SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA A ESTUDIANTES MEDIANTE CARNET VIRTUAL CON CÓDIGO QR



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Autor
Jorge Esteban Llanos Bermudez
Edgar Felipe Hurtado Pardo

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad Tecnológica
Ingeniería en Control

Bogotá D.C. Julio, 2021

SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA A ESTUDIANTES MEDIANTE CARNET VIRTUAL CON CÓDIGO QR



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Autor
Jorge Esteban Llanos Bermudez 20161383001
jellanosb@correo.udistrital.edu.co
Edgar Felipe Hurtado Pardo 20161383003
efhurtadop@correo.udistrital.edu.co

Modalidad
Monografía

Presentado para optar al título de: Ingeniero(a) en Control

Director
Ing. Edward Jacinto Gomez

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad Tecnológica
Ingeniería en Control
Bogotá D.C. Julio, 2021

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado primeramente a Dios por brindarnos la sapiencia a lo largo de la carrera, segundo gracias a nuestras familias por ser parte fundamental para concluir este objetivo.

Índice

Dedicatoria i
Índice ii
Índice de Figuras iii
Índice de Tablas iv
Índice de Anexos v
Glosario vi
Lista de Abreviaturas y Siglas vii
Resumen viii
Introducción 1
Planteamiento del problema 2
Justificación 37
Objetivos 8
    Objetivo General 8
    Objetivos específicos 8
Marco de referencia 9
    Antecedentes 9
    Marco teórico 16
    Marco Legal 26
Metodología 27
    Fase 1 27
    Fase 2 28
    Fase 3 37
    Fase 4 445
Resultados 803
Conclusiones y Recomendaciones 81
Referencias 82
Anexos 85

Índice de Figuras

Figura 1: Lista de asistencia app Android con conexión Bluetooth 10
Figura 2: App Android Para el control de Asistencias por medio de códigos únicos. 11
Figura 3: APP Android estudiantes asociados a un código QR. 12
Figura 4: Ingreso al campus temporal con código QR, Universidad de los Andes. 15
Figura 5: Código QR 16
Figura 6: Leer información de un código QR 17
Figura 7: Símbolos de posición / Símbolo de alineamiento 18
Figura 8: Líneas de dimensión 19
Figura 9: Datos y nivel de corrección de errores / Versión. 19
Figura 10: Bits contenidos dentro de un código QR 20
Figura 11: Ejemplo de matriz de bits dentro de un código QR 21
Figura 12: QR con sus bytes marcados 21
Figura 13: Diferencia entre código de barras y código QR 22
Figura 14: Lector o escáner QR 22
Figura 15: Raspberry Pi 23
Figura 16: Metodología SCRUM 27
Figura 17: Logo diseñado para la plataforma 29
Figura 18: Login 30
Figura 19: Dashboard administrativos 30
Figura 20: Menú principal Administrativos 31
Figura 21: Menú principal Profesores 31
Figura 22: Registro de asistencia a clases Profesores 32
Figura 23: Estados de clases asignados a profesores 32
Figura 24: Menú Principal y Dashboard Estudiantes 33
Figura 25: Diagrama de Conexión Dispositivo Control de Acceso 34
Figura 26: Prototipo Control de Acceso ensamblado 34
Figura 27: Parte del código del software control de acceso 35
Figura 28: Algoritmo Software Control de Acceso 36
Figura 29: Diagrama de flujo App 38
Figura 30: Ranking de lenguajes más populares a Julio del 2021 realizado por PYPL 39
Figura 31: Captura de pantalla Mockup 40
Figura 32: Captura de pantalla proyecto android studio 40
Figura 33: Código QR Control de Acceso 42
Figura 34: Captura de pantalla Inicio de clase 42
Figura 35: Captura de pantalla Opciones adicionales y Asistencia 43
Figura 36: Captura de pantalla QR de la clase 43
Figura 37: Captura de pantalla Registro de asistencia 44
Figura 38: Captura de pantalla Historiales Profesor 45
Figura 39: Configuración Amazon Relational Database Service (Amazon RDS) 50
Figura 40: Despliegue de Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) 51
Figura 41: Configuración de seguridad Amazon EC2 52
Figura 42: Acceso a la IP pública 52
Figura 43: Arquitectura de la solución multiplataforma **¡Error! Marcador no definido.** 53
Figura 44:Resultados evaluación automática del sitio web 54
Figura 45:Resultado Test de estrés para página de Login 60

Figura 46:Gráfica Test de estrés para página de Login 61
Figura 47:Resultado test de estrés para página principal. 61
Figura 48:Gráfica test de estrés para página principal. 62
Figura 49:Consumo de recursos servidor AWS durante el test de estrés 62
Figura 50:Pruebas de compatibilidad en diferentes navegadores 63
Figura 51:Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo de datos 64
Figura 52:Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo Bateria 64
Figura 53:Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo RAM 65
Figura 54:Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo CPU 65
Figura 55:Test Redmi Note 8 - Consumo de datos 66
Figura 56. Test Redmi Note 8 - Consumo Bateria 66
Figura 57:Test Redmi Note 8 - Consumo RAM 67
Figura 58:Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo CPU 67
Figura 59:Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo de datos 68
Figura 60:Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo Bateria 69
Figura 61:Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo RAM 69
Figura 62:Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo CPU 70
Figura 63:Test Samsung Galaxy S8 - Consumo de datos 70
Figura 64:Test Samsung Galaxy S8 - Consumo Bateria 71
Figura 65:Test Samsung Galaxy S8 - Consumo RAM 72
Figura 66:Test Samsung Galaxy S8 - Consumo CPU 72
Figura 67:Gráfica Test de seguridad API 74
Figura 68:Monitoreo EC2 AWS - Pos-Test de seguridad 74
Figura 69:Gráfica Test de funcionalidad API 75
Figura 70:Monitoreo EC2 AWS - Pos-Test de funcionalidad 75
Figura 71:Monitoreo RDS AWS - Tests de estrés 76
Figura 72:Configuración archivo robots.txt 77
Figura 73:Datos de inicios, novedades y finalización de clases 78
Figura 74:Registro de asistencia a clase 79
Figura 75:Registros del control de acceso 79

Índice de Tablas

Tabla 1: Acceso por Roles. 28
Tabla 2: Pruebas realizadas en plataforma web. 56
Tabla 3: Pruebas realizadas Aplicacion Android “App” 59
Tabla 4: Resumen test de rendimiento aplicación Android “App” 73

Índice de Anexos

Anexo 1: Anexo 1: Diagramas de base de datos y relaciones …...……...……85
Anexo 2: Especificaciones Funcionales de Diseño API ….……..88
Anexo 3: Gráfica de Rendimiento App Xiaomi MI 8 Lite……..……114
Anexo 4: Gráfica de Rendimiento Redmi Note 8 ……...……115
Anexo 5: Gráfica de Rendimiento Asus Zenfone Max ……...116
Anexo 6: Gráfica de Rendimiento Samsung Galaxy S8 ……117
Anexo 7: Respuesta Test de seguridad ……....118
Anexo 8: Respuesta Test de funcionalidad ...…….…..……121

Glosario

Concepto	Explicación breve y detallada del concepto
API	Application Programing Interface, lo que traduce interfaz de programación de aplicaciones, es un protocolo de comunicación entre aplicaciones de software que se componen de un conjunto de reglas.
JSON	Javascript Object Notation, lo que traduce Objeto de Notación Javascript, es un formato de agrupación de información la cual se utiliza para el manejo de datos entre aplicaciones de software.
QR	Son códigos de barras bidimensionales, la información está codificada dentro de un cuadro y se caracterizan por almacenar información alfanumérica.
Raspberry Pi	Es un ordenador de placa reducida muy utilizado para proyectos IoT.
IoT	Internet of Things o en español internet de las cosas, es un concepto de los objetos cotidianos conectados a internet para enviar o recibir información al momento.

Lista de Abreviaturas y Siglas

Sigla/Abreviatura	Significado
IES	Institución de educación superior
SNIES	Sistema Nacional de Información de la Educación Superior
SACES	Sistema de Aseguramiento de la calidad de la Información
OLE	Observatorio laboral de educación
SPADIES	Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior
CLABES	Congreso Latinoamericano sobre el Abandono en la Educación Superior
LTS	Long Term Support o Soporte a largo plazo
RDS	Relational Database Service o Servicio de Bases de datos relacionales
IIS	Internet Information Services o Servicios de información de internet
ms	milisegundos
IOPS	Inputs Outputs per Second

Resumen

En la actualidad algunas Instituciones de Educación Superior en Colombia no cuentan con sistemas que capturen, digitalicen y almacenen la información sobre el acceso de los estudiantes a los diferentes servicios ofertados. Esto se vuelve un inconveniente mayor, cuando la IES inicia un proceso de certificación de calidad, debido a que el Ministerio de Educación exige un sistema transversal que capture información relevante sobre los programas ofertados que permita asegurar la calidad de los mismos, esto se encuentra en *La Guía Para La Verificación De Condiciones Institucionales Para El Otorgamiento Del Registro Calificado,* creada por el ministerio. Instituciones como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Pedagógica Nacional o la Universidad Distrital Francisco José de Caldas son algunas de las instituciones que presentan una desarticulación de la información.

Dado el estado actual de las IES y sus procesos de registro manuales, no se cuenta con un sistema digital que articule la información y les permita analizar de forma transversal los datos recolectados en los diferentes programas ofertados. El resultado de esta desinformación afecta de forma directa la toma de decisiones basados en análisis erróneos.

Por ende se diseño, desarrollo e implemento un sistema IoT de registro multiplataforma para el registro de acceso a la institución, un control de clases y asistencia a estas mediante códigos QR en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas facultad tecnológica.

En el presente documento se encuentran especificadas cada una de las fases requeridas para la ejecución del proyecto, además se evidencia como la plataforma permite recolectar y centralizar la data ayudando a mejorar los procesos actuales brindando información en tiempo real, de calidad y confiable para la toma de decisiones, tanto administrativas como logísticas en la organización de recursos físicos y humanos al establecer la capacidad y disposición de las instalaciones.

Palabras claves: Control de Acceso, Control de Asistencia, QR, Raspberry Pi, IoT, Plataforma Digital, App.

1. Introducción

En la actualidad podemos observar que el manejo de la información ha generado una transición exponencial por la digitalización de los procesos[1] que ha llevado a adoptar una nueva expresión a nuestra cotidianidad y es la llamada cuarta revolución industrial o Industria 4.0 [2][3], esta implica la promesa de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos[4][5].

Dada las condiciones actuales de la gran mayoría de las Instituciones de educación superior en Colombia, en donde se manejan muchos de sus procesos de forma manual y poco sistematizada[6], se abre un abanico de oportunidades para que el concepto de revolución industrial 4.0 irrumpa de manera disruptiva en todo el ámbito académico.

Una de las problemáticas actuales que enfrenta la educación superior en el país es la deserción de sus estudiantes debido a la imposibilidad de la institución en hacer un seguimiento adecuado[7], esto debido a que la información con la que cuenta la institución no es oportuna ni se encuentra actualizada[8], además que es de difícil procesamiento[9], ya que la mayoría de los registros de asistencia a los programas ofertados se encuentran diligenciados manualmente[10].

En la presente monografía se presenta el desarrollo de un sistema IoT[4] de registro multiplataforma para el control de asistencias de estudiantes mediante códigos QR[20] en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultada Tecnológica. El sistema desarrollado está divido en dos partes fundamentales la primera el *backend* que está compuesto por un API desplegada en un servidor o instancia EC2 y una base de datos relacional implementada en una instancia RDS de Amazon. La segunda parte fundamental es el *frontend* o también denominado interfaz gráfica de usuario, el cual está compuesto por una página Web, una aplicación(App) para Android[25] y un dispositivo de registro de acceso basado en Raspberry Pi[22] con lector de QR. Todo el sistema se diseñó para tres roles o tipos de usuarios (Administrativos, Docentes y Estudiantes).

2. Planteamiento del problema

2.1. Descripción

De acuerdo con los lineamientos presentados por el Ministerio De Educación En La Guía Para La Verificación De Condiciones Institucionales Para El Otorgamiento Del Registro Calificado, las Universidades requieren implementar un sistema de aseguramiento de la calidad en los servicios educativos ofrecidos, para esto debe desarrollar un sistema de evaluación de la calidad de programas soportados en sistemas de información internos que permita generar una data de calidad, la cual sirve como insumos para alimentar según Jaramillo, A. (2013) los grandes sistemas de información diseñados por el Ministerio de Educación Nacional (SNIES, SACES, OLE, SPADIES)[1], los cuales permiten evaluar y garantizar la calidad en los servicios que ofrece cada una de las Instituciones de Educación Superior que de ahora en adelante se identificarán como (IES).[6]

De esta manera, el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) afirman que las IES requieren contar una información de calidad y confiable para la toma de decisiones, tanto administrativas y logísticas en la organización de recursos físicos y humanos al establecer la capacidad y disposición de las instalaciones, determinar el uso por parte de los estudiantes de medios educativos; como obtener información útil que permita estudiar las posibles mejoras del servicio a nivel estratégico (permanencia mediante el registro de la asistencia a clases, acceso a servicios de bienestar universitario, registro de asignación de becas o beneficios, utilización de servicios de permanencia como tutorías entre otros).

La anterior información recolectada de manera automatizada y digitalizada le permitirá a las IES diseñar planes de mejoramiento para optimizar sus servicios, sus recursos y además generar propuestas de valor que las hagan más eficientes en el sector educativo, logrando reconocimiento por parte de los Entes de Control y aceptación y predilección por su segmento poblacional objeto.[7]

2.2. Planteamiento del problema y sus Causas

De acuerdo con la anterior descripción de la situación, es claro que uno de los problemas de las IES es que "*la forma como capturan, digitaliza y almacena la información sobre el acceso de los estudiantes a los diferentes servicios ofertados, no permite la obtención de una data de calidad*".

Pero ¿cuáles son los atributos de una data de calidad los cuales deben garantizar las IES en su captura y monitoreo de la información? y ¿cómo se evidencia de manera real el incumplimiento de estos al interior del campus universitario?, esta descripción se constituye en las causas y efectos del problema.

[1] Estos sistemas de información Nacional son alimentados con data e indicadores consolidados de manera oportuna por cada una de las IES. SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SACES (Sistema de Aseguramiento de la calidad de la Información), OLE (observatorio laboral de educación), SPADIES (Este sistema es la herramienta para hacer seguimiento sobre las cifras de deserción de estudiantes de la educación superior). (MEN;2016)

Para analizar el problema sus causas y efectos, es necesario contextualizar el problema y enmarcar las evidencias que se pueden identificar en las Universidades con respecto a la data de calidad, para esto Cervo (2015) manifiesta que la información se asientan en datos y si se quiere disponer de una buena información para convertirla en conocimiento, por eso, es necesario que cumpla de manera total con los atributos de una data de calidad, el autor menciona en su libro algunos de los siguientes atributos:

A. **Completitud ('completeness')**: superar la fragmentación entre fuentes diversas. En la actualidad las IES, recaban la información sobre el control de acceso o asistencia de los estudiantes a diferentes servicios de forma segmentada de acuerdo a los diferentes procesos que confluyen en prestar servicios a los estudiantes, por ejemplo en los procesos misionales actividades como: el registro asistencia y control en el aula, control de asistencia a programas de bienestar universitario, acceso a servicios asistenciales, psicología, tutorías, asistencia a programa de permanencia, por otro lado, en los procesos de apoyo actividades como: garantizar la seguridad de la institución a través del control, y monitoreo del acceso y uso a medios educativos (registro de uso de bibliotecas, laboratorios, instalaciones) y finalmente en los procesos estratégicos se requiere la captación de información como: la tabulación de indicadores cuantitativos que den cuenta de los resultados en cantidad de los beneficios prestados y/o informes estadísticos que ayudan a la toma de decisiones entre otros.
B. **Conformidad ('conformity')**: estableciendo formatos que permitan encajar los datos. las diferentes fuentes con las que se capta la información (tablas, libros o minutas, listas, formatos, hojas de cálculo) no se encuentran estandarizados con variables que generen reportes uniformes y de fácil análisis. El formato y la estructura deben ser usados teniendo en cuenta quien es el receptor.
C. **Consistencia ('consistency')**: eliminando informaciones contradictorias o inconsistentes, buscando el objetivo de una única versión de la verdad. El cruce de información dentro de las IES no se hace oportuna de esta manera se puede generar información contradictoria.
D. **Precisión ('accuracy')**: buscando la fuente de datos que ofrezca una mejor información. A pesar de que existen manuales de procesos que hacen parte del aseguramiento de calidad y determinan el qué hacer para la toma y control de la asistencia a los diferentes servicios, estos no son evaluados en diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información comprensible para los usuarios.
E. **Unicidad ('uniqueness')**: trazando las distintas fuentes de datos y eliminando duplicados. La digitalización de la información como se hace manual y se registra, controla y hace seguimiento en diferentes procesos (misionales, de apoyo y estratégicos), no se le hace una transversalidad a la información incidiendo en la duplicación de información.
F. **Integridad ('integrity')**: es decir, conseguir que los datos crucen entre las diferentes fuentes, evitando la corrupción de la información. Ya que la medición de este indicadores o recolección de asistencia pertenece a actividades de varios, en ocasiones esta no se cruza con el fin de lograr la validación de la información.
G. **Puntualidad ('timeliness')**: haciendo que la información se encuentre disponible justo cuando se necesita. La recolección y tabulación de la información debido a que esta se hace manual no es oportuna o puntual, de esta manera en ocasiones no es útil para la toma de decisiones, no se procesa con rapidez y no es comunicada de manera oportuna para sustituir a la anterior, con el fin optimizar los recursos o la medición del impacto de la formación en los beneficiarios de los programas.

H. **Compatible (‘compatible’)**: La calidad de la información tiene que ver con la forma en que se puede combinar con otra información. Esto ocurre a menudo en las Universidades cuando la información implica a varios sistemas que trabajan juntos para captar y monitorear la información frente al acceso de los estudiantes a diferentes servicios, en ocasiones no favorece una integración de datos.[8]

3. Justificación

Una vez realizado el planteamiento del problema (Causa- Efecto), es importante argumentar la necesidad y describir cuales son las motivaciones o requerimientos de las IES frente al registro y monitoreo del acceso de los estudiantes a los diferentes servicios que brindan para tener una data de calidad, para esto con el fin de perfilar las razones del porque se requiere de esta solución, se describirán las principales necesidades de las Universidades:

Necesidad de identificación y de seguridad frente al acceso o ingreso al campus universitario.

Las Universidades actualmente han avanzado en generar mecanismos de acceso al ingreso del campus universitario, mediante controles de acceso con Tarjetas RFID, sistemas Biométricos y la utilización mecanismos de Torniquetes que atienden la necesidad el área de la seguridad proporcionando el registro de quienes ingresan a la institución. La mayoría de estos dispositivos necesitan enrolar la tarjeta o código a sus controladoras dificultando la escalabilidad en los sistemas de información.

Por ende, debido a la necesidad de recolectar información más automatizada, para asegurar la calidad, la toma de decisiones y optimización de servicios. La Institución requiere generar información de valor no solo en el tema de seguridad de la institución, sino se requiere obtener datos para analizar y establecer políticas que permitan un mejor uso de los recursos.

De esta manera se requiere generar un mecanismo o forma de identificación que sea más dinámico donde se maximice la utilización de un código de identificación, que sirva no solamente como método de identificación para acceder o usar diferentes instalaciones (biblioteca, acceso a aulas, acceso a laboratorios) , sino que potencialice más su uso en la obtención datos de calidad y obtener patrones que traigan consigo información útil, que les permita realizar una monitorización en tiempo real del control de acceso o una trazabilidad de asistencia de los estudiantes a diferentes servicios utilizando como dispositivo un teléfono móvil y/o un carnet digital.

Automatizar tareas diarias rutinarias y manuales

Frente al tema Flores (2019) pone en evidencia que las universidades realizan el registro de la asistencia obligatoria utilizando métodos tradicionales, generalmente la estrategia más habitual es entregar una hoja de firmas a los alumnos para asegurar su presencia en el aula. En su versión más optimizada, esta hoja de firmas ya contenía el nombre y apellidos del alumno y estaban ordenados para que simplemente firmaran, sin embargo, es una tarea dispendiosa no solo por la captación de la data sino por la posterior sistematización.[9]

El Ministerio de Educación evidencia sobre el problema, en su estudio Estrategias Para La Permanencia En Educación Superior: Experiencias Significativas (MEN;2015) , que durante el 2014 adelantó un proceso de fortalecimiento de la capacidad de gestión institucional con 84 IES, dentro de este estudio de experiencias exitosas las instituciones mencionan en su etapa de evaluación que para lograr un sistema de información integrado y actualizado se requería del seguimiento a la permanencia a través de un mejor registro de toma de asistencia de los docentes. De esta manera, se abre la necesidad de construir un sistema Multiplataforma que solucione el registro de manera automatizada del control de acceso de los estudiantes a diferentes servicios como el control al ingreso de las instalaciones del campo universitario o el ingreso a clases.

Requerimientos de la calidad de información desde la normatividad (indicadores de gestión)

Durante la acreditación las universidades realizan un proceso de autoevaluación que les permite en sus procesos garantizar un servicio de calidad, respecto a esto, en su documento Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina, Martínez Iñiguez (2017) menciona que uno de los problemas de la acreditación es la simulación en los procesos de evaluación , en donde los actores involucrados, con la intención de presentar indicadores que reflejen una buena calidad por parte de la institución educativa, acomodan los documentos con lo esperado, sin que sean reales. Esta simulación tiende a darse respecto a procesos académicos tales como: 1) productividad académica; 2) recogiendo evidencias a último momento, como listas de asistencia, asistencia a eventos, organización de eventos, aplicación de encuestas a los estudiantes y otorgamiento de becas entre otros.

El contar con un sistema automatizado a través de tecnologías emergentes permitirá que las IES refuercen su sistema de verificación antes los Entes de Vigilancia, pues el contar con una data, real y efectiva, permitirá comprobar, constatar, el monitoreo y control de indicadores del sistema de calidad con respecto al número de beneficiarios que tuvieron acceso a los servicios de la Institución.

Por otro lado, el Decreto 1295 que reglamentó el registro calificado que trata la Ley 1188 de 2008 para la oferta y desarrollo de programas académicos en la educación superior estipula que se debe realizar evaluación, seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas en sus programas. Este componente está asociado a la recolección de datos y a la generación de información que permita evidenciar los resultados y medir los cambios de las distintas acciones de la universidad con el fin de identificar vacíos y dificultades para establecer medidas de mejora. Para esto, los requerimientos normativos precisan que las instituciones deben revisar sus distintos sistemas de información con el fin de tener datos actualizados y centralizados, y así evitar que se duplique la información y que se utilice de forma desarticulada.

Finalmente, para consolidar las anteriores demandas que hace la normatividad a las IES para poderse acreditar y fortalecer en sus procesos institucionales y así elevar la Institución a Alta Calidad, es evidente que deben contar con un data de calidad que genere información confiable en el seguimiento a los indicadores de resultados indicadores de asistencia, utilización de servicios y en general el conteo de diferentes indicadores cuantitativos los cuales son una demandas importante en las instituciones. Esta sin lugar a duda es una de las más fuertes motivaciones que tendrían las Instituciones de Educación Superior frente al objeto de la investigación.

Las universidades deben responder al reto de la Industria 4.0 sobre generar soluciones disruptivas e innovadoras, adaptando tecnología del siglo XXI, para resolver problemas en los procesos administrativos

Las IES en sus procesos de gestión generan una gran cantidad de información, tanto en sus procesos internos como en sus procesos externos, la documentación de algunos procesos como el desarrollo de sus programas de formación y asistencia integral de los diferentes servicios que los estudiantes pueden tener acceso muchos de estos registros son soportado en procesos manuales, o dejando la información dividida en varias áreas y/o varias fuentes de información haciendo muy difíciles de administrar y/o utilizar para el análisis de la información en ciertos casos, el soporte digital no se ha adoptado completamente y se sigue utilizando el papel.

Con base en la situación anterior, unos de los mayores desafíos de las Universidad es generar soluciones a sus procesos de gestión adaptando tecnologías emergentes e impulsado un proceso de

gestión del cambio en lo referente en la retención y seguimiento a la permanencia de los estudiantes, con el fin de llevar un mayor control de la población estudiantil, y además sacar ciertos datos estadísticos en la toma de decisiones a corto y largo plazo.
Sin lugar a duda, el fortalecimiento de una cultura de la información en las IES aplicando herramientas tecnológicas es una necesidad apremiante. Esto se evidencia de manera concreta en uno de los principales eslabones del seguimiento transversal a los servicios que son recibidos por los estudiantes, en donde, indicadores como la asistencia a clases según las memorias del Noveno Congreso Latinoamericano sobre el Abandono en la Educación Superior (CLABES;2019), son registros adelantados por los profesores mediante captación manual sin soporte tecnológico y dificultando la producción de conocimiento y el uso de la información para la toma de decisiones en la prevención de la deserción.

La universidades deben responder al reto de transformar sus procesos de gestión para ser más productivas e iniciar la gestión del cambio adaptando tecnologías que les permitan desarrollar propuestas de valor basadas en tendencias tecnológicas como el Internet de las Cosas son soluciones innovadoras a la hora de recolectar información de asistencia de manera integral y no segmentada para generar un propuesta de valor y medir la calidad de las IES con fuentes de verificación reales y fiables para la toma de decisiones.[10]

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Implementar un sistema IoT de registro multiplataforma para el control de asistencias de estudiantes mediante códigos QR en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas facultad tecnológica.

4.2. Objetivos específicos

- Desarrollar una aplicación móvil que tenga capacidad de lectura de codificación QR para el estudiante para entrada y salida de la institución, control de asistencia a las clases y manejo de roles de usuario.
- Desarrollar herramienta web manejo administrativo y docentes.
- Implementar Hosting para el sistema multiplataforma.
- Realizar un plan de pruebas de forma remota.

5. Marco de referencia

5.1. Antecedentes

En la revisión de artículos, conferencias y tesis de grado se ha encontrado tanto a nivel nacional como internacional aplicaciones de sistemas multiplataforma que suplen de manera completa o parcial la necesidad de control de asistencias en las IES. A continuación, se enlistan las fuentes encontradas por orden cronológico.

5.1.1. A nivel Internacional

Palabras clave

- Control de Asistencia
- Aplicación móvil o App

Identificación

En la tesis desarrollada por Cristian Eric Grange Garcia en 2014 "Desarrollo de una Aplicación Android para el Control Automático de la Asistencia a Clase", en la Universidad Autónoma de Madrid, España [11]

Objetivo General

Desarrollar una aplicación Android que implemente un sistema de control de asistencia automático agilizando el proceso de la asistencia de los alumnos.

Variables

Estudiantes y Profesores

Instrumentos recolección de Información

- Recopilación de las tecnologías utilizadas en la asistencia a estudiantes.
- Estudio de mercado de los sistemas operativos móviles.

Resultados

Desarrollo de una aplicación en sistema operativo Android, estableciendo una comunicación inalámbrica entre los dispositivos del profesor y sus alumnos mediante Bluetooth. Parte de la interfaz gráfica se ve en la Figura 1.



Figura 1. Lista de asistencia app Android con conexión Bluetooth

Palabras clave

- Identificación
- Acceso a Clases
- Aplicación móvil

Identificación

En la tesis desarrollada por A. Gonzáles en 2015, “Control de asistencia basado en reconocimiento robusto de fiducials: aplicación para sistemas móviles”, Universidad de la Laguna, España [14]

Objetivo General

Desarrollo de un sistema que permita realizar el control de asistencia a clase de alumnos de la Universidad de La Laguna utilizando un marcador fiducial o fiduciario.[6]

Variables

Estudiantes y profesores

Resultados

Desarrollado una aplicación de escritorio en Java y dos aplicaciones Android, una para el profesor y otra para el alumno. La aplicación de escritorio le permite al profesor crear una lista con los alumnos de una asignatura y exportarla a un fichero CSV. Una vez creado ese fichero, debe subirlo a su cuenta de Google Drive e importarlo desde la aplicación Android Figura 2. Por otro lado, cada alumno cuenta también con una aplicación que genera marcadores en base al número identificador del alumno (NIU) que se introduzca. De este modo, cada alumno genera su propio marcador y el

profesor, utilizando su aplicación, reconoce el marcador de cada alumno y marca su asistencia a clase.

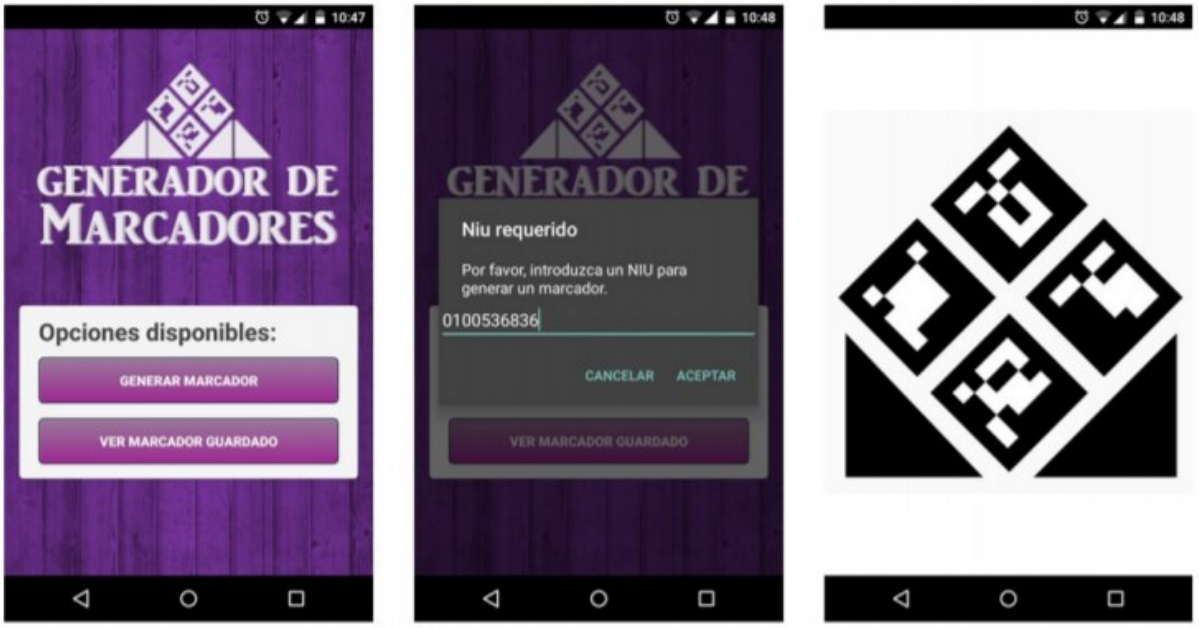


Figura 2. App Android Para el control de Asistencias por medio de códigos únicos.

Palabras clave

- Identificación
- Aplicación móvil

Identificación

En el artículo desarrollado por J. Rico, M. Arroyo, M. Rodriguez F. Nito, del 2016 “App prototipo gestor de identificación de alumnos a través de códigos QR”, Revista de Sistemas Computacionales y TIC’S, México [12]

Objetivo General

Crear una App Android prototipo para la gestión de archivos con listas editables de ítems obtenidos a través de códigos QR, inicialmente para la identificación de alumnos de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Variables

Estudiantes

Instrumentos recolección de Información

Recopilación de información de la problemática al interior de la institución en el departamento de TI.

Resultados

Una APP basada en Android con un menú ligero Figura 3. El cual permite leer códigos QR únicos para visualizar la información del estudiante, información que se puede editar y guardar en archivos locales del teléfono o Tablet, para su posterior descarga y manipulación.



Figura 3. APP Android estudiantes asociados a un código QR.

Palabras clave

- Identificación
- Acceso a Clases
- Aplicación móvil

Identificación

En el artículo desarrollado por J. Xool, H. Buenfil, del 2017, “Aplicación Móvil “Bitácora Electrónica de Control de Acceso a Clases Frente a Grupo”, Revista de Tecnología y Educación, Perú [13]

Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil con el sistema operativo Android, que genere una bitácora de acceso a clases frente a grupo mediante la interacción de dispositivos móviles usando el protocolo de las coordenadas GPS (latitud y longitud) y/o Wi-Fi.

Variables

Estudiantes

Instrumentos recolección de Información

Técnicas cuantitativas implementadas en encuestas dirigidas a compañeros de la maestría de tecnología de información.

Resultados

Aplicación móvil que genere una bitácora de acceso a clases frente a grupo mediante la interacción de dispositivos móviles usando el protocolo de las coordenadas GPS (latitud y longitud) y/o Wi-Fi.

5.1.2. A nivel local

Palabras clave

- Identificación
- Control de Acceso
- Raspberry Pi.

Identificación

En la Pasantía desarrollada por C. Barrer en 2017, Diseño de control de acceso integrado a la red LAN de la Empresa QUIMISERVI S.A.S. implementado sobre RASPBERRY,Bogotá [15]

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de control de acceso con reconocimiento de tarjetas RF, que permite ser integrado a la red LAN de la empresa Quimiservi SAS y que se encuentre montado sobre Raspberry.

Variables

Trabajadores

Instrumentos recolección de Información

Estudio interno sobre las problemáticas del control de acceso en la empresa QUIMISERVI S.A.S

Estudiar las tecnologías libres disponibles y analizar sus características para así escoger la mejor opción de desarrollo.

Resultados

Se diseñó un sistema de control de acceso sobre la herramienta Raspberry con sistema de reconocimiento RFID (MFRC522) que arroja informes a través de un libro de Excel alojado en el servidor de la empresa QUIMISERVI S.A.S.

Palabras clave

- Identificación
- Control de Acceso
- QR

Identificación

En el artículo de la página de noticias de la Universidad de los Andes, se anuncia la implementación de acceso al campus mediante códigos QR, fecha de publicación 16/01/2020 [16]

Objetivo General

El carné es el elemento de identificación para ingresar a la Universidad. Sin embargo, frente a su frecuente olvido, las personas podrán acceder al campus a través del lector de un código QR o de la cédula de ciudadanía.

Variables

Estudiantes, Egresados y profesores.

Resultados

Se implementó en la entrada del campus lectores QR para el ingreso al campus para los estudiantes que olvidan el carnet. Evitando la fila en los cuatro kioskos que cumplen la función de registrar manualmente a las personas que por algún motivo olvidaron su carnet. Pasos a seguir para el ingreso al campus Figura 4.

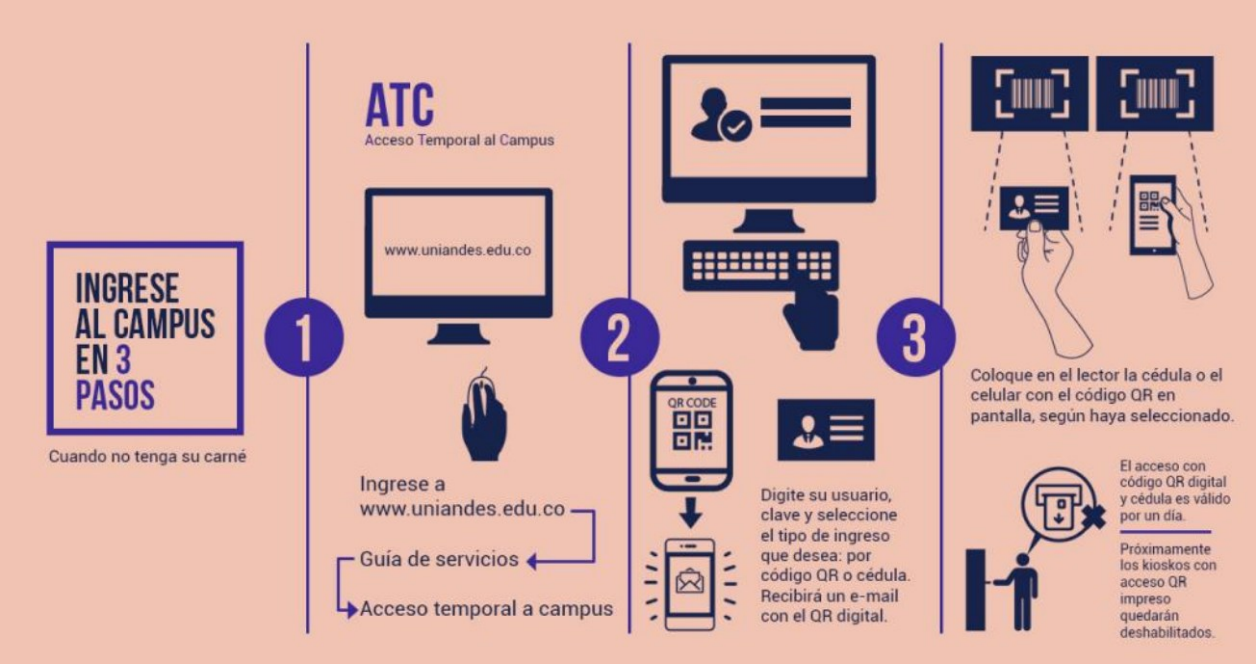


Figura 4. Ingreso al campus temporal con código QR, Universidad de los Andes.

5.2. Marco teórico

A. Código QR

Un código QR (del inglés Quick Response code, "código de respuesta rápida") es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional. Fue creado y desarrollado en 1994 por la compañía japonesa Denso Wave, subsidiaria de Toyota. Posee tres cuadrados en las esquinas que permiten detectar la posición del código al lector. El objetivo de los creadores y desarrolladores (un equipo de dos personas en Denso Wave, dirigido por Masahiro Hara) es que el código permitiera que su contenido se leyera o descifrara a alta velocidad. Los códigos QR son muy comunes en Japón, donde es el código bidimensional más popular.

Aunque inicialmente se usó para registrar repuestos en el área de la fabricación de vehículos, hoy los códigos QR se usan para administración de inventarios en una gran variedad de industrias. La inclusión de software que lee códigos QR en teléfonos móviles ha permitido nuevos usos orientados al consumidor y a los negocios en línea, que se manifiestan en comodidades como el dejar de tener que introducir datos de forma manual en los teléfonos. Las direcciones y los URLs se están volviendo cada vez más comunes en revistas y anuncios. El agregado de códigos QR en tarjetas de presentación también se está haciendo común, y permite simplificar en gran medida la tarea de introducir detalles individuales del nuevo cliente en la agenda de un teléfono móvil.[17]

a. Características de los códigos QR

La característica de este código son los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas, las cuales permiten detectar la posición del código al lector como se ve en la Figura 5.

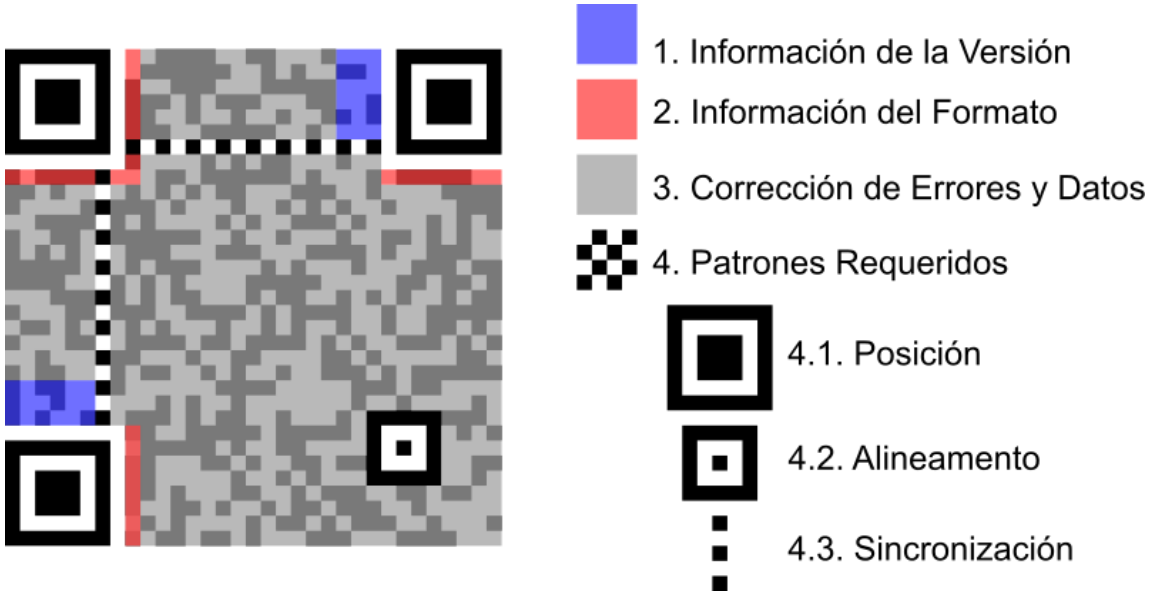


Figura 5. Código QR.[18]

b. Almacenamiento de datos en un código QR

La cantidad de datos que podemos almacenar depende de tres factores:

- El tipo de datos (numérico, alfanumérico…).
- La versión (indica la densidad del código QR)
- El nivel de corrección de errores (a mayor corrección de errores, menos capacidad).

Los QR pueden tener un tamaño mínimo de 21 x 21 o máximo de 177 x 177 cuadrados. Esto se denota por la versión, yendo desde 1 hasta 40. Como curiosidad, la versión V es N x N, siendo N = 17 x 4V. Según la versión elegida, tendrás más o menos cuadros Figura 6.

Capacidad de datos del código QR:
Solo numérico máximo 7089 caracteres.
Alfanumérico máximo 4296 caracteres.
Binario máximo 2953 bytes.
Kanji/Kana Máximo 1817 caracteres

Capacidad de corrección de errores:
Nivel L 7% de las claves se pueden restaurar.
Nivel M 15% de las claves se pueden restaurar.
Nivel Q 25% de las claves se pueden restaurar.
Nivel H 30% de las claves se pueden restaurar.

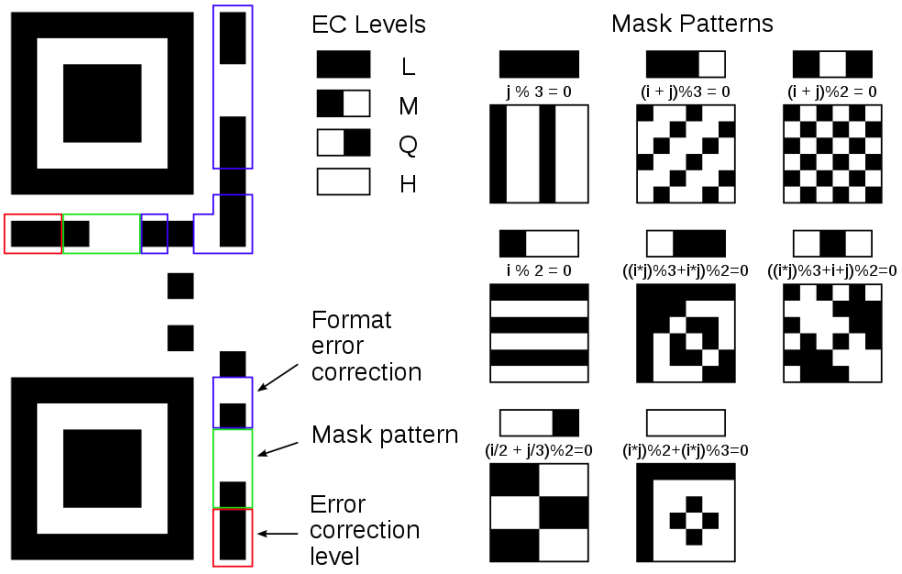


Figura 6. Leer información de un código QR.[19]

c. Corrección de errores en un código QR

La corrección de errores se usa para que aun estando el código QR dañado o poco visible, pueda ser leído por el lector. A mayor nivel (mayor redundancia de datos y mayor cantidad de datos restaurables) menos capacidad de almacenamiento. Estos son los niveles que se utilizan para categorizar el nivel de datos recuperables.

- Nivel L 7% de palabras de código se puede restaurar.
- Nivel M 15% de palabras de código se puede restaurar.
- Nivel Q 25% de palabras de código se puede restaurar.
- Nivel H 30% de palabras de código se puede restaurar.

d. Como se leen los códigos QR

Vamos a explicar cómo se forma un código QR y cómo se podría llegar a interpretar sin un dispositivo Android (y con tiempo). Para ello hay que diferenciar las cinco partes en las que se divide un código QR: Símbolos de posición, símbolo de alineamiento, líneas de dimensión, información variable y el cuerpo.

i. Símbolos de posicionamiento y alineación, la base.

Lo que se puede ver sin problemas son los símbolos de posición y el de alineamiento Figura 7. Gracias a los símbolos de posición, el lector de QR se ubica y puede seguir con el escaneo de datos. Claro está, una vez que determine la posición en la que está, porque estos códigos se pueden leer al revés.

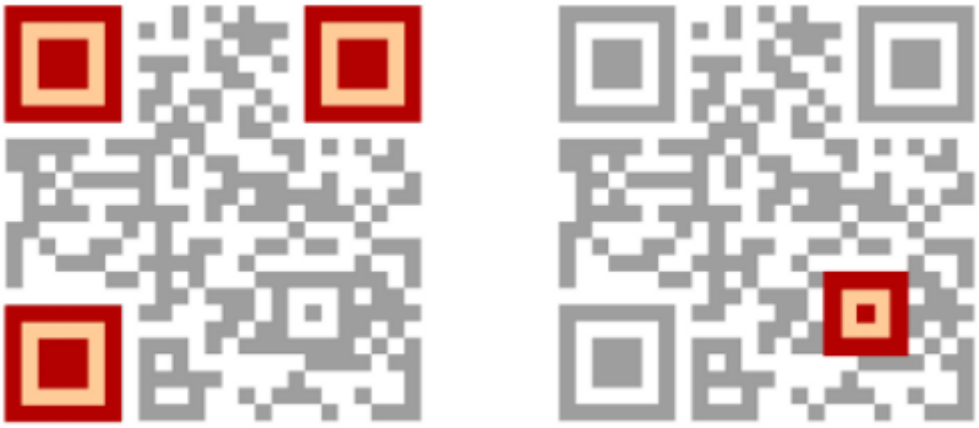


Figura 7. Símbolos de posición / Símbolo de alineamiento.[20]

ii. Líneas de Dimensión

Se usan para marcar luego los módulos Figura 8. Una vez que ya posiciona el código, pasa a detectar las líneas de dimensión. Así puede saber el tamaño de los símbolos internos del cuerpo. Cuerpo que se divide en bytes. Sí, el cuerpo luego se divide en secciones de 8 cuadrados que simbolizan 1 y 0.



Figura 8. Líneas de dimensión.[20]

iii. Datos Variables y Necesarios para Desenmascarar el Código QR.

Ahora toca saber ciertos datos como son el indexado de la matriz de cuadrados y el nivel de corrección de errores elegido Figura 9. Esto se sabe a través de la sección destinada a la línea de formato. También hay otros bloques del código que determinan la versión del código QR que está leyendo.



Figura 9. Datos y nivel de corrección de errores / Versión.[20]

Una vez que se saben todos estos datos, se puede proceder a la extracción de la información almacenada en el código QR Figura 10, hay que superar también su máscara de protección. Para poder saber el contenido tenemos que conocer su ID de máscara. Esto se saca a partir de la información de formato y los bits contenidos entre el 10-14. A eso se le hace el módulo de 2 y revelará el ID de máscara.

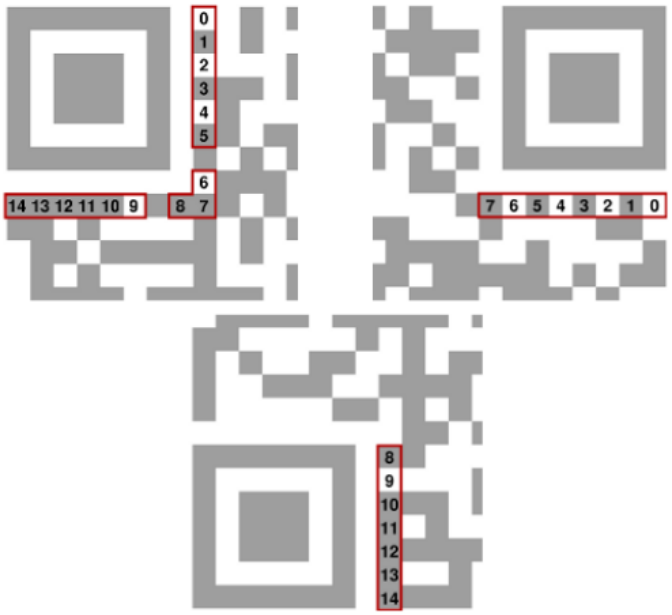
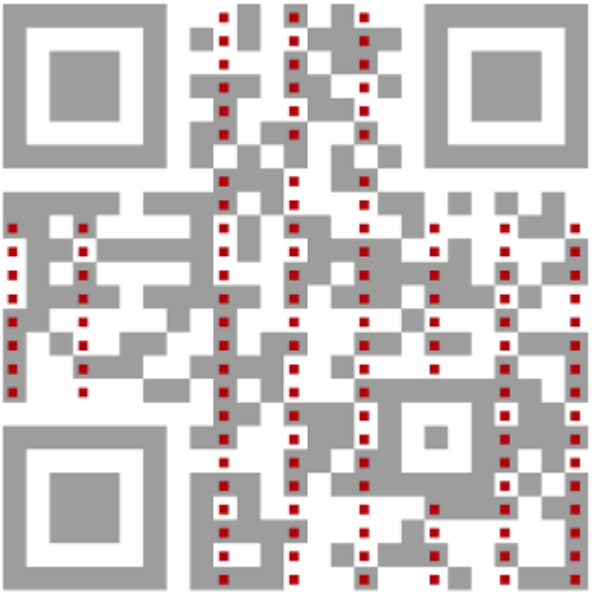


Figura 10. Bits contenidos dentro de un código QR.[20]

iv. Determinar la Matriz de Bits del Código QR.

Con el valor de la máscara se pueden determinar los módulos del código QR. Y tal y como se ven numerados los cuadrados, son los bytes en los que está formado, ver Figura 11.



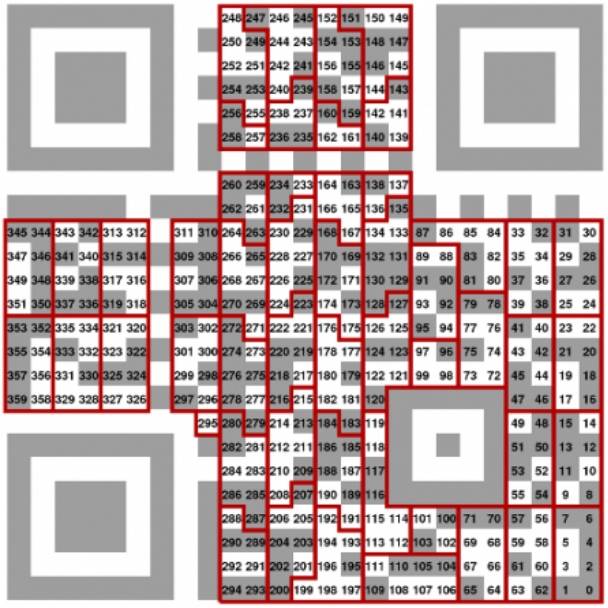


Figura 11. Ejemplo de matriz de bits dentro de un código QR.[20]

Si nos fijamos en este ejemplo, podemos ver como el código QR, ya con los cuadrados marcados, se corresponde con la siguiente matriz en binario ver Figura 12. Pues cuando ha hecho ya todo esto nuestro smartphone, traduce de binario a caracteres y nos envía la información correspondiente.



Figura 12. QR con sus bytes marcados.[20]

e. Diferencia entre Código de Barra y Código QR

Un código QR es un sistema para almacenar información parecido a los códigos de barras habituales con la diferencia que un código QR almacena datos en dos dimensiones y puede ser escaneado vertical u horizontalmente para ser decodificado ver Figura 13.

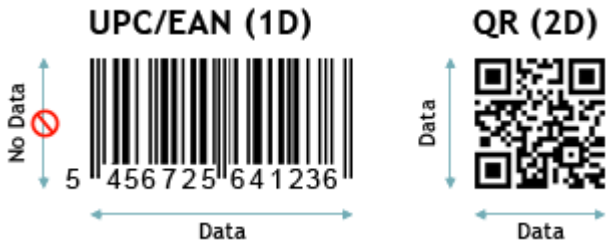


Figura 13. Diferencia entre código de barras y código QR.[20]

f. Precauciones y usos con los QR

En los últimos días, hemos visto algunos avisos avisaban de códigos QR con virus. Bueno, una cosa es segura, nadie va a infectarse con un virus al decodificar un código QR. Los códigos QR, pueden en el peor de los casos llevarte a un sitio web o proponerte la descarga de una aplicación "maliciosa", desde allí, la situación está bajo tu control.

Un virus debe ser parte de un archivo ejecutable, es decir, una parte de una aplicación que se ejecuta en el dispositivo móvil. Los códigos QR no tienen datos codificados en ejecutables. Así que, hay que insistir en este punto: los códigos QR no pueden ser virus. El último virus con relación con los QR conocido fue en Rusia. El QR te enlazaba con la descarga de una aplicación en Android, que tenía la capacidad de crear SMS que posteriormente se enviaban a un número de tarificación especial.

B. Lector o Escáner QR

Los lectores o escáner QR Figura 14, cuentan con un sensor de imagen CMOS con capacidad de escaneo y decodificación, puede leer códigos incompletos y difusos. Además, el escáner lee códigos de barras 2D y 1D impresos en etiquetas o mostrados en pantallas de dispositivos. Compatible con interfaces RS232, USB, TTL, Micro USB. [21]



Figura 14. Lector o escáner QR.

C. Raspberry PI

Es un ordenador de tamaño diminuto al cual se le puede conectar monitor y teclado, la placa que es similar al tamaño de una tarjeta de crédito tiene diferentes entradas y salidas como HDMI , puertos USB , micro SD , Audio , entre otras entradas[22]. Ver FIgura 15.



Figura 15. Raspberry Pi. [23]

D. Base de datos

Una base de datos es un "almacén" que nos permite guardar grandes cantidades de información de forma organizada para que luego podamos encontrar y utilizar fácilmente. Cada base de datos se compone de una o más tablas que guardan un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más columnas y filas. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que queramos guardar en la tabla, cada fila de la tabla conforma un registro.[24]

E. Aplicación Móvil o APP

Las aplicaciones también llamadas apps están presentes en los teléfonos desde hace tiempo; de hecho, ya estaban incluidas en los sistemas operativos de Nokia o Blackberry años atrás. Los móviles de esa época, contaban con pantallas reducidas y muchas veces no táctiles, y son los que ahora llamamos feature phones, en contraposición a los smartphones, más actuales. En esencia, una aplicación no deja de ser un software. Para entender un poco mejor el concepto, podemos decir que las aplicaciones son para los móviles lo que los programas son para los ordenadores de escritorio. [25]

a. Aplicación Nativa

Las aplicaciones nativas se programan teniendo en cuenta las características y particularidades de cada plataforma para posteriormente ser instaladas en ellas. Estas plataformas pueden ser tanto un sistema operativo móvil como Android o iOS. Todas las aplicaciones nativas tienen en común que han sido desarrolladas para ser usadas en una determinada plataforma y solo pueden funcionar en esa plataforma en concreto.

Esta es la razón por la que, por ejemplo, una aplicación Android no funciona en el sistema operativo de iOS de un teléfono móvil Apple o en los iPads. Esta dependencia de las plataformas tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Si los desarrolladores quieren manejar más de un sistema operativo, se ven obligados a programar una aplicación exclusiva para cada uno de ellos, lo que, de cara al desarrollo de una web app, supone un gasto superior. En cambio, una aplicación nativa se adapta de manera ideal a la plataforma correspondiente y puede, incluso, utilizar el espacio

de almacenamiento del dispositivo en el que se instala. Al contrario de lo que ocurre con las aplicaciones web, las native apps se prestan mejor, por ello, para funciones más complejas. [26]

b. Aplicación Híbrida

Las aplicaciones híbridas, a diferencia de las nativas, son aquellas capaces de funcionar en distintos sistemas operativos móviles. Entre ellos: Android, iOS y Windows Phone. De esta manera, una misma app puede utilizarse en cualquier smartphone o tablet, indistintamente de su marca o fabricante.

Para ello, estas aplicaciones tienen componentes que permiten la adaptabilidad de un mismo código a los requerimientos de cada sistema, una web app o aplicación web se basa en HTML, JavaScript,CSS y algunos frameworks.

Los frameworks son capas de abstracción que adaptan la vista web a la vista de dispositivos móviles. Así, una app web puede verse como una app móvil cuando es usada en un smartphone o tablet. De esta manera, los frameworks permiten que las aplicaciones híbridas (que son apps webs) puedan visualizarse como apps móviles.

Entre los frameworks para apps híbridas más populares están:

- **Ionic**: Ionic Framework es uno de los más potentes y versátiles del mercado. Posee su propio IDE de desarrollo y permite acoplarse con otros frameworks bastante utilizados.

- **React Native**: es un framework desarrollado por Facebook. Su tremenda potencia ha sido utilizada para crear las aplicaciones híbridas más conocidas del mercado.

- **PhoneGap / Apache Cordova**: PhoneGap es un framework con acceso al servicio de compilación cloud de Adobe Creative Cloud. Apache Cordova en la versión open source de PhoneGap, aunque no tiene acceso a dicho servicio.

- **JQuery Mobile**: es un framework de alto rendimiento para la interfaz móvil, aunque suele necesitar librerías o plugins adicionales que permitan mejorar su diseño móvil.

Las aplicaciones híbridas no se adaptan tan bien al hardware del dispositivo en el que se usan, pero sin embargo, funcionan en todos los sistemas operativos y terminales que cuentan con los navegadores web que las soportan (en general, todos los navegadores actuales). En el mejor de los casos, una única aplicación es suficiente para todas las plataformas, aunque no siempre es posible optimizar la aplicación para todos los navegadores.[27]

F. Plataforma Digital

Las plataformas digitales son soluciones Online que posibilitan la ejecución de diversas tareas en un mismo lugar a través de internet. El principal objetivo que cumplen las plataformas digitales es facilitar la ejecución de tareas a través de programas o aplicación en un mismo lugar en la web. Como existe una gran variedad de plataformas digitales, los objetivos específicos de cada una de ellas varían de acuerdo con la necesidad de los usuario.[28]

G. Control de Asistencias

La función de un control de asistencia es básica, saber cuándo una persona entra o sale de un lugar específico. Con un control de asistencia bien desarrollado se pueden conocer con certeza las cantidades horarias en cada recinto por persona, además se tiene el número exacto de personas que

se encuentran al interior del lugar a monitorear, con esta información se pueden detectar las fallas que pudieran existir y optimizar los procesos internos.[29]

H. Asistencias a Clases

Lo que pasa dentro de la sala de clases puede ser un misterio para la administración en muchas instituciones de Educación Superior, pareciera que al cerrarse la puerta solo el profesor y los alumnos saben cómo se pasó la materia, o si efectivamente asistió la cantidad de gente que se lee en una dudosa lista escrita a mano. La gestión de la sala de clases se ve como una tarea rudimentaria y de poco valor para el desarrollo de una carrera profesional, pero es fundamental para toda entidad educativa. Múltiples estudios demuestran que la asistencia está estrictamente relacionada con la retención del estudiante y, por consiguiente, el éxito estudiantil.[30]

I. Métodos de Control de Asistencia

Los controles de asistencia usualmente se desarrollan de una manera manual, esto se realiza para dejar una constancia impresa de la asistencia del alumno y docente al horario de clases. Para lograr ello se emplea un formato que en muchas instituciones se encuentra estandarizado donde se registran los datos principales tanto de la parte académica como de los alumnos. Vale decir se registran los datos del docente (Apellidos y nombres), el curso (código, nombre y fecha de la clase), los alumnos (código de alumno, apellidos y nombres, firma). Con esto se obtendrá un registro de la asistencia de los alumnos para poder evaluar el requerimiento de 70% de asistencia. Este control es asumido íntegramente por el docente, el cual se encarga del llenado del formato, sea en una hoja pre-impresa o realizando el llenado de datos requeridos en una hoja en blanco.

Otra forma de llevar un control de asistencia del alumnado es mediante una lista impresa por parte de la dirección o coordinación académica, en la cual se encuentran la lista de todos los alumnos inscritos en el curso a cargo del docente. Para llevar este control, el docente identifica a todos los alumnos en el aula llamando alumno por alumno y realizando una marca de asistencia en los alumnos que respondan al llamado. Este control también es asumido íntegramente por el docente, quien se encarga de llamar a los alumnos por sus datos (Apellidos y Nombres) de la lista de alumnos inscritos en el curso.

Estos métodos tienen como principal inconveniente que los datos obtenidos en ambos casos son reprocesados para poder obtener el porcentaje total de asistencia del alumno, en consecuencia, el docente no sabe exactamente cuál es el porcentaje de asistencia del alumno hasta haber procesado todas las asistencias del curso. Esto implica un trabajo adicional para el docente para obtener esta información.

Otros métodos más sofisticados comprenden el empleo de escáner de patrones biométricos, huella dactilar, detector facial, entre otros. Los cuales presentan el principal inconveniente de su costo es alto y muestra una inversión mayor para realizar controles de inasistencias y asistencias de alumnos. La ventaja es que brindan información al instante del porcentaje de asistencia de los alumnos en los cursos que se encuentren inscritos.

5.3. Marco Legal

Para el desarrollo del proyecto se deben tener en cuenta algunas normas o estándares estipulados.

Para comunicaciones:

- IEEE 802.3cc – Estándar para redes basadas en Ethernet.
- ISO/IEC 30141-Sobre Internet de las Cosas IoT.

Para desarrollo de Software:

- ISO/IEC 9126 de 1991 – Norma para evaluar los productos de software.

6. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se empleó metodología de desarrollo Ágil SCRUM, esta metodología brindó buenas prácticas para trabajar en equipo adoptando estrategias por fases o Sprint de desarrollo. Los Sprint de desarrollo están diseñados para durar menos de 4 semanas y están compuestos primero por un estudio previo del requerimiento o también llamado product Backlog del cual salen los items a desarrollar y al final se debe tener un entregable, esto nos permitió medir los cronogramas de entrega y hacer pruebas focalizadas con el fin de avanzar rápidamente. A continuación se mostrará la descripción del trabajo realizado en cada fase de desarrollo.

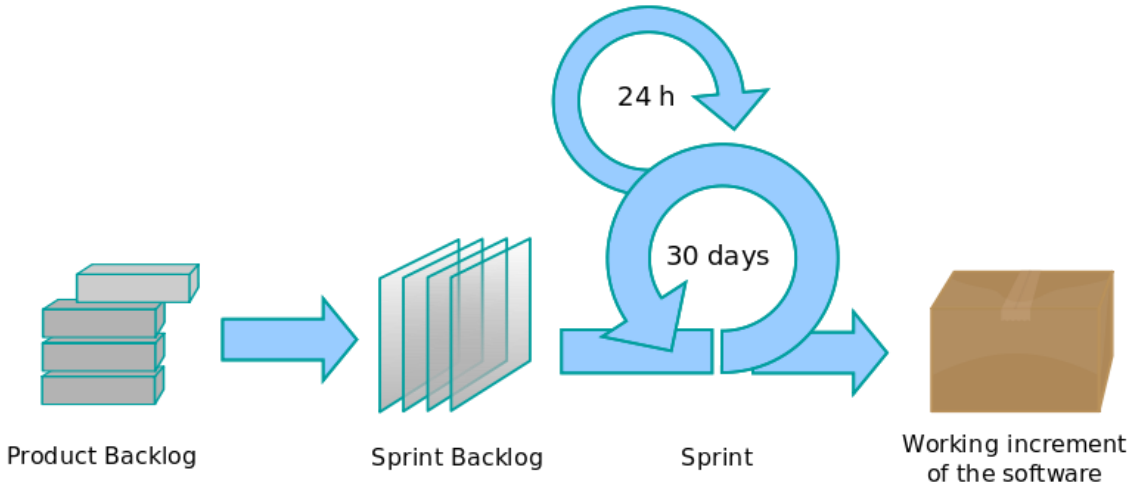


Figura 16. Metodología SCRUM.[31]

Fase 1

Fase relacionada con el levantamiento de la información, en esta se recopiló datos de clases, profesores, directivos y/o administradores para poder generar una base de información.

- **Recopilación de datos**
  Se realizó un análisis de las posibles relaciones entre Programa educativo(carrera) , semestre , materia, salones, profesores y estudiantes.
- **Selección de información relevante**
  Con la información recopilada y analizada se identificaron los diferentes tipos de usuario, Roles y casos de uso dentro de la plataforma digital.
- **Verificación de resultados**
  Se crearon 4 roles los cuales se relacionan en la siguiente tabla (Tabla 1.) con sus respectiva restricción de acceso.

Página	Funcionalidad	Role				Nombre	id
Login	Acceso a la plataforma Web	2	3	4		Funcionarios	2
Dashboard Administrativos	Brinda una información consolidada de la información almacenada	2				Estudiantes	3
Adm. Profesores	Creación , Actualización y Eliminación	2				Profesores	4
Adm. Estudiantes	Creación , Actualización y Eliminación	2					
Adm. Funcionarios	Creación , Actualización y Eliminación	2					
Ajustes	Parámetros	2					
Dashboard Docentes	Brinda una información consolidada de la información almacenada			4			
Horarios Profesores				4			
Reporte Asistencia Profesores				4			
Dashboard Estudiantes	Brinda una información consolidada de la información almacenada		3				
Horarios Profesores			3				
Reporte Asistencia Profesores			3				

Tabla 1.Acceso por Roles. Fuente: El Autor

Fase 2

Fase de diseño, proyección visual de la plataforma, estructuración de base de datos, desarrollo e implementación prototipo control de ingreso a la institución y test o pruebas iniciales.

1. **Diseño de logo y definición de color base**

El color base definido para toda la plataforma es el **#8C1919** y el color secundario es **#FFFFFF** , estos se tomaron de la paleta de colores de la página web https://www.udistrital.edu.co/.

Se diseña el logo basado en las funcionalidad de la plataforma y la base de esta que es el sistema de códigos QR, y el logo definitivo es:

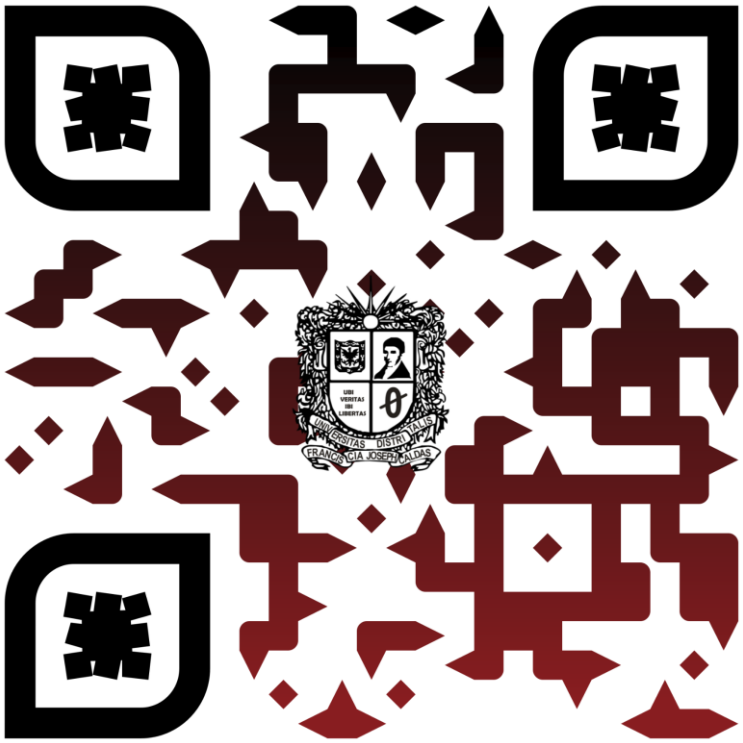


Figura 17. Logo diseñado para la plataforma

2. **Diseño de interfaz gráfica de la plataforma web**

Para el diseño se utilizó el software Figma que permite realizar el diseño de Mockups y diagramas de flujo. Para el diseño de la página Web se utilizó el template gratuito de Creative Tim el cual se descarga desde el siguiente enlace:
https://demos.creative-tim.com/material-dashboard/examples/dashboard.html

La programación de la Web se realizó con lenguaje Javascript y para el diseño se utilizó HTML5, CSS y Bootstrap.

3. **Diseño y estructuración bases de datos**

Se creó una base de datos en SQL Server 2012 donde se crearon 15 tablas con sus respectivas relaciones, para más información sobre diagramas y relaciones ver Anexo 1.

4. **Desarrollo y programación de plataforma web**

Acceso o Login
Para el acceso al aplicativo se utiliza el código institucional y se asigna el documento del estudiante como clave de acceso. Estos parámetros de acceso son enviados encriptados a la API de comunicaciones la cual desencripta y retorna el resultado de la autenticación.



Figura 18. Login

Web Administrativos

Esta interfaz fue diseñada para la practicidad de ajustes en la plataforma algunas de las funcionalidades son :

- Creación de usuarios (Estudiantes , profesores , Administrativos).
- Visualización de reportes consolidados de asistencia.
- Control de aforo.



Figura 19. Dashboard Administrativos.



Figura 20. Menú principal Administrativos.

Web Profesores

Esta interfaz está diseñada para el manejo de horarios y control de asistencia del profesor hacia las clases que tiene asignadas.



Figura 21. Menú principal Profesores.

Desde la web el docente podrá generar el QR de la clase el cual deberá ser escaneado por el estudiante o en su defecto el docente podrá ingresarlo manualmente, el sistema automáticamente verificará si el estudiante está activo y registrado en la clase.

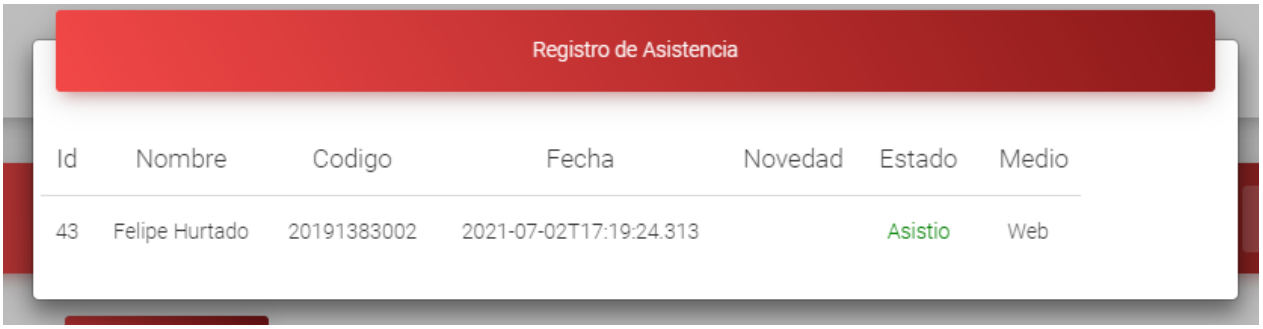


Figura 22. Registro de asistencia a clases Profesores.

Además la plataforma web le permitirá ver el estado de las clases, el horario de inicio y fin entre otra información referente a la clase.

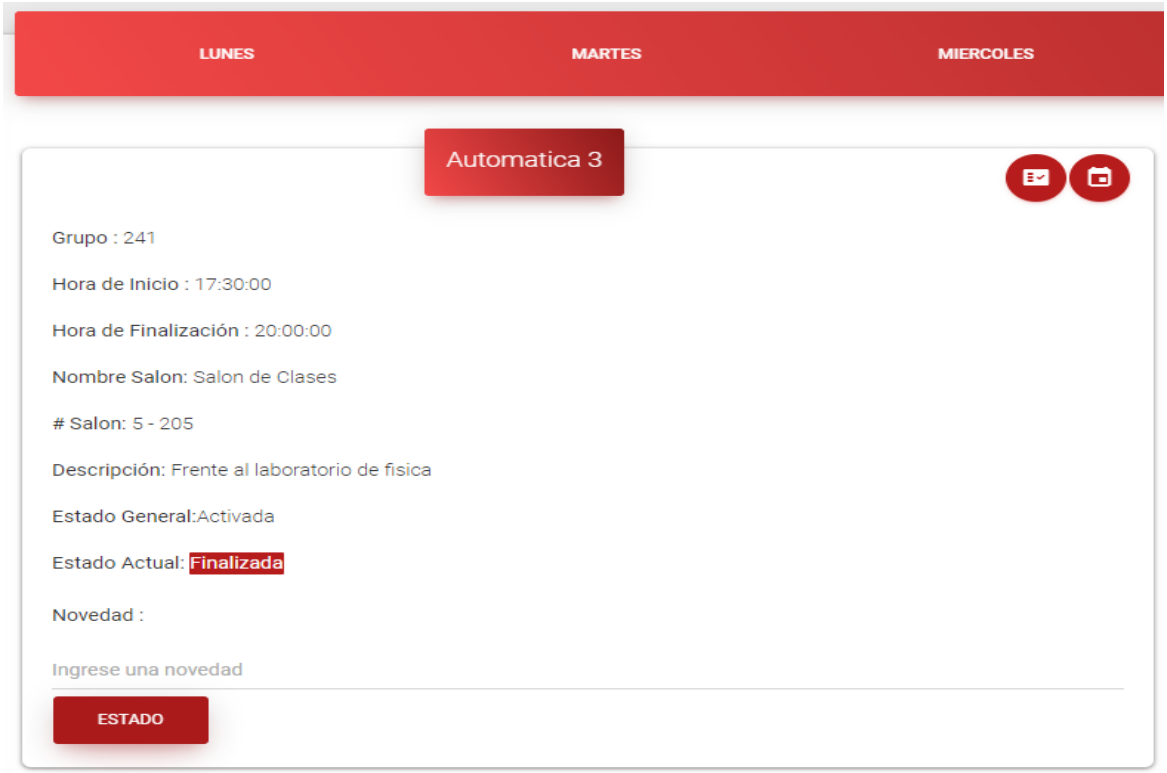


Figura 23. Estados de clases asignados a profesores.

Web Estudiantes

La interfaz para el estudiante está desarrollada con el fin de brindar un control a los horarios asignados como también generar un soporte visual a las clases que asista.

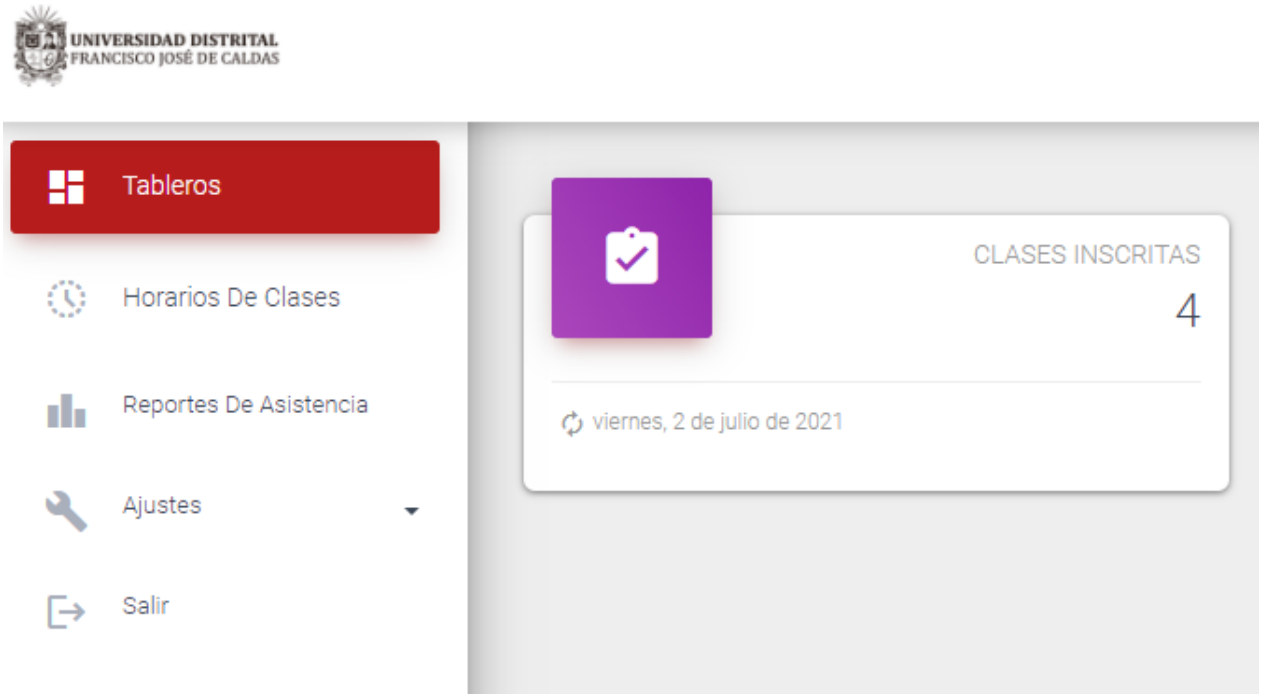


Figura 24. Menú Principal y Dashboard Estudiantes.

5. Desarrollo e implementación registro de ingreso y salida institución

Diseño del Prototipo

Se diseño y desarrollo un dispositivo IoT el cual se compone por una Raspberry pi, un lector de QR de referencia L4200 y una tarjeta de relevos para conectar a las tarjetas controladoras que activan los molinetes. A continuación el diagrama de conexión:

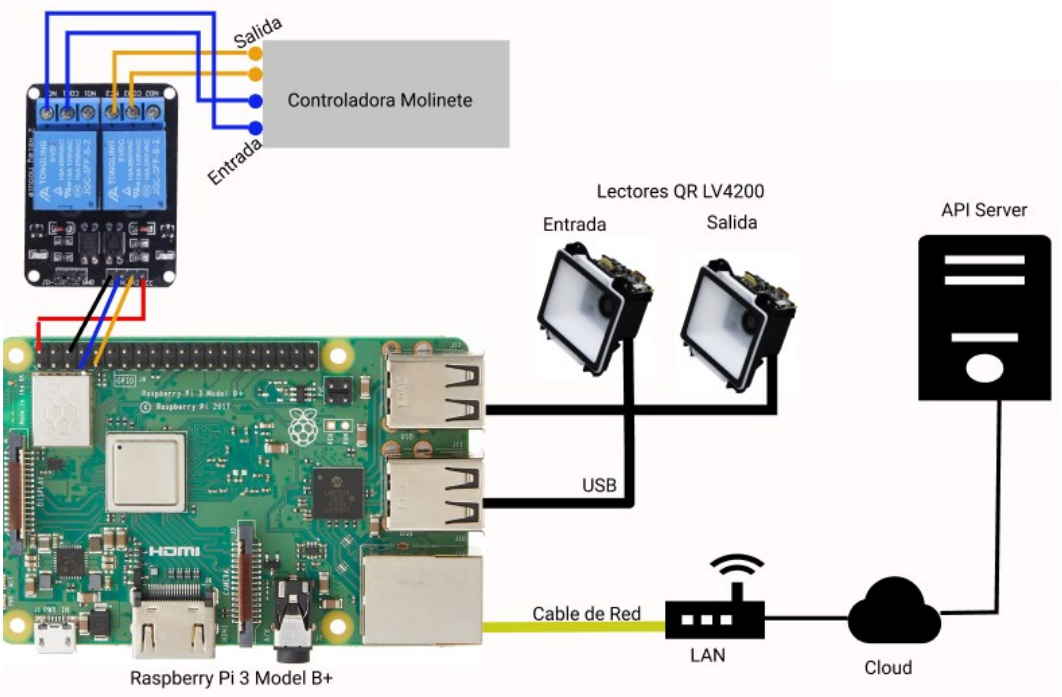


Figura 25 . Diagrama de Conexión Dispositivo Control de Acceso.

El prototipo se ensambló en una caja de plastico de 15cm x 15 cm con un lector LV 4200 ver Figura 26

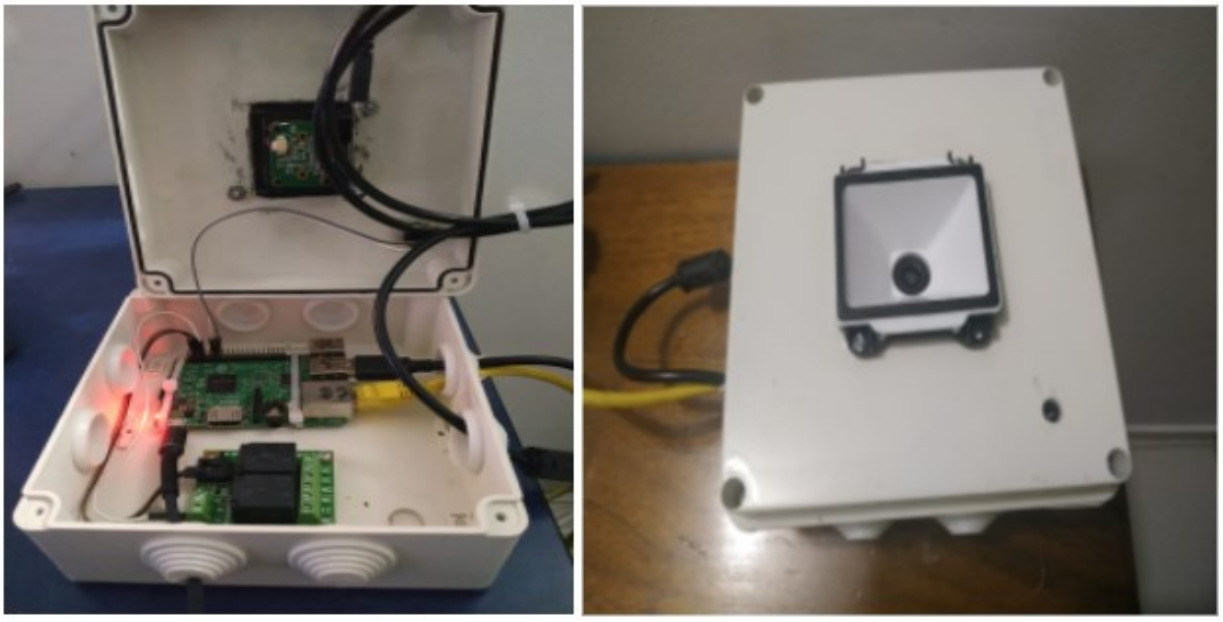


Figura 26. Prototipo Control de Acceso ensamblado.

Software Control de Acceso

El dispositivo Raspberry Pi tiene instalado el sistema operativo Raspbian y el software para el control de acceso está en lenguaje Python 3. Se creó un servicio Daemon para que el software iniciará al encender la raspberry pi. Ver figura 27 parte del algoritmo principal en python 3.

```
#Funcion de lectura de lectores QR
class Output(asyncio.Protocol):

    def connection_made(self, transport):
        self.transport = transport

        print('port opened', self.transport._serial._port)
        get_udev_properties(self.transport._serial._port)
        transport.serial.rts = False  # You can manipulate Serial object via transpor


    def data_received(self, data):
        receivedData = data.decode('utf-8')
        manejo_puertos_talanquera.numbers_talanquera(11)

        print('data received', repr(data))
        print('reader', repr(get_udev_properties(self.transport._serial._port)))
        receivedData = receivedData.replace("\\000026", "")
        receivedData = receivedData.replace("\r", "")
        print('data convert', repr(receivedData))
```

Figura 27. Parte del código del software control de acceso.

Como se mencionó anteriormente el código de Control de Acceso se desarrolló en lenguaje Python 3 y se compone de 3 Scripts, el primer Script **AccessCode.py** es el programa principal el cual se encarga de cargar la configuración almacenada en la base datos Mysql interna de la Raspberry, información que puede ser consultada o actualizada remotamente mediante el servicio Web que se desarrolló en lenguaje PHP y además hace los llamados pertinentes a los otros dos Scripts. El segundo Script **manejo_http_request.py** encargado del manejo de peticiones HTTP que se envían a la API configurada en la nube, la API responde si el acceso es permitido o no. Por último el tercer Script **manejo_puertos_talanquera.py** encargado de activar o desactivar los puertos que se conectan a los relevos de activación de los molinetes. A continuación el algoritmo del programa principal.

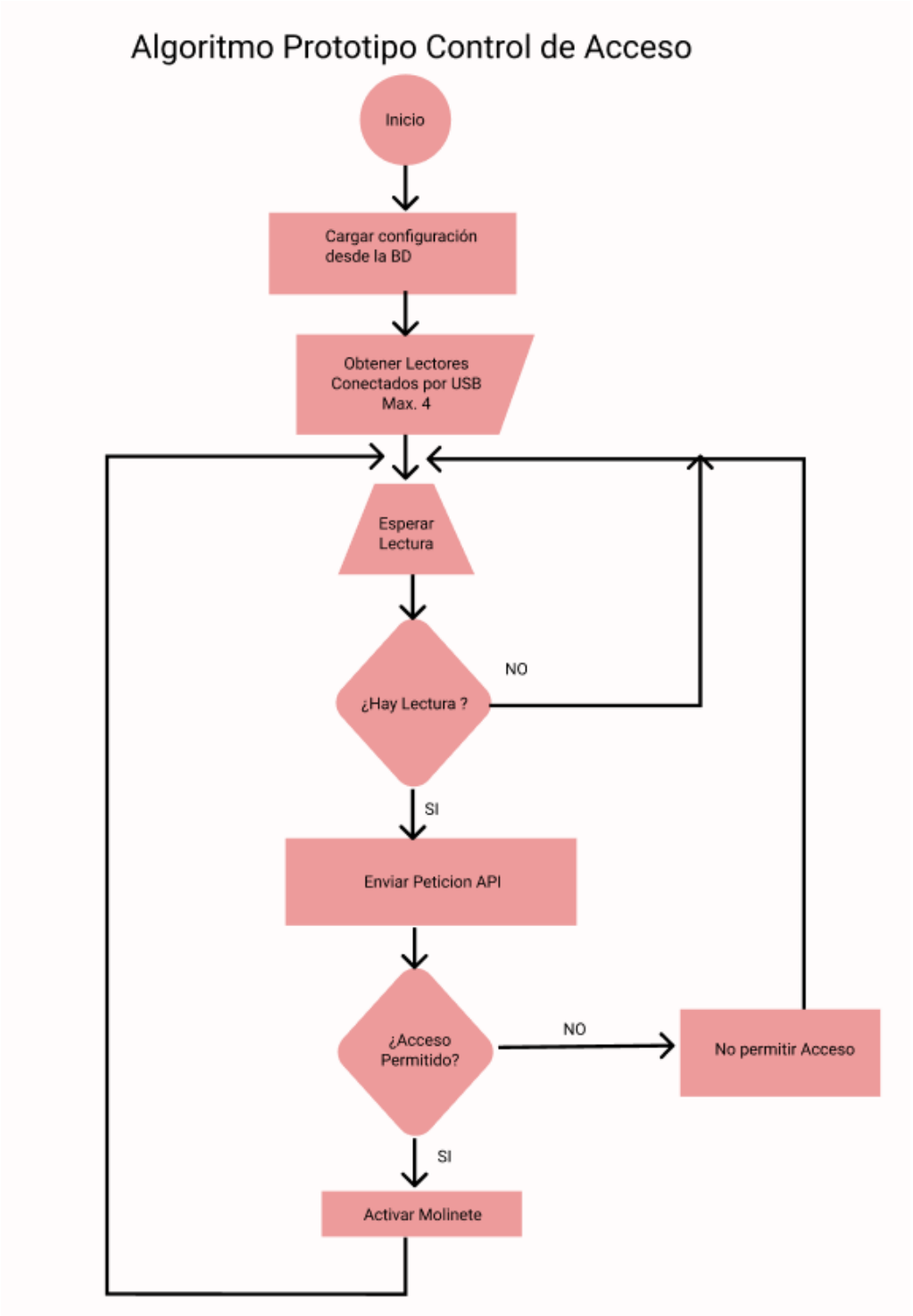


Figura 28.Algoritmo Software Control de Acceso.

Fase 3

Fase de desarrollo del API y el App, programación y creación de código fuentes y pruebas iniciales sobre el código fuente.

1. Desarrollo de diagramas de flujo

Las aplicaciones móviles tienen la capacidad de ser fáciles, intuitivas, versátiles y etc. pero una de sus grandes desventajas es el manejo de datos limitado para no tener que sobrecargar el dispositivo y las pantallas reducidas con información que no se requiere visualizar, acceder o modificar constantemente.

Para la generación del diagrama de flujo se debe tener en cuenta tanto las ventajas como las desventajas de los dispositivos móviles y no sobrecargar de procesos irrelevantes e inútiles. Por esto se genera un diagrama único, ya que el app es una sola y permite el manejo de dos perfiles de usuario o roles, estos roles son Estudiante y Profesor.

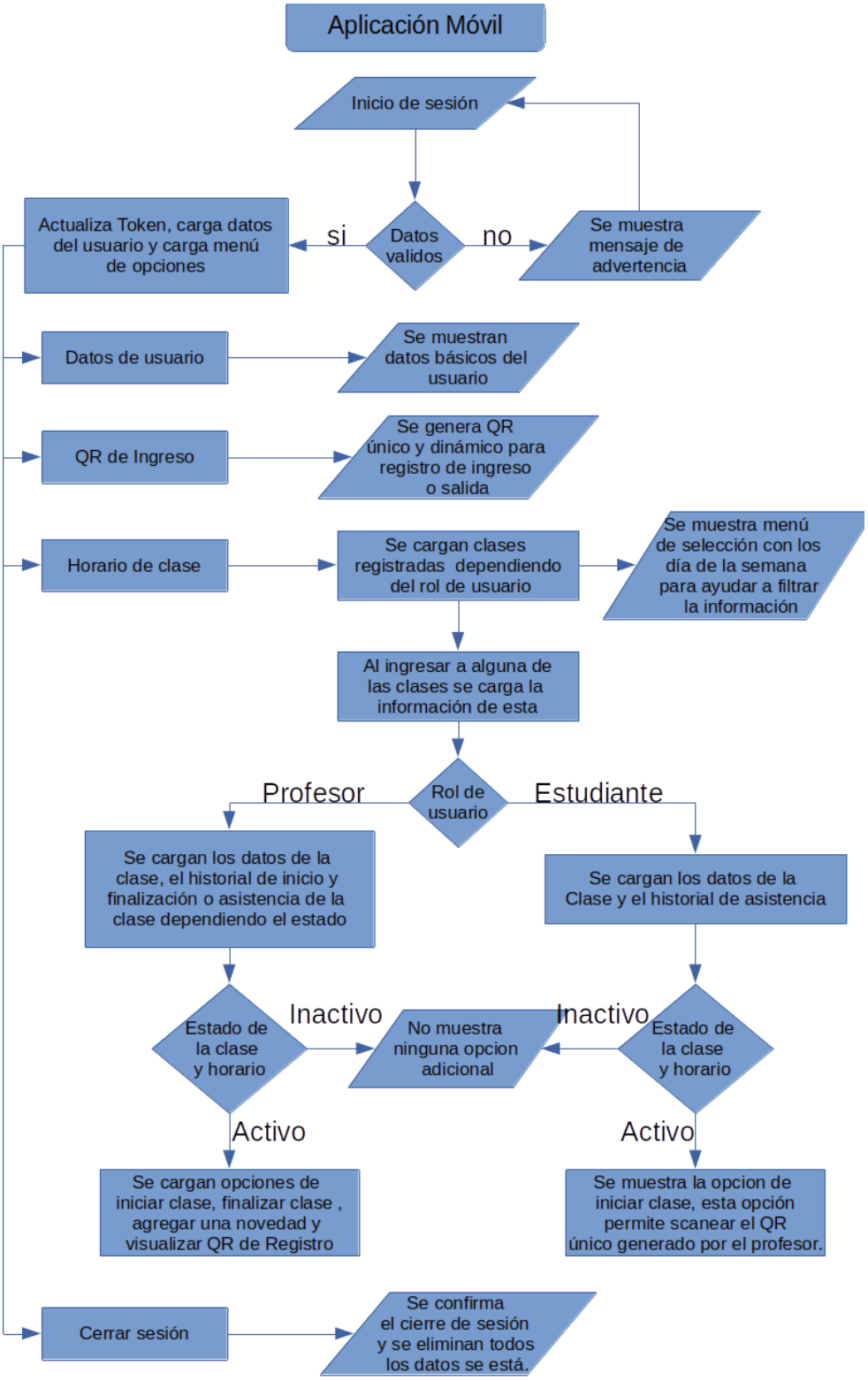


Figura 29. Diagrama de flujo App.

2. Creación de estrategias de seguridad

La estrategia de seguridad implementada en la plataforma está basada en evitar vulnerabilidades de seguridad contra amenazas, tales como la modificación y el acceso no autorizados.

Para esto se utilizaron lenguajes de programación de alto nivel, robustos, en constante actualización y con manejo de versiones LTS (Long Term Support), todo esto ayuda a impedir el robo o el secuestro de datos o códigos dentro de la plataforma. Lo anterior está respaldado por la PYPL (Popularity of Programming Language) donde en el Ranking a Julio del 2021 se encuentran en los primeros cuatro lugares algunos de los lenguajes que se utilizaron en el desarrollo [34].

Worldwide, Jul 2021 compared to a year ago:

Rank	Change	Language	Share	Trend
1		Python	30.32 %	-1.8 %
2		Java	17.79 %	+1.0 %
3		JavaScript	9.03 %	+1.1 %
4		C#	6.55 %	-0.2 %
5	↑	C/C++	6.02 %	+0.3 %

Figura 30. Ranking de lenguajes más populares a Julio del 2021 realizado por PYPL[30].

Para el BackEnd se diseñó un API bajo la plataforma .Net en lenguaje C# en Visual Studio 2019 con el Compact Framework 4.5. La cual se instaló en el servidor web Internet Information Service (IIS) versión 1, conexión a la base de datos SQL server 2016. El diseño de la API se realizó bajo el formato Web API V2 la cual maneja la estructura MVC, la conexión a las bases de datos se realizará por EntityFramework. Para ver las especificaciones de diseño de la API, peticiones , respuestas entre otros, ver Anexo 2.

El FrontEnd está compuesto por dos módulos que manejan una arquitectura distinta el uno del otro, los modulos son los siguientes :

- La aplicación móvil o app, se diseñó completamente en lenguaje nativo para Android “JAVA”, su desarrollo se hizo con el software Android Studio en su versión 4.2. y el Gradle utilizado es el 4.1.1.
- El portal web está diseñado con el framework Bootstrap 4.0

Todo lo relacionado a comunicaciones entre el FrontEnd y el BackEnd maneja una encriptación tipo AES en Base 64

3. Diseño Mockups aplicaciones móviles

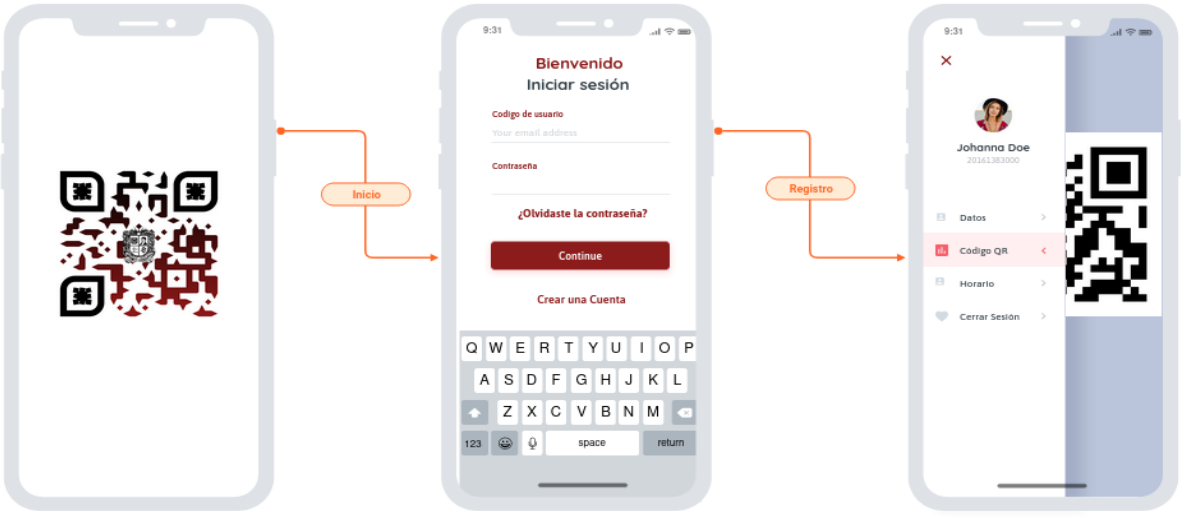


Figura 31. Captura de pantalla Mockup

4. Desarrollo de aplicación móvil

El desarrollo de la aplicación móvil se hace con el software Android Studio con el lenguaje JAVA. Se crea el id de la aplicación "app.project.assistcontrol", la versión mínimo del SDK o versión del sistema operativo de funcionamiento es el 23 o Android 6.0 Marshmallow y el Gradle de compilación es el 4.1.1

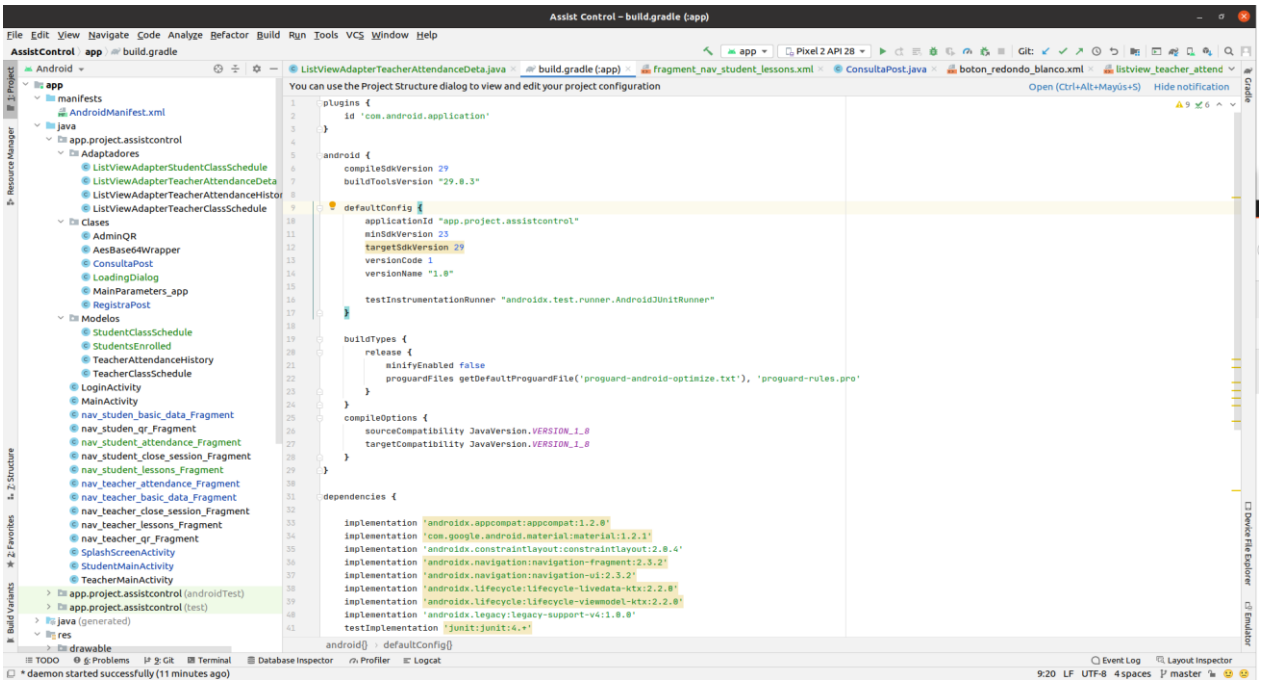


Figura 32 . Captura de pantalla proyecto android studio.

5. Test y/o pruebas iniciales aplicación móvil

Luego de finalizar los cambios y adecuaciones de la aplicación se genera un archivo .apk de debug para iniciar las pruebas.

Las pruebas se dividieron en los siguientes pasos:

1. Instalación y puesta en marcha

Estas pruebas se hicieron en diferentes dispositivos y diferentes versiones del sistema operativo Android para evitar errores por manejo de diferentes framework internos de cada marca. Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

a. Redmi Note 8 con Android 11 o R.
b. Xiaomi MI 8 con Android 10 o Q.
c. Huawei Y9a con Android 10 o Q.
d. ASUS Zenfone Max M2 con Android 9 o Pie.
e. Samsung Galaxy S8 con Android 8 o Oreo.
f. Google Nexus 5 con Android 7.1.1 o Nougat.

Luego de comprobar que en todos los dispositivos anteriormente mencionados funcionara correctamente la instalación y la puesta en marcha se da por terminado este paso de las pruebas con éxito.

2. Inicio de sesión de la aplicación por distintos usuarios, con diferentes roles.

Se verifica el correcto funcionamiento del inicio de sesión y que los usuarios que no corresponden a los dos roles manejados dentro de la App no puedan ingresar. Se hacen pruebas con 20 diferentes usuarios (estudiantes, profesores y administrativos) y las pruebas funcionan correctamente.

3. Generación y prueba de código QR para ingreso y salida de la institución.

El código QR que se genera dentro del App tiene información del usuario, información del dispositivo e información adicional encriptada para evitar duplicidad de códigos o intentos de falsificación, este código es único y dinámico. En la Figura 32 se muestran dos códigos generados en el mismo dispositivo pero con dos usuarios distintos (Izquierda) Profesor, (Derecha) Estudiante.

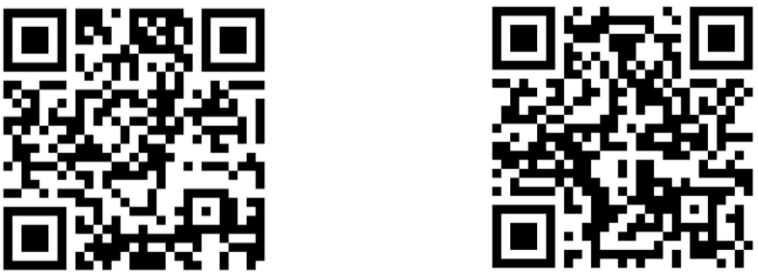


Figura 33. Código QR Control de Acceso.

Luego de tener generados los códigos QR correctamente se procede a probar el dispositivo de control de acceso, y que este permita el ingreso y la salida sin ningún problema. Luego de esto se da por exitoso este paso de las pruebas.

4. Inicio, finalización y novedad de clases dentro de los horarios permitidos.

Estos estados solo aparecen con el rol de profesor y en el caso específico de que la hora y el día corresponda con los datos establecidos de la clase, es decir que se encuentre dentro de los horarios establecidos para poder iniciar la clase. Si se cumple con los horarios aparecerá una pantalla como en la Figura 33 izquierda, en donde se ven las opciones de la clase y el historial de la clase.

Para iniciar la clase se debe ingresar a la opción y se despliega una ventana en donde se ingresa una nota u observación Figura 33 derecha, luego de esto se inicia la clase, esto actualiza el estado de la clase y habilita otras opciones adicionales.

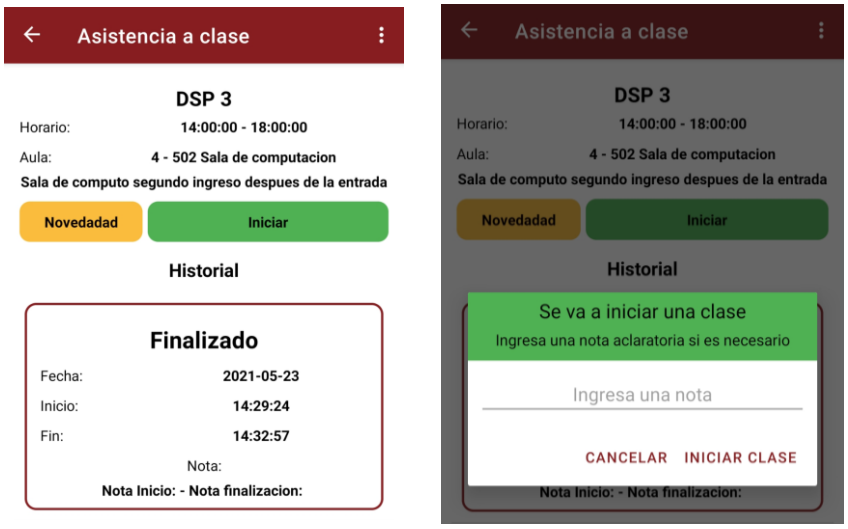


Figura 34. Captura de pantalla Inicio de clase.

Las opciones adicionales que se muestran luego de iniciar la clase son finalizar y ver QR como se ve en la Figura 34.

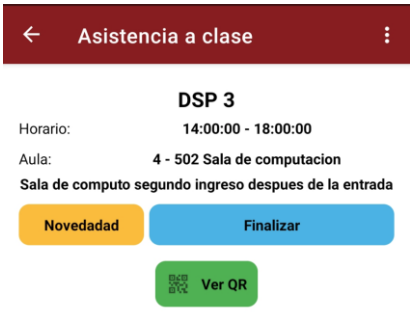


Figura 35. Captura de pantalla Opciones adicionales y Asistencia.

Las opciones de Novedad y Finalizar funcionan de la misma manera que la de iniciar, solo que al contrario de desplegar otras opciones cierra por completo la clase.

5. Generación de código QR único para registro de asistencia.

Luego de tener iniciada la clase se puede ver el código QR único para registrar la asistencia de los estudiantes, este código debe ser leído desde el App del estudiante, pero se muestra en el App del profesor.



Figura 36. Captura de pantalla QR de la clase.

6. Lectura de código QR para registro de asistencia.

El estudiante podrá escanear este código siempre y cuando la clase ya se encuentre en estado Iniciada como se ve en la Figura 37 derecha, este estado solo lo puede cambiar el profesor, si no se ha iniciado la clase pero se encuentra dentro del horario aparecerá un mensaje de advertencia Figura 37 izquierda.

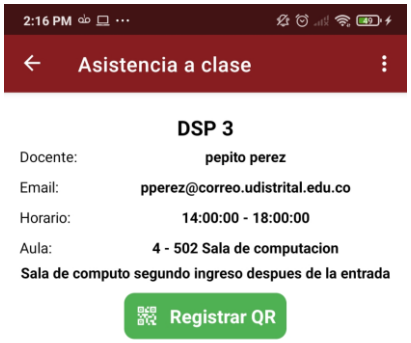


Figura 37. Captura de pantalla Registro de asistencia

Si la clase ya se encuentra iniciada se ingresa a la opción de Registrar QR, si es la primera vez que se usa esta opción pedirá permiso para utilizar la cámara, de lo contrario iniciara automaticamente la camara y leerá cualquier código que pasemos por la cámara, se valida que corresponda al código de la clase y se registra la asistencia. Luego de registrar la asistencia se quita el botón y se muestra el historial de asistencia del estudiante en la clase.

7. Visualización de historiales de asistencia, historiales de clases y asistencia actual a la clase.

Estos historiales se podrán ver dependiendo del rol del usuario y del estado de la clase. El profesor podrá ver el historial de todas las clases que ha iniciado, finalizado o puesto una novedad, sus respectivos horarios de generación y las notas agregadas a cada una de estas acciones Figura 37 izquierda. Este historial lo podrá ver siempre y cuando no tenga ninguna clase en estado iniciado, de lo contrario en vez de mostrar este historial mostrará los estudiantes inscritos y sus respectivos estados dentro de la clase, estos estados son Asistió y No Asistió Figura 37 derecha.

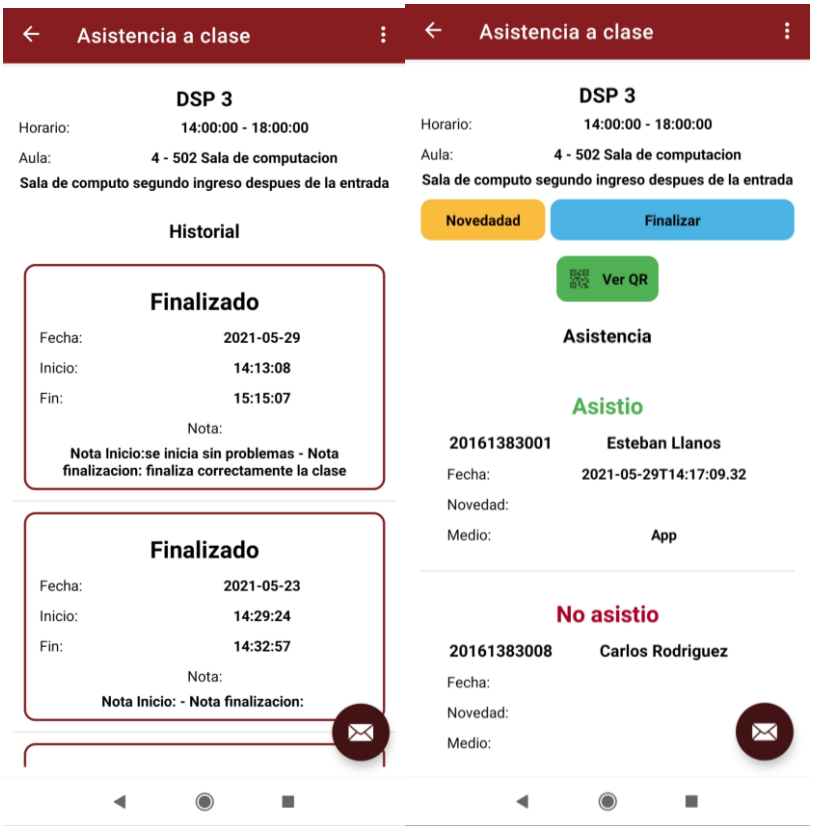


Figura 38. Captura de pantalla Historiales Profesor.

Fase 4

Realización de plan de pruebas de forma remota, implementación y puesta en marcha de la plataforma.

1. **Realización de plan de pruebas de forma remota**

a. Pruebas de Interfaces y Contenidos

Verificar que la plataforma tenga todos los contenidos necesarios para dar a conocer al usuario final todo lo que se desee, esto se divide en dos sistemas.

Sistema Manual:
Se refiere a hacer una revisión manual de los contenidos del Sitio Web a través de la navegación de sus páginas. Para ello se recomienda primero construir un índice de contenidos y luego verificar la existencia de cada uno de los ítems que contiene, a través de un recorrido exhaustivo del sitio.

Los elementos que deben probarse obligatoriamente son:

- Verificación de ortografía y redacción
- Verificación de enlaces principales
- Verificación de Activitys del App
- Verificación de imágenes

Sistema Automático:
Especialmente orientado a la verificación y detección de enlaces rotos, lo cual se puede hacer utilizando sistemas basados en Internet o, bien, software especializado.
Sistemas Basados en Internet:
se recomienda usar el servicio de validación de enlaces del W3C Check Link

Sitio en Construcción:
Se debe verificar que el Sitio Web no contenga espacios vacíos o que tenga el título: en construcción. No es adecuado, bajo ningún sentido, usar espacios con dicha leyenda; en tal caso es preferible eliminar esa zona y volver a incluirla cuando exista el contenido correspondiente en el sitio.

Imágenes Escaladas:
Se debe verificar que las imágenes que aparezcan en la plataforma no estén siendo mostradas en tamaño reducido artificialmente; es decir, que se tome una imagen de grandes dimensiones y por programación se muestre en un tamaño menor. El efecto de eso es que las páginas con ese tipo de imágenes serán muy pesadas y harán que el acceso a ellas sea lento.

Imágenes Sin Atributo ALT:
Para cumplir con las normas de accesibilidad es necesario que todas las imágenes que se usen en un Sitio Web, tengan una descripción utilizando el atributo ALT (para texto alterno) del lenguaje HTML. Para comprobarlo, basta situar el mouse sobre una imagen, para que se despliegue una leyenda en texto en una etiqueta amarilla que flota sobre la foto; si eso no ocurre, el atributo no está siendo usado y debe ser corregido e incluido.

b. Pruebas de Funcionalidades y Operación

Validación de Formularios, peticiones y funcionalidades de la plataforma:
Todos los formularios y peticiones que se maneja para envío o ingreso de información se deben utilizar sistemas de validación del ingreso de los datos para asegurar que estos estén bien ingresados, Además de esto la transferencia de información o peticiones que se realicen deben garantizar una correcta respuesta para que los diferentes módulos de la plataforma trabajen en óptimas condiciones, para que estas validaciones sean correctas se deben manejar los siguientes aspectos:

- Campos Obligatorios: Estos deben ser marcados usualmente con un asterisco, que permite que los usuarios entiendan la obligatoriedad de ingresar la información.
- Validaciones Locales: Estas validaciones ayudan a reducir la carga del servidor, se recomienda que la mayoría de campos y/o peticiones manejen este tipo de validación y que la carga la asuma el cliente.
- Elementos de Interfaz:
    - Web: Al usar elementos del lenguaje HTML para la creación de las pantallas (input boxes, combo boxes, list boxes, radio y check buttons, etc.), se recomienda no modificar radicalmente sus atributos de despliegue (colores, formas) y comportamientos tradicionales, para lograr que el usuario sepa intuitivamente cómo usarlo y no deba aprender de nuevo su operación.
    - App: Se utiliza el lenguaje JAVA junto con Android Studio para la creación de toda la interfaz (LinearLayout, ListView, ImageView, TextView, TextInputs, Buttons, etc.), se recomienda no modificar radicalmente sus atributos de despliegue (colores, formas) y comportamientos tradicionales, para lograr que el usuario sepa intuitivamente cómo usarlo y no deba aprender de nuevo su operación.
- Multiplataforma: Se debe comprobar que la plataforma funcione en diferentes versiones de programas exploradores (browsers), de sistemas operativos y de tipos de conexión a Internet (conmutado, banda ancha y dedicado).
- Envío y recepción de formatos correctos en las peticiones: Para que los usuarios tengan una buena interacción dentro de la plataforma se debe establecer una serie de formatos que todas las tecnologías utilizadas dentro del proyecto puedan procesar, para esto se establecen unos métodos ,protocolos y formatos de encriptación.

c. Pruebas de Rendimiento

Las pruebas de rendimiento consisten en determinar lo rápido que se realiza una tarea dentro de un sistema y medir todos los posibles consumos que genere esta tarea dentro del dispositivo y/o explorador, algunas de las variables a medir son:

- Tiempos de carga de peticiones y/o archivos
- Consumo de datos
- Consumo de energía
- Consumo de CPU
- Consumo de memoria

Adicional a estas métricas se deben realizar pruebas de estrés consisten en simular una carga de trabajo similar y superior a la que tendrá la plataforma cuando esté funcionando, con el fin de

detectar si el software instalado (programas y aplicaciones) cumple con los requerimientos de muchos usuarios simultáneos y también si el hardware (servidor y el equipamiento computacional de redes y enlace que lo conecta a Internet) es capaz de soportar la cantidad de visitas esperadas.

Hay diversos software en el mercado que están orientados a este tipo de simulaciones, todos los cuales ofrecen características similares. Entre los datos más relevantes que es posible obtener se cuenta:

- Tiempo de acceso de los usuarios a los datos
- Volumen de datos y ancho de banda utilizado
- Archivos solicitados y tiempos usados en transferencia de datos
- Tiempo de espera de los usuarios tras hacer un clic
- Tiempo de respuesta a clicks de usuarios
- Niveles de error existentes tras clicks de usuarios

d. Pruebas de Seguridad

Protección de la Estructura Interna de la plataforma
Uno de los mecanismos que permite proteger la estructura interna del sitio (especialmente para casos de intentos de ataques externos y/o intentos de violación de confidencialidad), es disminuir la cantidad de información contenida en las URL que se muestran en el programa visualizador. Esto es importante respecto de directorios y nombres de programas, pero especialmente en lo que se refiere a la entrega de parámetros de sesión, datos de usuario u otro mecanismo de transferencia de información entre páginas y/o secciones de código.

Los mecanismos de traspaso de información entre páginas deben ser a nivel de objetos del servidor, asociados a la sesión, sin que la interacción con el lado cliente deba hacerse responsable de la transferencia de datos y/o información entre sesiones de ejecución del servidor.

Junto con estas protecciones, se recomienda realizar periódicamente una revisión de los esquemas de permisos otorgados a directorios y archivos. Las permanentes actualizaciones del software de un servidor web, generalmente provocan un problema de control del acceso a nivel de archivos, lo cual requiere procedimientos claros de supervisión.

Protección Contra Robots
No todos los directorios del sitio deben estar disponibles para que los robots de búsqueda (conocidos más popularmente como arañas o spiders de los buscadores) entren en ellos. Para impedirlo, se debe utilizar el archivo robots.txt o las instrucciones específicas en los meta-tags de la página de inicio, para impedir su ingreso.

El archivo robots.txt es un archivo de texto plano (no de HTML) ubicado en directorios del servidor web que contiene instrucciones precisas respecto de qué hacer en ellos. Cada vez que un robot visita un sitio, primero revisa si existe ese archivo.

Manejo de Privacidad
Mantener la privacidad de los usuarios debe ser un objetivo permanente del sitio. Para ello deben existir mecanismos de seguridad concretos para proteger los datos de sus usuarios. Se recomienda un control particular de todos los procesos de respaldo, recargas, manejo de medios removibles y

generación de copias de información, por ser mecanismos internos de fugas o compromiso de confidencialidad de la información.

Canales Seguros
Es importante incorporar mecanismos de encriptación del canal de comunicaciones, para la transferencia de información privada entre los usuarios y la plataforma a través de la red Internet. Es importante considerar que la seguridad asignada a un Portal Web debe ser correspondiente con la inversión y la importancia de los datos almacenados.

Protección de Programas
Es fundamental proteger los códigos y programas internos del servidor web, particularmente evitando la transferencia de parámetros o información a través de la dirección de acceso a las páginas (por ejemplo, al usar el método GET para la entrega de parámetros), los cuales son mecanismos frecuentes de hackeo o robo de información.

De igual forma, se debe evitar la lectura de ejecutables desde los directorios del servidor, controlando los permisos adecuados de acceso a éstos, con el fin de evitar desensamblaje y/o ingeniería reversa para analizar accesos internos.

En cuanto a los scripts ubicados en el lado del cliente, en caso de ser críticos, se recomienda utilizar compactadores de código y eliminar documentación de apoyo que permita su fácil comprensión a partir de la lectura del código.

Roles Mínimos a Asegurar
Un último aspecto consiste en definir los diversos roles profesionales dentro de la definición y diseño de la plataforma.
Aunque los roles del área informática pueden estar claros, es necesario que se entienda que la operación del Portal Web es una tarea conjunta en la que participan funcionarios de diversas áreas de la organización, es importante que estas medidas sean incluidas junto a las acciones de seguridad informática normales.

2. Implementación bases de datos producción

Se utiliza Amazon Relational Database Service (Amazon RDS), este servicio en la nube permite la administración de las bases de datos en el motor que se requiera, para este caso se utilizó un motor SQL Server Express Edition, con un manejo automático de backups diario y con permanencia por 7 días.

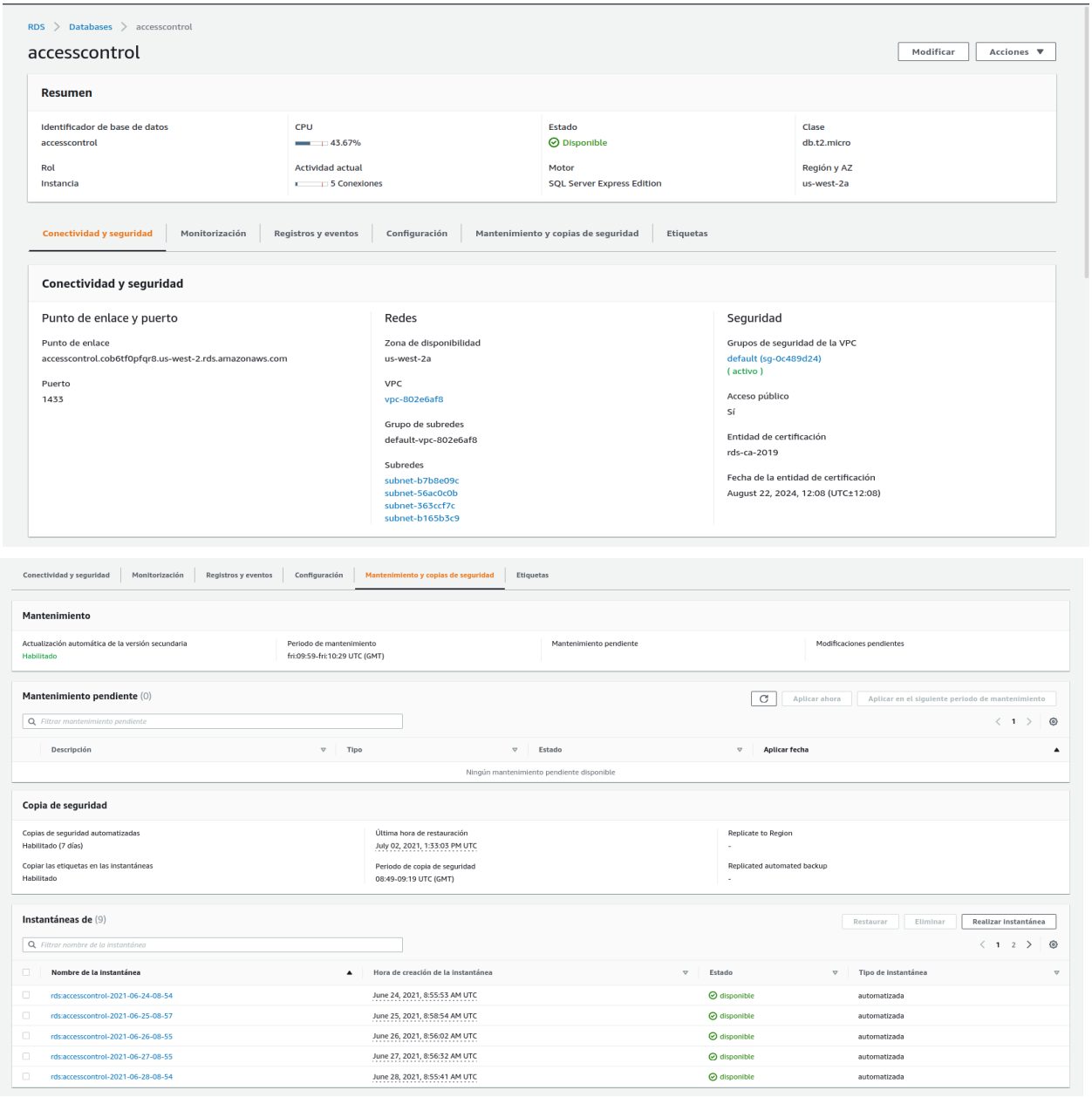


Figura 39. Configuración Amazon Relational Database Service (Amazon RDS)

3. Configuración de hosting para producción

Se utiliza Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2), es un servicio web que proporciona capacidad informática en la nube segura y de tamaño modificable. Proporciona un control completo sobre los recursos y una administración tanto de seguridad como de complementos.

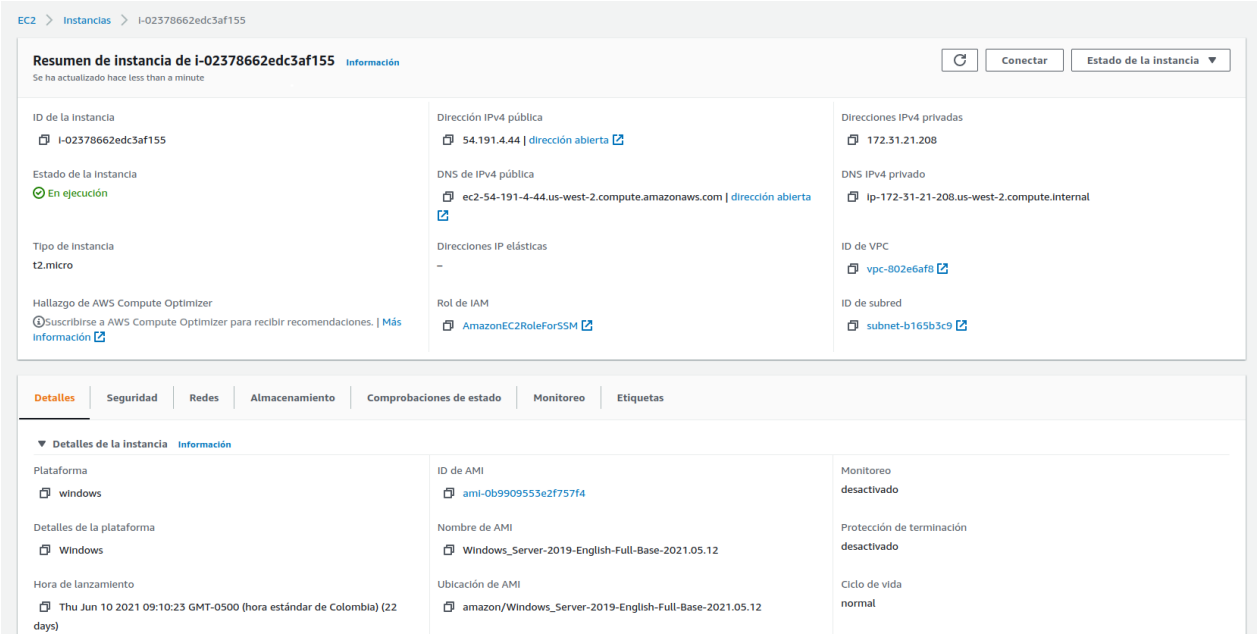


Figura 40. Despliegue de Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) .

La instancia que se despliega es una instancia con Windows Server 2019, se utiliza este sistema operativo por que se requiere de Internet Information Services o IIS para el correcto funcionamiento del API y la página web, para esto se configuran los puertos 8005 y 8006 respectivamente, los cuales se configuraron dentro del IIS para permitir la conexión y el correcto uso de estas dos instancias.

Adicional a esta configuración se habilita el puerto 1433 para la conexión con la base de datos, este puerto se configuró en el RDS.

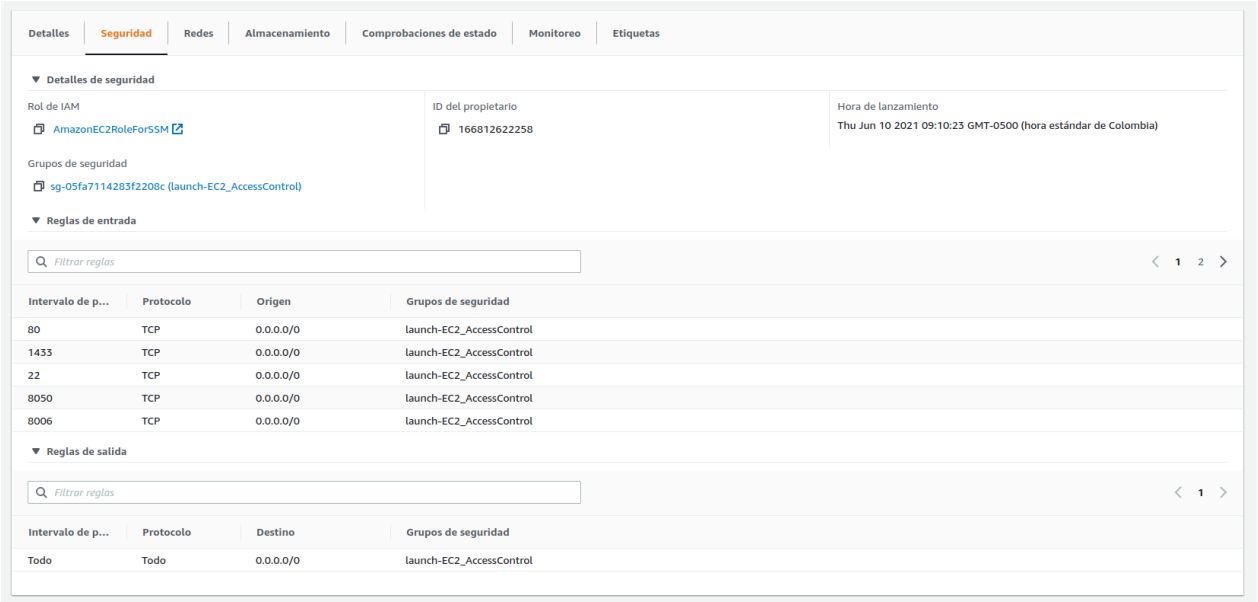


Figura 41. Configuración de seguridad Amazon EC2.

4. Publicación en hosting y configuración final

Luego de tener la instancia de EC2 y el servicio de RDS totalmente configurados y conectados, se establecen las IPs de conexión pública y el lanzamiento a producción.
Se establece la IP pública 54.191.4.44 para la conexión y acceso a la plataforma. Para el acceso a la página web automáticamente lo redirige al puerto correcto que es el 8006. Al final la url quedó de la siguiente manera http://54.191.4.44:8006/



Figura 42. Acceso a la IP pública.

7. Resultados

Propuesta definitiva

Todo el Back-End de la plataforma (API y bases de datos) y la página web se desplegaron utilizando los servicios de AWS, específicamente EC2 y RDS, el App, el control de Acceso (Raspberry Pi, lector o lectores de QR "LV4200") y la página web se comunican con el API, esta se encarga de gestionar todas las peticiones de cada uno de los módulos o servicios de la plataforma. Todas las peticiones se manejan utilizando el protocolo HTTP manejando los diferentes métodos para hacer peticiones (GET, POST, PUT, DELETE), adicional a estos métodos se utilizó una encriptación AES en Base64 para todos los datos sensibles.

A continuación los componentes de la solución y sus conexiones :

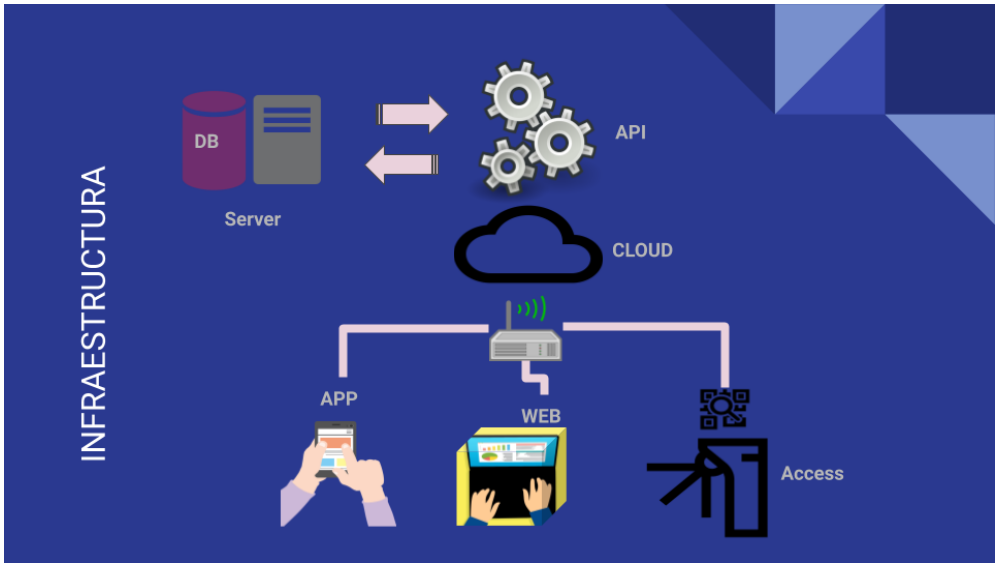


Figura 43. Arquitectura de la solución multiplataforma.

Se ejecuta el plan de pruebas diseñado para el sistema multiplataforma para detectar las posibles falencias y/o restricciones de la solución:

1. Pruebas de Interfaces y Contenidos

Se hace la revisión manual del código y sus respectivas pantallas y/o Activitys para corroborar que todo esté totalmente funcional, que la ortografía sea correcta y que todas las imágenes o archivos estén cargando adecuadamente. Esto se evidencia más claramente en las pruebas de funcionalidad y operación.

Adicional a esto se hace la verificación automática con la página W3C Check Link y nos muestra que los errores que se encuentran son debido a que no tiene acceso a los archivos locales del proyecto, esto se debe a la configuración de seguridad que se encuentra tanto en la instancia EC2 de AWS como en el IIS.

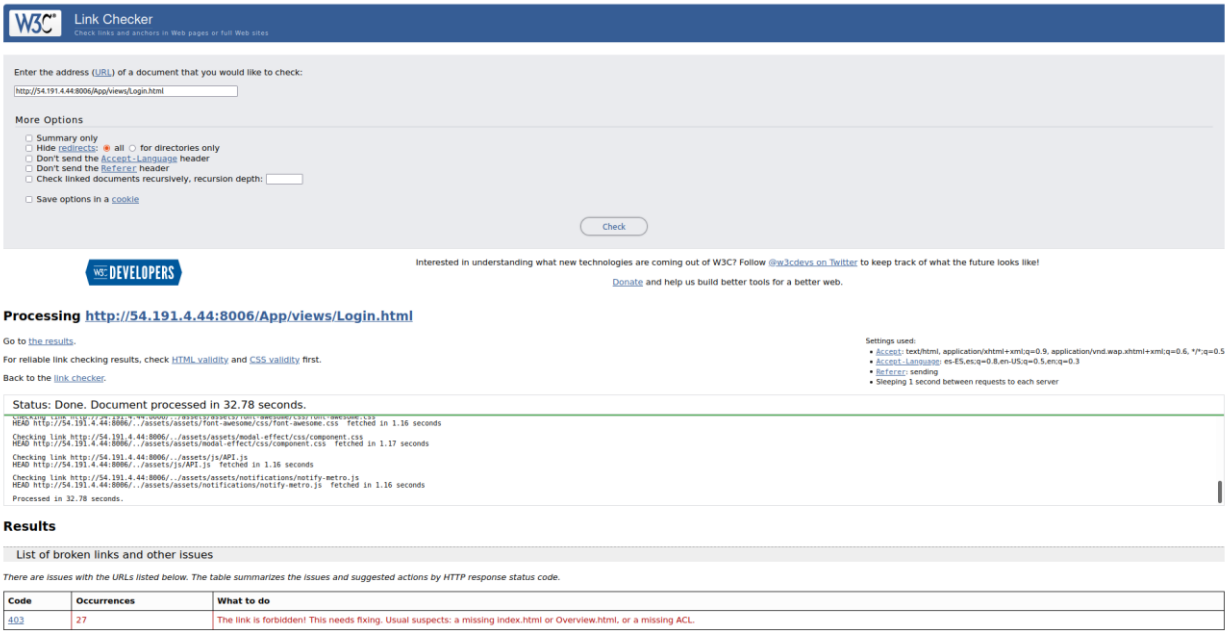


Figura 44.Resultados evaluación automática del sitio web

2. Pruebas de Funcionalidades y Operación

Pruebas de Funcionalidades Web por Página			
PÁGINA	**PRUEBA**	**RESULTADO ESPERADO**	**RESULTADO OBTENIDO**
LOGIN	Iniciar sesión en el sistema.	Se debe ingresar el usuario y contraseña al validar la información y redireccionar al dashboard del usuario.	Al ingresar con el usuario los diferentes roles, se redirecciona al dashboard del usuario.
LOGOUT	Se cierra sesión y no debe ingresar a ninguna pagina.	Al cerrar sesión se debe redireccionar al login.	Se cierra sesión y se redirecciona al login, se intenta ingresar a las páginas principales y no es permitido por el sistema.
FUNCIONARIOS			
Tableros	ingresar a la página Tableros	Redireccionar al dashboard o tableros desde el menú principal.	Se redirecciona hacia los tableros dando click en el menú *Tableros* desde todas las páginas del usuario.

	1. Aforo máximo 2. Aforo Actual 3. Ingresos del día 4. Salidas del dia	1. Mostrar el aforo máximo configurado en Base de datos. 2. Al ingresar un usuario por un lector o punto de acceso se debe incrementar en 1 la caja *Aforo Actual.* 3. Al ingresar un usuario por un lector o punto de acceso se debe aumentar en 1 unidad la caja *Ingresos del día.* 4. Al salir un usuario por un lector o punto de acceso de salida se debe aumentar en 1 unidad la caja *salidas del día.*	1. Se observa que el valor configurado en base de datos (200) es el mismo de la caja de texto. 2. Se lee con el lector QR un usuario y se observa que aumenta una unidad la caja *Aforo Actual.* 3. Se lee con el lector QR de *Entrada* un usuario y se observa que aumenta una unidad la caja *Ingresos del día.* 4. Se lee con el lector QR de *Salida* un usuario y se observa que aumenta una unidad la caja *Salidas del día.*
	1. Clases Activas 2. Clases Iniciadas , finalizadas y con novedad Hoy.	1. El número de clases activas debe coincidir con las creadas en base de datos. 2. Iniciar , finalizar y registrar una clase con novedad debe incrementar las cajas informativas.	1. El número de clases activas coincide con las configuradas en BD. 2. Se inicia una clase, se finaliza y se registra una con novedad, las cajas informativas aumentan en 1 su valor inicial.
Profesores	Ingresar a la pagina profesores	Redireccionar a profesores desde el menú principal.	Se redirecciona hacia los profesores dando click en el menú *Profesores* desde todas las páginas del usuario.
	Editar profesor	Al editar un profesor se debe actualizar su información en la tabla de administración y en BD.	Se actualiza la información del usuario de un profesor y se observa el cambio en la tabla de administración.
Estudiantes	Ingresar a la página Estudiantes	Redireccionar a Estudiantes desde el menú principal.	Se redirecciona hacia los Estudiantes dando click en el menú *Estudiantes* desde todas las páginas del usuario.
	Editar Estudiante	Al editar un Estudiante se debe actualizar su información en la tabla de administración y en BD.	Se actualiza la información del usuario de un Estudiante y se observa el cambio en la tabla de administración,
Administrativos	Ingresar a la página Administrativos	Redireccionar a Administrativos desde el menú principal.	Se redirecciona hacia los Administrativos dando click en el menú *Administrativos* desde todas las páginas del usuario.
	Editar Administrativos	Al editar un Administrativo se debe actualizar su información en la tabla de administración y en BD.	Se actualiza la información del usuario de un administrativo y se observa el cambio en la tabla de administración.
Dispositivos	Mostrar dispositivos creados.	La tabla de administración de dispositivos solo debe permitir crear la funcionalidad editar y eliminar están deshabilitadas.	Se crea un dispositivo con éxito y al intentar editarlo no es posible.
Reportes	Reporte de Asistencias a Clases	Al ingresar a la página Reporte de Asistencias se debe mostrar el registro de las clases iniciadas, finalizadas o presentadas con novedad.	Se ingresa a la página de Reportes de asistencia dando click en el menú y se evidencia la tabla con los registros almacenados, además se valida la información relacionada.
	Reporte de Accesos	Al ingresar a la página Reporte de Accesos se deben mostrar los registros almacenados por los dispositivos Raspberry Pi divididos por entradas y salidas.	Se ingresa a la página desde el mú principal y se observa el registro de entradas y salidas por orden de fecha y zonas de lectura.

PROFESORES			
tableros	ingresar a la página Tableros	Redireccionar al dashboard o tableros desde el menú principal.	Se redirecciona hacia los tableros dando click en el menú *Tableros* desde todas las páginas del usuario.
	Clases del día Clases iniciadas Clases finalizadas Clases con novedad	1. Mostrar las clases del día que tenga el usuario profesor. 2. Mostrar las clases iniciadas el día de la consulta. 3. Mostrar las clases finalizadas el día de la consulta. 4. Mostrar las clases con novedad del día de la consulta.	1. Se ingresa con un profesor que tiene asignada clases y se observa la caja 2. Se inicia y finaliza una clase la cajas respectivas aumentaron en 1 su valor. 3. Se crea una clase con novedad y se observa la caja respectiva que aumenta en 1 su valor.
Horarios de Clase	ingresar a la página Horario de Clase	Redireccionar a Horario de Clases desde el menú principal.	Se redirecciona hacia Horario de Clases dando click en el menú *Horario de Clases* desde todas las páginas del usuario.
	Iniciar Clase	Se inicia la clase con éxito	Se verifica el estado de la clase y se inicia sin errores.
	Finalizar Clase	Se finaliza la clase con éxito	Se verifica el estado de la clase que ya ha sido iniciada y se finaliza sin errores.
	Registrar Estudiante	Se registra a la clase iniciada un estudiante mediante Qr o manualmente desde la web.	Se escanea el código de la clase con un usuario registrado desde la APP y se registra la asistencia con éxito.
Reporte de Asistencia	Reporte de Asistencias a Clases	Al ingresar a la página Reporte de Asistencias se debe mostrar el registro de las clases iniciadas, finalizadas o presentadas con novedad del usuario consultado.	Se ingresa a la página de Reportes de asistencia dando click en el menú y se evidencia la tabla con los registros almacenados, además se valida la información relacionada con el usuario consultado.
ESTUDIANTES			
tableros	ingresar a la página Tableros	Redireccionar al dashboard o tableros desde el menú principal.	Se redirecciona hacia los tableros dando click en el menú *Tableros* desde todas las páginas del usuario.
	1. Clases Inscritas 2. Clases de hoy	1. Las clases inscritas en Base de datos corresponden al número mostrado en pantalla. 2. Se debe mostrar las clases del día consultado.	1. Las clases inscritas 1 del estudiante corresponden a las mostradas en pantalla 1. 2. Se muestran las clases del usuario para ese día consultado,
Reportes de Asistencia	Reporte de Asistencias a Clases	Al ingresar a la página Reporte de Asistencias se debe mostrar el registro de las clases iniciadas, finalizadas o presentadas con novedad del usuario consultado.	Se ingresa a la página de Reportes de asistencia dando click en el menú y se evidencia la tabla con los registros almacenados, además se valida la información relacionada con el usuario consultado.

Tabla 2.Pruebas realizadas en plataforma web.

Pruebas de Funcionalidades Aplicación Android "App"			
Activity o Fragment	**PRUEBA**	**RESULTADO ESPERADO**	**RESULTADO OBTENIDO**
	Instalación y puesta en marcha de la aplicación en diferentes dispositivos	La aplicación se desarrolla para funcionar en cualquier dispositivo celular con sistema operativo Android que utilice el API 23 "Android 6.0 Marshmallow" o superior .	Las pruebas se hicieron en diferentes dispositivos virtuales que proporciona Android Studio como simulador , en todos los dispositivos y Level API o versión igual o superior a la 23 funcionó correctamente. Luego de las pruebas simuladas se pasó a

			hacer pruebas en dispositivos físicos y diferentes versiones del sistema operativo Android para evitar errores por manejo de diferentes framework internos de cada marca. Las pruebas realizadas fueron las siguientes: ● Xiaomi Note 6 con Android 11 o R. ● Xiaomi MI 8 con Android 10 o Q. ● Huawei Y9a con Android 10 o Q. ● ASUS Zenfone Max M2 con Android 9 o Pie. ● Samsung Galaxy S8 con Android 8 o Oreo. ● Google Nexus 5 con Android 7.1.1 o Nougat. Luego de comprobar que en todos los dispositivos anteriormente mencionados funcionara correctamente la instalación y la puesta en marcha se da como exitosa esta prueba.
LoginActivity	Inicio de sesión con manejo de roles.	Se debe ingresar el usuario y contraseña en el formulario del Activity, se envía la petición al API y esta nos retorna una respuesta dependiendo del tipo de usuario que está ingresando. El app se diseñó solo para usuarios de tipo Estudiante y Profesor, por lo que el usuario Administrativo no debe poder ingresar a las demás funciones del app.	Se hacen diferentes pruebas con diferentes tipos de usuario y el Activity funciona correctamente permitiendo redireccionar a los usuarios de tipo Estudiante y Profesor a sus respectivas pantallas o Activity. El usuario Administrador muestra un mensaje de advertencia para evitar confusiones o aparentar un mal funcionamiento del app.
close_session_Fragment	Cerrar sesión y borrado de datos en memoria	Al cerrar sesión se debe dejar la aplicación sin ningún dato en memoria correspondiente a la sesión iniciada y redireccionar al usuario nuevamente al LoginActivity.	Se verifica el funcionamiento con diferentes tipos de usuario y se comprueba que al intentar ingresar nuevamente a algún módulo el app no lo permite hasta que se vuelva a iniciar la sesión, esto debido a que no existe ningún dato en memoria correspondiente al usuario por lo cual solo permite cargar el LoginActivity..
PROFESORES			
TeacherMainActivity	Activity principal en donde se muestra un menú con las diferentes funcionalidades del usuario ● Datos Básicos (nav_teacher_basic_data_Fragment) ● Código QR (nav_teacher_qr_Fragment) ● Horario de Clases (nav_teacher_lessons_Fragment) ● Cerrar Sesión (close_session_Fragment)	Luego de iniciar sesión correctamente debe redireccionarlo al activity principal en donde se mostrarán todos los módulos o funcionalidades creadas para el tipo de usuario.	El activity carga sin problemas luego de iniciar sesión y así se cierre totalmente la aplicación, como ya existen datos en memoria del usuario cuando se vuelve a ingresar se direcciona automáticamente a esta pantalla o activity.

nav_teacher_basic_data_Fragment	Datos Basicos del usuario	Se debe cargar una pantalla con datos básicos del usuario: ● Nombre ● Tipo de usuario ● Correo Electrónico	Al ingresar a la opción de Datos Básicos carga correctamente la pantalla en donde se muestran los datos preconfigurados del usuario.
nav_teacher_qr_Fragment	Generar QR para control de acceso	Se debe cargar pantalla con QR único y dinámico, diseñado para permitir registrar el ingreso o la salida.	Al ingresar a la opción de Código QR se muestra una pantalla con el QR único en todo el centro de la pantalla que permite ser escaneado correctamente desde los dispositivos de lectura.
nav_teacher_lessons_Fragment	Cargar horario de clases asignadas al usuario	Se debe cargar una pantalla con la opción de seleccionar el día específico de la semana y así mostrar la clases asignadas para ese día. Luego de seleccionar la clase se debe poder ingresar a esta y ver las diferentes opciones dependiendo del estado de la clase. Debe Redireccionar a (nav_teacher_attendance_Fragment)	Al ingresar a la opción de Horario de Clases, carga correctamente una lista para seleccionar el día de la semana y se muestra el horario del día seleccionado, al cargar la información se muestran datos básicos de la clase para poder ingresar a esta.Cuando se ingresa a la clase se redirecciona a una nueva pantalla.
nav_teacher_attendance_Fragment	Carga datos específicos de una clase	Se deben visualizar los datos detallados de la clase además de un historial de clases y su estado, esto siempre y cuando no se encuentre la clase en estado iniciada, de lo contrario no mostrará el historial de clases sino una lista de asistencia a clases, en donde se podrá ver que estudiantes ya se registraron a la clase.. Si la clase se encuentra en un estado por iniciar se mostrarán las opciones: ● Novedad ● Iniciar Las dos opciones despliegan un AlertDialog o PopUp en donde se pide ingresar una nota para hacer el cambio de estado de la clase. Si se genera una novedad la clase se dará como finalizada y no se tendrán más opciones, de lo contrario si se inicia la clase mostrará nuevamente otras opciones ● Novedad ● Finalizar ● Ver QR Todas las opciones abren un AlertDialog o PopUp, pero solo Novedad y Finalizar pedirán una nota, la opción Ver QR mostrará un código QR único relacionado a la clase iniciada, este deberá ser escaneado por los estudiantes para poder registrar la asistencia a la clase. Si se finaliza o se le agrega una novedad a la clase esta automáticamente se cerrará y cambiará la visualización de la asistencia por el historial de clases.	Al cargar la pantalla de la clase de muestran los datos relacionados a la clase específica como son: ● Nombre de la clase o materia ● Horario de la clase ● Aula o salón ● Descripción del Aula o salón ● Historial de clases Si la clase pertenece al dia y hora actuales se muestran las diferentes opciones, inicialmente aparecen las opciones de: ● Novedad ● Iniciar Si se genera una novedad o algún inconveniente para iniciar la clase, esta se cierra inmediatamente y no permite generar ninguna otra acción. Si se inicia la clase se cambia la vista del historial por un listado de los estudiantes inscritos y el estado actual de la asistencia de cada uno. Además cambian las opciones de los botones y ahora aparecen: ● Novedad ● FInalizar ● Ver QR En donde al ingresar por Ver QR se muestra un código QR que puede ser escaneado por los estudiantes y automáticamente se genera el registro de asistencia para ese estudiante. Al finalizar o generar una novedad se cierra por completo la clase y ya no permite el registro de ningún otro estudiante y automáticamente se cambia la vista de asistencia por el historial de clases.
ESTUDIANTES			
StudentMainActivity	Activity principal en donde se muestra un menú con las diferentes funcionalidades del usuario ● Datos Básicos (nav_studen_basic_data_Fragment	Luego de iniciar sesión correctamente debe redireccionarlo al activity principal en donde se mostrarán todos los módulos o funcionalidades creadas para el tipo de usuario.	El activity carga sin problemas luego de iniciar sesión y así se cierre totalmente la aplicación, como ya existen datos en memoria del usuario cuando se vuelve a ingresar se direcciona automáticamente a esta pantalla o activity.

	) ● Código QR (nav_studen_qr_ Fragment) ● Horario de Clases (nav_student_les sons_Fragment) ● Cerrar Sesión (close_session_F ragment)		
nav_studen_basic_ data_Fragment	Datos Basicos del usuario	Se debe cargar una pantalla con datos básicos del usuario: ● Nombre ● Tipo de usuario ● Correo Electrónico	Al ingresar a la opción de Datos Básicos carga correctamente la pantalla en donde se muestran los datos preconfigurados del usuario.
nav_studen_qr_Fra gment	Generar QR para control de acceso	Se debe cargar pantalla con QR único y dinámico, diseñado para permitir registrar el ingreso o la salida.	Al ingresar a la opción de Código QR se muestra una pantalla con el QR único en todo el centro de la pantalla que permite ser escaneado correctamente desde los dispositivos de lectura.
nav_student_lesson s_Fragment	Cargar horario de clases inscritas del usuario	Se debe cargar una pantalla con la opción de seleccionar el día específico de la semana y así mostrar la clases inscritas para ese día. Luego de seleccionar la clase se debe poder ingresar a esta y ver las diferentes opciones dependiendo del estado de la clase. Debe Redireccionar a (nav_student_attendance_Fragment)	Al ingresar a la opción de Horario de Clases, carga correctamente una lista con los días de la semana, al escoger alguna opción se muestra el horario del día seleccionado. Al cargar esta información se muestran datos básicos de la clase para poder ingresar. Cuando se ingresa a la clase se redirecciona a una nueva pantalla.
nav_student_attend ance_Fragment	Carga datos específicos de una clase	Se deben visualizar los datos detallados de la clase además de un historial de asistencia a esta. Si la clase se encuentra en un estado por iniciar o iniciada aparecerán diferentes mensajes de advertencia como lo son: ● El docente no ha iniciado la clase ● Ya está registrada la asistencia Adicional a estos mensaje si la clase se encuentra iniciada mostrará un botón para poder registrar la asistencia este abrirá la cámara para poder escanear el Código QR generado por el profesor y así registrar correctamente la asistencia.	Al cargar la pantalla de la clase de muestran los datos relacionados a la clase específica como son: ● Nombre de la clase o materia ● Profesor ● email del profesor ● Horario de la clase ● Aula o salón ● Descripción del Aula o salón ● Historial de asistencia Si la clase pertenece al dia y hora actuales se muestran los diferentes mensajes dependiendo del estado de la clase y permite escanear el código QR del profesor, cualquier otro código arroja mensaje de advertencia por no corresponder a la clase. Luego de escanear el código QR se actualiza automáticamente el historial y muestra un mensaje de que ya se registró la asistencia.

Tabla 3.Pruebas realizadas Aplicacion Android “App”.

3. Prueba o Test de rendimiento
   a. Página Web

Durante la recopilación de datos se encontró que hay un promedio de 7 mil personas aproximadamente entre (Estudiantes , profesores y Administrativos)en la facultad tecnológica según el estudio de caracterización realizado por la Universidad en el 2018[33], por ende las pruebas realizadas a la aplicación se enfocaron en suplir este volumen de peticiones.

Se realizó una prueba de estrés de 0 a 10 usuarios en simultáneo en un periodo de 10 minutos a la página de Login, en este periodo de tiempo los usuarios registraron un total de 3.704 peticiones la cual arrojó como resultado un promedio de respuesta de 311 milisegundos. El promedio de pico de respuesta más alto se registró en 6 segundos aproximadamente.

El test fue realizado con el software online Quick Storm.

Test Statistics

Total Requests	3,704
Peak RPS	11.55
Average RPS	6.17
Peak Response Time	7,184 (ms)
Avg Response Time	311 (ms)
Data Transferred	1,201 (MB)
Peak Throughput	3,636 (kB/s)
Average Throughput	2,001 (kB/s)
Total Errors	0

Test Information

Name	QuickStorm of 54.191.4.44
Test Start Time	7/14/21 2:53 AM
VUser Hours	0
Start Users	1
Peak Users	10
Duration	10
Minutes At Peak	2
Load Pattern	linear

Figura 45. Resultado Test de estrés para página de Login.

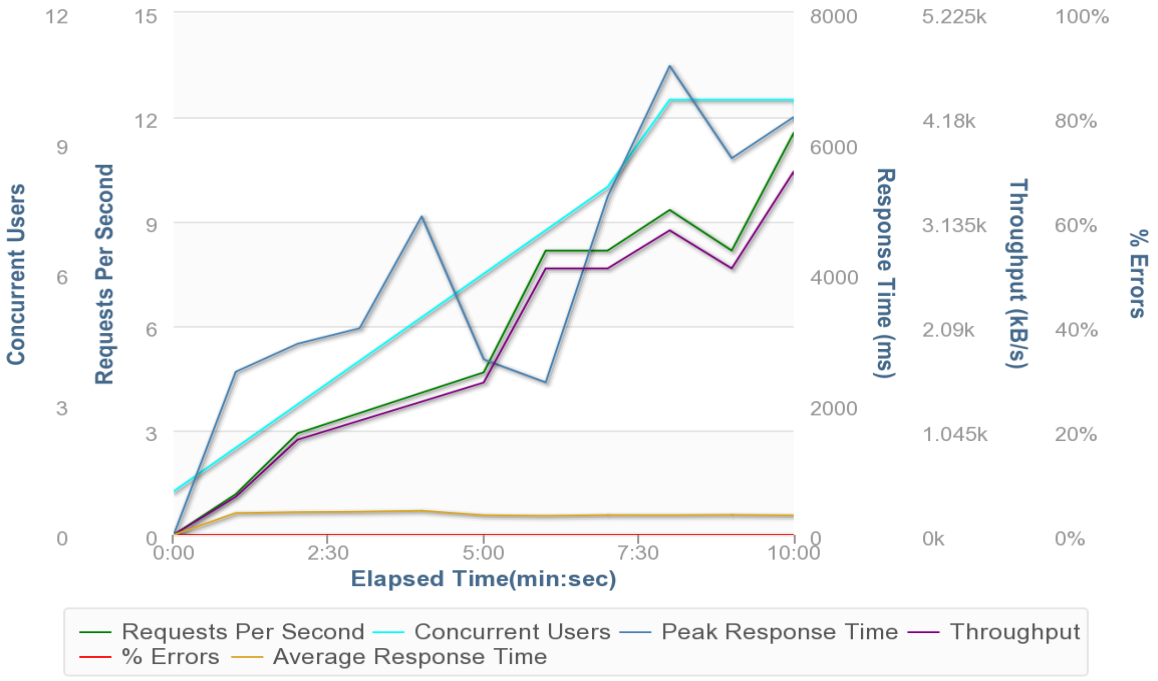


Figura 46. Gráfica Test de estrés para página de Login.

También se realizó una prueba de estrés de 0 a 10 usuarios en simultáneo en un periodo de 10 minutos a la página de principal o Dashboard, en este periodo de tiempo los usuarios registraron un total de 3.661 peticiones la cual arrojó como resultado un promedio de respuesta de 265 milisegundos. El promedio de pico de respuesta más alto se registró en 6 segundos aproximadamente.

Test Statistics

Total Requests	3,661
Peak RPS	10.07
Average RPS	6.10
Peak Response Time	1,952 (ms)
Avg Response Time	265 (ms)
Data Transferred	539.29 (MB)
Peak Throughput	1,450 (kB/s)
Average Throughput	898.82 (kB/s)
Total Errors	0

Test Information

Name	QuickStorm of 54.191.4.44
Test Start Time	7/14/21 3:34 AM
VUser Hours	0
Start Users	1
Peak Users	10
Duration	10
Minutes At Peak	2
Load Pattern	linear

Figura 47. Resultado test de estrés para página principal.

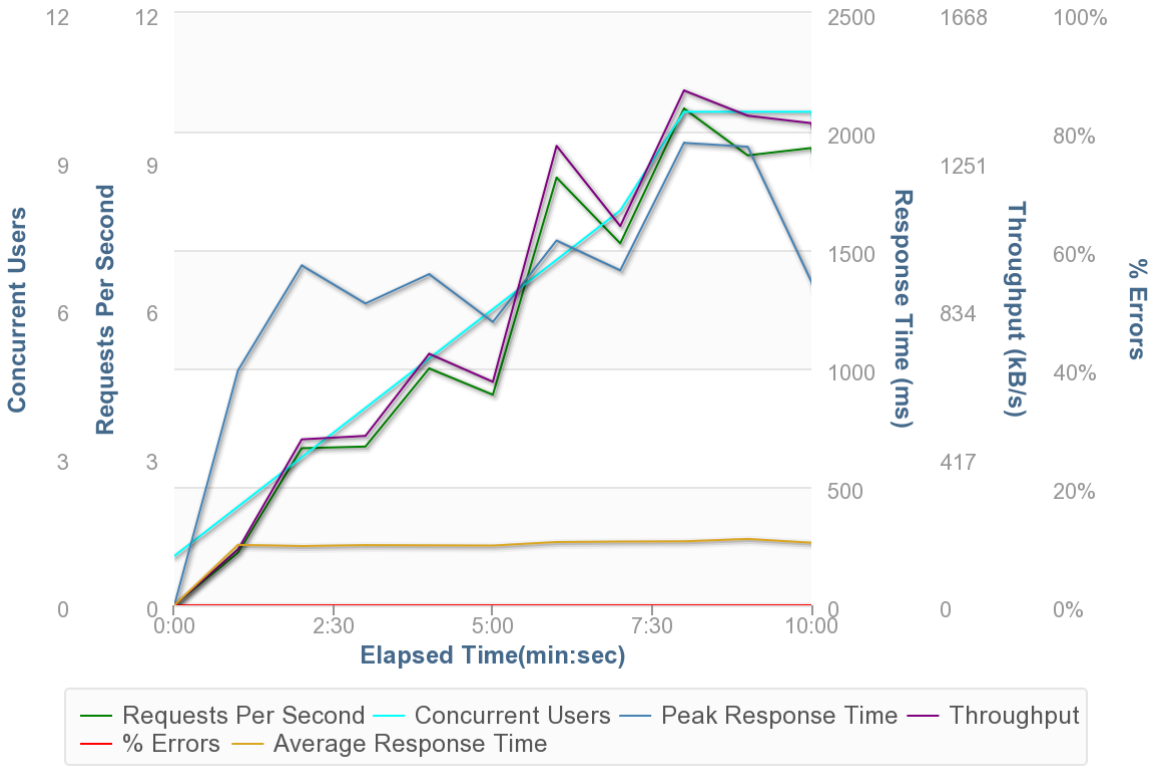


Figura 48. Gráfica test de estrés para página principal.

Durante el test se observó el comportamiento del servidor AWS y se evidencia que el pico mas alto de consumo alcanzado por la CPU es del 13.2%, luego de este pico surgieron 2 mas de 8& y 6% respectivamente. en cuanto a la transferencia de datos se tuvo solo un pico de entrada de 17.2 MB y de salida de 157 MB.

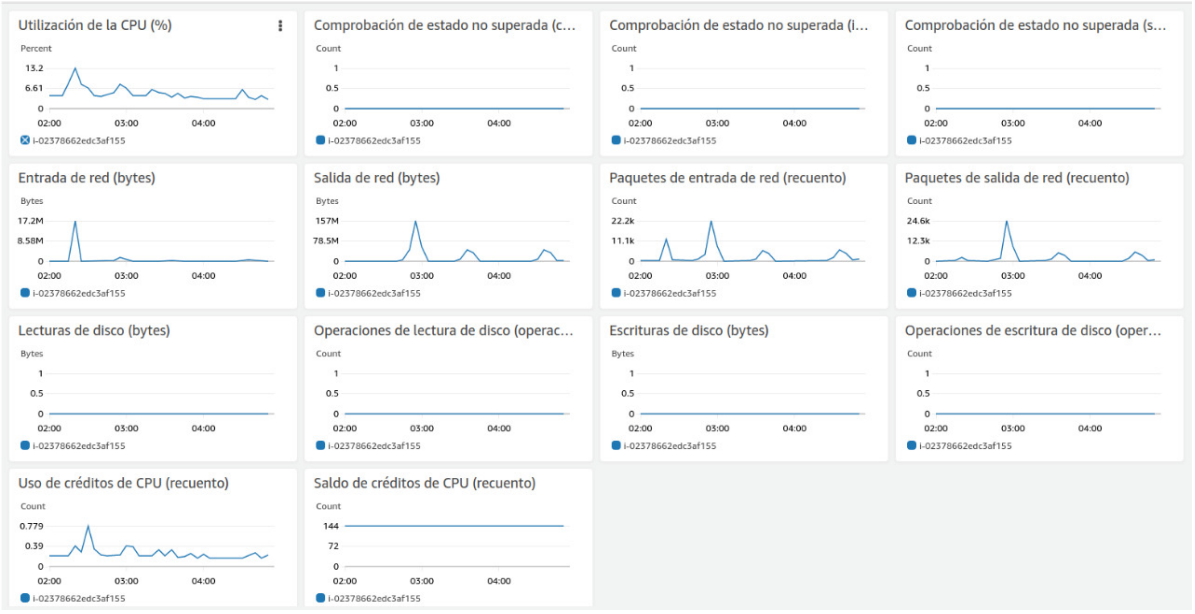


Figura 49. Consumo de recursos servidor AWS durante el test de estrés.

Prueba diferentes navegadores

Se realizaron pruebas en tres tipos de navegadores diferentes Chrome, Mozilla Firefox y Edge observando la compatibilidad de los componentes desarrollados.

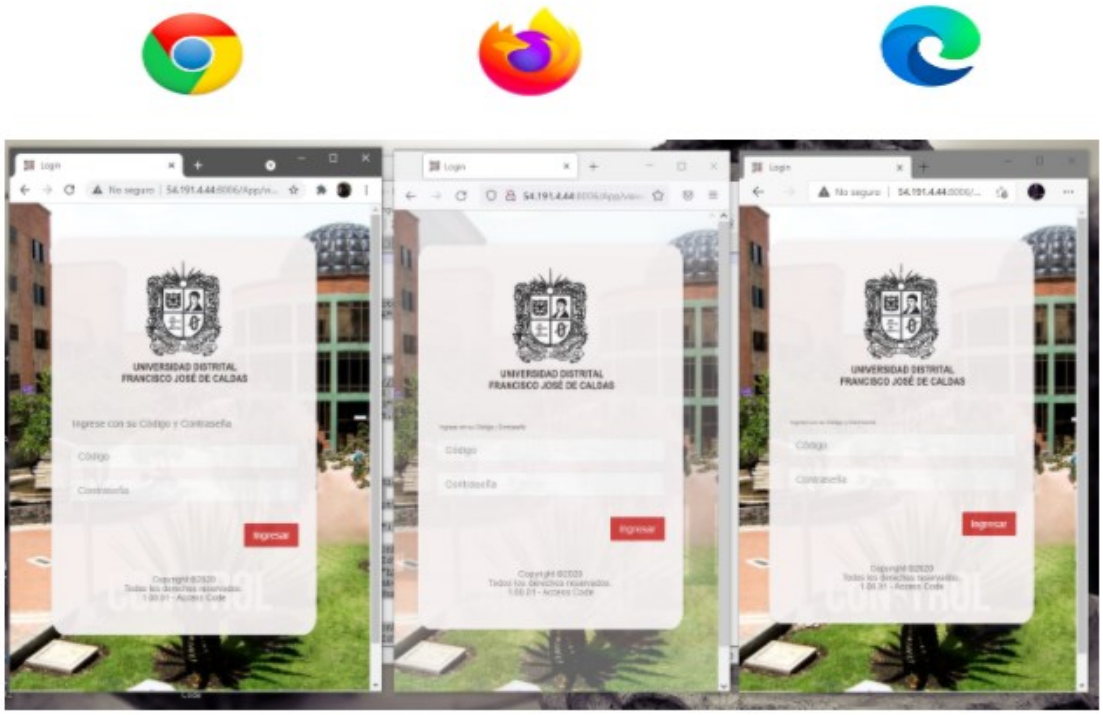


Figura 50. Pruebas de compatibilidad en diferentes navegadores.

b. Aplicación Android

Para el test de rendimiento se definió como tareas a ejecutar abrir la app, iniciar sesión, cargar carnet virtual (Código QR), cargar horario de clases e ingresar a una clase. Luego de ejecutar estas tareas y hacer el seguimiento respectivo en cada dispositivo se obtuvieron las siguientes mediciones:

Test en Xiaomi MI 8 Lite con Android 10 o Q.

La gráfica general de las métricas obtenidas en el dispositivo se puede ver en el Anexo 3, en esta se muestra el tiempo que se utiliza para iniciar el app es de 209 ms.

El consumo de datos se encuentra dividido en 4 peticiones la cuales concuerdan con las tareas definidas, estas consumen un total de 8.6 KB y un tiempo promedio de 378 ms

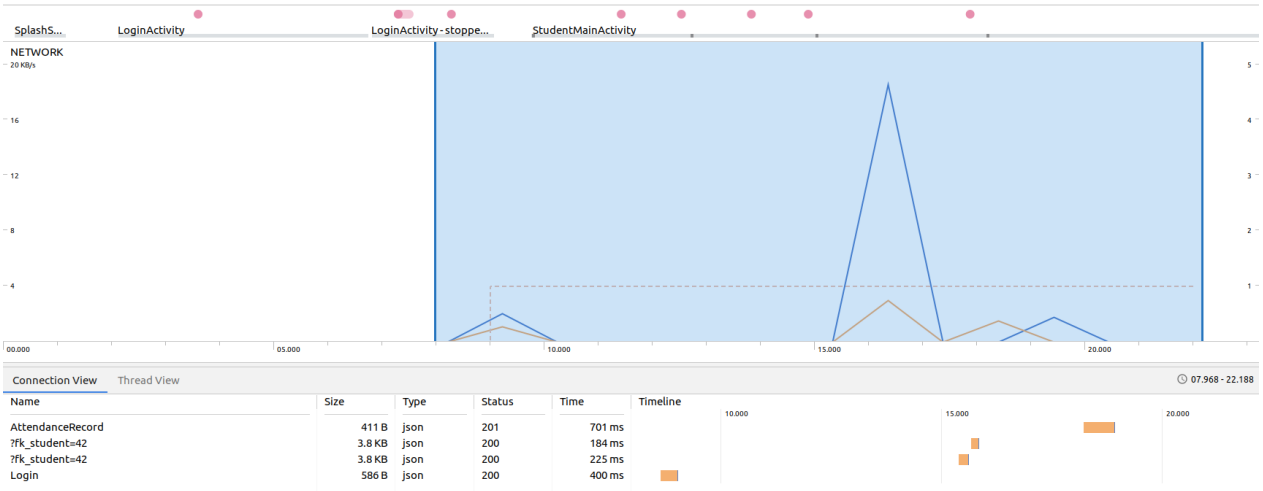


Figura 51. Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo de datos

El consumo de batería tiene varios picos los cuales se puede ver que son durante las transiciones de las activitys, esto es debido a que al hacer transiciones de visualizaciones y peticiones http se aumenta el uso de la CPU y la RAM, esto aumenta el consumo de batería en 2 picos de consumo medio-alto de un promedio de duración de 730 ms.



Figura 52. Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo Bateria

El consumo de memoria RAM tiene dos máximos picos de 95.5 MB y 95.4 MB respectivamente, esta gráfica evidencia que al ingresar al activity principal del usuario es cuando inicia el mayor consumo de memoria.

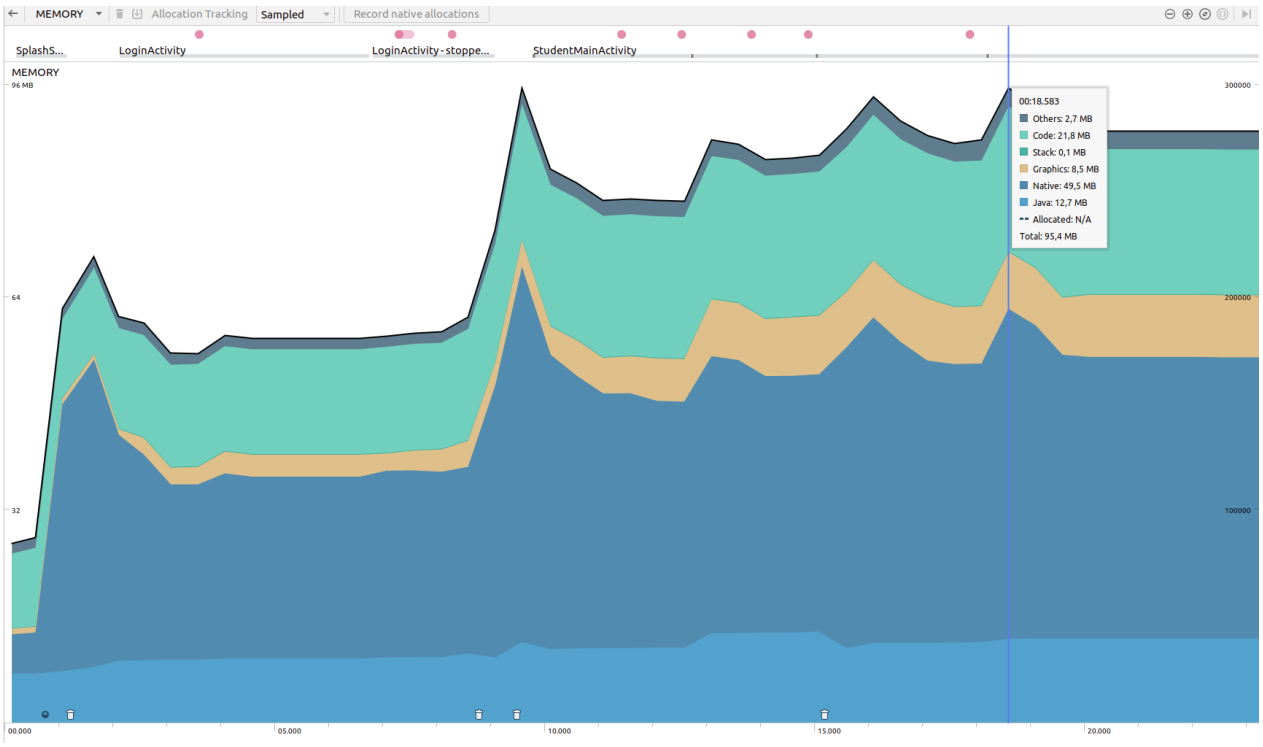


Figura 53. Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo RAM

El consumo de la CPU tiene un pico máximo de 33%, el cual ocurre al cargar terminar la pantalla inicial del logo de la app y el inicio del activity de Login este pico tiene una duración de 540 ms, posterior a este pico el pico más alto presentado es de 26% con una duración de 130 ms, este ocurre al realizar la carga del activity principal del usuario.

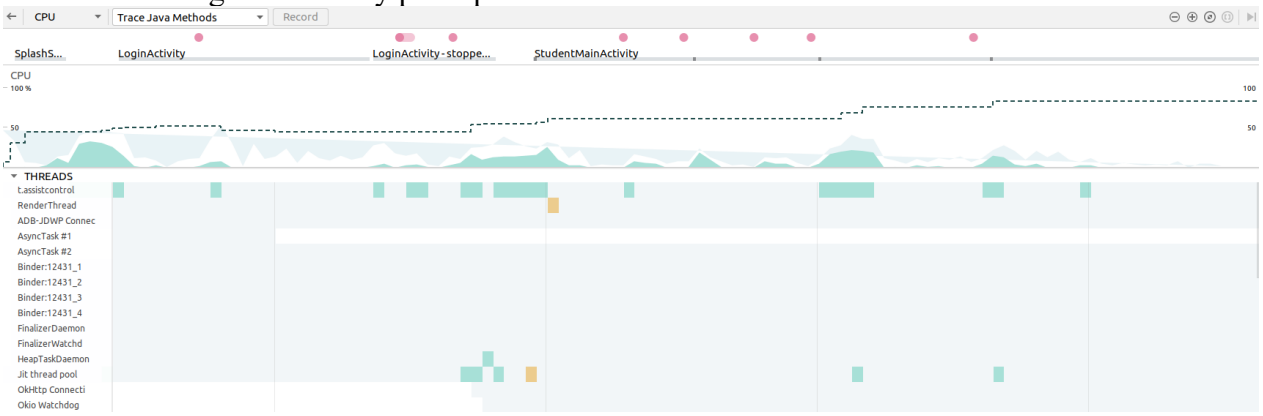


Figura 54. Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo CPU

Test en Redmi Note 8 con Android 10 o Q.

La gráfica general de las métricas obtenidas en el dispositivo se puede ver en el Anexo 4, en esta se muestra el tiempo que se utiliza para iniciar el app es de 590 ms.

El consumo de datos se encuentra dividido en 4 peticiones la cuales concuerdan con las tareas definidas, estas consumen un total de 9.4 KB y un tiempo promedio de 332 ms

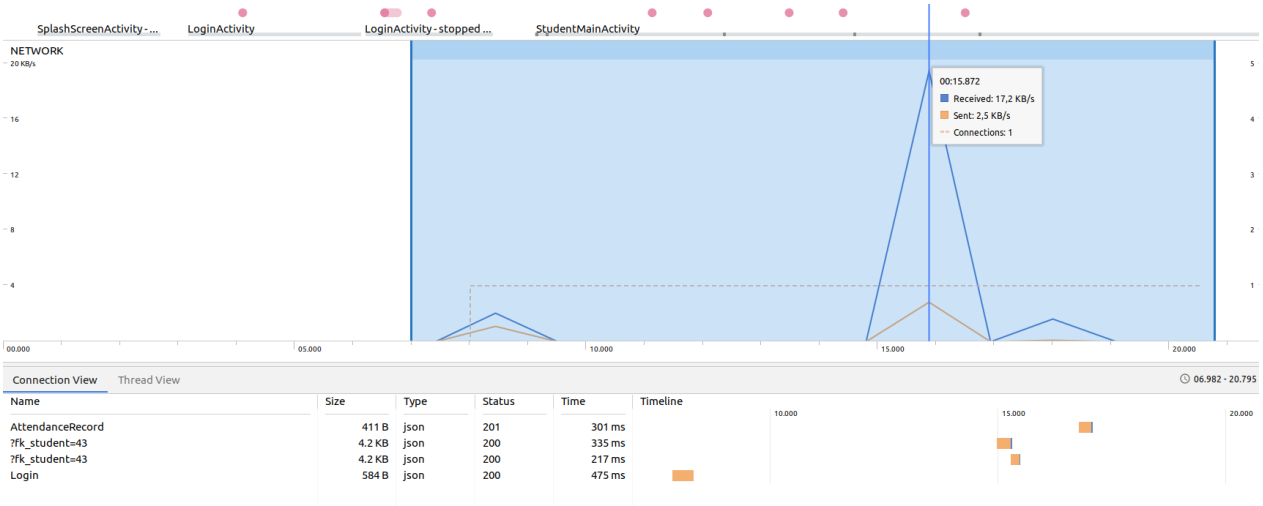


Figura 55. Test Redmi Note 8 - Consumo de datos

El consumo de batería tiene varios picos los cuales se puede ver que son durante las transiciones de las activitys, esto es debido a que al hacer transiciones de visualizaciones y peticiones http se aumenta el uso de la CPU y la RAM, esto aumenta el consumo de batería en 5 picos de consumo bajo-medio de un promedio de duración de 626 ms.

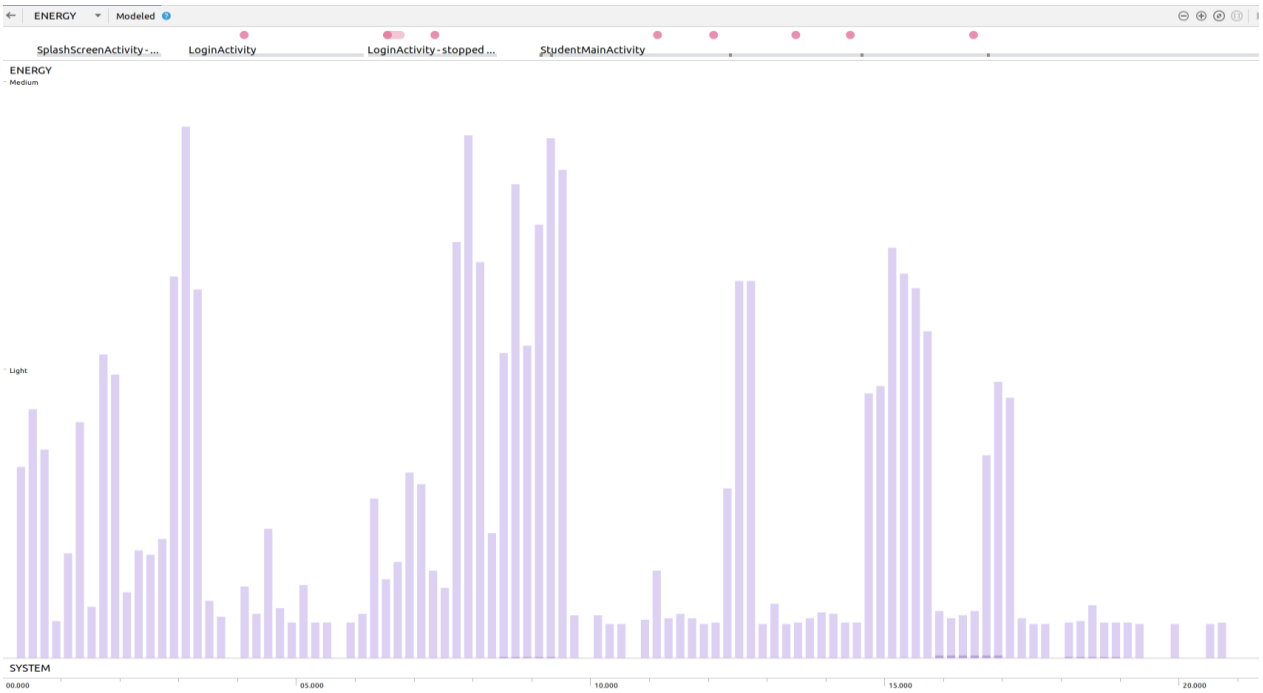


Figura 56. Test Redmi Note 8 - Consumo Bateria

El consumo de memoria RAM tiene dos máximos picos de 158 MB y 153.9 MB respectivamente, esta gráfica evidencia que al ingresar al activity principal del usuario es cuando inicia el mayor consumo de memoria.

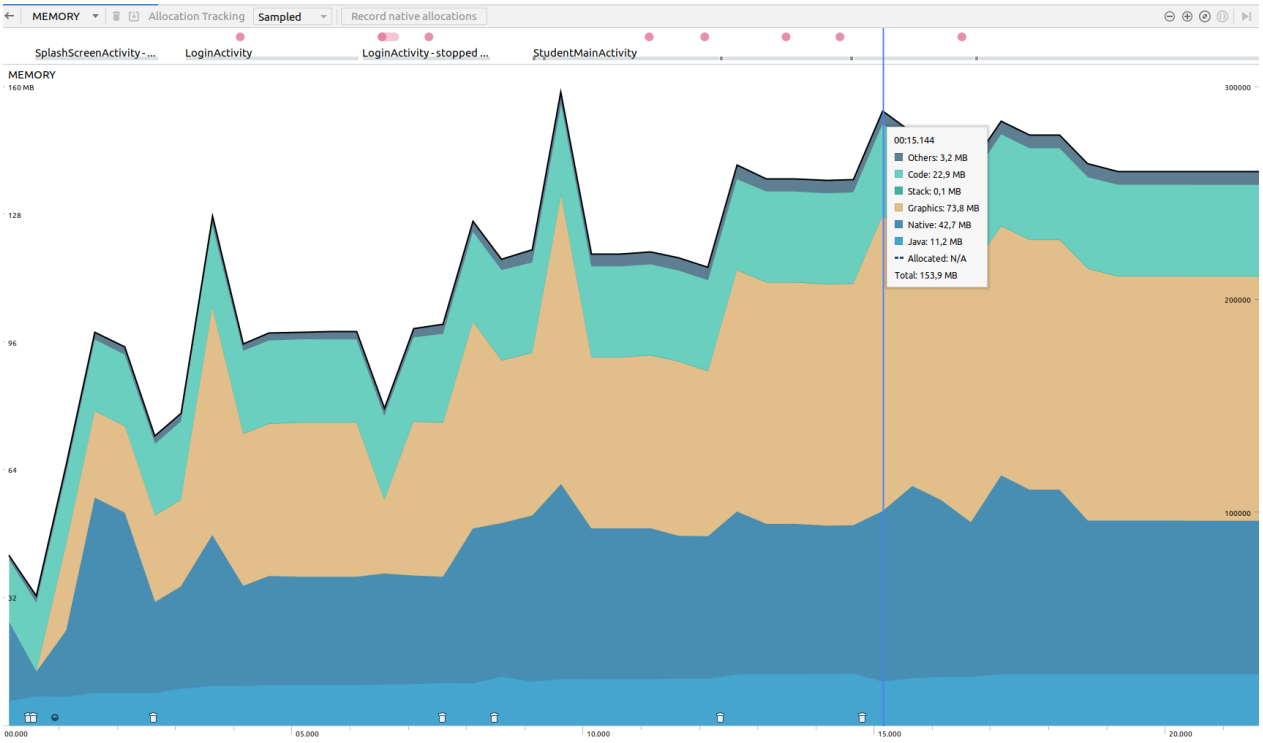


Figura 57. Test Redmi Note 8 - Consumo RAM

El consumo de la CPU tiene un pico máximo de 24%, el cual ocurre al cargar la última tarea que es la pantalla de horario de clases este pico tiene una duración de 397 ms, posterior a este pico el pico más alto presentado es de 20% con una duración de 389 ms, este ocurre al realizar la carga del activity principal del usuario.



Figura 58. Test Xiaomi MI 8 Lite - Consumo CPU

Test en Asus Zenfone Max M2 con Android 9 o Pie.

La gráfica general de las métricas obtenidas en el dispositivo se puede ver en el Anexo 5, en esta se muestra el tiempo que se utiliza para iniciar el app es de 461 ms.

El consumo de datos se encuentra dividido en 4 peticiones la cuales concuerdan con las tareas definidas, estas consumen un total de 9.4 KB y un tiempo promedio de 306 ms

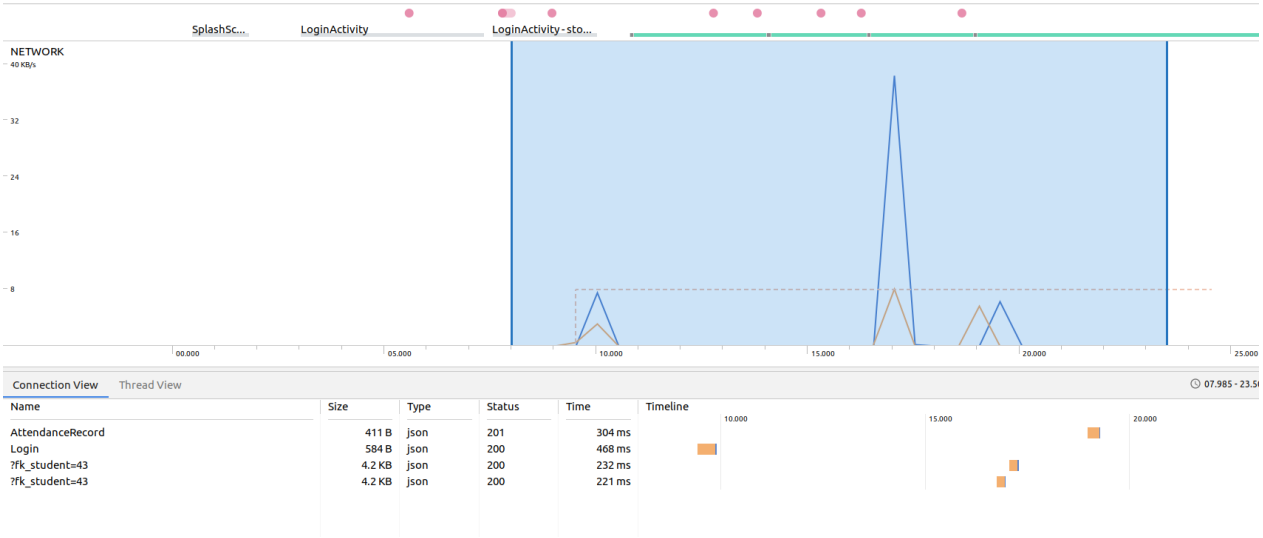


Figura 59. Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo de datos

El consumo de batería tiene varios picos los cuales se puede ver que son durante las transiciones de las activitys, esto es debido a que al hacer transiciones de visualizaciones y peticiones http se aumenta el uso de la CPU y la RAM, esto aumenta el consumo de batería, para este dispositivo se encuentra un pico medio-alto con una duración de 1406 ms y 3 picos de consumo bajo-medio de un promedio de duración de 456 ms.



Figura 60. Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo Bateria

El consumo de memoria RAM tiene dos máximos picos de 123.9 MB, esta gráfica evidencia que el mayor consumo se genera cuando se carga el activity de horario de clases y se ingresa a uno de estas.

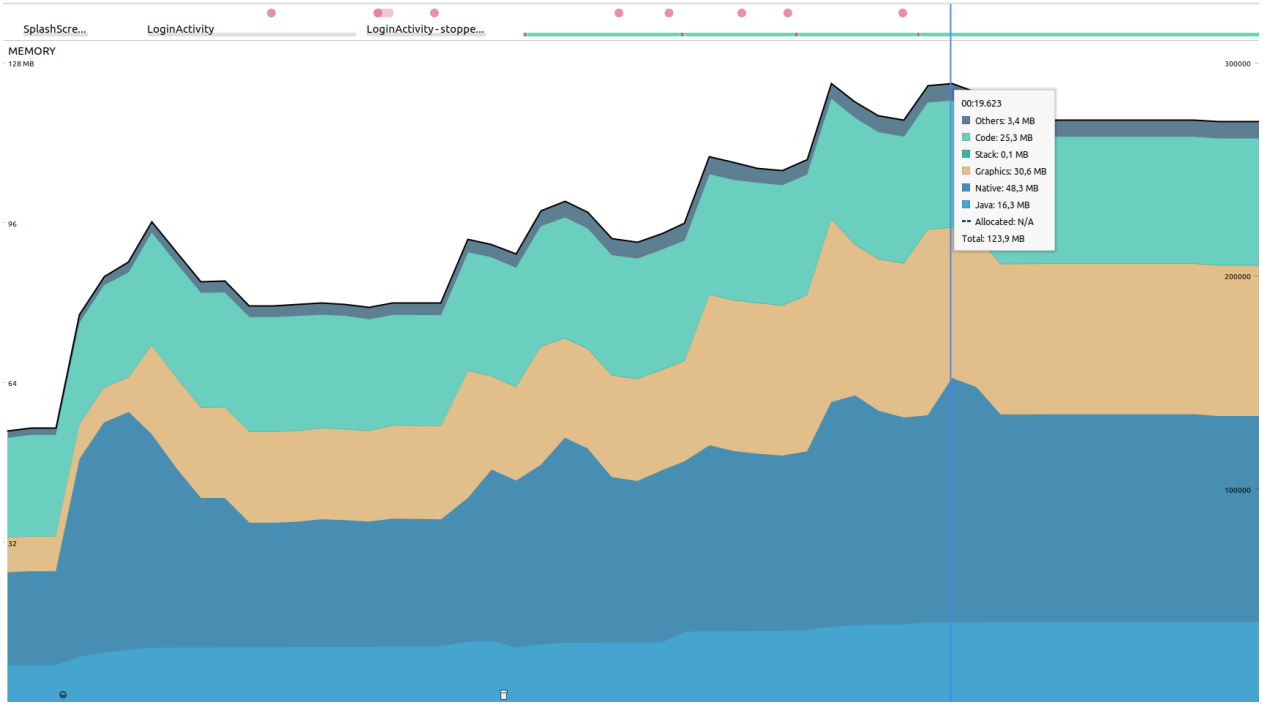


Figura 61. Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo RAM

El consumo de la CPU tiene un pico máximo de 34%, el cual ocurre al terminar la pantalla inicial del logo de la app y el inicio del activity de Login este pico tiene una duración de 877 ms, posterior a este pico el pico más alto presentado es de 23% con una duración de 729 ms, este ocurre al realizar la carga del activity del horario de clase.

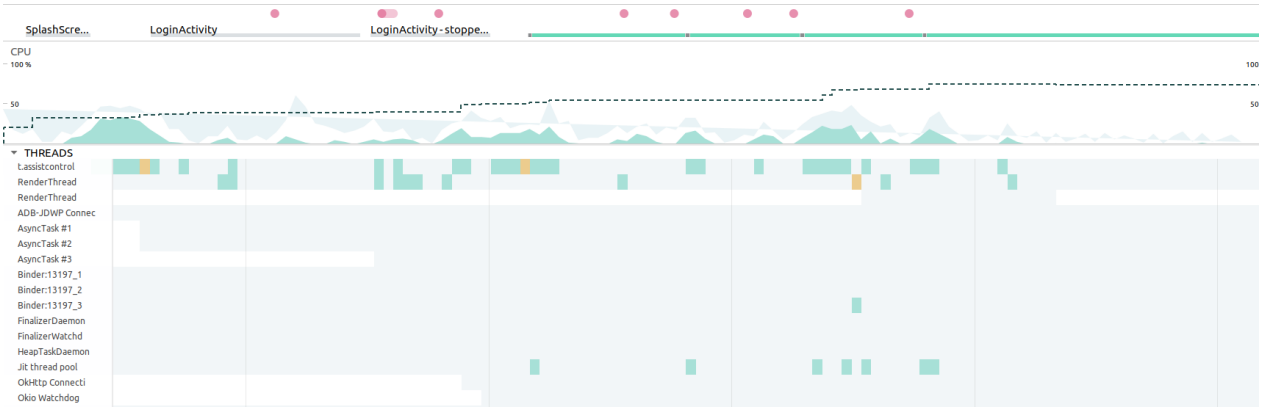


Figura 62. Test Asus Zenfone Max M2 - Consumo CPU

Test en Samsung Galaxy S8 con Android 8 u Oreo.

La gráfica general de las métricas obtenidas en el dispositivo se puede ver en el Anexo 6, en esta se muestra el tiempo que se utiliza para iniciar el app es de 398 ms.

El consumo de datos se encuentra dividido en 4 peticiones la cuales concuerdan con las tareas definidas, estas consumen un total de 9.4 KB y un tiempo promedio de 993 ms

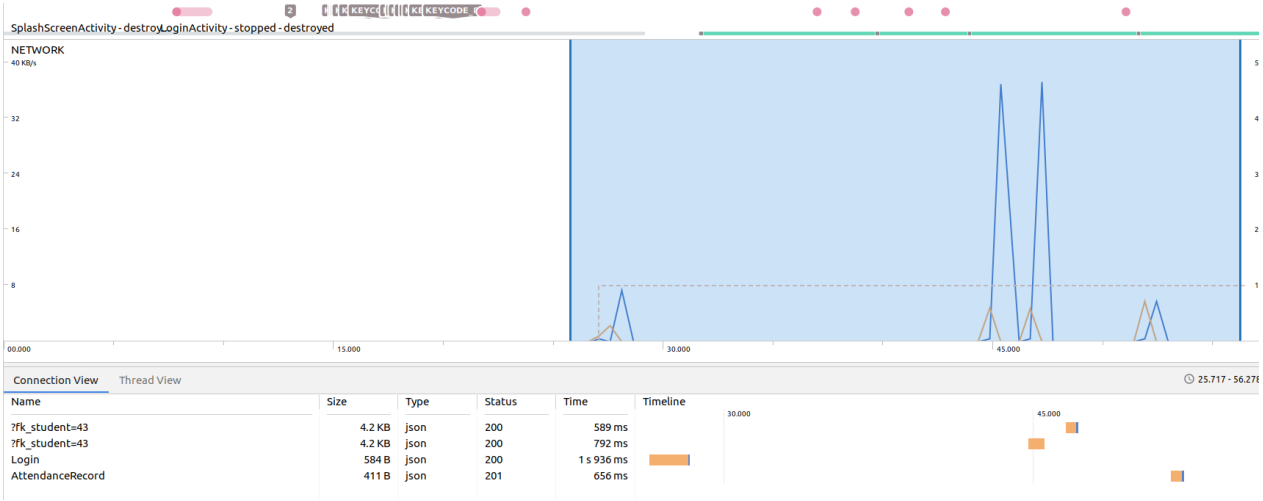


Figura 63. Test Samsung Galaxy S8 - Consumo de datos

El consumo de batería tiene varios picos los cuales se puede ver que son durante las transiciones de las activitys, esto es debido a que al hacer transiciones de visualizaciones y peticiones http se aumenta el uso de la CPU y la RAM, esto aumenta el consumo de batería, para este dispositivo se encuentran 5 picos bajo-medio con un promedio de duración de 1523 ms.

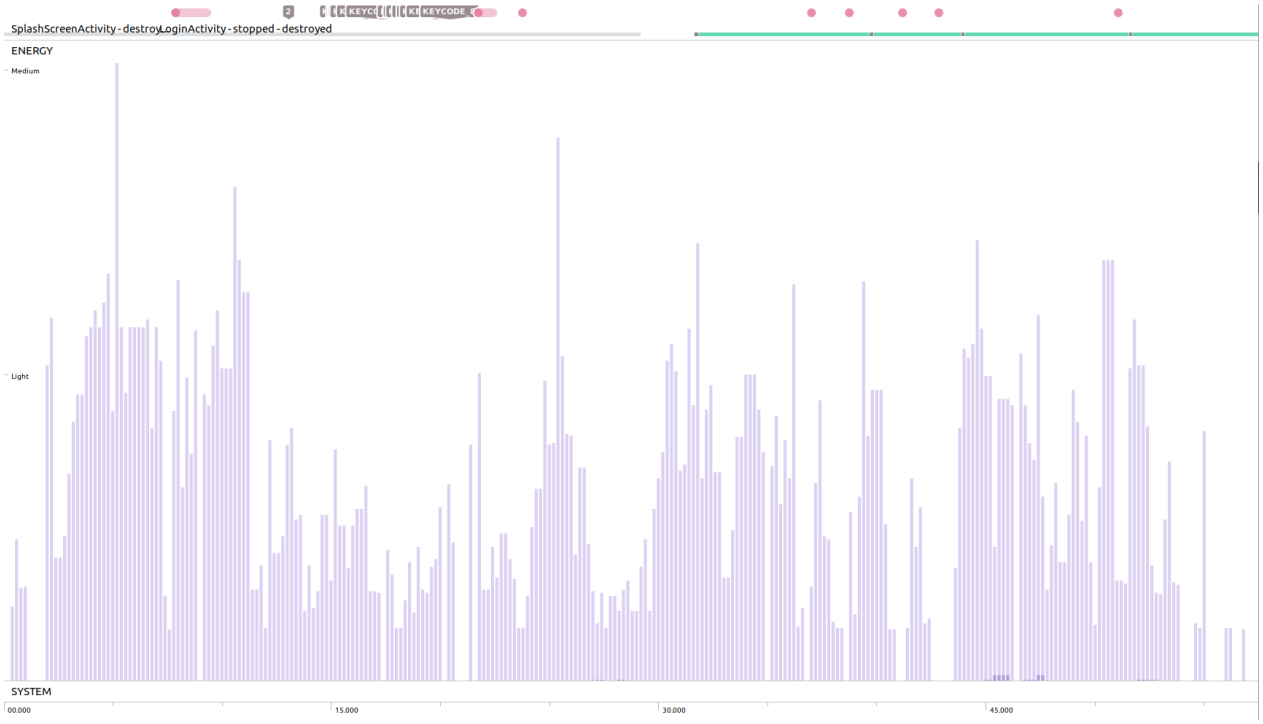


Figura 64. Test Samsung Galaxy S8 - Consumo Bateria

El consumo de memoria RAM tiene un máximo pico de 270.4 MB, esta gráfica evidencia que el mayor consumo se genera cuando se carga el hace la transición del activity inicial del logo de la aplicación al activity de Login.

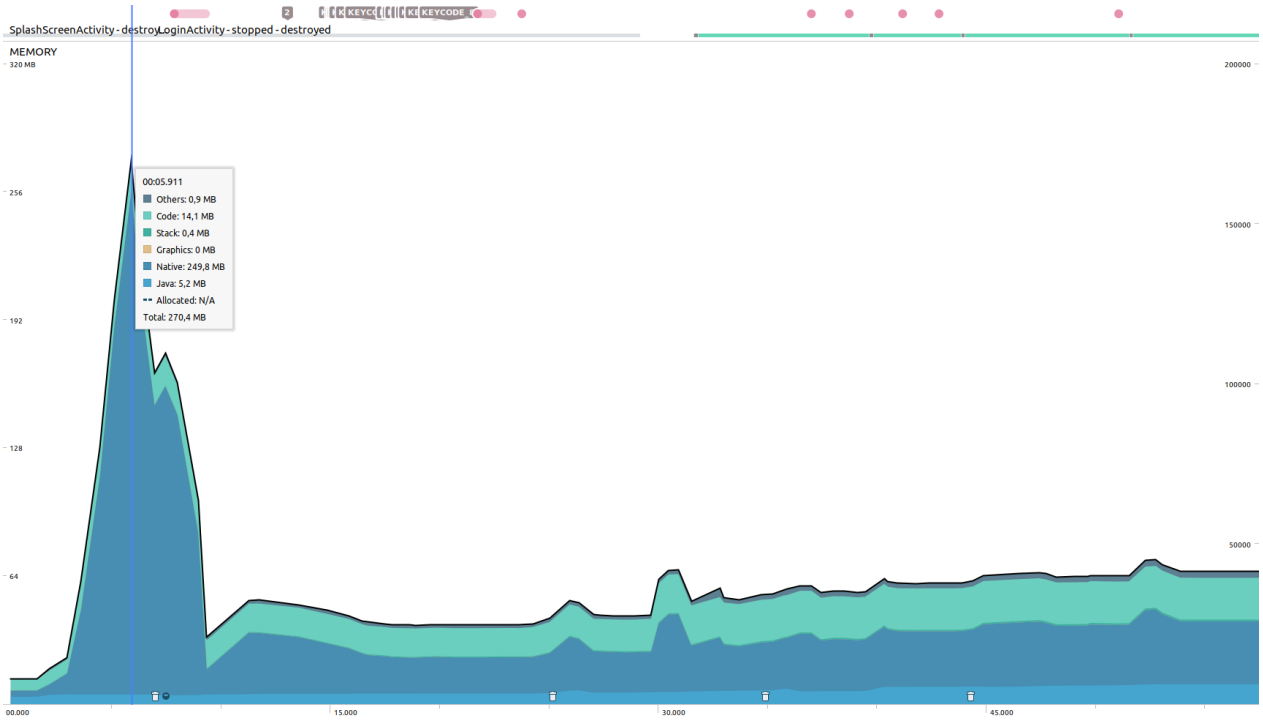


Figura 65. Test Samsung Galaxy S8 - Consumo RAM

El consumo de la CPU tiene un pico máximo de 86%, el cual ocurre al terminar la pantalla inicial del logo de la app y el inicio del activity de Login este pico tiene una duración de 234 ms, posterior a este pico el pico más alto presentado es de 75% con una duración de 200 ms, este ocurre al realizar la carga del activity principal del usuario.

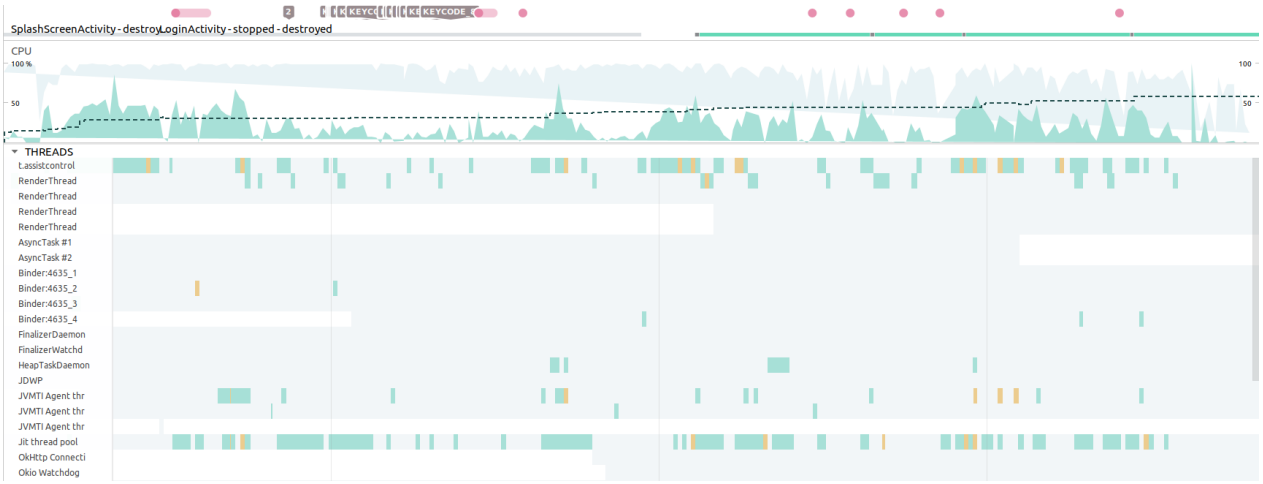


Figura 66. Test Samsung Galaxy S8 - Consumo CPU

Dispositivo / Versión sistema operativo	Tiempo de inicio (ms)	Consumo de datos (KB)	Consumo promedio de batería	Consumo maximo de RAM (MB)	Consumo máximo de CPU (%)
Xiaomi MI 8 Lite / Android 10.0	209	9.4	Bajo	95.5	33
Redmi Note 8 / Android 10.0	590	9.4	Bajo	158	24
Asus Zenfone Max M2/ Android 9.0	461	9.4	Bajo	123.9	34
Samsung Galaxy S8/ Android 8.0	398	9.4	Medio - Bajo	270.4	86

Tabla 4. Resumen test de rendimiento aplicación Android “App”

c. API

Se realizan dos tipos de test de estrés, una generando registros y validaciones de seguridad (Test de seguridad) y la segunda haciendo solo consultas de usuario (Test de funcionalidad). Estos Test se generaron con el software Postman el cual retorna un archivo .json con el resultado de las pruebas.

En el test de seguridad, se realizó una prueba de 1000 peticiones continuas con dos usuarios uno con datos correctos y otro con datos erróneos, esto para ver la respuesta del API validando datos encriptados de usuario, generando registros internos y retornando datos. El test debe mostrar el porcentaje de error, tiempos de respuesta y tiempo total de respuesta frente a un ataque de seguridad.

El tiempo total de respuesta fue de 338 sg o 5.6 minutos, en donde el pico más alto para usuarios correctos es de 5179 ms y el mínimo es de 153 ms, con un promedio total de respuesta de 173.7 ms, para el usuario erróneo el pico más alto es de 650 ms y el mínimo es de 149 ms, con un promedio total de respuesta de 164.1 ms . Todos los paquetes o peticiones obtuvieron un código de respuesta 200 u OK para el usuario correcto, en contraste todos los paquetes o peticiones del usuario erróneo obtuvieron el código 400 o Bad Request como respuesta. Estos datos se graficaron en base al Anexo 7.

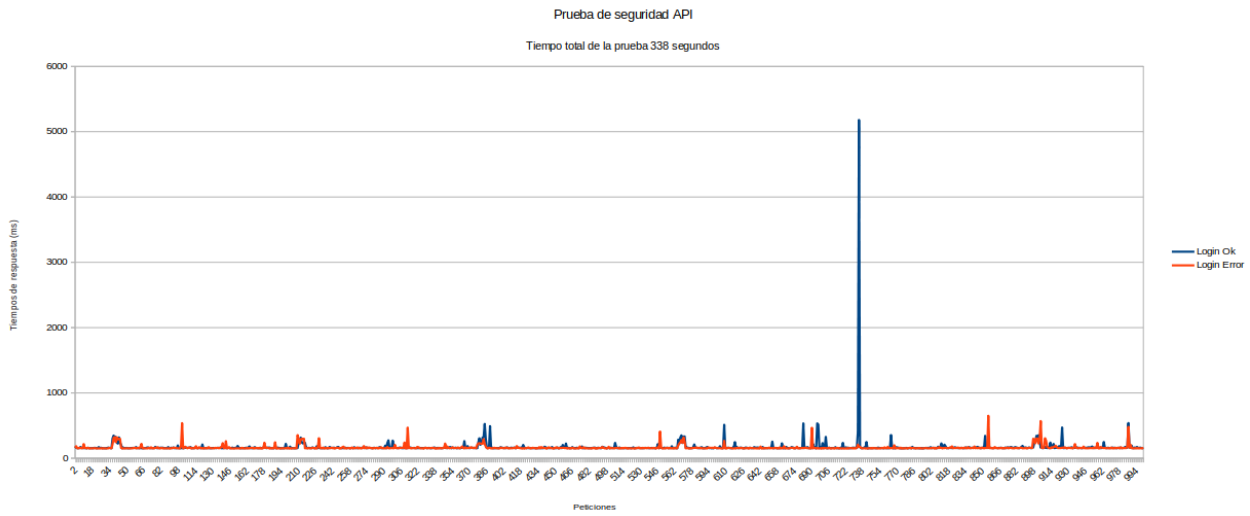


Figura 67. Gráfica Test de seguridad API

Se puede ver que durante el test de seguridad la instancia de EC2 nunca se saturó y mantuvo valores de procesamiento estables ver Figura XX.

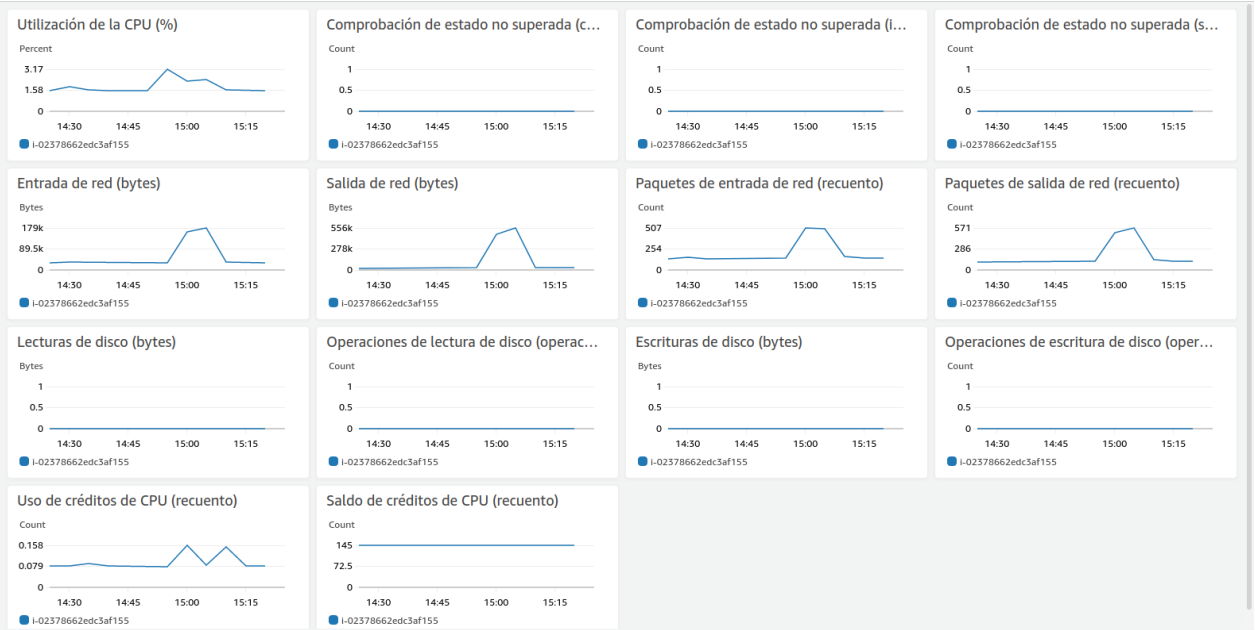


Figura 68. Monitoreo EC2 AWS - Pos-Test de seguridad

En el test de funcionalidad, se realizó una prueba de 7000 usuarios (Estudiantes y Profesores) haciendo consultas continuas y simultáneas.

El tiempo total del test es de 1260 sg (21 minutos), en donde el pico más alto para estudiantes es de 911 ms y el mínimo es de 157 ms, con un promedio total de respuesta de 181.4 ms y para los profesores el pico más alto es de 969 ms y el mínimo es de 156 ms, con un promedio total de respuesta de 179.9 ms.. Todos los paquetes o peticiones obtuvieron un código de respuesta 200 u OK. Estos datos se graficaron en base al Anexo 8.

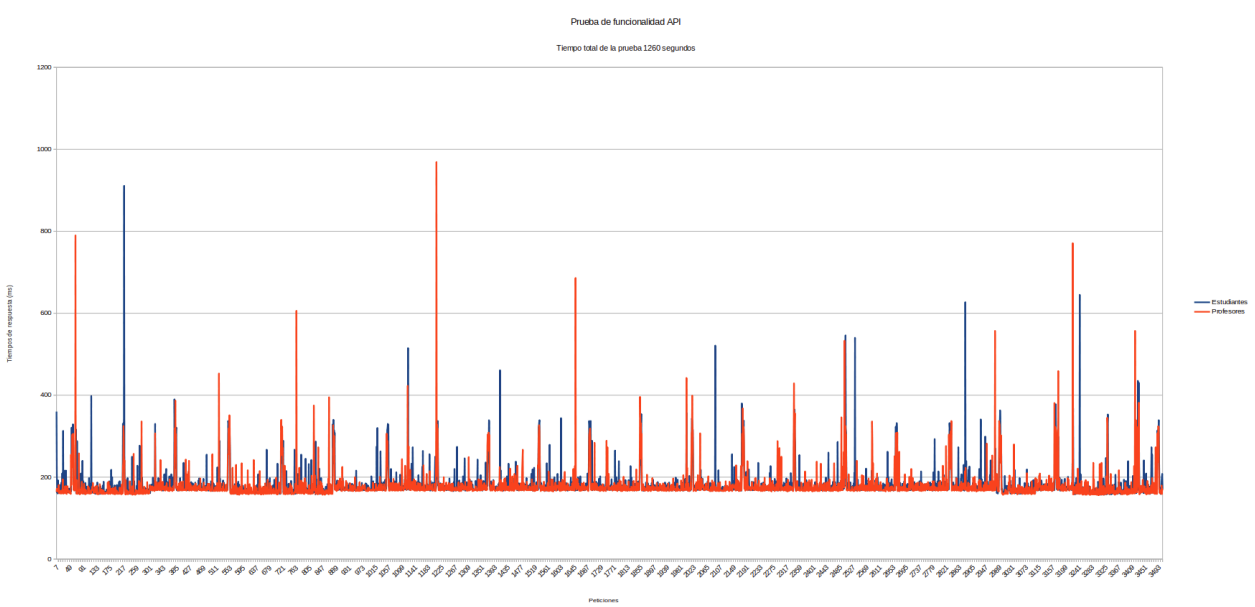


Figura 69. Gráfica Test de funcionalidad API

Se puede ver que durante el test de seguridad la instancia de EC2 nunca se saturó y mantuvo valores de procesamiento estables ver Figura XX.

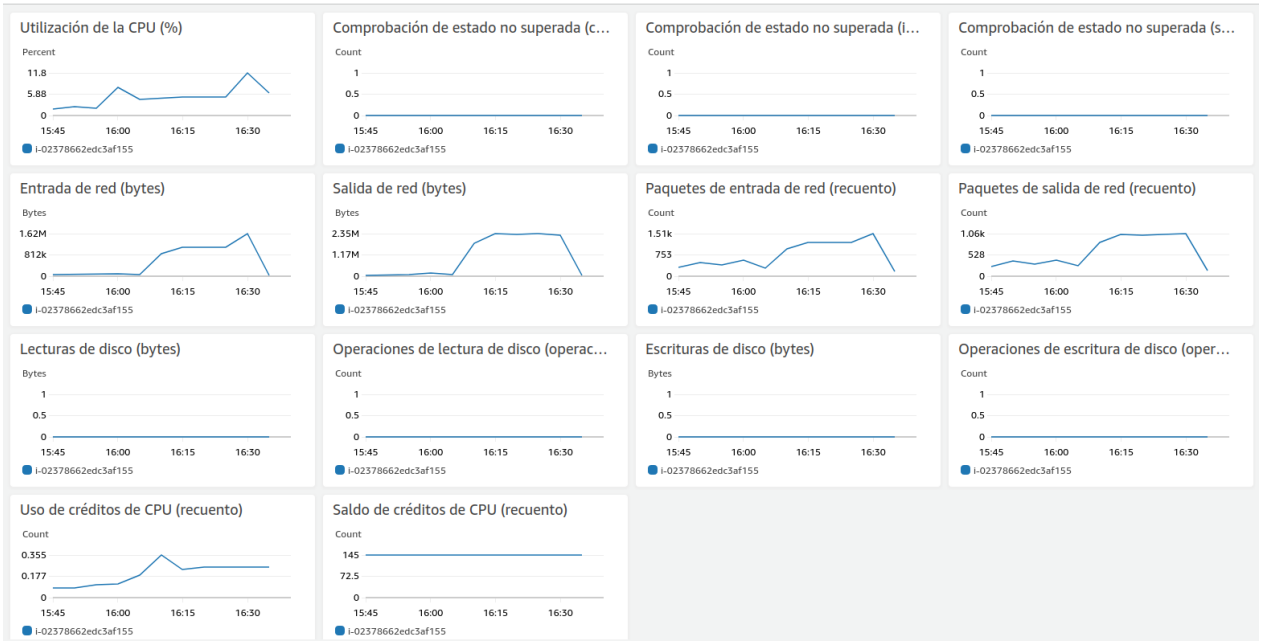


Figura 70. Monitoreo EC2 AWS - Pos-Test de funcionalidad

Luego de ejecutar las dos pruebas de estrés en el sistema se realizó una verificación de la instancia de RDS para ver el comportamiento y uso de las bases de datos durante el proceso ver Figura XX. Analizando las gráficas se encuentra que el pico más alto de uso de la CPU de la instancia es del 15%, el número máximo de conexiones simultáneas que necesito fue 2, la escritura simultánea máxima fue de 3 IOPS (Input Outputs per Second) y la lectura simultánea máxima fue de 69 IOPS.

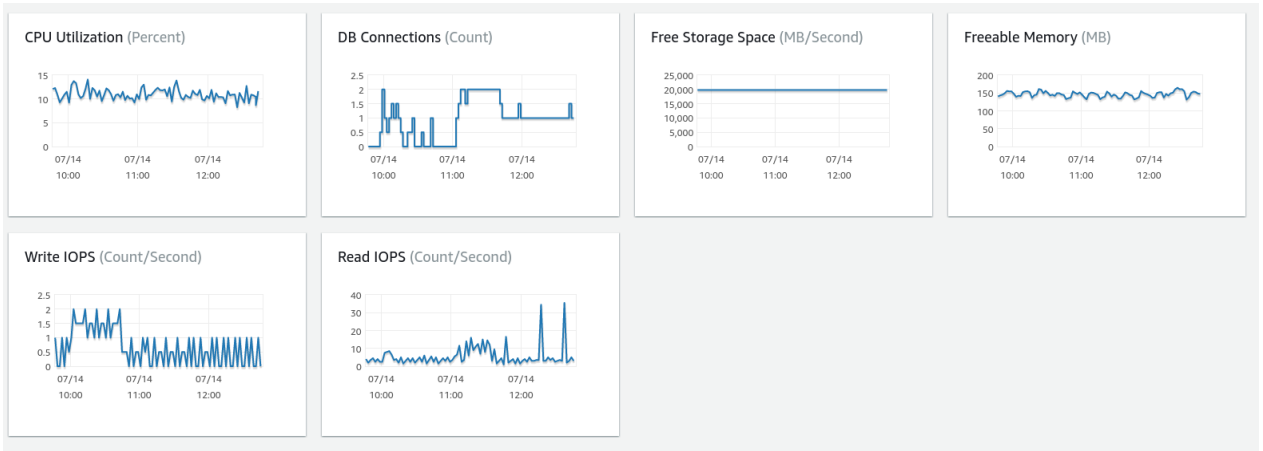


Figura 71. Monitoreo RDS AWS - Tests de estrés

4. Pruebas de Seguridad
   a. *Protección de la Estructura Interna de la plataforma*

Se revisan todos los los link que genera la página Web y se garantiza que todas las URLs muestran la información mínima que evita ataques externos, adicional a esto al manejar un API centralizada que maneja un Token con tecnología JWT (JSON Web Token) único por conexión el cual expira cada 180 minutos, el acceso por roles está referenciado en cada una de las páginas evitando el acceso a información sensible por parte de personas no autorizadas. Por último información como contraseñas y códigos QR viajan encriptados con codificación tipo AES en Base64.

b. Protección Contra Robots

Se crea un archivo robots.txt en donde se deshabilitan para la búsqueda todas las URL del sitio Web a cualquier user-agent excepto la página inicial de ingreso o Login.

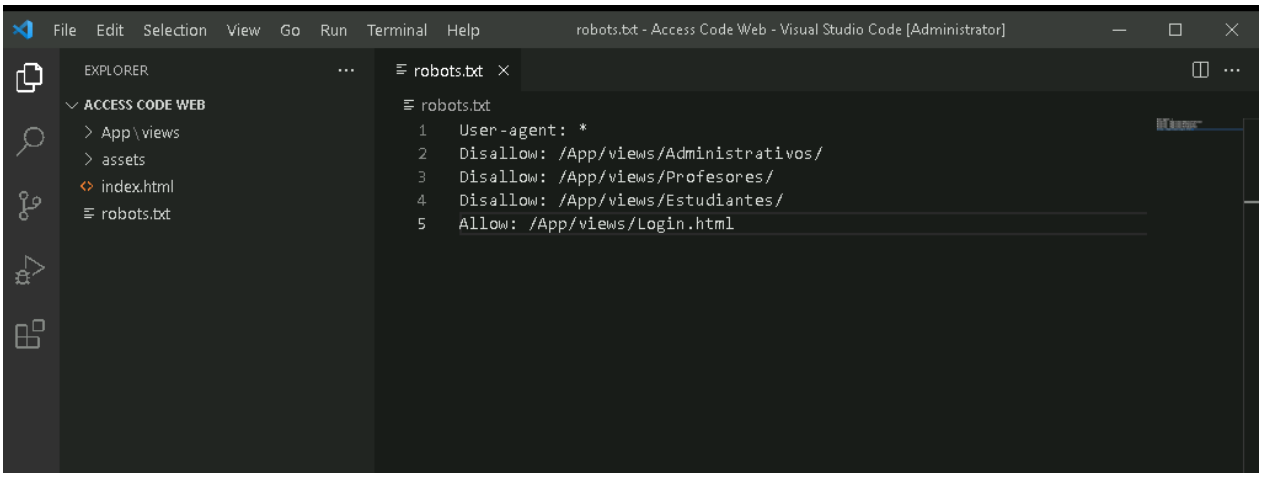


Figura 72. Configuración archivo robots.txt

c. Manejo de Privacidad

Todos los datos almacenados y registros generados por los usuario se encuentran almacenados dentro de la instancia RDS de AWS, a esta instancia sólo tendrá acceso el administrador de la plataforma, ningún otro usuario que tenga acceso a la plataforma podrá ver toda la información allí contenida ni obtener un backup de esta. Por esta y otras razones de seguridad se debe manejar la base de datos en un servidor o instancia distinta a la que se da acceso al público, esto evita ataques y vulneraciones a la información.

Adicional a esto todos los procesos de backup y/o respaldo se generan dentro de AWS, se tiene configurado un backup diario y con vigencia de 7 días.

d. Canales Seguros

Todas las peticiones que requieren manejo de datos sensibles y/o privada maneja una encriptación AES en Base64 entre los diferentes dispositivos y/o plataformas y la API, adicional a esto se maneja un token único por dispositivo con una espiración cada 180 minutos.

e. Protección de Programas

Tanto el API como la aplicación de Android "App" manejan una compilación y generación de ejecutables que evitan los ataques o robo del código fuente, adicional a esto dentro de la configuración de las instancias EC2 y RDS se bloquearon todos los posibles puertos vulnerables y solo se permite la conexión al público por dos puertos específicos 8005 para el API y 8006 para la página Web, esta configuración de puertos se hace desde la consola de AWS, pero dentro de la configuración hecha en el servidor también se administran las peticiones al IIS bloqueando cualquier otra petición y/o requerimiento de acceso a los archivos publicados.

f. Roles Mínimos a Asegurar

Desde que se hizo el levantamiento de la información se planteó el manejo de 3 tipos de usuario adicionales al administrador del sistema, estos usuarios son:

- Administrativo
- Profesor
- Estudiante

Cada uno de los perfiles o roles tiene una seguridad específica asignada y no tendrá acceso al completo de la información, la única persona o usuario que tiene ese acceso es el administrador del sistema.

Restricciones de la solución

Después de las pruebas realizadas se encontró que al ser un sistema netamente online depende de que todos los dispositivos tengan una conexión de internet estable y continua para garantizar el completo funcionamiento de todos los módulos u opciones en los diferentes dispositivos y/o plataformas.
Adicional a esta restricción se encontró que en dispositivos Android de gama baja y con sistema operativos inferiores a Android 9.0 el consumo general aumenta debido a sus limitaciones físicas y de sistema operativo.

Validación de la solución

Luego de la implementación y la puesta en producción de la plataforma, se inician las pruebas con diferentes tipos de usuarios, de dispositivos y de tareas. Estos datos se pueden ver desde el perfil administrativo y muestran que el sistema se encuentra en total funcionamiento.

Como se puede ver en la Figura 45, se muestra toda la información de las clases que han tenido interacción dentro de la plataforma, dentro de esta información se muestra su estado actual, horas de inicio y finalización, día ,fecha, etc. Adicional a esto muestra una opción por clase para ver la asistencia de está, los datos se despliegan al dar click en el botón del ojo como se puede ver en la Figura 46.



Id	Clase	Id Profesor	Día	Inicio/Fin Estimado	Fecha Registro	Hora de Inicio	Hora de Finalización	Estado Actual	Ver
74	DSP 3	23	Sabado	14:00:00/18:00:00	2021-05-29T00:00:00	14:13:08	15:15:07	Finalizada	
68	DSP 1	23	Sabado	11:30:00/22:00:00	2021-05-23T00:00:00	11:21:52	00:00:00	Novedad	
69	Control Analogo	17	Miercoles	09:30:00/22:00:00	2021-05-23T00:00:00	09:36:11	00:00:00	Iniciada	
70	DSP 3	23	Sabado	14:00:00/18:00:00	2021-05-23T00:00:00	14:29:24	14:32:57	Finalizada	
71	Control Digital	17	Lunes	20:00:00/22:00:00	2021-05-23T00:00:00	14:29:24	14:32:57	Iniciada	
72	Control Digital	17	Lunes	20:00:00/22:00:00	2021-05-23T00:00:00	14:29:24	14:32:57	Finalizada	

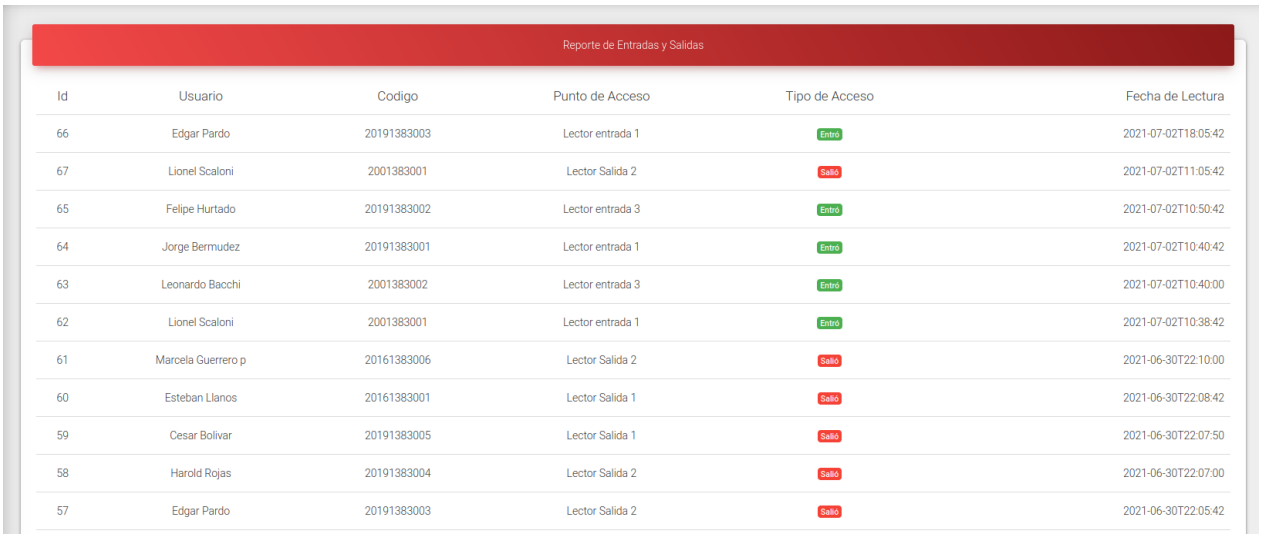
Figura 73. Datos de inicios, novedades y finalización de clases



Id	Nombre	Codigo	Fecha	Novedad	Estado	Medio
43	Felipe Hurtado	20191383002	2021-06-30T18:08:00		Asistio	App
44	Edgar Pardo	20191383003	2021-06-30T18:15:00		Asistio	App

Figura 74. Registro de asistencia a clase

También se tiene la opción de ver los datos de ingresos y salidas registrados por el control de acceso como se puede ver en la Figura 47.



Id	Usuario	Codigo	Punto de Acceso	Tipo de Acceso	Fecha de Lectura
66	Edgar Pardo	20191383003	Lector entrada 1	Entró	2021-07-02T18:05:42
67	Lionel Scaloni	2001383001	Lector Salida 2	Salió	2021-07-02T11:05:42
65	Felipe Hurtado	20191383002	Lector entrada 3	Entró	2021-07-02T10:50:42
64	Jorge Bermudez	20191383001	Lector entrada 1	Entró	2021-07-02T10:40:42
63	Leonardo Bacchi	2001383002	Lector entrada 3	Entró	2021-07-02T10:40:00
62	Lionel Scaloni	2001383001	Lector entrada 1	Entró	2021-07-02T10:38:42
61	Marcela Guerrero p	20161383006	Lector Salida 2	Salió	2021-06-30T22:10:00
60	Esteban Llanos	20161383001	Lector Salida 1	Salió	2021-06-30T22:08:42
59	Cesar Bolivar	20191383005	Lector Salida 1	Salió	2021-06-30T22:07:50
58	Harold Rojas	20191383004	Lector Salida 2	Salió	2021-06-30T22:07:00
57	Edgar Pardo	20191383003	Lector Salida 2	Salió	2021-06-30T22:05:42

Figura 75. Registros del control de acceso

Evaluación del impacto de la solución propuesta

La ejecución total del proyecto muestra cómo con un sistema multiplataforma se puede tener centralizada y con acceso en tiempo real toda la información registrada referente a la asistencia a clases, registro de ingresos y salidas y el aforo total.

Adicional a esto se actualiza la forma anticuada de llevar los controles de asistencia “manuales” y se vuelve un sistema de fácil uso, moderno y simple para los usuarios, esto convertirá a la plataforma en una herramienta de uso diario.

Todos estos datos serán de gran ayuda para poder generar mejores procesos administrativos brindando información de calidad y confiable para la toma de decisiones, tanto administrativas y logísticas en la organización de recursos físicos y humanos al establecer la capacidad y disposición de las instalaciones, determinar el uso por parte de los estudiantes de medios educativos; como obtener información útil que permita estudiar las posibles mejoras del servicio a nivel estratégico.

8. Conclusiones y Recomendaciones

El trabajo desarrollado ha logrado el diseño e implementación de un sistema IoT de registro multiplataforma para el control de asistencias de estudiantes mediante códigos QR en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas facultad tecnológica. La solución cuenta con el desarrollo de una aplicación móvil para Android que cuenta con manejo de roles de usuario (Docentes y Estudiantes), generación de carnet digital (Código QR único y dinámico), visualización de horarios de clase y registro de asistencia a clases mediante la lectura de códigos QR generados por la plataforma. Adicional a esto se tiene una página Web con manejo de roles de usuario(Administrativos, Docentes y Estudiantes), dentro de esta herramienta se tienen diferentes opciones dependiendo el usuario.

La compañía marketing datos y medios tecnológicos líder en el mundo IDG presenta una investigación en el 2020 sobre la adopción de la nube en las compañías, arrojando que el 92% de las mismas utiliza uno o varios servicios en la nube[32], esta es una ventaja para la solución multiplataforma desarrollada, la implementación en un hosting permite que la solución sea Web Based, esto quiere decir que los usuarios pueden acceder a través de cualquier navegador web desde cualquier parte o lugar del mundo, además el app también tendrá acceso a esta información alojada en el hosting.

Luego de realizar y ejecutar el plan de pruebas remoto se evidencio que la solución cumple con todos los requisitos para funcionar al público. Lo anterior en base a que la plataforma web soportó más de 3 mil peticiones en 10 minutos presentando una latencia promedio de 300 milisegundos aprox. Esto quiere decir que para el volumen de usuarios de la facultad tecnológica, se tiene un aproximado de 7 mil usuarios entre estudiantes , docentes y administrativos, el sistema se acopla perfectamente y debería responder sin ningún problema.

Durante el proyecto se utilizaron las tecnologías más populares en cuanto a desarrollo de software evidenciando que cuatro de los lenguajes utilizados(JAVA, Python , Javascript y C#) están en el top 5 mundial a julio del 2021, por ende la solución es escalable, actualizable y de larga duración[34].

Un estudio realizado por Netsky en Junio del 2020 a 1264 trabajadores de oficina el 44% consideró que el control de acceso sin contacto por la pandemia es mucho más importante[35], por ende esta solución es una propuesta viable para evitar el contacto entre activos (Control de Acceso) y personas, por otro lado el mundo está entrando en la denominada “nueva normalidad” y se evidencia que el control a foro en tiempo real es una herramienta indispensable para prevenir aglomeraciones[36].

Una de las desventajas es que al ser una solución online se encuentra con la limitante de contar obligatoriamente con un servicio de internet estable para su correcto funcionamiento.

Al realizar los test de rendimiento se detectó que en dispositivos móviles de gama baja y sistema operativo inferior a Android 9.0 tiene un mayor consumo de batería, memoria 270 MB de RAM y 86% de CPU por sus limitaciones tanto físicas como de sistema operativo.

9. Referencias

Las referencias deben estar en normas APA, se recomienda utilizar un gestor de referencias.

[1] "¿Qué es la Industria 4.0?". [Online]. Available: https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html [Accessed: 12 Julio 2021].

[2] del Val Román, J. L. (2016, March). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. In *Valencia: Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII*.

[3] Cortés, C. B. Y., Landeta, J. M. I., & Chacón, J. G. B. (2017). El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia tecnológica*, (54), 33-45.

[4] Tapia, V. (2017). Industria 4.0–Internet de las cosas. *UTCiencia" Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo"*, *1*(1), 51-60.

[5] Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, *19*(2), 177-192.

[6] *Noveno Congreso Latinoamericano sobre el Abandono en la Educación Superior CLABES 2019.*
Jaramillo, A. (2013). Guía para la Verificación de Condiciones Institucionales para el Otorgamiento del registro calificado. *Documento de trabajo elaborado para el Convenio de Cooperación en asistencia Técnica No 524 de 2012. MEN-SECAB*.

[7] "Caracterización de tres modelos de aseguramiento interno de la calidad a partir de la experiencia de las IES en Colombia". [Online]. Available: https://www.cna.gov.co/1741/articles-186502_tres_modelos_aseguramiento.pdf [Accessed: 21 Julio 2020].

[8] Martínez Iñiguez, J. E., Tobón, S., & Romero Sandoval, A. (2017). Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina. *Innovación educativa (México, DF)*, *17*(73), 79-96.
Mark Allen y Dalton Cervo, Multi-Domain Master Data Management: Advanced MDM and Data Governance in Practice. 27 mars 2015

[9] Flores-Cortez, O. O., & Rosa, V. I. (2019). Aplicación del Internet de Las Cosas en el registro automatizado de asistentes. *Entorno*, (67), 207-2012
Ministerio de Educación Nacional, 2015. ESTRATEGIAS PARA LA PERMANENCIA EN EDUCACIÓN SUPERIOR: EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS

[10] De Benito, B., & Salinas, J. (2008). Los entornos tecnológicos en la universidad. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (32), 83-100.

[11] Grange García, C. E. (2014). Desarrollo de una aplicación Android para el control automático de la asistencia a clase (Bachelor's thesis).

[12] RICO-MORENO, J., ARROYO-ALMAGUER, M., RODRÍGUEZ-VARGAS, M., & NITO-FRÍAS, F. (2017). App prototipo gestor de identificación de alumnos a través de códigos QR. *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's*, 9-14.

[13] XOOL-CLAVEL, Joel Israel y BUENFIL-PAREDES, Héctor Fernando. Aplicación Móvil "Bitácora Electrónica de Control de Acceso a Clases Frente a Grupo". Revista de Tecnología y Educación 2017. 1-2:33-41

[14] Adrián, G. M. (2015). Control de asistencia basado en reconocimiento robusto de fiducials: aplicación para sistemas móviles.

[15] Barrera Moreno, Carlos Fernando. Diseño de control de acceso integrado a la red LAN de la Empresa QUIMISERVI S.A.S. implementado sobre RASPBERRY. Consultado junio del 2020, http://hdl.handle.net/11349/6319

[16] "INGRESO AL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD MÁS ÁGIL" Sección de noticias página oficial de la Universidad de los Andes,2020, https://uniandes.edu.co/es/noticias/egresados/ingreso-al-campus-de-la-universidad-sin-carne-mas-agil

[17] "Código QR," 2019. [Online]. Available: https://biblioteca.uam.es/sc/codigoqr_en_biblioteca.html. [Accessed: 14-Mayo-2020].

[18] "Código QR", 2020. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_QR. [Accessed: 14-Mayo-2020].

[19] "Códigos QR", 2019. [Online]. Available: https://www.labolsadeideas.es/informatica/codigos-qr/ [Accessed: 14-Mayo-2020].

[20] "Qué son los códigos QR", 2012. [Online]. Available: https://materialesmarketing.wordpress.com/2012/01/28/que-son-los-codigos-qr/ [Accessed: 14-Mayo-2020].

[21] "Barcode Scanner Module 1D 2D QR Bar Code Reader", 2018. [Online]. https://www.aliexpress.com/snapshot/0.html?spm=a2g0s.9042647.6.2.1d8a4c4daSspTR&orderId=8010000980235700&productId=32964247714. [Accessed: 15-Mayo-2020].

[22] ¿Qué es Raspberry y para qué sirve?", 2013 [Online]. Available: https://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130716/abci-raspberry-como-201307151936.html.[Accessed: 15-May-2020]

[23] "Raspberry Pi 4 Model B", 2019 [Online]. Available: https://co.mouser.com/new/raspberry-pi/raspberry-pi-4-b/.[Accessed: 17-Mayo-2020]

[24] "Qué son las bases de datos", 2007 [Online]. Available: http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/. [Accessed: 17-Mayo-2020]

[25] “Las aplicaciones”, 2017 [Online]. Available: https://appdesignbook.com/es/contenidos/las-aplicaciones/. [Accessed: 18-Mayo-2020]

[26] “Native app”, 2019 [Online]. Available: https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-una-web-app-y-que-clases-hay/. [Accessed: 18-Mayo-2020]

[27] “Aplicaciones híbridas: qué son, frameworks, ejemplos y ventajas”, 2018 [Online]. Available: https://blog.mdcloud.es/aplicaciones-hibridas-frameworks-ejemplos-y-ventajas/. [Accessed: 18-Mayo-2020]

[28] “Plataformas digitales: ¿qué son y qué tipos existen?”, 2019 [Online]. Available: https://rockcontent.com/es/blog/plataformas-digitales/. [Accessed: 18-Mayo-2020]

[29] “Por qué es importante llevar un control de asistencia”, 2018 [Online]. Available: https://paynext.com.mx/2018/09/06/por-que-es-importante-llevar-un-control-de-asistencia-del-personal/. [Accessed: 18-Mayo-2020]

[30] “Por qué el control de asistencia es clave para el éxito estudiantil”, 2020 [Online]. Available: https://www.u-planner.com/es/blog/por-que-el-control-de-asistencia-es-clave-para-el-exito-estudiantil. [Accessed: 19-Mayo-2020]

[31] Metodología Scrum , 2020 [Online]. Available :https://www.troopsf.com/scrum/

[32] “¿Qué es Cloud?”, 2020[Online]. Available: https://www.ibm.com/ar-es/cloud/learn/cloud-computing [Accessed:14-Junio-2021]

[33] “Caracterización Comunidad Estudiantil de Pregrado ”, 2018 [Online]. Available:http://planeacion.udistrital.edu.co:8080/documents/280760/0/Caracterizacion+Comunidad+Estudiantil [Accessed:14-Junio-2021]

[34] PYPL [Online]. Available : https://pypl.github.io/PYPL.html

[35] “Survey Finds Access Control Becoming More Important in a COVID-19 World”, 2020[online]. Available: https://securitytoday.com/articles/2020/07/29/survey-finds-access-control-becoming-more-important-in-a-covid19-world.aspx?m=1

[36] “Tecnologías para el control de personas en el mundo post-COVID”, 2020[Online]. Available : https://www.seguritecnia.es/asi-fue-eventos-seguritecnia/tecnologias-para-el-control-de-personas-en-el-mundo-post-covid_20200713.html [Accessed:14-Junio-2021]

10.Anexos

Anexo 1: Diagramas de base de datos y relaciones.

Diagrama de Usuarios

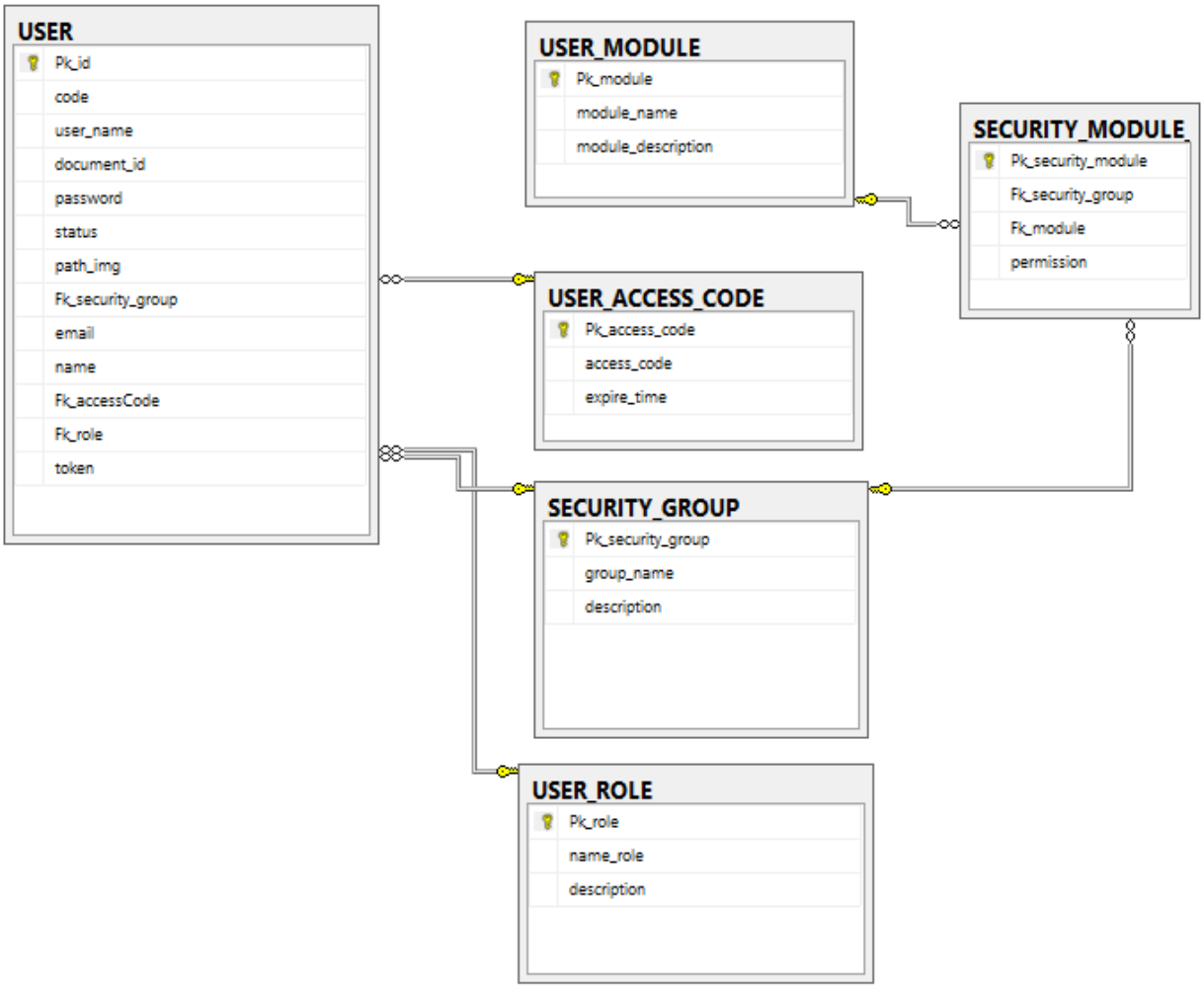


Figura 1. Diagrama de usuarios.

Diagrama de Horarios y Clases

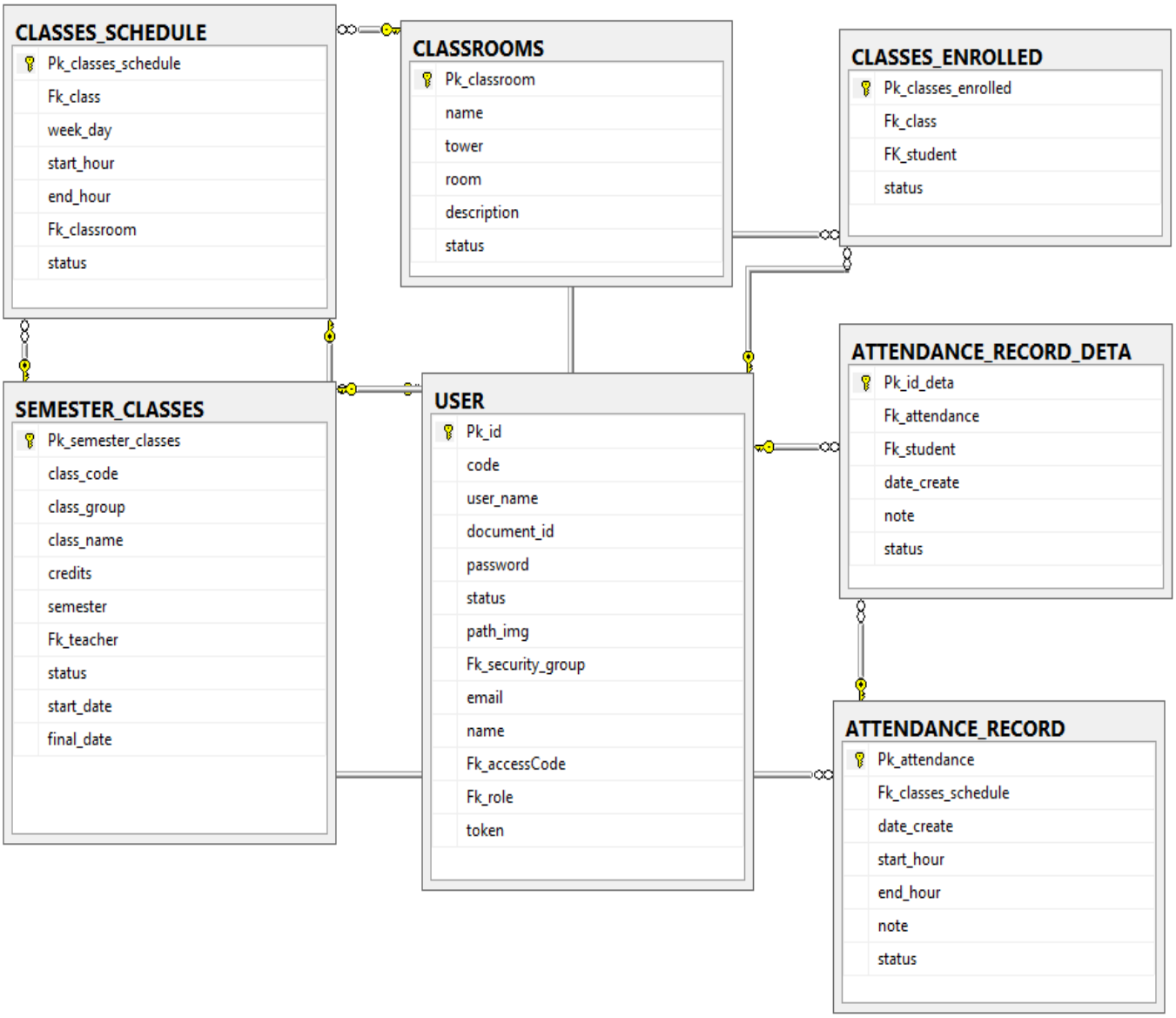


Figura 2. Diagrama de Horarios y Clases.

Diagrama de Dispositivos

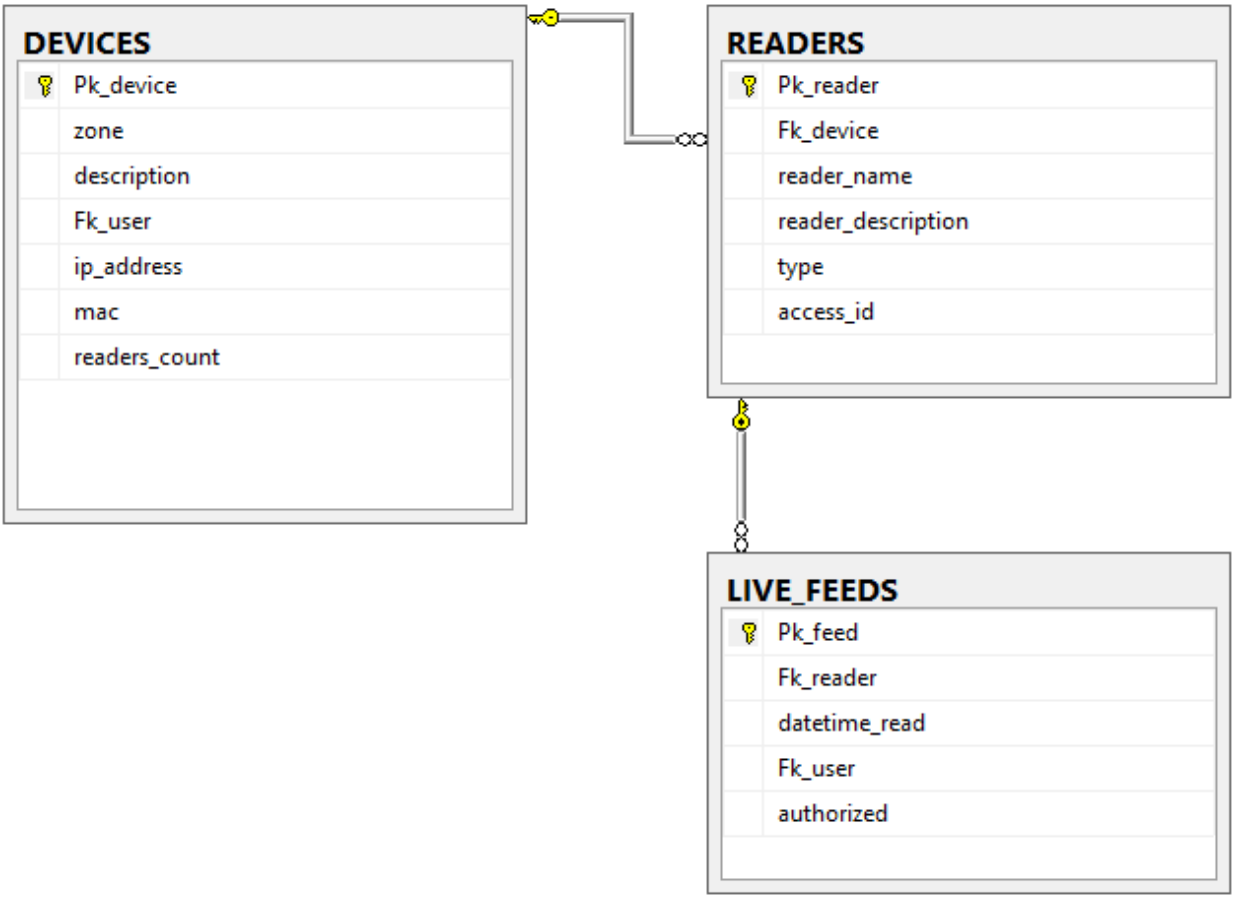


Figura 3.Diagramas de Dispositivos..

Anexo 2: Especificaciones Funcionales de Diseño API.

1. Especificaciones Funcionales

El software Access Code API estará instalado localmente o en la nube y será el núcleo que gestionará la información entre las aplicaciones que se desarrollen y la base de datos.

1.1 Login

1.1.1 Descripción

Para poder iniciar la comunicación entre una app y la API se debe iniciar sesión, con esto la API envía un token el cual será usado en las diferentes peticiones.

1.1.2 POST LOGIN

Inicio de sesión , enviar parámetros en el body encriptados.

Método : POST

Path: /api/v1.0/Login/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Login/
Status Response : 200 OK

Content-Type: application/json

Request Body :

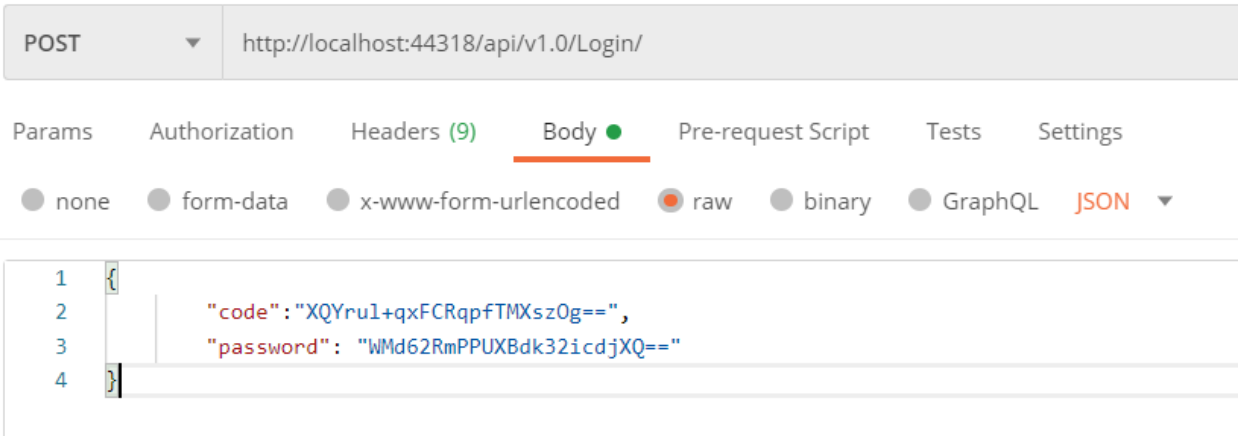
```
{
        "code":"XQYrul+qxFCRqpfTMXszOg==",
        "password": "WMd62RmPPUXBdk32icdjXQ=="
}
```

Response:

```
{
    "Pk_id": 12,
    "code": "20161383003",
    "user_name": "ehurtadop",
    "document_id": "1022698348",
    "password": "",
    "status": 1,
```

```
    "path_img": null,
    "Fk_security_group": 1,
    "email": "ymguerrerop@correo.udistrital.edu.co",
    "name": "Marcela Guerrero",
    "Fk_accessCode": 0,
    "Fk_role": 2,
    "token":
"eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1bmlxdWVfbmFtZSI6IjIwMTYxMzgzMDAzIiwibmJmIjoxN
jEwMjE1MzkzLCJleHAiOjE2MTAyMTcxOTMsImlhdCI6MTYxMDIxNTM5MywiaXNzIjoiaHR0cHM6Ly9sb2NhbGhv
c3Q6NDQzMTgvIiwiYXVkIjoiaHR0cHM6Ly9sb2NhbGhvc3Q6NDQzMTgvIn0.z9UuRaXJ9dTDE3O9WbyoKU0rWfu
Z0LFjt9n1i8-BKEY",
    "security_group_name": "SuperAdmin",
    "role_name": "user"
}
```


Ejemplo en POSTMAN :



1.2 USER

1.2.1 Descripción

Peticiones para CRUD de usuario.

1.2.2 GET USER

Obtener todos los usuarios.

Metodo : GET

Path: /api/v1.0/User/

Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/User/
Status Response : 200 OK

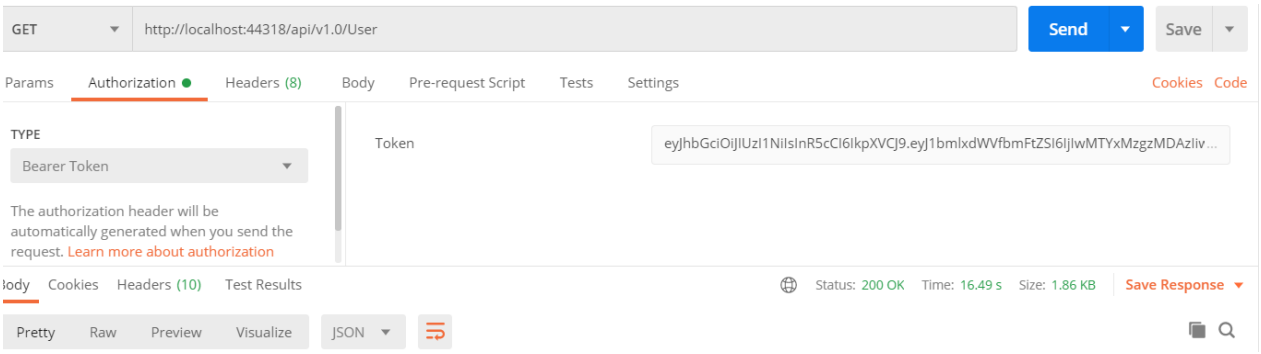
Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

Response:


```
[
    {
        "Pk_id": 12,
        "code": "20161383003",
        "user_name": "ehurtadop",
        "document_id": "1022698348",
        "password": "",
        "status": 1,
        "path_img": null,
        "Fk_security_group": 1,
        "email": "ymguerrerop@correo.udistrital.edu.co",
        "name": "Marcela Guerrero",
        "Fk_accessCode": 1,
        "Fk_role": 2,
        "token": ""
    },
    {
        "Pk_id": 16,
        "code": "20161383001",
        "user_name": "jellanosb",
        "document_id": "1022978345",
        "password": "",
        "status": 1,
        "path_img": "",
        "Fk_security_group": 3,
        "email": "jellanosb@correo.udistrital.edu.co",
        "name": "Estaban Llanos",
        "Fk_accessCode": 1,
        "Fk_role": 2,
        "token": ""
    }
]
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.2.3 POST USER

Crear usuario.

Metodo : POST

Path: /api/v1.0/User/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/User/
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

```
{

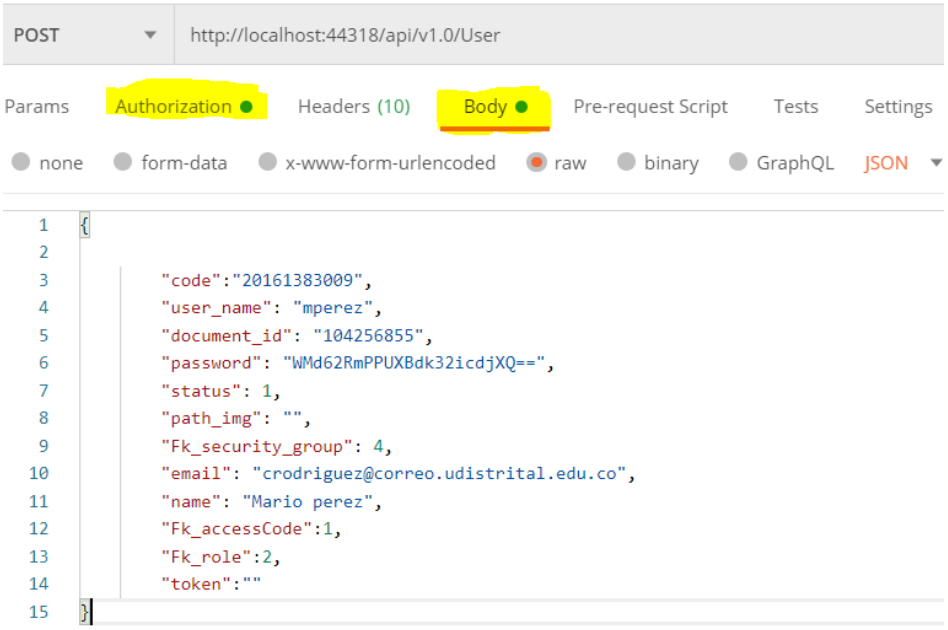
        "code":"20161383009",
        "user_name": "mperez",
        "document_id": "104256855",
        "password": "WMd62RmPPUXBdk32icdjXQ==",
        "status": 1,
        "path_img": "",
        "Fk_security_group": 4,
        "email": "crodriguez@correo.udistrital.edu.co",
        "name": "Mario perez",
        "Fk_accessCode":1,
```

```
        "Fk_role":2,
        "token":""
}
```

Response:

```
{
    "Pk_id": 24,
    "code": "20161383009",
    "user_name": "mperez",
    "document_id": "104256855",
    "password": "WMd62RmPPUXBdk32icdjXQ==",
    "status": 1,
    "path_img": "",
    "Fk_security_group": 4,
    "email": "crodriguez@correo.udistrital.edu.co",
    "name": "Mario perez",
    "Fk_accessCode": 1,
    "Fk_role": 2,
    "token": ""
}
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.2.4 PUT USER

Actualizar usuario.

Metodo : PUT

Path: /api/v1.0/User/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/User/?id={id_user}
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

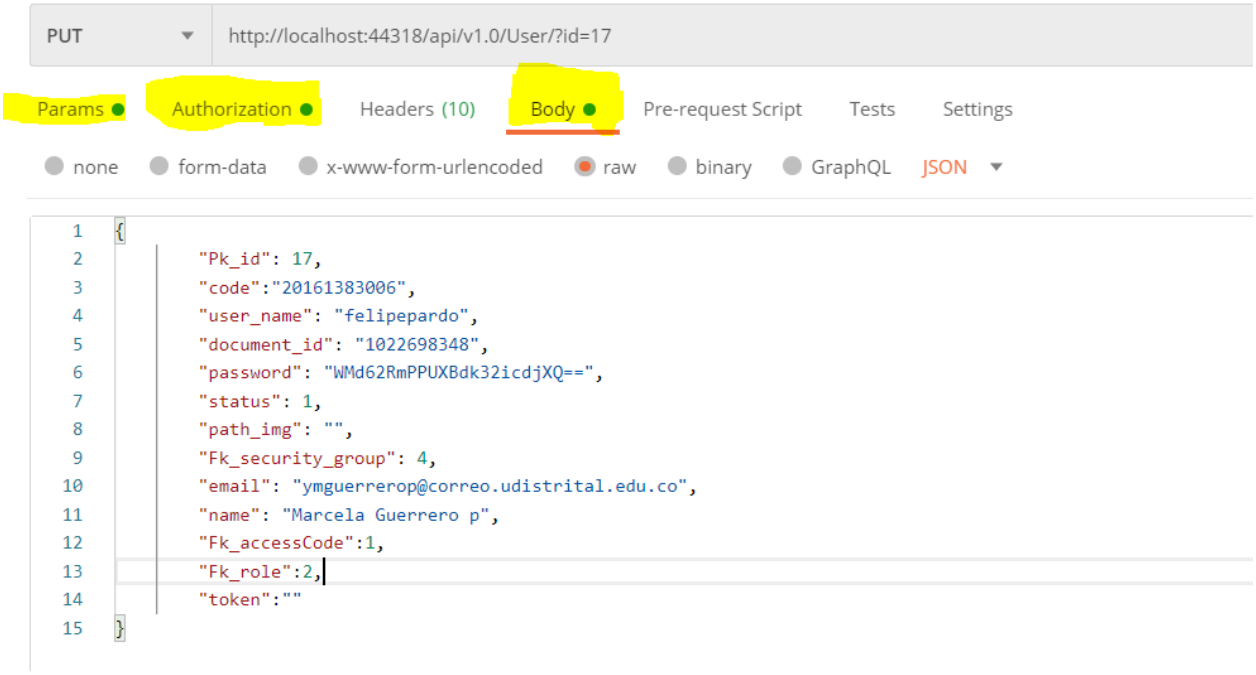
```
{
        "Pk_id": 17,
        "code":"20161383006",
        "user_name": "felipepardo",
        "document_id": "1022698348",
        "password": "WMd62RmPPUXBdk32icdjXQ==",
        "status": 1,
        "path_img": "",
        "Fk_security_group": 4,
        "email": "ymguerrerop@correo.udistrital.edu.co",
        "name": "Marcela Guerrero p",
        "Fk_accessCode":1,
        "Fk_role":2,
        "token":""
}
```

Response:

```
{
    "Pk_id": 17,
    "code": "20161383006",
    "user_name": "felipepardo",
    "document_id": "1022698348",
    "password": "WMd62RmPPUXBdk32icdjXQ==",
    "status": 1,
    "path_img": "",
    "Fk_security_group": 4,
    "email": "ymguerrerop@correo.udistrital.edu.co",
    "name": "Marcela Guerrero p",
    "Fk_accessCode": 1,
    "Fk_role": 2,
```

```
    "token": ""
}
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.3 DEVICES

1.3.1 Descripción

Peticiones para CRUD de Devices.

1.3.2 GET USER

Obtener todos los devices.

Metodo : GET

Path: /api/v1.0/Devices/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Devices/
Status Response : 200 OK

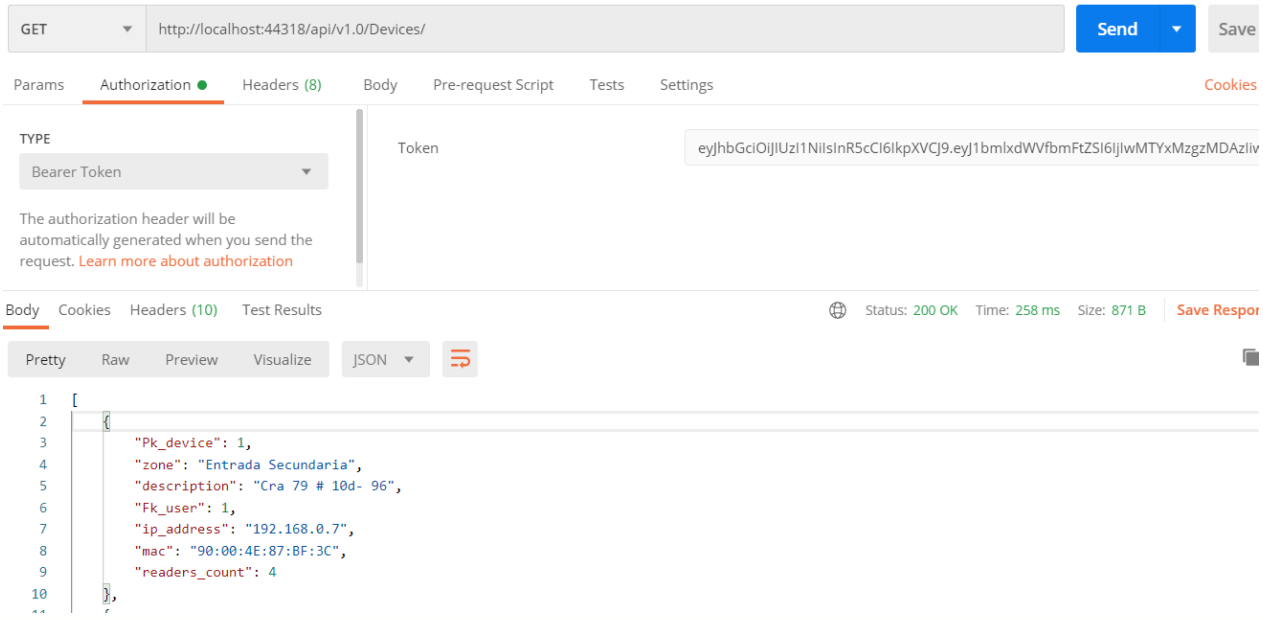
Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

Response:


```
[
    {
        "Pk_device": 1,
        "zone": "Entrada Secundaria",
        "description": "Cra 79 # 10d- 96",
        "Fk_user": 1,
        "ip_address": "192.168.0.7",
        "mac": "90:00:4E:87:BF:3C",
        "readers_count": 4
    },
    {
        "Pk_device": 2,
        "zone": "Entrada Primaria",
        "description": "Cra 79 # 10d- 96",
        "Fk_user": 1,
        "ip_address": "192.168.0.7",
        "mac": "90:00:4E:87:BF:3C",
        "readers_count": 4
    },
    {
        "Pk_device": 3,
        "zone": "Entrada Terciaria",
        "description": "Cra 79 # 10d- 96",
        "Fk_user": 1,
        "ip_address": "192.168.0.9",
        "mac": "90:00:4E:87:BF:3C",
        "readers_count": 4
    }
]
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.3.3 POST DEVICE

Crear Device.

Metodo : POST

Path: /api/v1.0/Devices/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Devices/
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

```
{

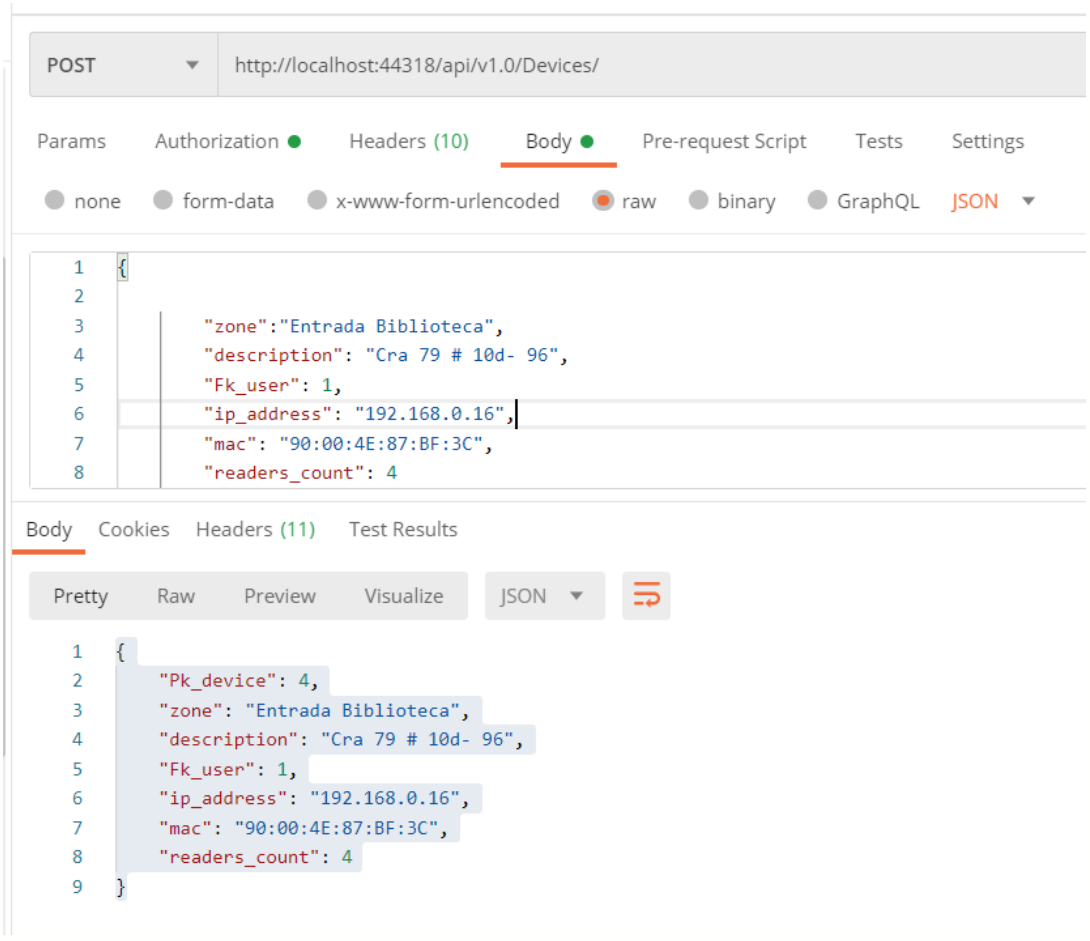
        "zone":"Entrada Biblioteca",
        "description": "Cra 79 # 10d- 96",
        "Fk_user": 1,
        "ip_address": "192.168.0.16",
        "mac": "90:00:4E:87:BF:3C",
        "readers_count": 4
```

}

Response:


```
{
    "Pk_device": 4,
    "zone": "Entrada Biblioteca",
    "description": "Cra 79 # 10d- 96",
    "Fk_user": 1,
    "ip_address": "192.168.0.16",
    "mac": "90:00:4E:87:BF:3C",
    "readers_count": 4
}
```


Ejemplo en POSTMAN :



1.2.4 PUT DEVICE

Actualizar device.

Metodo : PUT

Path: /api/v1.0/Devices/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Devices/?id={id_device}
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

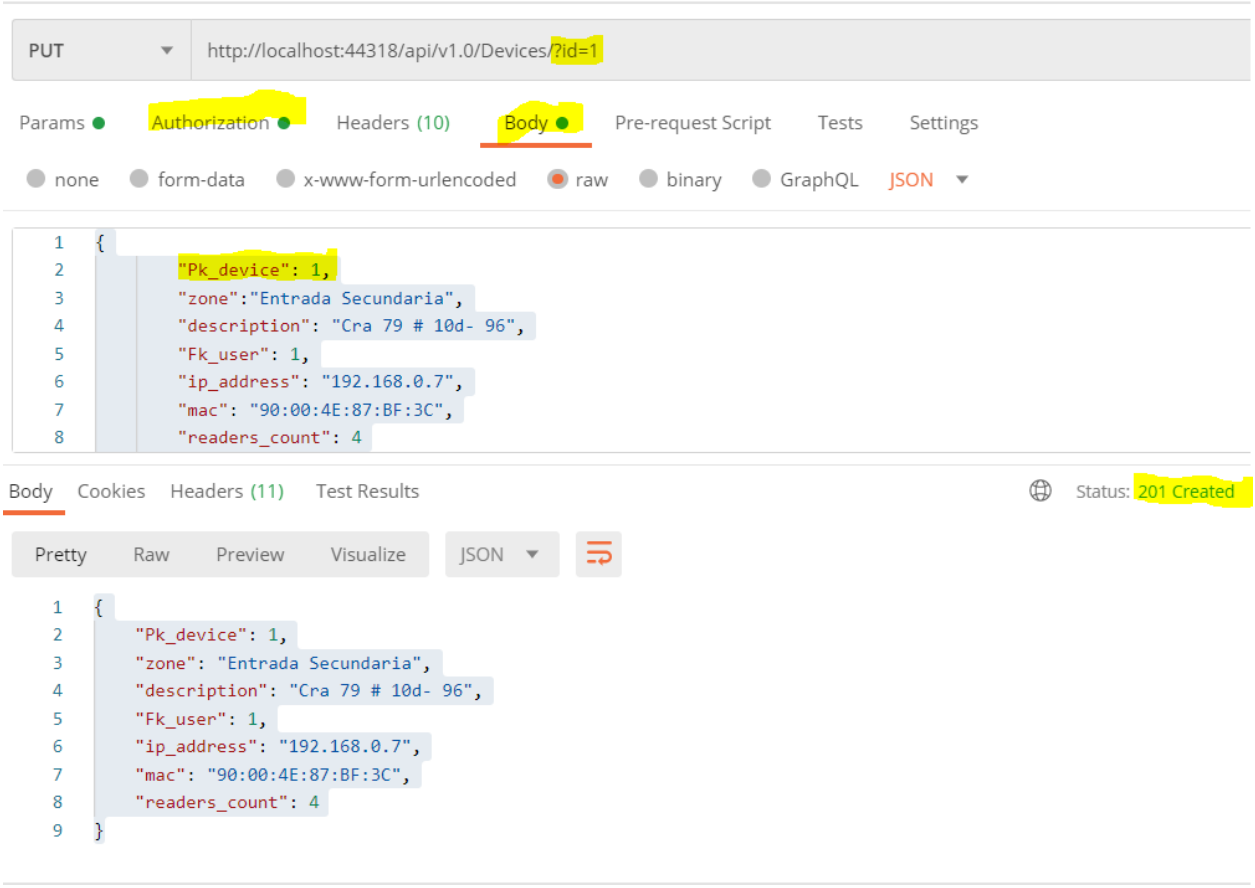
Request Body :

```
{
        "Pk_device": 1,
        "zone":"Entrada Secundaria",
        "description": "Cra 79 # 10d- 96",
        "Fk_user": 1,
        "ip_address": "192.168.0.7",
        "mac": "90:00:4E:87:BF:3C",
        "readers_count": 4
}
```

Response:

```
{
    "Pk_device": 1,
    "zone": "Entrada Secundaria",
    "description": "Cra 79 # 10d- 96",
    "Fk_user": 1,
    "ip_address": "192.168.0.7",
    "mac": "90:00:4E:87:BF:3C",
    "readers_count": 4
}
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.4 Readers

1.4.1 Descripción

Peticiones para CRUD de Readers.

1.4.2 GET READERS

Obtener todos los devices.

Método : GET

Path: /api/v1.0/Readers/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Readers/
Status Response : 200 OK

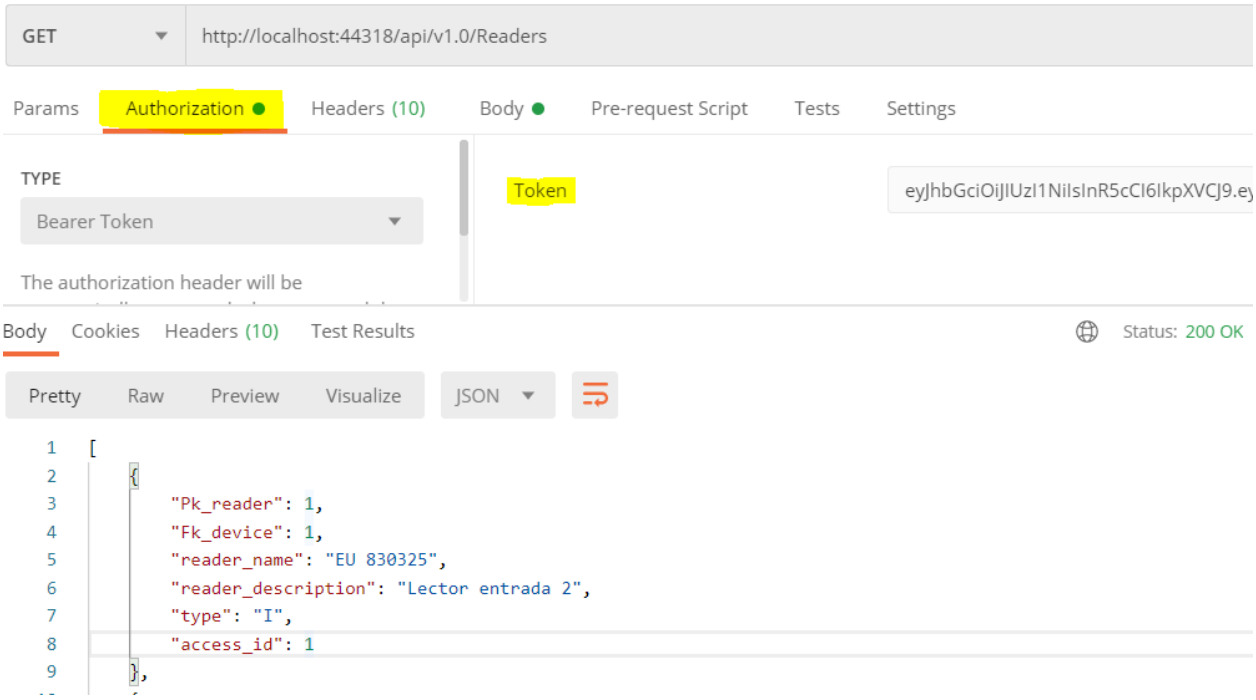
Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

Response:


```
[
    {
        "Pk_reader": 1,
        "Fk_device": 1,
        "reader_name": "EU 830325",
        "reader_description": "Lector entrada 2",
        "type": "I",
        "access_id": 1
    }
]
```


Ejemplo en POSTMAN :



1.4.3 POST READERS

Crear Reader.

Metodo : POST

Path: /api/v1.0/Readers/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Readers/
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

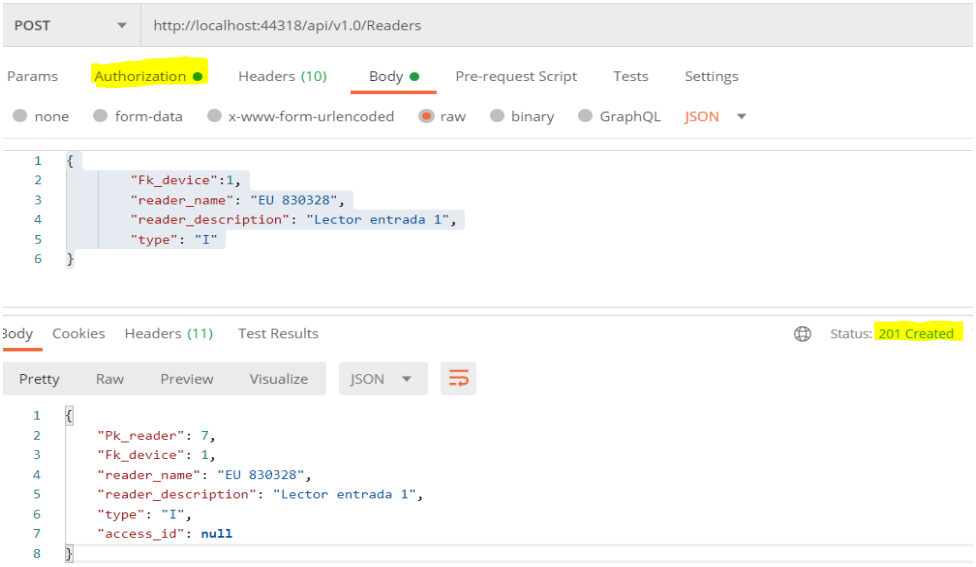
Request Body :

```
{
        "Fk_device":1,
        "reader_name": "EU 830328",
        "reader_description": "Lector entrada 1",
        "type": "I"
}
```

Response:

```
{
    "Pk_reader": 7,
    "Fk_device": 1,
    "reader_name": "EU 830328",
    "reader_description": "Lector entrada 1",
    "type": "I",
    "access_id": null
}
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.4.4 PUT READERS

Actualizar readers.

Metodo : PUT

Path: /api/v1.0/Devices/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Readers/?id={id_readers}
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

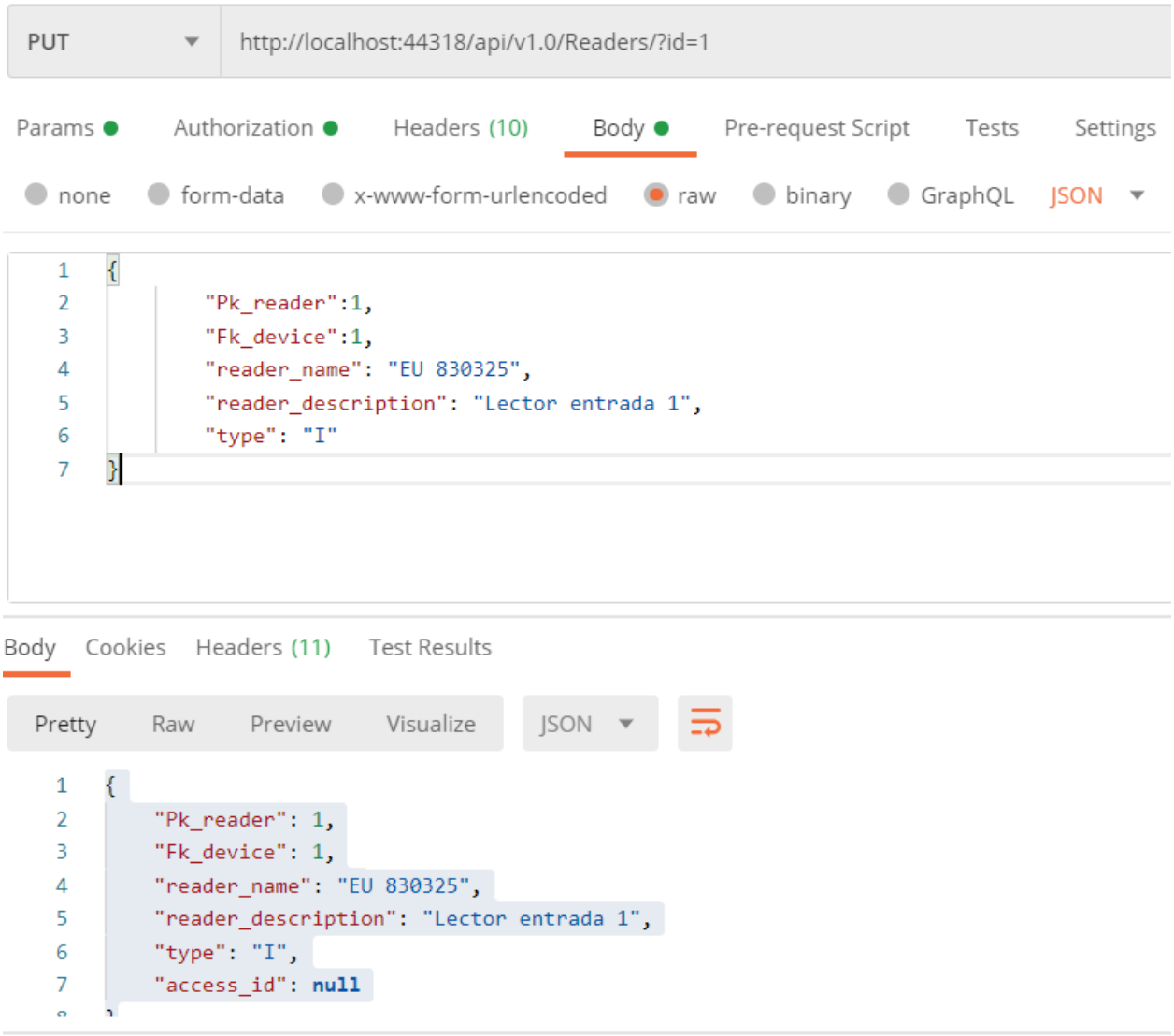
Request Body :

```
{
        "Pk_reader":1,
        "Fk_device":1,
        "reader_name": "EU 830325",
        "reader_description": "Lector entrada 1",
        "type": "I"
}
```

Response:

```
{
    "Pk_reader": 1,
    "Fk_device": 1,
    "reader_name": "EU 830325",
    "reader_description": "Lector entrada 1",
    "type": "I",
    "access_id": null
}
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.5 READS

1.5.1 Descripción

Peticiones para solicitud de ingreso.

1.5.2 POST READS

Crear lectura

Metodo : POST

Path: /api/v1.0/Reads/

Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/Reads/
Status Response : 200 OK

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

```
{
    "token": "51S0BxGIkNowGb0ZLOu1Wk3I8GAdZ3RnACVV84pX03A=",
    "date": "",
    "serviceId": 1,
    "deviceReaderSerial": "EU853645"
}
```

Response:

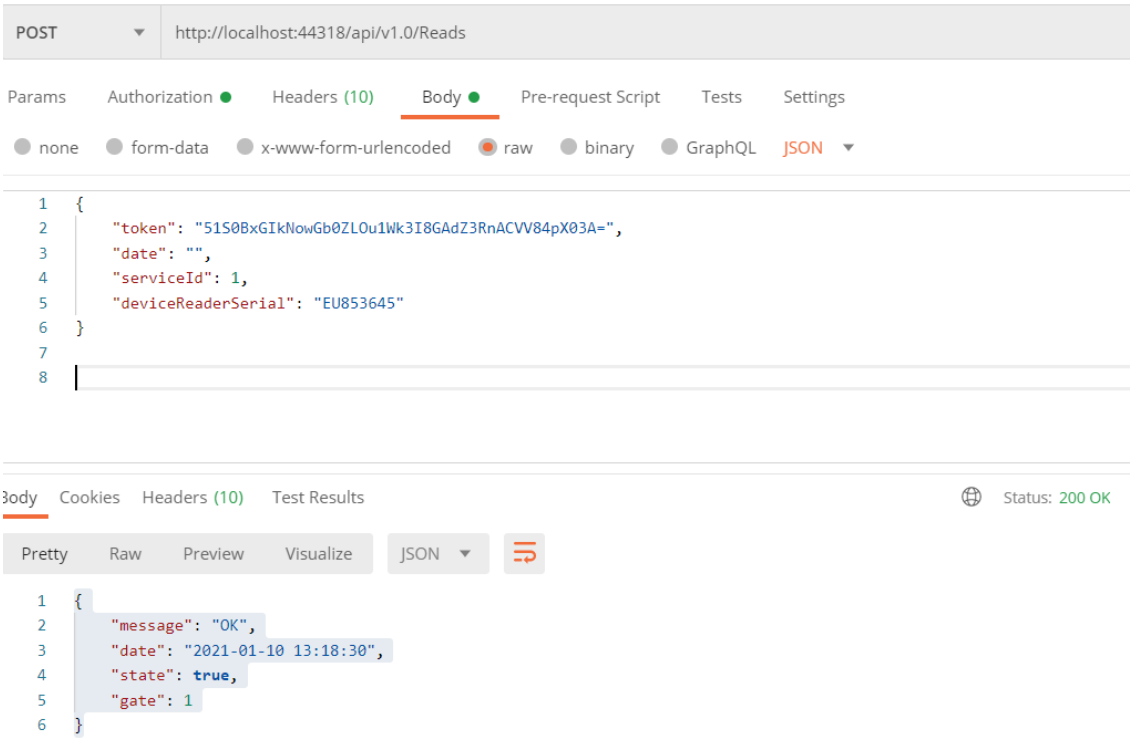
```
{
    "message": "OK",
    "date": "2021-01-10 13:18:30",
    "state": true,
    "gate": 1
}
```

Ejemplo QR:



QR Estructure: Tipo "App"+#+"Fecha AAAAMMDD"+#+"PK_id user"+#+"Code User"
QR data: A#20201229#16#20161383001
data Encript: 51S0BxGIkNowGb0ZLOu1Wk3I8GAdZ3RnACVV84pX03A=

Ejemplo en POSTMAN :



1.6 ClassSchedule

1.6.1 Descripción

Peticiones para CRUD de Classes Schedule.

1.6.2 GET Classes Schedule

Obtener todos las Classes Schedule.

Método : GET

Path: /api/v1.0/ClassSchedule/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/ClassSchedule/?id=23
Status Response : 200 OK

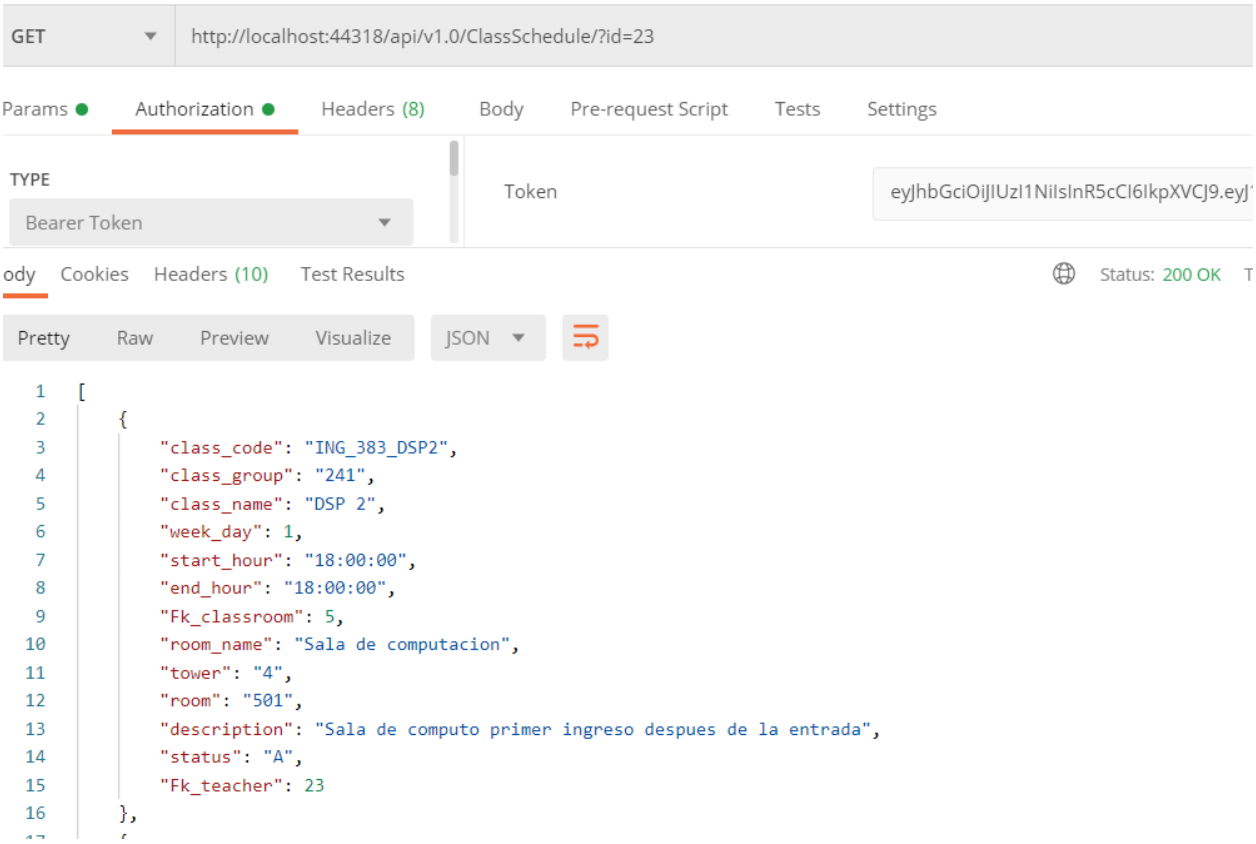
Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

Response:


```
[
    {
        "class_code": "ING_383_DSP2",
        "class_group": "241",
        "class_name": "DSP 2",
        "week_day": 1,
        "start_hour": "18:00:00",
        "end_hour": "18:00:00",
        "Fk_classroom": 5,
        "room_name": "Sala de computacion",
        "tower": "4",
        "room": "501",
        "description": "Sala de computo primer ingreso despues de la entrada",
        "status": "A",
        "Fk_teacher": 23
    },
    {
        "class_code": "ING_383_DSP3",
        "class_group": "241",
        "class_name": "DSP 3",
        "week_day": 4,
        "start_hour": "18:00:00",
        "end_hour": "18:00:00",
        "Fk_classroom": 6,
        "room_name": "Sala de computacion",
        "tower": "4",
        "room": "502",
        "description": "Sala de computo segundo ingreso despues de la entrada",
        "status": "A",
        "Fk_teacher": 23
    }]
```


Ejemplo en POSTMAN :



1.7 Attendance Record

1.7.1 Descripción

Peticiones para CRUD de Asistencias inicio y finalización de clases.

1.7.2 GET ATTENDANCE RECORD

Obtener todos las asistencias .

Método : GET

Path: /api/v1.0/AttendanceRecord/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/AttendanceRecord/
Status Response : 200 OK

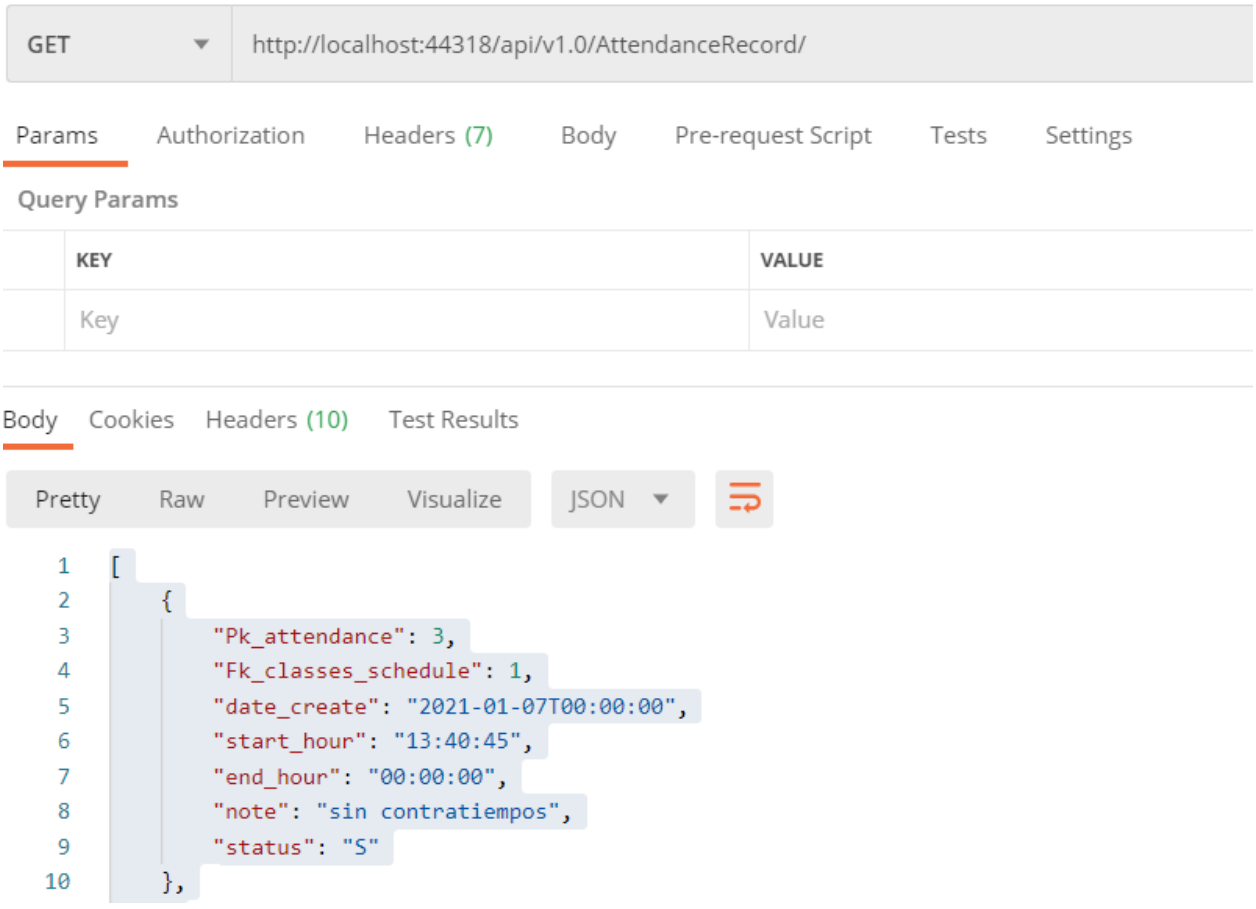
Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

Response:


```
[
    {
        "Pk_attendance": 3,
        "Fk_classes_schedule": 1,
        "date_create": "2021-01-07T00:00:00",
        "start_hour": "13:40:45",
        "end_hour": "00:00:00",
        "note": "sin contratiempos",
        "status": "S"
    },
    {
        "Pk_attendance": 6,
        "Fk_classes_schedule": 1,
        "date_create": "2021-01-08T00:00:00",
        "start_hour": "14:20:40",
        "end_hour": "00:00:00",
        "note": "",
        "status": "S"
    },
    {
        "Pk_attendance": 7,
        "Fk_classes_schedule": 1,
        "date_create": "2021-01-09T00:00:00",
        "start_hour": "14:21:14",
        "end_hour": "15:26:52",
        "note": "clase sin contra tiempos",
        "status": "F"
    }
]
```

Ejemplo en POSTMAN :



1.7.3 POST ATTENDANCE RECORD

Iniciar Clase.

Metodo : POST

Path: /api/v1.0/AttendanceRecord/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/AttendanceRecord/?id_teacher={code_teacher}
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

```
{
```

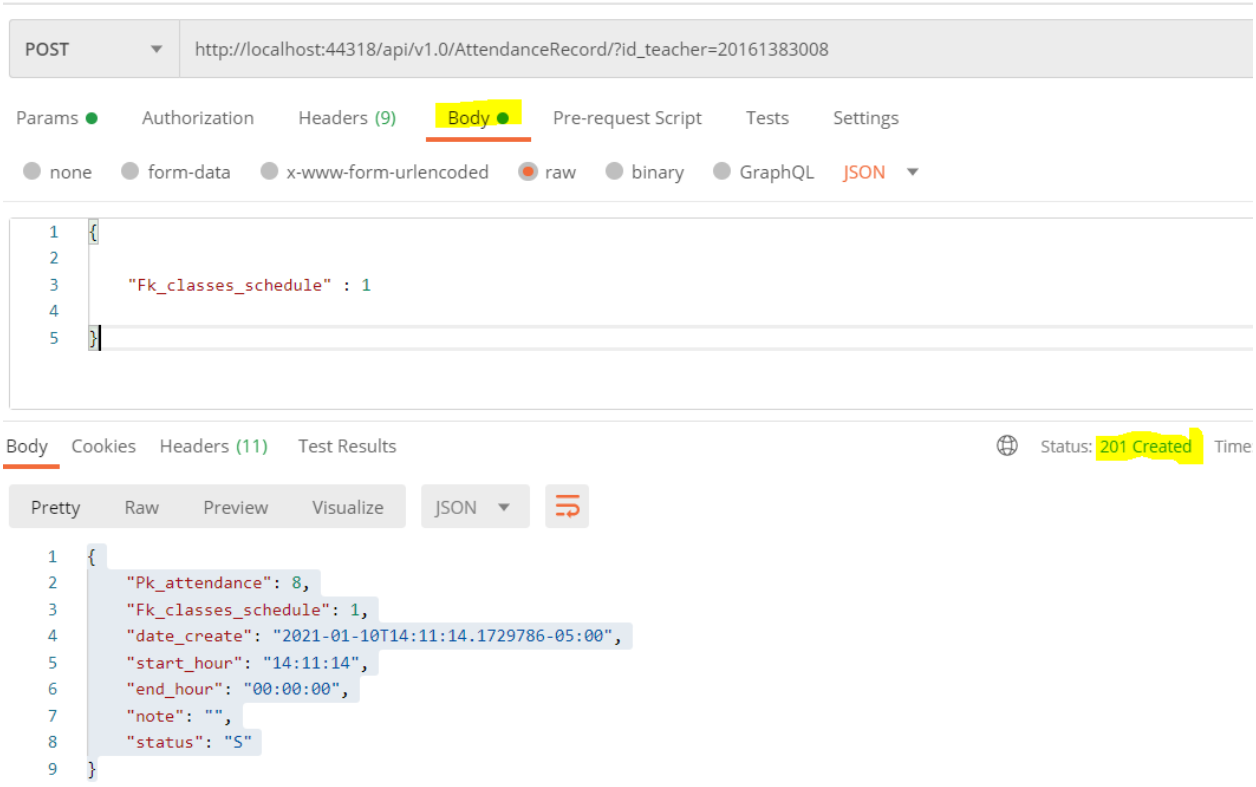
```
    "Fk_classes_schedule" : 1

}
```

Response:


```
{
    "Pk_attendance": 8,
    "Fk_classes_schedule": 1,
    "date_create": "2021-01-10T14:11:14.1729786-05:00",
    "start_hour": "14:11:14",
    "end_hour": "00:00:00",
    "note": "",
    "status": "S"
}
```


Ejemplo en POSTMAN :



1.7.4 PUT ATTENDANCE RECORD

Actualización de Clases iniciadas , se utiliza para cerrar las clases.

Método : PUT

Path: /api/v1.0/AttendanceRecord/
Ejemplo de URL: http://IP:puerto/api/v1.0/AttendanceRecord/?id={id_AttendanceRecord}
Status Response : 201 Created

Content-Type: application/json
Authorization : Bearer Token

Request Body :

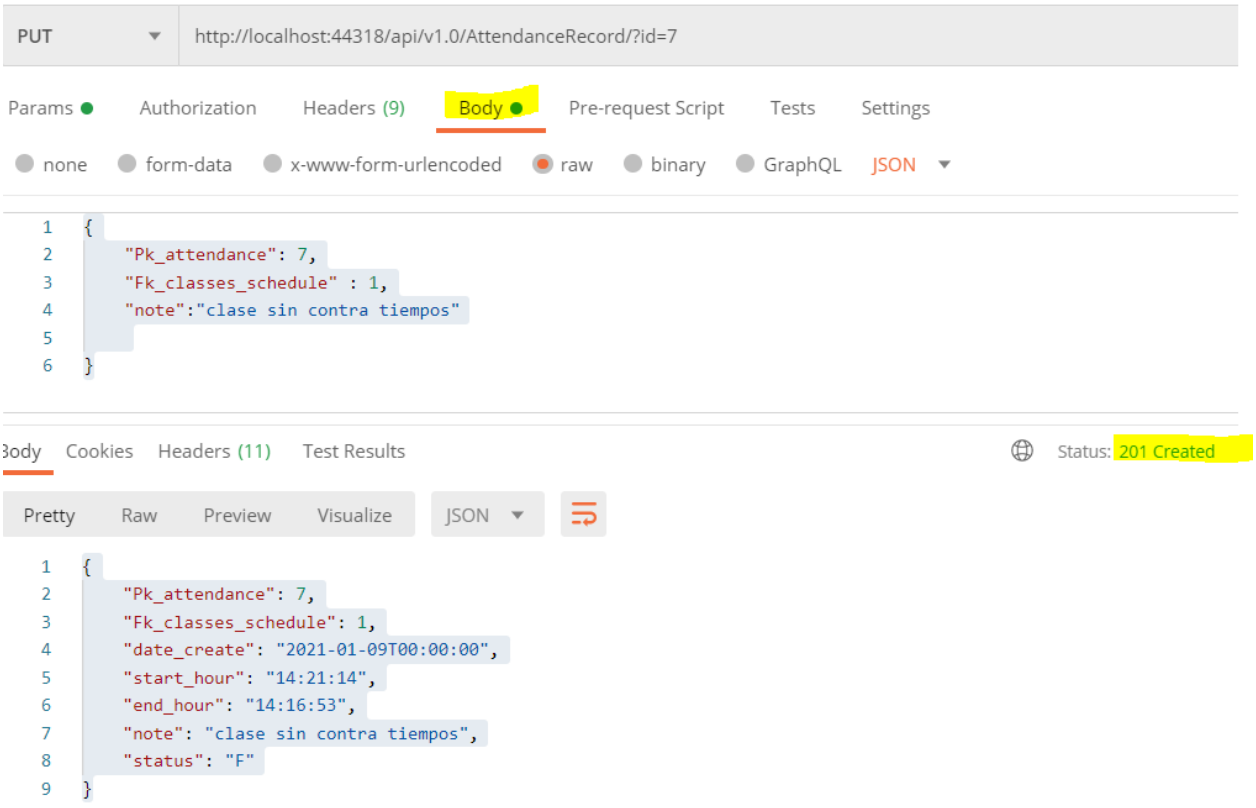
```
{
    "Pk_attendance": 7,
    "Fk_classes_schedule" : 1,
    "note":"clase sin contra tiempos"

}
```

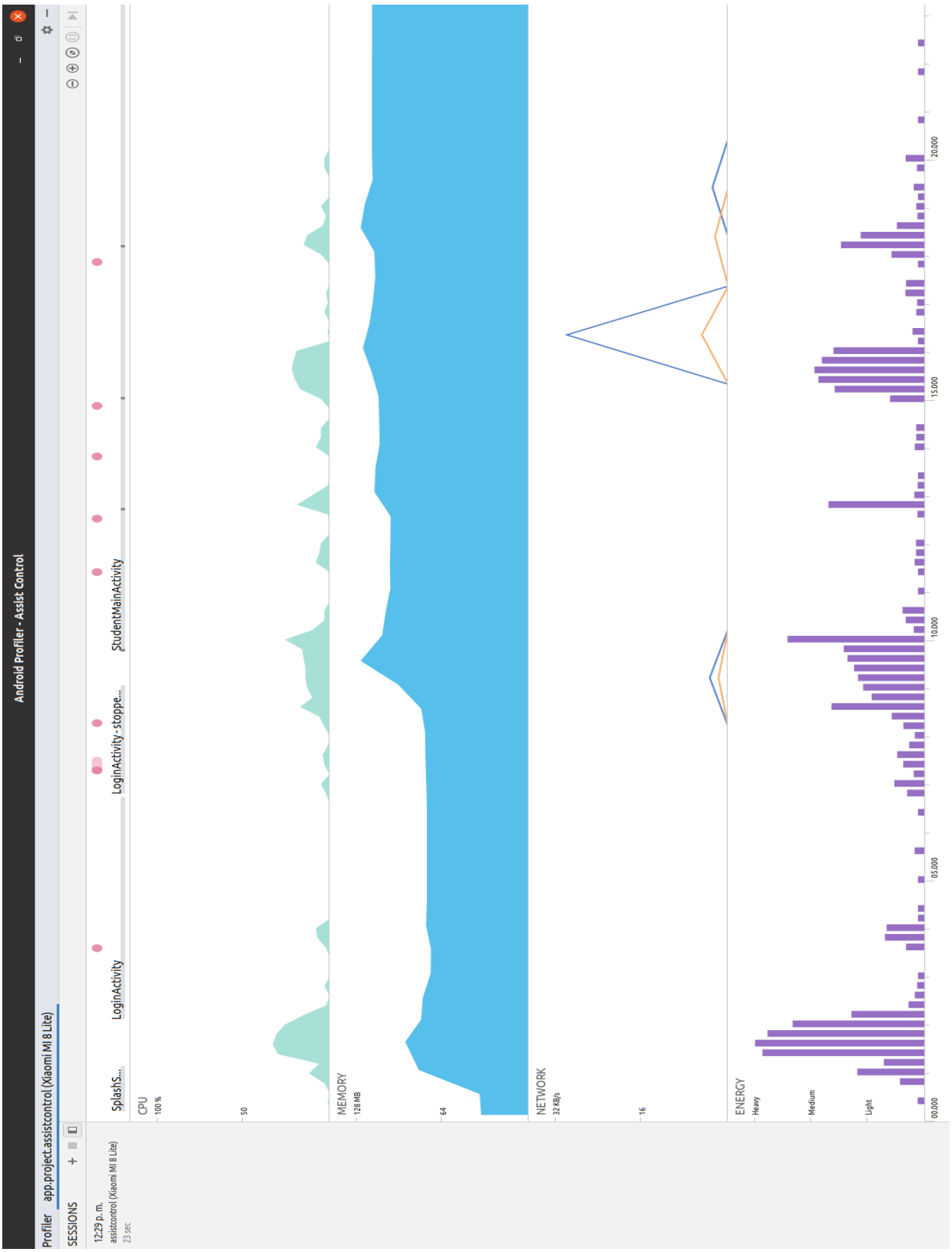
Response:

```
{
    "Pk_attendance": 7,
    "Fk_classes_schedule": 1,
    "date_create": "2021-01-09T00:00:00",
    "start_hour": "14:21:14",
    "end_hour": "14:16:53",
    "note": "clase sin contra tiempos",
    "status": "F"
}
```

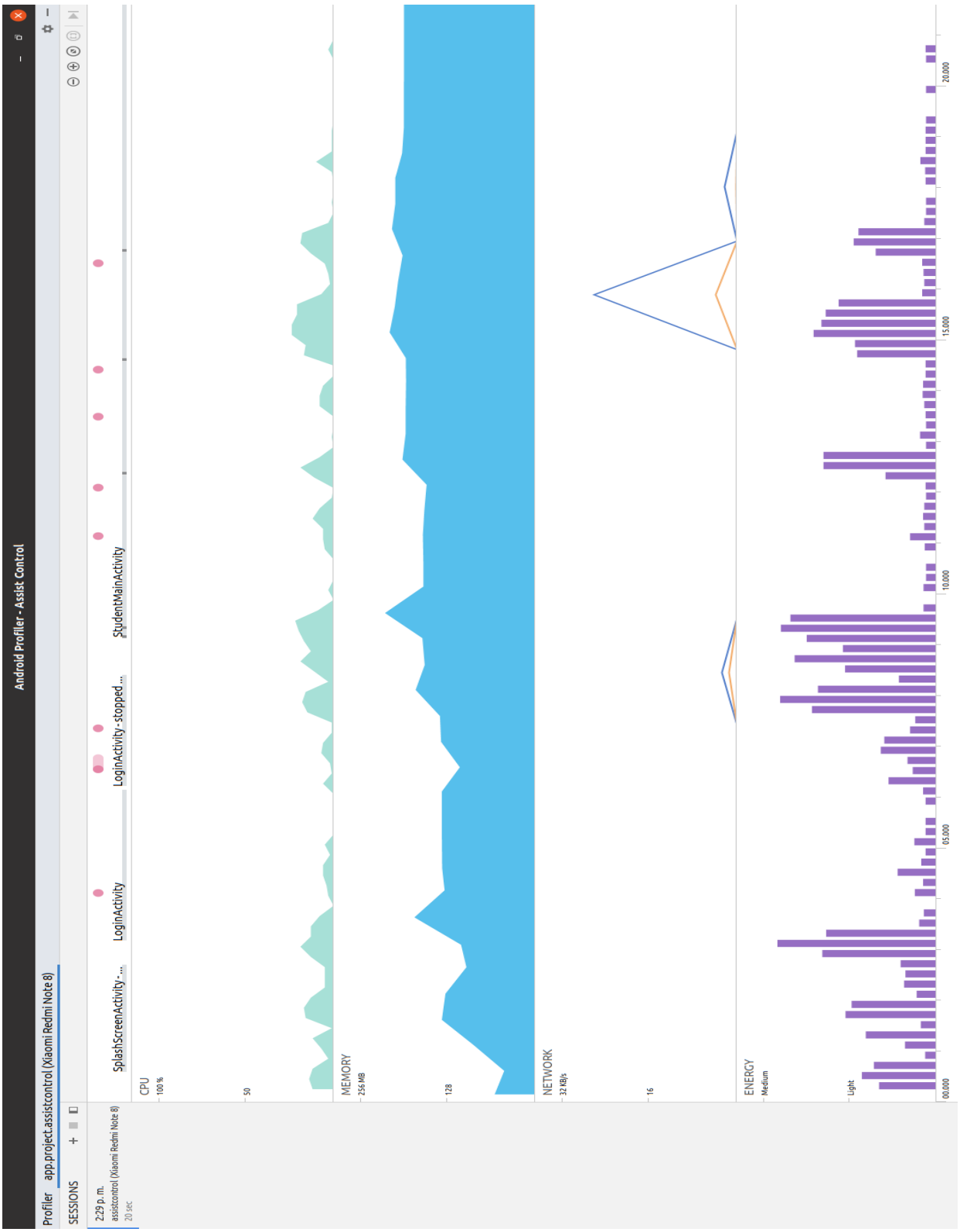
Ejemplo en POSTMAN :



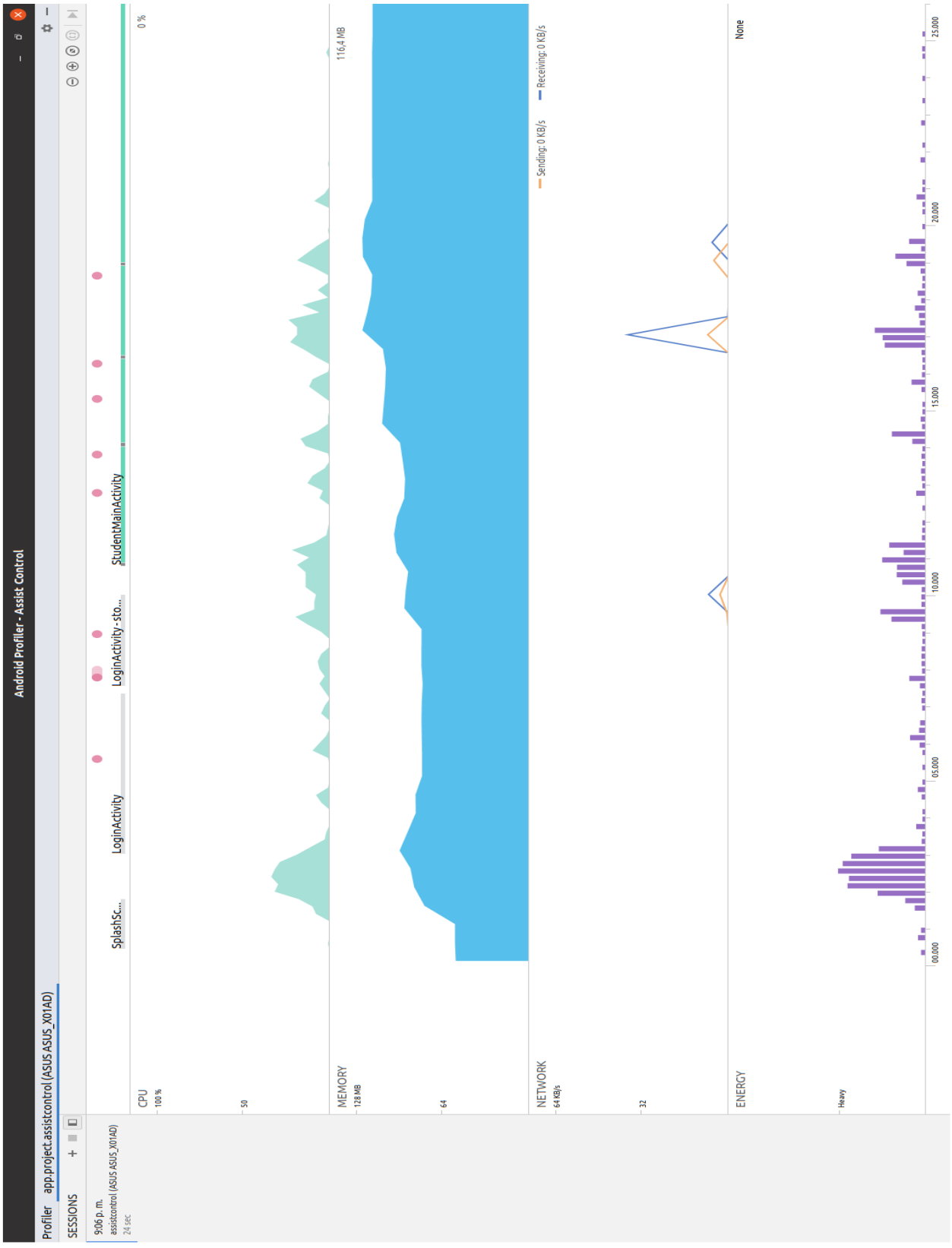
Anexo 3: Gráfica de Rendimiento App Xiaomi MI 8 Lite



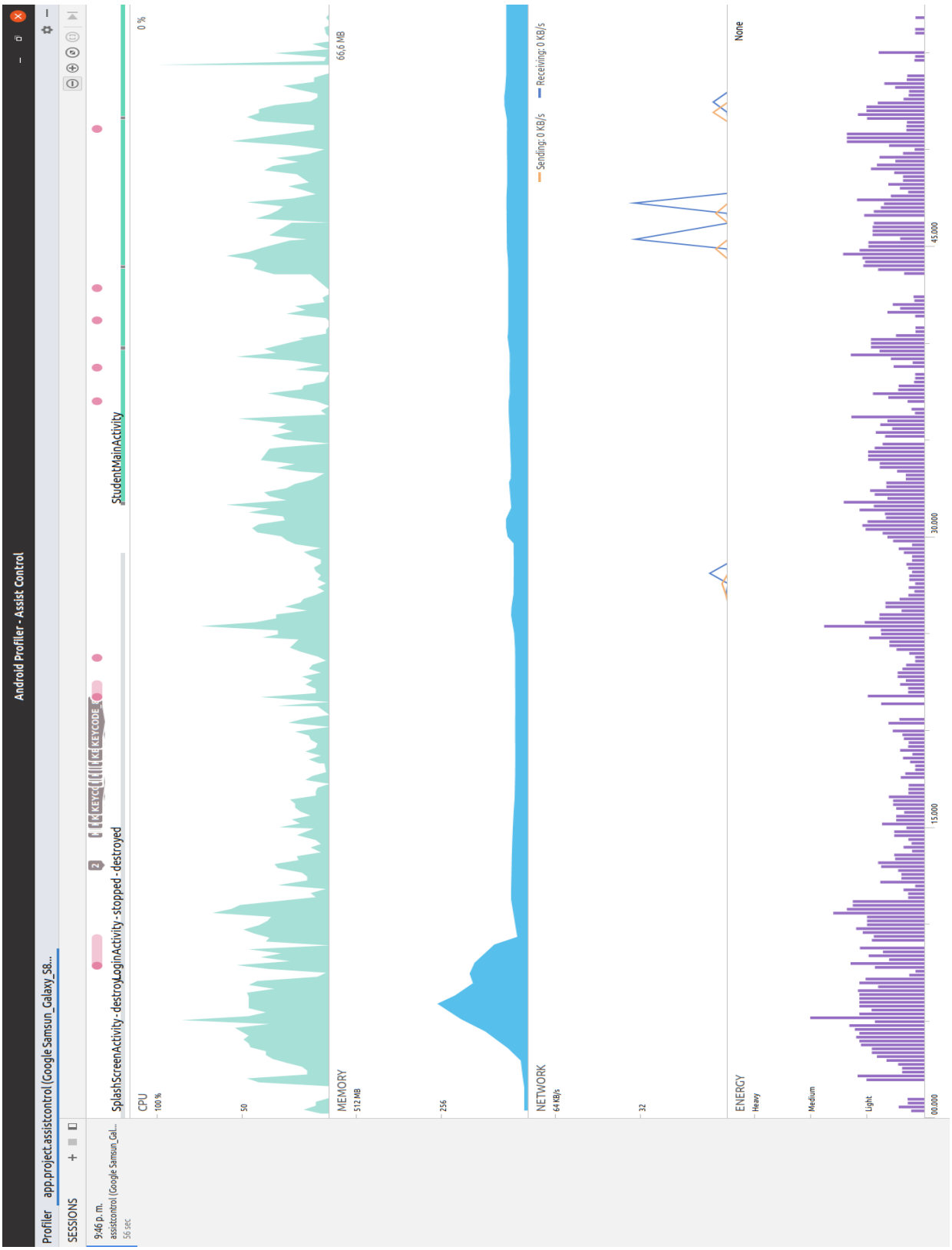
Anexo 4: Gráfica de Rendimiento Redmi Note 8



Anexo 5: Gráfica de Rendimiento Asus Zenfone Max M2



Anexo 6: Gráfica de Rendimiento Samsung Galaxy s8



Anexo 7: Respuesta Test de seguridad

{"id":"d382ebe2-2169-4d44-9718-eb1b77e5629e","name":"Access Control","timestamp":"2021-07-15T03:00:47.451Z","collection_id":"db92b1f7-1fa8-4e88-8b95-5fe234f6d48b","folder_id":0,"environment_id":"a6c9478a-584a-4923-949a-eca111382d8f","totalPass":0,"totalFail":0,"results":[{"id":"381a6dc8-fc2a-4f62-b84c-b677a4fe4af0","name":"api/v1.0/Login/","time":154,"responseCode":{"code":200,"name":"OK"},"tests":{},"testPassFailCounts":{},"times":[183,160,155,154,155,173,155,164,155,155,155,153,161,154,155,155,155,153,160,159,154,154,171,154,162,155,154,155,153,153,158,164,159,155,156,304,347,327,324,250,225,319,239,203,153,164,155,155,159,153,153,154,157,157,159,157,157,172,155,154,157,155,154,154,153,157,156,163,166,162,155,155,155,155,156,175,157,154,164,154,164,159,163,156,155,156,153,172,154,156,162,156,166,154,156,154,196,154,154,154,155,154,156,167,161,159,163,158,171,153,155,153,165,157,158,153,163,154,154,211,155,153,155,155,162,154,154,153,155,158,157,157,156,159,160,159,158,154,154,154,163,155,155,158,159,156,155,164,156,154,162,155,189,159,155,156,153,155,157,154,163,154,166,182,155,155,153,162,171,155,156,155,153,162,154,157,164,178,161,154,163,162,164,154,155,153,154,171,152,163,162,157,153,155,153,153,157,221,155,155,157,178,154,155,155,153,153,155,156,235,236,316,241,227,236,236,163,156,159,159,156,156,167,155,156,157,185,155,162,154,155,154,154,155,170,158,153,155,174,159,157,160,163,157,157,169,174,161,154,156,155,154,162,161,154,159,158,154,158,158,154,170,155,159,154,159,162,156,159,165,156,159,168,154,159,158,159,155,155,159,161,154,158,158,164,171,155,155,156,156,193,154,233,274,157,158,161,270,181,159,162,156,155,162,165,156,154,154,157,158,155,155,164,166,162,157,157,159,156,159,155,155,160,156,158,156,156,160,159,155,157,159,155,153,156,161,166,153,158,158,159,155,153,155,156,163,158,165,155,159,170,172,153,166,156,159,163,153,157,159,154,158,162,163,262,155,158,187,158,155,158,164,158,156,160,154,155,239,306,206,251,316,322,525,294,159,156,163,491,155,162,155,153,156,156,156,154,159,170,159,161,154,161,154,168,158,155,159,163,157,160,165,153,163,163,164,157,164,155,204,155,161,155,158,155,155,155,157,154,155,157,153,155,154,155,155,155,153,155,177,170,153,161,155,155,158,173,154,154,155,154,166,152,155,171,155,204,160,162,225,156,161,156,154,156,171,157,154,153,162,159,154,157,162,181,155,153,163,158,159,155,157,155,154,160,162,164,153,155,162,157,154,154,176,160,166,158,154,155,161,153,163,157,155,160,235,172,153,158,165,154,157,154,157,155,155,155,156,157,155,154,158,167,154,153,159,158,156,160,155,158,154,156,159,158,157,158,154,157,158,158,155,154,155,163,217,155,160,159,157,155,164,155,160,162,155,156,156,184,156,154,163,156,153,285,235,320,350,234,333,334,172,159,164,155,154,156,154,167,211,163,158,160,155,154,165,170,153,153,156,163,173,163,155,158,154,153,153,162,160,155,155,158,185,160,153,157,512,156,160,158,162,156,15

4,155,156,172,247,154,170,156,155,163,163,155,153,153,165,162,157,156,162,15
4,157,154,171,163,159,165,164,155,162,155,173,153,154,157,156,155,156,159,16
4,254,153,158,157,154,156,154,153,158,228,153,153,155,173,160,153,156,154,17
2,163,162,153,155,172,157,155,155,158,157,534,157,159,165,171,154,155,154,15
7,218,168,156,153,534,516,154,164,154,232,154,166,327,152,154,163,156,155,15
7,158,156,170,154,154,153,153,162,153,235,155,158,167,155,163,153,156,154,16
2,162,160,160,157,398,5179,170,155,154,157,166,156,248,153,152,157,156,153,1
58,157,156,153,158,163,158,157,155,155,154,156,155,158,153,154,156,355,161,1
53,153,153,170,160,163,157,152,152,153,153,154,159,156,153,155,159,153,175,1
54,154,156,156,156,154,152,157,153,152,156,156,160,155,161,156,170,153,162,1
55,161,155,154,177,157,158,227,196,160,208,185,155,157,154,162,156,156,156,1
66,169,157,159,155,158,158,160,154,159,154,167,162,156,171,163,156,161,163,1
60,167,159,175,158,162,154,160,163,163,343,173,158,158,165,163,157,156,156,1
57,160,157,155,160,158,162,155,155,154,165,155,168,165,158,173,168,160,156,1
72,162,162,157,155,160,175,190,159,163,166,158,156,166,159,155,158,165,237,2
42,343,330,353,255,164,160,154,170,159,176,156,174,156,240,157,162,219,155,1
71,161,159,184,186,161,471,156,155,162,155,159,160,160,161,169,156,158,160,1
64,168,155,161,158,155,155,160,163,161,158,166,168,166,159,180,163,156,160,1
68,159,166,160,156,156,165,249,160,157,155,162,157,156,158,165,156,162,155,1
55,160,156,165,156,158,158,159,174,168,160,539,167,161,193,156,154,165,155,1
73,159,158,163,159,155,154]},{"id":"e91d2b6c-483c-471d-b077-
ddd6a879afd3","name":"api/v1.0/Login/ error
test","time":161,"responseCode":{"code":400,"name":"Bad
Request"},"tests":{},"testPassFailCounts":{},"times":[158,185,153,152,160,156,15
5,152,217,159,156,152,161,151,152,151,152,154,155,152,152,151,151,152,152,15
4,150,152,152,151,151,152,159,156,152,216,313,324,246,321,289,297,298,159,15
1,150,152,152,153,154,152,152,151,152,154,159,161,151,156,160,151,174,220,15
2,153,154,152,151,151,160,151,168,152,152,152,160,161,169,152,154,153,158,15
3,151,152,153,152,151,153,151,154,154,162,157,160,154,152,151,152,183,537,15
1,165,177,161,153,159,168,154,152,156,153,154,185,152,153,169,159,152,155,15
1,155,157,151,153,170,154,154,153,153,152,160,157,159,155,154,166,171,231,15
6,154,261,152,156,170,152,150,151,150,151,152,153,152,152,151,151,160,153,15
1,152,151,157,151,152,159,161,158,150,152,160,155,152,158,150,155,150,156,23
8,160,164,158,154,151,156,152,152,152,244,154,151,152,151,151,154,152,153,15
2,154,152,163,150,154,151,152,153,152,153,153,354,295,221,292,299,295,299,15
3,155,152,156,153,152,151,159,159,151,154,151,172,307,155,155,152,164,151,15
2,157,151,160,152,157,162,153,154,151,157,161,159,151,154,152,172,178,151,15
3,152,155,158,151,153,165,151,157,154,157,166,151,158,153,152,157,187,159,15
1,168,155,165,156,158,152,151,157,156,160,153,151,160,170,155,154,153,153,15
2,173,153,153,155,156,155,152,206,156,155,156,154,158,161,159,160,241,151,15

1,469,155,160,151,156,157,155,153,152,174,170,155,153,152,154,151,155,161,15
3,156,155,154,156,161,155,155,151,155,150,150,159,154,152,155,159,225,154,18
0,159,153,156,158,168,156,156,156,155,166,153,155,166,181,156,152,168,155,15
5,161,157,169,163,155,163,156,154,206,227,232,227,220,223,293,216,179,155,15
1,163,156,153,151,154,161,154,155,152,151,152,163,157,155,155,153,165,158,15
2,155,152,153,155,155,161,153,187,159,159,155,154,151,153,151,155,153,161,16
6,156,152,152,161,157,155,150,153,152,170,152,172,159,161,160,151,150,155,16
8,161,155,154,150,151,160,168,159,153,152,161,158,160,160,155,159,151,154,15
4,151,151,161,152,151,151,152,151,152,181,159,152,169,163,151,153,153,151,15
2,151,154,153,159,151,155,151,151,159,158,158,173,161,153,152,151,154,176,15
1,153,157,154,152,153,159,159,154,151,155,152,158,151,160,159,151,151,154,15
3,151,152,152,151,154,153,158,165,154,152,152,160,152,158,155,154,162,154,15
5,153,152,159,155,151,154,167,152,409,163,151,151,152,151,159,156,151,160,15
2,152,151,157,151,153,153,197,227,241,279,237,320,259,152,154,155,151,151,15
4,152,160,158,161,166,154,160,159,153,154,152,153,152,152,150,165,161,160,15
9,161,155,168,160,155,155,155,153,151,151,151,266,152,151,155,159,158,157,15
2,151,151,153,152,159,155,160,153,159,154,151,153,153,157,154,150,161,154,15
7,155,152,152,153,150,152,151,179,151,150,156,153,155,153,155,164,153,154,15
5,152,155,160,154,151,151,167,151,156,153,183,152,151,152,151,153,160,159,16
0,151,155,154,176,153,151,152,155,159,154,159,162,155,156,153,152,150,466,15
0,160,158,151,156,151,153,153,149,157,151,158,154,152,153,160,150,150,154,15
5,149,155,154,159,151,153,151,151,152,150,151,151,154,151,155,157,154,152,15
6,150,153,159,209,176,174,155,152,153,153,153,150,151,155,153,150,157,151,15
6,155,152,155,151,150,151,157,159,150,168,153,153,176,155,157,155,155,152,19
9,151,153,155,155,151,162,151,150,149,157,153,150,154,157,162,150,159,158,15
4,151,152,155,153,157,152,151,151,155,156,156,153,152,153,153,158,156,160,14
9,150,159,156,171,161,160,150,158,156,160,155,156,156,163,161,182,154,157,15
7,156,162,164,153,152,161,153,153,165,154,152,171,156,153,158,159,154,180,15
3,160,153,162,152,153,164,155,153,158,157,158,650,156,154,157,152,152,172,15
5,158,153,154,154,159,153,152,157,153,159,163,152,160,162,153,153,153,155,15
9,153,155,156,163,160,152,153,154,157,152,156,158,162,158,156,298,292,230,30
4,301,226,302,569,158,157,157,306,269,174,158,155,152,168,159,173,180,193,16
7,156,157,155,157,162,159,167,161,155,153,159,158,155,156,152,162,217,160,15
6,155,155,159,155,155,179,153,154,153,152,154,155,156,155,153,166,155,156,23
5,151,152,173,163,158,156,158,154,156,153,154,152,164,152,152,153,161,153,16
0,160,151,169,153,157,156,156,156,181,480,159,206,155,153,152,153,153,157,15
1,153,152,153,152,161]}],"count":1000,"totalTime":337871,"collection":{"request
s":[{"id":"381a6dc8-fc2a-4f62-b84c-
b677a4fe4af0","method":"POST"},{"id":"e91d2b6c-483c-471d-b077-
ddd6a879afd3","method":"POST"}]}}

Anexo 8: Respuesta Test de funcionalidad

{"id":"ee2ba686-c6cf-40c5-b868-923c1a8d4f82","name":"Access Control","timestamp":"2021-07-14T16:13:11.900Z","collection_id":"db92b1f7-1fa8-4e88-8b95-5fe234f6d48b","folder_id":0,"environment_id":"a6c9478a-584a-4923-949a-eca111382d8f","totalPass":0,"totalFail":0,"results":[{"id":"8309079a-5a05-4ddb-9f2a-35e6237f51f1","name":"ClasShedule Student","time":171,"responseCode":{"code":200,"name":"OK"},"tests":{},"testPassFailCounts":{},"times":[360,208,162,169,160,192,164,180,170,165,161,181,167,170,170,175,187,161,209,164,162,313,161,161,164,162,216,173,165,180,216,173,161,162,175,164,163,164,172,168,162,163,171,162,174,164,169,240,321,237,225,242,329,309,187,174,172,183,174,173,169,317,161,160,164,288,192,171,162,162,161,171,171,170,161,163,168,209,171,170,165,172,240,182,170,190,160,162,163,161,171,186,160,162,172,177,169,169,166,164,162,175,177,198,170,170,167,184,182,161,398,161,186,168,179,175,165,172,170,175,161,165,160,164,160,161,160,180,168,187,161,176,159,169,171,170,176,159,160,178,169,171,171,172,162,163,170,180,160,189,164,164,161,162,161,165,164,161,170,167,162,161,160,170,161,160,170,190,163,169,161,167,162,218,170,179,200,165,162,160,171,161,161,162,180,161,160,163,161,161,162,181,168,160,163,163,179,167,188,162,190,171,163,160,161,167,160,162,174,163,330,319,332,321,911,249,179,161,168,162,160,179,170,161,172,198,161,168,168,169,162,160,171,160,159,162,161,161,161,250,160,180,160,169,168,164,190,160,159,168,160,162,159,168,179,161,228,161,167,177,160,173,162,277,170,171,168,169,169,169,163,199,165,171,171,162,174,167,161,162,174,172,161,163,172,170,162,171,162,163,160,160,171,163,163,181,161,168,171,179,182,173,176,180,170,199,173,184,190,171,177,171,330,171,178,169,177,168,183,185,169,170,198,182,189,175,175,176,174,176,188,171,186,177,170,169,172,167,170,187,170,207,171,173,184,170,211,220,189,185,186,188,172,170,182,173,177,202,169,169,169,171,170,207,184,180,170,182,172,200,184,169,174,390,315,311,274,222,314,321,169,168,168,172,170,167,169,169,173,171,171,198,168,178,179,170,187,169,169,185,168,169,235,171,210,207,169,169,178,202,178,178,170,183,192,168,168,190,186,169,169,171,171,169,171,169,188,170,181,178,169,185,174,171,177,170,169,171,171,187,168,178,168,167,172,178,177,175,171,192,171,197,170,169,176,169,177,185,175,169,171,169,171,170,188,196,170,174,179,169,178,169,178,177,175,255,171,175,180,175,168,167,178,169,180,173,168,169,169,190,179,170,167,176,167,186,169,184,169,175,170,171,178,176,169,178,169,179,167,224,167,179,168,173,172,289,171,197,171,174,177,179,177,175,184,168,176,192,170,187,178,170,168,178,172,169,180,176,168,168,168,170,199,337,332,319,318,320,306,263,165,161,170,170,161,165,161,161,160,165,161,168,165,162,183,161,160,164,178,173,184,162,161,168,162,189,170,162,182,163,161,161,172,

161,163,169,162,164,163,178,179,162,167,162,161,172,176,162,160,162,171,160,
172,163,162,169,162,162,169,166,167,162,169,166,171,172,162,164,161,161,163,
163,162,162,171,171,160,178,178,160,172,161,170,162,181,161,163,163,207,168,
172,172,171,168,177,161,169,169,162,168,168,162,167,160,161,160,164,177,171,
163,162,167,164,169,176,267,169,161,163,176,163,162,189,160,179,198,168,163,
161,163,160,165,163,162,162,180,161,172,169,194,161,179,177,162,162,196,162,
161,165,233,167,161,162,161,163,163,165,159,160,160,161,236,325,315,276,262,
233,289,163,167,189,164,162,178,162,164,172,215,177,166,160,159,166,163,184,
172,161,165,160,162,168,163,191,169,162,168,161,165,169,159,169,159,161,267,
161,160,179,160,174,168,163,172,170,170,208,163,173,162,170,179,162,161,166,
177,255,162,164,169,167,170,178,165,160,167,163,168,191,181,245,177,173,174,
168,171,162,166,170,162,232,164,169,170,160,166,161,169,242,171,163,164,165,
171,161,169,171,169,181,163,177,158,287,162,167,163,161,161,162,196,184,161,
160,221,159,160,186,160,174,198,171,165,170,163,161,164,172,168,160,162,163,
166,161,166,177,160,168,174,162,183,160,169,180,168,171,161,171,172,171,162,
179,170,169,174,160,163,329,272,340,233,314,251,308,170,181,180,171,179,184,
175,192,176,174,182,169,177,184,170,173,169,192,171,172,171,172,168,169,198,
187,177,175,173,171,169,167,175,169,169,188,170,187,169,168,171,168,180,169,
170,172,185,167,170,183,179,175,167,179,184,170,170,181,168,175,170,168,179,
175,191,169,186,216,177,170,169,168,171,171,168,170,170,170,168,176,176,171,
168,169,168,186,170,169,175,178,177,168,178,173,169,168,181,185,175,184,170,
170,167,180,169,179,176,170,170,169,169,168,170,171,168,202,169,178,179,189,
168,190,169,171,177,169,184,172,177,176,176,167,275,178,320,175,170,179,175,
169,172,186,169,173,263,195,174,186,178,169,181,168,178,188,169,170,178,168,
170,194,177,171,190,214,224,315,319,330,323,328,178,172,169,175,170,191,171,
220,178,174,168,171,170,168,182,181,172,183,190,171,169,187,172,171,212,175,
178,168,180,172,178,181,169,169,169,179,206,176,179,169,172,169,171,168,178,
170,170,170,180,170,178,195,177,203,170,171,169,169,180,170,179,515,172,171,
175,169,197,183,170,197,186,186,233,185,188,171,273,176,180,187,175,178,174,
170,182,173,171,171,175,171,188,179,169,173,205,178,178,168,187,170,170,169,
178,170,172,174,225,177,264,174,172,176,169,169,172,176,176,172,181,178,181,
175,183,176,169,174,176,169,170,256,188,167,191,171,170,170,169,169,167,187,
171,169,168,179,185,173,173,250,168,170,177,233,196,233,327,337,245,179,188,
182,169,168,170,170,185,169,182,170,174,177,169,170,183,170,178,170,168,170,
179,177,179,170,168,171,171,169,174,172,176,175,169,168,197,180,168,181,170,
180,167,169,178,172,178,168,166,168,188,169,220,173,169,169,167,168,172,169,
274,176,172,178,168,167,173,192,167,173,184,171,171,169,169,185,169,186,178,
202,196,169,177,178,246,193,167,169,178,168,176,188,171,168,168,184,170,177,
169,170,194,181,178,185,172,189,190,180,171,182,171,172,170,170,170,169,169,
168,181,191,184,177,176,186,189,243,169,171,168,171,173,169,176,171,170,205,

171,177,171,168,167,174,169,169,191,170,170,172,171,169,173,236,177,192,190,
178,179,231,239,284,254,339,336,179,180,169,168,171,190,170,168,172,172,171,
178,193,173,175,170,169,169,174,177,170,178,168,172,168,169,173,171,183,178,
186,174,182,461,169,217,178,178,175,169,169,182,177,167,179,168,169,172,168,
170,169,171,169,176,174,202,178,177,169,181,233,179,171,170,171,174,173,181,
171,172,177,187,172,169,174,169,179,169,170,198,176,181,179,238,187,179,177,
168,171,186,169,168,170,185,171,171,182,173,178,177,180,168,168,170,169,174,
171,179,174,171,169,170,182,178,179,172,188,198,169,178,170,180,176,169,179,
175,170,180,173,184,173,171,208,180,169,168,219,167,178,177,170,223,169,174,
176,169,171,178,177,188,170,173,185,169,228,322,325,335,339,249,177,171,187,
182,184,169,170,177,170,169,177,170,167,177,177,181,169,176,167,170,170,234,
191,169,178,169,177,173,168,186,279,184,169,188,189,168,187,184,193,168,171,
179,195,176,172,200,178,168,170,170,168,177,168,187,168,208,177,187,179,171,
178,173,168,167,171,182,344,177,168,184,169,178,170,181,175,192,180,170,169,
168,173,169,186,171,178,168,170,167,169,182,175,175,174,174,175,170,185,199,
182,178,169,169,185,189,171,169,178,173,170,171,168,167,169,176,171,169,177,
168,172,171,200,180,181,195,172,170,175,202,178,178,170,171,178,169,170,178,
179,168,176,171,172,168,168,177,177,185,171,171,176,178,209,168,183,171,262,
337,327,253,334,316,337,174,194,196,289,168,189,172,170,180,170,169,170,186,
171,170,172,189,170,179,175,170,168,176,186,168,196,168,171,186,202,170,170,
181,169,172,168,170,179,171,182,175,169,171,169,170,173,169,201,169,177,170,
175,169,183,206,179,177,179,177,170,177,169,179,181,169,195,172,170,171,168,
171,171,180,173,169,188,265,171,169,170,200,175,186,169,189,182,170,168,239,
175,180,169,176,183,179,177,171,168,169,180,171,180,177,185,170,172,177,177,
173,193,170,172,172,178,172,168,167,168,171,193,176,177,169,171,170,227,170,
185,199,169,183,177,174,173,170,180,183,167,184,178,170,176,172,169,172,170,
189,170,180,184,168,190,177,169,188,254,230,230,317,354,237,179,169,174,174,
167,174,170,167,176,171,170,168,178,187,172,169,179,168,186,184,172,176,173,
170,170,179,170,179,169,168,170,186,175,176,178,194,170,169,171,169,170,181,
169,169,174,170,170,169,173,168,188,172,178,177,169,170,179,176,176,169,172,
176,178,168,179,169,172,177,179,178,178,175,172,187,174,177,181,174,178,170,
168,168,184,173,169,172,187,170,169,171,168,177,178,175,167,168,168,173,169,
171,174,173,178,169,187,168,170,199,168,173,179,177,171,194,170,168,172,168,
169,179,176,168,172,178,176,174,187,168,170,169,169,167,168,170,169,168,173,
196,172,171,169,357,171,174,169,167,172,179,168,177,203,171,177,167,171,169,
178,237,343,338,314,316,243,168,170,175,171,180,169,171,170,184,168,170,179,
169,178,188,169,169,179,176,179,180,190,197,218,172,199,171,180,178,196,170,
170,169,170,170,170,171,183,170,171,170,169,178,170,170,190,169,169,180,170,
169,173,169,186,166,169,169,168,167,168,170,170,169,172,171,169,170,172,193,
521,168,170,170,168,170,170,168,182,169,217,170,169,168,170,169,174,167,168,

169,170,167,176,167,177,168,167,168,170,167,168,179,176,170,170,171,170,169,
178,170,172,169,175,169,169,187,172,179,171,172,168,168,170,256,175,176,170,
190,169,172,225,182,185,178,169,180,178,170,195,168,169,169,175,181,177,170,
169,186,169,167,167,173,169,167,380,301,321,231,245,260,338,238,201,187,177,
183,169,177,213,189,178,182,170,168,179,178,219,191,171,168,172,171,168,174,
176,178,189,184,168,168,170,188,169,175,175,169,175,170,190,178,169,170,170,
170,171,179,235,177,169,169,168,171,172,175,176,167,185,179,170,173,170,172,
187,170,179,170,174,168,182,170,168,168,172,174,173,168,179,170,168,169,181,
178,175,211,170,227,167,169,177,170,181,179,170,170,168,171,169,170,196,169,
168,169,177,190,170,169,167,182,171,170,184,179,168,183,170,170,180,168,172,
169,171,175,174,169,171,180,173,187,171,178,181,184,170,171,168,197,167,168,
177,168,173,177,168,169,184,187,180,173,175,210,201,169,186,175,173,168,168,
187,194,316,323,365,296,284,180,167,168,168,170,169,175,189,176,176,169,178,
254,175,177,170,169,169,180,170,176,176,168,167,170,169,185,171,168,171,184,
169,185,185,193,175,169,186,169,170,170,169,179,169,176,187,171,169,168,171,
168,174,175,170,167,168,171,172,170,168,170,168,188,176,168,175,171,168,176,
174,170,172,172,168,170,169,180,182,170,170,171,169,173,168,171,167,167,167,
185,176,172,169,167,167,178,184,199,169,179,179,168,168,178,178,260,168,176,
167,172,168,175,179,170,178,169,180,171,176,184,189,175,168,197,169,169,188,
173,174,168,169,169,178,169,286,179,178,178,178,186,174,175,169,169,187,178,
171,172,169,173,169,169,180,194,172,180,178,215,247,546,318,309,212,170,175,
169,177,186,178,181,174,188,170,171,168,187,168,175,174,176,169,170,179,176,
169,185,178,210,197,540,169,169,177,168,170,168,180,181,194,170,178,170,169,
175,167,168,178,169,171,175,168,180,169,171,198,178,169,176,171,168,169,169,
171,168,221,187,193,170,184,167,170,171,179,176,169,169,168,179,174,178,172,
170,216,169,176,172,169,174,176,168,169,179,182,192,169,183,169,175,198,177,
200,188,189,169,167,168,169,170,171,179,169,167,171,178,169,169,169,171,185,
169,175,176,171,182,169,167,177,170,170,198,178,171,262,169,201,170,168,176,
184,186,168,168,179,168,190,195,169,180,169,181,178,167,179,169,176,172,168,
218,323,243,321,332,323,244,179,178,167,167,195,166,169,177,186,174,176,175,
176,171,172,184,178,169,183,170,176,190,171,171,169,168,181,177,170,169,168,
177,184,178,169,169,170,168,171,197,168,189,169,187,170,178,176,174,170,172,
185,169,171,188,175,172,171,170,179,174,180,180,184,169,185,175,172,175,178,
190,172,176,168,173,214,180,186,174,170,170,171,178,170,170,169,183,171,177,
176,170,171,172,171,178,168,172,170,172,187,182,171,172,177,187,187,169,169,
170,184,176,171,167,178,212,170,175,168,293,170,171,185,170,169,180,177,180,
190,177,173,214,172,173,169,191,169,171,175,188,171,172,178,169,175,176,173,
179,205,179,168,171,184,189,170,177,170,181,170,168,184,169,171,175,170,231,
332,318,330,228,310,321,225,195,179,180,171,175,187,170,169,168,180,176,171,
181,181,199,179,192,178,169,186,170,273,177,170,168,177,171,174,179,197,196,

207,169,171,173,169,182,178,230,168,167,171,176,627,177,180,239,177,172,171,
191,178,183,218,177,169,226,178,170,170,170,172,168,173,169,172,174,186,169,
172,181,172,170,168,178,170,173,176,177,179,172,175,174,170,179,176,174,220,
169,169,168,179,341,170,171,195,168,169,186,182,188,177,184,177,168,171,299,
180,169,187,176,183,183,177,189,175,171,170,174,168,177,205,187,241,178,174,
177,170,192,184,184,171,174,184,172,170,171,181,270,171,188,179,175,161,172,
161,160,170,169,180,234,318,329,363,344,262,279,255,169,172,170,160,164,162,
163,162,162,171,203,161,166,170,161,179,160,163,178,169,165,179,173,182,169,
176,174,192,160,170,161,180,179,169,172,164,170,181,163,171,170,218,168,161,
162,167,161,170,172,159,170,169,161,168,160,160,173,198,160,161,168,160,161,
163,161,164,162,169,168,172,170,167,169,186,175,161,173,162,175,161,219,169,
173,185,177,177,171,165,169,162,161,165,168,188,172,180,165,161,161,192,161,
167,193,165,192,163,161,170,171,175,179,172,169,170,171,177,170,169,168,186,
170,175,180,172,167,180,192,183,172,169,168,170,169,176,183,176,176,173,173,
169,168,177,175,170,184,169,169,169,171,181,171,170,177,170,170,169,170,170,
176,170,169,167,180,173,185,188,168,169,204,232,338,378,313,306,181,170,170,
178,192,299,170,176,171,199,197,167,175,168,170,170,194,170,176,169,178,172,
169,178,177,195,196,169,178,177,171,169,169,172,171,188,201,172,169,169,177,
168,169,175,170,178,178,169,169,168,233,169,368,169,169,180,172,169,158,160,
187,164,198,164,166,160,163,161,169,177,160,169,161,645,160,164,207,163,170,
170,164,173,173,176,160,168,162,159,176,169,167,163,169,178,162,159,160,166,
172,160,164,179,160,160,158,167,160,161,160,167,167,160,159,159,168,159,159,
178,169,167,165,158,171,173,159,159,160,166,159,159,167,189,182,164,160,159,
161,167,162,160,175,157,160,187,192,174,164,159,197,179,157,178,159,159,160,
159,247,166,158,192,240,331,353,189,173,177,168,159,158,170,160,174,175,158,
172,160,181,169,163,166,161,180,171,182,174,162,206,167,162,160,169,159,164,
165,160,164,188,162,178,166,161,161,159,187,162,166,159,159,167,169,168,160,
160,194,161,161,160,161,186,191,168,161,162,163,168,165,239,175,162,162,161,
169,179,162,169,164,162,167,167,162,164,203,170,182,163,174,181,171,197,166,
257,161,172,162,190,172,168,435,203,269,430,229,176,167,173,161,164,174,170,
165,172,169,168,170,167,161,241,185,168,162,165,182,180,209,162,161,172,162,
162,162,182,163,160,166,177,159,162,161,169,205,273,162,255,175,162,162,162,
169,163,162,161,165,171,162,164,162,162,161,223,314,304,314,318,339,260,194,
164,174,162,159,164,161,190,201,208,171]},{"id":"941925c7-55c1-4626-a6d5-
5149c3abf27a","name":"ClasShedule
Teacher","time":168,"responseCode":{"code":200,"name":"OK"},"tests":{},"testPa
ssFailCounts":{},"times":[164,172,168,170,171,164,168,181,161,168,161,164,160,
165,167,166,160,165,168,172,195,160,160,160,170,162,162,178,173,161,178,163,
159,171,168,178,170,167,164,162,166,162,161,166,162,159,255,181,239,245,304,
224,303,306,169,187,167,177,200,168,790,197,175,160,193,162,159,168,168,165,

169,258,170,158,163,169,159,161,175,175,189,172,160,163,160,164,168,184,179,
161,170,158,167,169,160,160,160,162,161,161,178,170,160,174,167,160,164,166,
160,162,161,170,168,177,169,186,171,161,163,167,169,162,175,177,169,177,159,
162,179,178,162,158,160,159,159,161,164,183,178,161,169,160,164,170,159,168,
161,159,168,161,165,159,161,162,160,159,161,163,161,163,161,161,187,166,159,
189,164,161,179,168,159,160,172,165,162,169,172,160,174,164,160,159,172,166,
161,158,176,160,167,163,168,167,159,163,163,160,161,159,165,163,175,160,164,
162,162,158,182,160,183,160,226,237,325,301,221,241,166,161,158,193,158,160,
165,168,161,166,158,159,160,160,163,161,190,166,160,159,162,161,159,178,157,
159,158,158,257,159,159,159,160,157,162,161,169,159,159,167,165,166,161,159,
165,191,170,159,168,178,185,160,175,336,178,159,170,159,162,159,159,177,175,
161,161,162,159,169,170,165,162,188,167,160,164,160,160,167,161,177,180,168,
178,169,168,168,171,178,167,170,169,176,174,167,166,171,307,169,169,174,169,
188,168,170,169,176,174,186,187,168,174,179,181,242,186,170,167,186,169,175,
189,178,178,175,169,168,171,178,167,175,177,178,185,186,168,174,167,170,168,
167,175,166,195,168,173,168,175,172,171,169,166,167,169,178,170,168,181,222,
319,292,387,296,304,173,187,175,169,167,177,170,169,170,185,167,171,168,168,
189,174,168,175,167,170,170,190,168,168,169,169,169,171,168,168,243,169,167,
170,180,207,172,175,213,169,240,167,170,185,170,169,181,171,167,169,169,175,
171,179,169,169,169,168,167,181,168,185,167,169,169,168,176,167,176,171,175,
180,177,172,168,169,197,170,172,167,167,167,168,168,173,178,168,187,169,170,
168,168,168,167,177,168,174,167,169,174,184,178,170,184,174,183,167,169,167,
166,166,173,178,172,256,177,166,167,168,168,167,168,166,176,169,167,168,176,
177,186,166,175,172,168,170,453,166,171,169,169,186,167,169,169,171,168,166,
177,175,186,169,168,168,166,168,170,174,182,168,166,173,168,201,255,256,319,
303,300,351,334,183,161,164,159,170,160,159,163,223,161,161,166,159,175,179,
177,161,160,169,230,167,176,158,159,158,162,159,159,174,157,162,160,177,168,
169,160,161,234,178,159,159,168,161,164,168,161,161,167,182,160,170,159,159,
160,161,159,217,167,163,158,163,182,183,173,169,160,160,175,169,160,164,162,
161,160,169,242,163,162,160,158,178,169,167,167,174,160,165,160,163,161,159,
167,183,160,215,167,178,158,171,168,158,159,167,175,162,177,158,173,162,165,
161,185,159,176,161,167,163,159,162,194,164,169,169,159,168,170,186,165,178,
174,159,178,160,168,169,169,168,160,173,170,161,165,160,162,163,162,199,161,
158,160,167,158,169,160,186,174,169,187,168,168,160,326,340,310,309,323,253,
271,206,159,159,159,159,228,170,158,177,163,168,174,172,159,164,166,159,159,
172,160,174,167,185,165,167,180,158,176,162,169,159,161,159,160,159,162,164,
161,184,171,176,163,606,172,160,163,179,161,170,162,168,223,161,160,177,176,
168,192,160,164,162,176,187,168,160,169,162,159,184,198,165,170,187,161,168,
168,169,168,163,159,161,160,181,164,170,159,160,159,168,160,204,167,160,160,
160,184,172,375,271,167,205,179,159,172,162,161,162,161,179,158,160,273,159,

163,160,178,170,177,190,160,160,178,185,159,178,157,168,169,160,160,159,166,
157,159,160,160,169,162,164,160,167,161,160,196,158,395,185,182,170,160,183,
163,159,163,160,165,159,207,327,302,297,301,299,171,169,169,180,177,178,166,
180,172,183,168,171,191,171,172,187,177,197,182,189,167,167,167,166,225,183,
191,178,177,168,169,169,167,168,169,176,191,178,169,186,169,168,168,167,169,
167,168,170,170,185,172,167,167,179,167,171,180,166,166,167,178,175,171,176,
200,171,166,166,168,169,167,167,176,167,176,168,169,166,186,188,167,173,167,
168,170,176,168,167,181,178,172,176,173,171,171,182,177,168,168,167,166,168,
168,166,174,166,169,167,175,173,168,170,168,169,167,168,169,170,167,167,168,
187,176,170,169,167,167,166,170,169,184,171,177,176,167,171,168,168,168,181,
174,169,168,201,168,169,176,168,172,183,169,167,168,169,176,176,183,174,173,
167,168,167,167,229,306,306,226,289,232,222,178,196,167,184,185,167,186,177,
176,176,169,186,167,168,172,169,196,169,176,167,179,169,185,167,177,185,169,
174,167,183,172,169,167,168,186,178,174,169,177,167,167,171,171,244,174,175,
172,167,169,170,173,185,173,228,187,178,193,169,174,184,171,423,186,236,275,
176,177,169,187,218,169,168,173,175,173,189,177,178,169,177,180,195,168,167,
177,176,191,167,178,177,178,167,168,186,175,170,173,185,173,167,167,177,185,
176,168,172,175,169,177,169,167,229,178,181,168,166,168,170,168,168,188,208,
179,168,178,172,177,179,172,168,170,215,175,177,170,174,175,169,183,169,167,
168,168,168,170,184,173,167,166,168,167,331,969,203,328,319,318,187,182,168,
185,169,170,168,167,175,170,184,176,168,178,176,184,169,173,200,166,170,170,
170,176,169,169,187,177,174,178,169,180,177,176,186,169,168,183,177,169,167,
171,176,184,167,166,185,176,177,174,173,167,173,168,168,168,176,176,167,169,
169,169,168,175,183,188,172,166,170,166,176,168,185,166,168,185,177,184,177,
181,170,178,177,170,176,169,189,175,170,170,169,167,177,167,169,184,168,249,
167,189,195,169,169,169,175,188,176,177,170,166,167,168,171,167,170,168,170,
171,168,178,170,168,169,167,169,167,175,178,195,176,168,183,193,167,167,175,
174,193,168,168,168,181,169,177,170,177,186,170,182,169,175,170,168,179,175,
169,277,304,285,286,309,264,303,189,182,169,167,168,180,169,170,167,170,187,
169,172,191,170,177,168,169,166,168,168,169,169,169,176,167,169,175,168,176,
177,184,225,169,167,171,193,182,176,178,166,186,177,173,176,176,169,196,169,
167,198,184,186,174,169,175,177,168,177,178,170,167,168,170,167,221,175,177,
177,176,167,176,202,169,185,167,167,176,167,208,176,204,190,171,172,177,180,
169,228,177,171,181,178,167,177,170,168,176,185,168,168,175,168,219,243,267,
169,170,186,167,171,179,177,170,170,179,168,168,189,172,168,168,170,168,170,
169,178,168,168,169,168,172,175,174,195,168,171,167,168,177,167,186,166,167,
173,169,167,180,176,171,169,176,168,229,222,298,326,327,314,233,174,178,166,
169,179,180,169,168,170,177,168,174,189,176,166,168,175,170,174,175,168,171,
167,179,186,167,167,214,166,171,167,177,174,169,167,195,169,170,166,170,194,
165,170,169,171,176,178,186,169,187,167,167,168,175,180,178,176,176,173,169,

189,169,168,166,187,171,171,171,167,175,194,180,180,168,170,173,189,201,213,
177,167,176,168,177,177,180,169,185,175,179,168,168,170,169,175,169,169,177,
176,172,168,185,168,173,169,220,177,168,167,168,227,178,686,177,176,169,193,
174,196,175,171,185,169,168,167,178,167,167,169,167,167,176,185,168,168,169,
171,177,187,179,170,168,178,176,175,173,171,172,169,178,171,169,166,168,207,
303,308,316,319,291,175,169,176,171,168,182,185,170,182,177,175,168,284,170,
170,185,169,185,169,183,176,177,170,168,175,168,176,175,176,166,175,179,167,
168,172,168,175,171,183,167,167,166,168,175,168,168,176,168,166,174,289,179,
180,273,190,169,176,208,169,171,168,175,170,174,174,170,175,179,177,167,170,
169,176,170,186,186,182,168,168,169,180,168,172,180,166,168,186,178,169,169,
177,193,175,172,167,190,166,168,178,166,170,167,168,174,201,168,171,175,168,
182,167,170,175,178,167,168,175,167,173,175,190,170,170,167,171,168,168,170,
177,176,168,168,167,168,188,173,191,167,176,168,176,176,168,179,219,167,184,
168,182,186,168,171,179,169,170,265,396,349,328,331,245,306,167,175,171,172,
183,168,175,177,167,174,167,169,168,172,171,168,206,170,168,166,167,167,179,
169,176,177,167,176,166,168,168,176,173,198,179,168,169,178,168,171,171,171,
175,175,175,169,168,186,182,167,168,167,167,176,168,167,168,184,174,178,180,
178,167,167,168,168,171,185,167,169,167,182,169,167,174,171,174,166,169,167,
175,176,174,185,182,167,166,169,168,169,171,180,167,168,182,170,168,167,167,
197,173,178,174,169,170,171,170,166,169,171,179,167,185,167,174,168,168,169,
170,169,167,169,167,168,192,170,177,184,175,167,183,205,180,168,171,168,169,
170,169,184,179,442,169,223,168,169,167,185,167,166,166,169,174,168,187,170,
233,306,313,399,323,311,208,166,171,169,168,169,172,167,183,166,188,183,175,
176,171,205,178,171,184,188,168,170,307,168,174,175,170,178,196,176,179,175,
181,170,168,168,168,168,173,178,171,185,177,170,176,170,170,168,202,171,170,
168,166,167,168,166,176,174,170,166,192,171,166,174,170,176,188,187,177,167,
177,169,167,166,175,169,168,173,167,186,166,169,175,166,169,188,173,168,168,
167,168,168,166,167,168,166,167,166,175,167,171,167,166,190,173,168,168,179,
179,169,172,170,174,166,167,189,167,176,176,178,178,181,168,166,167,173,183,
177,176,178,174,178,178,169,184,167,229,171,169,177,193,169,184,191,167,166,
169,167,167,186,167,227,169,168,200,306,228,368,293,323,319,286,172,171,175,
167,201,169,178,172,178,170,239,168,179,178,176,172,171,173,176,168,171,171,
169,168,188,172,174,176,176,173,169,169,182,168,197,187,198,173,174,168,176,
169,168,183,167,175,192,169,170,173,168,168,166,179,168,169,167,166,169,184,
168,173,167,170,199,167,169,179,177,175,169,171,169,179,169,176,173,167,182,
176,169,198,167,170,171,187,165,182,174,191,177,169,182,170,177,169,166,170,
168,175,174,183,168,179,173,288,168,176,167,178,187,271,184,217,179,167,168,
250,175,170,176,170,169,174,167,168,175,177,177,171,167,168,184,176,169,167,
165,177,194,166,168,179,167,167,174,168,178,171,176,175,170,175,168,170,166,
172,289,429,304,322,356,175,174,171,166,168,170,191,176,175,169,171,168,176,

167,167,167,167,167,168,187,185,170,168,167,167,166,168,176,172,166,195,214,
168,166,186,169,178,177,168,188,167,167,169,166,193,173,175,168,168,176,168,
168,194,170,165,167,167,166,175,174,181,168,166,171,174,178,168,176,238,176,
166,184,174,169,166,172,167,166,177,188,168,233,179,172,176,170,182,166,175,
170,177,168,186,173,167,173,169,168,166,187,177,176,169,188,169,168,176,167,
195,174,177,172,166,166,168,167,169,174,176,166,166,179,168,234,169,185,177,
183,171,167,176,176,168,177,167,166,185,166,185,181,169,168,167,170,191,168,
346,169,215,193,168,226,194,181,262,175,533,198,297,325,303,303,172,168,170,
167,169,168,168,207,171,185,168,167,167,167,168,167,169,176,177,168,169,170,
166,169,166,176,169,167,169,177,171,170,176,240,166,171,170,173,168,175,179,
167,181,167,176,170,176,184,170,205,168,170,177,169,203,168,179,168,180,167,
174,167,169,169,180,167,168,174,177,168,197,168,167,172,188,167,191,175,171,
179,167,336,285,169,234,179,168,167,169,176,166,186,178,196,192,187,169,209,
169,175,172,168,170,180,176,167,167,173,188,169,181,169,168,168,167,168,169,
167,170,170,167,167,170,176,165,167,170,174,197,175,170,169,186,166,170,170,
167,174,173,166,177,170,175,176,178,169,172,174,167,172,171,173,251,197,168,
212,306,308,180,229,222,309,166,171,195,186,169,262,166,171,169,168,169,177,
168,168,167,167,168,177,168,178,185,167,185,207,181,168,167,173,166,168,167,
171,168,167,168,178,174,201,170,169,170,177,175,220,181,186,170,167,198,187,
167,178,167,172,172,174,183,168,179,185,168,179,169,177,187,175,177,177,167,
169,168,167,188,185,167,170,166,176,185,177,168,167,168,176,183,169,176,167,
181,170,184,183,180,169,169,173,188,175,183,172,168,169,176,168,170,169,177,
169,178,167,168,190,168,169,186,190,169,169,177,169,167,168,172,175,175,169,
168,167,174,167,187,169,168,169,186,191,172,167,178,179,170,176,168,228,194,
169,199,168,169,171,169,175,168,276,169,195,167,179,182,184,170,185,304,218,
278,224,255,312,222,281,337,167,167,172,169,178,174,170,168,167,180,168,179,
171,169,171,198,167,168,169,177,176,169,167,167,177,168,171,183,166,168,189,
167,174,168,177,185,171,175,177,178,186,169,215,189,223,169,170,175,169,166,
167,175,187,166,185,166,174,170,170,178,172,168,174,177,166,180,176,169,199,
178,167,186,167,201,174,176,184,166,165,170,166,167,167,167,167,189,168,170,
194,168,167,187,191,172,167,173,172,172,170,167,176,181,166,167,168,188,174,
175,167,172,179,282,172,168,173,168,180,171,168,177,171,168,190,170,186,176,
172,167,253,173,167,176,190,169,167,169,170,557,189,168,176,184,181,208,180,
191,166,174,168,165,337,332,328,305,260,235,302,195,176,160,161,160,157,157,
159,160,162,161,159,159,170,163,164,167,160,159,159,159,160,177,170,188,176,
204,182,169,164,169,162,171,159,179,167,199,174,161,175,280,160,168,163,172,
168,174,166,162,165,161,158,172,181,176,162,161,180,161,167,176,163,162,166,
172,177,159,160,169,161,171,174,160,171,159,162,159,159,177,160,168,210,167,
176,159,170,168,160,160,176,170,165,164,168,168,158,190,172,160,161,167,160,
167,168,175,160,159,169,198,172,168,176,195,168,169,167,168,168,185,176,204,

177,209,190,168,169,167,169,179,168,169,179,175,168,170,180,176,173,179,183,
168,175,177,194,168,176,177,169,167,168,182,204,168,179,168,170,183,170,197,
169,166,175,177,185,176,168,169,195,381,196,308,323,237,316,307,174,180,182,
175,168,459,170,194,178,197,178,171,174,177,167,173,181,170,167,183,183,166,
168,177,169,177,176,187,167,171,170,167,167,172,175,198,182,180,194,177,167,
176,177,178,170,170,180,174,171,187,168,771,158,167,158,177,161,162,161,167,
177,159,182,162,162,160,164,221,175,160,168,185,159,159,164,160,183,178,191,
167,161,158,164,157,175,168,159,169,159,178,189,157,193,161,159,157,163,167,
165,189,159,159,160,159,157,157,177,157,161,159,160,159,169,158,169,159,235,
158,194,158,165,158,158,164,159,174,157,174,166,162,157,170,156,159,172,157,
232,157,169,178,168,158,235,186,158,159,160,157,158,179,166,158,166,173,160,
169,158,202,173,161,345,329,220,162,159,181,166,167,159,170,166,208,168,161,
168,177,177,176,165,160,181,159,161,160,157,167,158,159,167,163,160,167,174,
160,161,167,161,217,167,177,166,177,163,168,158,167,168,166,159,158,166,161,
167,168,159,169,160,187,166,170,161,159,176,157,169,169,171,160,158,171,160,
168,160,160,160,172,188,163,160,171,163,160,160,163,184,227,162,160,557,162,
173,339,178,174,163,163,180,314,324,178,382,162,158,159,178,162,163,179,172,
163,163,165,193,194,166,168,175,163,178,177,171,160,168,171,158,160,159,191,
175,182,163,160,159,174,165,160,169,162,167,180,161,167,198,179,187,166,161,
164,186,160,171,159,186,273,160,170,207,159,255,307,237,324,323,323,170,171,
161,168,161,161,163,159,180,159,171,168]}],"count":3500,"totalTime":1264825,"
collection":{"requests":[{"id":"8309079a-5a05-4ddb-9f2a-
35e6237f51f1","method":"GET"},{"id":"941925c7-55c1-4626-a6d5-
5149c3abf27a","method":"GET"}]}}