ENSAIO: DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL QUE SE RIJA SOBRE LA NORMATIVA DEL INVIAS 2022 PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS EN PAVIMENTO RÍGIDO.

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

INTEGRANTES:

DIEGO ARMANDO PINEDA MAYORGA 20202379130

LUIS FELIPE GÓMEZ BELTRÁN 20202379136

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE TECNÓLOGO EN CONSTRUCCIONES CIVILES

PRESENTADO A:

CONSEJO CURRICULAR DE CONSTRUCCIONES CIVILES

DIRECTOR Y TUTOR ACADEMICO:

ING. HERNANDO VILLOTA POSSO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

SEDE TECNOLOGICA

31 DE AGOSTO DE 2023

CONTENIDO

1. INTRODUCCION 5
2. GENERALIDADES 6
2.1. EL PROBLEMA 6
2.1.1. Título del proyecto 6
2.1.2. Línea de investigación 6
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
2.2.1. Planteamiento del problema 6
2.2.2. Formulación del Problema 6
2.2.3. Justificación 7
2.3. OBJETIVOS 7
2.3.1. Objetivo General 7
2.3.2. Objetivos Específicos 7
2.4. ANTECEDENTES TEÓRICOS 8
3. MARCO TEORICO 9
3.1. CONCEPTOS GENERALES 9
3.2. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS 16
4. METODOLOGIA 24
4.1. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN 27
4.2. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN 30
5. ETAPAS DE ELABORACIÓN DE SOFTWARE 35
6. CONCLUSIONES 56
7. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES 56
8. BIBLIOGRAFIA 57
9. REFERENCIA DE IMAGENES 58
10. ANEXOS 59

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Pavimento Flexible ---------- *10*
Ilustración 2. Pavimento Articulado ---------- *10*
Ilustración 3. Pavimento Rígido ---------- *11*
Ilustración 4. Base Granular ---------- *11*
Ilustración 5. Subbase Granular ---------- *12*
Ilustración 6. Concreto Hidráulico ---------- *12*
Ilustración 7. Máquina de los Ángeles ---------- *13*
Ilustración 8. Tamices ---------- *16*
Ilustración 9. Desgaste en seco ---------- *17*
Ilustración 10. Micro Deval ---------- *17*
Ilustración 11. Resistencia Mecánica ---------- *18*
Ilustración 12. Sulfatos ---------- *18*
Ilustración 13. Terrones de arcilla ---------- *19*
Ilustración 14. Partículas Livianas ---------- *19*
Ilustración 15. Partículas Fracturadas ---------- *20*
Ilustración 16. Geometría de partículas ---------- *21*
Ilustración 17. Geometría de partículas ---------- *21*
Ilustración 18. Proporción de sulfatos ---------- *21*
Ilustración 19. Módulo de rotura ---------- *22*
Ilustración 20.Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022. ---------- *24*
Ilustración 21. Referencia: Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022. ---------- *25*
Ilustración 22. ENSAIO ---------- *26*
Ilustración 23. Python ---------- *27*
Ilustración 24. Kotlin ---------- *28*
Ilustración 25. Android Studio ---------- *29*
Ilustración 26. Programación Android ---------- *30*
Ilustración 27. Programación Android ---------- *31*
Ilustración 28. ENSAIO ---------- *32*
Ilustración 29. Programación Android ---------- *33*
Ilustración 30. Programación Android ---------- *33*
Ilustración 31. Programación Android ---------- *34*

DEDICATORIAS

Este proyecto de grado es dedicado por parte de Diego Pineda, a mi mamá Alba Cecilia Mayorga y mi abuelita Laura Elina Prieto. Por Felipe Gómez, a mi mamá Hilda Beltrán, mi hermana, Jenny Maribel Zamudio y mi compañero más que mascota Hoshi que, aunque ya no este fue tan importante como todos.

Gracias por ser nuestra fuente de inspiración y motivación. Su amor y apoyo incondicional nos han permitido llegar a este momento tan importante en mi vida. Su ejemplo me ha enseñado que no hay nada imposible si uno se lo propone.

Este trabajo es para ustedes, por su amor y por su confianza.

AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTO

A todos los docentes y compañeros que nos acompañaron en la carrera de Tecnología en Construcciones Civiles, queremos expresarles nuestro más sincero agradecimiento por su dedicación, conocimiento y apoyo.

En especial, queremos resaltar a los profesores Milton Mena, Jenny Ríos y Arjuna Castrillón, quienes nos motivaron y apoyaron continuamente sobre el desarrollo de nuestro proyecto de grado. Su orientación y aliento han sido fundamentales para nuestro crecimiento personal y profesional. Gracias por su compromiso con la educación y por ayudarnos a forjar nuestro futuro.

A los encargados de los laboratorios de Topografía y Mecánica de Suelos, ING. Juan Pablo Castro Bonilla, ING. Michael Yesid Velandia Castleblanco, Laboratorista Lina María Lancheros Ovalle en compañía de los monitores y compañeros Avril Sofia Pacheco y Santiago Corredor Pérez queremos agradecerles su acompañamiento, información, dudas y sugerencias siempre que las necesitábamos. Su disposición y apoyo han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A nuestro director de proyecto, ING. Hernando Villota Posso, queremos expresarle nuestro más sincero reconocimiento por su gran dedicación, acompañamiento, paciencia e inspiración para integrar la tecnología en el ámbito de nuestra carrera. Su ejemplo nos ha motivado a seguir aprendiendo y creciendo profesionalmente.

Gracias a todos.

1. INTRODUCCION

La construcción de vías es una actividad esencial para el progreso de cualquier sociedad, y su correcta ejecución resulta crucial para asegurar la seguridad y eficiencia en el transporte. Sin embargo, el proceso de construcción de vías puede ser complejo y llevar mucho tiempo, lo que puede retrasar los proyectos y aumentar los costos.

Es por eso que el proyecto de grado que se propone tiene como objetivo el desarrollo de una aplicación móvil basada en la normativa del INVIAS 2022 para la construcción de pavimentos rígidos. La idea central de esta herramienta es optimizar el tiempo necesario para verificar los ensayos de los materiales necesarios para este tipo de construcción, mejorando la eficiencia y la rapidez en la ejecución de proyectos. Además, la aplicación permitirá a los ingenieros realizar actividades dinámicas y desde cualquier lugar, lo que representa un gran avance en la innovación y el desarrollo tecnológico en el campo de la ingeniería civil.

En el contenido de la propuesta de grado se encuentra la necesidad de optimizar tiempos en obra, la metodología y la programación del proyecto, por lo que se espera que la herramienta proponga soluciones efectivas en estos aspectos. De esta forma, se podrá garantizar una construcción más rápida, eficiente y segura, lo que a su vez fomentará el progreso y desarrollo de la sociedad.

A continuación, se presenta como fue el proceso de creación de esta aplicación.

2. GENERALIDADES

2.1. EL PROBLEMA

2.1.1. Título del proyecto

ENSAIO: DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL QUE SE RIJA SOBRE LA NORMATIVA DEL INVIAS 2022 PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS EN PAVIMENTO RÍGIDO

2.1.2. Línea de investigación

Normativa, innovación y desarrollo tecnológico

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.2.1. Planteamiento del problema

Debido a la actualización de la normativa se emplean tiempos mayores en la verificación de los ensayos que se realizan a los materiales necesarios para la construcción de vías en pavimentos rígidos.

En campo no se cuenta con un mecanismo que permita optimizar el tiempo de verificación de los ensayos determinados en el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), por el contrario, se emplea demasiado tiempo en la búsqueda de especificaciones textuales que debe contar cada uno de los ensayos para ser aprobados. Así mismo es importante que la ingeniera civil en Colombia tenga avances tecnológicos basados en la programación de software que permita reducir los tiempos de obra.

Por lo anterior es importante crear alternativas que permitan desarrollar actividades de manera eficaz, eficiente y efectiva.

2.2.2. Formulación del Problema

¿Es viable que por medio del desarrollo de un aplicativo se optimice la verificación de resultados de laboratorio con el fin de aprovechar el tiempo en obra de forma más productiva?

2.2.3. Justificación

En la actualidad la mejor manera de optimizar procesos se basa en el avance de la tecnología directamente con aplicaciones que permitan a los ingenieros realizar actividades de manera dinámica, logrando así que el tiempo destinado a corroborar resultados de laboratorio sea utilizado en actividades netas de obra.
En la construcción de vías de Colombia no se utiliza un sistema de optimizar tiempo basado en aplicaciones, por el contrario, se mantiene presente un lineamiento para la verificación de ensayos por medio de un residente de obra, el cual emplea un tiempo para revisar los datos obtenidos junto con la normativa para así determinar, tanto la cantidad como la calidad de los materiales a emplear.

De esta manera surge la necesidad de innovar un software que conceda una mayor accesibilidad y una dinámica eficaz que no se encuentra en la actualidad en la ejecución de proyectos, y mucho menos que se pueda utilizar desde cualquier lugar a través de la red.

La construcción de vías se vera altamente beneficiada con la implementación de un aplicativo que tanto ingenieros como auxiliares sean capaces de utilizar.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo General

Diseñar una aplicación móvil que se rija sobre la normativa del INVIAS 2022 para la construcción de vías en pavimento rígido.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer los criterios a evaluar en un proyecto de construcción de vías en pavimento rígido según la normativa INVIAS 2022.
- Desarrollar una aplicación que posibilite una verificación rápida y precisa los resultados de los ensayos realizados a cada uno de los materiales empleados.
- Optar por un lenguaje de programación apropiado que posibilite la operatividad de esta aplicación en dispositivos Android.

2.4. ANTECEDENTES TEÓRICOS

La caracterización geotécnica de los terrenos y el diseño de estructuras de ingeniería civil requieren de ensayos de laboratorio en suelos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los mismos, así como su respuesta a diferentes cargas. La realización de estos ensayos implica contar con equipos especializados, personal capacitado y suficiente tiempo para obtener resultados precisos y representativos. Con el fin de facilitar el procesamiento y la interpretación de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, se han desarrollado algunas aplicaciones informáticas. Un ejemplo de estas aplicaciones es el software Meclab, creado por Canchón Molina y Ramírez Contreras (2015), que permite generar informes automatizados de los ensayos más comunes realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad de La Salle.

Con el objetivo de mejorar el control de calidad de los materiales empleados en las obras viales, así como ofrecer una herramienta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la mecánica de suelos, se propone el desarrollo de una aplicación que evalúe los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de suelos con la normativa INVÍAS 2022. Esta normativa establece los requisitos técnicos para la ejecución de obras viales en Colombia y se enfoca en garantizar la seguridad y calidad de las obras. La herramienta computacional a desarrollar permitirá la generación de informes automatizados basados en los resultados de los ensayos realizados en los laboratorios de mecánica de suelos de la Universidad de La Salle. Además, se diseñará una interfaz amigable que facilite el ingreso de los datos y la interpretación de los resultados. Todo esto permitirá una mejor organización y actualización en la presentación de los informes, así como simplificar el proceso de generación de dichos informes. A través de estas mejoras, se espera brindar una ayuda técnica tanto para estudiantes como para profesionales en la construcción que deseen obtener una mayor precisión y rendimiento en el análisis de los suelos.

La optimización de los tiempos en la construcción de vías es un aspecto crítico en cualquier proyecto. La implementación de la aplicación móvil propuesta permitiría una mayor rapidez en la verificación de los ensayos de los materiales necesarios, lo que a su vez permitiría a los residentes de la obra utilizar su tiempo en otras actividades importantes.

La posibilidad de ahorrar tiempo en la construcción de vías es un factor clave en la planificación y ejecución de cualquier proyecto. La construcción de vías puede llevar varias etapas de verificación, lo que puede ser un proceso lento y tedioso. Con la aplicación móvil propuesta, los ingenieros y auxiliares en el campo de obra podrían optimizar los tiempos necesarios en la verificación de los ensayos de los materiales necesarios, permitiendo que los residentes de la obra utilicen su tiempo en otras actividades importantes.

Dado que la construcción de vías en Colombia requiere de una planificación rigurosa y precisa, una aplicación móvil que permita optimizar los tiempos

necesarios podría tener un gran impacto en la evolución académica de los estudiantes de ingeniería civil, al mismo tiempo que fomentaría el desarrollo tecnológico en este campo crucial. Además, esta innovación puede servir de modelo a ser replicado en otras áreas y puede contribuir a un avance general en la optimización de tiempos en la construcción de obras civiles en todo el país.

3. MARCO TEORICO

3.1. CONCEPTOS GENERALES

En este marco teórico se abarca las definiciones más importantes que se van a tratar a lo largo de este proyecto.

PAVIMENTO:

Según el INVIAS se entiende por pavimento:
"… Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos" (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,
2018).
Los pavimentos se construyen sobre un terreno natural con condiciones especificas para soportar cargas vehiculares, constituidas principalmente por capas compuestas por varios materiales. La cantidad de materiales utilizados depende necesariamente del estudio de tránsito previamente realizado en la zona. Existen tres tipos de pavimentos flexible, rígido y articulado. Su aplicación dependerá del tipo de terreno y las condiciones a las que se vean expuestos a mediano plazo.

PAVIMENTO FLEXIBLE:

"… Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado." (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).
Pavimento que se comporta de una manera uniforme al movimiento de las distintas cargas ejercidas tanto naturales como exteriores.

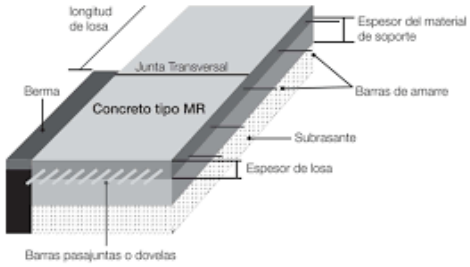


Ilustración 1. Pavimento Flexible

PAVIMENTO ARTICULADO:

"…Un pavimento articulado está compuesto por una capa de rodadura de adoquines de
concreto; la capa de base y la de subbase cuando la anterior exista y opcionalmente una capa de mejoramiento de la subrasante. Es importante que este tenga unas restricciones laterales de confinamiento adecuadas." (Sánchez, 2003) (chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20919/u245809.pdf)

Este pavimento se caracteriza por el uso de adoquines sobre una superficie mejorada con cemento de tal manera que garantice la debida distribución de cargas de las piezas macizas.

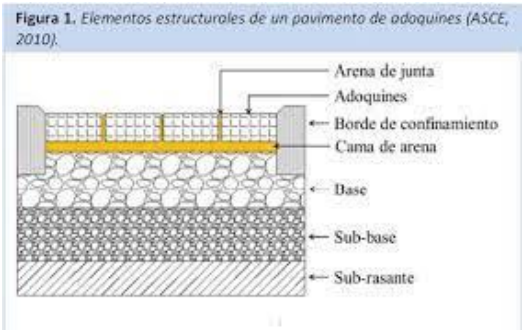


Ilustración 2. Pavimento Articulado

PAVIMENTO RIGIDO:

"… Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido." (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

El pavimento rígido se compone principalmente por una losa de concreto hidráulico el cual se puede apoyar directamente sobre la subrasante o una capa mejorada del terreno.

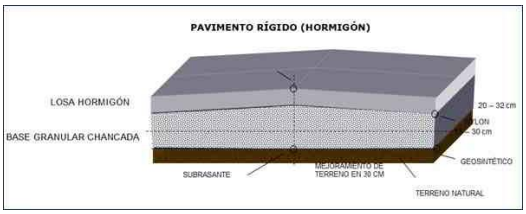


Ilustración 3. Pavimento Rígido

BASE GRANULAR:

"la base granular es una capa de material procesado y selecto que se coloca entre la subbase o subrasante y la capa de rodadura de una carretera o pavimento" (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

Capa de material seleccionado que normalmente se ubica entre la subrasante y la capa de rodadura.



Ilustración 4. Base Granular

SUBBASE GRANULAR:

"se considera subbase granular a la capa granular ubicada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos y suelos compactados. También se definen tres clases de subbase granular basadas en la calidad de los agregados, como se indica en el numeral 320.2.2 de las especificaciones" (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

Para la aplicación de este material es necesario cumplir ciertos criterios para el control de calidad que están establecidos en las normas INVIAS en su sección 400-11 de especificaciones técnicas.



Ilustración 5. Subbase Granular

CONCRETO HIDRAULICO:

"el concreto hidráulico es una mezcla de agregados, agua y cemento, que al secarse adquiere una alta resistencia y durabilidad en ambientes donde está expuesto a agua o humedad." (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

El concreto hidráulico es un material de construcción que consiste en una mezcla de cemento Portland, agregados finos y gruesos, agua y aditivos químicos, que al fraguarse y endurecerse adquiere una alta resistencia mecánica y durabilidad en ambientes donde está expuesto a agua o humedad. Esta mezcla se utiliza ampliamente en la construcción de infraestructura vial, edificios, puentes, presas, aeropuertos, y otros proyectos de ingeniería civil y arquitectura que requieren materiales resistentes y duraderos. En general, el concreto hidráulico es un material confiable y versátil que puede ser formulado y diseñado para cumplir con una amplia variedad de requisitos de resistencia, durabilidad, permeabilidad, acabado y apariencia estética, según las necesidades y condiciones específicas de cada proyecto.



Ilustración 6. Concreto Hidráulico

DUREZA:

"la dureza se refiere a la resistencia que tiene el material a sufrir deformaciones o desgaste bajo la acción de fuerzas externas mientras que, para el agregado grueso, se utiliza la prueba de la Máquina de Los Ángeles" (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

Para medir la dureza del caucho, se utiliza la norma ISO 48, mientras que, para el agregado grueso, se realiza la prueba de la Máquina de Los Ángeles, que consiste en someter una muestra del material a impactos repetidos en una máquina especial para evaluar su resistencia al desgaste y la deformación. La dureza es una propiedad importante de los materiales utilizados en la construcción de infraestructura vial y otros proyectos, ya que garantiza su durabilidad y resistencia a largo plazo en ambientes adversos.



Ilustración 7. Máquina de los Ángeles

DURABILIDAD:

"En general, se puede entender la durabilidad como la capacidad del material para resistir los efectos del tiempo, el clima, el tráfico y otros factores que pueden afectar su función y apariencia a largo plazo" (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

La durabilidad de un material se refiere a su capacidad de resistir y mantener sus propiedades y desempeño a lo largo del tiempo, a pesar de las condiciones ambientales y el uso al que está sometido. En el contexto de la construcción de carreteras y otros proyectos de infraestructura, la durabilidad es un factor crítico que influye en la calidad, fiabilidad y costo total del proyecto a largo plazo. La durabilidad de los materiales utilizados en estos proyectos puede verse afectada por una serie de factores, como la exposición a la intemperie, la acción del agua, el tráfico y la carga, la fatiga, la corrosión y la degradación química. Para maximizar la durabilidad de los materiales utilizados en la construcción de carreteras, se requiere una combinación de diseño, selección de materiales de calidad, técnicas de construcción adecuadas, inspección y mantenimiento oportuno para asegurar su rendimiento a largo plazo.

LIMPIEZA:

“La definición de "limpieza" según el INVIAS se refiere al proceso de eliminación de cualquier material indeseado o contaminante en las áreas de trabajo y en los equipos y maquinarias utilizados para la construcción y mantenimiento de carreteras y otros proyectos de infraestructura” (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

La limpieza adecuada es esencial para prevenir la acumulación de residuos y la contaminación ambiental, y para garantizar un ambiente de trabajo seguro para los trabajadores. Las prácticas de limpieza adecuadas también pueden ser beneficiosas en términos de la eficiencia y la durabilidad del proyecto, ya que la eliminación de residuos y la contaminación puede prevenir daños a los equipos y la infraestructura, así como reducir los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo.

CBR:

“Según las especificaciones técnicas del INVIAS, el CBR se mide en términos del porcentaje de la carga necesaria para penetrar en una muestra de suelo compactada a una cierta profundidad, en relación con la carga necesaria para penetrar en una muestra de referencia de piedra triturada” (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

La definición de CBR según las especificaciones técnicas del INVIAS implica la realización de un ensayo experimental para determinar la resistencia relativa del suelo a la penetración de una carga aplicada.

GEOMETRIA DE PARTICULAS:

“la geometría de las partículas se refiere a las características físicas de las partículas de agregado grueso que se utilizan en la construcción de carreteras y otros proyectos de infraestructura.” (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

Estas características incluyen la forma, el tamaño, la textura, la rugosidad, la densidad, el ángulo de fricción, el porcentaje de partículas chatas y otros factores. Estos factores pueden afectar la capacidad del suelo para soportar cargas, la resistencia al desgaste, la durabilidad y la vida útil de la construcción.

GRANULOMETRIA:

“la granulometría se refiere a la distribución de tamaños de partículas en un material, como el agregado grueso utilizado en la construcción de carreteras y otros proyectos de infraestructura” (INVÍAS, Manual de diseño de carreteras.,2018).

se refiere principalmente a la distribución del tamaño de las partículas en el agregado grueso, que es uno de los componentes principales utilizado en la fabricación de concreto asfáltico y otras mezclas de construcción

TENCNOLOGIA

“La tecnología es una aplicación de un conjunto de conocimientos y habilidades con el objetivo de facilitar los problemas de la sociedad hasta lograr satisfacerlas en un ámbito concreto” (ucu.edu.uy https://ucu.edu.uy › facultad › dcsp › Concurso_2015).

La tecnología puede ser definida como la aplicación de un conjunto de conocimientos y habilidades para crear herramientas, dispositivos, procesos o sistemas que sean útiles y satisfagan las necesidades de la sociedad en un ámbito concreto. La tecnología puede ser vista como una herramienta para abordar problemas complejos y mejorar el bienestar humano, a través de la optimización de procesos, la automatización de tareas, la creación de nuevos productos y servicios, y la resolución de desafíos que se plantean en diferentes áreas, como la comunicación, la transporte, la salud, el medio ambiente y muchos otros.

APLICACIONES

“El término app significa aplicación. De hecho, es la abreviatura de la palabra aplication en inglés. Las apps son herramientas de software escritas en distintos lenguajes de programación para teléfonos inteligentes -o smartphones- y tablets. Se caracterizan por ser útiles, dinámicas y fáciles de instalar y manejar.” (https://es.godaddy.com/blog/que-es-una-app-y-para-que-se-utiliza/)

En general, el término "app" puede referirse a cualquier aplicación de software que se utiliza en un dispositivo electrónico para realizar una tarea específica. Aunque típicamente se asocia con aplicaciones móviles diseñadas para smartphones y tablets, también puede utilizarse para describir aplicaciones diseñadas para otros dispositivos, como computadoras de escritorio o portátiles.

ESPECIFICACIONES INVIAS 2022

Las especificaciones adoptadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en 2022 se enfocan en el diseño y construcción de infraestructura vial de alta calidad y eficiencia, con un énfasis en la sostenibilidad ambiental y social. Para lograrlo, se promueve la actualización tecnológica, la implementación de enfoques de género y diferenciales, y la consideración de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en todos los proyectos. También se busca garantizar una adecuada gestión y operación de la infraestructura vial, para garantizar su

seguridad y durabilidad a largo plazo. El enfoque general de las especificaciones del INVIAS es mejorar continuamente la calidad y sostenibilidad de la infraestructura vial en Colombia, para satisfacer las necesidades de la sociedad y promover un desarrollo sostenible y equitativo del país. (ESPECIFICACIONES INVIAS 2022).

3.2. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS

GRANULOMETRIA:

El objetivo del ensayo de granulometría es determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo o agregado mineral. Al conocer el tamaño de cada partícula presente en la muestra, es posible clasificarlas y determinar su uso potencial en diferentes aplicaciones, como la construcción de bases, subbases o mezclas.



Ilustración 8. Tamices

DUREZA:

- Máquina de los ángeles:

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia a la degradación de los agregados mediante el uso de la máquina de Los Ángeles. La cantidad de esferas de acero y el número de revoluciones necesarios dependen de la gradación del agregado en cuestión, lo que crea un impacto y trituración de las partículas. Es importante mencionar que este ensayo se realiza con el material en estado seco.



Ilustración 9. Desgaste en seco

- Micro Deval:

El ensayo de Micro Deval tiene como objetivo medir la resistencia a la degradación por abrasión de los agregados gruesos mediante la utilización de la máquina de Micro Deval y sometiendo las partículas a un número especificado de revoluciones e impacto generado por esferas de acero, cabe aclarar que se realiza con el material en estado húmedo.



Ilustración 10. Micro Deval

- Resistencia mecánica por el método del 10% de finos:

El objetivo del ensayo de resistencia mecánica por el método del 10 % de finos es evaluar la capacidad de un agregado grueso para soportar cargas de compresión y determinar la carga necesaria para que se produzca un porcentaje de finos del 10 %. Estos finos están formados por las partículas que pasan por el tamiz de 2.36

mm (No. 8), por lo que el ensayo permite identificar la resistencia de los agregados a la trituración y aplastamiento. Este procedimiento es importante para determinar la calidad del agregado y su uso en diferentes aplicaciones de la construcción y obra civil, como la fabricación de concreto.



Ilustración 11. Resistencia Mecánica

DURABILIDAD:

- Ensayo de solidez en sulfatos:

El objetivo del ensayo de solidez de los agregados frente a la acción de soluciones de sulfato de sodio o magnesio según INVIAS es evaluar la capacidad de los agregados para resistir la corrosión y la degradación causadas por estas soluciones químicas, las cuales pueden comprometer la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas con dichos materiales. El ensayo implica someter las muestras de agregado a una solución de sulfato de sodio o magnesio durante un período de tiempo específico y luego medir la pérdida de peso y la presencia de fisuras o desintegración del agregado. Estos resultados permiten determinar la calidad del agregado y su idoneidad para ser utilizado en diferentes aplicaciones de construcción y obra civil. Es importante destacar que la norma INV E 220 describe este ensayo y es utilizado por ingenieros y arquitectos en la evaluación de la calidad de los agregados.



Ilustración 12. Sulfatos

LIMPIEZA:

- Terrones de arcilla y partículas deleznables:

El objetivo del ensayo de determinación de terrones de arcilla y partículas deleznables en los agregados, según la norma INV E-211-13, es evaluar la calidad del agregado y su aptitud para ser utilizado en diferentes aplicaciones de construcción y obra civil. Este ensayo se refiere a la determinación aproximada de los terrones de arcilla y las partículas deleznables que pueden comprometer la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas con dichos materiales.



Ilustración 13. Terrones de arcilla

- Partículas livianas:

La cantidad de partículas livianas en un agregado pétreo es un parámetro fundamental que influye en la calidad y el rendimiento de los materiales utilizados en la construcción de carreteras, edificios y otras estructuras. Por esta razón, la norma INV E-221-13 presenta un procedimiento riguroso y preciso para determinar el porcentaje de partículas livianas en los agregados pétreos, mediante su separación por suspensión en un líquido de gravedad específica elevada.



Ilustración 14. Partículas Livianas

GEOMETRIA DE PARTICULAS:

- Partículas fracturadas mecánicamente:

La norma INV E-227-13 establece un procedimiento para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en un agregado grueso. Este ensayo es crucial para evaluar la calidad del agregado, ya que las partículas fracturadas pueden afectar significativamente la resistencia y durabilidad de las estructuras

construidas con este material. La norma describe un método para determinar el porcentaje de partículas fracturadas, ya sea en masa o por conteo, que tienen un número especificado de caras fracturadas.

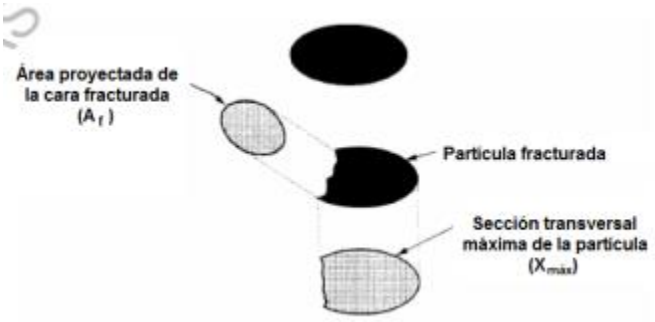


Ilustración 15. Partículas Fracturadas

- Índice de alargamiento y aplanamiento:

El objetivo es describir el procedimiento detallado para la determinación de los índices de aplanamiento y de alargamiento de los agregados que se utilizarán en la construcción de carreteras. Estos índices son fundamentales para evaluar la forma y textura de las partículas de los agregados gruesos y su capacidad para proporcionar una buena compactación en la construcción de las capas estructurales de las carreteras. La norma establece un método de ensayo riguroso y preciso que permite medir los índices de aplanamiento y de alargamiento de los agregados mediante el tamizado de las partículas y la medición de sus dimensiones en diferentes planos.

El ensayo de los índices de aplanamiento y de alargamiento juega un papel esencial en la evaluación de la calidad de los materiales utilizados en la construcción de carreteras. Estos índices permiten asegurar la estabilidad estructural de la carretera y garantizar su durabilidad y seguridad en el tiempo. Además, los índices de aplanamiento y de alargamiento son herramientas fundamentales para el diseño y la especificación de los materiales que se utilizarán en la construcción de la carretera.



Ilustración 16. Geometría de partículas



Ilustración 17. Geometría de partículas

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

- Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como SO_4:

El objetivo es la determinación precisa y cuantitativa del contenido de azufre presente en los agregados pétreos utilizados en la construcción de concreto. Este ensayo es crucial para asegurar la calidad de los materiales empleados en la construcción de concreto y garantizar la durabilidad y resistencia de las estructuras construidas.

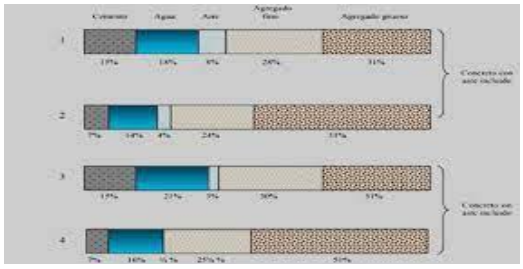


Ilustración 18. Proporción de sulfatos

MODULO DE ROTURA:

El objeto del ensayo de módulo de rotura consiste en medir la capacidad de resistencia a la flexión del concreto por medio de una viga simplemente soportada, sometida a carga en tercios de su luz libre. Este ensayo es de suma importancia para evaluar la calidad del concreto utilizado en la construcción de estructuras y asegurar su capacidad de soporte y resistencia. El método de ensayo para el módulo de rotura establece un procedimiento detallado para llevar a cabo la prueba con precisión y rigor, permitiendo a los ingenieros y constructores tomar decisiones informadas sobre el uso del concreto en la obra. La información obtenida gracias a este ensayo contribuye a garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas con concreto.



Ilustración 19. Módulo de rotura

ASENTAMIENTO:

El objetivo del ensayo de asentamiento es la medición de la deformación del concreto hidráulico, tanto en las obras como en el laboratorio, a través de la determinación del asentamiento. Este ensayo es fundamental para garantizar la calidad del concreto utilizado en la construcción de estructuras, ya que permite evaluar su plasticidad y trabajabilidad. El ensayo de asentamiento establece un procedimiento detallado y riguroso para llevar a cabo la prueba con precisión y, de esta manera, obtener información clara y confiable sobre la calidad del concreto utilizado. La disponibilidad de esta información permite a los ingenieros y constructores tomar decisiones informadas en la selección del concreto a utilizar en futuras construcciones, contribuyendo a garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas.



Ilustración 20. Asentamiento

4. METODOLOGIA

Con el fin de desarrollar un aplicativo donde se puedan verificar distintos ensayos utilizados en la construcción de vías en pavimento rígido, se tuvo como base el documento invias “Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022”.

A partir de los siguientes ensayos de verificación para el recibo de los trabajos, de subbase granular, base granular y pavimentos de concreto, se determinó la dinámica de la aplicación es decir introducir los resultados de los anteriores ensayos y de manera inmediata determinar si cumple con los parámetros o deben ser modificadas las condiciones del material:

- Subbase Granular:

Tabla 320 — 2. Requisitos de los agregados para subbases granulares

Característica	Norma de ensayo INV	Subbase granular		
		Clase A	Clase B	Clase C
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%): - 500 revoluciones	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30	35	-
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%).	E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días (4 d) de inmersión, mínimo.	E-148	40	30	30

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos sulfatos indicados.

Ilustración 21.Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022.

Como se puede evidenciar en la imagen anterior para verificar que los materiales son aptos para el proceso constructivo de esta capa granular hay que cumplir ciertos parámetros y/o estar en el rango que exija las especificaciones tanto en SBG 50 (Sub Base Granular 50) como en SBG 38 (Sub Base Granular 38).

En el ensayo de dureza se deben realizar 2 pruebas como lo son, desgaste en la máquina de los ángeles (Clases A, B o C) y degradación por abrasión en el equipo Micro – Deval (Clases A o B), basado en las normas INV E-218 y 238 respectivamente.

Para el ensayo de durabilidad se deben realizar dos pruebas que consisten en la perdida de solidez en sulfatos tanto de sodio como de magnesio basado en la norma INV E-220.

El ensayo de limpieza incluye pruebas de limite líquido, índice de plasticidad, Equivalente de arena, Contenido de terrones de arena y partículas deleznables, basado en las normas INV E-125, E-126, E-133 Y E-211 respectivamente

Con la prueba CBR se puede determinar el ensayo de la resistencia del material basándose en la norma INV E-148.

Tabla 320 — 3. Franjas granulométricas del material de subbase granular

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)								
	50,0	37,5	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)								
SBG-50 (Nota)	100	70 — 95	60 — 90	45 — 75	40 — 70	25 — 55	15 — 40	6 — 25	2 — 15
SBG-38 (Nota)	-	100	75 — 95	55 — 85	45 — 75	30 —60	20 — 45	8 — 30	2 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

Nota: el número indica el tamaño máximo, en milímetros, de las partículas en la gradación empleada.

Ilustración 22. Referencia: Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022.

En la tabla 320-3. Podemos evidenciar las franjas granulométricas del material utilizado como subbase para que este pueda cumplir con los parámetros de construcción.

Basado en la anterior información el aplicativo se realizo de tal manera que se pudiera introducir cada uno de los resultados obtenidos y así determinar si el material es optimo para el proceso constructivo o debe ser modificado.

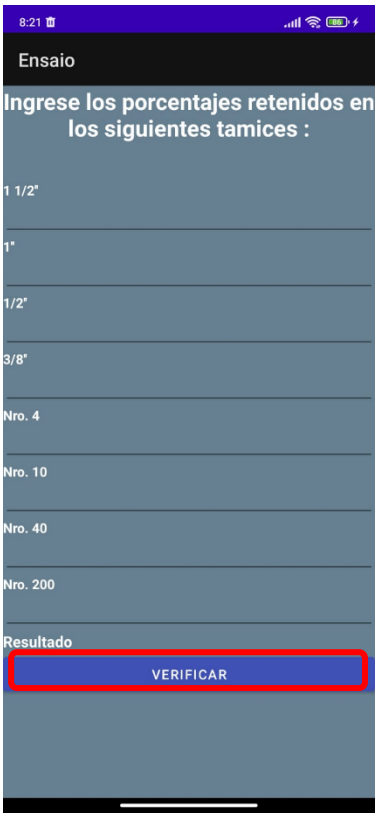


Ilustración 23. ENSAIO

La ilustración 22 representa un ejemplo de resultados para subbase granular 38 (SBG-38), donde se puede evidenciar que posteriormente al ingreso de los datos se obtiene una observación que valida las condiciones necesarias para hacer parte del proceso constructivo. Si los datos fueran incorrectos el aplicativo haría una observación que especifica cual tamiz no cumple con los parámetros de la franja granulométrica. Esto se realiza de la misma manera con los resultados de subbase granular 50 (SBG-50).

Así se llevaron a cabo los ensayos de verificación restantes, siguiendo la normativa INVIAS 2022 y aplicando los criterios específicos requeridos en cada sección, tanto para los materiales granulares como para el material cementante.

En los anexos del presente documento se encontrará el link que permitirá el acceso al respectivo manual de usuario del aplicativo.

4.1. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Con el objetivo de involucrar los conocimientos obtenidos sobre pavimentos con los lenguajes de programación existentes se decidió experimentar con Python donde se pudo comprender como funcionan distintos códigos para el funcionamiento es decir la parte operativa y funcional del aplicativo, pero este tenía ciertas desventajas como la generación de la extensión .apk y no sería conocida fácilmente por los usuarios.

Respecto a lo anterior donde se pudieran generar condiciones que fueran útiles para relacionar las especificaciones de los materiales con los ensayos que se realizan a esta in situ y así generar un respaldo de los resultados de las especificaciones generales de construcción de carreteras 2022 para poder utilizar los materiales de manera confiable y eficaz. De manera que con un toque en un botón de verificación se pueda determinar la calidad del material. Para estas condiciones y con el deseo de que fuera una aplicación al alcance de todos se eligió el lenguaje kotlin como lenguaje principal del software Android Studio, quien tiene una gran ventaja respecto al lenguaje primario de aprendizajes la cual es su visualización por medio de simuladores gráficos y por supuesto que es visible en la tienda de aplicaciones de cada smartphone (Play Store).

- **PYTHON**



Ilustración 24. Python

Python fue creado por Guido Van Rossum a finales de los años 80 en el centro de matemáticas y computación CWI en los Países Bajos. La intención del creador de Python fue crear un lenguaje de programación fácil de aprender, usar y a la vez pudiera manejar tareas complejas.

Se eligió el nombre “Python” en honor a los humoristas británicos Monty Python, su primera versión “Python, 0.9.0” fue lanzada en febrero de 1991 de ahí en adelante Python empezó a hacerse más popular sobre todo en el ámbito académico, su segunda versión “Python, 1.0” fue liderada por Van Rossum la cual incluía grandes avances, en el año 2000 se lanzo la versión 2.0 que incluía importantes mejoras en la gestión de Unicode y esta es la versión más utilizada de Python, posterior a esta versión en 2008 se lanzo “Python, 3.0” donde hubo cambios en la sintaxis y no ha sido bien recibida porque no es compatible con las versiones anteriores lo que llevo a que la mayoría utilice la versión anterior.

- **KOTLIN**



Ilustración 25. Kotlin

Es un lenguaje de programación de código abierto que es procedente de una máquina virtual de Java, que fue desarrollado por JetBrains en 2011. El objetivo principal de JetBrains era crear un lenguaje de programación moderno, conciso y seguro que pudiera usarse en una gran variedad de plataformas digitales como servidores, aplicaciones móviles y de escritorio.

Se inspiro en lenguajes de programación como Java, Groovy y Scala. Google hizo oficial el anuncio sobre la compatibilidad de Kotlin con Android, lo que hizo aumentar su popularidad en el desarrollo de aplicaciones móviles.

Para la implementación de los lenguajes utilizados en el desarrollo de esta aplicación se utilizo el software Android Studio el cuál es programa oficial de creación de aplicaciones de Play Store el cuál en un principio trabajaba con lengua de programación Java, pero sus últimas actualizaciones permiten desarrollar con lenguaje Kotlin.

- **ANDROID STUDIO**



Ilustración 26. Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para la plataforma Android, anunciado en 2013 en la conferencia Google I/O, y desde entonces ha reemplazado Eclipse como el IDE favorito para desarrollar aplicaciones en Android. Diseñado específicamente para la programación de aplicaciones Android, Android Studio se basa en el software IntelliJ IDEA de JetBrains y está disponible en múltiples plataformas como GNU/Linux, macOS, Microsoft Windows, y Chrome OS. Android Studio se distribuye de forma gratuita bajo la Licencia Apache 2.0 y está diseñado para brindar una experiencia de programación efectiva e intuitiva para los desarrolladores de Android.

La primera versión estable de Android Studio fue lanzada en diciembre de 2014, y ha sido importante para la comunidad de desarrolladores de Android, ya que proporciona una serie de características importantes, como el análisis de rendimiento y la depuración, código de plantilla y fragmentos de código predefinidos de Android, soporte para GIT y facilidad para integrar otras herramientas de programación. Además, Android Studio se actualiza regularmente, proporcionando nuevas funciones y herramientas para mejoras en la programación. En resumen, Android Studio es una herramienta esencial para el desarrollo de aplicaciones móviles en la plataforma Android y su uso ha aumentado la eficiencia y la productividad en el proceso de desarrollo de aplicaciones Android.

4.2.DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Con el objetivo de determinar la eficacia y dinamicidad de diferentes lenguajes de programación en el desarrollo de aplicaciones, se llevó a cabo una investigación exhaustiva. El estudio se centró en evaluar y comparar los diferentes lenguajes en términos de su capacidad para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación de manera dinámica y efectiva. El método utilizado en la investigación fue riguroso y preciso, permitiendo recopilar datos precisos y confiables sobre el desempeño de los diferentes lenguajes de programación. Los resultados obtenidos de la investigación presentan una extensa comparativa de los diferentes lenguajes, brindando información valiosa y detallada sobre las ventajas y desventajas de cada uno en el desarrollo de aplicaciones. Esta información puede ser utilizada para seleccionar el lenguaje de programación más adecuado para futuros proyectos de desarrollo de aplicaciones, lo que contribuirá a optimizar la eficiencia y efectividad del proceso de desarrollo.

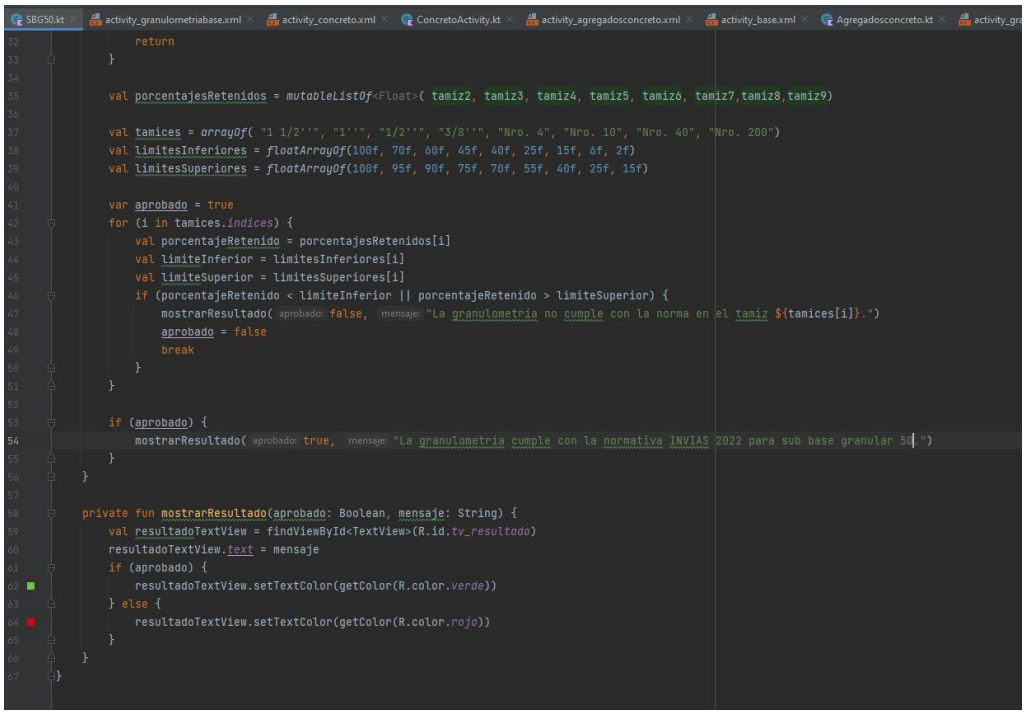


Ilustración 27. Programación Android

Luego de emplear diferentes tutoriales para el aprendizaje de programación, se determinó que Android Studio sería el software de desarrollo y ejecución del aplicativo. Se seleccionó específicamente debido a su capacidad para permitir la verificación paso por paso de las diferentes acciones necesarias para desarrollar una aplicación móvil. El uso de Android Studio como herramienta de desarrollo permitió a los programadores trabajar en un entorno de programación integrado y completo que les brindaba la flexibilidad y funcionalidad necesarias para crear aplicaciones móviles modernas y eficaces. Los tutoriales utilizados ayudaron en la comprensión de las funciones y características de Android Studio, lo que

permitió a los programadores utilizar el software de manera efectiva y eficiente durante el proceso de desarrollo de la aplicación. Gracias al uso de Android Studio y los tutoriales empleados, se pudo crear una aplicación móvil de alta calidad con todas las funciones y características necesarias para satisfacer las necesidades de los usuarios.

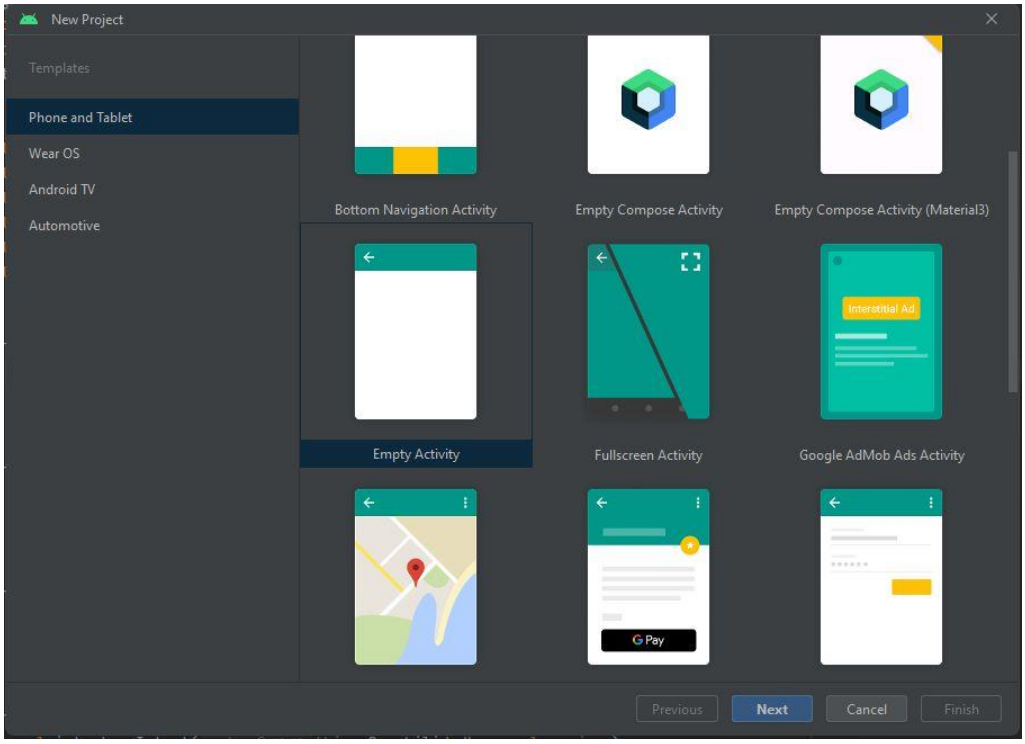


Ilustración 28. Programación Android

Para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación, se utilizó Android Studio como software de programación y ejecución. Dentro de Android Studio, se optó por el simulador Pixel 4API 26 para testear la aplicación, eligiendo este dispositivo debido a sus especificaciones que son convencionales en el mercado de los teléfonos Android. El uso del simulador Pixel 4API 26 en Android Studio permitió a los desarrolladores probar la aplicación en un entorno similar al de un teléfono móvil real sin tener que recurrir a dispositivos físicos, lo que resulta en un proceso de pruebas más eficiente y rentable. Además, el simulador proporciona una gran variedad de herramientas de depuración y monitoreo de rendimiento para asegurar que la aplicación se ejecute correctamente y de manera óptima en diferentes dispositivos Android. En general, utilizar el simulador Pixel 4API26 dentro de Android Studio contribuyó en gran medida a un proceso de desarrollo más eficiente y efectivo de la aplicación.



Ilustración 29. ENSAIO

El proceso de conformación de la aplicación en el software de Android consta de tres componentes principales: el manifiesto, la programación en Java y el diseño de la interfaz en Layout. El manifiesto es un archivo fundamental que se encarga de almacenar las acciones principales de la aplicación. En él se especifican los diferentes componentes y permisos necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación. Por otro lado, la programación en Java se refiere a la lógica y código fuente de la aplicación. Aquí es donde se definen las funcionalidades y la lógica del back App de la aplicación. Finalmente, el diseño de la interfaz de usuario se realiza en Layout, donde se definen las acciones estéticas y de funcionalidad de la aplicación, tales como la ubicación y apariencia de los botones y el diseño de la pantalla principal.

```xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools">

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:dataExtractionRules="@xml/data_extraction_rules"
        android:fullBackupContent="@xml/backup_rules"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="Ensaio"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/Theme.PavimentoRigidoControles"
        tools:targetApi="31">
        <activity
            android:name=".Quimicascon"
            android:exported="false" />
        <activity
            android:name=".Geoparticulascon"
            android:exported="false" />
        <activity
            android:name=".Limpiezacon"
            android:exported="false" />
        <activity
            android:name=".Durabilidadcon"
            android:exported="false" />
        <activity
            android:name=".Durezacon"
            android:exported="false" />
```

Ilustración 30. Programación Android

```kotlin
package com.proyectoud.pavimentorigidocontroles

import ...

class ConcretoActivity : AppCompatActivity() {
    @SuppressLint("MissingInflatedId")
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.activity_concreto)
// Obtener referencia a los botones
        val btnRotura = findViewById<Button>(R.id.btn_rotura)
        val btnCilindros = findViewById<Button>(R.id.btn_cilindros)
        val btnDensidad = findViewById<Button>(R.id.btn_densidad)
        val btnRestante = findViewById<Button>(R.id.btn_granulometria)
        // Definir acciones al hacer clic en los botones
        btnRotura.setOnClickListener { it: View!
            val intent = Intent( packageContext: this, Resmoduloderotura::class.java)
            startActivity(intent)
        }

        btnCilindros.setOnClickListener { it: View!
            val intent = Intent( packageContext: this, Rescompresion::class.java)
            startActivity(intent)
        }

        btnDensidad.setOnClickListener { it: View!
            val intent = Intent( packageContext: this, ConcretoAsentamiento::class.java)
            startActivity(intent)
        }

        btnRestante.setOnClickListener { it: View!
            val intent = Intent( packageContext: this, Agregadosconcreto::class.java)
            startActivity(intent)
        }
    }
}
```

Ilustración 31. Programación Android

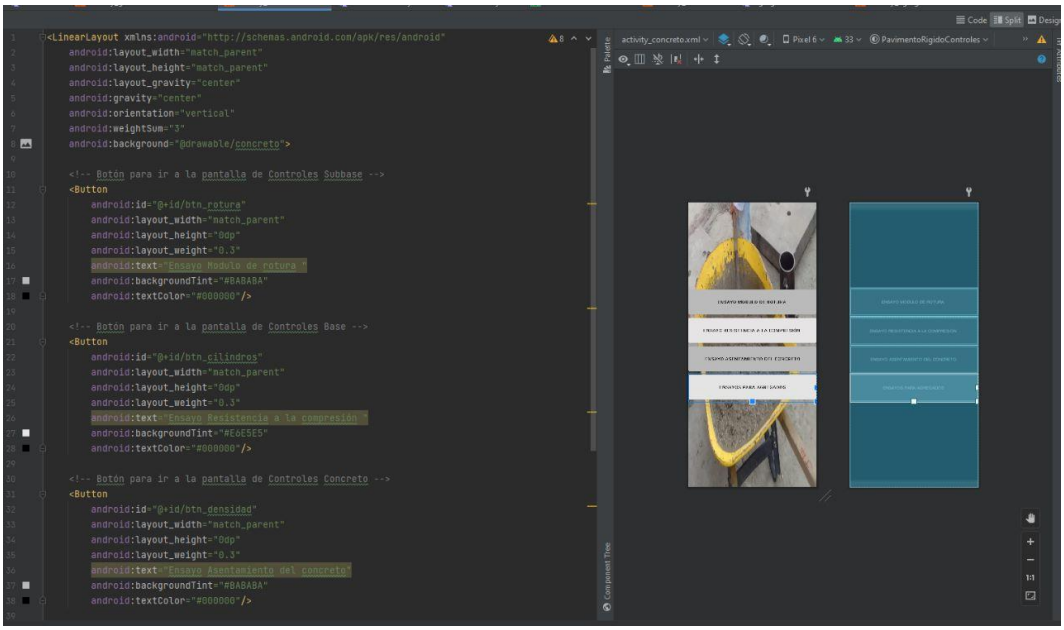


Ilustración 32. Programación Android

Todos estos elementos son cruciales en el proceso de desarrollo de una aplicación en Android Studio ya que permiten diseñar y construir una interfaz de usuario intuitiva, un código fuente optimizado y un manifiesto coherente y funcional. En general, la conformación de los tres componentes se complementa entre sí, permitiendo así una aplicación coherente, funcional y estéticamente atractiva. Al seguir el proceso de desarrollo de esta forma, se garantiza la calidad y eficiencia de la aplicación, brindando a los usuarios una experiencia de alto nivel.

5. ETAPAS DE ELABORACIÓN DE SOFTWARE

- **Análisis de requisitos -planificación**

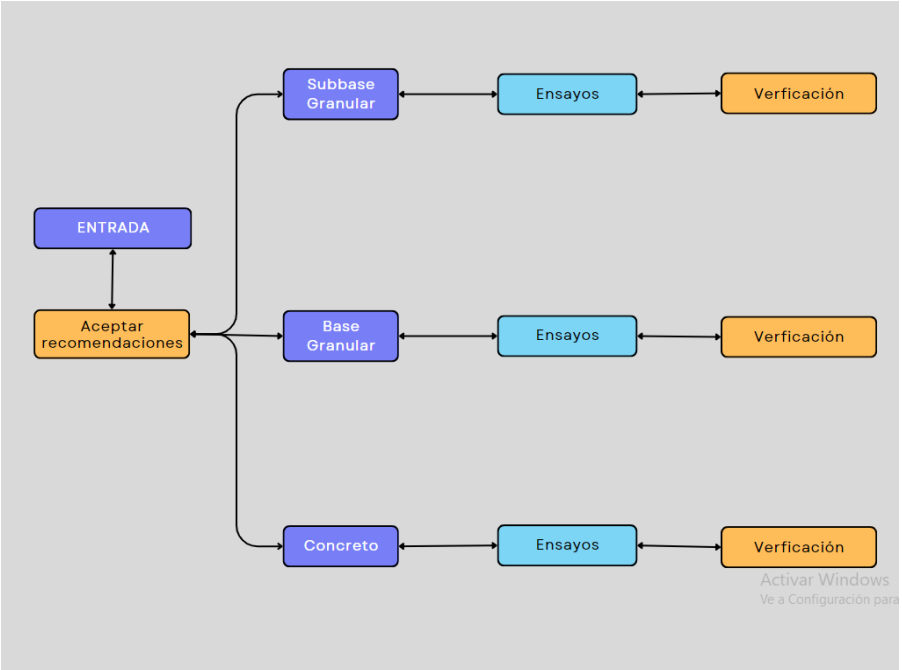
El equipo de trabajo comenzó el análisis de requisitos para la nueva aplicación, teniendo en cuenta principalmente los siguientes factores:
Solución a la problemática planteada respecto a mejorar el recurso del tiempo en obra para verificar especificaciones en la construcción de carreteras de pavimento rigido.
La estimación de recursos la cual no presentaba problema respecto al proyecto curricular, presentándonos como desarrolladores autónomos para temas de cursos, investigaciones y todo lo necesario para lograr la generación de una aplicación optima y funcional.
Los requisitos mínimos para el uso de la aplicación, en este apartado se plantea primero verificar todos los ensayos expedidos por la normativa INVIAS2022 para el control de calidad de materiales en Base, Subbase y concreto, en los apartados de verificación de recibimiento.
El lenguaje de programación el cual se determinará siguiendo las recomendaciones de su lógica, su seguridad, la implementación y el control continuo de su estética.
Y por último ir modelando la aplicación de tal manera que los usuarios tenga facilidad y garantía de uso al utilizarla respecto a la normativa INVIAS 2022

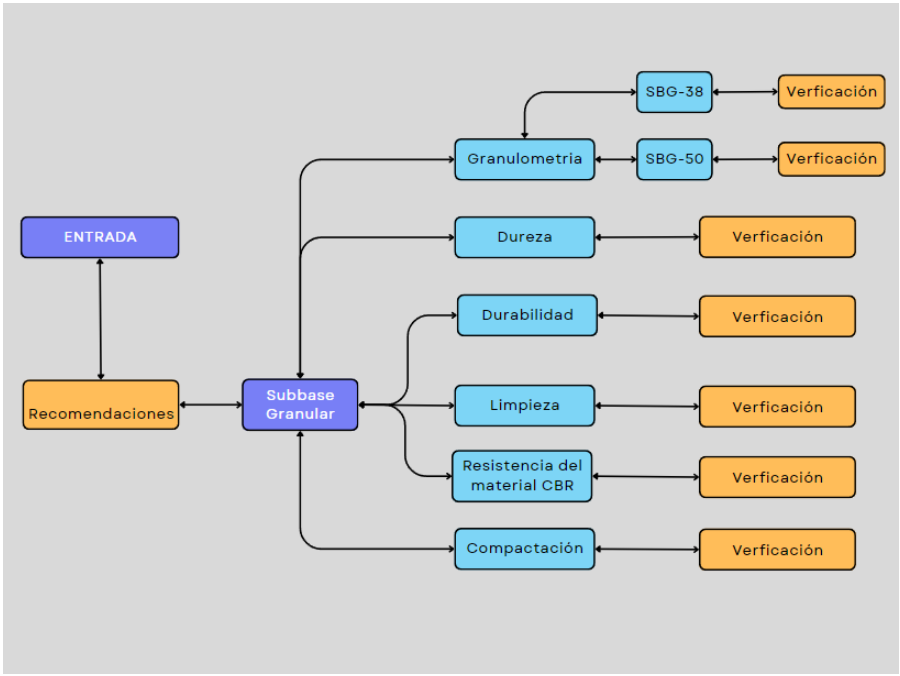
- **Diseño del sistema- arquitectura-modelo de datos**

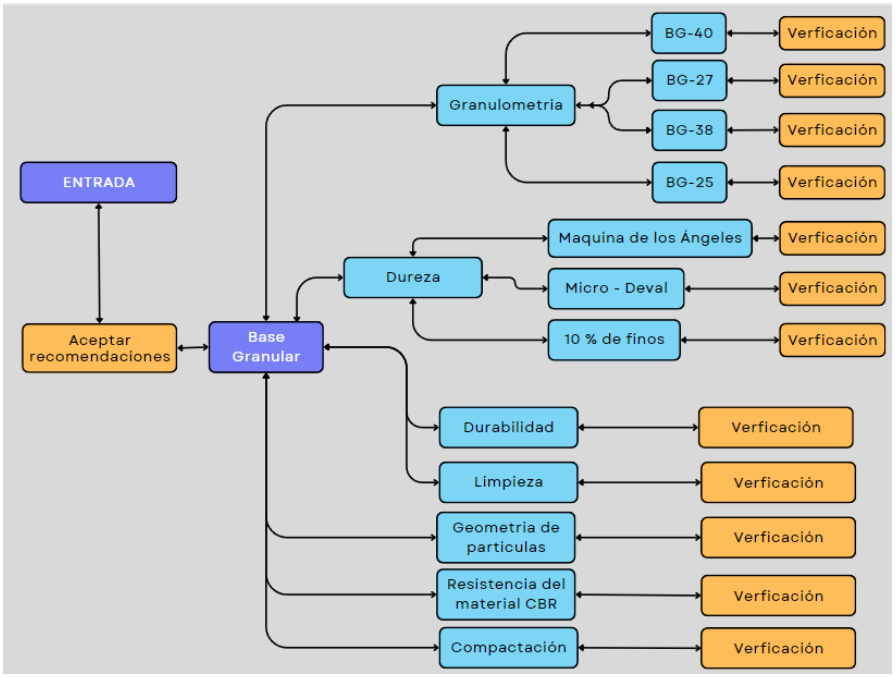
Como desarrolladores de la aplicación, planteamos una aplicación únicamente para los usuarios que posean en sus dispositivos móviles, un sistema operativo de Android con una actualización mínima de 6.0 por lo que los dispositivos con actualizaciones menores no serán funcionales, debido a su antigüedad.
Asi mismo la aplicación tendrá un recorrido, sencillo, claro, facil, y eficiente para cualquier usuario el cual este contenido en la siguiente estructura:

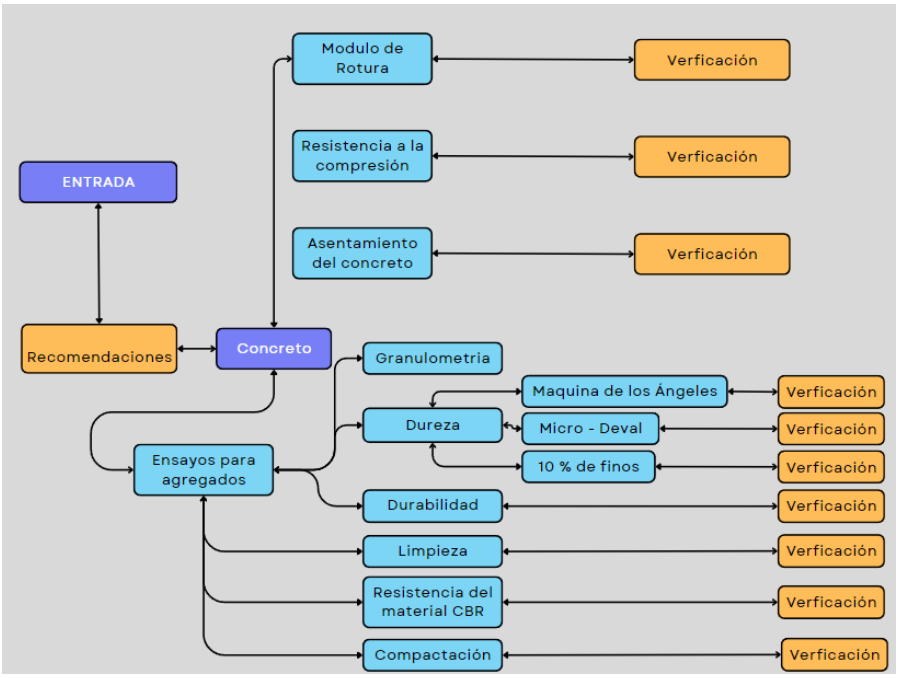
- Se tendrá una interfaz de inicio con las recomendaciones mínimas para el usuario
- Tendrá un menú principal donde se presente a los usuarios la posibilidad de verificar los materiales para Base, Subbase o la carpeta de concreto hidraulico
- Dentro de cada pestaña generada por cada una de las estructuras a verificar, tener un botón para cada ensayo que se quiera verificar, de facil acceso para el usuario, como por ejemplo los botones de granulometria, que los guie sobre que material granular se verificara, como los casos de BG40-BG27-BG38-BG25
- Finalmente tener una pestaña única donde se le pedirá al usuario que ingrese sus resultados de laboratorio con mensajes básicos y claros, donde al final tendrá su botón de verificación y un correcto mensaje de resultado, diferenciado por color verde para valido y rojo para no valido, respecto a los parámetros investigados.

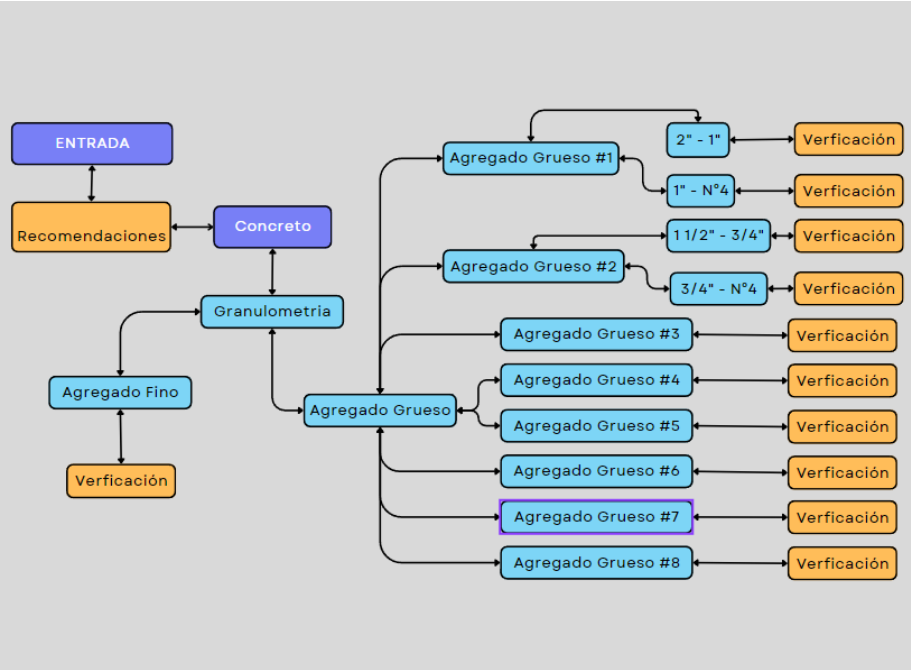
- **Diagrama de flujo**






ENTRADA
Aceptar recomendaciones
Base Granular
Granulometria
BG-40
BG-27
BG-38
BG-25
Verficación
Dureza
Maquina de los Ángeles
Micro - Deval
10 % de finos
Durabilidad
Limpieza
Geometria de particulas
Resistencia del material CBR
Compactación


ENTRADA
Recomendaciones
Concreto
Modulo de Rotura
Resistencia a la compresión
Asentamiento del concreto
Verficación
Ensayos para agregados
Granulometria
Dureza
Maquina de los Ángeles
Micro - Deval
10 % de finos
Durabilidad
Limpieza
Resistencia del material CBR
Compactación



Y finalmente se empleará un modelo de datos sencillo, donde el ingreso será único por cada usuario, así mismo su resultado el cual no tendrá almacenamiento. El sistema dará respuesta textual a cada verificación escrita numéricamente en cada casilla que este dentro de los ensayos.

- **Programación**

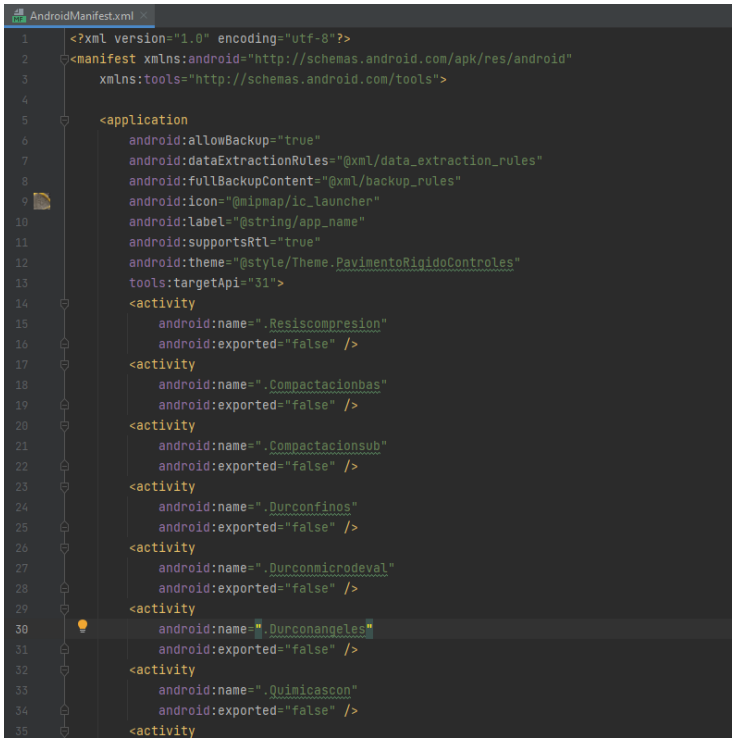
En el proceso de programación, se optó por el uso del lenguaje Kotlin en lugar de Python debido a su capacidad para generar tanto el backend como el frontend de manera simultánea. Esto significa que cada proceso lógico programado puede contar con su propio componente gráfico, lo que permite verificar cada paso realizado.

A pesar de que Android Studio proporciona plantillas iniciales para proyectos de aplicaciones, decidimos crear nuestro proyecto desde cero. Elegimos un proyecto con actividades vacías como punto de partida y empleamos el lenguaje Kotlin, que es un lenguaje paralelo a Java con su propia lógica.

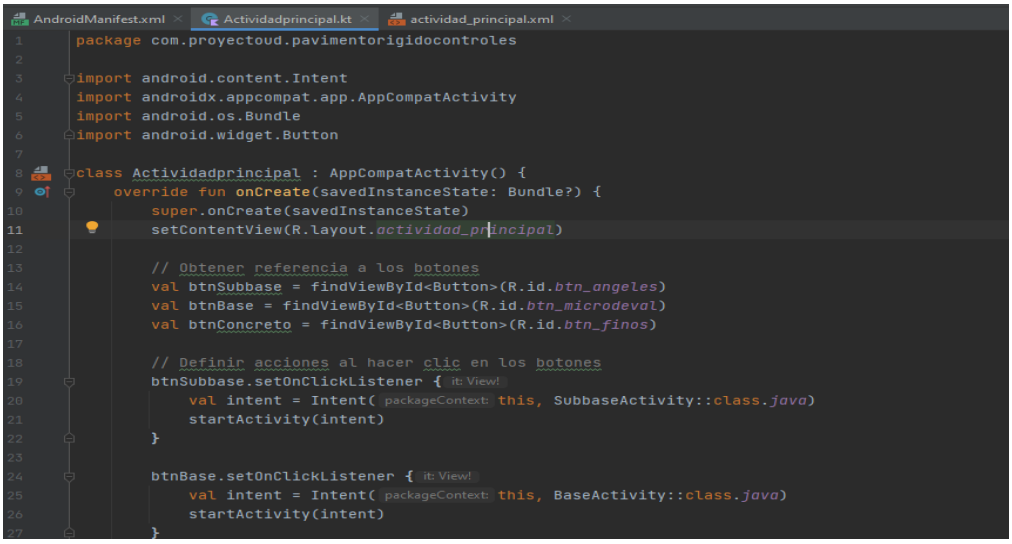
A continuación, se detallarán los fundamentos esenciales para codificar la aplicación en Android Studio, el entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android, donde se plasmará la lógica del lenguaje.

1. AndroidManifest.xml: El archivo AndroidManifest.xml es un componente fundamental en el desarrollo de aplicaciones Android, desempeñando un papel central en la configuración y definición de la aplicación. En este archivo se proporciona información crucial sobre la aplicación, como su nombre, icono y versión, además de declarar todos los componentes de la aplicación, como actividades, servicios y receptores de difusión.
También se especifican los permisos necesarios para que la aplicación funcione correctamente y se configura cómo se inicia la aplicación, qué actividad se muestra primero y cómo se comunica con otras aplicaciones.
En esencia, el AndroidManifest.xml es la piedra angular que permite al sistema Android entender y gestionar adecuadamente la aplicación, lo que lo convierte en un elemento esencial en el desarrollo de proyectos de grado relacionados con el desarrollo de aplicaciones para esta plataforma.
Como equipo, comenzamos por analizar el formato base proporcionado por Android Studio, el cual nos permite mantener una secuencia de archivos que se actualizan automáticamente, evitando así la generación de errores. Por esta razón, la imagen presentada reflejará un orden que incluirá algunas actividades de la aplicación. Al final del proyecto, este orden abarcará un total de 56 actividades.

Es importante destacar que el nombre "PavimentoRigidoControles" aparecerá, ya que, en el contexto de nuestra investigación sobre lenguaje y simuladores en Android Studio, nos solicitaba proporcionar un nombre inicial para el proyecto. Este nombre se ha mantenido constante a lo largo de todo el proceso y ha sido gestionado exclusivamente en este archivo, sin copias ni acceso para realizar cambios en ningún otro ordenador que no sea el utilizado por nuestro equipo de desarrollo, compuesto por Luis Felipe Gómez y Diego Armando Pineda.



2. Actividades y Fragments: Los fragmentos y las actividades son componentes fundamentales que componen la interfaz de usuario de la aplicación. En términos simples, las actividades son los espacios donde se escribe el código necesario para generar acciones y comportamientos lógicos dentro de la aplicación, al mismo tiempo que proporcionan el espacio correspondiente para la codificación de la parte gráfica. Cada actividad se identifica mediante un nombre específico que se describe en el archivo de manifiesto de Android Studio con la extensión ".kt" (indicando el lenguaje utilizado). Es importante señalar que las clases "class" son esenciales para que cada actividad sea funcional. Además, se utiliza la extensión ".xml" para el diseño gráfico respectivo de cada actividad.



AndroidManifest.xml | Actividadprincipal.kt | actividad_principal.xml

```xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:layout_gravity="center"
    android:gravity="center"
    android:orientation="vertical"
    android:weightSum="3">

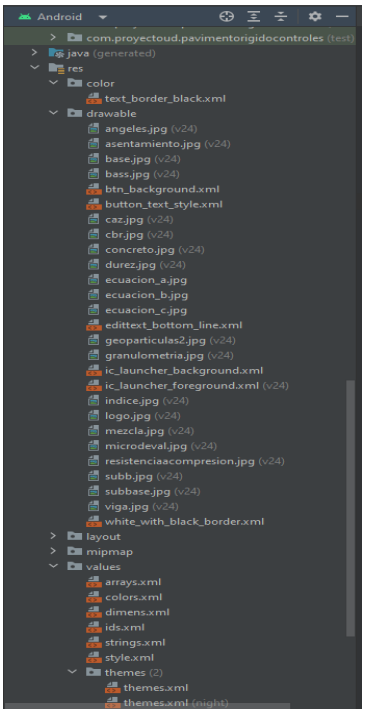
    <!-- Botón para ir a la pantalla de Controles Subbase -->
    <Button
        android:id="@+id/btn_angeles"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_weight="1"
        android:text="ENsayos de control para materiales utilizados como Subbase"
        android:backgroundTint="#E973520F"/>

    <!-- Botón para ir a la pantalla de Controles Base -->
    <Button
        android:id="@+id/btn_microdeval"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_weight="1"
        android:text="ENsayos de control para materiales utilizados como Base"
        android:backgroundTint="#B3A528"/>

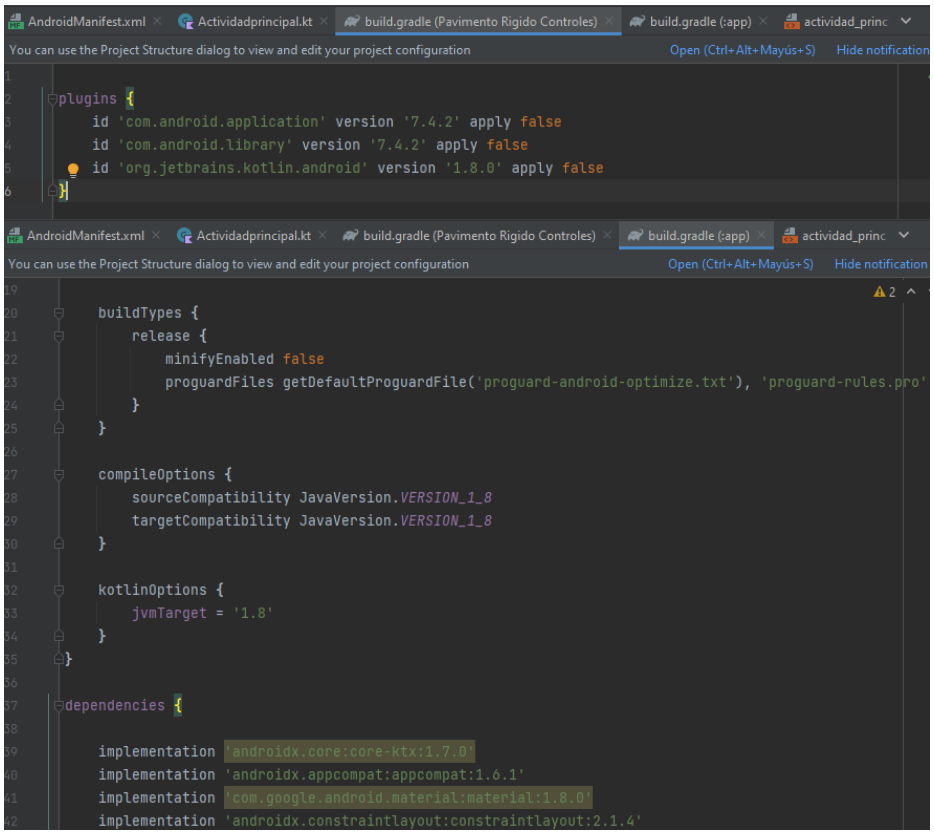
    <!-- Botón para ir a la pantalla de Controles Concreto -->
    <Button
        android:id="@+id/btn_finos"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_weight="1"
        android:backgroundTint="#434343"
        android:text="Ensayos realizados para la mezcla y resistencia del concreto"
         />

</LinearLayout>
```

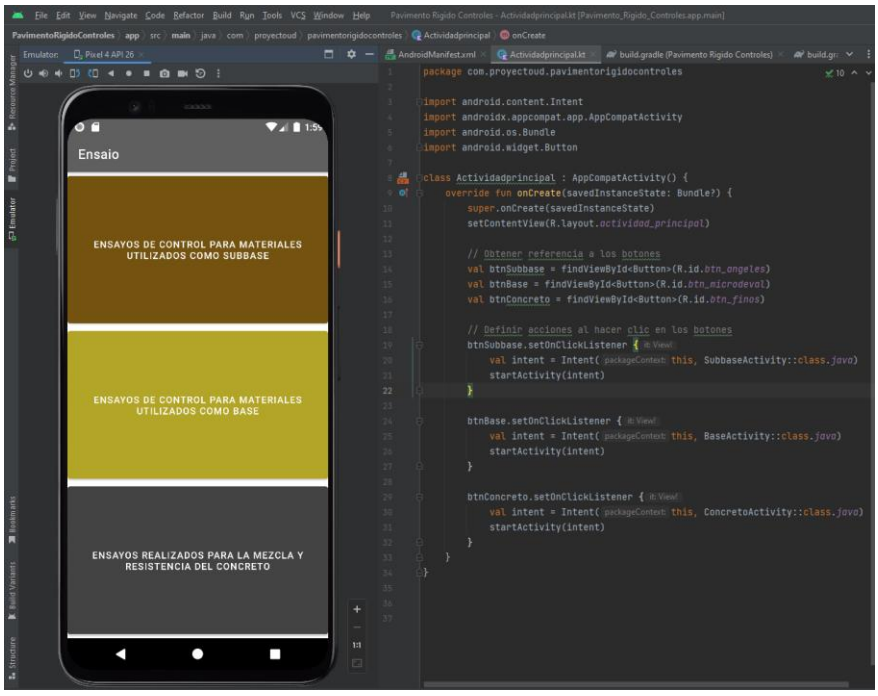
3. Directorio "res": En este directorio se encuentran recursos esenciales que abarcan desde diseños de interfaz de usuario (layouts) hasta imágenes, cadenas de texto, estilos y otros archivos que definen la apariencia y el comportamiento de la aplicación. En este directorio, se realiza una organización cuidadosa que abarca desde la disposición de los diseños hasta el almacenamiento de imágenes, la definición de colores, textos y valores para componentes como los selectores (spinners), así como distintos estilos que se emplean en conjunto con nuestros archivos '.kt' y '.xml' para lograr la funcionalidad deseada.



4. Gradle Scripts: Los archivos de script Gradle desempeñan un papel fundamental al configurar las dependencias, las versiones de las bibliotecas y otros aspectos relacionados con la construcción de la aplicación. En esta sección, definimos las bibliotecas que se añaden en función de nuestras necesidades específicas. Esto nos permite llevar a cabo sin dificultades las diversas acciones programadas en la lógica de las actividades. Algunas de estas bibliotecas facilitan la incorporación de funcionalidades como botones, mensajes auxiliares y el almacenamiento de datos para la creación de variables.



5. Emulación de dispositivos: Android Studio proporciona la capacidad de emular una variedad de dispositivos Android con diferentes tamaños de pantalla, resoluciones y versiones de Android. Esto nos ha permitido realizar un seguimiento en tiempo real de todos los cambios, visualizándolos como si se tratara de un teléfono celular que podría ser utilizado por cualquier usuario.



- **Implementación**

Ya teniendo claro los apartados principales del sistema, definimos nuestras necesidades en la lógica de Backend, es decir, realizamos una lista de códigos necesarios para lograr ingresar las condiciones proporcionadas por la normativa INVIAS 2022. Teniendo así:

• Botones (button): Utilizados para el ingreso a nuevas pestañas, verificaciones y generación de casillas. El código principal es "setOnClickListener", que permite iniciar el botón y proporcionar una respuesta al sistema. Por ejemplo, al estar en una ventana, se puede presionar un botón para acceder a otra.

• Funciones (fun): Se utilizan para almacenar todo un proceso y generar una respuesta con la información inicial proporcionada. En otras palabras, creamos una necesidad o especificación y generamos un resultado, que es la respuesta al usuario.

• Variables (val): Estas son la mínima expresión de las funciones y se utilizan para nombrar cada artículo, mensaje, llamado u operación que necesitamos en el sistema. Por ejemplo, para un botón, la variable se llama "btnVerificar" y se le asigna la acción, como en el siguiente ejemplo: "findViewById<Button>(R.id.verificar) btnVerificar.setOnClickListener { verificarGranulometría() }". Esto indica que la acción de esa variable será llamar al botón desde otro lugar del proyecto para ejecutar la operación de verificar en la pestaña. Otro ejemplo es agrupar una serie de datos, como los límites de una granulometría, a través de "val limitesInferiores = floatArrayOf(100f, 75f, 55f, 45f, 30f, 20f, 8f, 2f)".

• Condicionales (if, else): Son fundamentales para limitar las acciones y parámetros, es decir, para establecer condiciones fijas que una especificación debe cumplir o no.

Siguiendo con el ejemplo de la granulometría, al establecer los límites y usar un "if" para verificar si se cumple el rango establecido, el botón de verificación mostrará un mensaje de aprobación. Si no se cumple (else), entonces no será aprobado.

• Ciclos (for): Estos ciclos permiten generar repeticiones para encontrar errores particulares o simplemente para asegurarse de que todas las acciones programadas en una actividad se cumplan y dar respuestas a los condicionales. Por ejemplo, en el caso de la granulometría, se verifica que todas las casillas de los pasa tamices cumplan con las condiciones de las variables o, en su defecto, se verifica que alguna no lo haga para proporcionar respuestas adecuadas.

En la siguiente imagen, se presenta el proceso de backend para verificar una granulometría de una subbase granular 38 expedida en la normativa mencionada:



```
package com.proyectoud.pavimentorigidocontroles

import ...

class SBG38 : AppCompatActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.activity_sbg38)
        val btnVerificar = findViewById<Button>(R.id.verificar)
        btnVerificar.setOnClickListener { it: View!
            verificarGranulometria()
        }
    }

    private fun verificarGranulometria() {

        val tamiz2 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_2).text.toString().toFloatOrNull()
        val tamiz3 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_3).text.toString().toFloatOrNull()
        val tamiz4 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_4).text.toString().toFloatOrNull()
        val tamiz5 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_5).text.toString().toFloatOrNull()
        val tamiz6 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_6).text.toString().toFloatOrNull()
        val tamiz7 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_7).text.toString().toFloatOrNull()
        val tamiz8 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_8).text.toString().toFloatOrNull()
        val tamiz9 = findViewById<EditText>(R.id.tamiz_9).text.toString().toFloatOrNull()

        if (tamiz2 == null || tamiz3 == null || tamiz4 == null || tamiz5 == null || tamiz6 == null || tamiz7 == null || tamiz8 == null || tamiz9 == null) {
            mostrarResultado( aprobado: false,  mensaje: "Por favor, complete todos los campos.")
            return
        }

        val porcentajesRetenidos = mutableListOf<Float>( tamiz2, tamiz3, tamiz4, tamiz5, tamiz6, tamiz7,tamiz8,tamiz9)

        val tamices = arrayOf( "1 1/2'", "1'", "1/2'", "3/8'", "Nro. 4", "Nro. 10", "Nro. 40", "Nro. 200")
        val limitesInferiores = floatArrayOf(100f, 75f, 55f, 45f, 30f, 20f, 8f, 2f)
        val limitesSuperiores = floatArrayOf(100f, 95f, 85f, 75f, 60f, 45f, 30f, 15f)

        var aprobado = true
        for (i in tamices.indices) {
            val porcentajeRetenido = porcentajesRetenidos[i]
            val limiteInferior = limitesInferiores[i]
            val limiteSuperior = limitesSuperiores[i]
            if (porcentajeRetenido < limiteInferior || porcentajeRetenido > limiteSuperior) {
                mostrarResultado( aprobado: false,  mensaje: "La granulometria no cumple las especificaciones dadas en la normativa para el tamiz ${tamices[i]}.")
                aprobado = false
                break
            }
        }

        if (aprobado) {
            mostrarResultado( aprobado: true,  mensaje: "La granulometria cumple las especificaciones dadas en la normativa para Sub base granular 38.")
        }
    }

    private fun mostrarResultado(aprobado: Boolean, mensaje: String) {
        val resultadoTextView = findViewById<TextView>(R.id.tv_resultado)
        resultadoTextView.text = mensaje
        if (aprobado) {
            resultadoTextView.setTextColor(getColor(R.color.verde))
        } else {
            resultadoTextView.setTextColor(getColor(R.color.rojo))
        }
    }
}
```

Para lograr un proceso completo, se diseñó simultáneamente el Frontend de cada actividad con el fin de realizar llamadas a variables desde botones gráficos y campos de texto de

resultados. Se definieron los elementos básicos de cada pestaña generada en los archivos layout (.xml) de cada actividad (.kt) con las siguientes características:

• Espacios simétricos para los botones con dimensiones específicas, colores de texto y alturas, aprovechando las diversas opciones proporcionadas por Android Studio, como linear o constraint layout.

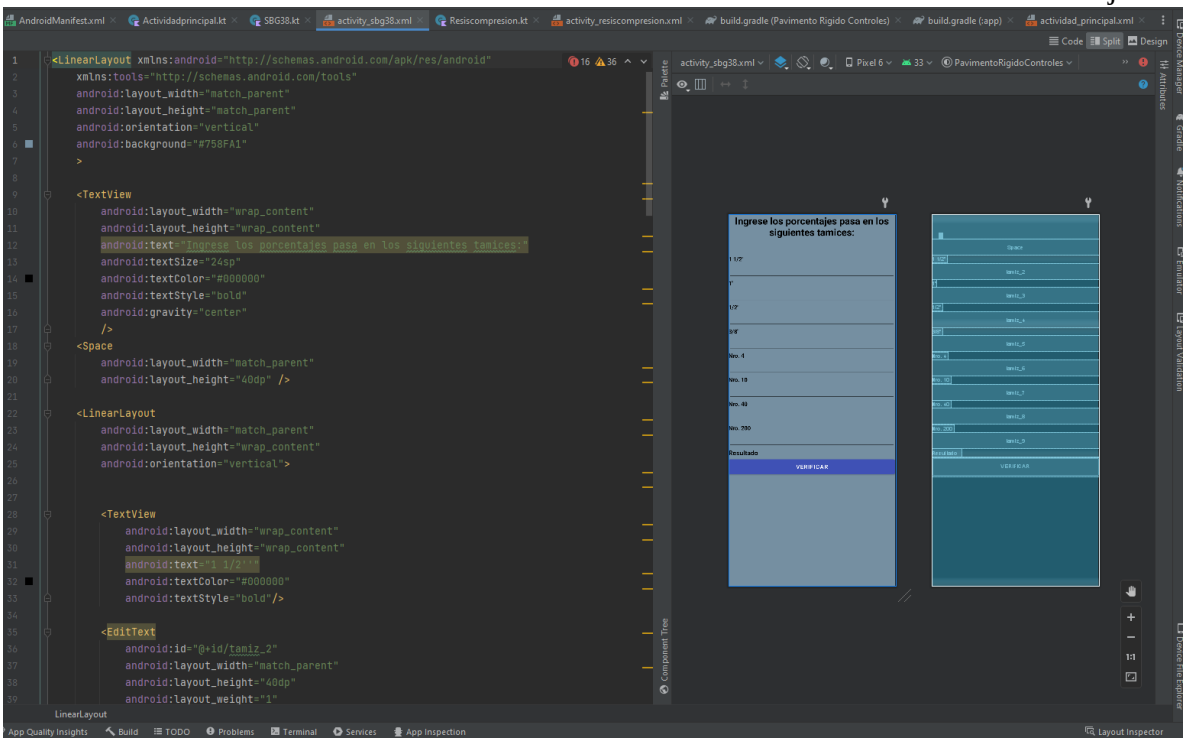
• Fondos de color o imágenes para las distintas pestañas mediante el uso de "android:background".

• Mensajes de información, alerta, sugerencias, etc., a través de los elementos "TextView".

• Campos que permiten al usuario ingresar sus resultados utilizando "EditText". Estos campos deben ser identificados de manera que se puedan llamar desde las variables en el Backend para su funcionalidad.

• Botones que facilitan el cambio de pestañas o realizan verificaciones mediante elementos "Button". Al igual que los campos, deben tener una identificación que se pueda llamar mediante variables en las actividades lógicas.

A continuación, se muestra un ejemplo de una actividad de granulometría con la observación proporcionada por Android Studio, que ofrece una vista previa de los movimientos antes de simular toda la actividad en conjunto.



- **Verificación**

  Teniendo en cuenta que la aplicación debe proporcionar respuestas efectivas y eficientes en línea con la investigación teórica, con el fin de evitar ambigüedades en los resultados de los ensayos, cada interfaz de verificación individual se ha desarrollado de manera minuciosa. A continuación, se presentan tres ejemplos diferentes dentro de la aplicación donde se lleva a cabo este proceso.

  Como primer paso, es esencial contar con los siguientes elementos para realizar cualquier verificación:

  • Dispositivo móvil conectado a la computadora o simulador de Android Studio (utilizado por el grupo de trabajo).

  • Tablas de las especificaciones INVIAS.

  • Datos aleatorios que cumplan y no cumplan las condiciones establecidas respecto a los límites.

  • Datos de laboratorio obtenidos en obra (sin embargo, la persona que comparte los datos solicita discreción, por lo que se incluirán únicamente los valores de algunos ensayos).

  Los ejemplos se dividen de la siguiente manera:

  1. **Ensayos para determinar la Dureza de una subbase granular Tipo A:** Este ejemplo representa una función con parámetros fijos que deben cumplirse y que se aplica de manera similar para el resto de los ensayos, con la excepción de la resistencia a la compresión del concreto.

2. **Resistencia a la compresión del concreto: ** Este ejemplo se incluye porque la normativa establece que debe existir una correlación mayor a 0.9 entre los resultados de estos ensayos y los resultados del módulo de rotura. Sin embargo, para facilitar al usuario, la aplicación le solicita los resultados de los ensayos y le proporciona la correlación, un ajuste lineal y una opción para introducir un nuevo resultado en la resistencia a la compresión, con el fin de obtener una estimación del módulo de rotura.

3. Compactación: Para el tercer ejemplo se tomaron los datos obtenidos de un proyecto de clasificación de suelos suministrados por un tercero el cual nos pide guardar discreción de la fuente. Se debe tener en cuenta que la aplicación le solicita al usuario que suministre el numero de muestras y su respectivo grado de compactación para determinar su validez. Para obtener estos valores solicitados se debe realizar el procedimiento a priori como se muestra en este apartado.

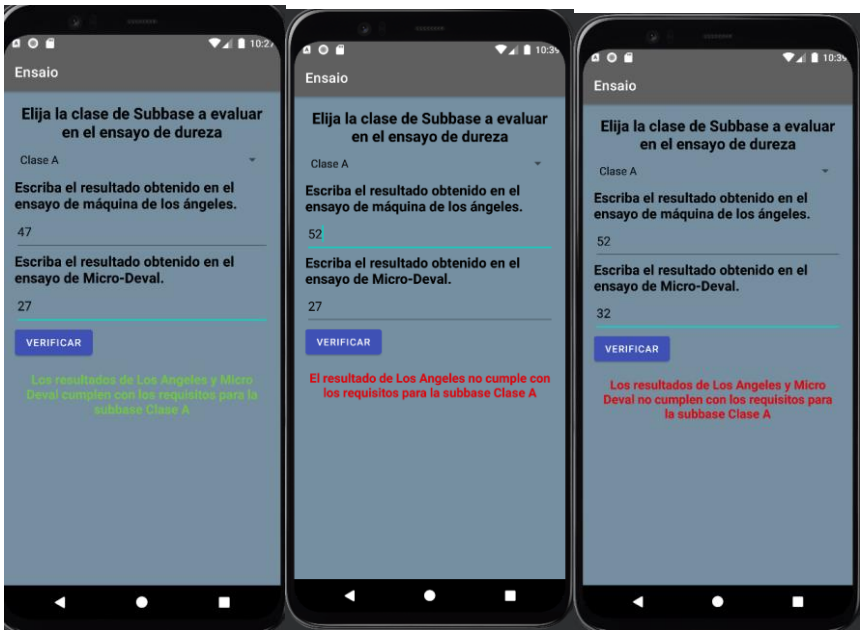
Estos ejemplos reflejan la atención meticulosa que se ha prestado al diseño de cada interfaz dentro de la aplicación para garantizar que las respuestas sean precisas y coherentes con la investigación teórica.

Para este primer ejemplo la normativa nos presenta el siguiente cuadro:

Tabla 320 — 2. Requisitos de los agregados para subbases granulares

Característica	Norma de ensayo INV	Subbase granular		
		Clase A	Clase B	Clase C
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%): - 500 revoluciones	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30	35	-

Se debe tener en cuenta que, para una Subbase granular clase A, la Dureza del material se define mediante la realización de 2 ensayos específicos: el ensayo de desgaste en la máquina de los Ángeles, con un valor máximo permitido del 50%, y el ensayo de degradación por abrasión en el equipo de micro Deval, con un porcentaje máximo permitido del 30%.
En este contexto, se verifica cada una de las tres posibles opciones:
1. **Cumplimiento de ambos ensayos:** En este caso, se evalúa si los resultados de los dos ensayos cumplen con los valores máximos establecidos por la normativa.
2. **Cumplimiento de solo uno de los ensayos:** Se verifica si al menos uno de los ensayos cumple con los requisitos, incluso si el otro no lo hace.
3. **No cumplimiento de ninguno de los ensayos:** Se analiza si ninguno de los dos ensayos cumple con los valores máximos permitidos por la normativa.
Estas tres opciones se consideran para determinar la Dureza del material de la Subbase granular clase A, lo que garantiza una evaluación completa y precisa de acuerdo con los estándares establecidos.



Para el segundo ejemplo, se consideró que para establecer una correlación adecuada, era necesario contar con un par de datos equivalentes. Para cada registro de resistencia a la compresión (F'c), se necesitaba un registro de datos correspondiente sobre el módulo de rotura (MR).

Se seleccionaron los siguientes valores para evaluar la funcionalidad de la aplicación en este ensayo:

- F'c1 = 313.38

- F'c2 = 317.21

- F'c3 = 310.13

- F'c4 = 315.19

Y los valores de módulo de rotura correspondientes:

- MR1 = 42.16

- MR2 = 43.28

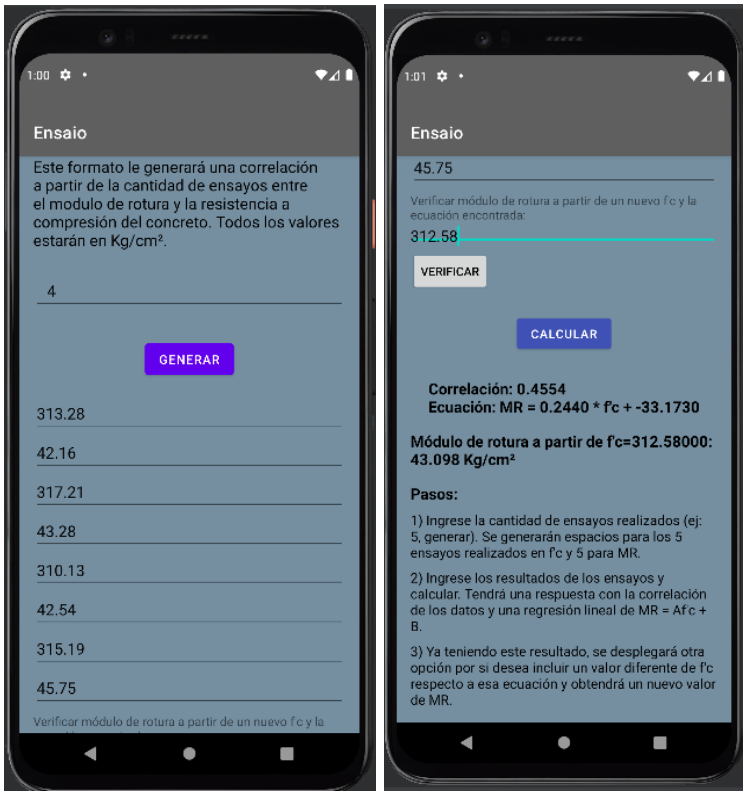
- MR3 = 42.54

- MR4 = 45.75

Se evaluará, en términos de ajuste lineal, la resistencia a la compresión (F'c) = 312.58 para determinar cuál sería el valor ideal del módulo de rotura (MR).

Estos valores se utilizarán para calcular la correlación y el ajuste lineal, lo que permitirá al usuario obtener una estimación precisa del módulo de rotura ideal en función de la resistencia

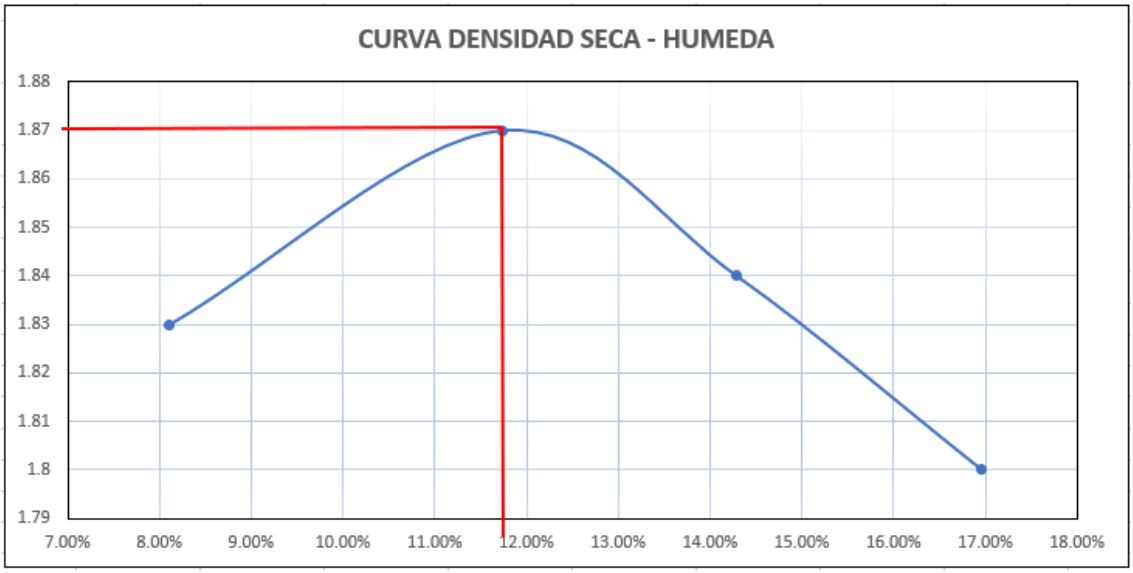
a la compresión. Esto simplifica el proceso y brinda una herramienta valiosa para la toma de decisiones.



Para el tercer ejemplo nos enfocamos precisamente en datos que permitieran realizar una verificación del ensayo de compactación de una subbase granular, dicha información se recopilo y adicional se verifico los resultados para posteriormente hacer la prueba de funcionamiento en la app ENSAIO.

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD				
MUESTRA	1	2	3	4
Wmolde+Suelo Húmedo	226	226	226	226
Wmolde+Suelo Seco	211	205	201	197
W molde	26	26	26	26
W suelo	185	179	175	171
Humedad	8.11%	11.73%	14.29%	16.96%
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DENSIDAD				
Wsuelo + Molde	11122	11398	11440	11428
Wsuelo	5121	5397	5439	5427
Densidad Húmeda	1.98	2.09	2.11	2.1
Densidad Seca	1.83	1.87	1.84	1.8

En la tabla anterior se aprecian los datos suministrados y una verificación adicional de los resultados de humedad y la densidad seca, datos que se verán reflejados en el siguiente grafico el cual será de ayuda para verificar el resultado de la densidad máxima.

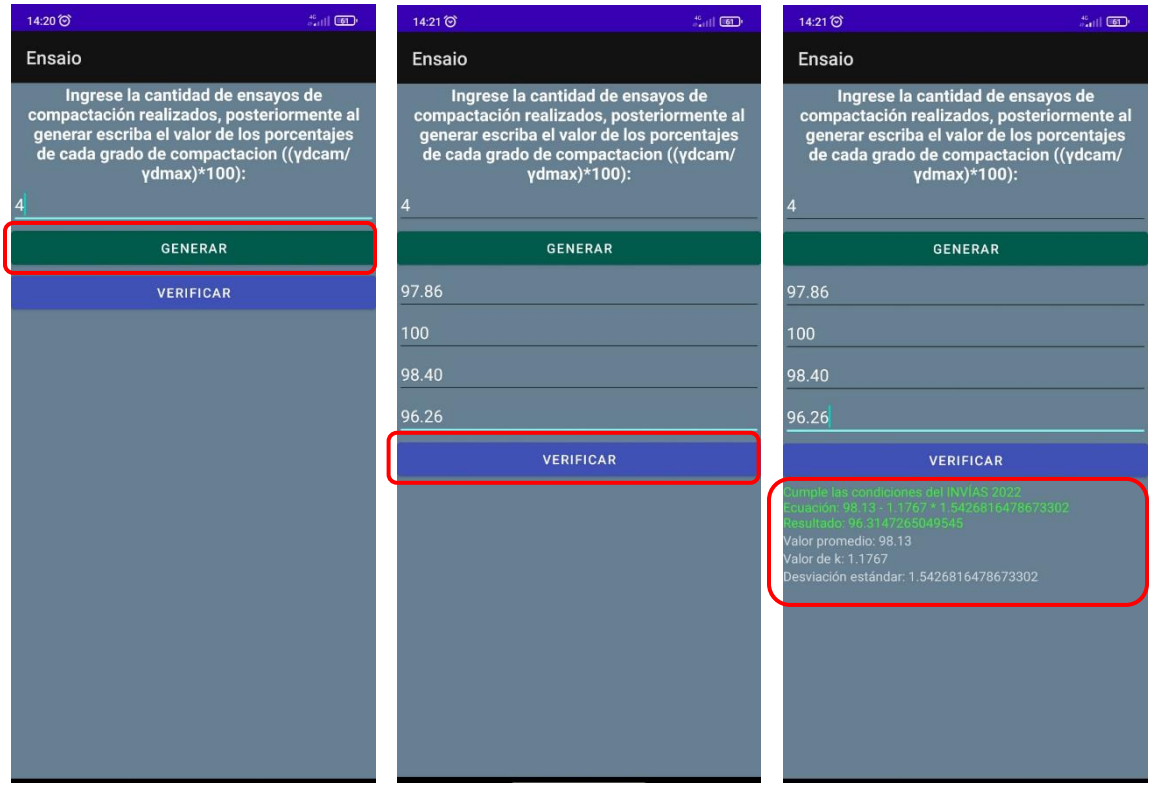


Como se puede evidenciar en la grafica anterior, la humedad optima es aproximadamente 11.73% y la densidad seca máxima es 1.870 gr/cm^3

Con esta densidad obtenida se procede a calcular el respectivo grado de compactación de para cada una de las 4 muestras.

Muestra	**1**	**2**	**3**	**4**
Grado de Compactación	97.86%	100.00%	98.40%	96.26%

Con estos resultados se hará la prueba de funcionamiento de la aplicación, ingresando el numero de ensayos que se realizó y posteriormente al oprimir el botón generar deberá ingresar los resultados obtenidos del grado de compactación para cada muestra y así verificar si cumple con los requisitos invias 2022 o si por el contrario no es apto.



- **Mantenimiento y Actualizaciones**

Durante el proceso de creación de la aplicación, todas las correcciones de errores, tareas de mantenimiento y cualquier otro ajuste necesario se llevaron a cabo mediante modificaciones dentro del mismo entorno de desarrollo de Android Studio. Esto se hizo con la consideración de que no existían usuarios externos que pudieran verse afectados por los cambios en curso.

En vista de que nuestra aplicación y proyecto sean aprobados, como equipo de trabajo hemos planificado buscar recursos para llevar a cabo la publicación de la aplicación en la tienda de Android, conocida como "Play Store". Esto permitirá que cualquier usuario pueda descargarla y utilizarla de manera conveniente. Además, esta plataforma nos brindará la posibilidad de recibir comentarios y sugerencias de los usuarios, lo que será invaluable para futuras mejoras.

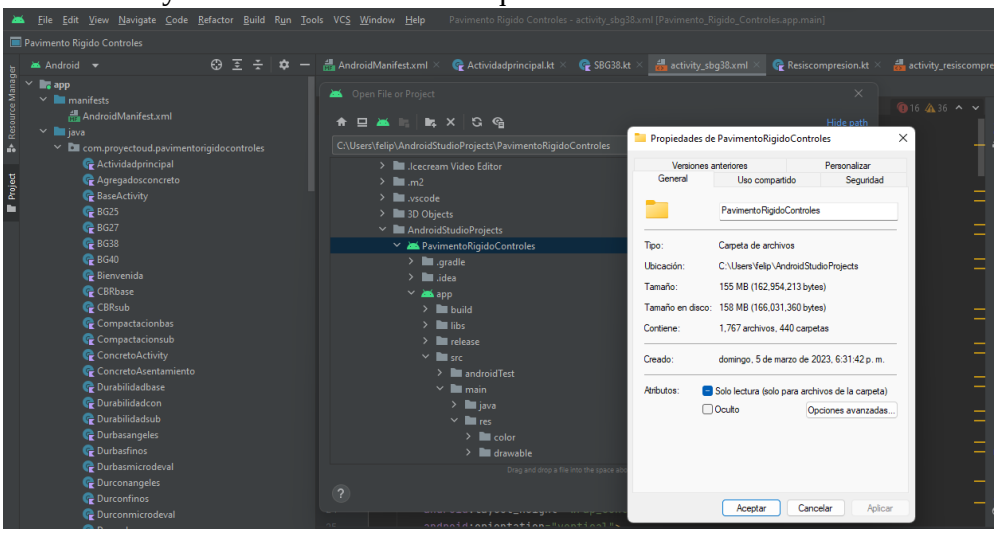
Estamos comprometidos a mantener a los usuarios informados sobre las actualizaciones y mejoras que realicemos en la aplicación. Cada vez que realicemos modificaciones significativas, aumentaremos el número de versión de la aplicación, comenzando desde la versión 1.0. Esto garantizará que los usuarios tengan acceso a la versión más reciente y mejorada de nuestra aplicación en todo momento.

- **Pruebas**

Como equipo, deseamos informar que el proyecto se inició el domingo 5 de marzo de 2023 en el sistema de Luis Felipe Gómez. Esta fecha se seleccionó como punto de partida debido a nuestro interés en emprender un proyecto de grado. Durante este período, estábamos explorando conceptos relacionados con lenguajes de programación, la creación de proyectos, simuladores y otros aspectos clave.

Posteriormente, comenzamos a avanzar en la implementación del proyecto, lo que incluyó la identificación y corrección de errores en el proceso. Con el tiempo, este proyecto se convirtió en la base general sobre la cual desarrollamos nuestra aplicación.

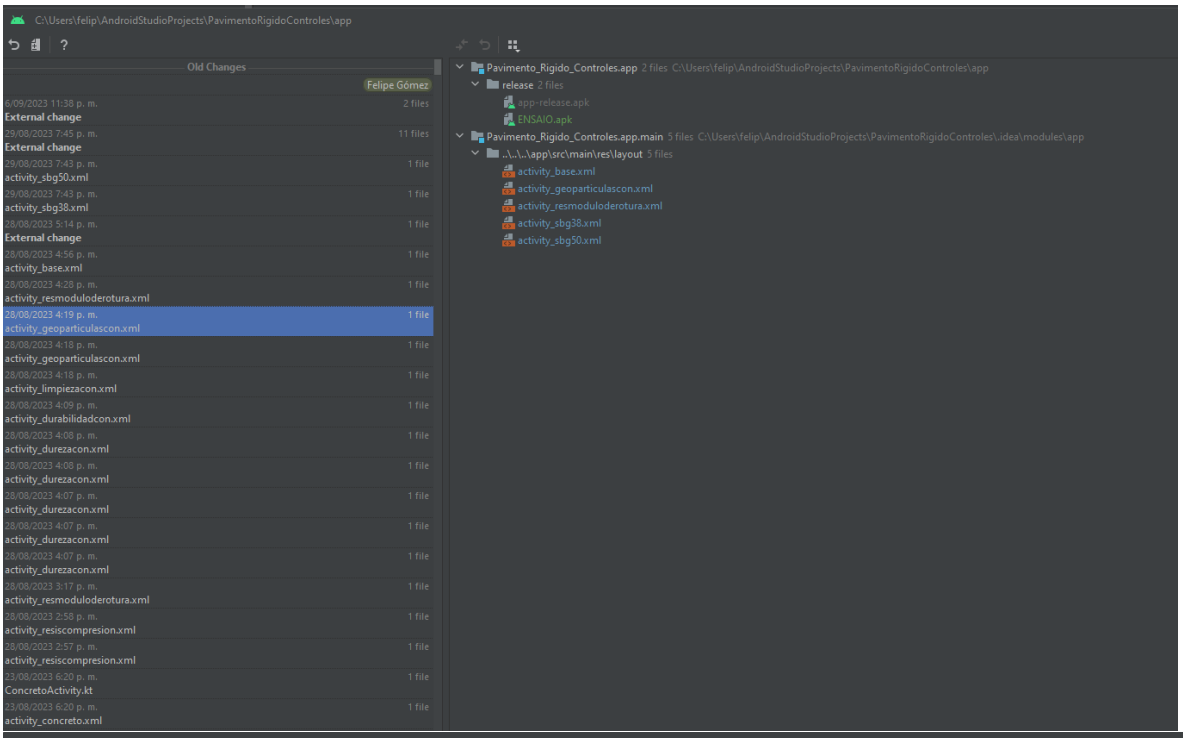
Esta fecha marca el inicio de nuestro viaje en la creación de la aplicación y simboliza el esfuerzo y la dedicación que hemos invertido en su desarrollo.

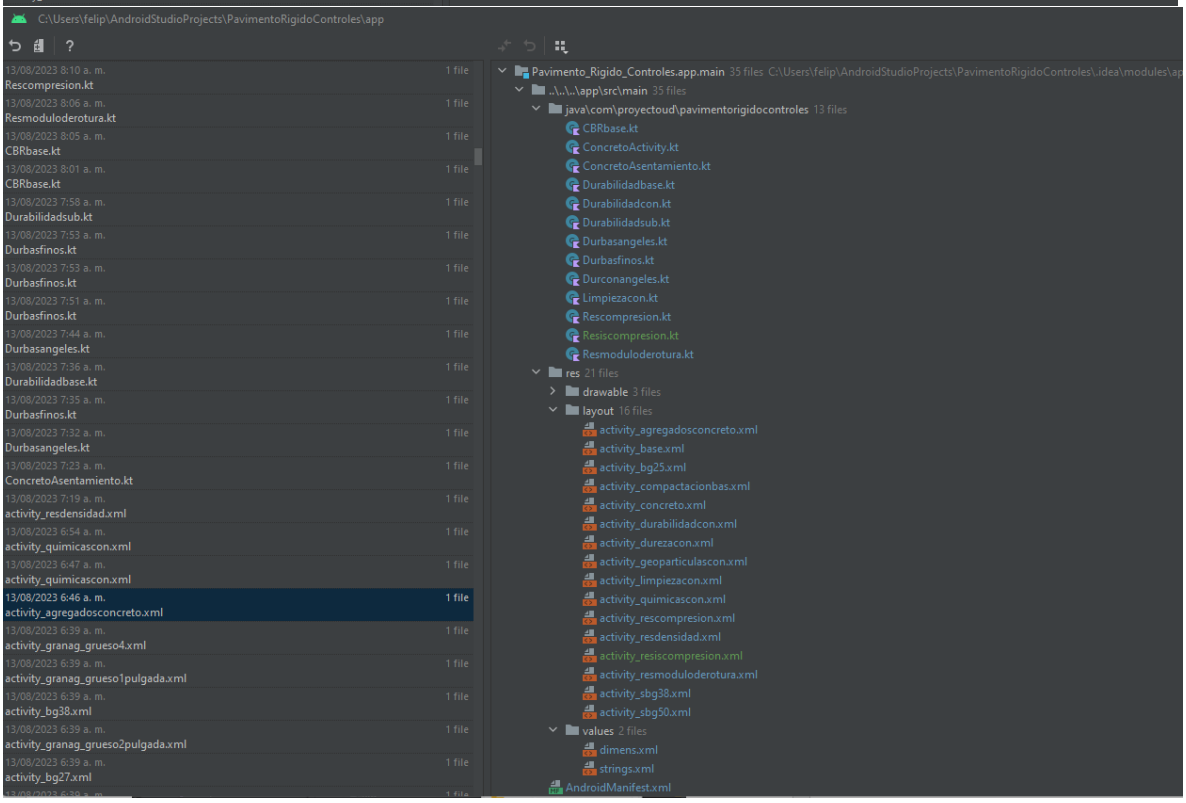


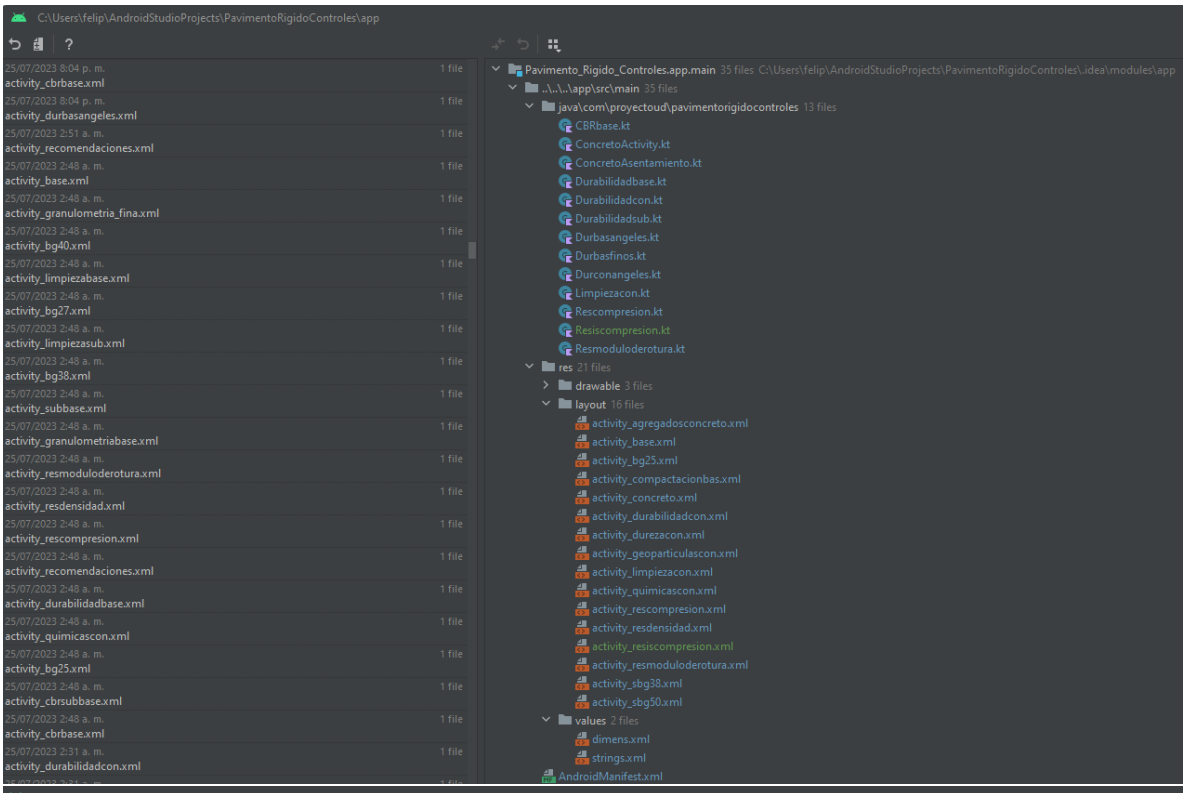
Además, como segunda medida, el sistema nos brinda la capacidad de rastrear cada uno de los procesos realizados desde la creación del proyecto. A continuación, se adjuntarán imágenes del historial que muestran, en la parte izquierda, el lugar de la modificación y su fecha correspondiente. En la parte derecha, se pueden apreciar los procesos y las precisiones relacionadas con las modificaciones de códigos, lo que incluye la identificación de errores.

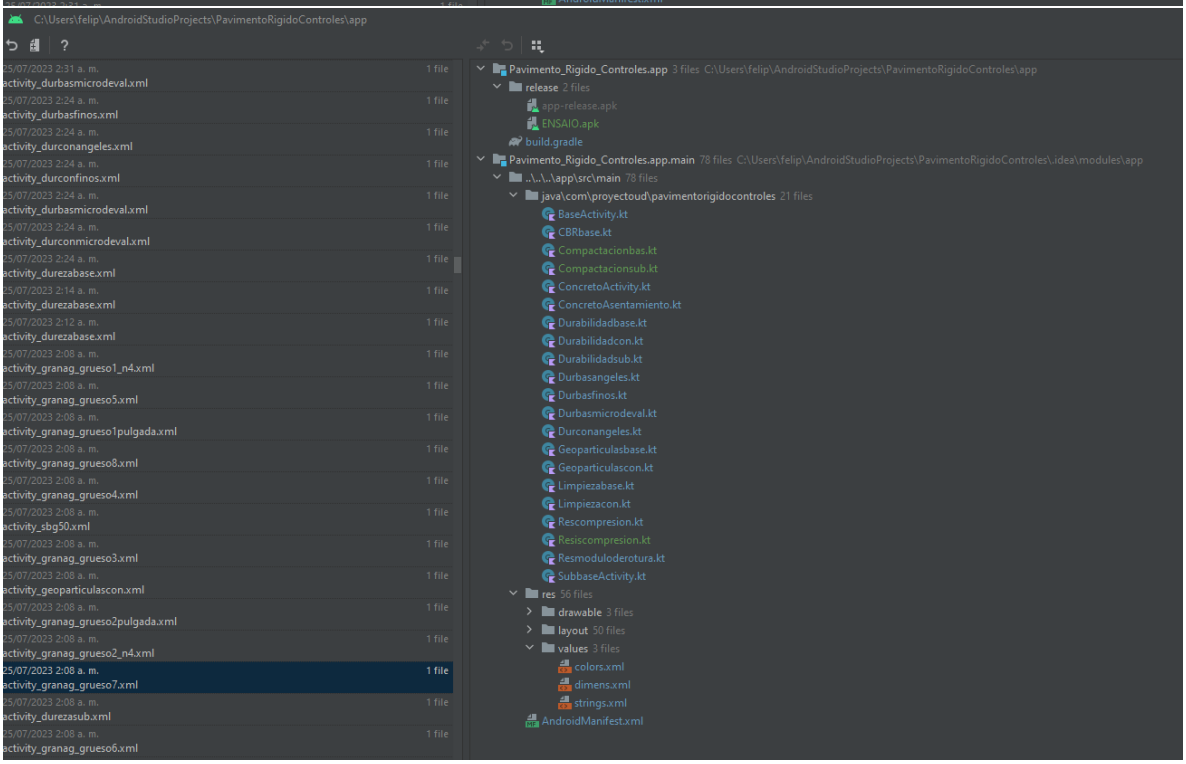
Este historial se encuentra disponible en Android Studio, dentro de la aplicación, en la sección de Local History, que se puede acceder a través de la opción "Show History".

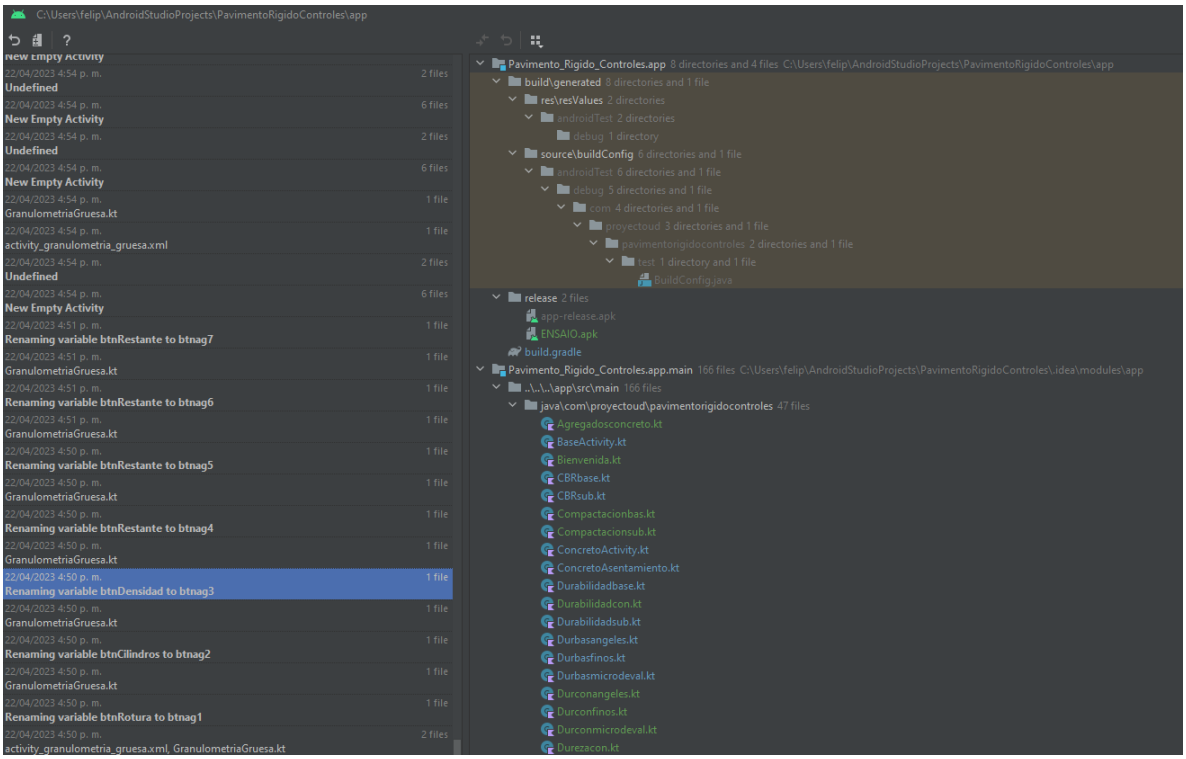
Estas imágenes proporcionan un registro detallado de los cambios y ajustes que se han realizado a lo largo del desarrollo del proyecto, lo que demuestra nuestro compromiso con la integridad y la transparencia en el proceso de desarrollo de la aplicación.


C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
Old Changes
Felipe Gómez
6/09/2023 11:38 p. m. 2 files
External change
29/08/2023 7:45 p. m. 11 files
External change
29/08/2023 7:43 p. m. 1 file
activity_sbg50.xml
29/08/2023 7:43 p. m. 1 file
activity_sbg38.xml
28/08/2023 5:14 p. m. 1 file
External change
28/08/2023 4:56 p. m. 1 file
activity_base.xml
28/08/2023 4:28 p. m. 1 file
activity_resmoduloderotura.xml
28/08/2023 4:19 p. m. 1 file
activity_geoparticulascon.xml
28/08/2023 4:18 p. m. 1 file
activity_geoparticulascon.xml
28/08/2023 4:18 p. m. 1 file
activity_limpiezacon.xml
28/08/2023 4:09 p. m. 1 file
activity_durabilidadcon.xml
28/08/2023 4:08 p. m. 1 file
activity_durezacon.xml
28/08/2023 4:08 p. m. 1 file
activity_durezacon.xml
28/08/2023 4:07 p. m. 1 file
activity_durezacon.xml
28/08/2023 4:07 p. m. 1 file
activity_durezacon.xml
28/08/2023 4:07 p. m. 1 file
activity_durezacon.xml
28/08/2023 3:17 p. m. 1 file
activity_resmoduloderotura.xml
28/08/2023 2:58 p. m. 1 file
activity_resiscompresion.xml
28/08/2023 2:57 p. m. 1 file
activity_resiscompresion.xml
23/08/2023 6:20 p. m. 1 file
ConcretoActivity.kt
23/08/2023 6:20 p. m. 1 file
activity_concreto.xml
Pavimento_Rigido_Controles.app 2 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
release 2 files
app-release.apk
ENSAIO.apk
Pavimento_Rigido_Controles.app.main 5 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\.idea\modules\app
..\..\..\app\src\main\res\layout 5 files
activity_base.xml
activity_geoparticulascon.xml
activity_resmoduloderotura.xml
activity_sbg38.xml
activity_sbg50.xml


C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
13/08/2023 8:10 a. m. 1 file
Rescompresion.kt
13/08/2023 8:06 a. m. 1 file
Resmoduloderotura.kt
13/08/2023 8:05 a. m. 1 file
CBRbase.kt
13/08/2023 8:01 a. m. 1 file
CBRbase.kt
13/08/2023 7:58 a. m. 1 file
Durabilidadsub.kt
13/08/2023 7:53 a. m. 1 file
Durbasfinos.kt
13/08/2023 7:53 a. m. 1 file
Durbasfinos.kt
13/08/2023 7:51 a. m. 1 file
Durbasfinos.kt
13/08/2023 7:44 a. m. 1 file
Durbasangeles.kt
13/08/2023 7:36 a. m. 1 file
Durabilidadbase.kt
13/08/2023 7:35 a. m. 1 file
Durbasfinos.kt
13/08/2023 7:32 a. m. 1 file
Durbasangeles.kt
13/08/2023 7:23 a. m. 1 file
ConcretoAsentamiento.kt
13/08/2023 7:19 a. m. 1 file
activity_resdensidad.xml
13/08/2023 6:54 a. m. 1 file
activity_quimicascon.xml
13/08/2023 6:47 a. m. 1 file
activity_quimicascon.xml
13/08/2023 6:46 a. m. 1 file
activity_agregadosconcreto.xml
13/08/2023 6:39 a. m. 1 file
activity_granag_grueso4.xml
13/08/2023 6:39 a. m. 1 file
activity_granag_grueso1pulgada.xml
13/08/2023 6:39 a. m. 1 file
activity_bg38.xml
13/08/2023 6:39 a. m. 1 file
activity_granag_grueso2pulgada.xml
13/08/2023 6:39 a. m. 1 file
activity_bg27.xml
Pavimento_Rigido_Controles.app.main 35 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\.idea\modules\ap
..\..\..\app\src\main 35 files
java\com\proyectoud\pavimentorigidocontroles 13 files
CBRbase.kt
ConcretoActivity.kt
ConcretoAsentamiento.kt
Durabilidadbase.kt
Durabilidadcon.kt
Durabilidadsub.kt
Durbasangeles.kt
Durbasfinos.kt
Durconangeles.kt
Limpiezacon.kt
Rescompresion.kt
Resiscompresion.kt
Resmoduloderotura.kt
res 21 files
drawable 3 files
layout 16 files
activity_agregadosconcreto.xml
activity_base.xml
activity_bg25.xml
activity_compactacionbas.xml
activity_concreto.xml
activity_durabilidadcon.xml
activity_durezacon.xml
activity_geoparticulascon.xml
activity_limpiezacon.xml
activity_quimicascon.xml
activity_rescompresion.xml
activity_resdensidad.xml
activity_resiscompresion.xml
activity_resmoduloderotura.xml
activity_sbg38.xml
activity_sbg50.xml
values 2 files
dimens.xml
strings.xml
AndroidManifest.xml


C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
25/07/2023 8:04 p. m. 1 file
activity_cbrbase.xml
25/07/2023 8:04 p. m. 1 file
activity_durbasangeles.xml
25/07/2023 2:51 a. m. 1 file
activity_recomendaciones.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_base.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_granulometria_fina.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_bg40.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_limpiezabase.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_bg27.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_limpiezasub.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_bg38.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_subbase.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_granulometriabase.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_resmoduloderotura.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_resdensidad.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_rescompresion.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_recomendaciones.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_durabilidadbase.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_quimicascon.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_bg25.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_cbrsubbase.xml
25/07/2023 2:48 a. m. 1 file
activity_cbrbase.xml
25/07/2023 2:31 a. m. 1 file
activity_durabilidadcon.xml
Pavimento_Rigido_Controles.app.main 35 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\.idea\modules\app
..\..\..\app\src\main 35 files
java\com\proyectoud\pavimentorigidocontroles 13 files
CBRbase.kt
ConcretoActivity.kt
ConcretoAsentamiento.kt
Durabilidadbase.kt
Durabilidadcon.kt
Durabilidadsub.kt
Durbasangeles.kt
Durbasfinos.kt
Durconangeles.kt
Limpiezacon.kt
Rescompresion.kt
Resiscompresion.kt
Resmoduloderotura.kt
res 21 files
drawable 3 files
layout 16 files
activity_agregadosconcreto.xml
activity_base.xml
activity_bg25.xml
activity_compactacionbas.xml
activity_concreto.xml
activity_durabilidadcon.xml
activity_durezacon.xml
activity_geoparticulascon.xml
activity_limpiezacon.xml
activity_quimicascon.xml
activity_rescompresion.xml
activity_resdensidad.xml
activity_resiscompresion.xml
activity_resmoduloderotura.xml
activity_sbg38.xml
activity_sbg50.xml
values 2 files
dimens.xml
strings.xml
AndroidManifest.xml


C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
25/07/2023 2:31 a. m. 1 file
activity_durbasmicrodeval.xml
25/07/2023 2:24 a. m. 1 file
activity_durbasfinos.xml
25/07/2023 2:24 a. m. 1 file
activity_durconangeles.xml
25/07/2023 2:24 a. m. 1 file
activity_durconfinos.xml
25/07/2023 2:24 a. m. 1 file
activity_durbasmicrodeval.xml
25/07/2023 2:24 a. m. 1 file
activity_durconmicrodeval.xml
25/07/2023 2:24 a. m. 1 file
activity_durezabase.xml
25/07/2023 2:14 a. m. 1 file
activity_durezabase.xml
25/07/2023 2:12 a. m. 1 file
activity_durezabase.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso1_n4.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso5.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso1pulgada.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso8.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso4.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_sbg50.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso3.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_geoparticulascon.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso2pulgada.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso2_n4.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso7.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_durezasub.xml
25/07/2023 2:08 a. m. 1 file
activity_granag_grueso6.xml
Pavimento_Rigido_Controles.app 3 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
release 2 files
app-release.apk
ENSAIO.apk
build.gradle
Pavimento_Rigido_Controles.app.main 78 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\.idea\modules\app
..\..\..\app\src\main 78 files
java\com\proyectoud\pavimentorigidocontroles 21 files
BaseActivity.kt
CBRbase.kt
Compactacionbas.kt
Compactacionsub.kt
ConcretoActivity.kt
ConcretoAsentamiento.kt
Durabilidadbase.kt
Durabilidadcon.kt
Durabilidadsub.kt
Durbasangeles.kt
Durbasfinos.kt
Durbasmicrodeval.kt
Durconangeles.kt
Geoparticulasbase.kt
Geoparticulascon.kt
Limpiezabase.kt
Limpiezacon.kt
Rescompresion.kt
Resiscompresion.kt
Resmoduloderotura.kt
SubbaseActivity.kt
res 56 files
drawable 3 files
layout 50 files
values 3 files
colors.xml
dimens.xml
strings.xml
AndroidManifest.xml


C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
New Empty Activity
22/04/2023 4:54 p. m. 2 files
Undefined
22/04/2023 4:54 p. m. 6 files
New Empty Activity
22/04/2023 4:54 p. m. 2 files
Undefined
22/04/2023 4:54 p. m. 6 files
New Empty Activity
22/04/2023 4:54 p. m. 1 file
GranulometriaGruesa.kt
22/04/2023 4:54 p. m. 1 file
activity_granulometria_gruesa.xml
22/04/2023 4:54 p. m. 2 files
Undefined
22/04/2023 4:54 p. m. 6 files
New Empty Activity
22/04/2023 4:51 p. m. 1 file
Renaming variable btnRestante to btnag7
22/04/2023 4:51 p. m. 1 file
GranulometriaGruesa.kt
22/04/2023 4:51 p. m. 1 file
Renaming variable btnRestante to btnag6
22/04/2023 4:51 p. m. 1 file
GranulometriaGruesa.kt
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
Renaming variable btnRestante to btnag5
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
GranulometriaGruesa.kt
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
Renaming variable btnRestante to btnag4
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
GranulometriaGruesa.kt
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
Renaming variable btnDensidad to btnag3
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
GranulometriaGruesa.kt
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
Renaming variable btnCilindros to btnag2
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
GranulometriaGruesa.kt
22/04/2023 4:50 p. m. 1 file
Renaming variable btnRotura to btnag1
22/04/2023 4:50 p. m. 2 files
activity_granulometria_gruesa.xml, GranulometriaGruesa.kt
Pavimento_Rigido_Controles.app 8 directories and 4 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\app
build\generated 8 directories and 1 file
res\resValues 2 directories
androidTest 2 directories
debug 1 directory
source\buildConfig 6 directories and 1 file
androidTest 6 directories and 1 file
debug 5 directories and 1 file
com 4 directories and 1 file
proyectoud 3 directories and 1 file
pavimentorigidocontroles 2 directories and 1 file
test 1 directory and 1 file
BuildConfig.java
release 2 files
app-release.apk
ENSAIO.apk
build.gradle
Pavimento_Rigido_Controles.app.main 166 files C:\Users\felip\AndroidStudioProjects\PavimentoRigidoControles\.idea\modules\app
..\..\..\app\src\main 166 files
java\com\proyectoud\pavimentorigidocontroles 47 files
Agregadosconcreto.kt
BaseActivity.kt
Bienvenida.kt
CBRbase.kt
CBRsub.kt
Compactacionbas.kt
Compactacionsub.kt
ConcretoActivity.kt
ConcretoAsentamiento.kt
Durabilidadbase.kt
Durabilidadcon.kt
Durabilidadsub.kt
Durbasangeles.kt
Durbasfinos.kt
Durbasmicrodeval.kt
Durconangeles.kt
Durconfinos.kt
Durconmicrodeval.kt
Durezacon.kt

6. CONCLUSIONES

- Ensaio está organizada por materiales, como subbase, base y concreto hidráulico. Al hacer clic en cada una de ellas, podrá acceder a los ensayos pertinentes según la normativa INVIAS. Allí se podrá completar los campos con los resultados obtenidos en el laboratorio y recibir una respuesta acorde a la aplicación.
- La herramienta desarrollada está diseñada específicamente para verificar de manera eficiente y oportuna la información obtenida en los ensayos realizados con el fin de evaluar los parámetros en campo.
- Esta aplicación ha sido desarrollada utilizando el lenguaje de programación Kotlin dentro del entorno de Android Studio, con el propósito de asegurar su funcionamiento en dispositivos Android.

7. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta que esta aplicación puede estar sujeta a cambios en el futuro. Estos cambios pueden ser realizados para corregir errores, adaptarla a modificaciones en las especificaciones de INVIAS u otras razones pertinentes. Te recomendamos mantener la aplicación actualizada para aprovechar las últimas mejoras y correcciones
- Esta aplicación ha sido desarrollada para brindar una ayuda en la revisión de ensayos en obra. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no reemplaza de forma exacta la normativa INVIAS 2022. Se recomienda utilizarla como una herramienta complementaria para realizar una revisión más eficiente.
- Evitar llevar a cabo la verificación de ensayos regidos por normativas distintas a INVIAS 2022, dado que esta aplicación se fundamenta exclusivamente en dicha norma y puede garantizar resultados precisos al basarse en otras directrices.

8. BIBLIOGRAFIA

- Glosario Manual Diseño Geométrico Carreteras. (2013, abril 8). Gov.co. https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras.
- OpenWebinars. (2018). ¿Qué es Kotlin? Recuperado el 6 de abril de 2023https://openwebinars.net/blog/que-es-kotlin/
- Plain Concepts. (s.f.). Kotlin para Android: qué es, ventajas y ejemplos. Recuperado el 6 de abril de 2023, de https://www.plainconcepts.com/es/kotlin-android/
- Canchon Molina, A. F., & Ramirez Contreras, C. A. (2015). Desarrollo de software para informes de laboratorio de mecánica de suelos Meclab. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/223.
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2012). Normas y especificaciones 2012 INVIAS.
- https://es.godaddy.com/blog/que-es-una-app-y-para-que-se-utiliza/
- Cárdenas Fierro, E. J., & Lozano Cortes, J. L. (2016). Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales procedentes del río Coello para el control de pavimentos rígidos [Tesis]. Universidad Piloto de Colombia Seccional Alto Magdalena, Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Civil. chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5684/CORRELACION%20ENTRE%20EL%20MODULO%20DE%20ROTURA%20Y%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESION%20DEL%20CONCRETO%20HIDRAULICO.pdf?sequence=1
- Jiménez Gómez, N. (2015). Determinar una ecuación que permita correlacionar el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales procedentes del río Cucuana [Tesis]. Universidad Piloto de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil. chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5856/APA%20DETERMINAR%20UNA%20ECUACION%20QUE%20PERMITA%20CORRELACIONAR%2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moreno Prieto, M. S., & Sanmiguel Montealegre, J. F. (2018). Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales procedentes del río Saldaña para el control de pavimentos rígidos [Tesis]. Universidad Piloto de Colombia, Seccional del Alto Magdalena, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil. Chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5724/CORRELACI%c3%93N%20ENTRE%20EL%20MODULO%20DE%20ROTURA%20Y%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESI%c3%93N%20DEL%20CONCRETO%20HIDR%c3%81ULICO%20CO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tokio School. (2021). Historia de Python: El lenguaje de programación más popular del mundo. Recuperado el 6 de abril de 2023 https://www.tokioschool.com/noticias/historia-python/

9. REFERENCIA DE IMAGENES

- Pavimento Flexible:
  chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/37284/PovedaSierraCamiloAndr%C3%A9s2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pavimento Articulado:
  chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16519/RuedaRinconSergioIvan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Base Granular:
  https://www.cemexcolombia.com/productos/agregados/base-granular
- Concreto Hidráulico:
  chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2222/gu%C3%ADa%20concreto%20hidr%C3%A1ulico.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Partículas Fracturadas:
  chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.da-lab.co/wp-content/uploads/2021/04/INV-227-13.pdf
- Partículas Livianas:
  chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.imcyc.com/revistacyt/pdfs/problemas32.pdf
- Pavimento Rígido:
  https://www.libreriaingeniero.com/2020/06/conceptos-basicos-de-pavimentos.html
- Subbase Granular:
  https://canterasantarita.com/producto/sub-bases-granulares/
- Sulfatos:
  chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a25ea417-95ae-4da6-82ef-32ecc78a374a/content
- Terrones de Arcilla:
  http://www.imcyc.com/revistacyt/pdfs/problemas32.pdf

10. ANEXOS

- Manual de usuario app ENSAIO:
  https://drive.google.com/file/d/1EMovhsNsdDJc8YJukDxBKDhXP0-bMVUq/view?usp=sharing

  Manual de Usario App.pdf

- Aplicación ENSAIO link de descarga:
  https://udistritaleduco-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/lufgomezb_udistrital_edu_co/EhUCEBJfkAJIu6UEjCyhhcQBXB6sd8e3zAPyheSgTLsmUw