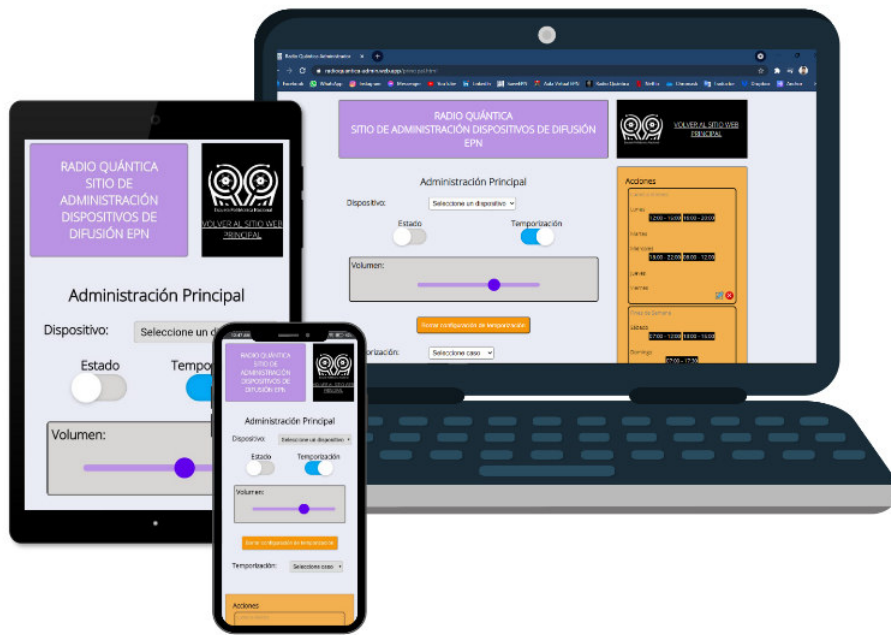


Figura 2.50 Adaptabilidad de la aplicación web [51]

Para constatar la adaptabilidad mencionada en el párrafo anterior, se muestran capturas de pantalla con la aplicación en ejecución sobre distintos dispositivos. La Figura 2.51 muestra la interfaz en el navegador *Microsoft Edge Versión 90.0.818.6* en una laptop *Sony VAIO SVE14135CXB*.

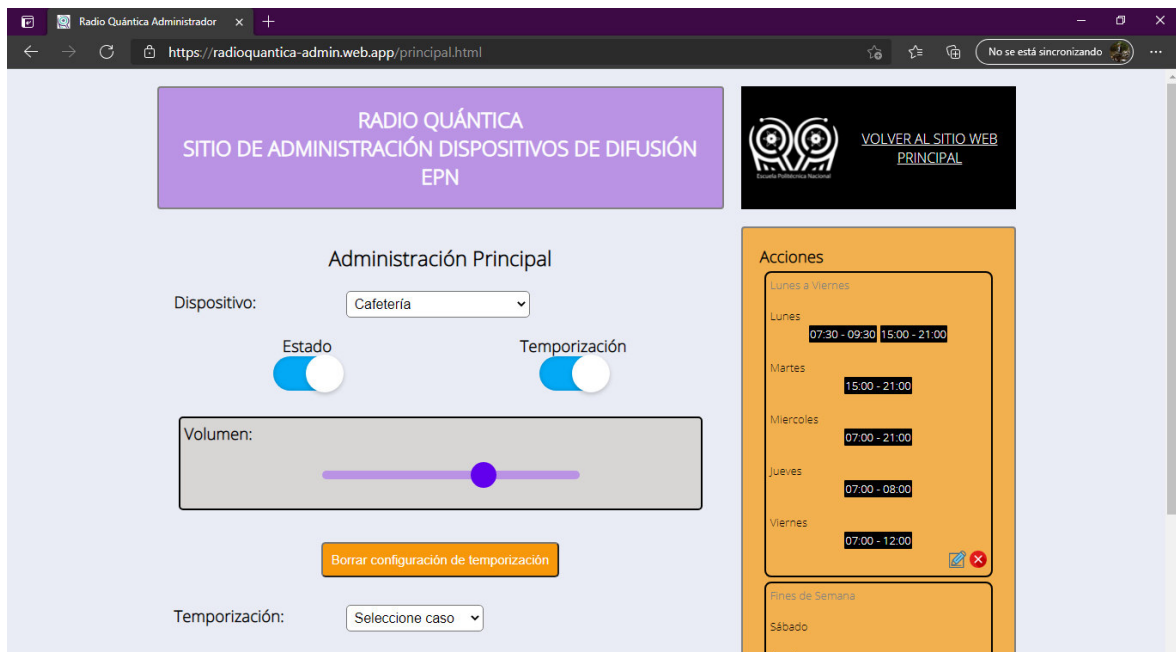


Figura 2.51 Interfaz de la aplicación en ordenador portátil

Por su parte, la Figura 2.52 presenta la aplicación web en el navegador *Safari de iOS* Versión 9.3.5 en una tableta *iPad A1432* y la Figura 2.53 muestra la interfaz en el navegador *Google Chrome* vers. 90.0.4430.210 en un smartphone *Xiaomi Poco X3 NFC*.



Figura 2.52 Interfaz de la aplicación en tableta



Figura 2.53 Interfaz de la aplicación en smartphone

2.6.1. ANCLAJE DE LA APLICACIÓN AL SITIO WEB PRINCIPAL DE RADIO QUÁNTICA

Para ingresar a la aplicación web se ha colocado un botón de Administración en el menú principal superior del sitio web de Radio Quántica, esta interfaz se muestra en la Figura 2.54.



Figura 2.54 Interfaz principal del sitio web de Radio Quántica

2.6.2. INTERFAZ DE INICIO Y AUTENTICACIÓN

En su inicio, la aplicación web muestra la interfaz de la Figura 2.55, la cual incluye un encabezado, el apartado de autenticación y un pie de página. El encabezado y pie de página son secciones que también se ubican en la interfaz principal; por lo tanto, serán abordadas en un punto próximo.

El apartado de autenticación posee un ícono obtenido del sitio web *Flaticon* [52], que muestra un escudo simple y cuyo centro contiene un candado. Además, incluye campos para colocar las credenciales del usuario administrador, tanto el mail como la contraseña que fueron establecidos en la autenticación de Firebase.

La autenticación se acompaña de un botón *Ingresar*, cuya ejecución procede a la validación de datos y el ingreso a la interfaz principal de la aplicación web. Finalmente posee un botón inferior *¿Olvidó su contraseña?* que, en caso de olvido, permite recuperar la contraseña a través del correo del usuario administrador.



Figura 2.55 Interfaz de inicio y autenticación

2.6.3. INTERFAZ PRINCIPAL DE LA APLICACIÓN WEB

La pantalla principal se muestra en la Figura 2.56. Esta interfaz muestra los siguientes apartados: Encabezado, Configuración General, Temporización, Acciones y Pie de página.



Figura 2.56 Interfaz principal de la aplicación web

2.6.3.1. Encabezado de la interfaz principal

El Encabezado, como evidencia la Figura 2.57, incluye el título *RADIO QUÁNTICA SITIO DE ADMINISTRACIÓN DISPOSITIVOS DE DIFUSIÓN*, el logo de Radio Quántica y el botón *VOLVER AL SITIO WEB PRINCIPAL*; este último permite regresar a la página web de la organización estudiantil.

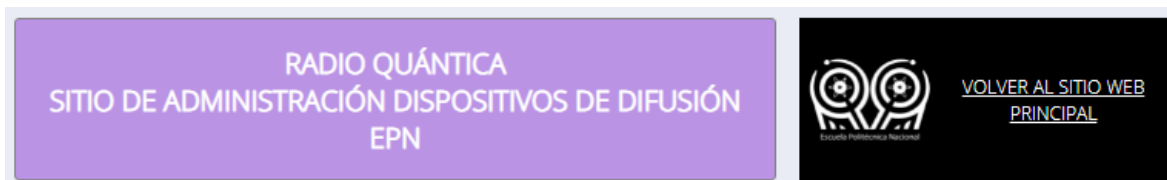


Figura 2.57 Encabezado de la interfaz principal

2.6.3.2. Configuración General en la interfaz principal

La sección de Configuración General se muestra en la Figura 2.58. Da inicio con el título *Administración Principal*, seguido de un selector de lista donde se escoge el dispositivo que se va a configurar y dos casillas de verificación con diseño de interruptores que tienen por títulos *Estado* y *Temporización*. Continúa con una barra de volumen, el botón *Borrar configuración de temporización* y un selector del caso de temporización a configurarse.

El selector de dispositivo tiene como opciones los nombres de todos los módulos que se implementen y que vayan a ser configurados. Este proyecto, al tratarse de un prototipo, tendrá seleccionado por defecto *Cafetería*, sitio que podría ser uno de los módulos a implementar.

La casilla de verificación *Temporización* habilita o deshabilita la configuración de temporización. Todas las órdenes establecidas se ejecutarán únicamente si esta casilla está encendida. Por su parte, la casilla de verificación *Estado* es la que define si el módulo se activa o no; esta última se activará o desactivará según la configuración de temporización y podrá activarse o desactivarse manualmente solamente si la casilla *Temporización* está desactivada. Los diseños en CSS que le dan la apariencia de interruptores a estas casillas de verificación fueron obtenidos de [53].

El apartado de la barra que tiene por título *Volumen* fue construido en base a un elemento de entrada tipo rango y definirá el nivel de volumen del módulo de difusión. Como es de esperarse, si se mueve el círculo hacia la derecha el volumen ascenderá y en sentido contrario, descenderá. Los diseños en CSS que le dan mejor apariencia a la barra fueron obtenidos de [54].

El botón color naranja de *Borrar configuración de temporización* permite, bajo confirmación, la eliminación de todas las órdenes establecidas para el módulo de difusión.

El módulo de difusión tiene tres (3) casos de configuración: *Lunes a Viernes*, *Fines de Semana* y *Evento Especial*. El selector de caso, que lleva por título *Temporización*, será el que despliegue el apartado de temporización correspondiente al caso seleccionado. En la siguiente sección se mostrará y analizará a fondo el diseño y funcionalidad del último mencionado.

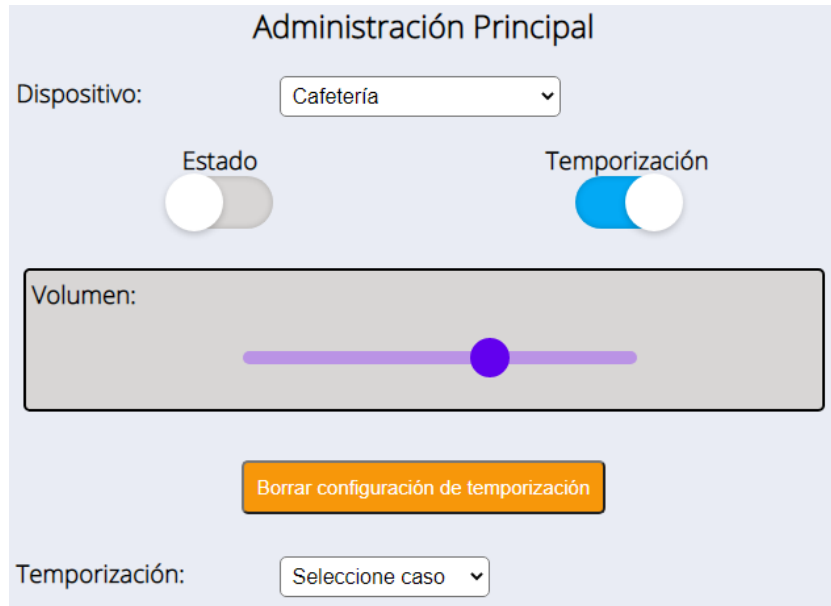


Figura 2.58 Configuración general en la interfaz principal

2.6.3.3. Temporización en la interfaz principal

Como se mencionó anteriormente, la temporización obedece al selector de caso y tiene tres (3) de ellos. En los dos primeros casos: *Lunes a Viernes* y *Fines de Semana*, cada día de la semana tiene la posibilidad de configurar cinco (5) horarios diferentes para la habilitación del módulo de difusión. En cada día y junto a cada horario se ubica un botón más (+), el cual permite agregar un horario más a los que se encuentran configurados, por supuesto hasta completar los cinco (5) horarios permitidos. La Figura 2.59 y la Figura 2.60 evidencian el caso *Lunes a Viernes* y *Fines de Semana* respectivamente; en donde, a manera de ejemplo, se muestra la configuración de cinco (5) horarios el lunes y sábado, tres (3) el martes, dos (2) el miércoles y uno (1) el jueves, viernes y domingo.

Lunes a Viernes

Lunes:

ON 06:30 OFF 09:00 +

ON 10:00 OFF 11:00 +

ON 13:00 OFF 14:00 +

ON 16:00 OFF 18:00 +

ON 20:00 OFF 21:30

Martes:

ON 06:30 OFF 09:00 +

ON 11:00 OFF 14:00 +

ON 16:00 OFF 21:30 +

Miércoles:

ON 06:30 OFF 14:00 +

ON 18:00 OFF 21:30 +

Jueves:

ON 06:30 OFF 21:30 +

Viernes:

ON 06:30 OFF 21:30 +

Vaciar Guardar

Figura 2.59 Temporización caso Lunes a Viernes

Fines de Semana

Sábado:

ON 07:00 OFF 09:00 +

ON 10:00 OFF 11:00 +

ON 13:00 OFF 14:00 +

ON 16:00 OFF 18:00 +

ON 19:00 OFF 21:30

Domingo:

ON 07:30 OFF 20:00 +

Vaciar Guardar

Figura 2.60 Temporización caso Fines de Semana

El caso *Evento Especial* inicia su configuración con un selector de estado, el cual define si el evento necesita al módulo encendido o apagado. Continúa con la definición de la fecha del evento y el nombre de este, el cual puede tener un máximo de 35 caracteres; finalizando

con la configuración de hasta tres (3) horarios diferentes para cada evento especial. Al igual que en los casos anteriores, junto a cada horario se encuentra el botón más (+), el cual permite agregar otro horario hasta completar los tres (3) permitidos.

En la Figura 2.61 y la Figura 2.62 se observan respectivamente, a manera de ejemplo, la configuración de dos eventos especiales: el primero es denominado *Presentación de Danza EPN* el día 21 de mayo de 2021, en estado *Apagado* y con tres (3) horarios de prueba; mientras que el segundo se ejecuta el 26 de mayo de 2021, tiene por nombre *Presentación de Coro EPN* y establece un solo horario en estado Encendido. Como fue definido en los requisitos de la aplicación web y en el modelamiento de su diseño, existe la posibilidad de configurar un total de hasta 10 eventos especiales.

The screenshot shows a web form titled "Evento Especial". At the top, there is a dropdown menu for "Estado" set to "Apagado". Below it is a text input field for "Nombre del Evento" containing "Presentación Danza EPN". Underneath is a date picker for "Fecha del Evento" set to "21/05/2021". The main section contains three horizontal purple bars, each representing a time slot. Each bar has "ON" and "OFF" labels with time inputs and a "+" button to the right. The first bar shows "ON 09:00" and "OFF 11:00". The second bar shows "ON 13:00" and "OFF 14:00". The third bar shows "ON 18:00" and "OFF 20:00". At the bottom right of the form are two buttons: "Vaciar" (orange) and "Guardar" (purple).

Figura 2.61 Temporización caso Evento Especial 1

The screenshot shows a web form titled "Evento Especial". At the top, there is a dropdown menu for "Estado" set to "Encendido". Below it is a text input field for "Nombre del Evento" containing "Presentación de Coro". Underneath is a date picker for "Fecha del Evento" set to "26/05/2021". The main section contains a single horizontal purple bar representing a time slot. It has "ON" and "OFF" labels with time inputs and a "+" button to the right. The bar shows "ON 15:00" and "OFF 17:00". At the bottom right of the form are two buttons: "Vaciar" (orange) and "Guardar" (purple).

Figura 2.62 Temporización caso Evento Especial 2

En todos los casos se incluye el botón *Vaciar*, que permite borrar toda la información ingresada en los campos de cada horario; y el botón *Guardar*, destinado a almacenar todos los horarios configurados en el apartado del resumen de acciones.

2.6.3.4. Acciones en la interfaz principal

Las instrucciones establecidas en *Temporización* se almacenan en el apartado de resumen, llamado *Acciones*; sección que se encuentra situada en la parte derecha de la interfaz principal y presenta una distribución vertical. La Figura 2.63 muestra las *Acciones* de los horarios de ejemplo establecidos en el apartado anterior para el caso *Lunes a Viernes*, mientras que la Figura 2.64 aquellos establecidos para *Fines de Semana* y la Figura 2.65 para *Eventos Especiales*. Cada caso posee dos botones en su parte inferior derecha; como su apariencia sugiere, uno permite editar la información guardada de acciones y el otro su eliminación definitiva. Los íconos colocados en este apartado han sido obtenidos del sitio web *Flaticon* [52].

Finalmente, como evidencia la Figura 2.65, resulta importante denotar que cuando un Evento Especial se encuentra en ejecución, el tono de su fondo cambia reiteradamente entre color blanco original y color verde. Además, desaparece el botón que permite editar el evento, lo cual deja únicamente habilitada la posibilidad de la eliminación permanente del Evento.



Figura 2.63 Acciones caso Lunes a Viernes



Figura 2.64 Acciones caso Fines de Semana

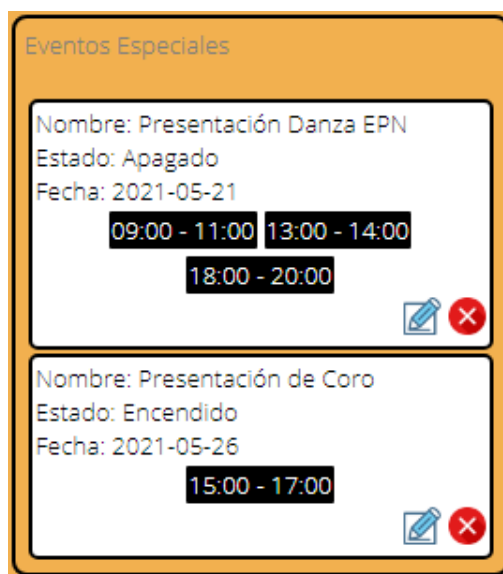


Figura 2.65 Acciones caso Eventos Especiales



Figura 2.66 Acciones caso Eventos Especiales con uno en ejecución

2.6.3.5. Pie de página en la interfaz principal

La interfaz principal finaliza con un pie de página que incluye una firma de autoría en su costado derecho y en el izquierdo un botón que, bajo confirmación, permite salir de la aplicación y volver a la interfaz de inicio y autenticación. Este apartado se muestra en la Figura 2.67. El ícono de este botón ha sido obtenido del sitio web *Flaticon* [52].

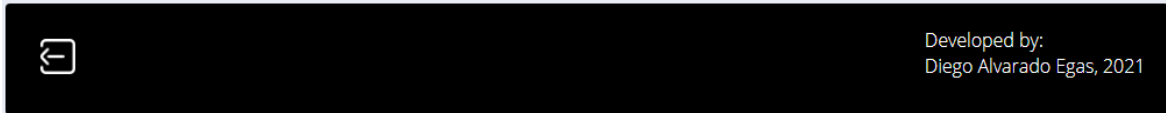


Figura 2.67 Pie de página de la interfaz principal

2.7. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB

Como fue mencionado anteriormente, la aplicación web fue desarrollada en cuanto a su estructura con el lenguaje de marcado HTML5, en cuanto a su diseño con el lenguaje de hojas de estilo CSS3 y en cuanto a su funcionalidad con el lenguaje de programación JavaScript.

La funcionalidad de la aplicación web es uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de este trabajo de titulación, por lo que en esta sección se presentará a detalle los segmentos de código más importantes de los scripts que determinan la funcionalidad de la aplicación, lista de los cuales se observa en la Figura 2.68. El código fuente completo de la estructura en HTML5, diseño en CSS3 y funcionalidad en JavaScript se puede encontrar en el ANEXO DIGITAL E.

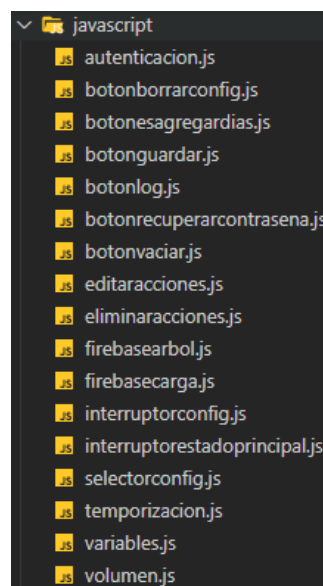


Figura 2.68 Lista de scripts para la funcionalidad de la aplicación web

Es imprescindible destacar el encabezado incluido en los archivos de estructura de la interfaz principal y de inicio y autenticación. Como el Código 2.2 evidencia, entre sus configuraciones principales se encuentra el título de la aplicación web, los enlaces a su diseño, configuración general de la fuente e ícono utilizados. Así mismo, el script para la inclusión de la librería del plugin Sweetalert2, que define el diseño e interactividad de todas las alertas de la aplicación web.

```
<title>Radio Quántica Administrador</title>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/estilos.css">
<link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com">
<link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Open+Sans:wght@300&display=swap" rel="stylesheet">
<link rel="icon" href="imgs/iconorq.ico">
<script src="//cdn.jsdelivr.net/npm/sweetalert2@10"></script>
```

Código 2.2 Principales configuraciones en encabezado de archivos HTML

2.7.1. AUTENTICACIÓN

La documentación de Firebase otorga un esquema básico para permitir que un usuario acceda con una dirección de correo electrónico y contraseña [55]. Este esquema ha sido utilizado en la función autenticar, la cual se ejecuta al dar clic en el botón *Ingresar* del formulario situado en la interfaz de inicio y autenticación. El Código 2.3 muestra la función mencionada y sus respuestas en caso de autenticación correcta y errónea.

En el caso de producirse una autenticación correcta, la función abre el archivo *principal.html*, el cual contiene la interfaz principal de la aplicación web; mientras que, en caso de autenticación errónea se muestra un mensaje de error con el botón *OK*.

```
document.getElementById("Ingresar").onclick = function(){
  FormAutenticacion = document.getElementById("FormularioAutenticacion");
  FormAutenticacion.addEventListener("submit", autenticar);
}

function autenticar (event){
  event.preventDefault();
  usuario = event.target.EmailUsuario.value;
  contraseña = event.target.PasswordUsuario.value;
  firebase.auth().signInWithEmailAndPassword(usuario, contraseña).then((userCredential) => {
    window.location.href="principal.html";
  })
  .catch((error) => {
    Swal.fire(
      'Autenticación Errónea',
      'No hemos podido reconocerte!',
      'error'
    )
  });
}
```

Código 2.3 Instrucciones proceso de autenticación, botón Ingresar

2.7.2. BOTÓN ¿OLVIDÓ SU CONTRASEÑA?

El botón que permite recuperar la contraseña genera un mensaje de confirmación y cancelación. En caso de confirmar, el sistema envía un correo a la dirección registrada, en donde se ofrece un enlace para cambiar la contraseña. Firebase, en su documentación, presenta una función específicamente orientada a esta necesidad; esta última y los mensajes de error o éxito fueron establecidos en la función que resulta de presionar el botón *¿Olvidó su contraseña?*, tal y como se observa en el Código 2.4.

```
document.getElementById("botonRecuperarContraseña").onclick = function(){
  authRecuperar = firebase.auth();
  emailAddress = "radio.quantica@gmail.com";
  Swal.fire({
    icon: 'warning',
    title: 'Alerta!',
    text: '¿Desea recuperar la contraseña a través de su correo?',
    showCancelButton: true,
    cancelButtonText: 'Cancelar',
    confirmButtonColor: '#3085d6',
    cancelButtonColor: '#d33',
    confirmButtonText: 'Sí!'
  }).then((result) => {
    if (result.isConfirmed) {
      authRecuperar.sendPasswordResetEmail(emailAddress).then(function() {
        Swal.fire(
          'Proceso completado',
          'Se le ha enviado un correo con un enlace de recuperación de contraseña.',
          'success'
        )
      })
    }.catch(function(error) {
      Swal.fire(
        'Error inesperado',
        'No se ha podido enviar el correo de recuperación de contraseña, por favor intente nuevamente. ',
        'error'
      )
    });
  });
}
```

Código 2.4 Instrucciones botón *¿Olvidó su contraseña?*

2.7.3. CASILLA DE VERIFICACIÓN (INTERRUPTOR) DE TEMPORIZACIÓN

La acción de presionar la casilla de verificación de *Temporización* ejecuta funciones dependiendo de su estado anterior. Como evidencia el Código 2.5, si su estado anterior al clic es *true* se llama a la función encargada de mostrar toda la configuración general de temporización; mientras que, como resulta evidente, si el estado anterior es *false* se llama a la función que oculta toda esta configuración.

Finalmente, con el fin de que se actualicen los datos en la aplicación web, se llama a las funciones que cargan los estados a las variables correspondientes y a la base de datos de Firebase.

```

document.getElementById("configboton").onchange = function(){
  VolumenMostrar();
  if(document.getElementById("configboton").checked == true){
    MostrarConfiguracionGeneral ();
  } else{
    OcultarConfiguracionGeneral ();
  }
  CargarVariables();
  FirebaseCarga();
}

```

Código 2.5 Instrucciones interruptor de Temporización

2.7.4. CASILLA DE VERIFICACIÓN (INTERRUPTOR) DE ESTADO

Por su parte, la casilla de verificación de *Estado* conlleva una serie de acciones con un mayor número de instrucciones; esto debido a que, como muestra el Código 2.6, es necesario evaluar el estado de la casilla de verificación de *Temporización*.

El cambio de estado del módulo de difusión obedece normalmente a la temporización configurada en la aplicación web. Si el usuario desea realizar un cambio manual de esta casilla de verificación, la correspondiente a la *Temporización* tendrá que ser deshabilitada; por lo tanto, si la *Temporización* se encuentra habilitada y el usuario realiza un cambio manual del estado del módulo, superando un mensaje de confirmación se podrá desactivar la *Temporización* y continuar con el cambio de estado solicitado.

Además, en caso de realizar este cambio de estado de forma manual, se mostrará un mensaje de éxito al proceso y se llamará a las funciones encargadas de cargar el estado de las variables y actualizar la base de datos de Firebase.

```

document.getElementById("estadoprincipal").onchange = function(){
  VolumenMostrar();
  if (document.getElementById("configboton").checked == false) {
    if (EstadoP == true) {
      document.getElementById("estadoprincipal").checked= false;
    } else {
      document.getElementById("estadoprincipal").checked= true;
    }
  } else {
    Swal.fire({
      icon: 'warning',
      title: 'Alerta!',
      text: 'Si desea cambiar el estado del dispositivo manualmente, debe desactivar la configuración de temporización. ¿Desea desactivarla y continuar?',
      showCancelButton: true,
      cancelButtonText: 'Cancelar',
      confirmButtonColor: '#3085d6',
      cancelButtonColor: '#d33',
      confirmButtonText: 'Sí!'
    }).then((result) => {
      if (result.isConfirmed) {
        document.getElementById("configboton").checked= false;
        OcultarConfiguracionGeneral ();
        if (EstadoP == true) {
          document.getElementById("estadoprincipal").checked= false;
        } else {
          document.getElementById("estadoprincipal").checked= true;
        }
        Swal.fire(
          'Proceso completado',
          'Se realizó el cambio de estado y se desactivó la configuración de temporización.',
          'success'
        )
        CargarVariables();
        FirebaseCarga();
      } else {
        if (EstadoP == true) {
          document.getElementById("estadoprincipal").checked= true;
        } else {
          document.getElementById("estadoprincipal").checked= false;
        }
      }
    })
  }
  CargarVariables();
  FirebaseCarga();
}

```

Código 2.6 Instrucciones interruptor de Estado

2.7.5. BOTÓN BORRAR CONFIGURACIÓN DE TEMPORIZACIÓN

El Código 2.7 muestra la función que se ejecuta al dar clic en el botón *Borrar configuración de temporización*. Inicialmente se muestra una alerta que solicita confirmación o cancelación; en caso de confirmar, se ejecutan funciones encargadas de vaciar todos los campos de la aplicación web y cargar este estado a las variables correspondientes y a la base de datos de Firebase. Finalmente se muestra un breve mensaje de éxito, finalizando el proceso de eliminación.

```

document.getElementById("botonborrarconfig").onclick = function(){
  Swal.fire({
    icon: 'warning',
    title: 'Alerta!',
    text: '¿Estás seguro que deseas eliminar toda la configuración de este dispositivo?',
    showCancelButton: true,
    cancelButtonText: 'Cancelar',
    confirmButtonColor: '#3085d6',
    cancelButtonColor: '#d33',
    confirmButtonText: 'Sí, lo estoy!'
  }).then((result) => {
    if (result.isConfirmed) {
      vacioLunVie();
      vacioFDS();
      vacioEVENTO();
      borrarLunVieAcciones ();
      borrarFDSAcciones ();
      for (var i = 1; i <= 10; i++) {
        borrarConfigEvento (i);
      }
      CargarVariables();
      FirebaseCarga();
      Swal.fire(
        'Proceso completado',
        'La configuración ha sido eliminada.',
        'success'
      )
    }
  })
}

```

Código 2.7 Instrucciones botón Borrar configuración de temporización

2.7.6. BARRA DE VOLUMEN

La barra de volumen únicamente define un valor numérico al cual obedece el módulo de difusión. En próximos apartados se analizará el método a través del cual, el movimiento del punto de la barra influye en el volumen del dispositivo.

El Código 2.8 muestra una función que corresponde a mostrar la barra de volumen, esta es llamada desde varios scripts. Se evalúa si la casilla de verificación de *Temporización* se encuentra activada, en cuyo caso se mostrará el contenedor del volumen y su título. Si dicha casilla se encuentre desactivada, se pasa a evaluar el checkbox correspondiente al *Estado*; si este último está activado, también se muestra el contenedor y el título de volumen, en caso contrario se ocultan dichos elementos.

```

function VolumenMostrar(){
  if (document.getElementById("configboton").checked == true) {
    document.getElementById("ContenedorGeneralVolumen").style.display = '';
    document.getElementById("titulovolumen").style.display = '';
  } else {
    if (document.getElementById("estadoprincipal").checked == true) {
      document.getElementById("ContenedorGeneralVolumen").style.display = '';
      document.getElementById("titulovolumen").style.display = '';
    } else {
      document.getElementById("ContenedorGeneralVolumen").style.display = 'none';
      document.getElementById("titulovolumen").style.display = 'none';
    }
  }
}
}

```

Código 2.8 Instrucciones función VolumenMostrar

Por su parte, el Código 2.9 muestra el llamado de las funciones encargadas de cargar los estados de las variables y de actualizar la base de datos de Firebase, todo esto cada vez que se haga un cambio en la barra de volumen.

```

document.getElementById("volumen").onchange = function(){
  CargarVariables();
  FirebaseCarga();
}

```

Código 2.9 Instrucciones para cambios en la barra de volumen

2.7.7. SELECTOR CASO DE TEMPORIZACIÓN

La lista de selección de caso se encarga únicamente de mostrar el contenedor correspondiente al caso de la preferencia del usuario. Su codificación es simple ya que, como se muestra en el Código 2.10, en función del caso seleccionado se hace evidente su contenedor y se ocultan los otros dos.

```

document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").onchange = function(){
  if(document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").value == 'lunesviernes'){
    document.getElementById("contenedorLunVie").style.display='block';
    document.getElementById("contenedorFDS").style.display='none';
    document.getElementById("contenedorEVENTO").style.display='none';
  } else if (document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").value == 'findesemana') {
    document.getElementById("contenedorFDS").style.display='block';
    document.getElementById("contenedorLunVie").style.display='none';
    document.getElementById("contenedorEVENTO").style.display='none';
  } else if (document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").value == 'eventoespecial') {
    document.getElementById("contenedorEVENTO").style.display='block';
    document.getElementById("contenedorLunVie").style.display='none';
    document.getElementById("contenedorFDS").style.display='none';
  } else if (document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").value == 'defectoconfig') {
    document.getElementById("contenedorEVENTO").style.display='none';
    document.getElementById("contenedorLunVie").style.display='none';
    document.getElementById("contenedorFDS").style.display='none';
  }
}
}

```

Código 2.10 Instrucciones del selector de caso

2.7.8. BOTONES SÍMBOLO MÁS (+) PARA AGREGAR HORARIOS EXTRA

Los botones que poseen el símbolo más (+), ubicados junto a cada horario, en los tres casos: *Lunes a Viernes*, *Fines de Semana* y *Evento Especial*, despliegan el horario consecuente que, por defecto, se encuentra oculto. Existe una configuración específica para cada botón en todos los casos; no obstante, a manera de ejemplo, se muestra en el Código 2.11 la configuración para el botón del cuarto horario del día lunes que al ser presionado despliega el quinto y último horario disponible para ese día.

```
document.getElementById("agregarLunes4").onclick = function(){
    document.getElementById("Lunes5").style.display='';
}
```

Código 2.11 Instrucciones de configuración de botones con símbolo más (+) para agregar horarios extra- ejemplo lunes horario cuatro (4)

2.7.9. BOTONES VACIAR

Los botones *Vaciar*, situados en el costado derecho inferior del apartado de cada caso de configuración, cumplen con la función de eliminar todo el contenido de los campos que han sido rellenados por el usuario. Por ejemplo, se observa en el Código 2.12 que para el caso *Lunes a Viernes*, al dar clic sobre el botón *Vaciar* se llama a la función *vacioLunVie*, la cual tiene por objeto eliminar toda la configuración ingresada en los campos de ese apartado. Para los otros dos casos, las instrucciones de programación son las mismas.

```
document.getElementById("botonvaciarLunVie").onclick = function(){
    vacioLunVie();
}
```

Código 2.12 Instrucciones botón Vaciar del caso Lunes a Viernes

2.7.10. BOTONES GUARDAR

Los botones Guardar, ubicados al finalizar el apartado de cada caso, tienen una función sumamente importante, debido a que envían la información ingresada en los campos de entrada hacia el resumen de acciones.

A continuación, se presentan las instrucciones que se ejecutan al presionar el botón *Guardar* del caso *Lunes a Viernes*. Como primer paso, dentro de un lazo for y bajo la actuación de una función específica, se valida que los campos no estén vacíos y que los horarios ingresados tengan coherencia; es decir, que el segundo ingresado ocurra después que el primero. Si el ingreso es correcto, la variable *correctoLunVie* colocará su estado en *true* y posteriormente, bajo un condicional, se evaluará dicho estado. Si el estado es *true*,

como evidencia el ejemplo del Código 2.13, se envía la información ingresada al apartado del resumen de acciones; mientras que si el estado es *false*, como se observa en el Código 2.14, se mostrará un mensaje de error, acompañado del botón común *OK*.

Además, si los datos fueron ingresados correctamente se llama a funciones que cargan el estado actual de los campos a las variables correspondientes y a la base de datos de Firebase, se carga el valor por defecto del selector de caso y se llama a la función que vacía los campos del caso *Lunes a Viernes*. Esta última configuración la evidencia el Código 2.15.

```
document.getElementById("botonguardarLunVie").onclick = function(){
  for (var w = 0; w <= 4; w++) {
    for (var v = 0; v <= 4; v++) {
      correctoLunVie = ValidarOrdenHoras (DiasSemanaLunVie,w,v);
    }
  }
  if (correctoLunVie == true) {
    document.getElementById("contenedorLunVie").style.display='none';
    document.getElementById("cajaBotonesAccionesLunVie").style.display='';
    if (document.getElementById("LunespredetON").value!='' && document.getElementById("LunespredetOFF").value!='') {
      document.getElementById("elementoaccionesLunpredet").style.display='block';
      document.getElementById("accionesLunpredet").innerHTML = document.getElementById("LunespredetON").value+ " - "+document.getElementById("LunespredetOFF").value;
    }
    for (var i = 2; i <= 5; i++) {
      if (document.getElementById("Lunes"+i+"ON").value!='' && document.getElementById("Lunes"+i+"OFF").value!='') {
        document.getElementById("elementoaccionesLun"+i).style.display='block';
        document.getElementById("accionesLun"+i).innerHTML = document.getElementById("Lunes"+i+"ON").value+ " - "+document.getElementById("Lunes"+i+"OFF").value;
      }
    }
  }
}
```

Código 2.13 Instrucciones botón Guardar del caso Lunes a Viernes, correctoLunVie en true- ejemplo lunes

```
} else {
  Swal.fire(
    'Error',
    'La hora de apagado debe ocurrir después de la hora de encendido',
    'error'
  )
}
```

Código 2.14 Instrucciones botón Guardar del caso Lunes a Viernes, correctoLunVie en false

```
CargarVariables();
FirebaseCarga();
document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").value = 'defectoconfig';
vacioLunVie ();
```

Código 2.15 Instrucciones botón Guardar del caso Lunes a Viernes, correctoLunVie en true- llamado de funciones finales

Para el caso *Fines de Semana*, la dinámica es la misma que en el anterior detalle; mientras que para el caso de *Evento Especial*, como muestra el Código 2.16, se agrega el proceso de validación del número límite de eventos a configurar, que como se ha explicado en el presente trabajo de titulación es diez (10).

```

for (var j = 1; j <= 11; j++) {
  if (j > 10) {
    Swal.fire(
      'Límite de eventos alcanzado',
      'Es posible programar un máximo de 10 eventos. Si deseas agregar un evento, por favor elimina uno anterior.',
      'error'
    );
    break;
  }
}

```

Código 2.16 Instrucciones botón Guardar del caso Evento Especial, proceso de validación del número límite de eventos a configurar

2.7.11. BOTONES PARA EDICIÓN DE ACCIONES

Cada apartado del resumen de *Acciones* posee un botón para editar su contenido, tanto para el caso *Lunes a Viernes*, como para los casos *Fines de Semana* y *Eventos Especiales*. Por su parte, a manera de ejemplo, el Código 2.17 muestra las instrucciones que se ejecutan para mover la información del apartado de *Acciones* hacia los campos del caso *Fines de Semana*.

Al presionar el botón para editar, toda la información del caso respectivo viaja a los campos correspondientes en el apartado que normalmente llena el usuario. Además, se incluye un condicional que analiza de horario en horario si cada apartado de acciones tiene contenido, solo en ese caso se hará visible su correspondiente en el campo del caso.

```

document.getElementById("editarFDS").onclick = function(){
  document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").value = 'findesemana';
  document.getElementById("contenedorFDS").style.display='block';
  document.getElementById("contenedorLunVie").style.display='none';
  document.getElementById("contenedorEVENTO").style.display='none';
  document.getElementById("SabadopredetON").value = document.getElementById("accionesSabpredet").innerHTML.slice(0,5);
  document.getElementById("DomingopredetON").value = document.getElementById("accionesDompredet").innerHTML.slice(0,5);
  document.getElementById("SabadopredetOFF").value = document.getElementById("accionesSabpredet").innerHTML.slice(8,13);
  document.getElementById("DomingopredetOFF").value = document.getElementById("accionesDompredet").innerHTML.slice(8,13);
  for (var s = 2; s <= 5; s++) {
    document.getElementById("Sabado"+s+"ON").value = document.getElementById("accionesSab"+s).innerHTML.slice(0,5);
    document.getElementById("Sabado"+s+"OFF").value = document.getElementById("accionesSab"+s).innerHTML.slice(8,13);
    document.getElementById("Domingo"+s+"ON").value = document.getElementById("accionesDom"+s).innerHTML.slice(0,5);
    document.getElementById("Domingo"+s+"OFF").value = document.getElementById("accionesDom"+s).innerHTML.slice(8,13);
    if (document.getElementById("accionesSab"+s).innerHTML!='') {
      document.getElementById("Sabado"+s).style.display='';
    }
    if (document.getElementById("accionesDom"+s).innerHTML!='') {
      document.getElementById("Domingo"+s).style.display='';
    }
  }
}

```

Código 2.17 Instrucciones botón editar en el apartado Acciones caso Fines de Semana

En el caso *Lunes a Viernes* se cumplen las mismas instrucciones que para el caso detallado; mientras que para el caso *Eventos Especiales*, se hace uso de un lazo for que repite la configuración para los diez (10) eventos posibles. Además, únicamente para este caso, se llama a la función encargada de borrar la configuración del evento, esto con el fin de que no cause conflicto una posible edición simultánea a la ejecución de este. Las

instrucciones de configuración de todo el caso de *Eventos Especiales* se presentan en el Código 2.18.

```
function EditarElementoEvento (numeroEvento) {
  document.getElementById("editarEVENTO"+numeroEvento).onclick = function(){
    document.getElementById("selectorconfigSELECTOR").value = 'eventoespecial';
    document.getElementById("contenedorEVENTO").style.display= 'block';
    document.getElementById("contenedorLunVie").style.display= 'none';
    document.getElementById("contenedorFDS").style.display= 'none';
    document.getElementById("Disponible"+numeroEvento).innerHTML = 'Si';
    if (document.getElementById("accionesestadoEven_"+numeroEvento).innerHTML == 'Estado: Encendido') {
      var VarSeleccionEVENTO= document.getElementById("accionesestadoEven_"+numeroEvento).innerHTML.slice(8,17);
    } else {
      var VarSeleccionEVENTO= document.getElementById("accionesestadoEven_"+numeroEvento).innerHTML.slice(8,15);
    }
    document.getElementById("seleccionEVENTO").value = VarSeleccionEVENTO;
    document.getElementById("nombreEVENTO").value = document.getElementById("accionesnombreEven_"+numeroEvento).innerHTML.slice(8,29);
    document.getElementById("fechaEVENTO").value = document.getElementById("accionesfechaEven_"+numeroEvento).innerHTML.slice(7,17);
    for (var q = 1; q <= 3; q++) {
      document.getElementById("Evento"+q+"ON").value = document.getElementById("accionesEven"+numeroEvento+"_"+q).innerHTML.slice(0,5);
      document.getElementById("Evento"+q+"OFF").value = document.getElementById("accionesEven"+numeroEvento+"_"+q).innerHTML.slice(8,13);
      if (document.getElementById("accionesEven"+numeroEvento+"_"+q).innerHTML!='') {
        document.getElementById("Evento"+q).style.display='';
      }
    }
    borrarConfigEvento(numeroEvento);
  }
}
for (var z = 1; z <= 10; z++) {
  EditarElementoEvento(z);
}
```

Código 2.18 Instrucciones botón editar en el apartado Acciones caso Eventos Especiales

2.7.12. BOTONES PARA ELIMINACIÓN DE ACCIONES

Al igual que el botón para editar, cada apartado del resumen de *Acciones* posee un botón que permite eliminar su contenido. Cuando se presiona el botón eliminar, cuyo ícono fue obtenido del sitio web *FlatIcon* [52], para todos los casos se llama a funciones encargadas de borrar el contenido de cada apartado del resumen de *Acciones*. Así mismo, resulta importante llamar a aquellas funciones que cargan el nuevo estado a las variables correspondientes y a la base de datos de Firebase. Las instrucciones de este botón se muestran en el Código 2.19.

```
function EliminarElemento (numeroEventoQ) {
  document.getElementById("eliminarEVENTO"+numeroEventoQ).onclick = function(){
    borrarConfigEvento(numeroEventoQ);
    CargarVariables();
    FirebaseCarga();
  }
}
for (var z = 1; z <= 10; z++) {
  EliminarElemento(z);
}
document.getElementById("eliminarLunVie").onclick = function(){
  borrarLunVieAcciones ();
  CargarVariables();
  FirebaseCarga();
}
document.getElementById("eliminarFDS").onclick = function(){
  borrarFDSAcciones ();
  CargarVariables();
  FirebaseCarga();
}
```

Código 2.19 Instrucciones botones eliminar en el apartado de Acciones

2.7.13. TEMPORIZACIÓN

La temporización acarrea el desarrollo más importante de este proyecto de titulación, ya que es el proceso que automatiza el accionar de encendido y apagado del módulo de difusión, en función de la configuración resumida en las acciones de la aplicación web.

En el Código 2.20 se muestra el inicio de la función crucial de este script, se trata de *TemporizacionFechas*. Se muestra el mecanismo de control de selección tipo switch en sus dos primeros casos.

La función *TemporizacionFechas* da inicio con la extracción de la fecha actual, de la cual también se obtiene el día de la semana. Luego de ello, a través del uso de un switch, se guardan los horarios configurados para ese día en variables que serán utilizadas próximamente. El Código 2.20 muestra el caso 0 y 1 que, al tratarse de lógica de programación, corresponden a los dos primeros días de la semana: domingo y lunes.

```
function TemporizacionFechas () {
    FechaActual = new Date ();
    DiaSemana = FechaActual.getDay();
    switch (DiaSemana) {
        case 0:
            HoraTempON1 = document.getElementById("accionesDompredet").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF1 = document.getElementById("accionesDompredet").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON2 = document.getElementById("accionesDom2").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF2 = document.getElementById("accionesDom2").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON3 = document.getElementById("accionesDom3").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF3 = document.getElementById("accionesDom3").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON4 = document.getElementById("accionesDom4").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF4 = document.getElementById("accionesDom4").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON5 = document.getElementById("accionesDom5").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF5 = document.getElementById("accionesDom5").innerHTML.slice(8,13);
            break;
        case 1:
            HoraTempON1 = document.getElementById("accionesLunpredet").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF1 = document.getElementById("accionesLunpredet").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON2 = document.getElementById("accionesLun2").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF2 = document.getElementById("accionesLun2").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON3 = document.getElementById("accionesLun3").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF3 = document.getElementById("accionesLun3").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON4 = document.getElementById("accionesLun4").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF4 = document.getElementById("accionesLun4").innerHTML.slice(8,13);
            HoraTempON5 = document.getElementById("accionesLun5").innerHTML.slice(0,5);
            HoraTempOFF5 = document.getElementById("accionesLun5").innerHTML.slice(8,13);
            break;
    }
}
```

Código 2.20 Primeras instrucciones de la función *TemporizacionFechas*

Dentro de la misma función se incluye un condicional que evalúa si la casilla de verificación *Temporización* está habilitada, sólo en ese caso se cumplirá lo indicado en el resumen de acciones de la aplicación web. En la variable *ArregloDatosExisteEvento* se guardan datos

de un arreglo resultante de la función *ExisteEvento*, la cual contiene 4 valores importantes respecto a los *Eventos Especiales* configurados. Los valores del arreglo mencionado contienen información respecto a si existe o no un evento en ese instante analizado y en caso de que así sea: su estado, ID y clase.

Posteriormente se muestra un condicional anidado dentro de otro. El más exterior evalúa el primer dato del arreglo contenido en la variable *ArregloDatosExisteEvento*, correspondiente a la determinación de si existe o no un evento ejecutándose en ese instante. En caso de existir el evento, el condicional interno evalúa el segundo dato del arreglo considerado anteriormente, mismo que define si el evento conlleva al módulo encendido o apagado; en ambos casos, se llama a la respectiva función que tomará acción sobre el dispositivo. Luego de cumplirse o no la última condicional se ejecuta la función *EncenderCuadro*, la cual torna alternadamente de un color especial al fondo del evento en ejecución.

En el caso de no existir un evento cuyo horario coincida con el instante actual, se inicia el cumplimiento de las configuraciones establecidas en el resumen de acciones de los días de la semana; no sin antes llamar a la función *ApagarCuadro*, la cual torna del color original al fondo de todos los eventos configurados. Seguidamente se ejecuta el mecanismo de control de selección tipo switch, cuyos casos corresponden a los cinco (5) horarios posibles de configurar. Dentro de cada caso se encuentra un condicional que evalúa si, en el resumen de acciones, el contenido correspondiente a los horarios está visible y disponible; sólo en ese caso se llama a la función encargada de encender el módulo de difusión, caso contrario se llama a aquella que apaga el dispositivo y la variable del selector avanza para que se revise el siguiente horario.

El Código 2.21 evidencia todo lo detallado en los últimos párrafos, incluyendo como casos de ejemplo a los que corresponden a los horarios: uno (1) y cinco (5). Con el fin de observar de mejor manera las instrucciones, se ha ocultado el código repetido que corresponde a los horarios: dos (2), tres (3) y cuatro (4). Finalmente se muestra corriendo el método *setInterval*, el cual ejecuta toda la función *TemporizacionFechas* cada quinientos (500) milisegundos, con el fin de que la actualización de la temporización sea lo más pronta posible.

```

if (document.getElementById("configboton").checked == true) {
    ArregloDatosExisteEvento = ExisteEvento ();
    if (ArregloDatosExisteEvento[0] == "Si") {
        if (ArregloDatosExisteEvento[1] == "Enc") {
            EncenderDispositivo();
        } else {
            ApagarDispositivo();
        }
    }
    EncenderCuadro ();
} else {
    ApagarCuadro();
    switch (SelectorAux) {
        case 1:
            if (HoraTempON1 != "" && HoraTempOFF1 != "" && HoraActual >= HoraTempON1 && HoraActual < HoraTempOFF1) {
                EncenderDispositivo();
            } else {
                ApagarDispositivo();
                SelectorAux = 2;
            }
            break;
        case 2: ...
        case 3: ...
        case 4: ...
        case 5:
            if (HoraTempON5 != "" && HoraTempOFF5 != "" && HoraActual >= HoraTempON5 && HoraActual < HoraTempOFF5) {
                EncenderDispositivo();
            } else {
                ApagarDispositivo();
                SelectorAux = 1;
            }
            break;
    }
}
}
setInterval(TemporizacionFechas, 500);

```

Código 2.21 Instrucciones finales de la función TemporizacionFechas

2.7.14. BOTÓN SALIR DE LA APLICACIÓN WEB

El botón ubicado en el pie de página de la interfaz principal que permite salir de la aplicación y regresar a la primera interfaz, genera un mensaje de confirmación o cancelación. En caso de confirmar la acción, se abre el archivo *index.html*, el cual estructura la interfaz de inicio y autenticación de la aplicación web. Las instrucciones de este procedimiento se muestran en el Código 2.22.

```

document.getElementById("botonLogOut").onclick = function(){
    Swal.fire({
        icon: 'warning',
        title: 'Alerta!',
        text: '¿Estás seguro que deseas salir de la Aplicación?',
        showCancelButton: true,
        cancelButtonText: 'Cancelar',
        confirmButtonColor: '#3085d6',
        cancelButtonColor: '#d33',
        confirmButtonText: 'Sí, lo estoy!'
    }).then((result) => {
        if (result.isConfirmed) {
            window.location.href="index.html";
        }
    })
}

```

Código 2.22 Instrucciones botón Salir de la Aplicación

2.7.15. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS FIREBASE (ÁRBOL DE NODOS)

En apartados anteriores se detalló la creación de la base de datos en Firebase; sin embargo, su estructura no fue realizada manualmente debido a la gran cantidad de datos a almacenar. Este script está dedicado a la estructuración de la base de datos de la plataforma web de Firebase. El Código 2.23 destaca la función `set()` que, según la documentación de Firebase [56], permite escribir la información sobre la referencia necesaria en la base de datos en tiempo real. Para el caso del prototipo, la referencia es el término *Cafetería*. A manera de ejemplo, se muestran algunos datos que estarán en el árbol de navegación de la base.

```
var db = firebase.database().ref('Cafeteria').set({
  FireEstadoP: true,
  FireConfigP: true,
  FireLun1: ""
```

Código 2.23 Instrucciones para la creación de estructura y datos de ejemplo

Resulta importante destacar que el script correspondiente a la definición de este árbol debe ejecutarse una sola vez en el desarrollo de la aplicación, ya que se estructura por única ocasión y los datos se irán actualizando a medida que se realicen cambios. Por ello, como muestra el Código 2.24, una vez que corra el script es necesario comentar su llamada en el archivo HTML.

```
<!-- Script firebase arbol de navegación -->
<!-- <script src="javascript/firebasearbol.js"></script> -->
```

Código 2.24 Instrucción comentada de llamada de script para la estructuración de la base de datos de Firebase

Finalmente, la Figura 2.69 evidencia la creación del árbol de navegación de la base de datos en tiempo real de Firebase en su plataforma web. Debido a la cantidad de datos, se muestran algunos a manera de ejemplo.

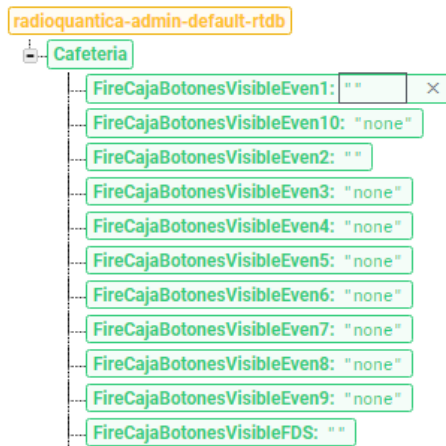


Figura 2.69 Árbol de navegación de la base de datos de Firebase y datos de ejemplo

2.7.16. VARIABLES PARA LA CARGA DE INFORMACIÓN Y ESTADOS

Este script contiene la definición de todas las variables que almacenan información de los estados y contenidos de cada apartado de la aplicación web. Se crea una función encargada de cargar la información, con el fin de posteriormente almacenarla en la base de datos en tiempo real de Firebase. El Código 2.25 muestra, a manera de ejemplo, algunos datos que se almacenan en sus variables correspondientes.

```
function CargarVariables(){
  EstadoP = document.getElementById("estadoprincipal").checked;
  ConfigP = document.getElementById("configboton").checked;
  Lun1 = document.getElementById("accionesLunpredet").innerHTML;
```

Código 2.25 Instrucciones de ejemplo función CargarVariables

2.7.17. CARGA Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN A LA BASE DE DATOS DE FIREBASE

Todos los cambios que se realicen en la aplicación web deben reportarse en la base de datos en tiempo real de Firebase, con el fin de que la aplicación muestre siempre información actualizada en todos los dispositivos cuya autenticación ha sido validada. La función *FirestoreCarga* que muestra el Código 2.26, a través del método *update()*, permite enviar el valor de las variables que contienen la información de estado y contenido de los elementos de la aplicación web; se muestran, como ejemplo, algunas variables.


```
function FirebaseCarga(){
  db.update({
    FireEstadoP: EstadoP,
    FireConfigP: ConfigP,
    FireLun1: Lun1,
    FireLun1Visible:Lun1Visible,
    FireLun2: Lun2,
    FireLun2Visible: Lun2Visible,
```

Código 2.26 Instrucciones de la función `FirebaseCarga`, para la carga de datos

Además, cada vez que la aplicación web es abierta o su sitio es refrescado, es sumamente necesario cargar el último estado de todos los elementos de la aplicación; gracias a ello, la configuración permanecerá actualizada y se conseguirá el objetivo de este proyecto de titulación.

La documentación de Firebase ofrece el método `on()` y el elemento `value` [56] para obtener los últimos valores almacenados en la base de datos y establecerlos en la aplicación web. El Código 2.27 muestra, a manera de ejemplo, la descarga de los valores desde la base de datos hacia algunos elementos de la aplicación.

```
db.on('value', function(data){
  document.getElementById("estadoprincipal").checked = data.val().FireEstadoP;
  document.getElementById("configboton").checked = data.val().FireConfigP;
  document.getElementById("accionesLunpredet").innerHTML = data.val().FireLun1;
  document.getElementById("elementoaccionesLunpredet").style.display = data.val().FireLun1Visible;
  document.getElementById("accionesLun2").innerHTML = data.val().FireLun2;
```

Código 2.27 Instrucciones para la descarga de datos

2.8. CONFIGURACIÓN DE LA RASPBERRY PI

2.8.1. SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA EL SCRIPT DE CONTROL DE LA RASPBERRY PI

Dos de los lenguajes básicos y más utilizados en el ambiente de la plataforma de Raspberry Pi, son Scratch y Python. Scratch posee un entorno visual amigable para principiantes y enfocado en la programación elaborada por cajas, sin profundizar en el código que conllevan la mayoría de los lenguajes de programación. Python, por su parte, figura como el siguiente nivel para la configuración de Raspberry Pi, debido a que ofrece una mayor flexibilidad y un entorno de programación más tradicional, incluyendo por su puesto algoritmos y sentencias escritos como código. Este lenguaje no es difícil de aprender y es el más utilizado para desarrollar los scripts de Raspberry Pi [40].

En razón de que el autor de este proyecto goza de los conocimientos básicos de estructura, algoritmos y sentencias de programación, entre los lenguajes detallados es posible hacer uso de Python. El hecho de que se trate del lenguaje clásico para la plataforma Raspberry

Pi desemboca en recursos casi infinitos para consulta y ejemplificación de scripts, lo cual favorece su utilización. Por estas razones, Python es el lenguaje de programación utilizado en la codificación del script de control de la Raspberry Pi de este proyecto de titulación.

2.8.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO DE RASPBERRY PI

La descarga del asistente de instalación de sistemas operativos de Raspberry Pi, Raspberry Pi Imager, está disponible en su plataforma web [57]. La Figura 2.70 muestra la interfaz de bienvenida del sitio, el cual ofrece botones para la descarga del instalador del asistente para sistemas operativos como *Windows*, *Ubuntu* y *MacOS*.

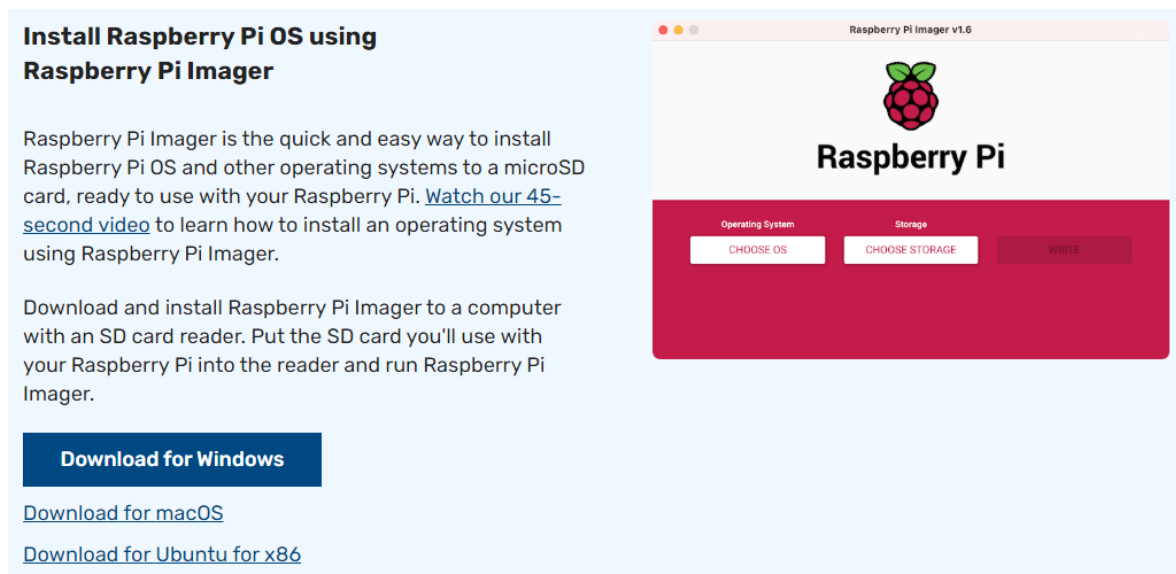


Figura 2.70 Interfaz de bienvenida del sitio web de Raspberry Pi [57]

En función del sistema operativo utilizado, se descarga e instala el asistente correspondiente. Al ejecutarlo, se observa la interfaz presentada en la Figura 2.71. Se solicita seleccionar el sistema operativo de Raspberry Pi y el almacenamiento de destino, que en este caso será la tarjeta SD que se insertará posteriormente en este miniordenador.



Figura 2.71 Primera interfaz del asistente Raspberry Pi Imager

Raspberry Pi Imager ofrece varios sistemas operativos para el dispositivo, entre ellos los más actualizados de *Raspberry Pi OS (32-bit)*. Para este proyecto de titulación se instalará la versión completa del último mencionado, la cual se ubica en el apartado de *Raspberry Pi OS (other)* del menú principal (ver Figura 2.72) y como segunda opción en el submenú (ver Figura 2.73).

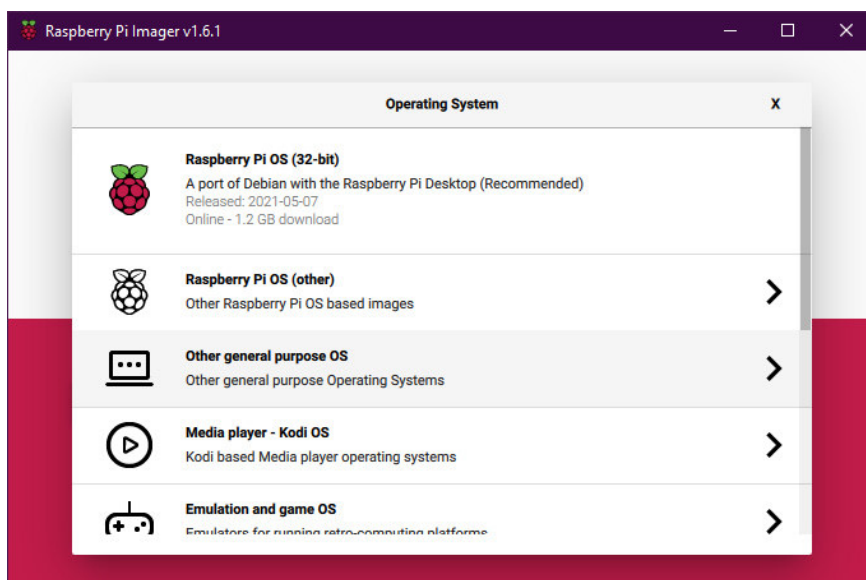


Figura 2.72 Menú principal para la selección del sistema operativo de Raspberry Pi

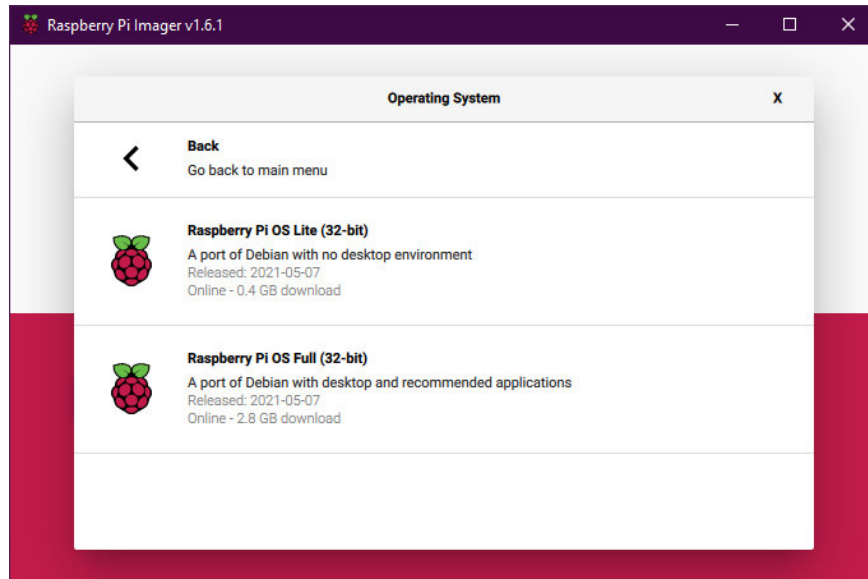


Figura 2.73 Submenú para la selección del sistema operativo de Raspberry Pi

Habiendo conectado y seleccionado la tarjeta SD correspondiente, el asistente se mostrará como la Figura 2.74. Al dar clic en *Write* se obtiene un mensaje que, solicitando la confirmación del usuario, advierte que toda la información de la tarjeta se eliminará. El aviso detallado se observa en la Figura 2.75.

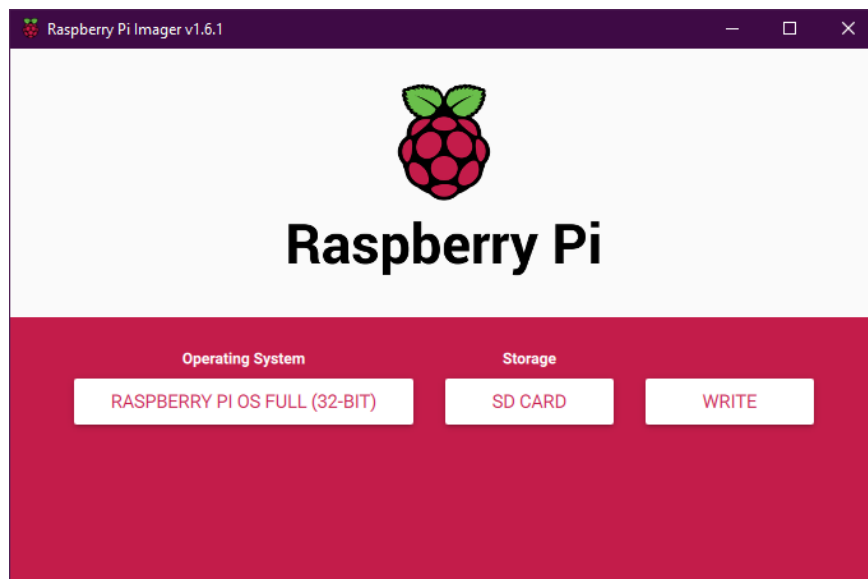


Figura 2.74 Interfaz del asistente previo a la instalación del sistema operativo en la tarjeta SD

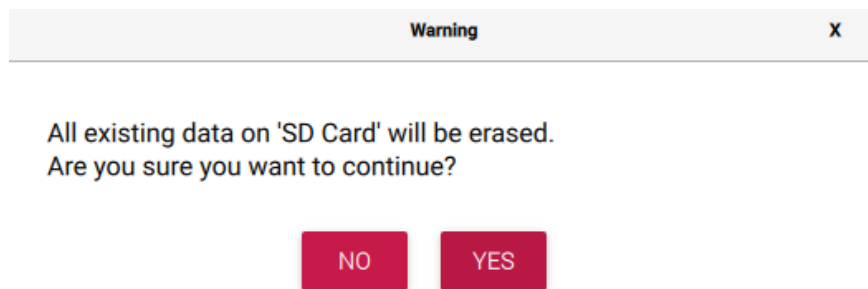


Figura 2.75 Mensaje de advertencia de Raspberry Pi Imager previo a la instalación del sistema operativo en la tarjeta SD

Tras algunos minutos y mensajes de carga como el de la Figura 2.76, la instalación finaliza y el sistema operativo queda instalado en la tarjeta SD, misma que se procede a insertar en la Raspberry Pi para su utilización.

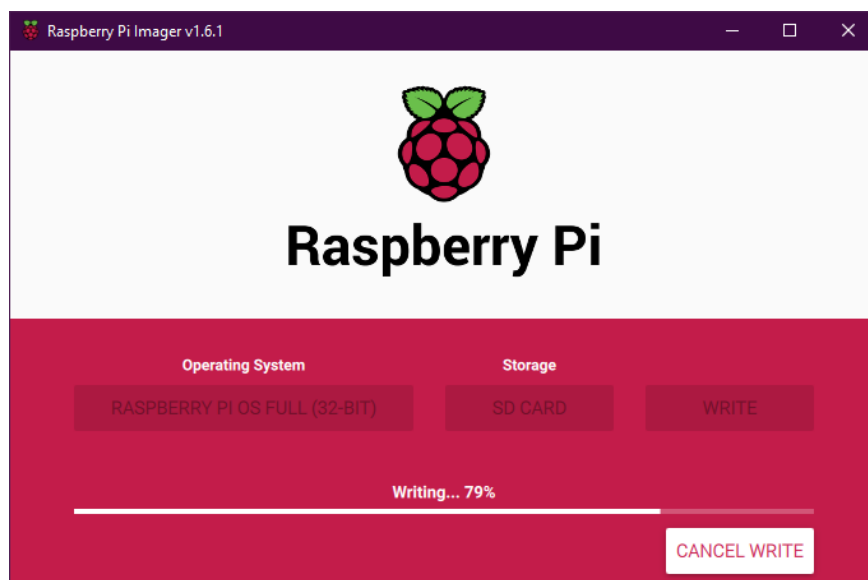


Figura 2.76 Proceso de instalación del sistema operativo en la tarjeta SD

2.8.3. CONFIGURACIÓN DE INICIO DE RASPBERRY PI

Luego de montar el sistema operativo Raspberry Pi OS en la tarjeta SD, es preciso insertarla en la Raspberry Pi y conectarla a la red eléctrica para iniciar su procesamiento. Para realizar su configuración inicial, es necesario conectar periféricos indispensables como un monitor, ratón y teclado.

La bienvenida de Raspberry Pi solicita la siguiente configuración de ubicación: información del país, lenguaje y zona horaria. Al presionar el botón *Next*, muestra el mensaje de la Figura 2.77, el cual establece la ubicación ingresada. Posteriormente, como se observa en la Figura 2.78, el sistema solicita un cambio de contraseña para su inicio; considerando

que la contraseña por defecto es *raspberry*, se configura una adecuada y se la activa presionando el botón *Next*.

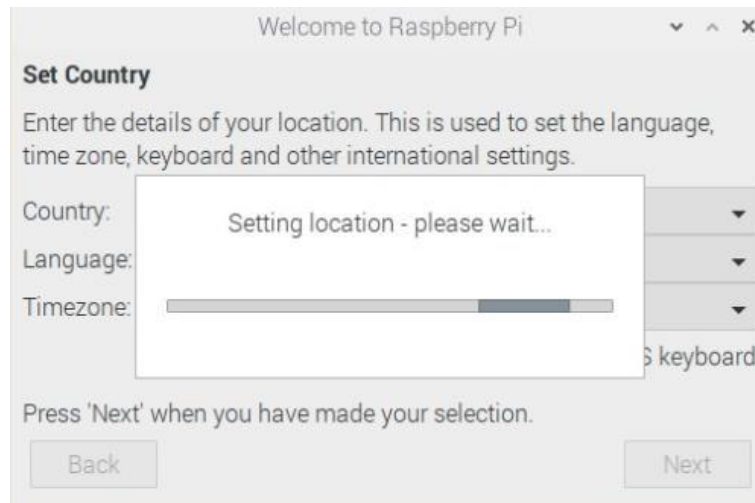


Figura 2.77 Configuración de ubicación del sistema operativo Raspberry Pi OS

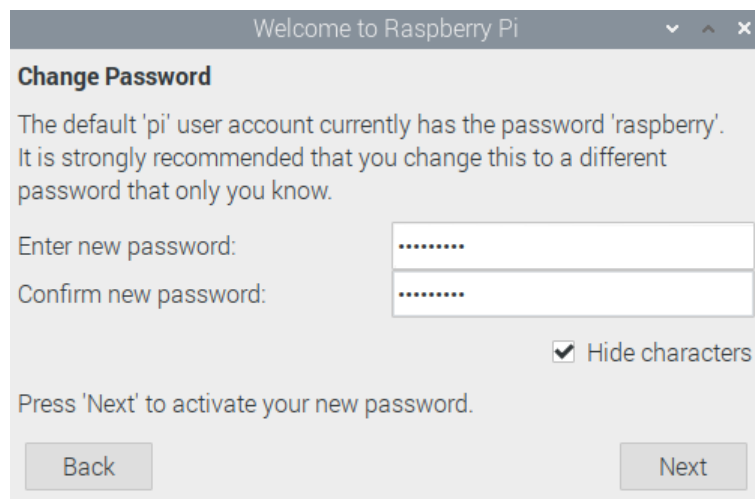


Figura 2.78 Cambio de contraseña del sistema operativo de Raspberry Pi OS

El sistema muestra el mensaje de la Figura 2.79 para la configuración de la pantalla; con un clic en el botón *Next*, se avanza a la configuración de conexión de la red wifi, la cual se evidencia en la Figura 2.80. Se selecciona la red Wifi a conectar y se presiona *Next*, avanzando al apartado que solicita la contraseña de la red Wifi. Como se observa en la Figura 2.81, se ingresa la contraseña y se vuelve a dar clic en el botón *Next*.



Figura 2.79 Configuración de pantalla en Raspberry Pi

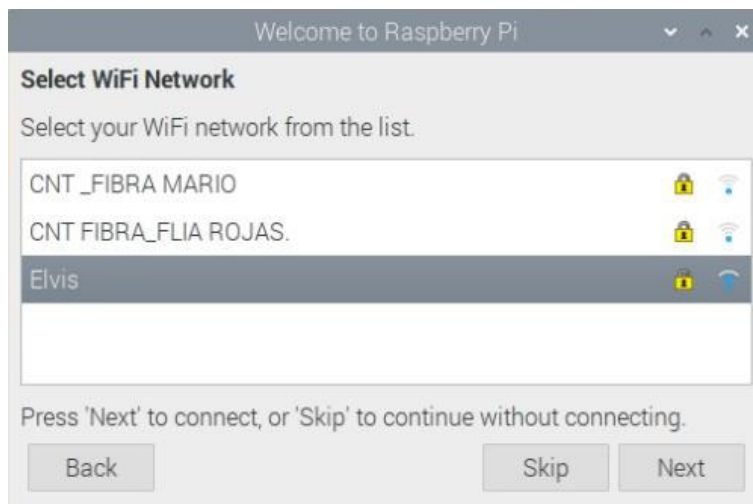


Figura 2.80 Conexión de red Wifi en Raspberry Pi



Figura 2.81 Ingreso de contraseña para conexión Wifi en Raspberry Pi

Con el mensaje de la Figura 2.82, correspondiente a la actualización de software, se presiona *Next* y el proceso avanza con una nota de bienvenida de Raspberry Pi, mismo que se muestra en la Figura 2.83. Ya que el sistema está conectado a internet, es posible buscar y descargar sus actualizaciones, como es visible en la

Figura **2.84** y su confirmación en la Figura 2.85. Finalmente se solicita un reinicio del sistema operativo para aplicar correctamente la configuración de la Raspberry, lo cual evidencia la Figura 2.86.



Figura 2.82 Actualización de software en Raspberry Pi



Figura 2.83 Mensaje de bienvenida en Raspberry Pi

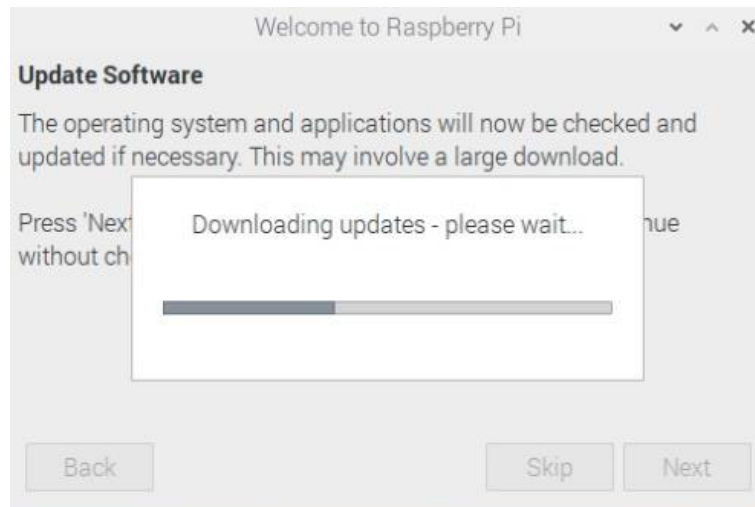


Figura 2.84 Búsqueda y descarga de actualizaciones en Raspberry Pi

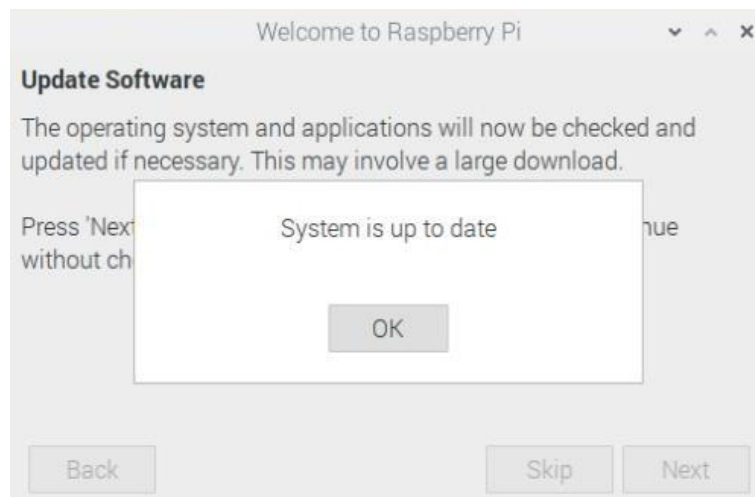


Figura 2.85 Mensaje de confirmación de actualización en Raspberry Pi



Figura 2.86 Mensaje de solicitud de reinicio en Raspberry Pi

2.8.4. OBTENCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE VNC VIEWER

Para la configuración y monitoreo de la Raspberry Pi es necesario hacer uso de un programa que permita replicar su interfaz y periféricos hacia un computador. VNC Viewer, a través de su modelo de estructura cliente-servidor, permite realizar este monitoreo desde un ordenador.

Previo a la descarga del programa en cuestión, es necesario consultar la dirección IP de la interfaz *wlan0*, ya que se realizará una conexión remota (vía Wifi); para el efecto, se procede a abrir la interfaz de línea de comandos de Raspberry y se ejecuta el comando *ifconfig*. La Figura 2.87 evidencia el resultado de la ejecución del comando, donde es posible observar que la dirección IP correspondiente a la interfaz *wlan0* es *192.168.0.100*. Se debe tomar en cuenta que se trata de una dirección IP dinámica; razón por la que es posible que, para futuras conexiones, se necesite volver a realizar la consulta. Para efectos prácticos de este proyecto, se hará uso únicamente de la dirección IP proporcionada por defecto (dinámica).

```
pi@raspberrypi:~$ ifconfig
eth0: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether b8:27:eb:75:07:52 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.0.100 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.0.255
    inet6 fe80::6f29:223d:b829:cb40 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether b8:27:eb:20:52:07 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 25 bytes 3282 (3.2 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 47 bytes 6944 (6.7 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Figura 2.87 Ejecución del comando *ifconfig* en Raspberry Pi

Además, tal y como muestra la Figura 2.88, desde la configuración de *Internet* en la lista de *Inicio* de *Raspberry Pi OS*, es necesario abrir VNC Viewer; todo esto con el fin de conectar el ordenador al miniordenador a través de este programa con estructura cliente-servidor. En la Figura 2.89 se observa el programa abierto y preparado para la conexión.

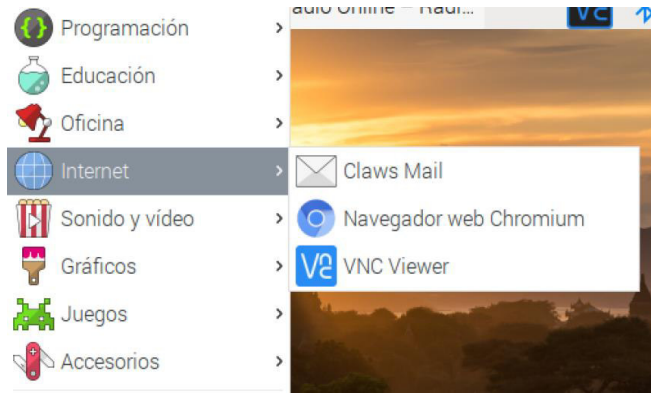


Figura 2.88 VNC Viewer en la configuración de Internet en Raspberry Pi

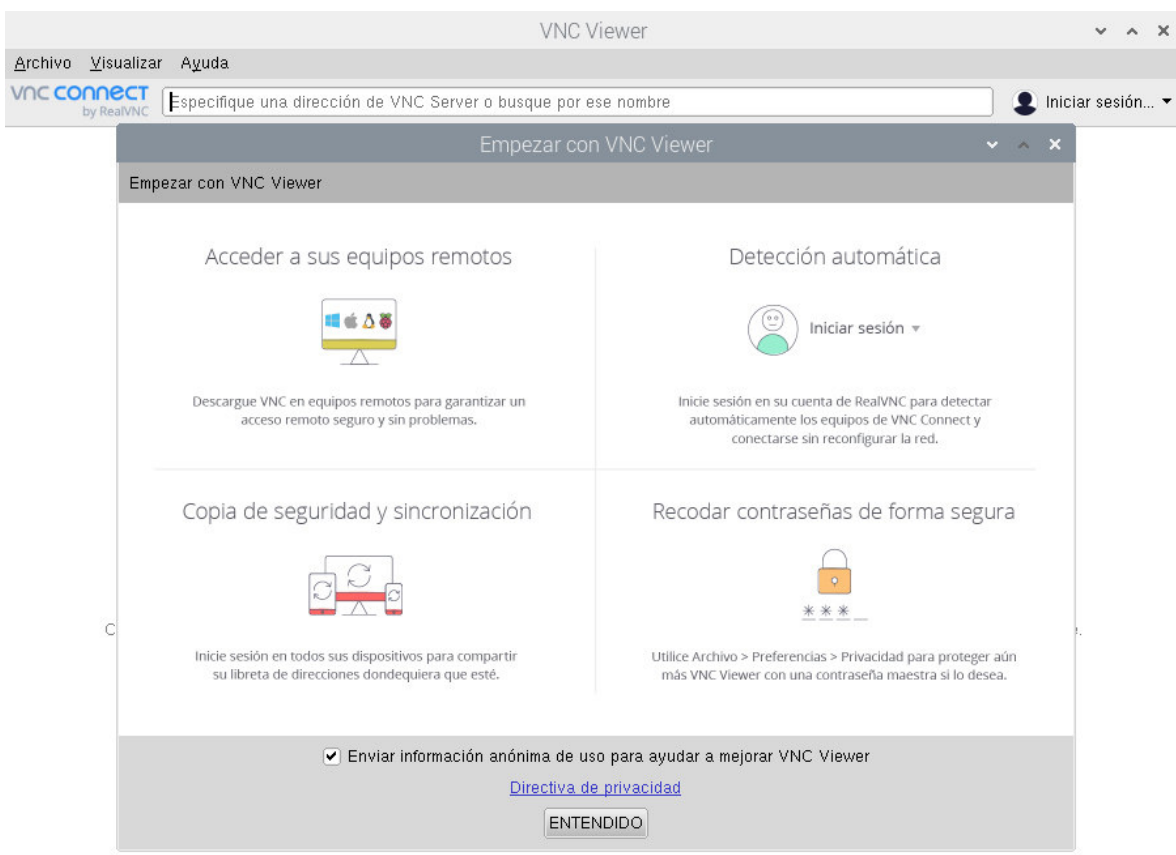


Figura 2.89 Interfaz de VNC Viewer en Raspberry Pi

Para descargar e instalar VNC Viewer en el ordenador, se debe acceder al apartado de descargas desde su sitio web oficial [58], en donde se observará la interfaz de bienvenida de la Figura 2.89.

Descargue VNC® Connect en el equipo que desee controlar

A continuación, descargue [VNC Viewer](#) en el dispositivo desde el que desee llevar el control.

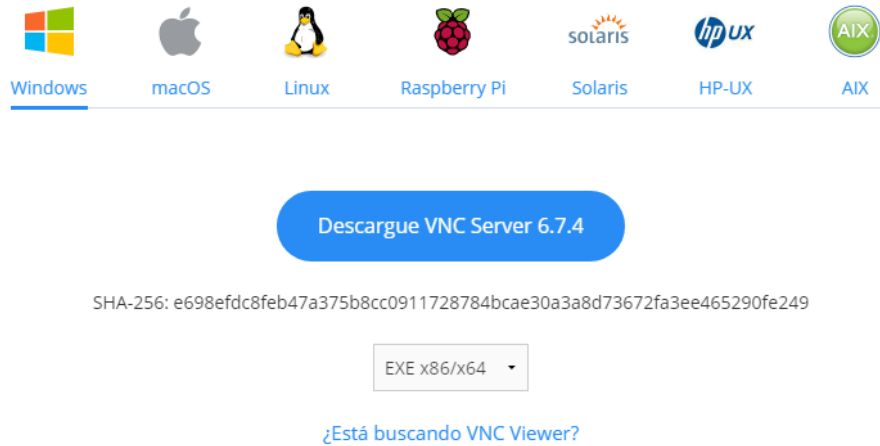


Figura 2.90 Interfaz de bienvenida del sitio web oficial de VNC Viewer [58]

Habiendo descargado el instalador de VNC Viewer, se procede a instalar y ejecutar el programa, obteniendo la interfaz inicial de la Figura 2.91.

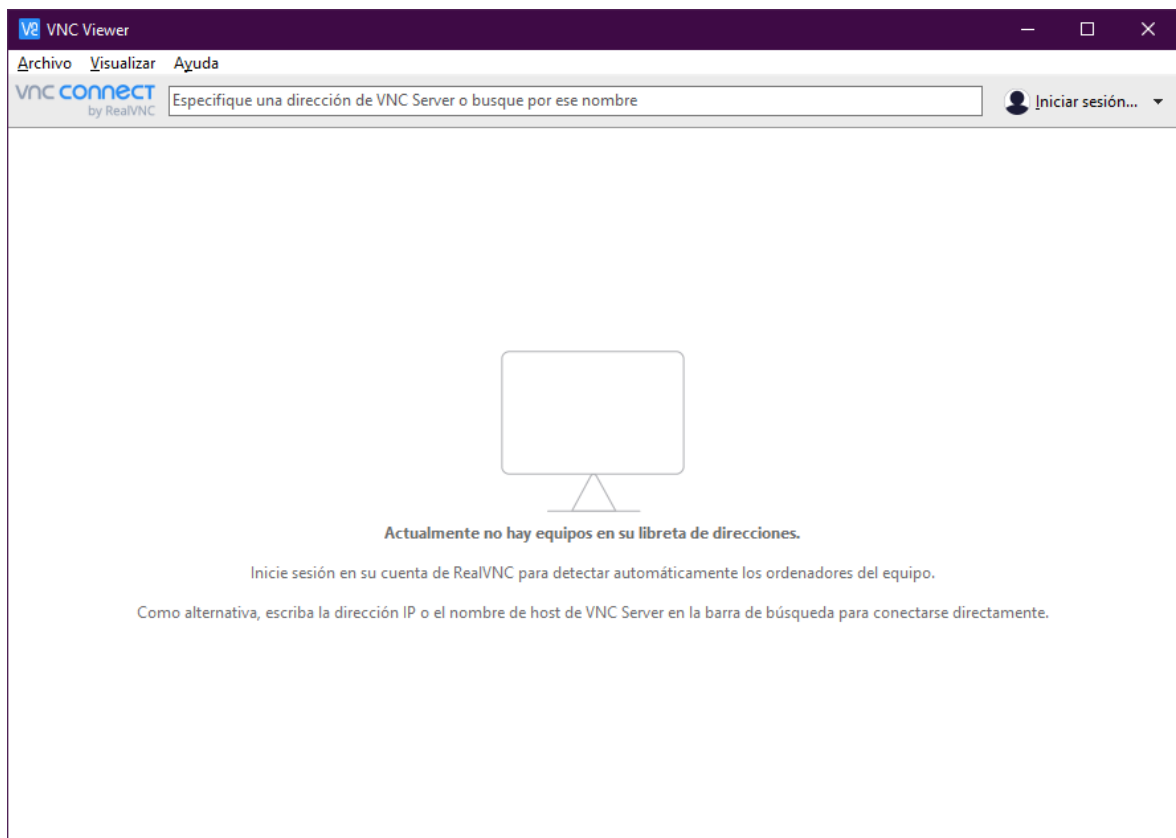


Figura 2.91 Interfaz inicial de VNC Viewer

Para conectar el ordenador con la Raspberry Pi, es necesario crear una *Nueva Conexión* desde *Archivo* en la barra de herramientas, o en su defecto con el comando *Ctrl+N*. La Figura 2.92 muestra la lista donde se sitúa la opción que permite crear la nueva conexión.

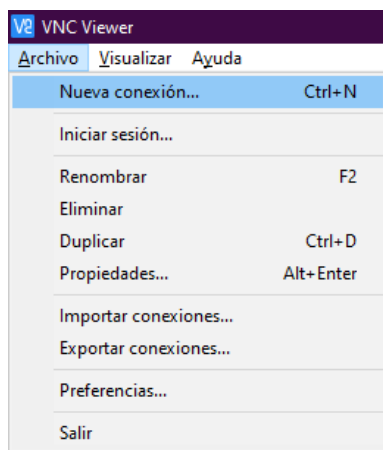


Figura 2.92 Lista de Archivo para Nueva conexión

La nueva conexión solicita la dirección IP de la Raspberry Pi y un nombre que permita identificarla, tal y como se muestra en la Figura 2.93. Se inserta la dirección IP consultada anteriormente en la Raspberry Pi y el nombre de identificación, mientras que el resto de configuración se mantiene por defecto y se presiona *Aceptar*.

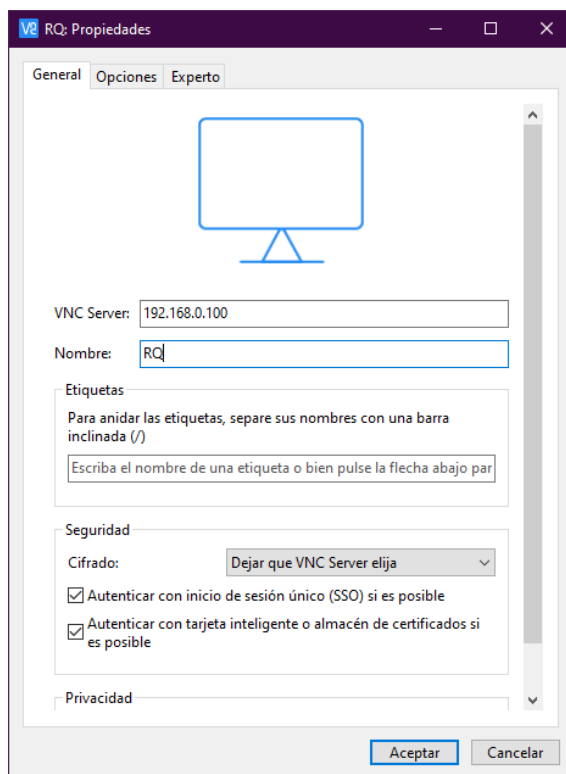


Figura 2.93 Propiedades de la nueva conexión de VNC Viewer

Por su parte, la Figura 2.94 señala la conexión creada. A consecuencia de que en el anterior apartado se inicializó VNC Viewer en la Raspberry Pi, se procede a iniciar la conexión dando doble clic sobre el elemento.

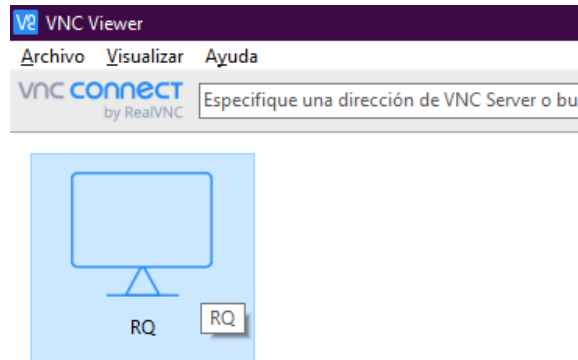


Figura 2.94 Conexión creada en VNC Viewer

El siguiente paso para la conexión con *VNC Viewer* es la autenticación. Se solicita el nombre de usuario y contraseña configurados en la Raspberry Pi. Como se observa en la Figura 2.95, los campos son llenados y se procede a la conexión con el botón *Aceptar*.

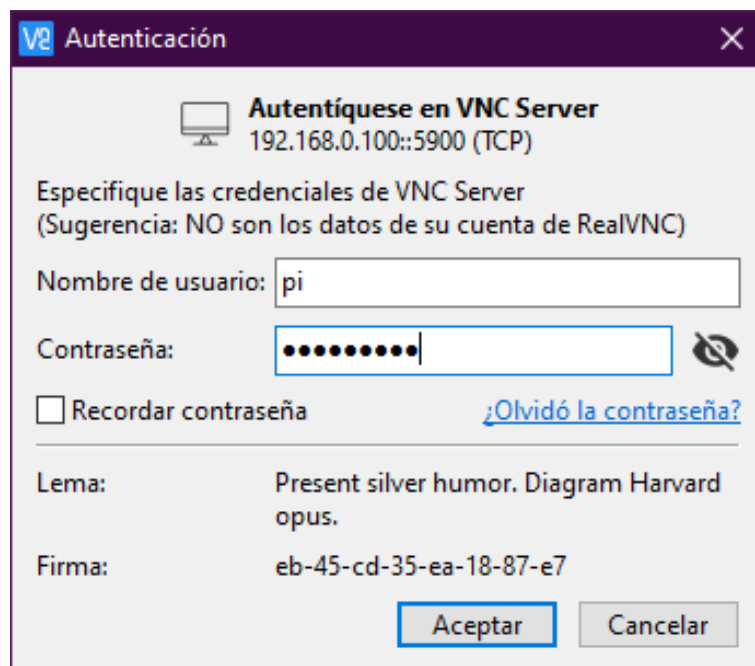


Figura 2.95 Autenticación para la conexión a través de VNC Viewer

Finalmente, en la Figura 2.96 se muestra la interfaz de conexión con Raspberry Pi a través de VNC Viewer, cuyo ícono de ejecución se sitúa en la parte superior derecha.



Figura 2.96 Interfaz de conexión con Raspberry Pi a través de VNC Viewer

2.8.5. CONFIGURACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE RASPBERRY PI PARA SU USO CON FIREBASE

Para el correcto funcionamiento del miniordenador Raspberry Pi en este proyecto, es necesario realizar varios pasos de instalación, configuración y actualización. [59]

Como primer paso, en la interfaz de línea de comandos de Raspberry Pi ahora ya conectada a través de *VNC Viewer* al ordenador principal, se corren los comandos *sudo apt-get update* y *sudo apt-get install python3-dev*, los cuales permiten instalar Python3 y sus dependencias en la Raspberry Pi. La Figura 2.97 evidencia la ejecución de los comandos y su favorable respuesta.

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt-get update
Des:1 http://archive.raspberrypi.org/debian buster InRelease [32,9 kB]
Des:2 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian buster InRelease [15,0 kB]
Des:3 http://archive.raspberrypi.org/debian buster/main armhf Packages [372 kB]
Des:4 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian buster/main armhf Packages [13,0 MB]
Descargados 13,4 MB en 24s (559 kB/s)
Leyendo lista de paquetes... Hecho
pi@raspberrypi:~$ sudo apt-get install python3-dev
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
python3-dev ya está en su versión más reciente (3.7.3-1).
fijado python3-dev como instalado manualmente.
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 6 no actualizados.
```

Figura 2.97 Ejecución de comandos para la instalación de Python3 en Raspberry Pi

Con el fin de conseguir instalar Firebase en la Raspberry Pi, es necesario obtener el gestor de paquetes PIP (Package Installer for Python), el cual es posible extraer a través del comando *wget* [59]. En la Figura 2.98 se muestra la ejecución del comando y su respuesta.

```

pi@raspberrypi:~$ wget https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py
--2021-04-07 22:25:07-- https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py
Resolviendo bootstrap.pypa.io (bootstrap.pypa.io)... 151.101.4.175, 2a04:4e42:1::175
Conectando con bootstrap.pypa.io (bootstrap.pypa.io)[151.101.4.175]:443... conectado.
Petición HTTP enviada, esperando respuesta... 200 OK
Longitud: 1927630 (1.8M) [text/x-python]
Grabando a: "get-pip.py"

get-pip.py 100%[=====] 1,84M 1,60MB/s en 1,1s
2021-04-07 22:25:09 (1,60 MB/s) - "get-pip.py" guardado [1927630/1927630]

```

Figura 2.98 Ejecución de comando para la obtención de PIP (Package Installer for Python)

Posteriormente se procede a instalar las librerías y dependencias de Firebase con Python, esto se consigue a través del comando *sudo pip install pyrebase*. Con fines prácticos, se presenta únicamente el proceso inicial en la Figura 2.99 y el final en la Figura 2.100, debido a que la respuesta de carga del comando es sumamente extensa.

```

pi@raspberrypi:~$ sudo pip install pyrebase
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/simple
Collecting pyrebase
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/pyrebase/Pyrebase-3.0.27-py3-none-any.whl (9.6 kB)
Collecting gcloud==0.17.0
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/gcloud/gcloud-0.17.0-py3-none-any.whl (642 kB)
  |-----| 642 kB 195 kB/s
Collecting python-jwt==2.0.1
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/python-jwt/python_jwt-2.0.1-py2.py3-none-any.whl (8.8 kB)
Collecting requests==2.11.1
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/requests/requests-2.11.1-py2.py3-none-any.whl (514 kB)
  |-----| 514 kB 194 kB/s
Collecting pycryptodome==3.4.3
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/pycryptodome/pycryptodome-3.4.3-cp37-cp37m-linux_armv7l.whl (6.8 MB)
  |-----| 6.8 MB 25 kB/s
Collecting oauth2client==3.0.0
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/oauth2client/oauth2client-3.0.0-py3-none-any.whl (107 kB)
  |-----| 107 kB 1.9 MB/s

```

Figura 2.99 Ejecución de comando para instalar Firebase con Python y proceso inicial

```

Collecting pyparsing<3,>=2.4.2
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/pyparsing/pyparsing-2.4.7-py2.py3-none-any.whl (67 kB)
  |-----| 67 kB 166 kB/s
Installing collected packages: pyparsing, pyasn1, rsa, pyasn1-modules, protobuf, httplib2, requests, oauth2client, jws, googleapis-common-protos, requests-toolbelt, python-jwt, pycryptodome, gcloud, pyrebase
Attempting uninstall: pyparsing
  Found existing installation: pyparsing 2.2.0
  Uninstalling pyparsing-2.2.0:
  Successfully uninstalled pyparsing-2.2.0
Attempting uninstall: requests
  Found existing installation: requests 2.21.0
  Uninstalling requests-2.21.0:
  Successfully uninstalled requests-2.21.0
Successfully installed gcloud-0.17.0 googleapis-common-protos-1.53.0 httplib2-0.19.1 jws-0.1.3 oauth2client-3.0.0 protobuf-3.16.0rc1 pyasn1-0.4.8 pyasn1-modules-0.2.8 pycryptodome-3.4.3 pyparsing-2.4.7 pyrebase-3.0.27 python-jwt-2.0.1 requests-2.11.1 requests-toolbelt-0.7.0 rsa-4.7.2

```

Figura 2.100 Proceso final y respuesta favorable para la instalación de Firebase con Python

Para hacer uso y controlar el audio de la Raspberry Pi, es necesario instalar *ALSA* (Advanced Linux Sound Architecture), librería por defecto para registrar, reproducir y controlar audio en Linux [60]. Su instalación se realiza a través del comando *sudo pip3 install pyalsaaudio* y la favorable respuesta a su ejecución se observa en la Figura 2.101.


```
pi@raspberrypi:~ $ sudo pip3 install pyalsaaudio
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/simple
Collecting pyalsaaudio
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/pyalsaaudio/pyalsaaudio-0.9.0-cp37-cp37m-linux_armv7l.whl (65kB)
    100% |████████████████████████████████████████| 71kB 218kB/s
Installing collected packages: pyalsaaudio
Successfully installed pyalsaaudio-0.9.0
```

Figura 2.101 Ejecución y respuesta del comando para la instalación de ALSA

2.8.6. SCRIPT DE FUNCIONAMIENTO DE RASPBERRY PI

Para el correcto funcionamiento de la Raspberry Pi, como módulo de difusión en este proyecto, es indispensable ejecutar un script cuyo contenido atienda permanentemente a la base de datos en tiempo real de Firebase. En este apartado se explica brevemente el proceso algorítmico del script que permite el funcionamiento de la Raspberry Pi, el cual está escrito en lenguaje de programación Python.

Inicialmente se procede a importar las librerías correspondientes a Firebase y ALSA, cuyos paquetes fueron descargados previamente en la Raspberry Pi. Además, es indispensable importar la función *sleep* de la librería *time*, la cual estará enfocada en definir el tiempo de espera en el lazo principal de este script. Lo mencionado en este párrafo se muestra en el Código 2.28.

```
import pyrebase
from time import sleep
import alsaaudio
```

Código 2.28 Instrucciones para la importación de librerías

Por su parte, el Código 2.29 evidencia la inclusión de las secuencias de comandos de Firebase que detallan las credenciales únicas del proyecto. Esta configuración permite que la Raspberry Pi se conecte con el proyecto elaborado en Firebase [61]. Además, con el fin de iniciar la aplicación de Firebase en el miniordenador Raspberry Pi, se almacena en la variable *firebase* su inicialización con las credenciales del proyecto como argumento. De igual manera, en una variable específica se llama a la base de datos en tiempo real de Firebase. El contenido del Código 2.29 es de información confidencial, puesto que corresponde a datos con los que es posible ingresar a la configuración del proyecto en Firebase; por lo tanto, en beneficio de Radio Quántica, el código contiene censura en ciertos caracteres.

```

config = {
  "apiKey": "AIzaSyDyImsJN
  "authDomain": "radioquar
  "storageBucket": "radioc
  "databaseURL": "https://
}

firebase = pyrebase.initialize_app(config)

db = firebase.database()

```

Código 2.29 Instrucciones para la asociación de la Raspberry Pi con el proyecto creado en Firebase

El Código 2.30 muestra a detalle el apartado más importante de este script. Dentro de un lazo de permanente ejecución, se corre una secuencia de comandos que definen el funcionamiento del módulo de difusión. De la referencia *Cafetería* de la base de datos en tiempo real de Firebase, se extraen los valores de *FireEstadoP* y *FireVolumenP*, variables que contienen la información de encendido/apagado del módulo y el volumen de este. Estas dos variables serán las únicas que determinen el funcionamiento del módulo, obedeciendo a la configuración establecida en la aplicación web.

Con el fin de establecer el valor del volumen extraído de las variables de Firebase, se genera el objeto *m* mediante el constructor vacío de la clase *Mixer* perteneciente al paquete *ALSA*, tomando control de la tarjeta de sonido del miniordenador. Seguido de esto se evalúa el estado de la variable *estadoPrincipal*, la cual almacena un dato booleano que determina si el módulo está encendido o no. En caso de cumplir la condición, a través del objeto *m*, se instaura el valor de volumen de la Raspberry Pi según el dato almacenado anteriormente en la variable *volumen*; de no ser así se establece su valor en cero (0), silenciando el módulo.

Finalmente se llama a la función *sleep()* que, durante un (1) segundo, implanta una pausa para permitir un adecuado proceso y atención a la base de datos en tiempo real de Firebase.

```

while True:
  estadoPrincipal = (db.child("Cafeteria/FireEstadoP").get()).val()
  volumen = (db.child("Cafeteria/FireVolumen").get()).val()
  m=alsaaudio.Mixer()
  if estadoPrincipal == True:
    m.setvolume (volumen)
  elif estadoPrincipal == False:
    m.setvolume (0)
  sleep(1)

```

Código 2.30 Instrucciones del lazo principal del script de funcionamiento de Raspberry Pi

2.8.7. CONFIGURACIÓN FINAL DE RASPBERRY PI

Con el fin de que la Raspberry Pi actúe en función de lo configurado, es necesario ejecutar el script programado anteriormente y abrir desde un navegador el sitio web oficial de Radio Quántica donde se reproduce su contenido, específicamente desde el enlace <https://radioquantica.epn.edu.ec/radio-online/>.

Raspberry Pi OS trae consigo instalado el navegador Web Chromium, una versión adaptada del conocido navegador Google Chrome; para la reproducción de Radio Quántica se hará uso de este navegador, como muestra la Figura 2.102.



Figura 2.102 Radio Quántica en reproducción sobre Raspberry Pi

Habiendo conseguido la reproducción de Radio Quántica, se procede a ejecutar el script *radioquantica.py*, el cual debe ser trasladado a la Raspberry Pi a través de un dispositivo de almacenamiento USB, o en su defecto a través de programas de transferencia de archivos. En este proyecto se ha colocado al script en el directorio */home/pi*, como evidencia la Figura 2.103.

Es posible realizar la ejecución del script desde la interfaz de línea de comandos de *Raspberry Pi OS*, mostrándose como la Figura 2.104. Luego de haber ejecutado el comando, el módulo de difusión empieza a obedecer a la configuración establecida en la aplicación web. Cuando el interruptor de estado del módulo está encendido, el ícono de volumen de la Raspberry Pi se muestra en el nivel de volumen configurado, como se muestra en la Figura 2.105; mientras que, si el interruptor está apagado el ícono cambia al de la Figura 2.106.

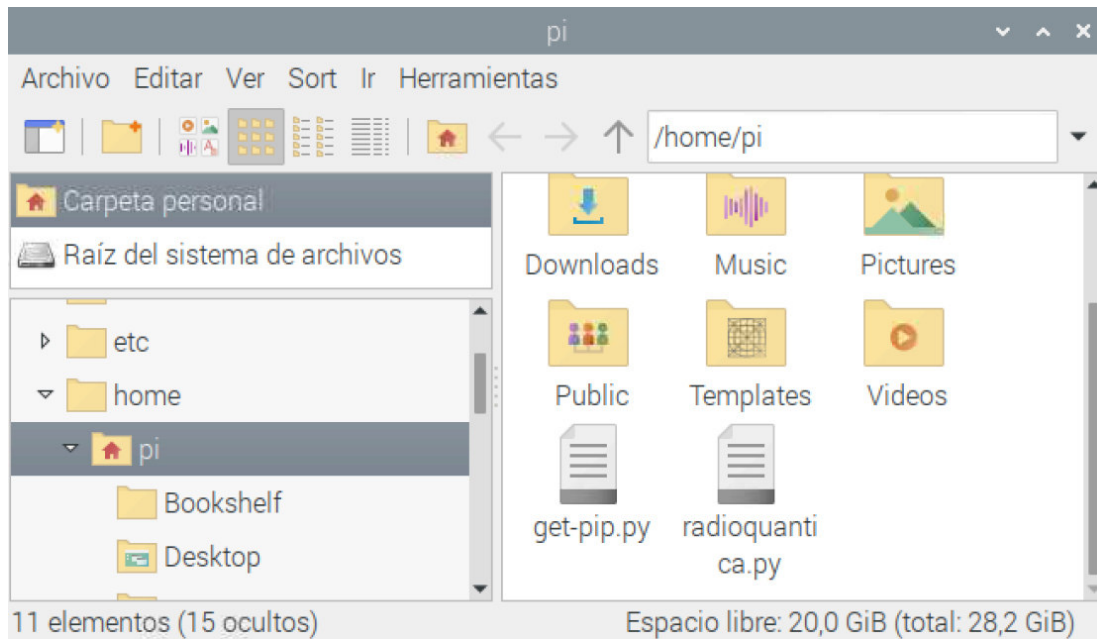


Figura 2.103 Directorio de almacenamiento del script radioquantica.py



Figura 2.104 Comando para la ejecución del script radioquantica.py en Raspberry Pi



Figura 2.105 Ícono de volumen de Raspberry Pi cuando Estado está encendido



Figura 2.106 Ícono de volumen de Raspberry Pi cuando Estado está apagado

Con esta configuración, el módulo de difusión ya está en pleno funcionamiento; sin embargo, es necesario controlar posibles circunstancias que lo eviten; entre ellas se tiene la suspensión de Raspberry por inactividad y posibles cortes de energía.

Raspberry Pi, como muchos otros equipos, procede a suspenderse luego de determinado tiempo de inactividad. La suspensión de este miniordenador desembocaría en la detención de la reproducción de Radio Quántica; razón por la cual, el módulo de difusión no cumpliría con el cometido.

Un corte de energía apagaría inmediatamente al miniordenador, situación que lo desconectaría totalmente; por lo tanto, para volver a configurarlo sería necesario conectarse nuevamente al dispositivo. Para evitar el proceso de reconexión y la ausencia de funcionamiento del módulo de difusión, es indispensable establecer una configuración que se ejecute inmediatamente después de su encendido. El comando de la Figura 2.107 da apertura a la configuración de autoencendido [62].

```
pi@raspberrypi:~$ sudo nano /etc/xdg/lxsession/LXDE-pi/autostart
```

Figura 2.107 Comando para la configuración de autoencendido de Raspberry Pi

Por defecto, el autoencendido de Raspberry Pi posee los comandos de la Figura 2.108.

```
GNU nano 3.2 /etc/xdg/lxsession/LXDE-pi/autostart
@lxpanel --profile LXDE-pi
@pcmanfm --desktop --profile LXDE-pi
@xscreensaver -no-splash
```

Figura 2.108 Comandos por defecto de la configuración de autoencendido de Raspberry Pi

Para que la Raspberry Pi no torne a color blanco al video, se coloca el comando `@xset s noblank`; mientras que con el fin de que no se active el salvapantallas, se ejecuta el comando `@xset s off`. Por otro lado, a fin de que se deshabilite las características DPMS (Display Power Management Signaling), encargadas de reducir el consumo de energía de monitores, debe correrse el comando `@xset -dpms` [63].

Lógicamente, es necesario llevar a efecto al script `radioquantica.py`; por lo tanto, en la configuración de autoencendido debe incluirse el comando mostrado en la Figura 2.104. Así mismo, es necesario abrir automáticamente el sitio web oficial de Radio Quántica en el navegador de Raspberry Pi, para esto se hace uso del comando `@/usr/bin/chromium-browser -incognito https://radioquantica.epn.edu.ec/radio-online/`. Se da apertura en modo incógnito debido a que, en situaciones de corte de energía, Chromium en su configuración normal oferta la posibilidad de restaurar las páginas cerradas forzosamente, lo cual evita la reproducción automática de la radio. [64]

Toda la configuración de autoinicio se muestra en la Figura 2.109, para cerrar y guardar se hace uso de los comandos que se observan en la parte inferior.

```
pi@raspberrypi: ~
Archivo  Editar  Pestañas  Ayuda
GNU nano 3.2 /etc/xdg/lxsession/LXDE-pi/autostart
@Lxpanel --profile LXDE-pi
@pcmanfm --desktop --profile LXDE-pi
@xscreensaver -no-splash
@xset s noblank
@xset s off
@xset -dpms
@sudo python3 /home/pi/radioquantica.py
@/usr/bin/chromium-browser -incognito https://radioquantica.epn.edu.ec/radio-o$
[ 8 líneas leídas ]
^G Ver ayuda  ^O Guardar  ^W Buscar  ^K Cortar txt  ^J Justificar
^X Salir      ^R Leer fich.  ^\ Reemplazar  ^U Pegar txt  ^T Ortografía
```

Figura 2.109 Configuración final de autoinicio de Raspberry Pi

2.9. SISTEMA DE AMPLICACIÓN UTILIZADO

Para el prototipo de este proyecto es necesario implementar un amplificador que brinde características suficientes para la correcta reproducción de Radio Quántica, con miras a su instalación en sitios de amplia concentración. Un análisis breve de amplificadores de audio, permitirá seleccionar un sistema de amplificación acorde al proyecto.

Gabriel Chiriboga, en su proyecto de titulación [65] menciona la adaptabilidad que poseen los amplificadores clase D para sistemas de amplificación de audio.

La amplificación de conmutación o de Clase D hace uso del modo conmutado de transistores para regular la entrega de potencia. Se destaca por su gran eficiencia, lo cual se presenta debido al reducido nivel de pérdidas de energía que genera; por lo tanto, necesita menor disipación de calor, menor tamaño y peso. [65]

El amplio nivel de eficiencia de un amplificador de estas características responde a que la etapa de conmutación no es operada en su región activa (lineal para TBJ); en su lugar, los dispositivos de salida están encendidos o apagados en su totalidad, disipando cantidades de energía casi nulas. [65]

Normalmente, los amplificadores lineales como los clase A y AB difieren de aquellos clase D por su eficiencia. La estabilidad en términos de ganancia es una gran característica de los amplificadores lineales, no obstante su rendimiento alcanza hasta un 50%; mientras que los amplificadores clase D son capaces de alcanzar una eficiencia superior al 85%. [65]

La Tabla 2.7 detalla una comparación entre las diferentes clases de amplificadores, en función de su eficiencia. Además, incluye un apartado de aplicaciones comunes para su utilización.

Tabla 2.7 Comparación de eficiencia y aplicaciones de los tipos de clases de amplificación [65]

CLASE	EFICIENCIA	APLICACIONES
A	Máx 20%	Equipos audio
B	>AB	Telefonía
AB	>A	Audio
C	>B	Alta frecuencia
D	>85%	Audio

Con base en el breve análisis de clases de amplificadores presentado anteriormente, es posible concluir que para aplicaciones de audio resulta viable hacer uso de amplificadores Clase D.

Para este proyecto se ha adquirido el módulo amplificador de audio XH-M510 de procedencia china, el cual incorpora el integrado TDA7498 de clase D; además presume una entrada diferencial, reduciendo el ruido de modo común. [66]

Entre sus características destaca una potencia de salida de 100W por canal, una impedancia de salida de entre 4 y 8 ohmios, además de un rango de respuesta de frecuencia de entre 18 y 100 kHz. Su frecuencia de conmutación es de 360kHz y su relación señal a ruido de 110 dB. Finalmente presenta un diseño compacto y una distribución adecuada de sus elementos, detalles visibles en la Figura 2.110. [66]

Su ganancia puede ser configurada en 21.6dB, 27.6dB, 31.1dB y 33.1dB, todo esto a través de la configuración de un dipswitch incluido en la esquina de su placa. Además, ofrece un led de encendido y una perilla de volumen para mejor control de udio. La Figura 2.110 muestra el estado que debe tomar cada interruptor para las diferentes ganancias, además del resto de características presentes en la placa con una clara vista superior.



Figura 2.110 Módulo amplificador XH-M510 [66]

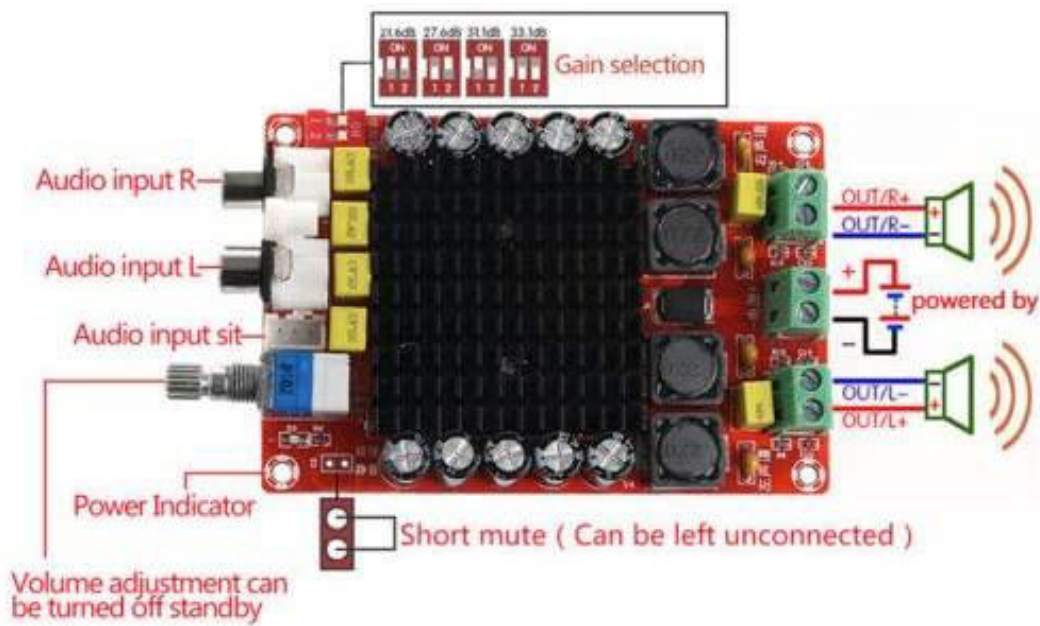


Figura 2.111 Vista superior y prestaciones del módulo amplificador XH-M510 [66]

Para cada canal se ha incluido una bocina de marca *Sony* modelo *SS-D205* de 6 ohmios, obtenidas de un antiguo equipo de sonido. La Figura 2.112 es una fotografía real de las bocinas.



Figura 2.112 Bocinas marca Sony

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EVIDENCIAS DE IMPLEMENTACIÓN

La Figura 3.1 y la Figura 3.2 muestran la placa de Raspberry Pi insertada dentro de una caja que protege sus contactos e incluye un sistema de disipación de calor y ventilación. Representa una buena práctica incluir elementos de protección a las placas que llevan a cabo procesos robustos y de tiempo permanente.



Figura 3.1 Raspberry Pi en su caja de protección y ventilación (1)



Figura 3.2 Raspberry Pi en su caja de protección y ventilación (2)

De igual manera, la Figura 3.3 y la Figura 3.4 muestran el módulo amplificador insertado dentro de una caja impresa en 3D y a medida. El responsable de la fidelidad y potencia de audio es este dispositivo, razón suficiente para velar por su protección frente al polvo,

contactos no deseados con superficies conductoras y posibles descargas de energía estática por contacto humano.



Figura 3.3 Módulo amplificador en su caja de protección (1)



Figura 3.4 Módulo amplificador en su caja de protección (2)

Por su parte, la Figura 3.5 y la Figura 3.6 evidencian la prueba por etapas de todos los elementos conectados que componen el prototipo de módulo de difusión de este proyecto. Es valioso destacar que la alimentación de la plataforma Raspberry Pi es de 5V y la del módulo amplificador de 12V, razón por la que utilizan diferentes fuentes de voltaje.



Figura 3.5 Prueba por etapas del prototipo de módulo de difusión (1)



Figura 3.6 Prueba por etapas del prototipo de módulo de difusión (2)

Finalmente, la Figura 3.7 presenta todos los elementos del proyecto en su prueba final en hardware y software. Se incluye la placa Raspberry Pi y el módulo amplificador de audio, ambos en su caja de protección. Además se observan dos bocinas grandes para la reproducción de audio y dos dispositivos que muestran la interfaz principal de la aplicación web: un ordenador portátil y un smartphone.

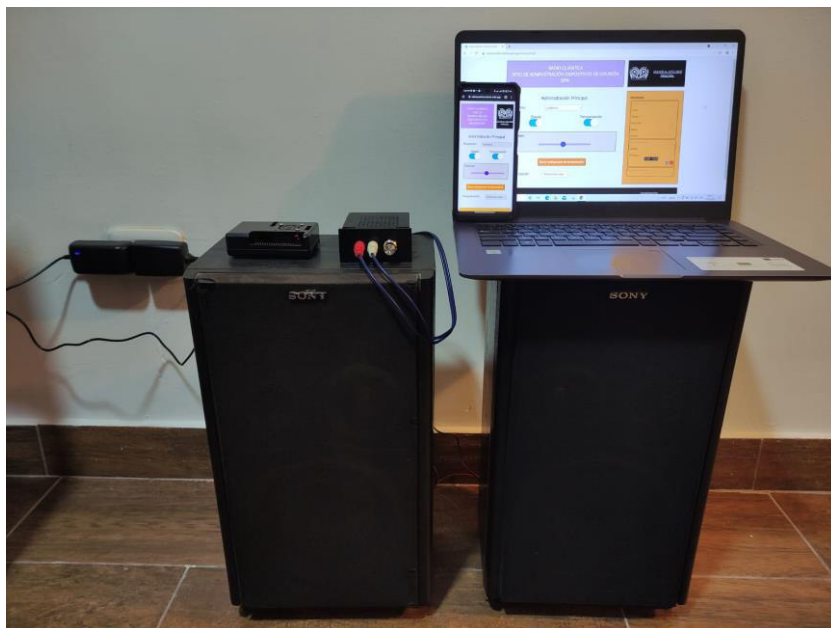


Figura 3.7 Prueba final de hardware y software del prototipo de módulo de difusión

3.2. VALIDACIÓN DE RESULTADOS A TRAVÉS DE ENCUESTA DE SATISFACCIÓN A LOS MIEMBROS DE RADIO QUÁNTICA

Uno de los principales propósitos del proyecto es realzar la participación de los miembros de Radio Quántica y motivar su trabajo, a través de la creación de un sistema que permita incrementar su audiencia y con ello premiar su esfuerzo. Por lo antes mencionado, la fase de validación de este proyecto se ve estrictamente afectada por la evaluación de quienes son los artífices del medio de comunicación estudiantil más importante de la Escuela Politécnica Nacional.

En los primeros días del mes de octubre de 2021, los miembros de Radio Quántica recibieron la presentación de este proyecto de titulación de manera virtual. Se incluyeron láminas explicativas, el manual de usuario del ANEXO B y varias demostraciones en tiempo real. Al terminar la presentación se les proporcionó la encuesta de satisfacción del ANEXO C, con el fin de obtener su apreciación de varios aspectos influyentes de este proyecto de titulación. Las respuestas tabuladas en una hoja de cálculo se observan en el ANEXO DIGITAL D.

La encuesta tuvo un total de veinticuatro (24) respuestas, obtenidas de los miembros activos de la radio, con la obvia excepción del autor de este trabajo. Los encuestados son las personas enlistadas en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Miembros de Radio Quántica encuestados

Lista de Encuestados
José Andrés Cañar Romero
Joel Alejandro De La Torre Salazar
Diego Alejandro Ríos Carrillo
David Alejandro Singaña Tapia
Daniela Paola Nicolalde Vinueza
Mateo Sebastián Jiménez Domínguez
Diego Javier Serrano Arévalo
Jaime Espinosa
Sebastián Vicente González Celi
Abigail Alejandra Cantuña Avila
Andrea Fernanda Chasi Navas
José Santiago Maigua Guaján
Jonathan Esteban Jaramillo Arboleda
Alex Javier Paredes Cajamarca
Cristina Teresa Pambabay Sangacha
María Gabriela Cantuña Avila
Jefferson Paul Cuasque Quilca
Andrea Cristina Oña Sigcha
Yadira Zulay Morillo Estrella
Ronny Daniel Peñafiel Moposita
Kimberly Nicole Villacís Merizalde
Rosa Nathali Romero Navarrete
Inti Curara Poaquiza Azogue
Daniela Stephanie Guzmán Pérez

Es adecuado realizar una evaluación del proyecto en función de los resultados de la encuesta realizada a los miembros activos de Radio Quántica.

La pregunta diez (10) evalúa en una escala del uno (1) al cinco (5) la facilidad de uso del ambiente de la aplicación web. El gráfico de la Figura 3.8 muestra que un 91.7% de los miembros considera que la sencillez del uso del ambiente de la aplicación se encuentra entre cuatro (4) y cinco (5), lo cual representa una respuesta favorable para la ejecución del proyecto.

10. Califique del 1 al 5 la facilidad del uso del ambiente de la aplicación web, donde 1 es muy complejo y 5 es muy sencillo.

24 respuestas

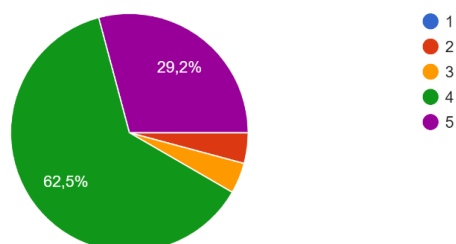


Figura 3.8 Gráfico de respuesta a la pregunta 10 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

Por su parte, la pregunta once (11) evalúa en una escala del uno (1) al cinco (5) la funcionalidad y fluidez de la aplicación web. El gráfico de la Figura 3.9 muestra que un 95.9% de los miembros considera que la estabilidad de la aplicación se encuentra entre cuatro (4) y cinco (5), lo cual representa una respuesta bastante favorable para los resultados del proyecto.

11. Califique del 1 al 5 la funcionalidad y fluidez de la aplicación web, donde 1 es muy inestable y 5 es muy estable.

24 respuestas

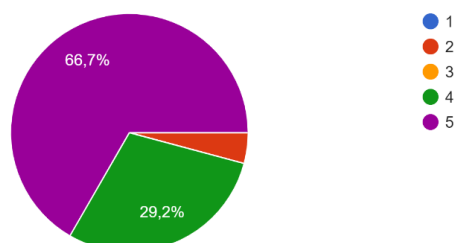


Figura 3.9 Gráfico de respuesta a la pregunta 11 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

La pregunta doce (12) califica en una escala del uno (1) al cinco (5) qué tan intuitivo es el uso de la aplicación web. El gráfico de la Figura 3.10 evidencia que el 100% de encuestados responde entre cuatro (4) y cinco (5) al cuestionamiento planteado, parámetro que refleja un perfecto cumplimiento de las aspiraciones para el proyecto.

12. Califque del 1 al 5 qué tan intuitivo es el uso de la aplicación web, donde 1 es poco intuitivo y 5 es muy intuitivo.

24 respuestas

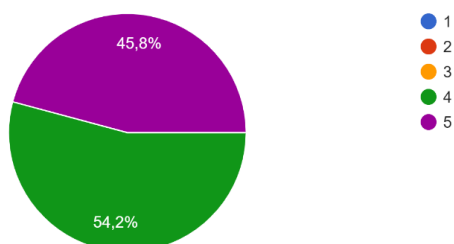


Figura 3.10 Gráfico de respuesta a la pregunta 12 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

Mientras tanto, las preguntas: trece (13), catorce (14), quince (15), dieciséis (16) y diecisiete (17) evalúan la apariencia de la aplicación web en cuanto a colores, tamaño de letra y distribución de elementos, corriendo tanto en un ordenador como en un dispositivo móvil. Los gráficos de la Figura 3.11, Figura 3.12, Figura 3.13, Figura 3.14 Y Figura 3.15 muestran que, en promedio, el 92.5% de los encuestados consideran que la apariencia de la aplicación web se encuentra entre cuatro (4) y cinco (5), lo cual representa una respuesta favorable.

13. Califque del 1 al 5 los colores (apariciencia) de la aplicación web, donde 1 es muy inadecuados y 5 es muy adecuados.

24 respuestas

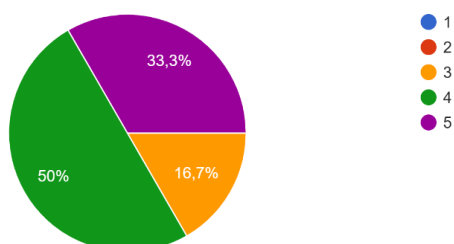


Figura 3.11 Gráfico de respuesta a la pregunta 13 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

14. Califque del 1 al 5 el tamaño de la letra (aparencia) de la aplicación web corriendo sobre un ordenador, donde 1 es muy inadecuado y 5 es muy adecuado.

24 respuestas

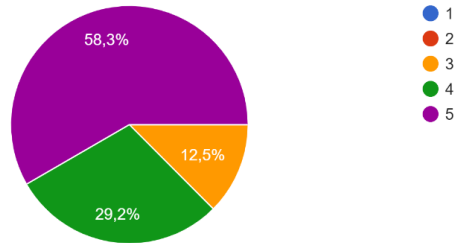


Figura 3.12 Gráfico de respuesta a la pregunta 14 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

15. Califque del 1 al 5 el tamaño de la letra (aparencia) de la aplicación web corriendo sobre un dispositivo móvil, donde 1 es muy inadecuado y 5 es muy adecuado.

24 respuestas

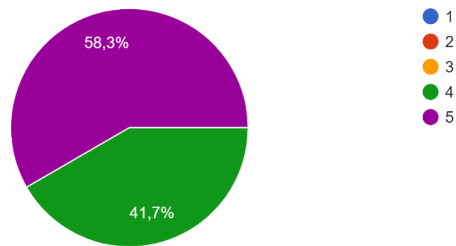


Figura 3.13 Gráfico de respuesta a la pregunta 15 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

16. Califque del 1 al 5 la distribución de elementos (aparencia) de la aplicación web corriendo sobre un ordenador, donde 1 es muy inadecuada y 5 es muy adecuada.

24 respuestas

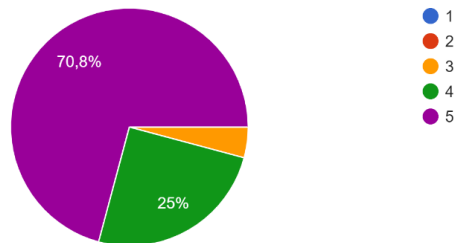


Figura 3.14 Gráfico de respuesta a la pregunta 16 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

17. Califíque del 1 al 5 la distribución de elementos (apariciencia) de la aplicación web corriendo sobre un dispositivo móvil, donde 1 es muy inadecuada y 5 es muy adecuada.

24 respuestas

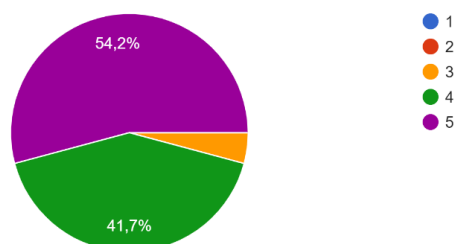


Figura 3.15 Gráfico de respuesta a la pregunta 17 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

Por su parte, la pregunta dieciocho (18) califica en una escala del uno (1) al cinco (5) la apariciencia física del módulo de difusión. El gráfico de la Figura 3.16 muestra que el 95.8% de encuestados considera que la pertinencia del tamaño del dispositivo está entre cuatro (4) y cinco (5), porcentaje que aporta sustancialmente a una posible próxima instalación del prototipo en el campus de la EPN.

18. Califíque del 1 al 5 el tamaño (apariciencia física) del dispositivo, donde 1 es muy inadecuado y 5 es muy adecuado.

24 respuestas

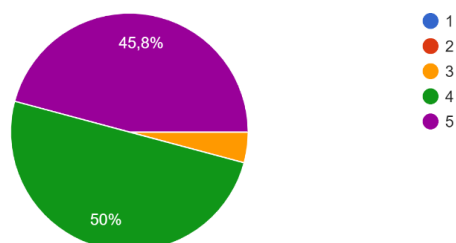


Figura 3.16 Gráfico de respuesta a la pregunta 18 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

Además, las preguntas: diecinueve (19), veinte (20), veintiuno (21) y veintidos (22) evalúan la presentación del proyecto de parte del autor, enfocándose en las láminas mostradas, la estructura, lenguaje y claridad de la presentación, la comprensibilidad del manual de usuario y la claridad de los objetivos del proyecto. Los gráficos de la Figura 3.17, Figura 3.18, Figura 3.19 y Figura 3.20 muestran que, en promedio, el 98.5% de los encuestados sitúa los cuestionamientos entre cuatro (4) y cinco (5), lo cual evidencia una excelente explicación de parte del autor y un claro entendimiento del proyecto.

19. Califíque del 1 al 5 los recursos de la presentación del proyecto a los miembros de Radio Quántica, donde 1 es nada comprensible y 5 es muy comprensible.
24 respuestas

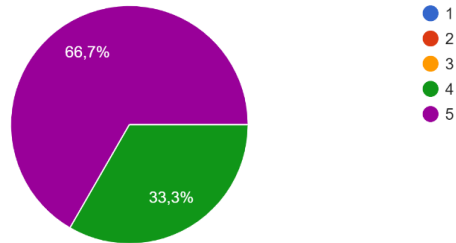


Figura 3.17 Gráfico de respuesta a la pregunta 19 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

20. Califíque del 1 al 5 la organización, la estructura de la presentación, el lenguaje técnico utilizado y la claridad de la explicación, donde 1 es nada comprensible y 5 es muy comprensible.
24 respuestas

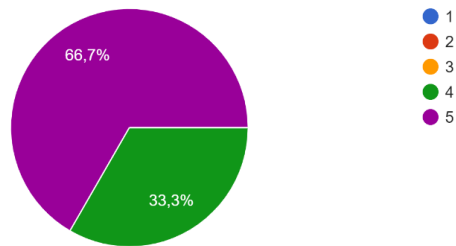


Figura 3.18 Gráfico de respuesta a la pregunta 20 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

21. Califíque del 1 al 5 la estructura y claridad del manual de usuario del proyecto, donde 1 es nada comprensible y 5 es muy comprensible.
24 respuestas

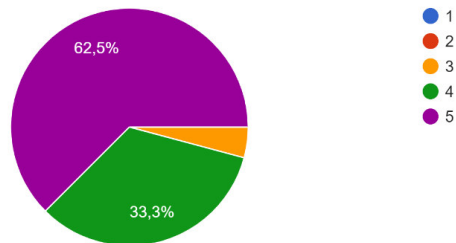


Figura 3.19 Gráfico de respuesta a la pregunta 21 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

22. Califique del 1 al 5 la coherencia de los objetivos con los resultados esperados del proyecto, donde 1 es nada coherente y 5 es muy coherente.

24 respuestas

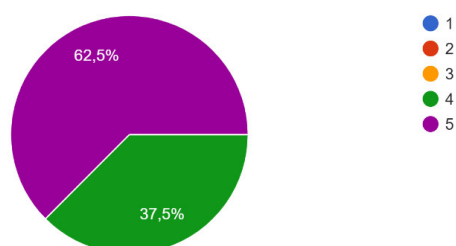


Figura 3.20 Gráfico de respuesta a la pregunta 22 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

Finalmente, las preguntas veintitres (23) y veinticuatro (24) evalúan la factibilidad del proyecto en cuanto al cumplimiento del objetivo general y la posibilidad de su implementación en la Escuela Politécnica Nacional. Los gráficos de la Figura 3.21 y la Figura 3.22 evidencian que, en promedio, el 97.9% de los miembros de Radio Quántica considera probable o muy probable la viabilidad de este proyecto.

23. ¿Cree usted que este proyecto puede incrementar el número de estudiantes que conoce y escucha Radio Quántica?

24 respuestas

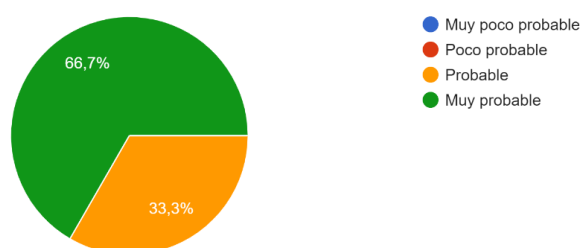


Figura 3.21 Gráfico de respuesta a la pregunta 23 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

24. ¿Cree usted que este proyecto pueda implementarse en el campus de la Escuela Politécnica Nacional?
24 respuestas

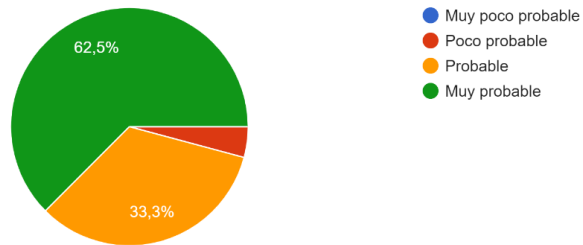


Figura 3.22 Gráfico de respuesta a la pregunta 24 de la Encuesta de Satisfacción para los miembros de Radio Quántica

El correcto funcionamiento de este prototipo y las respuestas súmamente favorables de los miembros de Radio Quántica a la encuesta de satisfacción del mismo, dejan en claro el cumplimiento de los objetivos y la metodología de este proyecto.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Este trabajo de titulación responde al desarrollo e implementación del prototipo de un sistema que, basado en Raspberry Pi y una aplicación web, permita controlar parámetros de reproducción de Radio Quántica, con miras a que su contenido pueda ser reproducido en lugares concurridos de la Escuela Politécnica Nacional. Objetivo que, con base en los resultados, se ha cumplido en su totalidad.
- La utilización de lenguajes básicos de marcado, diseño y funcionalidad para el desarrollo de la aplicación web, facilitan sustancialmente los procesos a ejecutar; todo esto en virtud del gran volumen de documentación disponible para su utilización.
- Las características de Firebase, su amplia documentación y sus intuitivos procesos de utilización se presentaron como factores claves para la correcta ejecución de este proyecto. La herramienta simplificó engorrosos procesos de desarrollo de la aplicación web, especialmente aquellos correspondientes a la base de datos, autenticación y actualización en tiempo real.
- La inclusión de los parámetros de acceso establecidos por Firebase para la conexión y sincronización de sus funcionalidades, en el script de la plataforma Raspberry Pi, permitió al sistema no depender de la IP del dispositivo para el efecto; esto favorece y simplifica la posible inclusión de una mayor cantidad de módulos de difusión, en beneficio de Radio Quántica.
- Las ventajas de la plataforma propietaria de Google, Firebase, permitieron ampliar el escenario de funcionamiento y pruebas del módulo de difusión a un entorno de red mayor al esperado. El dispositivo puede configurarse desde cualquier parte del mundo con conexión a internet.
- Los cambios efectuados en la configuración del dispositivo desde la aplicación web, reportan un leve retardo de aproximadamente un (1) segundo al replicar su accionamiento en el módulo de difusión; este tiempo depende de diversos parámetros en cuanto a la conexión de red y representa un factor aceptable para el funcionamiento del dispositivo.
- La característica adaptable de la aplicación web para ordenadores y dispositivos móviles, permite la configuración del módulo de difusión de manera simplificada y

sin la utilización de algún sistema operativo en particular, favoreciendo aún más a la factibilidad del proyecto.

- Las pruebas del sistema de amplificación utilizado responden favorablemente al objetivo planteado; considerando que para una futura posible instalación, la definición exacta de las características de amplificación y número de bocinas dependen del espacio a sonorizar.
- Con base en la encuesta de satisfacción efectuada a los miembros de Radio Quántica, se enfatiza que la facilidad de uso, estabilidad y correcto funcionamiento del dispositivo fueron los aspectos más destacados a la hora de evaluar la funcionalidad del proyecto; parámetros que avalan el cumplimiento de los factores esperados del mismo.
- Los cuestionamientos evaluados en la encuesta de satisfacción de Radio Quántica, en cuanto a la viabilidad de implementación del dispositivo y la consideración de un posible incremento de audiencia, reportaron una apreciación favorable de parte del equipo de esta organización estudiantil para el posible escenario de instalación de este prototipo en el campus de la Escuela Politécnica Nacional.

4.2. RECOMENDACIONES

- El esquema de este proyecto abre las puertas a la posibilidad de su puesta en marcha sobre un sinnúmero de aplicaciones a nivel general, razón por la que es viable recomendar su escalabilidad, por ejemplo, en sistemas del tipo de sonorización localizada para reproducir mensajes pregrabados en locales comerciales.
- En la actualidad, los ataques informáticos representan graves problemas en sistemas de control de dispositivos basados en aplicaciones web; razón por la que, a futuro, es recomendable enfocar esfuerzos en la seguridad de esta aplicación, especialmente en el apartado de autenticación.
- En el desarrollo web, es recomendable considerar la utilización de las últimas versiones de herramientas y programas para el efecto, esto con el fin de evitar problemas de incompatibilidad de los sistemas inmersos.
- Debido a la coyuntura actual dependiente de una pandemia global, este proyecto ha enfocado su escenario de pruebas a un espacio limitado. Se recomienda escalar

el proyecto a un escenario de pruebas real que propenda a su instalación en los espacios concurridos de la Escuela Politécnica Nacional.

- Con miras a futuro, una vez que el módulo entre en funcionamiento, es recomendable mejorar el plan de utilización de Firebase según sus planes de pago, todo esto con el fin de garantizar total estabilidad del sistema y aportar en el mejoramiento de esta potente herramienta.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Rivera Costales y T. Ballesteros López, 100 claves para la radio en línea. Luces para un nuevo escenario radiofónico, 1 ed., Quito: Quipus, CIESPAL, 2012, pp. 9-16.
- [2] Federación de Estudiantes de la EPN (FEPON), “Datos sistema saew matrícula estudiantes”, Quito, 2020.
- [3] Radio Quántica de la EPN, “Reporte Resultados Encuesta Radio Quántica 2019”, 23 julio 2020. [En línea]. Available: <https://radioquantica.epn.edu.ec/2020/07/23/reporte-resultados-encuesta-radio-quantica-2019/>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [4] H. A. Yaguana Romero, *El Sistema Radiofónico online en El Ecuador*, Santiago de Compostela, 2011, p. 80.
- [5] A. F. Cuesta, “Onda corta vs. radio online. Radio exterior de España en la era digital”, *Revista de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación.*, nº 5, p. 251, 2013.
- [6] K. Meso Ayerdi, Introducción al ciberperiodismo. Breve acercamiento al estudio del periodismo en Internet, vol. 22, U. d. P. V. Bilbao, Ed., Revista de estudios de comunicación. Komunikazio ikasketen aldizkaria, 2006, p. 11.
- [7] M. Cebrián Herreros, “Expansión de la ciberradio”, *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, vol. 6, nº 1, p. 15, 2009.
- [8] M. Cebrián Herreros, Interviewee, “Internet es una enorme complejidad de procesos comunicativos”. [Entrevista]. diciembre 2010.
- [9] Radio Quántica, *Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de Radio Quántica*, Quito, 2020, p. 1.
- [10] Radio Quántica, “Radio Quántica [Radio Online Estudiantil de la Escuela Politécnica Nacional]”, diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://radioquantica.epn.edu.ec/sobre-nosotros/>. [Último acceso: 12 julio 2021].

- [11] Radio Quántica, "Facebook: Radio Quántica", marzo 2019. [En línea]. Available: https://www.facebook.com/pg/RadioQuantica/photos/?ref=page_internal. [Último acceso: 12 julio 2021].
- [12] Enlineados Ecuador, (s.f). [En línea]. Available: https://ecuador.enlineados.com/resultados.php?estado=1&pais=ecuador&c1=medios&c2=radios&c3=radios_por_internet. [Último acceso: 27 julio 2021].
- [13] R. S. Pressman, Ingeniería del Software. Un enfoque práctico, 7 ed., New York: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, 2010, p. 39.
- [14] Adobe Systems Incorporated, "HelpDesk- Aspectos básicos de las aplicaciones web", 3 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://helpx.adobe.com/es/dreamweaver/using/web-applications.html>. [Último acceso: 14 julio 2021].
- [15] W3C, "Upcoming: W3C/SMPTE Workshop on Professional Media Production on the Web", 2021. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/>. [Último acceso: 24 julio 2021].
- [16] TEOREMA, "Programming in HTML5 with JavaScript and CSS3", (s.f). [En línea]. Available: <https://teorema-rd.com/curso/course-20480c-programming-in-html5-with-javascript-and-css3>. [Último acceso: 17 julio 2021].
- [17] J. Ferrer, V. García y R. García, Curso completo de HTML, (s.f), pp. 3, 11, 237.
- [18] IES David Buján, "Introducción al Lenguaje HTML", (s.f), pp. 1, 3.
- [19] H. Delgado, "Disenowebakus.net", 08 junio 2021. [En línea]. Available: <https://disenowebakus.net/domine-html-y-dhtml-primeros-pasos.php>. [Último acceso: 15 julio 2021].
- [20] DesarrolladoresWeb.org, "DesarrolladoresWeb.org", 10 diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://desarrolladoresweb.org/html5/estructura-de-una-pagina-html5/>. [Último acceso: 15 julio 2021].
- [21] FalconMasters, "Youtube- Curso Básico de HTML", 30 mayo 2014. [En línea]. Available:

https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=cqMfPS8jPys&list=PLhSj3UTs2_yVHt2DgHky_MzzRC58UHE4z. [Último acceso: 15 julio 2021].

- [22] J. Eguiluz, *Introducción a CSS*, 2008, p. 5.
- [23] FalconMasters, "Youtube- Curso Básico de CSS", 17 junio 2014. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=24gNhTcy6pw&list=PLhSj3UTs2_yU0fGoS1bjpHqky4kCEmTbR. [Último acceso: 16 julio 2021].
- [24] ConectaSoftware, "ConectaSoftware.com", (s.f). [En línea]. Available: <https://conectasoftware.com/glosario/css/>. [Último acceso: 16 julio 2021].
- [25] MasterDiseño, "MasterDiseño.com", (s.f). [En línea]. Available: <https://xn--master-diseo-khb.com/las-nuevas-y-antiguas-versiones-de-css/>. [Último acceso: 16 julio 2021].
- [26] S. M. de Jesús, "Mardeasa", (s.f). [En línea]. Available: <http://mardeasa.es/descargas/curso-Confeccion-y-publicacion-de-paginas-web/22-CSS-Flexbox-y-Grid.pdf>. [Último acceso: 17 julio 2021].
- [27] G. Cabrera, "SOMOS PNT- CSS Grid vs Flexbox vs Bootstrap", 8 marzo 2020. [En línea]. Available: <https://sospnt.com/blog/152-css-grid-vs-flexbox-vs-bootstrap>. [Último acceso: 17 julio 2021].
- [28] Armando Paredes, "Capítulo 5- JavaScript", de *JavaScript*, (s.f), pp. 1, 13.
- [29] Fazt Blog, "Fazt Blog", 1 abril 2017. [En línea]. Available: <https://blog.faztweb.com/2017/04/que-es-nodejs-desde-cero-para.html>. [Último acceso: 17 julio 2021].
- [30] Node.Js, "Node.Js", (s.f). [En línea]. Available: <https://nodejs.org/en/>. [Último acceso: 17 julio 2021].
- [31] SweetAlert2, "SweetAlert2", (s.f). [En línea]. Available: <https://sweetalert2.github.io/>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [32] J. Soler-Adillon, "Universitat de Catalunya- Los mejores Editores de Código", 22 marzo 2017. [En línea]. Available: <https://mosaic.uoc.edu/2017/03/22/los-mejores-editores-de-codigo/>. [Último acceso: 19 julio 2021].

- [33] L. Delgado, “FreeCodeCamp”, 13 enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.freecodecamp.org/espanol/news/como-elegir-el-mejor-editor-de-javascript/>. [Último acceso: 19 julio 2021].
- [34] Firebase, “Representación de la marca Firebase”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/brand-guidelines?hl=es-419>. [Último acceso: 20 julio 2021].
- [35] M. C. García, *Desarrollo de una aplicación Android de apuestas utilizando Firebase para la sincronización de datos*, Castellón de la Plana, 2017, p. 14.
- [36] Firebase, “Firebase por plataforma”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs>. [Último acceso: 20 julio 2021].
- [37] Y. Muradas, “OpenWebinars- Qué es Firebase?”, 22 junio 2021. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/que-es-firebase-de-google/>. [Último acceso: 20 julio 2021].
- [38] Firebase, “Planes de Precios”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/pricing>. [Último acceso: 20 julio 2021].
- [39] Raspberry Pi Foundation, “About us”, (s.f). [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/about/>. [Último acceso: 21 julio 2021].
- [40] G. Halfacree, *Raspberry Pi Beginner’s Guide*, Cambridge: Nicola King, 2019, pp. 8, 90.
- [41] P. Santamaría, “ElOutput- Raspberry Pi: la historia del miniPC más famoso del mundo”, 5 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://eloutput.com/productos/gadgets/raspberry-pi/>. [Último acceso: 21 julio 2021].
- [42] Raspberry Pi, “Raspberry Pi Documentation”, (s.f). [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.com/documentation/#hardware-compare>. [Último acceso: 21 julio 2021].
- [43] Raspberry Pi, “Raspberry Pi Operating system images”, (s.f). [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.com/software/operating-systems/#raspberry-pi-os-32-bit>. [Último acceso: 22 julio 2021].
- [44] Raspberry Pi, “Raspberry Pi Imager”, Cambridge.

- [45] Python, “Preguntas frecuentes generales sobre Python”, (s.f). [En línea]. Available: <https://docs.python.org/es/3/faq/general.html#what-is-python>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [46] Python, “Downloads”, (s.f). [En línea]. Available: <https://www.python.org/downloads/>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [47] Python, “What’s New In Python”, (s.f). [En línea]. Available: <https://docs.python.org/3.1/whatsnew/3.0.html>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [48] W3C, “W3C- HTML & CSS”, 2016. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>. [Último acceso: 24 julio 2021].
- [49] J. J. Valdivia Caballero, *Modelo de procesos para el desarrollo del front-end de aplicaciones web*, Lima, 2016.
- [50] Firebase, “Firebase Hosting”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/hosting>. [Último acceso: 27 julio 2021].
- [51] Canva.com, (s.f). [En línea]. Available: <https://www.canva.com/>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [52] Flaticon, (s.f). [En línea]. Available: <https://www.flaticon.es/>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [53] Online Tutorials, “Youtube”, (s.f). [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=BQSNBa3gZJU>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [54] MinzCode- CodePen, “Custom Range Slider”, 8 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://codepen.io/MinzCode/pen/rNxYYOZ>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [55] Firebase, “Autentica con Firebase”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth/web/password-auth>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [56] Firebase, “Lee y escribe datos en la Web”, (s.f). [En línea]. Available: Lee y escribe datos en la Web. [Último acceso: 28 julio 2021].

- [57] Raspberry Pi, "Raspberry Pi OS", (s.f). [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.com/software/>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [58] Real VNC, "VNC Connect", (s.f). [En línea]. Available: <https://www.realvnc.com/es/connect/download/vnc/>. [Último acceso: 29 julio 2021].
- [59] J. Rivera, "GitHub", 21 enero 2017. [En línea]. Available: <https://github.com/rpi-jefer/firebase-leds>. [Último acceso: 29 julio 2021].
- [60] Ediciones-Eni, "Controlar las entradas y salidas de audio con pyalsaaudio", 1 abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.ediciones-eni.com/open/mediabook.aspx?idR=ba08873d9d419fe98db43b95e000bc23>. [Último acceso: 29 julio 2021].
- [61] W. Hill, *How to Integrate Firebase Into Your App*, Michigan, (s.f).
- [62] Raspberry-Spy, "How To Autostart Apps In Rasbian LXDE Desktop", 3 mayo 2014. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi-spy.co.uk/author/matt/>. [Último acceso: 29 julio 2021].
- [63] E. A. Espitia Torres, "Espacio Tecnológico", 14 junio 2019. [En línea]. Available: <https://espaciotecnologico.co/deshabilitar-apagado-automatico-pantalla-raspberry/>. [Último acceso: 29 julio 2021].
- [64] EnMiMaquinaFunciona, "Inhabilitar la función de restauración de sesión de Google Chrome", 13 agosto 2012. [En línea]. Available: <https://www.enmimaquinafunciona.com/pregunta/31058/-inhabilitar-la-funcion-de-restauracion-de-sesion-de-google-chrome->. [Último acceso: 29 julio 2021].
- [65] G. D. Chiriboga Abata, *Diseño e Implementación de un Amplificador para audio Clase D, Monofónico, de 100W*, Quito, 2015.
- [66] DIY Electrónica, "DIY Electrónica", (s.f). [En línea]. Available: <https://www.electronicadiy.com/products/modulo-amplificador-de-audio-200-watts-xh-m510-tda7498>. [Último acceso: 16 octubre 2021].
- [67] Definición.De, "Definición.De", (s.f). [En línea]. Available: <https://definicion.de/>. [Último acceso: 27 julio 2021].

- [68] Firebase, “Firebase Realtime Database”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/database?hl=es>. [Último acceso: 27 julio 2021].
- [69] Firebase, “Cloud Storage para Firebase”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/storage>. [Último acceso: 27 julio 2021].
- [70] Firebase, “Google Analytics”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/analytics>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [71] Firebase, “Agrega el SDK de Firebase Admin a tu servidor”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/admin/setup?hl=es-419>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [72] Firebase, “Referencia de Firebase CLI”, (s.f). [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/cli>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [73] Kodi, “Kodi.tv”, (s.f). [En línea]. Available: <https://kodi.tv/>. [Último acceso: 28 julio 2021].
- [74] CodigoFacilito, “Youtube- Qué es REST explicado”, 3 agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=ul1NudeLstc>. [Último acceso: 16 octubre 2021].

ANEXOS

ANEXO A. Documentación de Entrevistas para recolección de información de Radio Quántica y otras radios estudiantiles en línea.

ANEXO B. Manual de Usuario de Aplicación Web.

ANEXO C. Encuesta de satisfacción miembros de Radio Quántica.

ANEXO DIGITAL D. Tabulación de respuestas de la Encuesta de satisfacción miembros de Radio Quántica.

ANEXO DIGITAL E. Código fuente del proyecto

Anexo A

Documentación de Entrevistas para recolección de información de Radio Quántica y otras radios estudiantiles en línea



ESCUELA
POLITÉCNICA
NACIONAL

INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN)

Diego Gonzalo Alvarado Egas
Quito, enero de 2022



RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Acta de documentación de Entrevista

La presente acta documenta la entrevista realizada al **Sr. Inti Poaquiza Azogue, Líder de la Dirección Técnica e Informática de Radio Quántica**, radio estudiantil de la Escuela Politécnica Nacional.

El objetivo de la entrevista se basa en realizar una recolección breve y general de la información técnica de Radio Quántica, en beneficio del proyecto de titulación del Sr. Diego Gonzalo Alvarado Egas, titulado **INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN)**.

Medio de la entrevista: virtual (mensajería instantánea)

Entrevistadores: Diego Gonzalo Alvarado Egas

Documentador: Andrea Oña Sigcha

Fecha de la entrevista: 9 de julio de 2021

Pregunta N°1

Detalle brevemente el equipamiento técnico que presume Radio Quántica.

La cabina de Radio Quántica se separa en dos espacios: el área de controles y la mesa de locución.

El área de controles es donde una persona dirige lo técnico del programa, me refiero el control de volumen y ganancias de los locutores, el manejo de consolas y de la computadora principal para grabar y otras cosas. Aquí tenemos una computadora de escritorio, un micrófono de condensador para controles, un par de audífonos de diadema, una consola de dieciséis canales y una más pequeña para los micrófonos. La computadora tiene todos sus periféricos y tiene dos monitores en lugar de uno, para mayor facilidad a la persona que esté en controles. También tenemos dos parlantes monitores, para que se reproduzca el contenido con fidelidad y potencia dentro de la cabina. Finalmente hacemos uso de otra computadora de escritorio con todos sus periféricos, para edición de programas y redacción de documentos.

La mesa de locución es donde están las personas que van a emitir el programa. Ahí tenemos tres micrófonos de condensador, tres pares de audífonos de diadema y una mezcladora para los audífonos.

Pregunta N°2

¿Qué programa utiliza Radio Quántica para la programación diaria?

Actualmente utilizamos el programa Zara Radio, pero pronto vamos a utilizar el Jazler Radio Star 2.

Pregunta N°3

¿A través de qué programa y servidor colocan su reproducción en línea?

Utilizamos un programa para hacer streaming que se llama Butt, el cual coge el audio de la tarjeta de sonido de la computadora y lo envía al servidor de Icecast de CEDIA. En la página web de Radio Quántica anclamos un reproductor básico del servidor. La EPN tiene un convenio con CEDIA, por eso podemos utilizar gratis el servidor. Radio Quántica se reproduce por <http://radioquantica.epn.edu.ec/>.

Pregunta N°4

¿Se encuentra usted de acuerdo con que esta conversación sea documentada como entrevista para figurar como referencia del proyecto de titulación del Sr. Alvarado?

Sí, no tengo problema.

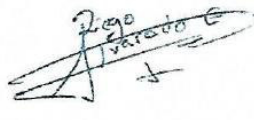
Firman para constancia:

X



Lcda. Andrea Oña Sigcha
Directora de la Unidad de Producción RQ

X



Sr. Diego Alvarado Egas
Productor General de RQ





RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Acta de documentación de Entrevista

La presente acta documenta la entrevista realizada al **Lcdo. Mario Conejo Díaz, Mag**, representante de **Radio Espe**, la radio estudiantil en línea de la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE.

El objetivo de la entrevista se basa en realizar una recolección general de información respecto a radios online estudiantiles del Ecuador, en beneficio del proyecto de titulación del Sr. Diego Gonzalo Alvarado Egas, titulado INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN).

Medio de la entrevista: virtual (llamada telefónica vía Whatsapp)

Entrevistadores: Diego Gonzalo Alvarado Egas, Jonathan Jaramillo Arboleda

Documentador: Andrea Oña Sigcha

Fecha de la entrevista: 12 de julio de 2021

Pregunta N°1

¿Podría usted proporcionar información respecto a la misión, visión y fines generales de la radio que representa?

Usted puede encontrar información respecto a la radio en la página web oficial de la radio y en nuestras redes sociales; no obstante, puedo dejar en claro que el objetivo es educar, informar y comunicar a través del medio, combinando la parte educativa con la educación.

Tenemos una programación limitada, pero tratamos de que sea lo más dinámica posible, conformando alianzas estratégicas con otras universidades, buscando pasantes de instituciones públicas y privadas. Los recursos económicos siempre son un limitante para nuestro desenvolvimiento.

Durante algún tiempo estuvimos al aire en la zona del valle con señal abierta hasta el año 2010; sin embargo, por asuntos de regulaciones tuvimos que abandonar la frecuencia ya que se solicitaba una inversión para el efecto.

✉ radio.quantica@epn.edu.ec

🌐 radioquantica.epn.edu.ec

🏠 Ladrón de Guevara E11-253, Quito 170517
Escuela Politécnica Nacional Edificio 20
Planta baja junto a las oficinas de FEPON

Figura A.3 Acta de documentación de entrevista- Radio ESPE (página 1)

Pregunta N°2

Detalle brevemente el equipamiento técnico que presume Radio Espe.

Radio Espe está separado en dos ambientes: set y controles. Utilizamos una consola principal, además de cuatro micrófonos en set y dos computadoras con sus respectivos periféricos, una en set y otra en controles. También tenemos dos parlantes monitores, uno en set y otro en controles.

Pregunta N°3

¿Qué programa utiliza Radio Espe para la programación diaria?

Utilizamos el programa Zara Radio para la programación; sin embargo en este momento, debido a la pandemia, utilizamos una aplicación que se llama Azuracast, desde donde es posible realizar la configuración de la programación de la radio desde cualquier lugar, siempre que se esté conectado a internet.

Pregunta N°4

¿A través de qué programa y servidor colocan su reproducción en línea?

Utilizamos el programa Butt para colocar al aire nuestra señal y otros programas que nos permiten salir a través de Facebook Live. Además, hemos conseguido colocar nuestro radio en satélite, para reproducir nuestro contenido a nivel mundial a través de Radio Garden. La radio se reproduce desde nuestro sitio web <http://radioespe.espe.edu.ec/> y a través de Radio Garden en <https://radio.garden/listen/radio-espe/UP2668JG>.

Pregunta N°5

¿Se encuentra usted de acuerdo con que esta llamada sea documentada como entrevista para figurar como referencia del proyecto de titulación del Sr. Alvarado?

No habría ninguna complicación.



RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Pregunta N°6

¿Podría usted hacernos llegar fotos de la cabina radial de Radio Espe?

Claro que sí. (Fotos adjuntas a este documento)

Firman para constancia:

X

Lcda. Andrea Oña Sigcha
Directora de la Unidad de Producción RQ

X

Sr. Diego Alvarado Egas
Productor General de RQ



Adjunto



Ilustración 1: Set Radio Espe

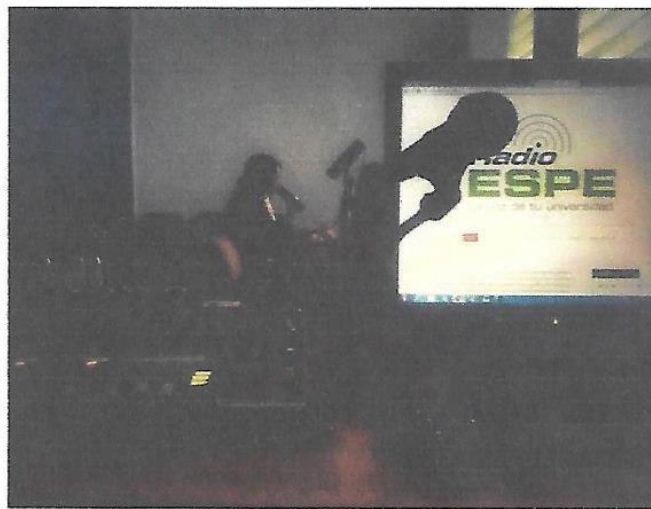


Ilustración 2: Controles Radio Espe



RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Acta de documentación de Entrevista

La presente acta documenta la entrevista realizada a la **Lcda. Jhoanna Gualavisí Caiza, Representante de Radio Universitaria**, radio en línea de la Universidad Central del Ecuador.

El objetivo de la entrevista se basa en realizar una recolección general de información respecto a radios online estudiantiles del Ecuador, en beneficio del proyecto de titulación del Sr. Diego Gonzalo Alvarado Egas, titulado **INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN)**.

Medio de la entrevista: virtual (correo)

Entrevistadores: Diego Gonzalo Alvarado Egas, Jonathan Jaramillo Arboleda

Documentador: Andrea Oña Sigcha

Fecha de la entrevista: 13 de julio de 2021

Pregunta N°1

¿Podría usted proporcionar información respecto a la misión, visión y fines generales de la radio que representa?

ANTECEDENTES

El proyecto de Radio Universitaria on line, surge por la necesidad de contar con un medio auditivo virtual como parte de un sistema multimedia institucional, que permita difundir el pensamiento, los saberes, los avances investigativos y científicos, el debate y la reflexión sobre los grandes problemas sociales a través de las voces de los actores que constituyen la comunidad universitaria.

El medio radial, incorporado en la plataforma virtual de la Universidad, permitirá un acercamiento con otras instituciones de educación superior, con otras emisoras, con jóvenes estudiantes, profesionales en varios campos y con el público en general, no solo de Ecuador, sino del mundo. Este acercamiento se evidenciará a través de una interacción social y simbólica

✉ radio.quantica@epn.edu.ec

🌐 radioquantica.epn.edu.ec

🏠 Ladrón de Guevara E11-253, Quito 170517 Escuela

Figura A.7 Acta de documentación de entrevista- Radio Universitaria UCE (página 1)



RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

con esos públicos que conocerán, se informarán, disenterán con las propuestas que, desde la Universidad Central del Ecuador, planteen los productores de cada uno de los programas. Por ello, cabe tener en cuenta que la Radio Universitaria on line constituye un medio de vinculación con la sociedad, un espacio de práctica pre-profesional y el lugar que crea la Universidad para incorporar la diversidad de pensamiento y expresiones universitarias.

MISIÓN

La Radio Universitaria on line es un sistema multimedios de comunicación de servicio público de calidad, que trabaja con ética profesional, comprometida con la sociedad y con los valores universitarios como vínculo necesario entre la Universidad Central del Ecuador y la sociedad.

VISIÓN

Radio Universitaria on line busca ser el primer sistema universitario público multimedios, que propicia el diálogo, análisis, reflexión y expresión del pensamiento universitario sobre la ciencia, la cultura y la sociedad, desde una perspectiva pluralista, científica y académica.

Pregunta N°2

Detalle brevemente el equipamiento técnico que presume Radio Universitaria.

Radio Universitaria está separada en dos ambientes, set y controles; y consta de:

- 1 consola behringer XENIX X2442 USB
- 2 computadoras portátiles
- 1 computadora de escritorio
- 4 micrófonos

Pregunta N°3

¿Qué programa utiliza Radio Universitaria para la programación diaria?

JAZLER RADIOSTAR 2.

✉ radio.quantica@epn.edu.ec

🌐 radioquantica.epn.edu.ec

🏠 Ladrón de
Guevara E11-
253, Quito
170517
Escuela

Pregunta N°4

¿A través de qué programa y servidor colocan su reproducción en línea?

La señal de los locutores pasa a través de los micrófonos hasta la consola, desde donde se envía a la computadora de grabación y a la de emisión donde se enlaza con la página web a través de un servicio de Streaming. Todos los Audios como música, efectos, etc. son enviados desde la tercera computadora igualmente hacia la consola.

La señal de la radio es enviada al servicio de Streaming de la empresa Grupo Mundo Digital el cual enlaza la señal directamente a la página web de la Universidad (<https://www.uce.edu.ec>).

Pregunta N°5

¿Se encuentra usted de acuerdo con que esta llamada sea documentada como entrevista para figurar como referencia del proyecto de titulación del Sr. Alvarado?

Estamos de acuerdo con la utilización de la información para la tesis.

Pregunta N°6

¿Podría usted hacernos llegar fotos de la cabina radial de Radio Universitaria?

(Fotos adjuntas a este documento)

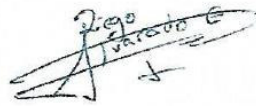
Firman para constancia:

X



Lcda. Andrea Oña Sigcha
Directora de la Unidad de Producción RQ

X



Sr. Diego Alvarado Egas
Productor General de RQ



Adjunto



Ilustración 1: Set Radio Universitaria UCE



Ilustración 2: Controles Radio Universitaria UCE



RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Acta de documentación de Entrevista

La presente acta documenta la entrevista realizada al **Lcdo. Fernando Rendón Salazar, Mag, Asistente de Comunicación de la Radio Politécnica de Manabí**, radio en frecuencia modulada y en línea de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí- Manuel Félix López.

El objetivo de la entrevista se basa en realizar una recolección general de información respecto a radios online estudiantiles del Ecuador, en beneficio del proyecto de titulación del Sr. Diego Gonzalo Alvarado Egas, titulado **INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN)**.

Medio de la entrevista: virtual (llamada telefónica vía Whatsapp)

Entrevistadores: Diego Gonzalo Alvarado Egas, Jonathan Jaramillo Arboleda

Documentador: Andrea Oña Sigcha

Fecha de la entrevista: 13 de julio de 2021

Pregunta N°1

¿Podría usted proporcionar información respecto a la misión, visión y fines generales de la radio que representa?

Actualmente la radio trabaja con la misma misión y visión de la institución educativa a la que nos debemos.

Pregunta N°2

Detalle brevemente el equipamiento técnico que presume Radio Politécnica de Manabí.

Nuestra cabina radial está separada en dos ambientes: controles y set. Utilizamos una consola, una interfaz MIDI, cuatro micrófonos y cuatro computadoras con sus respectivos periféricos. Además, el set posee una televisión y cámaras pequeñas para streaming en redes sociales.



RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Pregunta N°3

¿Qué programa utiliza Radio Politécnica de Manabí para la programación diaria?

Utilizamos Jazler Radio Star 2.

Pregunta N°4

¿A través de qué programa y servidor colocan su reproducción en línea?

El audio tomado de la tarjeta de sonido de una computadora se envía al servidor de CEDIA a través del programa Butt. El reproductor de CEDIA se inserta en la página web de la Universidad (<http://www.espam.edu.ec/>). Además, utilizamos el programa Radio Caster para que la radio se reproduzca desde <https://radiopolitecnica.caster.fm/>.

Pregunta N°5

¿Se encuentra usted de acuerdo con que esta llamada sea documentada como entrevista para figurar como referencia del proyecto de titulación del Sr. Alvarado?

Sí, no hay ningún problema. De igual manera nuestro gerente, el Lcdo. Carlos Bravo, ya tiene conocimiento de aquello.

Pregunta N°6

¿Podría usted hacernos llegar fotos de la cabina radial de Radio Politécnica de Manabí?

Claro, con mucho gusto. (Fotos adjuntas a este documento)



RADIO QUÁNTICA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Firman para constancia:

X

Lcda. Andrea Oña Sigcha
Directora de la Unidad de Producción RQ

X

Sr. Diego Alvarado Egas
Productor General de RQ



✉ radio.quantica@epn.edu.ec

🌐 radioquantica.epn.edu.ec

🏠 Ladrón de Guevara E11-253, Quito 170517
Escuela Politécnica Nacional Edificio 20
Planta baja junto a las oficinas de FEPON

Figura A.13 Acta de documentación de entrevista- Radio Politécnica de Manabí (página 3)

Adjunto

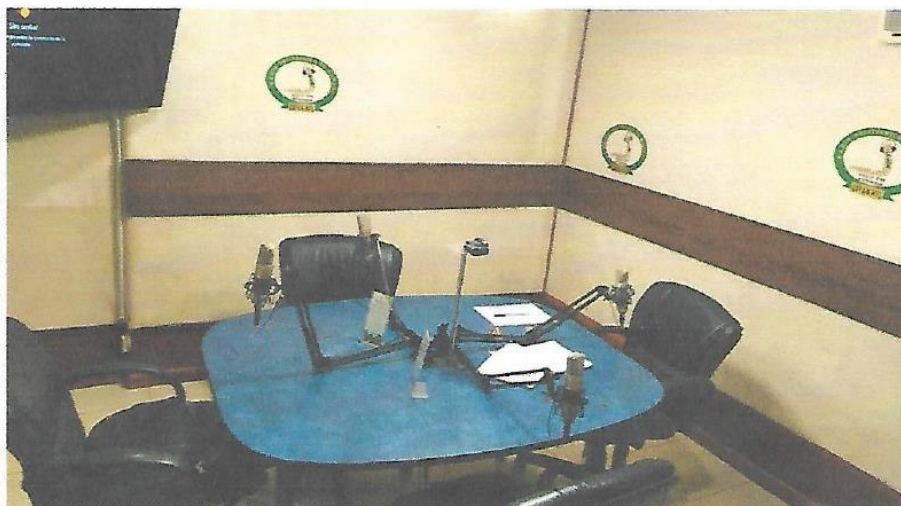


Ilustración 1: Set Radio Politécnica de Manabí



Ilustración 2: Controles Radio Politécnica de Manabí

Anexo B

Manual de Usuario de Aplicación Web



ESCUELA
POLITÉCNICA
NACIONAL

INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN)

Diego Gonzalo Alvarado Egas

Quito, enero de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. ACCESO A LA APLICACIÓN WEB	3
2. AUTENTICACIÓN COMO USUARIO ADMINISTRADOR	3
2.1. RECUPERACIÓN DE CONTRASEÑA.....	4
3. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE DIFUSIÓN.....	6
3.1. ENCENDIDO Y APAGADO MANUAL.....	7
3.2. CONFIGURACIÓN DE VOLUMEN	8
3.3. CONFIGURACIÓN TRADICIONAL DE TEMPORIZACIÓN	9
3.4. CONFIGURACIÓN DE EVENTOS ESPECIALES	11
3.4.1. EDICIÓN Y ELIMINACIÓN DE REGISTROS DE ACCIONES.....	12
3.5. ERRORES DE CONFIGURACIÓN	14
4. BOTÓN DE REGRESO A LA PÁGINA WEB DE RADIO QUÁNTICA	15
5. SALIR DE LA APLICACIÓN WEB	15

1. ACCESO A LA APLICACIÓN WEB

Para acceder a la aplicación web es necesario visitar la página oficial de Radio Quántica (<http://radioquantica.epn.edu.ec/>) y seleccionar la última opción del menú superior, titulada Administración. La interfaz de este sitio web se observa en la Figura B.1. Además, es posible acceder a la aplicación directamente desde el enlace <https://radioquantica-admin.web.app/>.



Figura B.1 Interfaz principal del sitio web de Radio Quántica

2. AUTENTICACIÓN COMO USUARIO ADMINISTRADOR

En la interfaz de inicio y autenticación de la aplicación web (Figura B.2), se procede a ingresar las credenciales correctas para la configuración del módulo de difusión. Al dar clic en *Ingresar*, el sistema validará la información ingresada y aceptará o no la autenticación.

En caso de ingresar las credenciales de manera errónea, el sistema mostrará la alerta de la Figura B.3, negando al usuario su ingreso.



Figura B.2 Interfaz principal del sitio web de Radio Quántica

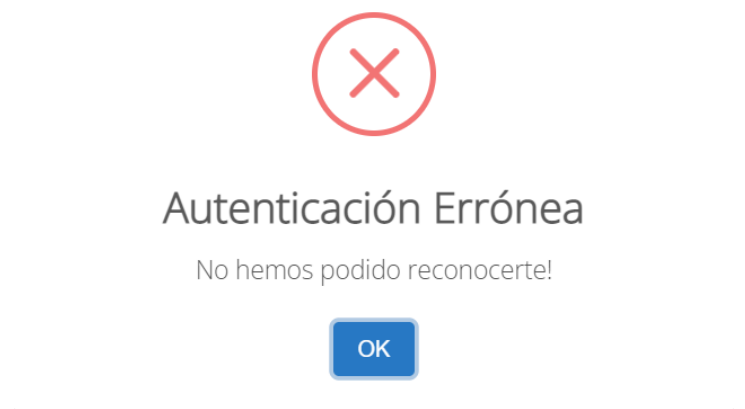


Figura B.3 Alerta de error de autenticación

2.1. RECUPERACIÓN DE CONTRASEÑA

En caso de no recordar la contraseña, el usuario debe presionar el botón *¿Olvidó su contraseña?*. Dando clic en *Sí* se supera la alerta de la Figura B.4 y se obtiene el mensaje de la Figura B.5.

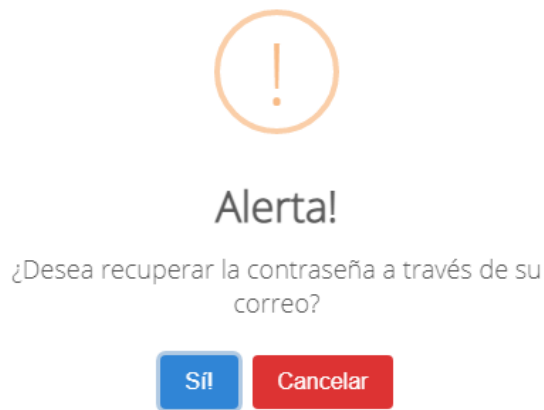


Figura B.4 Alerta de confirmación para recuperación de contraseña

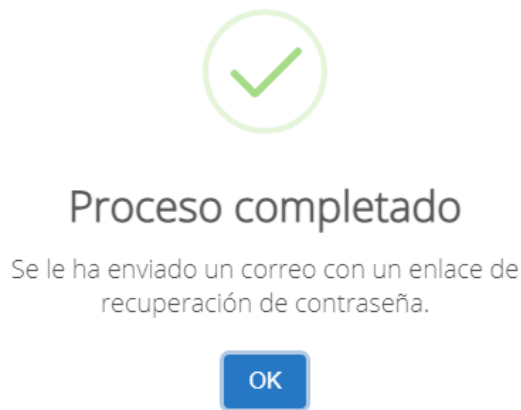


Figura B.5 Mensaje de confirmación de envío de correo para recuperación de contraseña

El correo enviado para recuperar la contraseña luce como el de la Figura B.6. Al presionar el enlace se redirige al apartado de la Figura B.7, en donde se debe ingresar la nueva contraseña y guardarla.

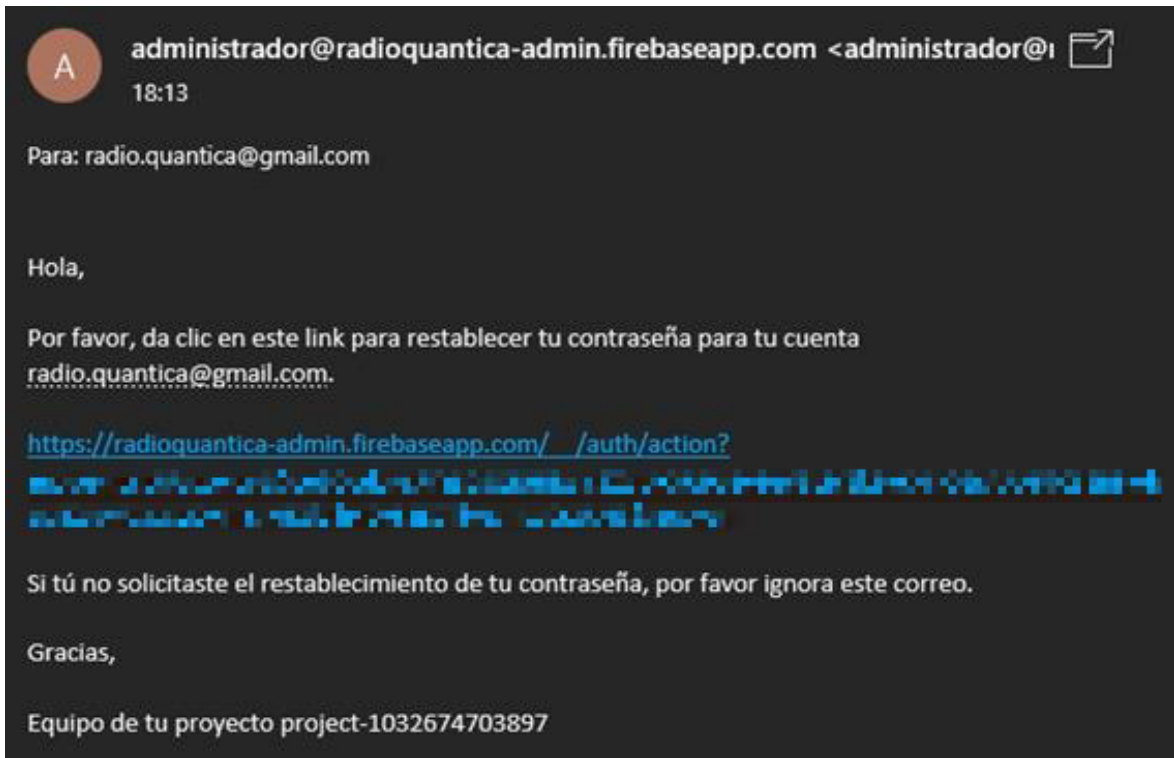


Figura B.6 Ejemplo de correo para recuperación de contraseña

A screenshot of a web form titled 'Reset your password'. Below the title, it says 'for radio.quantica@gmail.com'. There is an input field labeled 'New password' with a blue underline and a toggle icon (an eye) to its right. At the bottom right of the form is a blue button with the text 'SAVE' in white capital letters.

Figura B.7 Apartado de ingreso de nueva contraseña

3. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE DIFUSIÓN

Una vez superado el filtro correspondiente a la autenticación, se muestra la interfaz principal de la aplicación web (Figura B.8).



Figura B.8 Interfaz principal de la aplicación web

3.1. ENCENDIDO Y APAGADO MANUAL

Antes de describir el proceso de configuración de temporización, es oportuno destacar la facultad de encendido y apagado manual que ofrece la aplicación web.

Normalmente la casilla de verificación (interruptor) de *Estado* (Figura B.9) cambia su posición de acuerdo con la temporización configurada por el usuario administrador; sin embargo, en caso de ser necesario, este puede encender o apagar el dispositivo seleccionado (Figura B.10) de forma manual, presionando el interruptor correspondiente.



Figura B.9 Interruptor de Estado

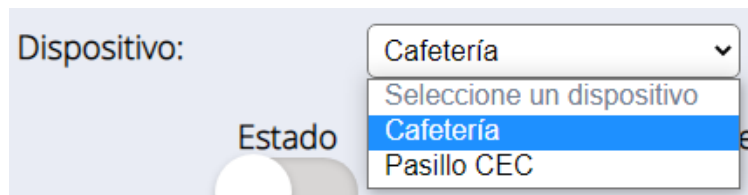


Figura B.10 Selector de dispositivo

Si el interruptor de *Temporización* se encuentra habilitado, al presionar el correspondiente al *Estado*, el sistema alertará con la notificación de la Figura B.11. En caso de acceder a la premisa expuesta en el mensaje, se presiona el botón *Sí* e inmediatamente se observa el cambio del interruptor de *Estado* en la aplicación web (Figura B.12).

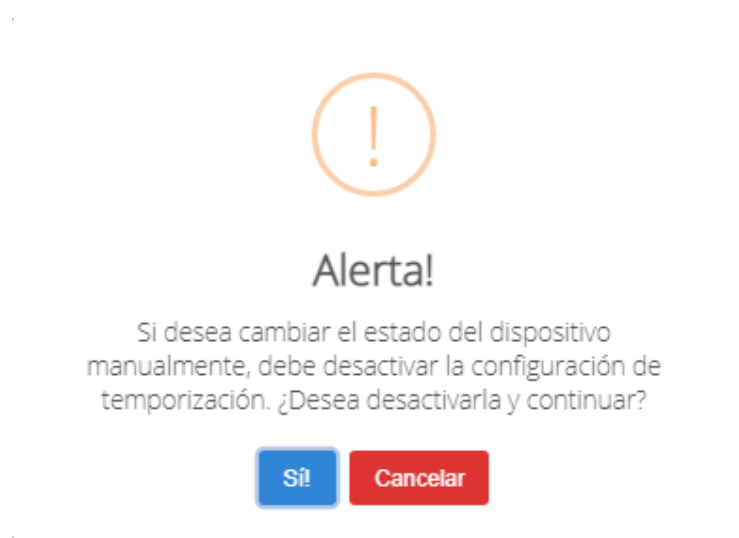


Figura B.11 Alerta de confirmación de encendido o apagado manual del dispositivo



Figura B.12 Evidencia de cambio de estado del dispositivo

3.2. CONFIGURACIÓN DE VOLUMEN

La configuración de volumen no obedece a la temporización establecida en la aplicación web. El nivel de volumen puede ser modificado independientemente del estado del módulo de difusión. El único escenario en que la barra de volumen (Figura B.13) deja de estar visible y disponible es cuando los dos interruptores, tanto de *Estado* como de *Temporización*, están deshabilitados.

Como es de suponerse, el movimiento hacia la derecha del elemento circular de la barra responde a un aumento de volumen; mientras que, el movimiento hacia la izquierda conlleva a una disminución de este parámetro en el módulo de difusión.

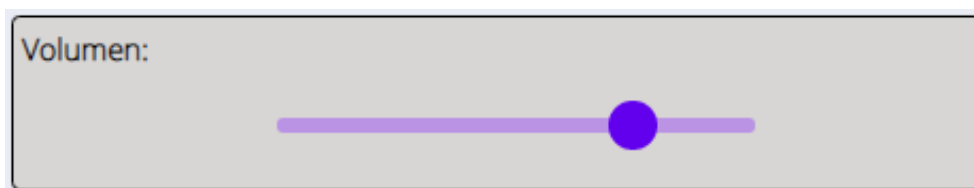


Figura B.13 Barra de volumen

3.3. CONFIGURACIÓN TRADICIONAL DE TEMPORIZACIÓN

Para establecer un horario específico de funcionamiento del módulo de difusión se inicia seleccionando el dispositivo a configurar (Figura B.14), habilitando la casilla de verificación o interruptor correspondiente a Temporización (Figura B.15) y escogiendo el caso de temporización *Lunes a Viernes* o *Fines de Semana*. (Figura B.16).

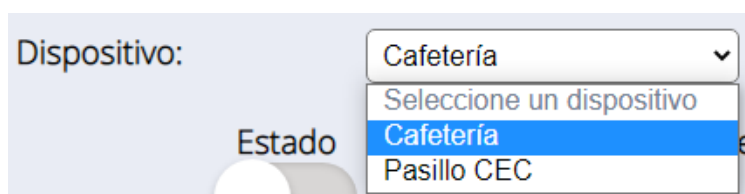


Figura B.14 Selección de dispositivo

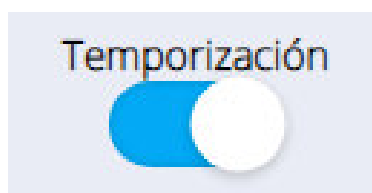


Figura B.15 Habilitación de configuración de temporización

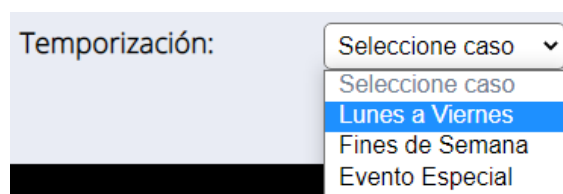


Figura B.16 Selección del caso Lunes a Viernes para configuración del módulo de difusión

Verificando su validez, se configuran los horarios necesarios (Figura B.17) y se presiona *Guardar* para enviarlos al apartado del resumen de acciones (Figura B.18). Para

establecer más de un (1) horario por día, se da clic en el botón más (+), situado junto a cada horario. Es imprescindible tomar en cuenta que es posible configurar hasta cinco (5) horarios por cada día de la semana para los casos *Lunes a Viernes* y *Fines de Semana*.

Temporización: Lunes a Viernes

Lunes a Viernes

Lunes:

ON OFF +

Martes:

ON OFF +

ON OFF +

Miércoles:

ON OFF +

ON OFF +

ON OFF +

Jueves:

ON OFF +

ON OFF +

Viernes:

ON OFF +

Vaciar Guardar

Figura B.17 Configuración de horarios para el encendido del módulo de difusión en el caso Lunes a Viernes

Acciones

Lunes a Viernes

Lunes

Martes

12:00 - 16:00 22:00 - 23:50

Miércoles

13:00 - 13:35 14:00 - 14:25 15:00 - 15:45

Jueves

12:00 - 18:00 19:00 - 21:00

Viernes

16:15 - 16:25

Figura B.18 Acciones establecidas para la configuración del caso Lunes a Viernes

3.4. CONFIGURACIÓN DE EVENTOS ESPECIALES

El procedimiento para la configuración de eventos especiales inicia idénticamente al caso tradicional; a excepción de que, evidentemente, en *Temporización* se selecciona el caso *Evento Especial* (Figura B.19).

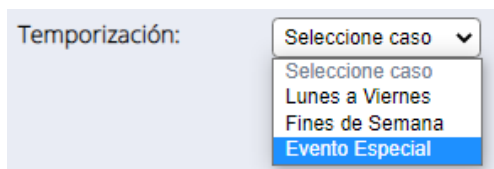


Figura B.19 Selección del caso Evento Especial

Como se ha realizado en el ejemplo de la Figura B.20, se selecciona el estado en que el evento necesita al módulo de difusión, ya sea apagado o encendido. Además, se ingresa el nombre del evento, la fecha y horario. En caso de requerir la configuración de más de un horario, haciendo uso del botón con símbolo más (+), es posible establecer hasta tres (3) horarios por cada evento especial. Finalmente, presionando el botón *Guardar* se envía la configuración al resumen de acciones (Figura B.21).

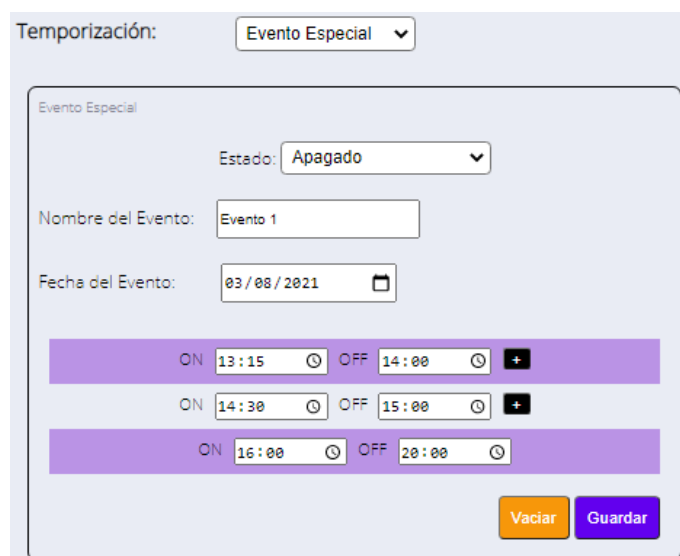


Figura B.20 Configuración del módulo de difusión para el caso Evento Especial

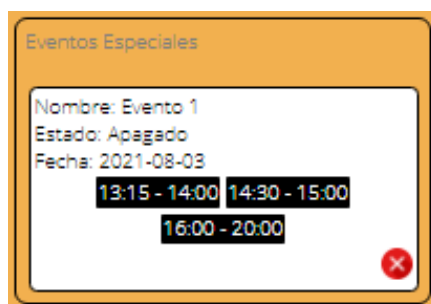


Figura B.21 Acciones establecidas para la configuración del caso Evento Especial

Es posible configurar hasta un total de diez (10) eventos especiales en la aplicación web. Al intentar configurar un evento número once (11), el sistema mostrará el mensaje de la Figura B.22. Por lo tanto, para configurar un evento más es necesario eliminar uno anterior.



Límite de eventos alcanzado

Es posible programar un máximo de 10 eventos. Si deseas agregar un evento, por favor elimina uno anterior.

OK

Figura B.22 Alerta de error debido al límite de configuración de eventos alcanzado

3.4.1. EDICIÓN Y ELIMINACIÓN DE REGISTROS DE ACCIONES

El resumen de acciones sintetiza los registros de configuración que se han realizado en la aplicación web. La aplicación web ofrece un botón central (Figura B.23) que permite la eliminación de todas las acciones de configuración de temporización registradas. Al presionar el botón, el sistema muestra la alerta de la Figura B.24 y dando clic en *Sí, ¡lo estoy!*, se muestra la notificación de éxito de la Figura B.25; consiguiendo finalmente la eliminación de todos los registros de acciones.

Borrar configuración de temporización

Figura B.23 Botón de eliminación de toda la configuración de temporización del dispositivo

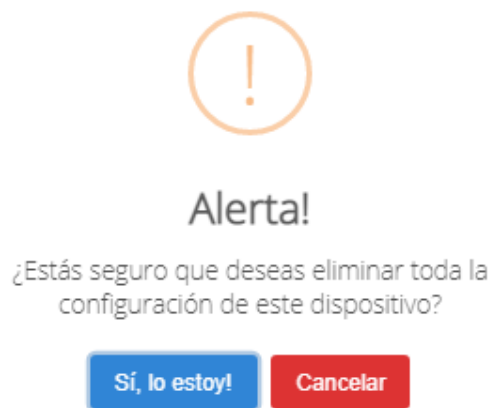


Figura B.24 Alerta de confirmación de eliminación de todos los registros de temporización del dispositivo

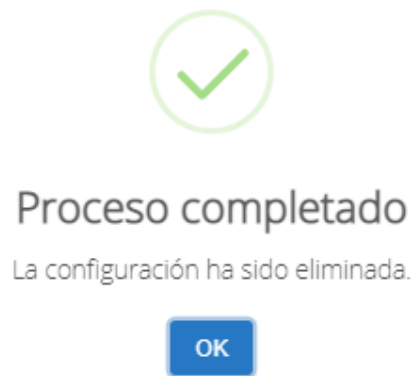


Figura B.25 Mensaje de éxito de configuración eliminada

En caso de tener la necesidad de editar o eliminar un registro específico, se debe dar clic en los botones con el ícono correspondiente a cada función (Figura B.26); estos botones se encuentran en la parte inferior derecha de cada sección del resumen de acciones.



Figura B.26 Botones de edición y eliminación específica de registros de configuración

3.5. ERRORES DE CONFIGURACIÓN

Existen dos posibles escenarios en los que la configuración se realice erróneamente para cualquier caso de temporización. El primero corresponde a la existencia de campos vacíos. Si el usuario deja algún campo necesario sin llenar (Figura B.27) y presiona el botón *Guardar*, el sistema responde con el mensaje de la Figura B.28.

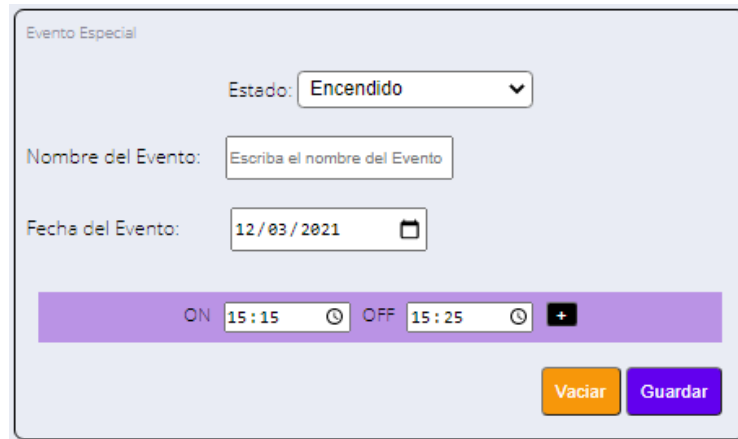


Figura B.27 Ejemplo de error del usuario de información incompleta

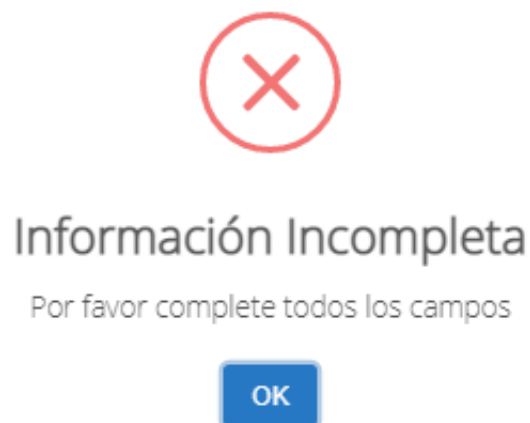


Figura B.28 Alerta de error por información incompleta

Por otra parte, si la hora de apagado ocurre antes que la hora de encendido (Figura B.29), se mostrará el mensaje de la Figura B.30.




Figura B.29 Ejemplo de error de ilógica configuración de horarios

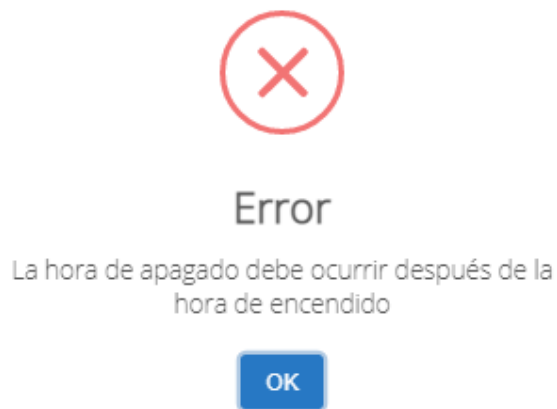


Figura B.30 Alerta de error por ilógica configuración de horarios

Presionando el botón *OK*, se procede a corregir el (los) error(es) y a guardar la configuración con el botón *Guardar*.

4. BOTÓN DE REGRESO A LA PÁGINA WEB DE RADIO QUÁNTICA

Tanto en la interfaz de inicio y autenticación como en la interfaz principal de la aplicación web, está disponible en la esquina superior derecha un botón exclusivo para volver a la página web de Radio Quántica (Figura B.31). Esta página es el punto de partida para acceder a la aplicación web.



Figura B.31 Botón para regresar al sitio web de Radio Quántica

5. SALIR DE LA APLICACIÓN WEB

En el pie de página de la interfaz principal de la aplicación web, se sitúa un botón (Figura B.32) que permite salir de la misma. Al presionarlo, el sistema muestra la alerta de la Figura B.33 y dando clic en *Sí, lo estoy!*, se regresa a la interfaz de inicio y autenticación.

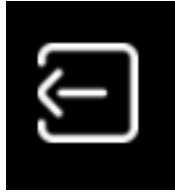


Figura B.32 Botón para salir de la aplicación web

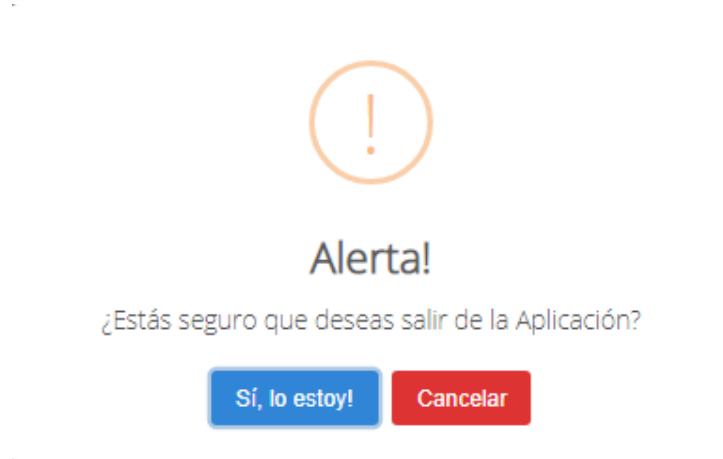


Figura B.33 Alerta de confirmación para abandonar la aplicación web

Anexo C

Encuesta de satisfacción miembros de Radio
Quántica



ESCUELA
POLITÉCNICA
NACIONAL

INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN)

Diego Gonzalo Alvarado Egas
Quito, enero de 2022

Esta encuesta tiene por objetivo conocer el nivel de satisfacción que tienen los miembros de Radio Quántica respecto a la funcionalidad, la apariencia y la factibilidad del proyecto de titulación del Sr. Diego Gonzalo Alvarado Egas, denominado: INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI PARA LA REPRODUCCIÓN DE RADIO QUÁNTICA (RADIO ESTUDIANTIL ONLINE DE LA EPN).

Información personal y organizacional con RQ

1. *Nombre completo:*

2. *Sexo:*

- Masculino
- Femenino
- Prefiero no decirlo

3. *Rango de edad:*

- 15 años – 18 años
- 19 años – 25 años
- 26 años – 35 años
- Más de 35 años

4. *¿Se considera usted miembro de la comunidad politécnica?*

- Sí
- No

5. *Si la respuesta a la pregunta N°4 fue afirmativa, ingrese su correo institucional: (opcional)*

6. *¿Es usted miembro del equipo de Radio Quántica? En caso de responder NO, pase a la pregunta 10.*

- Sí
- No

7. *¿Desde hace cuánto tiempo pertenece a Radio Quántica? (coloque el tiempo en meses)*

8. *Seleccione la dirección, área de trabajo o proceso base al que pertenece (Puede seleccionar más de una opción) En caso de no pertenecer a ninguna entidad administrativa de la radio, por favor seleccione la opción final y pase a la pregunta 10.*

- Producción General
- Secretaría General
- Dirección de Comunicación y Marketing Digital
- Dirección de Programación
- Dirección Técnica e Informática
- Dirección Administrativa y Financiera
- Unidad de Producción
- Equipo de Producción Musical
- Unidad de Noticias
- Comisión de Evaluación Interna
- No pertenezco a ninguna entidad administrativa de la radio.

9. *¿Lidera usted alguna de las entidades administrativas seleccionada en la pregunta anterior?*

- Sí
- No

Evaluación cuantitativa del Proyecto de Titulación

Aplicación Web

10. *Califique del 1 al 5 la facilidad del uso del ambiente de la aplicación web, donde 1 es muy complejo y 5 es muy sencillo.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

11. *Califique del 1 al 5 la funcionalidad y fluidez de la aplicación web, donde 1 es muy inestable y 5 es muy estable.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

12. *Califique del 1 al 5 qué tan intuitivo es el uso de la aplicación web, donde 1 es poco intuitivo y 5 es muy intuitivo.*

- 1
- 2
- 3
- 4

- 5

13. Califique del 1 al 5 los colores (apariencia) de la aplicación web, donde **1 es muy inadecuados** y **5 es muy adecuados**.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

14. Califique del 1 al 5 el tamaño de la letra (apariencia) de la aplicación web corriendo sobre un ordenador, donde **1 es muy inadecuado** y **5 es muy adecuado**.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

15. Califique del 1 al 5 el tamaño de la letra (apariencia) de la aplicación web corriendo sobre un dispositivo móvil, donde **1 es muy inadecuado** y **5 es muy adecuado**.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

16. Califique del 1 al 5 la distribución de elementos (apariencia) de la aplicación web corriendo sobre un ordenador, donde **1 es muy inadecuada** y **5 es muy adecuada**.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

17. Califique del 1 al 5 la distribución de elementos (apariencia) de la aplicación web corriendo sobre un dispositivo móvil, donde **1 es muy inadecuada** y **5 es muy adecuada**.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Dispositivo físico

18. Califique del 1 al 5 el tamaño (apariencia física) del dispositivo, donde **1 es muy inadecuado** y **5 es muy adecuado**.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Presentación y documentación del proyecto

19. *Califique del 1 al 5 los recursos de la presentación del proyecto a los miembros de Radio Quántica, donde **1 es nada comprensible** y **5 es muy comprensible**.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

20. *Califique del 1 al 5 la organización, la estructura de la presentación, el lenguaje técnico utilizado y la claridad de la explicación, donde **1 es nada comprensible** y **5 es muy comprensible**.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

21. *Califique del 1 al 5 la estructura y claridad del manual de usuario del proyecto, donde **1 es nada comprensible** y **5 es muy comprensible**.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

22. *Califique del 1 al 5 la coherencia de los objetivos con los resultados esperados del proyecto, donde **1 es nada coherente** y **5 es muy coherente**.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Opinión de factibilidad

23. *¿Cree usted que este proyecto puede incrementar el número de estudiantes que conoce y escucha Radio Quántica?*

- Muy poco probable

- Poco probable
- Probable
- Muy probable

24. *¿Cree usted que este proyecto pueda implementarse en el campus de la Escuela Politécnica Nacional?*

- Muy poco probable
- Poco probable
- Probable
- Muy probable

ORDEN DE EMPASTADO