



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 18 Noviembre 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva

El suscrito:

Yerlin Alexis Astudillo Ramírez, con C.C. No. 1.075.320.173 de Neiva,

Autor del trabajo de grado titulado “CREACIÓN Y DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID PARA EL CÁLCULO DE MICROPILOTES CON METODOLOGÍAS ANALÍTICAS Y EMPÍRICAS, USANDO EL ENTORNO DE DESARROLLO ANDROID STUDIO CON LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DART” presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de INGENIERO CIVIL;

Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Yerlin Alexis Astudillo Ramírez

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ASTUDILLO RAMÍREZ	YERLIN ALEXIS

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
GIL HERNÁNDEZ	JACKSON ANDRÉS

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERIA CIVIL

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2022

NÚMERO DE PÁGINAS: 195

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas__X_ Fotografías__X_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general__X_ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos_X_ Retratos___ Sin ilustraciones___
Tablas o Cuadros_X_



SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: NO APLICA

MATERIAL ANEXO: TESIS DE PREGRADO TITULADA - CREACIÓN Y DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID PARA EL CÁLCULO DE MICROPILOTES CON METODOLOGÍAS ANALÍTICAS Y EMPÍRICAS, USANDO EL ENTORNO DE DESARROLLO ANDROID STUDIO CON LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DART; EN FORMATO WORD

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Aplicación móvil	Mobile application	6. análisis de datos	data analysis
2. Cimentaciones profundas	Deep foundations	7. _____	_____
3. Micropilotes	Micro piles	8. _____	_____
4. Dart	Dart	9. _____	_____
5. Android Studio	Android Studio	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este trabajo de grado explica la creación y diseño de una aplicación móvil con sistema operativo Android, la cual fue desarrollada con la herramienta Android Studio, haciendo uso del lenguaje de programación Dart. La aplicación desarrollada tiene como nombre comercial DISPI, cuyo propósito es permitir al usuario realizar un análisis de datos, verificar resultados, y diseñar micropilotes, todo en una aplicación gratuita que podrá ser descargada desde la tienda Uptodown y también podrá ser usada tanto por estudiantes, como por profesionales en el área.

Los resultados de la investigación fueron una aplicación Android de fácil acceso que permite el apoyo en el análisis de datos para el diseño de micropilotes junto con su manual de usuario y la presente investigación que enriquece la estructuración de la aplicación móvil.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This degree work explains the creation and design of a mobile application with the Android operating system, which was developed with the Android Studio tool, using the Dart programming language. The developed application will have the trade name DISPI, whose purpose is to allow the user to perform data analysis, verify results and design deep foundations, specifically micro piles, all in a free application that can be downloaded from the Uptodown Store and can also be used by both students and professionals in the area.

The results of the investigation were a free Android application easily accessible that allows a support for the data analysis to design of micro piles including a user's manual and the present investigation for the enrichment of the mobile app structuration.

APROBACION DE LA TESIS

ING. ULPIANO ARGOTE IBARRA:

Firma:

ING. JUAN SEBASTIÁN PERALTA OCAMPO:

Firma:



Creación y diseño de una aplicación móvil Android para el cálculo de micropilotes con metodologías analíticas y empíricas, usando el entorno de desarrollo Android Studio con lenguaje de programación Dart

Yerlin Alexis Astudillo Ramírez

Universidad Surcolombiana de Colombia

Facultad de Ingeniería

Neiva, Colombia

2022

Creación y diseño de una aplicación móvil Android para el cálculo de micropilotes con metodologías analíticas y empíricas, usando el entorno de desarrollo Android Studio con lenguaje de programación Dart

Yerlin Alexis Astudillo Ramírez

Proyecto de grado presentada(o) como requisito parcial para
optar al título de:

Ingeniero Civil

Director (a):

MEng., Ing. Jackson Andrés Gil Hernández

Línea de Investigación:

Ingeniería de Cimentaciones

Universidad Surcolombiana de Colombia

Facultad de Ingeniería

Neiva, Colombia

2022

Dedico este trabajo de grado, al ser máspreciado que Dios y la vida me han podido dar, que es mi abuela materna Beatriz, que ha guiado todos y cada uno de mis pasos, a mi madre Olga Patricia, que nunca ha desamparado a sus hijos y siempre ha brindado su amor de manera incondicional, a mi abuelo materno Luis Alberto, que siempre ha fungido de ejemplo de vida y a mis tíos maternos que de una u otra manera han ayudado a forjar mi carácter.

Agradecimientos

Quiero agradecer principalmente a Dios, por las bendiciones y desgracias que ha colocado en mi camino, mi formación académica y mi vida personal, agradecer a mi abuela, que con su infinita preocupación, sus regaños, sus consejos y sus noches en vela mientras terminaba trabajos a última hora, han permitido culminar esta etapa y disfrutar de un nieto con título de ingeniero, a mi madre, que con esfuerzo, sacrificio y mucha cantaleta me ha logrado sacar adelante, y a toda mi familia materna en general que han sido parte de mi formación académica y como persona.

También quiero ofrecer unos agradecimientos especiales, a aquel profesor que no le importaba poner 0.8 de nota, a un profesor, que más que un profesor, un tutor o un ingeniero, lo considero un amigo, que me ha brindado apoyo, tanto en el ámbito académico como en el ámbito moral, por ello quiero agradecerle, por aportar información, conceptos y soportes para lograr un buen trabajo de investigación, también agradecerle a todos los docentes que han aportado a mi carrera profesional y a mi vida personal, también a mis amigos y demás compañeros de estudio que de una u otra manera han aportado algo para mi vida.

Resumen

Este trabajo de grado explica la creación y diseño de una aplicación móvil con sistema operativo Android, la cual fue desarrollada con la herramienta Android Studio, haciendo uso del lenguaje de programación Dart. La aplicación desarrollada tiene como nombre comercial DISPI, cuyo propósito es permitir al usuario realizar un análisis de datos, verificar resultados, y diseñar micropilotes, todo en una aplicación gratuita que podrá ser descargada desde la tienda Uptodown y también podrá ser usada tanto por estudiantes, como por profesionales en el área.

Los resultados de la investigación fueron una aplicación Android de fácil acceso que permite el apoyo en el análisis de datos para el diseño de micropilotes junto con su manual de usuario y la presente investigación que enriquece la estructuración de la aplicación móvil.

Palabras clave: Aplicación móvil, Cimentaciones profundas, Micropilotes, Dart, Android Studio, análisis de datos.

Abstract

This degree work explains the creation and design of a mobile application with the Android operating system, which was developed with the Android Studio tool, using the Dart programming language. The developed application will have the trade name DISPI, whose purpose is to allow the user to perform data analysis, verify results and design deep foundations, specifically micro piles, all in a free application that can be downloaded from the Uptodown Store and can also be used by both students and professionals in the area.

The results of the investigation were a free Android application easily accessible that allows a support for the data analysis to design of micro piles including a user's manual and the present investigation for the enrichment of the mobile app structuration.

Keywords: Mobile application, Deep foundations, Micro piles, Dart, Android Studio, data analysis.

Contenido

	Pág.
Resumen	VIII
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XV
Lista de Símbolos y abreviaturas	XVI
Capítulo 1	19
1. Introducción	19
1.1 Antecedentes	20
1.2 Justificación	22
1.3 Objetivos	23
1.3.1 Objetivo General	23
1.3.2 Objetivos Específicos	23
1.4 Estructura del documento	23
Capítulo 2	25
2. Marco teórico	25
2.1 Cimentaciones profundas	25
2.2 Micropilotes	27
2.2.1 Tipos de lechada	29
2.2.2 Perforación de micropilotes	30
2.2.3 Barras autoperforantes	31
2.2.4 Broca de perforación	33
2.3 Metodología de diseño de micropilotes propuesta por la Federal Highway Administration	35
2.3.1 Revisión de la información geotécnica del proyecto	36
2.3.2 Diseño de las combinaciones de cargas	37
2.3.3 Evaluación de la capacidad estructural de la zona encamisada	37
2.3.4 Evaluación de la capacidad estructural de la zona sin camisa	38
2.3.5 Evaluación de la capacidad geotécnica del micropilote	38
2.3.6 Evaluación de la conexión a cabezal y broca de perforación	40

2.3.7 Estimación de los asentamientos elásticos del micropilote	42
2.3.8 Detalles del diseño y especificaciones	43
2.3.9 Consideraciones adicionales	44
2.4 Desarrollo de aplicaciones móviles.....	44
2.4.1 Dart	45
2.4.2 Flutter	47
2.4.3 Android Studio	48
Capítulo 3	51
3. Metodología	51
3.1 Desarrollo de la aplicación.....	53
3.2 Diseño de la interfaz gráfica.....	57
3.3 Diagramas de flujo de funcionamiento y modelado aplicativo.....	60
3.4 Aplicación final.....	64
Capítulo 4	65
4. Análisis de resultados	65
4.1 Validación - Cimentación por micropilotes en los estribos de un puente.....	65
4.1.1 Validación diseño estructural	66
4.1.2 Validación diseño geotécnico	67
4.1.3 Validación diseño conexión a cabezal	67
4.1.4 Validación asentamientos	68
4.2 Discusión de las validaciones.....	68
Capítulo 5	71
5. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones	71
5.1 Conclusiones.....	71
5.2 Limitaciones.....	72
5.3 Recomendaciones.....	75
Bibliografía	193

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: Situaciones en que se usan cimentaciones profundas. Modificado de (Vesic, 1977).	26
Figura 2-2: Proceso Constructivo de micropilotes. Tomado de (Sabatini et al., 2005).	28
Figura 2-3: Clasificación de micropilotes por tipo de lechada. Tomado de (Sabatini et al., 2005).	30
Figura 2-4: Barra autoperforante DYWI® Drill. Modificado de (DSI, 2022).	32
Figura 2-5: Perfil platina ETA-12/0603. Modificado de (DSI, 2013).	42
Figura 2-7: Logo de Dart. Tomado de (Dart, 2022).	45
Figura 2-8: Multiplataforma de Dart. Tomado de (Dart, 2022).	45
Figura 2-9: Logo de Flutter. Tomado de (Flutter, 2022).	47
Figura 2-10: Ejemplo Hola mundo en Flutter. Tomado de (Flutter, 2022).	48
Figura 2-11: Pantalla inicio de Android Studio. Tomado de (Android Studio, 2022).	49
Figura 3-1: Metodología empleada para el desarrollo de la aplicación. Autoría Propia.	51
Figura 3-2: Logo de DisPi. Autoría Propia.	52
Figura 3-3: Archivo pubspec.yaml. Autoría Propia.	53
Figura 3-4: Interfaz de Android Studio. Autoría Propia.	54

Figura 3-5: Ejemplo de widget. Autoría Propia.	
56	
Figura 3-6: Splash Screen de la aplicación. Autoría Propia.	
57	
Figura 3-7: Menú principal de la aplicación. Autoría Propia.	
57	
Figura 3-8: Diseño general de la aplicación. Autoría Propia.	
58	
Figura 3-9: Diseño resultados de la aplicación. Autoría Propia.	
58	
Figura 3-10: Diseño general de la aplicación. Autoría Propia.	
59	
Figura 3-11: Diseño general de la aplicación. Autoría Propia.	
60	
Figura 3-12: Diagrama de flujo de la aplicación. Autoría Propia.	
61	
Figura 3-13: Diagrama de casos de uso UML. Autoría Propia.	
62	
Figura 3-18: Aplicación DisPi en la tienda Uptodown. Autoría Propia.	
64	
Ilustración 5. Tipos de lechada (Sabatini et al.)	71
Ilustración 35.Tabla coeficiente a grout to ground (Sabatini et al.)	73
Ilustración 36. Icono Principal	74
Ilustración 37.Página Principal	74
Ilustración 38.Parámetros de entrada	75
Ilustración 39.Entrada Especificación de la barra	76
Ilustración 40.Entrada Tipo de lechada	76
Ilustración 41.Entrada Tipo suelo	77
Ilustración 42.Entrada Coeficiente a ground to grout	77
Ilustración 43.Entrada Factor de seguridad	78
Ilustración 44.Fondo de pantalla ingreso de datos	78
Ilustración 45.Parámetros de cálculo	79
Ilustración 46.Diseño estructural	80
Ilustración 47.Diseño geotécnico	80
Ilustración 48.Diseño conexión a cabezal y broca de perforación	81
Ilustración 49.Chequeo de resultados	82
Ilustración 50.Gráfica de chequeos	82
Ilustración 51.Ocultar área	83
Ilustración 52.Aumentar gráfica	83
Ilustración 53.Mostrar punto gráfica	83

Ilustración 54.Estimación de asentamientos	84
Ilustración 55.Gráfica de asentamientos vs carga	84
Ilustración 56.Detalles de diseño	85
Ilustración 57.Detalles de diseño 2	85
Ilustración 58.Botón reporte	86
Ilustración 59.Reporte en PDF	87
Ilustración 60.Permiso de aplicación	87
Ilustración 61.Funciones	88
Ilustración 62.Manual	89

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1: Propiedades generales de las barras DYWI® Drill. Autoría Propia.	33
Tabla 2-2: Selección de broca DYWI® Drill según el suelo. Autoría Propia.	34
Tabla 2-3: Valores típicos de coeficiente \square <i>grout-to-ground</i> . Modificado de (Sabatini et al., 2005).	39
Tabla 2-4: Librerías usadas en la aplicación. Autoría Propia.	47
Tabla 4-1: Parámetros de entrada de validación. Autoría Propia.	66
Tabla 4-2: Resultados diseño estructural - Cálculos - Validación. Autoría Propia.	66
Tabla 4-3: Resultados diseño geotécnico - Cálculos - Validación. Autoría Propia.	67
Tabla 4-4: Resultados diseño de cabezal - Cálculos - Validación 1. Autoría Propia.	67
Tabla 4-5: Resultados de asentamientos- Cálculos - Validación. Autoría Propia.	68

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI
P_c	Carga a compresión	kN
P_t	Carga a tensión	kN
C_u	Carga última barra	kN
C_y	Carga fluencia barra	kN
F_{yb}	Resistencia a fluencia barra	MPa
F_{ub}	Resistencia a tensión barra	MPa
A_b	Área de la barra	mm ²
L_b	Longitud de la barra	m
L_{up}	Longitud del encamisado	m
$O.D.$	Diámetro externo del encamisado	delmm
t_w	Espesor del encamisado	mm
F_{yc}	Resistencia a fluencia del encamisado	delMPa
A_c	Área del encamisado	mm ²
f'_c	Resistencia a compresión de la lechada	MPa
D	Diámetro de vaciado de la lechada	lamm
A_{gc}	Área de la lechada (encamisado)	lamm ²
A_{guc}	Área de la lechada (sin camisa)	sinmm ²
D_p	Diámetro de perforación	mm
D_b	Diámetro de bisel	mm
a	Longitud platina	mm
A	Área de la platina	mm ²
A_1	Área cargada	mm ²
A_2	Área inferior de la base	mm ²

Símbolo	Término	Unidad SI
$F.S.$	Factor de seguridad	1
P_c (<i>Enc.</i>)	Capacidad estructural compresión Encamisado	kN
P_c (<i>S.C.</i>)	Capacidad estructural compresión sin camisa	kN
P_t (<i>Enc.</i>)	Capacidad estructural tensión Encamisado	kN
P_t (<i>S.C.</i>)	Capacidad estructural tensión sin camisa	kN
P_g	Capacidad geotécnica	kN
E_s	Módulo elástico del acero	MPa
E_g	Módulo elástico de la lechada	MPa
EA_{cased}	Módulo elástico unitario de la zona encamisada	kN
$EA_{uncased}$	Módulo elástico unitario de la zona sin camisa	kN

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI
α_{bond}	Coefficiente <i>grout to ground</i>	kPa
σ_n	Resistencia nominal aplastamiento	alMPa
σ_u	Resistencia al aplastamiento de platina	MPa
ϕ	Factor de resistencia	1
Δt	Asentamiento elástico	m

Abreviaturas

Abreviatura Término

<i>FHWA</i>	Federal Highway Administration
<i>NHI</i>	National Highway Institute
<i>AASHTO</i>	American Association of State Highway and Transportation Officials
<i>DSI</i>	DYWIDAG-Systems International
<i>EN</i>	Europäische Norm
<i>ETA</i>	European Technical Approval
<i>NSR-10</i>	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
<i>SO</i>	Sistema Operativo
<i>SDK</i>	Software development kit
<i>UML</i>	Unified Modeling Language
<i>IDE</i>	Integrated Development Environment

Capítulo 1

1. Introducción

La ingeniería civil, es sin duda alguna, una de las ramas de la ingeniería más importantes y fundamentales para el desarrollo humanidad. Desde tiempos remotos, en la Antigua Roma, se construyeron una serie de imponentes acueductos con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes de Roma, o tiempos más recientes, en Latinoamérica, se construyó el canal de Panamá, el cual se trata de una mega obra, que permite la navegación entre el océano Pacífico y el mar Caribe, por medio de un sistema de esclusas, que tienen como propósito facilitar el comercio entre oriente y occidente. Estas obras, han permitido el desarrollo de la humanidad como civilización y su construcción no hubiera sido posible, sin los fundamentos y principios de la ingeniería civil.

Hoy en día, la ingeniería ha ido evolucionando a la par con la *Revolución Tecnológica*, término que bien lo definió Echeverría Samanes & Martínez Clares (2018), "*Desde inicios del S. XXI asistimos al nacimiento de la cuarta, basada en la revolución digital, caracterizada por la fusión de tecnologías, que está borrando los límites entre las esferas físicas, digitales y biológicas.*". Así bien, la ingeniería poco a poco se ha ido fusionando con la tecnología, para permitir procesos con mayor eficiencia y resultados óptimos para la solución de los retos que presenta en la ingeniería. Herramientas para el diseño de cimentaciones, como AllPile, LPile, Shaft, entre otras; o herramientas para el diseño de estructuras, como SAP2000, Etabs, STAAD Foundation Advanced, entre otras; representan la fusión de la tecnología con la ingeniería, así como lo expresa Echeverría Samanes & Martínez.

Es por lo anterior, que este proyecto busca converger las ideas anteriormente planteadas, la ingeniería de cimentaciones y un poco de programación, para aportar a la comunidad académica, una herramienta que permita facilitar el diseño de micropilotes, optimizar el análisis de datos y brindar opciones de diseño al usuario, todo en una simple aplicación móvil Android de carácter gratuito y de código abierto para la comunidad académica.

1.1 Antecedentes

En la ingeniería se han desarrollado diferentes investigaciones relacionadas con el diseño de micropilotes y con el desarrollo de software, a continuación, se presentan algunas investigaciones relevantes que soportaron este trabajo de grado.

Abd Elaziz (2012) en su tesis de posgrado titulada, PERFORMANCE OF HOLLOW BAR MICROPILES UNDER AXIAL AND LATERAL LOADS IN COHESIVE SOILS, estudió el comportamiento de los micropilotes con barra hueca construidos sobre suelos cohesivos sometidos a carga axial y carga lateral, la investigación emplea la validación de los resultados por medio modelo numérico, que posteriormente fue parametrizado en un modelo calibrado bajo diferentes cargas, los resultados de la investigación demostraron que los micropilotes con barra hueca sobre suelos cohesivos pueden soportar cargas moderadas con el refuerzo adecuado.

Pandey & Mittal (2019) publicaron un artículo titulado, A STUDY ON THE EFFECT OF MICROPILES ON LOAD CAPACITY OF PILE FOUNDATION IN A COHESIONLESS SOIL, en donde realizaron un estudio paramétrico del efecto de los micropilotes en el asentamiento y la mejora de la capacidad de carga en suelos no cohesivos, para ello, emplearon tests que consideraban las variables de estudio y fueron validadas a través de PLAXIS 3D, el estudio evidenció la reducción de los asentamientos y la mejora de capacidad de carga en función del diámetro del micropilote.

Bayesteh et al. (2020) publicaron el artículo titulado, PERFORMANCE OF DRIVEN GROUTED MICROPILES: FULL-SCALE FIELD STUDY, en donde se estudio de manera detallada el desempeño del diseño de un micropilote perforado sobre suelos arenosos y arcillosos en un estudio de campo real, la investigación emplea sus bases teóricas en las estipuladas en la norma FHWA para el diseño de los

micropilotes, los resultados de la investigación validaron las fórmulas propuestas por el FHWA, aunque también, proponen el aumento de unos coeficientes por el resultado de las pruebas en algunas fórmulas para el diseño de micropilotes de la FHWA.

Drbe (2013), en su tesis de posgrado titulada, INVESTIGATION OF HOLLOW BAR MICROPILES IN COHESIVE SOIL, estudió el comportamiento de distintos micropilotes sobre suelos cohesivos, entre ellos uso el sistema de barra hueca de DYWI® Drill, además de que las bases teóricas del diseño de los micropilotes están fundamentadas en la metodología de la FHWA, como resultado de la investigación, generó un modelo numérico y los resultados los comparó con la implementación del software LPILE.

Sierant (2014) publicó un informe titulado, MICROPILE FOUNDATION OF LARGE BRIDGE STRUCTURE ON WEAK GROUND, en donde realizó la investigación de la efectividad del diseño de micropilotes de un puente de luz considerable sobre suelos débiles, en el desarrollo de la investigación, consideraron el diseño por medio de la metodología de la FHWA, y posteriormente fueron ajustados en un modelo numérico en el programa FLAC 3D, los resultados de la investigación dieron como resultado la validación del uso de micropilotes en suelos débiles sometidos a cargas moderadas como lo son las de un puente sencillo.

Viloria Arias (2014) en su tesis de grado, ELABORACION DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES BASADO EN LA NSR10, desarrollo un software por medio del lenguaje Visual Basic, basándose en las bases teóricas de Meyerhof, Terzaghi, Vesic y la NSR-10, el resultado del trabajo de investigación es un software que permite diseñar de manera estructural algunas cimentaciones.

Rico Cortes & Vargas Caycedo (2015) en su tesis de grado de la universidad La Salle de Bogotá, DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES TIPO ZAPATAS, en la cual realizaron una herramienta enfocada en verificar los cálculos de una zapata mediante el uso de JAVA y MySQL, las bases teóricas del trabajo de investigación estuvieron sustentadas por autores como Meyerhof, Hanse y Vesic, al final desarrollaron un software funcional de tipo académico que permite verificar los cálculos de una zapata.

Cifuentes Rueda & Malagon Torres (2018) elaboraron una tesis de grado de la universidad distrital Francisco José de Caldas de Bogotá titulada, SOFTWARE DE APLICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES, en la cual hicieron un software para el diseño de cimentaciones superficiales mediante el uso de Visual Basic Net, la tesis se sustentó en metodologías clásicas para el diseño de cimentaciones, al final de la investigación, presentaron un software con una interfaz gráfica que genera los resultados del diseño de una cimentación.

Cardozo Vanegas (2021) en su tesis de grado de la universidad Surcolombiana de Neiva, DESARROLLO DE UN SOFTWARE COMO HERRAMIENTA DIGITAL PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES TIPO ZAPATAS Y LOSAS DE CIMENTACION, desarrollo una aplicación en JavaScript para equipos de sobremesa para diseñar zapatas y losas de cimentación, y el software desarrollado emplea las bases teóricas propuestas por Meyerhof, Terzaghi y Vesic en su investigación sobre el diseño de cimentaciones superficiales, los resultados del proyecto generaron una aplicación para computadoras y entrega un reporte donde se evidencia el procedimiento del cálculo.

1.2 Justificación

El avance de las tecnologías, los equipos, los métodos, las teorías y las evidencias en la ingeniería de cimentaciones, han influenciado las mismas metodologías de diseño de cimentaciones, que a su vez, han desplazado las propias metodologías empíricas y analíticas, las cuales se realizaban de manera manual, en contraposición a las nuevas metodologías de diseño, que solamente requieren de un manejo de software, el cual se encarga de realizar numerosas y parsimoniosas fórmulas matemáticas, para al final obtener unos resultados directos, que siempre y cuando se empleen modelos constitutivos adecuados y una caracterización de todos los componentes del diseño, se puede obtener un diseño muy acertado.

Es por lo que, reducir los tiempos de diseño, brindar facilidad para parametrizar los cálculos, ofrecer de manera específica el análisis de los resultados y generar consideraciones prácticas para el diseño de micropilotes; serían las razones por la que surge la idea de crear una aplicación móvil Android, que concretamente

cumpla con el objetivo de apoyar al diseño de micropilotes y también apoyar en algunos conceptos en la línea de ingeniería de cimentaciones, aportando el paso a paso de los chequeos en el diseño de micropilotes, como el cálculo de resistencia del micropilote, cálculo de asentamientos elásticos, cálculos de capacidad del micropilote, entre otros chequeos, todo lo anterior usando las metodologías analíticas y empíricas que eventualmente se presentarán en gráficas que el usuario podrá comparar a su criterio.

Todo esto para al final, obtener una app completamente gratuita que pueda servir principalmente como apoyo académico y en menor medida a nivel profesional en el área de ingeniería de cimentaciones.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil Android para el diseño de micropilotes como herramienta de apoyo para el análisis de datos de los estudiantes del programa de Ingeniería Civil.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recolectar la información para el diseño de micropilotes en la aplicación móvil.
- Proyectar una interfaz amigable, interactiva e intuitiva para la aplicación móvil.
- Construir y validar la funcionalidad de la aplicación móvil mediante Unit testing.

1.4 Estructura del documento

El documento se estructura por capítulos, en el capítulo 1, se desarrolla la introducción de la idea central del proyecto de grado, la justificación de esta misma y los objetivos, en el capítulo 2, se explica a mayor detalle todo el marco teórico que engloba la investigación, seguido del capítulo 3, en donde se mencionan los aspectos para el desarrollo de la aplicación móvil, lógica de la programación y diseño de esta misma, entrando en el

capítulo 4, se realiza el análisis datos obtenidos por la aplicación, y por último, el capítulo 5, se concluye con el trabajo de grado, se dan unas recomendaciones para el uso del programa y un posterior desarrollo de un trabajo de investigación con características similares.

Capítulo 2

2. Marco teórico

2.1 Cimentaciones profundas

El objeto de una cimentación es proporcionar el medio para que las cargas de la estructura, concentradas en columnas o en muros, se transmitan al terreno produciendo en este un sistema de esfuerzos que puedan ser resistidos con seguridad sin producir asentamientos, o con asentamientos tolerables, ya sean estos uniformes o diferenciales (Crespo Villalaz, 2004).

El caso más común (para usar cimentaciones profundas) es el que los estratos superiores del suelo son demasiado comprimibles o demasiado débiles para soportar cargas verticales pesadas. En este caso, las cimentaciones profundas transfieren cargas a un estrato competente más profundo y actúan predominantemente como cimientos que soportan las zapatas. En ausencia de un estrato competente dentro de una profundidad razonable, las cargas deben transferirse gradualmente, principalmente a través de la resistencia del suelo a lo largo del eje. Un punto importante a recordar es que las cimentaciones profundas transfieren la carga a través de estratos inadecuados a estratos adecuados (Vesic, 1977).

En su propia obra, Vesic, explica más condiciones o situaciones, para la cual puede ser necesario el uso de cimentaciones profundas (véase Figura 2-1), donde él se refiere como pilotes a las cimentaciones profundas, no obstante, en varias literaturas, el concepto de cimentación profunda es más amplio.

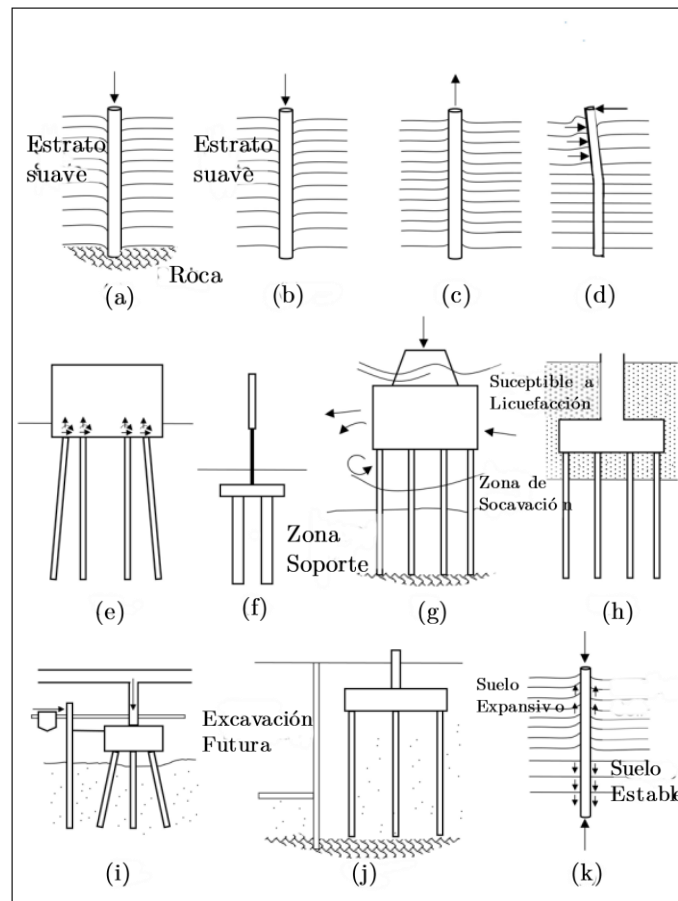


Figura 2-1: Situaciones en que se usan cimentaciones profundas. Modificado de (Vesic, 1977).

Hannigan et al. (2016), definió dentro de las cimentaciones profundas los pilotes hincados, los pilotes perforados y los micropilotes, a los cuales les otorgó las siguientes características:

Los **pilotes hincados** son el sistema de cimentación profunda más utilizado para proyectos de transporte. Los pilotes normalmente se instalan en grupos usando un martillo de conducción de pilotes de impacto. Están disponibles múltiples tipos de pilotes con varias propiedades de sección para resistir casi cualquier demanda de carga. Las longitudes de los pilotes para algunos tipos de pilotes se pueden ajustar y empalmar fácilmente en el campo para adaptarse a las variaciones en las condiciones del subsuelo.

Los **pilotes perforados** se utilizan con frecuencia para proyectos de transporte con una gran demanda de compresión axial o carga lateral. Se instalan perforando mecánicamente o por percusión un agujero a la profundidad requerida y rellenando el agujero con hormigón. A veces, se forma mecánicamente una base o campana agrandada para aumentar el área de soporte de la punta. Se pueden usar lodos de perforación y/o revestimientos temporales cuando los lados del pozo son inestables. El acero de refuerzo se instala como una jaula insertada antes de la colocación del concreto.

Los **micropilotes** se utilizan a menudo para proyectos de transporte en áreas kársticas, así como para apuntalamiento, reacondicionamiento sísmico y proyectos con condiciones de perforación difíciles. Los micropilotes son un elemento de cimentación profunda reforzado, perforado y cementado de diámetro pequeño, menor a 300 mm. Hay muchas herramientas y métodos de instalación diferentes disponibles para construir micropilotes. A menudo se instalan mediante la rotación de una carcasa con un borde cortante en el geo material o mediante métodos de percusión. Los recortes se eliminan con fluido de perforación circulante. Luego se inserta acero de refuerzo y se bombea una lechada de arena y cemento a través de una bomba. También se utilizan técnicas de lechada presurizada en dos etapas. La carcasa se puede retirar parcial o totalmente.

2.2 Micropilotes

Un micropilote es un pilote sin desplazamiento de diámetro pequeño (típicamente menos de 300 mm), perforado y cementado que generalmente está reforzado. Un micropilote se construye mediante la perforación de un pozo, la colocación de refuerzo de acero y la inyección de cemento en el orificio como se ilustra en la Figura 2-2. Los micropilotes pueden soportar cargas axiales relativamente significativas y cargas laterales moderadas, y pueden considerarse un sustituto de los pilotes hincados o pozos perforados convencionales o como un componente en una masa compuesta de suelo/pilotes, según el concepto de diseño empleado (Sabatini et al., 2005).

Los micropilotes se pueden instalar en cualquier ángulo por debajo de la horizontal usando el mismo tipo de equipo que se usa para la

instalación de anclajes al suelo y para proyectos de lechada (Sabatini et al., 2005).

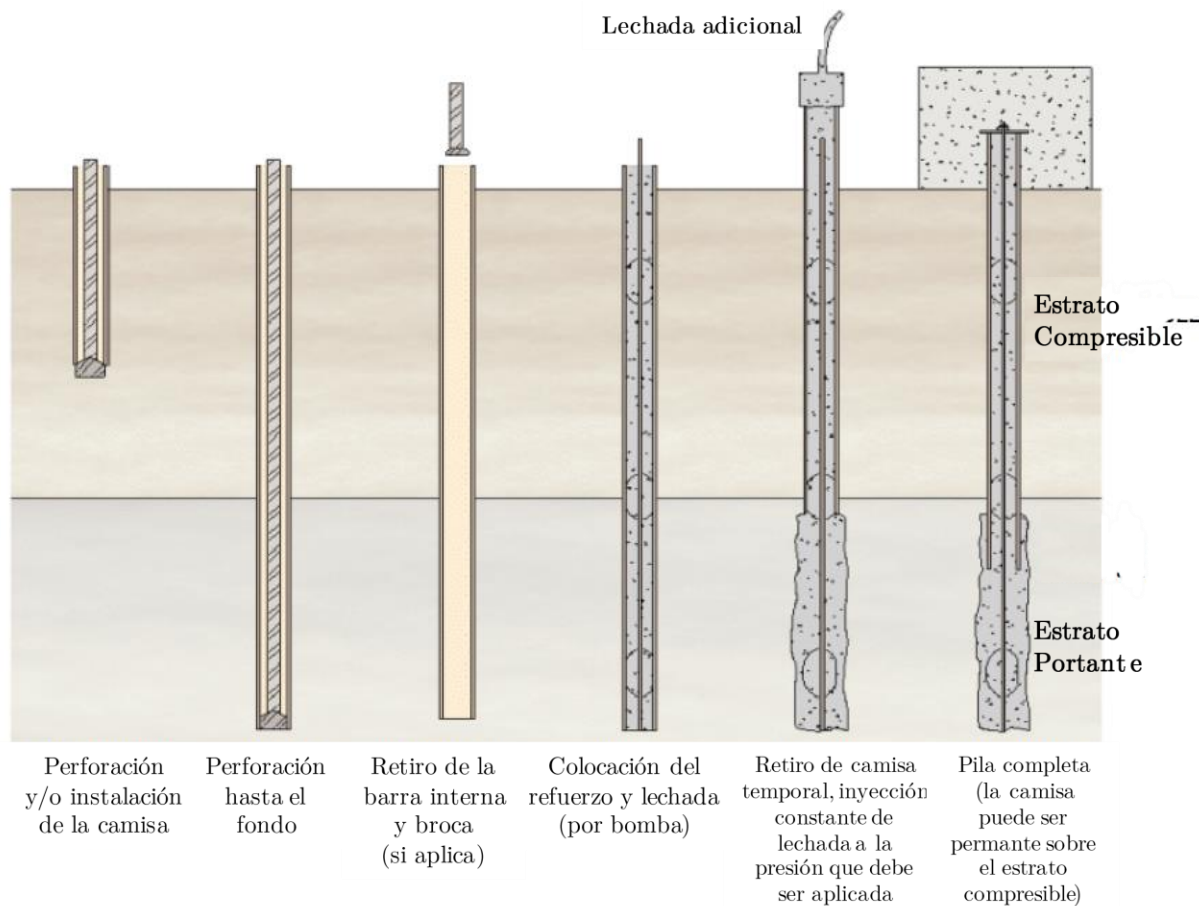


Figura 2-2: Proceso Constructivo de micropilotes. Tomado de (Sabatini et al., 2005).

Los métodos especiales de perforación y lechada utilizados en la instalación de micropilotes permiten altos valores de unión entre la lechada y el suelo a lo largo de la interfaz entre la lechada y el suelo. La lechada transfiere la carga a través de la fricción desde el refuerzo hasta el suelo en la zona de unión del micropilote de manera similar a los anclajes al suelo. Debido al pequeño diámetro del pilote, generalmente se desprecia cualquier contribución de apoyo en los extremos de los micropilotes. La fuerza de unión entre la lechada y el suelo que se logra está influenciada principalmente por el tipo de suelo y el método de inyección utilizado, es decir, inyección a presión o alimentación por gravedad. El papel del método de perforación también es influyente, aunque menos cuantificado (Sabatini et al., 2005).

2.2.1 Tipos de lechada

La lechada o *grout*, que es un mortero fluido de altas resistencias comúnmente entre 28 MPa y 42 MPa, tiene su influencia sobre la transferencia de cargas dependiendo de su método de aplicación, el cual va desde la aplicación por gravedad hasta la aplicación con presión a través de bombas, que, según las literaturas y las tablas, la capacidad entre la lechada y el suelo varía dependiendo del tipo de lechada, por lo que la AASHTO (2010), clasifico los tipos de lechada en:

Tipo A se construyen colocando un mortero de arena y cemento o una lechada de cemento puro en el micropilote bajo un cabezal de gravedad solamente.

Tipo B se construyen mediante la inyección de una lechada de cemento pura bajo presión (por lo general 0.28-1 MPa) en el orificio perforado mientras se retira la tubería de perforación temporal o la barrena.

Tipo C se inyectan como el tipo A, seguidos de 15 a 25 minutos después de la inyección primaria mediante la inyección de lechada adicional bajo presión (generalmente superior a 1 MPa) a través de una tubería de lechada con manguito colocada previamente.

Tipo D se inyectan de forma similar a los del tipo C, pero se permite que la lechada primaria se endurezca antes de inyectar la lechada secundaria bajo presión (por lo general 2-8 MPa) con un empacador para lograr el tratamiento de intervalos de pilotes específicos o horizonte del material.

De manera mejor representada, en la Figura 2-3, se representa de manera gráfica la vista en planta de los micropilotes según su tipo de lechada.

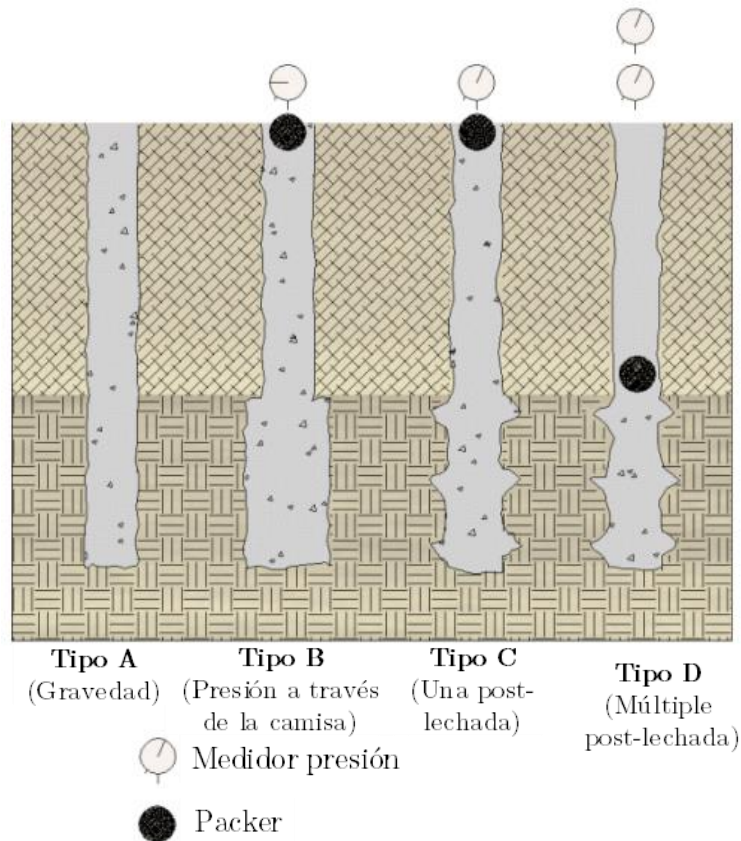


Figura 2-3: Clasificación de micropilotes por tipo de lechada. Tomado de (Sabatini et al., 2005).

2.2.2 Perforación de micropilotes

Los micropilotes a menudo deben perforarse a través de un material débil suprayacente para alcanzar un estrato de soporte más competente. Por lo tanto, la construcción generalmente requiere el uso de técnicas de perforación de sobrecarga para penetrar y sostener suelos y rellenos débiles y no consolidados. Además, a menos que el estrato de apoyo sea un material auto soportado, como una roca o un suelo cohesivo, la perforación puede necesitar soporte temporal en toda su longitud, mediante el uso de una tubería de revestimiento temporal o fluido de perforación adecuado. Si hay material auto soportado en toda la profundidad del micropilote, el pozo de perforación posiblemente se pueda formar mediante técnicas de pozo abierto, es decir, sin la necesidad de un soporte temporal del pozo con una carcasa de perforación o una barrena de vástago hueco (Sabatini et al., 2005).

Sobre los empujes laterales del suelo, no se han tenido en cuenta, debido a que Sabatini et al. (2005), expuso que el uso de micropilotes verticales para soportar cargas laterales es una aplicación relativamente nueva y existen pocos datos para definir el nivel apropiado de fijación para una conexión dada de micropilote-zapata que se asumirá para el diseño análisis, así que por tal motivo, no se han considerado las cargas laterales en este trabajo de grado.

2.2.3 Barras autoperforantes

En el mercado existen bastantes barras autoperforantes con varios sistemas, como lo son de barras sólidas por percusión, barras sólidas autoperforantes o barras huecas autoperforantes, sin embargo, en esta investigación se realizaron los cálculos sobre el sistema de barras huecas DYWI® Drill que es una barra de acero totalmente roscada que se puede perforar y cementar en suelos sueltos o colapsados sin necesidad de revestimiento. La barra cuenta con un centro hueco para perforación y lechada simultáneas y una rosca de cuerda para conexión a herramientas de perforación estándar (DSI, 2022).

Fabricada con tubería de acero de pared gruesa laminada en frío (véase Figura 2-4), la barra hueca DYWI® Drill forma un perfil de rosca de cuerda estándar (R25 - R51, T76 tiene una rosca trapezoidal). El proceso de laminación refina la estructura granular del acero, lo que aumenta el límite elástico y produce una barra de perforación duradera adecuada para una variedad de aplicaciones (DSI, 2022).



Figura 2-4: Barra autoperforante DYWI® Drill. Modificado de (DSI, 2022).

DSI, dentro de su catálogo, a dispuesto las propiedades generales de la serie R32, R38, R51 y T76, las cuales se han copilado en la Tabla 2-1, tabla que resume propiedades geométricas como el diámetro exterior real D , diámetro interior real d , área de la barra A y la longitud de la barra, que se establecen unas longitudes comerciales de 2, 3, 4 y hasta 6 metros, pero esta última propiedad, no se ha considerado por la razón de que el fabricante, ofrece la posibilidad de brindar longitudes especiales bajo pedido o aunque no se requiera, se puede unir o separar las barras para conseguir la longitud deseada. Aparte de estas propiedades, también precisa propiedades mecánicas como la carga a fluencia de la barra C_y , carga última de la barra C_u , resistencia a fluencia de la barra F_y , resistencia a tensión de la barra F_u ; propiedades que el fabricante asegura unos cumplimientos con varias normativas europeas, como lo son, EN 14199, EN 1461, EN 15773, EN 13438 y una homologación ETA en proceso de aprobación.

PROPIEDADES	Pos .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Unidad	R32-210	R32-250	R32-280	R32-320	R32-360	R32-400	R38-420	R38-500	R38-550	R51-550	R51-660	R51-800	T76-1200	T76-1600	T76-1900
Díámetro	mm	31. 1	31. 1	31. 1	31. 1	31. 1	31. 1	37. 8	37. 8	37. 8	49. 8	49. 8	49. 8	75. 4	75. 4	75. 4
Díámetro	mm	21	20	18. 5	16. 5	15	12. 5	21. 5	19	17	34. 5	33	29			
Área	mm ²	340	370	410	470	510	560	660	750	800	890	970	115 0	161 0	199 0	236 0
Carga	kN	160	190	220	250	280	330	350	400	450	450	540	640	100 0	120 0	150 0
Carga	kN	210	250	280	320	360	400	420	500	550	550	660	800	120 0	160 0	190 0
Resisten	MPa	470	510	540	530	550	590	530	530	560	510	560	560	625	600	640
Resisten	MPa	620	680	680	680	710	710	640	670	690	620	680	700	750	800	810

Tabla 2-1: Propiedades generales de las barras DYWI® Drill. Autoría Propia.

2.2.4 Broca de perforación

El fabricante de las barras autoperforantes DYWI® Drill, tiene a la disposición de los usuarios una variedad amplia de brocas, según la necesidad del terreno, donde destaca dos líneas principales, que son la *broca endurecida* y la *broca con refuerzos de widia*, las brocas endurecidas son de uso estándar, pero las brocas con refuerzo de widia, son usadas cuando el terreno sobre el que se

trabaja hay presencia de rocas de gran tamaño o el suelo ofrece una resistencia mayor a la esperada.

El fabricante DSI, nombra las brocas de la siguiente manera, broca endurecida en cruz CD-D-HD, Broca endurecida en cruz de dos etapas TSB-D-R, Broca endurecida en forma de arco AR-D-HD, Broca endurecida plana con botones AB ó BB-D-HD, las siguientes brocas se seleccionan dependiendo del caso que se presente, información recopilada en la Tabla 2-2.

DESCRIPCION DEL SUELO	TIPO DE BROCA
Limo y arcillas (un poco de arena) (blandas, plasticidad media)	CD-D-HD
Limo y arcillas (un poco de arena) (duras, densas a muy densas)	CD-D-HD
Arenas (un poco de limo) (finas, sueltas- medio densas)	TSB-D-R
Arenas (un poco de limo, gravas) (Gruesa-fina, medio-muy densas)	TSB-D-R
Gravas (un poco de arenas) (medio-muy densas)	AR-D-HD
Depósitos glaciales (limos, arenas, gravas) (medio-muy densas, cementadas)	AR-D-HD
Lutitas blandas (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	AR-D-HD
Pizarras y lutitas duras (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	BB-D-HD
Calizas (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	BB-D-HD
Areniscas (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	AB-D-HD
Granito y basalto (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	AB-D-HD

Tabla 2-2: Selección de broca DYWI® Drill según el suelo. (Modificado de DYWI, 2013).

2.3 Metodología de diseño de micropilotes propuesta por la Federal Highway Administration

En Colombia, el reglamento NSR-10, al igual que la norma sobre la cual se referencia, la ACI-318, especifica unos chequeos o unas condiciones que deben cumplirse para el diseño de estructuras, sin embargo, el reglamento NSR-10 es corto en referencia con el diseño de micropilotes, sin embargo, la ACI-318, en su versión actualizada del 2017, basa su propia metodología de diseño en la norma estadounidense de la Federal Highway Administration (FHWA), FHWA NHI-05-039 *Micropile Design and Construction (Reference Manual for NHI Course 132078)*, y además de que muchas investigaciones respaldan la propia metodología empleada por la FHWA, por lo tanto, en este trabajo de grado se tomó como referencia la norma de la FHWA.

La misma norma, especifica que el diseño de los micropilotes, a pesar de tener similitudes con los pilotes perforados en su construcción, difieren a la hora de diseñarse, puesto que su diseño va a estar gobernado por su capacidad geotécnica, de una manera mejor lo expresan Sabatini et al. (2005), la filosofía básica del diseño de micropilotes difiere poco de la de un pilote perforado. El sistema debe ser capaz de soportar las condiciones de carga anticipadas con los componentes de micropilotes operando a niveles de tensión seguros y con los desplazamientos resultantes dentro de los límites tolerables (o permisibles). Para pilotes perforados convencionales, donde el área de la sección transversal grande da como resultado una alta capacidad estructural y rigidez, el diseño normalmente se rige por la capacidad de carga geotécnica, es decir, la resistencia lateral y de la base. Debido a que los micropilotes tienen un área de sección transversal relativamente pequeña, el diseño generalmente está controlado por consideraciones estructurales. Además, las altas capacidades de lechada al suelo que se pueden desarrollar utilizando técnicas de inyección a presión generalmente darán como resultado altas capacidades de carga geotécnica.

Sabatini et al., autores de la norma FHWA, proponen 12 pasos de diseño de micropilotes, no obstante, en este trabajo de grado se han agrupado en 9 pasos que siguen la misma metodología.

2.3.1 Revisión de la información geotécnica del proyecto

La mayoría de las cimentaciones profundas, son algo más costosas y complicadas de ejecutar en ciertas condiciones en contraposición con las cimentaciones superficiales, es por tal motivo, que primero se debe descartar la idea del uso de cimentaciones superficiales sobre las cimentaciones profundas, descartando primero las superficiales, se tiene que comparar directamente, el uso de pilotes hincados y pilotes barrenados con los micropilotes, y finalmente elegir la opción que cumpla con el diseño según el tema económico y el terreno sobre el que se ejecutará.

Con relación a la información geotécnica, según Sabatini et al. (2005), se debe conocer:

- Geología local y regional de la zona.
- Antecedentes de la zona, que pueden incluir zonas mineras, zonas de excavaciones, problemas las construcciones previas o zonas contaminadas.
- Registros de las perforaciones del suelo que incluyen la descripción y clasificación de los estratos del suelo encontrado, pesos unitarios, contenido de humedad, pruebas de penetración estándar (SPT) o de la prueba del penetrómetro (CPT) y descripción de las condiciones del agua subterránea.
- Si hay presencia de rocas, se debe tener el registro de la clasificación de las rocas, rango de penetración, nivel de meteorización y fractura.
- Resultados de los ensayos de laboratorio de los límites de Atterberg y granulometría.
- Estimación de los parámetros de fuerza cortante y compresibilidad del suelo.
- Perfil del suelo a lo largo de la alineación de la estructura desarrollada a partir del suelo información que presenta el tipo de suelo, los niveles de agua subterránea y los valores de SPT como mínimo.
- Consideraciones del proyecto, que incluyen suelos con problemas de licuefacción, suelos expansivos o dispersivos, vacíos en el suelo, entre otros.

2.3.2 Diseño de las combinaciones de cargas

Bajo cualquier enfoque de diseño, se sumarán varias cargas individuales para desarrollar una serie de combinaciones de carga que se verificarán como parte del diseño. Las cargas requeridas para considerar en el diseño (por ejemplo, carga máxima de compresión, carga máxima de tensión y momentos máximos de vuelco transversal y longitudinal) generalmente las proporcionará el ingeniero estructural como parte de un paquete de criterios de diseño. Otros casos de carga que se pueden considerar incluyen cargas laterales, cargas sísmicas y cargas debidas a arrastre descendente. Normalmente en las combinaciones se hará referencia a la especificación estándar de AASHTO para puentes de carreteras (cuando se utiliza el diseño de tensión admisible (ASD) o el diseño de factor de carga (LFD)) o a las especificaciones de diseño de puentes de AASHTO LRFD (cuando se utiliza el diseño de factor de carga y resistencia) para cargas, combinaciones de carga y terminología de carga (Sabatini et al., 2005).

2.3.3 Evaluación de la capacidad estructural de la zona encamisada

Se debe de evaluar si la carga a compresión que tendrá la barra será soportada por la carga a compresión calculada, eso se hace calculando la capacidad del micropilote a compresión en la zona encamisada (Ecuación 2.1), la capacidad calculada debe ser mayor a la carga a compresión que soportará el micropilote (Sabatini et al., 2005).

$$P_C(Enc.) = [0.4f'_c * A_{gc} + 0.47F_{yc}(A_b + A_c)]$$

(2.1)

También se debe de evaluar si la carga a tensión que tendrá la barra será soportada por la carga a tensión calculada, eso se hace calculando la capacidad del micropilote a tensión en la zona encamisada (Ecuación 2.2), la capacidad calculada debe ser mayor a la carga a tensión que soportará el micropilote (Sabatini et al., 2005),

$$P_t(Enc.) = 0.55F_{yc}(A_b + A_c)$$

(2.2)

2.3.4 Evaluación de la capacidad estructural de la zona sin camisa

Al igual que en la zona encamisada, se debe de evaluar si la carga a compresión que tendrá la barra será soportada por la carga a compresión calculada, eso se hace calculando la capacidad del micropilote a compresión en la zona encamisada (Ecuación 2.3), la capacidad calculada debe ser mayor a la carga a compresión que soportará el micropilote (Sabatini et al., 2005),

$$P_C(S.C.) = (0.4f'_c * A_{guc} + 0.47F_{yc} * A_b) \quad (2.3)$$

De manera similar, se debe de evaluar si la carga a tensión que tendrá la barra será soportada por la carga a tensión calculada, eso se hace calculando la capacidad del micropilote a tensión en la zona encamisada (Ecuación 2.4), la capacidad calculada debe ser mayor a la carga a tensión que soportará el micropilote (Sabatini et al., 2005),

$$P_t(S.C.) = 0.55F_{yc} * A_b \quad (2.4)$$

2.3.5 Evaluación de la capacidad geotécnica del micropilote

La zona de influencia geotécnica del micropilote, será la zona donde las cargas máximas de compresión y tensión aplicadas en la parte superior del micropilote deben resistirse a través de la unión de lechada al suelo (*grout to ground*) en una longitud específica del micropilote. A esta longitud, también se conoce como la zona de enlace o longitud de enlace. Esta longitud se puede formar en la mayoría de los estratos de suelo y roca, con las principales diferencias en la resistencia de unión de la lechada al suelo que se puede desarrollar en un tipo de suelo determinado. El objetivo del diseño es evaluar la longitud de esta zona de unión requerida para resistir las cargas de tensión y compresión aplicadas con un factor de seguridad prescrito por unos parámetros (Sabatini et al., 2005).

Para el cálculo de la longitud de influencia, se debe organizar la Ecuación 2.5, que se emplea para calcular la capacidad geotécnica del micropilote, sin embargo, se reemplaza para obtener una Ecuación 2.6, que hallaría la longitud mínima para que el micropilote

resista las cargas a compresión o tensión máximas a las que sea sometido según el avalúo de cargas (Sabatini et al., 2005).

$$P_g = \frac{\alpha_{bond}}{F.S.} * \pi * D_b * L_b \quad (2.5)$$

$$L_b = \frac{(P_c \text{ ó } P_t) * F.S.}{\alpha_{bond} * \pi * D_b} \quad (2.6)$$

Para la selección del coeficiente α *grout-to-ground*, se debe de seleccionar un valor, según la Tabla 2-3.

DESCRIPCIÓN SUELO	RESISTENCIA ULTIMA LECHADA EN PISO KPA			
	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D
Limo y arcillas (un poco de arena) (blandas, plasticidad media)	35-70	35-95	50-120	50-145
Limo y arcillas (un poco de arena) (duras, densas a muy densas)	50-120	70-190	95-190	95-190
Arenas (un poco de limo) (finas, sueltas- medio densas)	70-145	70-190	95-190	95-240
Arenas (un poco de limo, gravas) (Gruesa-fina, medio-muy densas)	95-215	120-360	145-360	145-385
Gravas (un poco de arenas) (medio-muy densas)	95-265	120-360	145-360	145-385
Depósitos glaciales (limos, arenas, gravas) (medio-muy densas, cementadas)	95-190	95-310	120-310	120-335
Lutitas blandas (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	205-550	NA	NA	NA
Pizarras y lutitas duras (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	515-1380	NA	NA	NA
Calizas (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	1035-2070	NA	NA	NA
Areniscas (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	520-1725	NA	NA	NA
Granito y basalto (fresca-moderada fracturación, poca o ninguna meteorización)	1380-4200	NA	NA	NA

Tabla 2-3: Valores típicos de coeficiente α *grout-to-ground*. Modificado de (Sabatini et al., 2005).

Sabatini et al., recomienda que este valor, se seleccione según un promedio de los dos valores dados, y en caso de tener materiales granulares sueltos o materiales cohesivos con tendencias de plasticidad media a alta, seleccionar un valor menor, es decir que

el suelo resistirá menos, pero la propuesta del autor de este trabajo de grado, es considerar 3 intervalos que comprenden, el valor mínimo, el valor intermedio y el valor máximo del rango a usar por la Tabla 2-3, estos intervalos pueden ser seleccionados a criterio del diseñador, con base a la certeza de la identificación del suelo por parte del estudio de suelos.

El factor de seguridad, se discute ampliamente por el autor, inclusive en las literaturas que se han tenido en cuenta en el desarrollo del trabajo, pero para acotar los valores de una manera general, se puede definir con base a una certeza de las características del suelo, en cuestiones prácticas, se recomienda hacer uso de un factor de seguridad 2.0, en caso de desconfiar del estudio de suelos, poseer suelos potencialmente licuables, suelos expansivos o suelos con rocas débiles, se puede usar 2.5 y en condiciones totalmente extremas o lo anterior confirmado, se puede usar un factor de seguridad 3.0.

Por último, se debe de evaluar si la carga máxima a compresión o tensión que tendrá la barra (por lo general es compresión), será soportada por la capacidad geotécnica calculada, eso se hace recalculando la capacidad geotécnica del micropilote con la Ecuación 2.5, de la longitud mínima obtenida, al final, la capacidad calculada debe ser mayor a la carga máxima que soportará el micropilote.

2.3.6 Evaluación de la conexión a cabezal y broca de perforación

Sobre la conexión a cabezal, que es la platina que iría sobre el inicio de la camisa y la punta de la barra apretada por una tuerca (véase Figura 2-4), el fabricante DSI, propone unas medidas estándar de la platina que cumplen con las normas europeas suscritas en dicha homologación ETA (2013), que van de acuerdo al diámetro de perforación de las platinas según la barra que se ha diseñado.

Pero Sabatini et al., expresa que estas platinas transfieren la carga del pilote desde la camisa hasta la lechada sin contracción. Debe utilizarse un espacio adecuado entre la platina para evitar la combinación de esfuerzos de apoyo en el concreto y la lechada. La capacidad total de la conexión está controlada por la suma de la resistencia portante de la platina, la capacidad de

transferencia de carga a través de la interfaz entre la lechada sin contracción y el concreto existente, y la capacidad de corte del concreto existente (2005), por ello, se propone considerar que la platina se comporta como una pequeña zapata que se puede diseñar bajo los literales del reglamento NSR-10, sin desconocer los estándares mínimos de la ETA-12/0603.

Para el diseño de la platina, se ha modificado el diseño de zapatas propuesto por el ingeniero Luis Garza, en su libro *Diseño de estructuras de cimentación de acuerdo a NSR-10*, donde considera los siguientes pasos:

- Obtener la carga de servicio
- Evaluar punzonamiento
- Evaluar corte unidireccional
- Evaluar momento para acero de refuerzo
- Evaluar aplastamiento

Con estos procedimientos, se garantiza el diseño de una zapata concéntrica sometida solo a carga axial (Garza Vázquez, 2010), que sería una analogía de diseño para la platina tomada en este trabajo de grado.

Acomodando el diseño a la platina, se tendría lo siguiente, para la carga de servicio, se asumirá la carga a compresión que soportará el micropilote; evaluar por punzonamiento no aplicaría, puesto que la platina al estar en contacto pleno con el concreto, evita que se generen cargas bidireccionales que puedan fallar piramidalmente como si lo serían en columnas sobre zapatas; evaluar el corte unidireccional y el momento para acero de refuerzo, de ninguna manera aplicaría, porque la platina no se comportaría como viga por sus propiedades mecánicas y sus interacciones estáticas con el medio, ni se evaluaría unos momentos para acero de refuerzo porque la propia platina actuaría como refuerzo; así que restaría evaluar por aplastamiento, (véase Figura 2-5) donde se debe considerar la presión a compresión que trasmite la platina, desde el área cargada A_1 , que estará en contacto con el concreto en su cara superior, hasta el área de la base inferior A_2 , por lo tanto se calcula la resistencia nominal al aplastamiento dada la Ecuación 2.7, con base en el literal C.10.14.1 del reglamento NSR-10 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017).

$$\sigma_n = \phi(0.85f'_c\sqrt{A_2/A_1}) \quad (2.7)$$

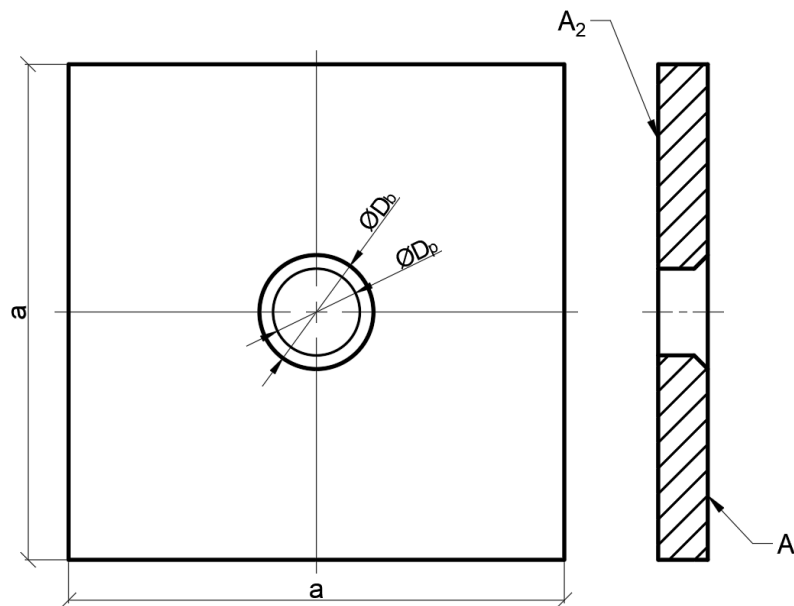


Figura 2-5: Perfil platina ETA-12/0603. Modificado de (DSI, 2013).

Igual que las anteriores evaluaciones, debe revisarse que la capacidad de aplastamiento de la platina sea suficiente para soportar el aplastamiento calculado de la platina, eso se hace calculando el aplastamiento de la platina con la Ecuación 2.8, el valor calculado no debe ser mayor a la capacidad de aplastamiento de la platina.

$$\sigma_u = \phi\left(\frac{P}{A_1}\right) \quad (2.8)$$

Con referencia a la selección de la broca de perforación, se elegirá la broca, que mejor cumpla las condiciones explicadas en la Tabla 2-2, siempre con base al estudio de suelos y las propias bases teóricas que se explican en el literal 2.2.4 de este trabajo de grado.

2.3.7 Estimación de los asentamientos elásticos del micropilote

Para el cálculo de los asentamientos, se parte de la premisa de que los asentamientos resultan muy difíciles de calcular, siendo el mejor método la realización de pruebas de carga. Sin embargo,

éstas son muy costosas por lo que en obras normales hay que utilizar las estimaciones. Como todo elemento cargado los pilotes sufren una deformación elástica representada en la Ecuación 2.9 (Rodríguez Ortiz et al., 1995).

$$\Delta_{elastic} = \frac{PL}{EA}$$

(2.9)

En donde P es la carga de diseño aplicada en la superficie del suelo en kN (que por lo general es la carga a compresión), L es la longitud del micropilote en m, A es el área de la sección en m² y E es el módulo elástico de la sección en kPa. Se debe tener en cuenta, que la rigidez del micropilote cambia a largo de su longitud y debido a que la carga axial se transfiere al suelo, el desplazamiento elástico puede calcularse como la suma de los desplazamientos elásticos de los segmentos de micropilotes, los cuales se considerarían como la zona encamisada y la zona sin camisa (Sabatini et al., 2005).

Se determina calcular los módulos elásticos unitarios (valor de rigidez definido por Sabatini et al.), de las zonas del micropilote, en donde calculando el valor del módulo unitario de la zona encamisada, estaría definido por la Ecuación 2.10, y el cálculo del módulo unitario de la zona sin camisa sería por medio de la Ecuación 2.11.

$$EA_{cased} = A_{gc} * E_g + (A_b + A_c) * E_s$$

(2.10)

$$EA_{uncased} = A_{guc} * E_g + A_b * E_s$$

(2.11)

Los asentamientos totales, sería la suma de las dos zonas, empleando la Ecuación 2.9, sin embargo, el reglamento NSR-10, establece que el límite de los asentamientos totales permitidos este recomendado en deformaciones no mayores a 0.30 m (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017).

2.3.8 Detalles del diseño y especificaciones

Cuando se ha finalizado el diseño, se preparan dibujos y especificaciones y se deben definir los procedimientos que se utilizarán para verificar la capacidad de los micropilotes (por ejemplo, pruebas de carga). En el momento de la oferta, todos los procedimientos de control de calidad que se utilizarán para el

proyecto también deben definirse e incluirse en las especificaciones (Sabatini et al., 2005).

2.3.9 Consideraciones adicionales

Dentro de las consideraciones adicionales que trata Sabatini et al., ahonda bastante en la protección a la corrosión de los componentes metálicos del micropilote y expone que se debe de garantizar una protección ante la corrosión, en donde propone diferentes sistemas para proteger al acero de estos agentes corrosivos, como lo son, recubrimiento epóxico, recubrimiento galvanizado, encapsulación de PVC y recubrimiento en lechada (2005, pp. 5.47-48).

En caso de que el estudio de suelos, sugiera un suelo potencialmente corrosivo, se debe de tener en cuenta una pérdida de sección, que incluye un análisis más a detalle, dependiendo de las características propias del suelo, es por esa razón, que en este trabajo de grado, solamente se ha considerado el caso donde no existen suelos potencialmente corrosivos, motivo por el que, si un diseño se hará sobre suelos potencialmente corrosivos, es necesario efectuar un análisis detallado teniendo en cuenta los parámetros dados por la publicación FHWA-NHI-05-042.

2.4 Desarrollo de aplicaciones móviles

Para el desarrollo del aplicativo móvil, se ha empleado el SDK Flutter que está basado en el lenguaje de programación Dart, lenguaje desarrollado e impulsado por Google, para el desarrollo múltiple en plataformas (*cross-platform*) Android, iOS o web. En la selección de la plataforma de desarrollo, se ha optado por desarrollarse en dispositivos Android por la alta presencia de estos dispositivos en el mercado, las facilidades para instalar aplicaciones de terceros o desarrolladores independientes y las flexibilidades que ofrece el sistema operativo en comparación con el de Apple (*iOS*).

Se determina importante para el desarrollo de este trabajo de grado, precisar unos conceptos para tener claridad al explicar el desarrollo de la aplicación móvil.

2.4.1 Dart

Dart (véase Figura 2-8) lo desarrolló Google y lo lanzó al público en el 2011 buscando hacerle competencia a JavaScript, sin embargo, Google, lo autodenomino como *client-optimized language*, que propiamente el usuario Prerana Nawar (2020), lo interpreto como un lenguaje de programación optimizado para crear hermosas interfaces de usuario y experiencias de alta calidad, lo que traduce a un lenguaje de programación optimizado para el cliente.



Figura 2-6: Logo de Dart. Tomado de (Dart, 2022).

Dart se ejecuta en cualquier plataforma, ya sea que esté creando una aplicación móvil, una aplicación web, un script de línea de comandos o una aplicación del lado del servidor todo a través de Widgets. Debido a la tecnología de compilador flexible, el código Dart puede ejecutarse dependiendo de su plataforma de destino (véase Figura 2-7).

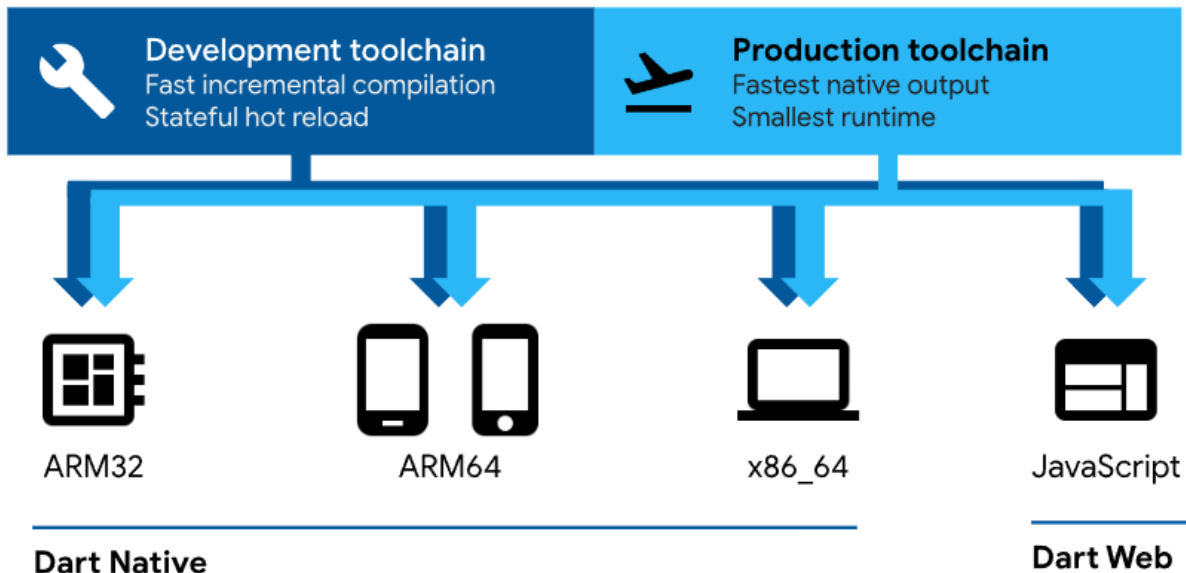


Figura 2-7: Multiplataforma de Dart. Tomado de (Dart, 2022).

Aparte de las ya mencionadas ventajas de Dart, sus desarrolladores ofrecen la posibilidad de incluir librerías, tanto propias del lenguaje como desarrolladas por la comunidad, que prácticamente su

función sería la de complementar las funcionalidades del lenguaje, al ser incluidas en un sistema de control de paquetes llamado *pubspec.yaml*. Siguiendo con esta premisa, en el desarrollo de la aplicación, se emplearon unas librerías, para facilitar algunas funciones (como en el caso de los Providers) o para hacer uso de algunas aplicaciones externas a la aplicación principal (como en el caso del exportador a PDF), las librerías usadas se listan en la Tabla 2-4.

Nombre de la librería	Versión	Descripción breve
provider	6.0.3	Reemplaza el InheritedWidget, al heredar características a otros widgets de manera simple.
path_provider	2.0.1	Provider para obtener la ubicación de archivos dentro del dispositivo.
open_file	3.1.0	Permite abrir archivos dentro del dispositivo.
screenshot	1.2.3	Toma capturas de pantalla a los widgets públicos o privados.
url_launcher	6.1.5	Abre los archivos Https, url o sms.
syncfusion_flutter_charts	20.1.51	Permite hacer uso de gráficas personalizadas de la calidad de OriginPro.
syncfusion_flutter_pdf	20.1.51-beta	Permite exportar archivos al formato PDF.
cupertino_icons	1.0.2	Agrega más iconos a la aplicación.
flutter_lints	1.0.0	Especie de auto corrector de Dart.

Tabla 2-4: Librerías usadas en la aplicación. Autoría Propia.

2.4.2 Flutter

Flutter (véase Figura 2-9) es una SDK o kit de desarrollo de código abierto, para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma. Utilizando una única base de código independiente de la plataforma, Flutter ayuda a los desarrolladores a crear aplicaciones escalables y de alto rendimiento con interfaces de usuario atractivas y funcionales para Android o iOS. Flutter se basa en una biblioteca de widgets prefabricados que facilitan que incluso las personas con experiencia limitada en programación o desarrollo lancen sus propias aplicaciones móviles rápidamente (Karasavvas, 2022).



Figura 2-8: Logo de Flutter. Tomado de (Flutter, 2022).

Flutter, en su página de desarrollo, explica el uso de los widgets y su comportamiento con la interfaz de la siguiente manera y es que los widgets de Flutter se crean utilizando un marco moderno que se inspira en *React*. La idea central es que se construya una interfaz de usuario a partir de widgets. Los widgets describen cómo debería ser su vista dada su configuración y estado actuales.

Toda aplicación en Flutter comienza con la llamada a la función `runApp()` con un widget (véase Figura 2-10), esta toma el Widget dado y lo convierte en la raíz del árbol de widgets. En este ejemplo, el árbol de widgets consta de dos widgets, el widget Centro y su hijo (*Child*), el widget Texto. El marco obliga al widget raíz a cubrir la pantalla, lo que significa que el texto "Hola, mundo" termina centrado en la pantalla (Flutter, 2022).

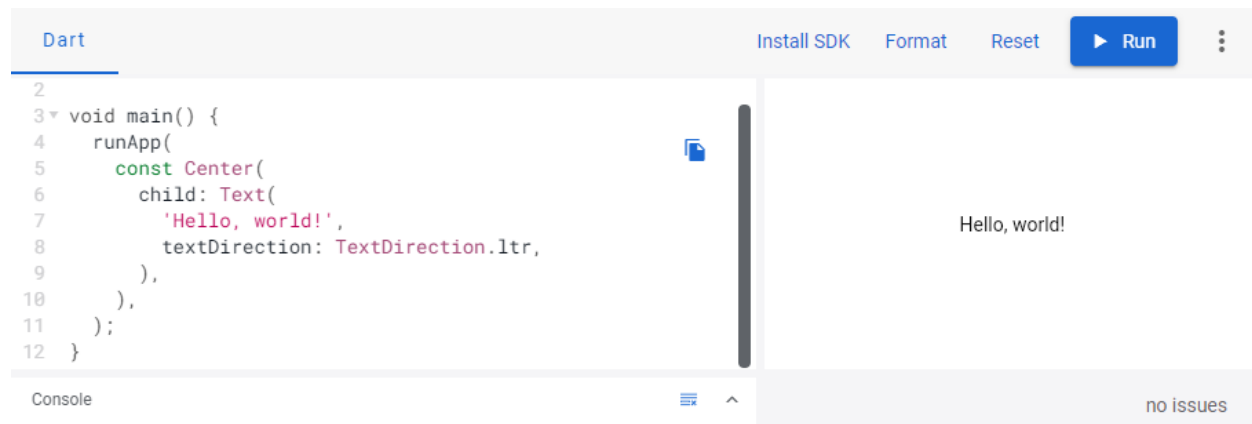


Figura 2-9: Ejemplo Hola mundo en Flutter. Tomado de (Flutter, 2022).

Ya explicado a grandes rasgos Flutter y Dart, hace falta aclarar el entorno de desarrollo, que es en donde la Figura 2-10 cobra sentido, es decir, en donde esas líneas de código pasan a ser aplicaciones funcionales.

2.4.3 Android Studio

Un entorno de desarrollo, es una herramienta que permite desarrollar aplicaciones o herramientas de manera más eficiente, en un modo más simple Santaella (2022), en su blog explico que toda aplicación, herramienta, página, o servidor digital que ofrece algún tipo de tarea en internet, posee lenguajes de programación o entornos de trabajo especializados. Todas las

aplicaciones y herramientas que se desarrollan para este SO en concreto, poseen su propia área o entorno de trabajo

Sobre el entorno de desarrollo, Android Studio 2.1 fue elegido sobre otros IDE, por su versatilidad, facilidad y comandos que ofrece a la hora de desarrollar una aplicación. Los desarrolladores del entorno (Android Studio, 2022), en su propia página presentan a Android Studio, como entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de apps para Android y está basado en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece incluso más funciones que aumentan tu productividad cuando desarrollas apps para Android, como las siguientes:

- Un sistema de compilación flexible basado en *Gradle*
- Un emulador rápido y cargado de funciones
- Aplicación de cambios para insertar cambios de código y recursos a la app en ejecución sin reiniciarla
- Integración con GitHub y plantillas de código para ayudarte a compilar funciones de apps comunes y también importar código de muestra

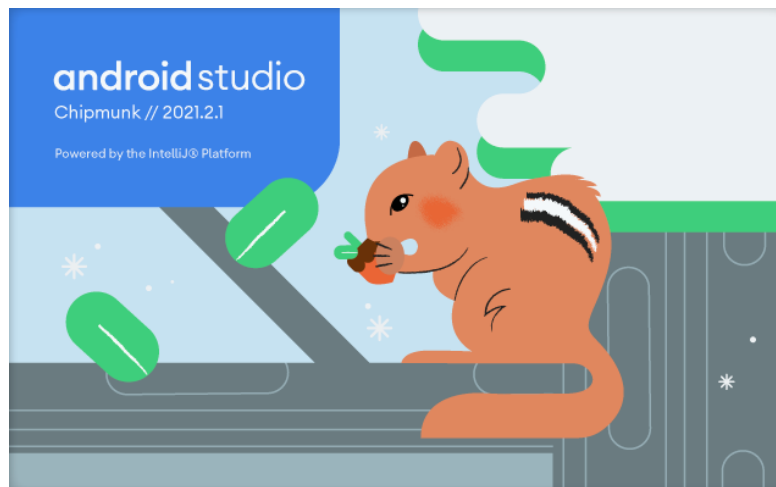


Figura 2-10: Pantalla inicio de Android Studio. Tomado de (Android Studio, 2022).

Capítulo 3

3. Metodología

En este capítulo, se aborda toda la metodología empleada para desarrollo de la aplicación, desde los elementos más básicos como la definición de los parámetros, hasta el producto final.

En la Figura 3-1, se presenta la metodología empleada, para el desarrollo completo de la aplicación.

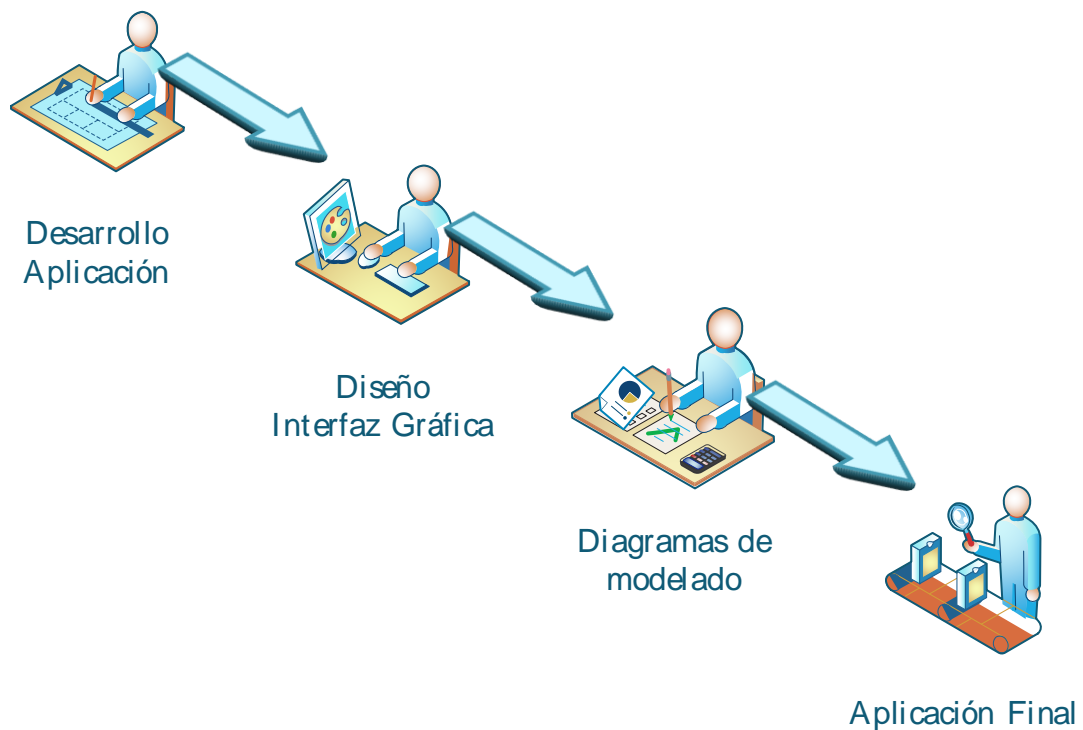


Figura 3-1: Metodología empleada para el desarrollo de la aplicación. Autoría Propia.

La metodología de diseño empleada, es la de Sabatini et al., pero modificada para efectos de este trabajo de grado, la cual considera metodologías analíticas y empíricas en el diseño de los micropilotes. Para el diseño de la aplicación, se ha elegido el lenguaje de programación Dart, y a su vez, lo agrupa la SDK de Google Flutter, y como entorno de desarrollo electo, Android Studio, sobre el cual se diseñó la aplicación en un sistema Android 10.

Sobre los parámetros utilizados, se limitó la investigación en los siguientes aspectos, los micropilotes a diseñar, se han considerado con camisa permanente, esto con el fin de mejorar la capacidad de los micropilotes ante carga lateral; los tipos de lechada utilizados son 4 (Tipo A, Tipo B, Tipo C y Tipo D) que menciona el autor Sabatini et al; la barra autoperforante DYWI® Drill es la que se ha elegido por su presencia en el mercado colombiano, por lo tanto, sus propiedades mecánicas y geométricas han sido obtenidas de su ficha técnica, también sus accesorios y consideraciones adicionales del fabricante, se han tenido en cuenta a la hora de elaborar este trabajo de grado; se ha empleado el uso del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Para el diseño de la aplicación, en el sentido gráfico, se ha tomado como referencia los colores vino tinto y beige de nuestra *Alma Mater*. El diseño del logo, y el nombre de la aplicación es la contracción de las palabras diseño pilotes, DisPi, y se ha tomado como inspiración, en un diseño minimalista de un ingeniero con casco, siendo el logo final la Figura 3-2.



Figura 3-2: Logo de DisPi. Autoría Propia.

En el sentido técnico y funcional, se ha aprovechado al máximo, las funcionalidades de Flutter en la elaboración de los widgets, para crear funciones propias y personalizadas de acuerdo al trabajo, esto con el fin, de darle mayor personalidad a la aplicación y una interfaz limpia e intuitiva al usuario. Muchos cálculos, parámetros, propiedades y funciones fueron agrupados en widgets e inclusive en Providers para su posterior provecho en distintas pantallas, también se tomaron algunas librerías de licencia libre, para ejecutar acciones más complejas pero atractivas visualmente, como la exportación a PDF o como la integración de gráficas interactivas con posibilidad accesibilidad intuitiva.

3.1 Desarrollo de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación, se configuraron las bases de lo que serían algunas funciones para la interfaz de la aplicación, lo que son las librerías especificadas en el capítulo 2.4.3 de este trabajo, lo cual se representa en la Figura 3-3, aparte de eso, también desde archivo, se debe de especificar todas las imágenes, documentos o fuentes que se van a usar dentro de la aplicación, para posteriormente poder utilizarlas, existe la opción de manejar las imágenes mediante una base de datos, pero a cambio, la aplicación deberá estar conectada a internet para su funcionamiento, por lo tanto se ha decidido emplear todos los archivos de manera local, es decir, vienen directamente con la aplicación.

```
20 environment:
21   sdk: ">=2.12.0 <3.0.0"
22
23   # Dependencies specify other packages that your package needs in order to work.
24   # To automatically upgrade your package dependencies to the latest versions
25   # consider running `flutter pub upgrade --major-versions`. Alternatively,
26   # dependencies can be manually updated by changing the version numbers below to
27   # the latest version available on pub.dev. To see which dependencies have newer
28   # versions available, run `flutter pub outdated`.
29 dependencies:
30   provider: ^6.0.3
31   path_provider: ^2.0.1
32   open_file: ^3.1.0
33   screenshot: ^1.2.3
34   url_launcher: ^6.1.5
35   # flutter_pdfview: ^1.2.3 espere con esto
36   # google_fonts: ^3.0.1 sirve pa vrga
37 flutter:
38   sdk: flutter
39   syncfusion_flutter_charts: ^20.1.51
```

Figura 3-3: Archivo pubspec.yaml. Autoría Propia.

Explicando un poco el entorno de desarrollo, se consideró usar la Figura 3-4 como referencia. En la zona 1, se organizan los archivos del código fuente, que se separaron en páginas o pantallas para una mayor claridad del código, que a su vez, se agrupan en la zona 2, a modo de pestañas para su navegación. Ya en la zona 3, se representan las carpetas y archivos dentro de la aplicación, sobre esta reposan las imágenes, fuentes y archivos adicionales. En la zona 4 se encuentra el código fuente y sobre este código se colocan todos los widgets, que son los que permiten el funcionamiento de la aplicación. Después de declarar las librerías de Dart, se escribe el característico `main(){}` , y a su vez llama al widget `EditarApp()` que se encarga de inicializar la aplicación. El código es compilado y ejecutado con el emulador en la zona 5, que para este caso, fue sobre un dispositivo móvil Pixel 2 API 30 con Android 10.

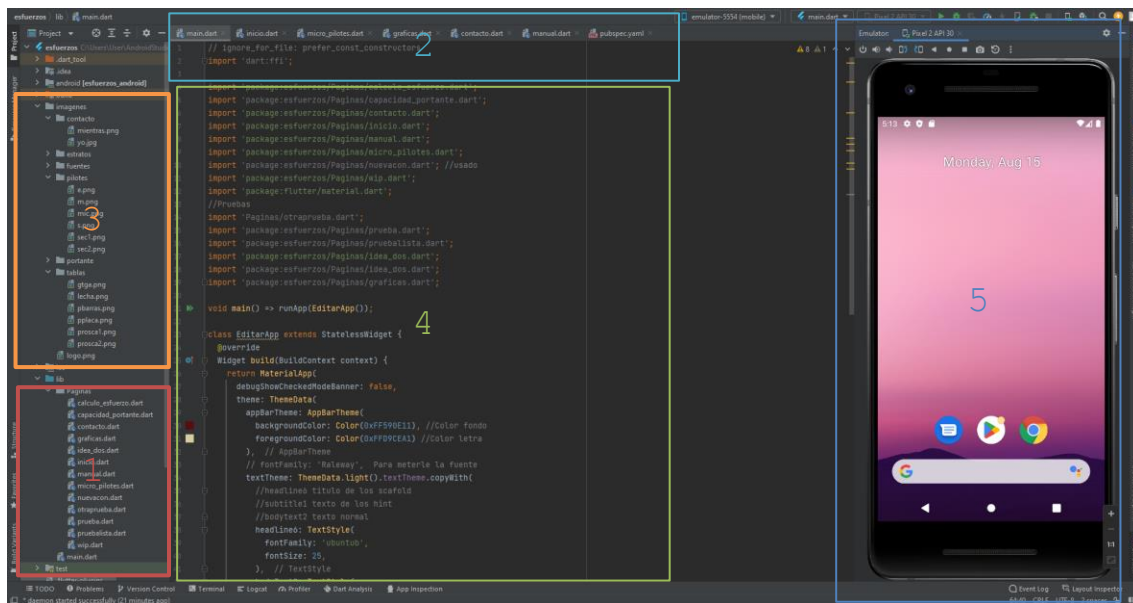


Figura 3-4: Interfaz de Android Studio. Autoría Propia.

Ahora abordando un poco el tema de la programación, muchos desarrolladores, comparan a Flutter con las piezas de juguete legos, ya que basta con ir acoplando los widgets (En amarillo) adecuados para darle forma a la aplicación. De esta manera, en la Figura 3-5, se evidencia la sangría sobre algunas líneas de código que ayudan a denotar la jerarquía y los brazos sobre la sangría, que el IDE ayuda a señalar como widgets. Estos widgets son los que se acoplan para que la aplicación funcione.

El widget principal, sería el **Reinicio**, que se extiende de un *StatelessWidget*, o un widget sin estado, el cual quiere decir que no se recarga en ningún momento, por lo tanto sus gráficos siempre serán los mismos, de este widget, deriva el `build(BuildContext context){}`, al cual se le acopla, el widget **Scaffold**, que a su vez se le acopla un **Center**, luego un **Column** y sus hijos los que serían los botones, **ElevatedButton.icon**.

```
class Reinicio extends StatelessWidget {
  const Reinicio({Key? key}) : super(key: key);

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
      appBar: AppBar(...), // AppBar
      backgroundColor: Color(0xFF590E11),
      body: Center(
        child: Column(
          mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
          children: [
            ElevatedButton.icon(
              onPressed: ()=>Navigator.of(context).pushNamed('/cinco'),
              icon: Icon(...), // <Shadow>[], Icon
              label: Text(
                'MICROPILOTES',
                style: TextStyle(...), // TextStyle
              ), // Text
              style: ElevatedButton.styleFrom(...)
            ), // ElevatedButton.icon
            SizedBox(height: 20),
            ElevatedButton.icon(...), // ElevatedButton.icon
            SizedBox(height: 20),
            ElevatedButton.icon(...), // ElevatedButton.icon
            SizedBox(height: 20),
            Padding(
              padding: const EdgeInsets.only(left:200),
              child: FloatingActionButton.large(
                onPressed: ()=>Navigator.of(context).pushNamed('/seis'),
                backgroundColor: Color(0xFFA72026),
                child: Icon(...), // <Shadow>[], Icon
              ),
            ),
          ],
        ),
      ),
    );
  }
}
```

Figura 3-5: Ejemplo de widget. Autoría Propia.

Explicando un poco las librerías más relevantes, se empleó Providers, cuya función es guardar y comunicar las variables de manera sencilla. También se agregaron las librerías Syncfusion Flutter charts, Syncfusion Flutter PDF y Screenshot, la primera permite usar gráficos interactivos para el análisis de datos, con una calidad bastante profesional, y la segunda librería, permite crear un archivo a PDF, para dejar evidencia de los datos calculados, y la última librería permite tomar capturas de pantalla para posteriormente agregarlas al archivo PDF.

3.2 Diseño de la interfaz gráfica

En el diseño de la interfaz gráfica, se usaron como referencia los colores de la Universidad Surcolombiana, es decir el vino tinto y el beige, tomándolos como paleta principal de colores para la aplicación en general.

Las imágenes usadas, son en su mayoría del autor creadas en AutoCAD o Illustrator, a excepción de las referenciadas y de los detalles del micropilote, que fueron cortesía del Ing. Jackson Andrés Gil Hernández. Las fuentes seleccionadas, comprenden 3 fuentes, que son la fuente original de Flutter, que es la fuente Roboto, la cual se empleó solo en los *MessageBox*, la fuente Ubuntu, en su versión Negrita y cursiva, la cual se empleó como fuente principal, y la fuente Cambria Math, que sirve para darle el mismo toque que a las fórmulas en los documentos.



Figura 3-6: Splash Screen de la aplicación. Autoría Propia.



Figura 3-7: Menú principal de la aplicación. Autoría Propia

La aplicación cuenta con un *Splash Screen*, que es la primera imagen que se ve, mientras carga la aplicación (véase Figura 3-6). Esto se hizo con la finalidad de presentar el logo de la aplicación, mientras se ejecuta el código de manera interna.

El menú desarrollado para el inicio de la aplicación, es un menú de carácter minimalista (véase Figura 3-7), se presentan botones con un icono representativo y un texto que define la función de la pantalla que abre; en donde MICROPILOTES, abre el cálculo de micropilotes, FUNCIONES, abre una versión temprana con las primeras funcionalidades del programa, y MANUAL, abre una pantalla que redirecciona al usuario al manual del usuario vía internet, el último botón, es información acerca del desarrollador, y datos de contacto.



Figura 3-8: Diseño general de la aplicación. Autoría Propia.

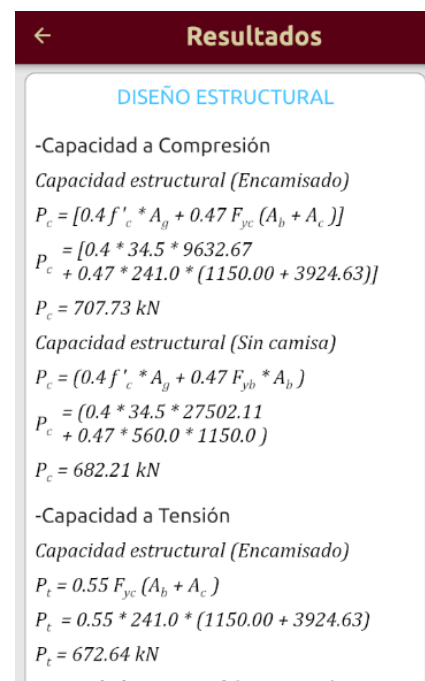


Figura 3-9: Diseño resultados de la aplicación. Autoría Propia

El diseño general (véase Figura 3-8), de la interfaz de la aplicación, consta de un fondo gris, sobre unos contenedores bordeados, que comprenden de un título superior y el cuerpo de los textos, aparte de ello, se diseñaron los *TextForm* o casillas, de manera que el texto que aparece al inicio o *HintText*, presenta la abreviatura de la definición y la unidad de medida de la misma.

La representación de los resultados (véase Figura 3-9) varía un poco con relación al diseño general de la aplicación, esto se debe principalmente a que los resultados presentan unos valores

diferentes a los iniciales, como la cabecera del título en celeste o como lo son las ecuaciones, que bien se dijo al inicio, las ecuaciones se han tomado sobre una fuente Cambria Math, para conservar la calidad de ecuaciones que se presenta en la literatura moderna, de igual manera, se han respetado los superíndices y subíndices, en la presentación de las ecuaciones para comprenderlas mejor dentro de los cálculos, también los símbolos griegos se han respetado para fácil lectura de las variables que las utilizan.

En el diseño de las gráficas, se consideró algo más simple y tratando de ser intuitivo, en las dos gráficas que se presentan en la aplicación. En la gráfica de los chequeos (véase Figura 3-10), se seleccionó una gráfica de barras, donde se trató de dar a entender, que la gráfica Carga Última (en rojo), debe estar por encima de la gráfica Carga Aplicada (en azul), es decir, que la carga última debe ser superior a las cargas aplicadas para que el micropilote soporte las cargas, de lo contrario, se debe entender que el micropilote no soportará las cargas y por lo tanto fallará.

En la gráfica de los asentamientos (véase Figura 3-11), se seleccionó una gráfica lineal, donde se presenta la carga contra el asentamiento, los colores fueron seleccionados de manera intuitiva (azul + rojo = morado), para interpretar que el asentamiento total es la suma de los otros dos.

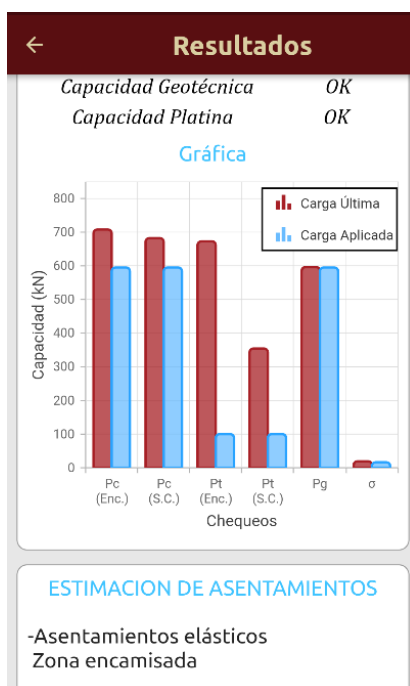


Figura 3-10: Verificación de la capacidad del micropilote

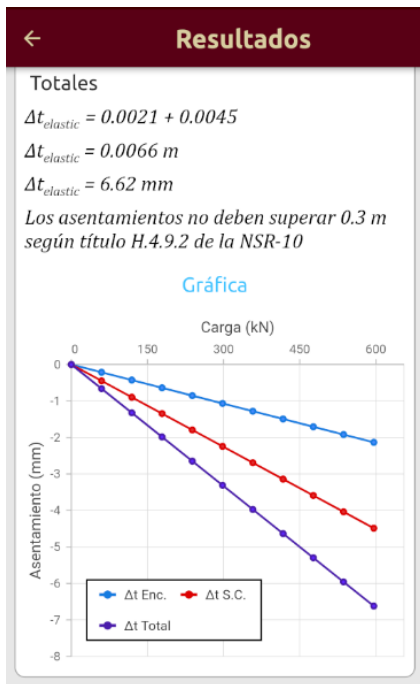


Figura 3-11: Cálculo de Asentamientos, Autoría Propia

3.3 Diagramas de flujo de funcionamiento y modelado aplicativo

Para un entender mejor las líneas de código antes programadas, se parte de interpretar el código a una serie de gráficas, entre estas gráficas, está un diagrama de flujo, el cual compone un escenario, en donde se plantean los algoritmos o una serie de pasos para cumplir con un objetivo, lo cual se representó en la Figura 3-12.

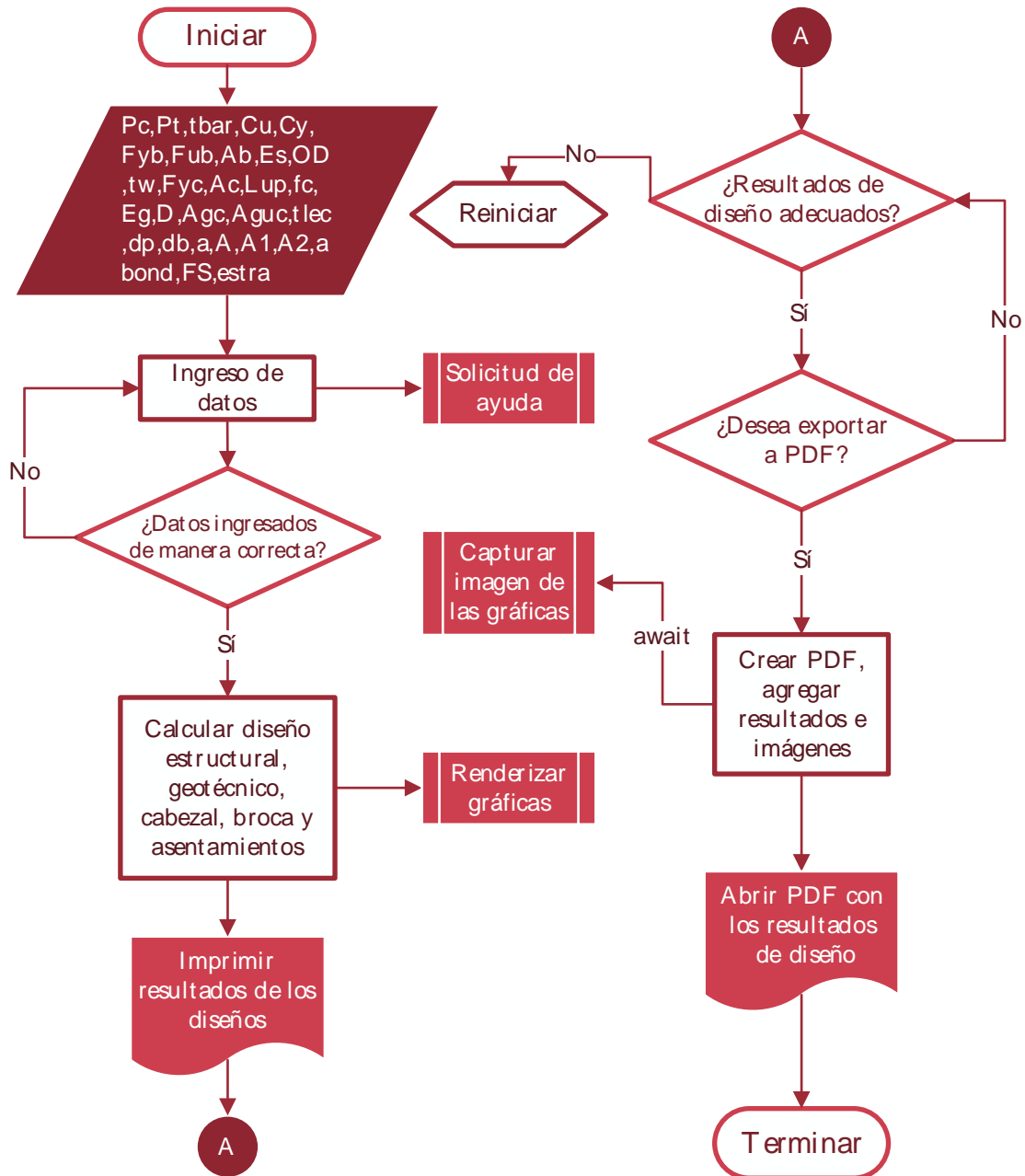


Figura 3-12: Diagrama de flujo de la aplicación. Autoría Propia.

Agregando más información al diagrama anterior, se graficó otro diagrama de casos de uso UML, en donde se analiza el comportamiento y las relaciones de los diferentes widgets usados, por lo que en la Figura 3-13, se muestra como interactúa el usuario con la aplicación hasta los resultados finales del diseño.

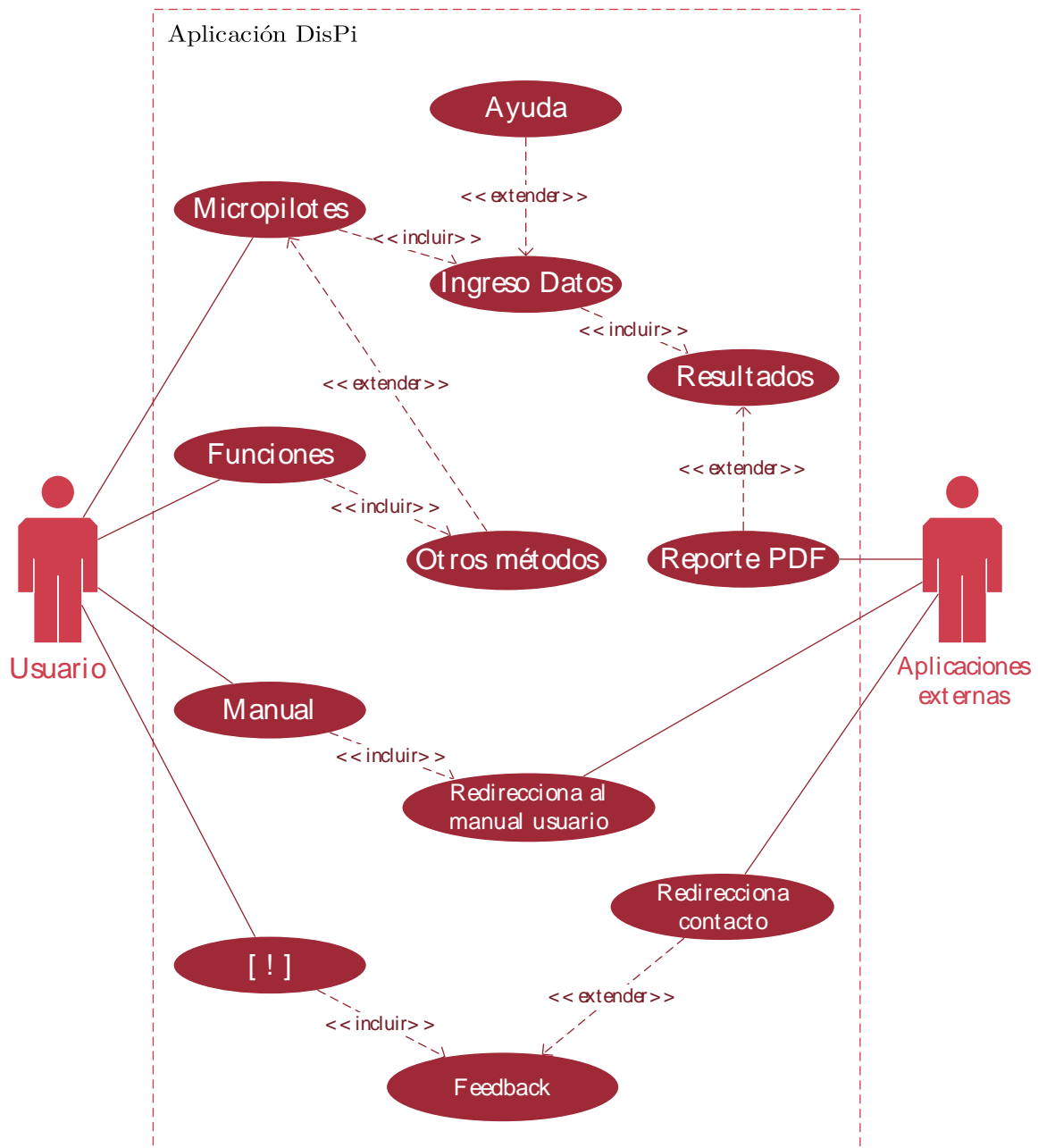


Figura 3-13: Diagrama de casos de uso UML. Autoría Propia.

Explicando las figuras anteriores, se debe tener en cuenta, que el diagrama de flujo (véase Figura 3-12), explica de manera general los pasos que la aplicación sigue para completar las instrucciones hasta llegar al resultado final, que en este caso sería un reporte en PDF de los resultados del diseño, sin embargo, se debe mencionar que en sí, no es toda la aplicación, ya que la aplicación se ha dotado de más pantallas organizadas en widgets que generan una interfaz y una sensación de organización al usuario.

La pretensión del diagrama de casos de la Figura 3-13, es de explicar de manera sencilla y simple, los casos o las pantallas (como se pensó para elaborar la gráfica), y de cómo estas interactúan entre sí, en función de los requerimientos del usuario y las aplicaciones externas del dispositivo móvil, en una explicación más organizada, se tiene una primera interfaz, donde se puede acceder a 4 pantallas, desde la primera, la pantalla Micropilotes, se incluye la otra pantalla, ingreso de datos, la cual capta los parámetros de diseño, que a su vez, extiende una ayuda, la cual es decisión del usuario usarla o no usarla, seguido de ello, incluye la pantalla de resultados donde se muestran los resultados organizados, según los cálculos realizados para el diseño que requiere el usuario, y en esta pantalla, extiende el reporte PDF, que es en caso de que lo requiera el usuario, el cual crea la aplicación y la comunica con el visor de PDF predeterminado del dispositivo móvil. La segunda pantalla que comunica el inicio, ofrece más funcionalidades, que son versiones tempranas del desarrollo de la aplicación, sin embargo, se han conservado por su posible utilidad para algunos cálculos en mecánica de suelos, o una posible actualización futura con más funciones para la aplicación, de igual manera esta se extiende al cálculo de micropilotes en su versión final. La tercera pantalla de inicio, el Manual, incluye una pantalla con la imagen del manual, que al tocarla, comunica una página externa con el dispositivo para visualizar el manual del usuario en archivo PDF. La última pantalla de inicio, comunica al usuario una información acerca del desarrollador, la cual extiende unos links para el contacto con el desarrollador, los cuales se redireccionan a esos mismos contactos a través de las aplicaciones del dispositivo.

3.4 Aplicación final

Al final, ya organizada la aplicación, se organizaron los archivos y se compilaron en un APK, que es el archivo que genera Android para instalar sus aplicaciones, este archivo APK, en su primera versión, será nombrada la versión 1.0.0, con 29,7 Mb de peso. con fines académicos y buscando solucionar las limitaciones físicas para compartir la aplicación, se añadió todo el proyecto, en el repositorio de proyectos GitHub, en donde los desarrolladores comparten sus proyectos, para desarrollarlos en compañía o para que nuevos desarrolladores aprendan de sus proyectos, así que se posteo el proyecto entero en la plataforma GitHub.

Sin embargo, el proyecto debe ser compilado y posteriormente ejecutado para poder obtener su APK, por lo que se subió el archivo APK, en la tienda de libre uso Uptodown, que es una plataforma española, que ofrece ayuda y algunos beneficios a los nuevos desarrolladores

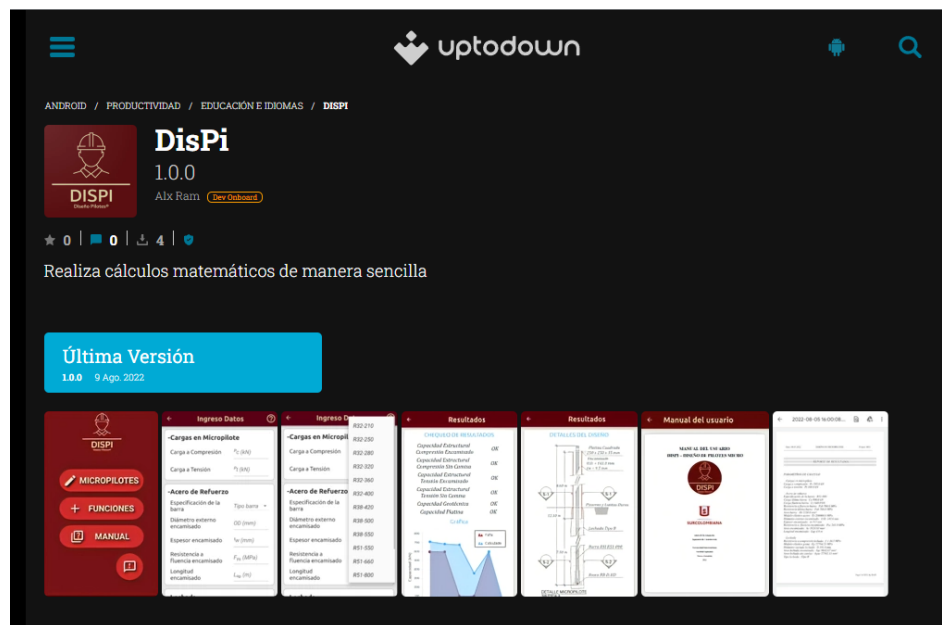


Figura 3-14: Aplicación DisPi en la tienda Uptodown. Autoría Propia.

Al final, aceptaron la aplicación (véase Figura 3-18), porque cumplía con sus estándares de calidad y sus normas de comunidad, por lo que en los anexos, se han agregado los links de referencia del proyecto.

Capítulo 4

4. Análisis de resultados

En el contenido del capítulo 4, se argumenta la validez de la aplicación, con la cual se compararon los resultados obtenidos en la aplicación, con un ejercicio planteado de la publicación FHWA NHI-05-039 *Micropile Design and Construction (Reference Manual for NHI Course 132078)* (Sabatini et al., 2005), que trata de un diseño donde se aplican los micropilotes en un puente con la metodología propuesta. El desarrollo de este capítulo, abordará los resultados y su discusión, el paso a paso de la metodología planteada se puede encontrar en el anexo: Validación de los resultados de la aplicación.

4.1 Validación – Cimentación por micropilotes en los estribos de un puente

En el apéndice C, de la publicación FHWA NHI-05-039 *Micropile Design and Construction (Reference Manual for NHI Course 132078)* (Sabatini et al., 2005), el autor propone un ejemplo de la cimentación por micropilotes en los estribos de un puente simple de 30 metros de largo, y el estudio de suelos, dictamina que los estratos consisten en 2,5 metros de grava arenosa suelta sustentada por limo arenoso fino, suave, marrón, moderadamente comprimible, que tiene 1,5 metros de espesor. El limo está sustentado por grava densa a muy densa con guijarros y cantos rodados que se extiende hasta una profundidad máxima de 30 metros. El agua subterránea está a 4 metros por debajo de la parte superior del estribo.

La zona de influencia del micropilote, deberá llegar al estrato de las gravas densas.

El ejemplo plantea los siguientes parametros en la Tabla 4-1, que sirven de base para los cálculos realizados en el programa.

Parámetros de entrada	
P_c	595 kN
P_t	100 kN
T. barra	43 mm 520
O.D.	141 mm
t_w	9,5 mm
F_{yc}	241 MPa
L_{up}	4,6 m
T. grout	Tipo A
$f 'c$	34,5 MPa
D	191 mm
a	250 mm
T. suelo	Gravas
α	265 kPa
F.S.	2

Tabla 4-1: Parámetros de entrada de validación. Autoría Propia.

4.1.1 Validación diseño estructural

En la metodología de diseño, se calcula la capacidad a compresión y a tensión, en ambas zonas del micropilote, por lo que se procedió a realizar los cálculos, y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4-2.

Resultados			
Chequeo	DisPi	FHWA	Variación
P_c (Enc.)	707,73 kN	670,92 kN	5,48%
P_c (S.C.)	682,21 kN	730,23 kN	-6,57%
P_t (Enc.)	672,64 kN	619,79 kN	8,52%
P_t (S.C.)	354,20 kN	415,27 kN	-14,70%

Tabla 4-2: Resultados diseño estructural - Validación. Autoría Propia.

Con los mismos parámetros de la tabla 4-1, se realiza el ingreso de los datos y se observa los resultados del diseño estructural que pueden ser validados en el anexo de este trabajo.

4.1.2 Validación diseño geotécnico

Siguiendo con la metodología, se calcula la longitud mínima de la zona de influencia y la capacidad geotécnica, por lo que se procedió a realizar los cálculos, y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4-3.

Resultados			
Chequeo	DisPi	FHWA	Variación
L_b	7,5 m	7,5 m	0%
P_g	596,29 kN	596,29 kN	0%

Tabla 4-3: Resultados diseño geotécnico - Validación. Autoría Propia.

Sobre los parámetros de la tabla 4-1, se ingresan de los datos a la aplicación y se observa los siguientes resultados del diseño geotécnico que pueden ser validados en el anexo de este trabajo.

4.1.3 Validación diseño conexión a cabezal

Continuando con el diseño, se calcula la capacidad de la platina al aplastamiento y su resistencia nominal, por lo que se realizaron los cálculos con las ecuaciones planteadas, y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4-4.

Resultados			
Chequeo	DisPi	FHWA	Variación
σ_n	19,32 MPa	19,32 MPa	0%
σ_u	16,39 MPa	16,39 MPa	0%

Tabla 4-4: Resultados diseño de cabezal - Cálculos - Validación 1. Autoría Propia.

Con los mismos parámetros que se han usado de la tabla 4-1, se ingresan de los datos a la aplicación y se observa los siguientes resultados del diseño de la conexión a cabezal del micropilote que pueden ser validados en el anexo de este trabajo.

4.1.4 Validación asentamientos

Terminando con el diseño, se calcula la estimación de los asentamientos elásticos, por lo que se realizaron los cálculos con las ecuaciones de los autores citados, y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4-5.

Resultados			
Chequeo	DisPi	FHWA	Variación
Δ_{elastic} (Enc.)	2,13 mm	2,18 mm	-2,29%
Δ_{elastic} (S.C.)	4,48 mm	3,93 mm	13,99%
Δ_{elastic} (Total.)	6,62 mm	6,12 mm	8,16%

Tabla 4-5: Resultados de asentamientos - Validación. Autoría Propia.

Con los mismos parámetros que se han usado de la tabla 4-1, se ingresan de los datos a la aplicación y se observa los siguientes resultados de la estimación de los asentamientos que pueden ser validados en el anexo de este trabajo

4.2 Discusión de las validaciones

- La variación entre los resultados, se debe al uso de diferentes barras por parte de la aplicación (R51-800) y los cálculos de la literatura (43 mm 520 MPa), y por ende las propiedades mecánicas de los elementos han cambiado. Este cambio se ha considerado, debido a que la literatura uso un tipo de barra diferente a las barras comerciales en Colombia.
- Los resultados calculados de los diseños estructurales, geotécnicos, conexión a cabezal y estimación de asentamientos, se comparan con los respectivos resultados obtenidos de la aplicación DisPi y haciendo una comparativa entre ambos, se observa que sus resultados no varían más del 15 %.
- La variación de resultados es nula o mínima, donde las propiedades mecánicas de la barra perturban menos la ecuación, por lo que se puede inferir en cierta manera que los resultados ajustados a un diseño con una barra comercial

de Colombia, puede variar entre el 5%, esto se puede verificar en los anexos de verificación de resultados.

- La presentación de los resultados del diseño, se ajustan a la información requerida para el diseño de los micropilotes, esto se puede evidenciar al final del diseño al presentar los detalles del diseño con sus respectivos dibujos.
- Los resultados obtenidos por el software, se presentan de forma intuitiva y de manera organizada, lo que permite observar facilidad en los cálculos, realizar correcciones o tener consideraciones adicionales en el diseño.
- La aplicación programada demuestra la capacidad de calcular diseño tras diseño y realizar una comparativa entre sus resultados para reducir tiempos de diseño.
- El diseño validado por la aplicación, evidencia estar ajustado al cumplimiento de las normas europeas (*EN*), y a los requerimientos mínimos y recomendaciones estipuladas en la *NSR-10*.

Capítulo 5

5. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones

En este capítulo final, se exponen las conclusiones del trabajo de grado presentado con base a los análisis de los resultados obtenidos en el capítulo previo, las limitaciones presentadas en el desarrollo del trabajo de investigación y finalmente se presentan una serie de recomendaciones para investigaciones o trabajos de grado futuros.

5.1 Conclusiones

- La información recolectada, se logró simplificar y organizar de manera clara, como lo evidencia la metodología empleada y lo soporta diagrama de flujo general de la aplicación. Todo esto, para ser aplicada en este trabajo de investigación, que posteriormente sería la conjunción de las metodologías analíticas y empíricas aplicadas en el diseño de los micropilotes.
- En la presentación formal de la interfaz de usuario de la aplicación ante los estudiantes de ingeniería civil, se puede concluir que se ha logrado proyectar al usuario final, una interfaz limpia, amigable, intuitiva y con elementos reconocibles ante cualquier usuario promedio de Android o de la tecnología en general, esta afirmación está sustentada bajo los anexos incluidos Encuesta de Percepción de la aplicación DisPi.
- Los análisis de los resultados, plantean y a la misma vez demuestran la validez de la aplicación, valiéndose de los mismos autores que exponen la metodología empleada, por lo

tanto, se puede afirmar que la aplicación cumple con la función básica de presentar los resultados para el diseño de micropilotes.

- El uso de la aplicación en un diseño estándar, demuestra la eficiencia a la hora de realizar un diseño en todo el sentido de la palabra, puesto que las validaciones, que consumieron algunas horas de investigación de la literatura y otras horas más para el cálculo preliminar de los elementos del micropilote, el diseño por medio de la aplicación, puede bastar con algunos minutos de uso, debido a que la información se presenta debidamente organizada y referenciadas por los autores que han aportado en esta investigación.
- El reporte generado por la aplicación en archivo PDF, puede ser perfectamente una parte de la memoria del cálculo del diseño de un micropilote, debido a que contiene las formulaciones y el paso a paso para sustentar las dimensiones obtenidas de los elementos del micropilote, con todas las consideraciones de diseño en el reglamento NSR-10.
- En conclusión, el desarrollo de toda esta investigación, demostró que se ha logrado cumplir con el objetivo general planteado en este mismo trabajo, puesto que el resultado final, es una aplicación para dispositivos móviles Android, que permite ser usada como una herramienta para el análisis de datos en el diseño de micropilotes por los estudiantes de ingeniería civil.

5.2 Limitaciones

- La principal limitación de la investigación llevada a cabo, es su uso exclusivo en su ámbito académico, puesto que las validaciones han sido hechas con ejemplos ya planteados de los mismos autores.
- El diseño de los elementos del micropilote, están limitados a la presencia que tienen en el mercado colombiano para esta investigación, por lo que no se han contemplado, otros fabricantes de barras o brocas.

-
- El diseño de los micropilotes, se ha limitado a micropilotes con inclusión de camisa permanente en su proceso constructivo, por lo que existen más métodos de perforación, que no se contemplaron en este trabajo por la misma extensión de este proceso constructivo en territorio colombiano.

- La aplicación de los micropilotes, solamente se han considerado para su uso en cargas axiales, ya que los autores definen falta de estudios para su diseño a los empujes laterales generados por el suelo, y sus soluciones son modelaciones en entornos MEF, para el desarrollo de las fuerzas laterales actuantes en el micropilote.
- No se han considerado los efectos de pérdida de sección en la barra del micropilote por corrosión, debido a unas recomendaciones tanto de los autores de la metodología, como del fabricante de las barras, puesto dentro de la metodología usada, el autor sugiere la aplicación de estudios para corroborar suelos potencialmente corrosivos y llevarlo a investigación más detallada o de lo contrario garantizar al menos una protección contra la corrosión de los elementos susceptibles a esta, por otro lado, el fabricante DSI, asegura que sus barras, tienen una protección a la corrosión e inclusive comercian con métodos de protección para casos más extremos.
- Para el cálculo del coeficiente α *grout-to-ground*, no se consideró la presencia de 2 o más estratos en la línea de influencia del micropilote, porque los mismos autores soporta unos valores fijos-variables en función de las tablas que especifican un solo tipo de suelo en la zona de influencia.
- Los cálculos realizados están limitados a dar resultados en las unidades del Sistema Internacional de Unidades.
- Los requerimientos mínimos de diseño se han limitado al uso del reglamento NSR-10.
- En las metodologías de diseño solamente se han contemplado los cálculos analíticos y empíricos, por lo que se ha excluido el uso del MEF, para el diseño de los micropilotes.

5.3 Recomendaciones

- Con base a las anteriores limitaciones, se recomienda abordar todas estas para futuras investigaciones empleando la misma aplicación, por tal motivo en los anexos, se agregaron todos los archivos originales y el código fuente para su posterior desarrollo en otros trabajos de investigación.
- Se propone expandir el catálogo de las barras empleadas, el método de las perforaciones, las brocas que ofrezca el mercado y las normativas usadas, como emplear la norma ACI-318 para cumplir los requerimientos mínimos en otros países.
- Como futura investigación, se recomienda hacer un análisis paramétrico de los resultados obtenidos por la aplicación, variando los parámetros de diseño para analizar las propuestas de diseño sobre distintos tipos de suelo.
- Se recomienda para otra investigación futura, analizar el desempeño de los diseños calculados en un entorno MEF, para corroborar la eficiencia del diseño en comparación con las metodologías tradicionales de diseño.
- Se postula la investigación, de estudiar las patologías que puedan afectar los micropilotes (como la licuefacción y los suelos potencialmente corrosivos) y ser agregadas en el mismo desarrollo de esta investigación.

A.Anexo: Links de descargas del proyecto

En este anexo, se adjuntan los links de los archivos de descarga de archivos usados en este proyecto, de igual manera, se anexan las librerías usadas en Flutter con sus links de descarga.

Links de descarga

Proyecto en Flutter DisPi en GitHub

Se adjunta los archivos bases usados para la aplicación.

Link: <https://github.com/AlxRam/DisPi App>

Aplicación DisPi en Uptodown

Se adjunta página para descargar la aplicación.

Link: <https://dispi.uptodown.com/android>

Programa Flutter

Se adjunta página de descarga Flutter y manual, el programa es gratis.

Link: <https://docs.flutter.dev/get-started/install>

Programa Android Studio

Se adjunta página de descarga Android Studio, el programa es gratis.

Link: <https://developer.android.com/studio>

Librerías de Flutter

Se adjunta librerías usadas en Flutter, son gratis.

Link:

screenshot: ^1.2.3

<https://pub.dev/packages/screenshot/example>

syncfusion_flutter_pdf: ^20.1.51-beta

https://pub.dev/packages/syncfusion_flutter_pdf/install

syncfusion_flutter_charts: ^20.1.51

https://pub.dev/packages/syncfusion_flutter_charts/install

provider: ^6.0.3

<https://pub.dev/packages/provider/install>

url_launcher: ^6.1.5

https://pub.dev/packages/url_launcher#-readme-tab-

B.Anexo: Validación de los resultados de la aplicación

En este anexo, se adjuntan los ejemplos y cálculos realizados para la validación del software realizado en este proyecto.

Validación de los resultados

Para la validación de la aplicación se tomaron dos diseños, un ejemplo de diseño de la FHWA y una aplicación en la vida real. El ejercicio de la publicación FHWA NHI-05-039 *Micropile Design and Construction (Reference Manual for NHI Course 132078)* (Sabatini et al., 2005, p. D.1), donde plantea el siguiente ejercicio:

La estructura es un puente de un solo tramo de soporte simple, de 30 metros de largo, apoyado en pilares de retención de concreto. La superestructura consta de 5 vigas de concreto pretensado pretensadas AASHTO Tipo IV con una cubierta de concreto fundido en el lugar.

La longitud del pilar del puente es de 10,5 metros. El material de relleno de la pared del pilar es arena densa media con un ángulo de fricción interna de 35 grados y un peso unitario de 17,5 kN/m³. El peso unitario del hormigón es de 23,6 kN/m³. La figura S1-1 muestra las dimensiones del pilar. Los detalles de la pila se muestran en la Figura S1-2. En la figura S1-3 se muestra un resumen de la carga aplicada al pilar del puente.

Todos los valores de carga son por 1 metro de longitud del pilar. El coeficiente de sitio sísmico es de 0,1 g.

Las condiciones del suelo de cimentación se describen en el registro de perforación contenido en la Figura S1-4. Estos suelos consisten en 2,5 metros de grava arenosa suelta cubierta por limo arenoso suave, marrón y fino moderadamente compresible, que tiene 1,5 metros de espesor. El limo está cubierto por grava densa a muy densa con adoquines y rocas que se extiende hasta una profundidad máxima de 30 metros. El agua subterránea está a 4 metros por debajo de la parte superior de la base. Se utilizarán micropilotes tipo B3 (presión rejuntada a través de la carcasa durante la retirada de la carcasa). La longitud del enlace se formará en la grava densa.

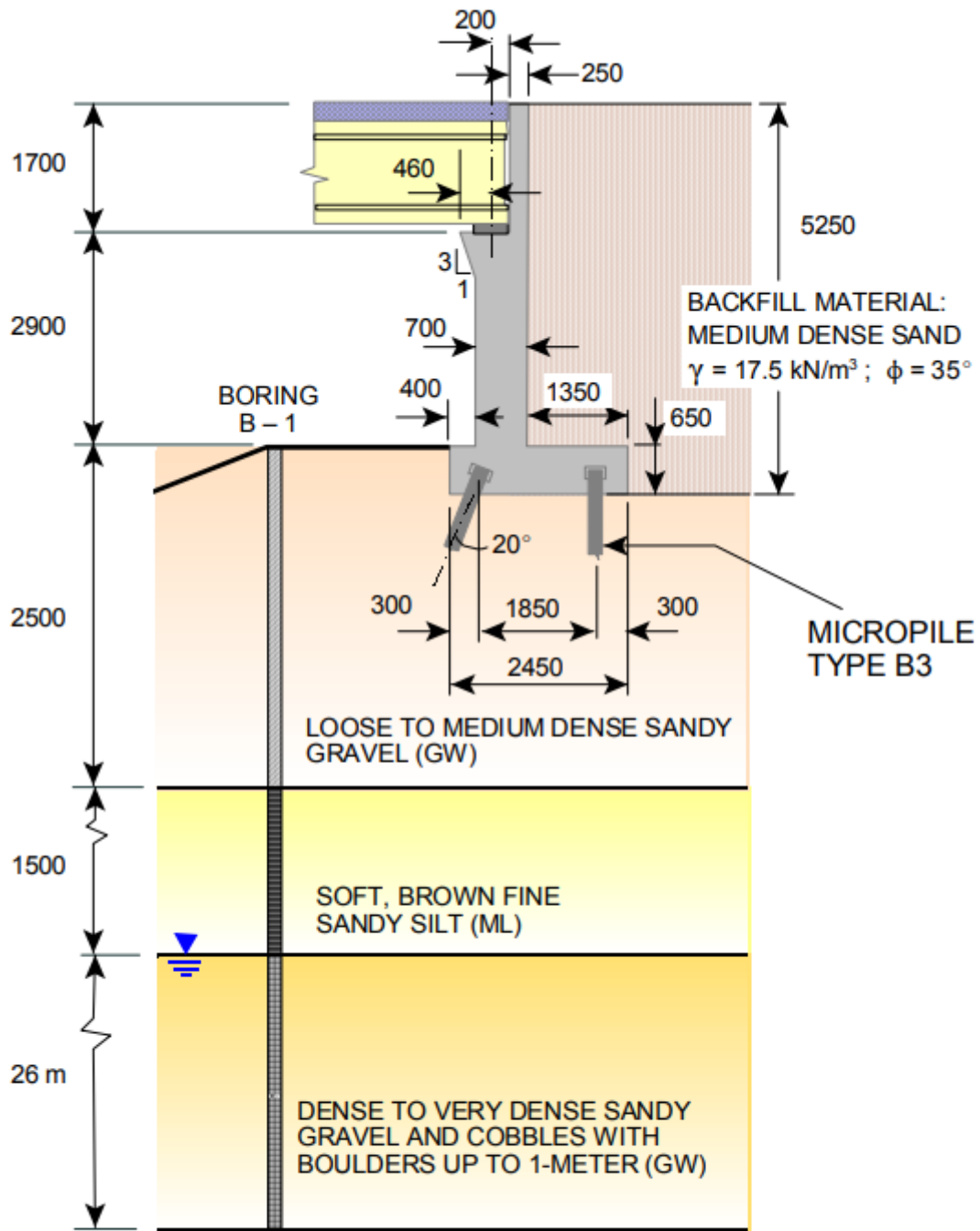


Figura S1-1. Ejemplo N°1 - Detalle de la sección del pilar (Todas las dimensiones en mm)

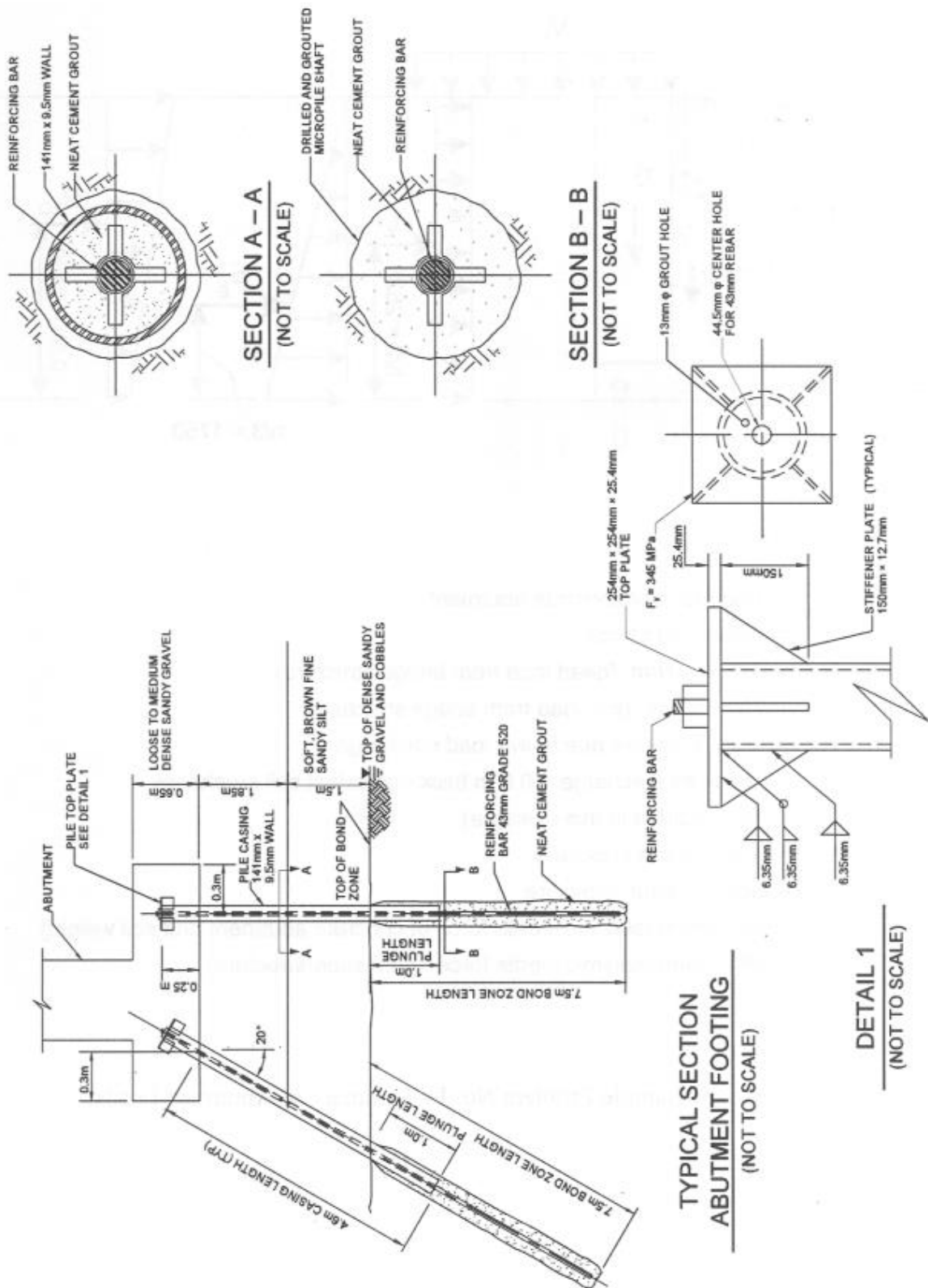
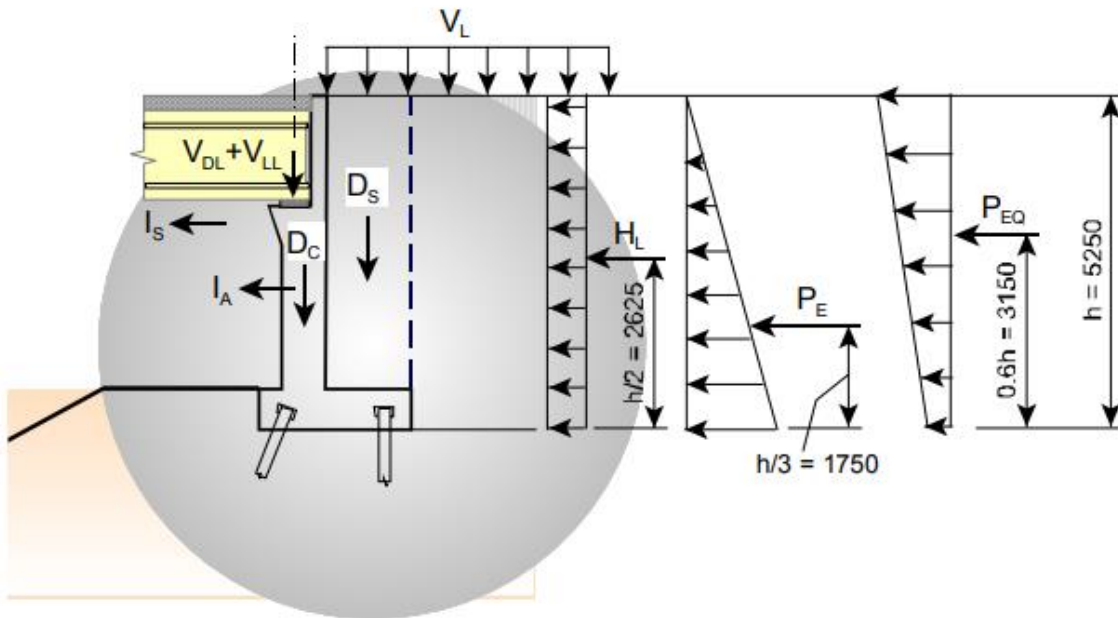


Figura S1-2. Ejemplo N°1 - Detalle de los micropilotes



- D_C = Dead load of concrete abutment
- D_S = Dead load of soil
- V_{DL} = 178.70 kN/m (dead load from bridge structure)
- V_{LL} = 73.00 kN/m (live load from bridge structure)
- H_L = Earth pressure due to live load surcharge V_L
- V_L = Live load surcharge = 0.6 m thick equivalent soil surcharge
(not included in this example)
- P_E = Active earth pressure
- P_{EQ} = Seismic earth pressure
- I_A = 30.9 kN/m (seismic inertia force of concrete abutment and soil weight)
- I_S = 26.8 kN/m (seismic inertia force of the superstructure)

Figura S1-3. Ejemplo N°1 -Suma de las cargas del pilar

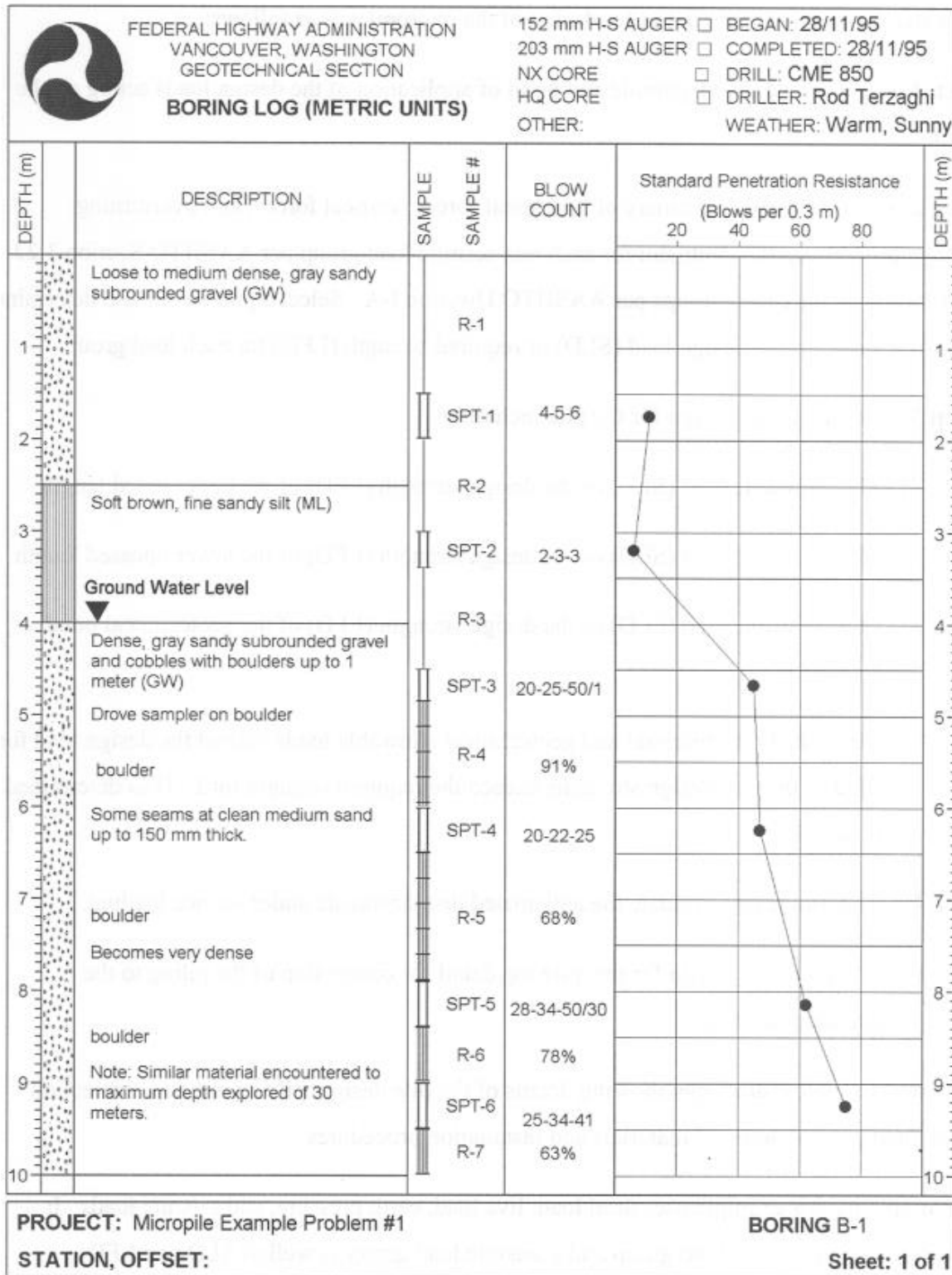


Figura S1-4. Ejemplo N°1 -Registro de perforación del suelo

Consideraciones especiales para la validación de los resultados

Para verificación de los resultados obtenidos por el autor, se observaron unas limitaciones que merecen ser mencionadas, ya que se han ajustado para adecuarse a las propias características del programa, por lo tanto, se propone presentar ambos cálculos, el ejemplo del libro sin modificar y el ejemplo del libro ajustado a la aplicación, el ejemplo del libro ajustado, tendrá comentarios que es necesario comprender para poder interpretar ambos resultados.

Los resultados finales entre las dos validaciones, no varían en más de 15 %, por lo tanto, se pueden corroborar la validez de la conjetura realizada.

Ejemplo de diseño de micropilotes de FHWA

PASO 1 - Identificación de requerimientos del proyecto y revisión de la información geotécnica

Debido a la información brindada por el ejercicio, y los requerimientos que quiere el propio constructor, se da por hecho, de que se requiere usar micropilotes, y que la documentación existente es la mínima para poder iniciar con el proyecto.

PASO 2 - Diseño de las combinaciones de cargas

Para las combinaciones de carga se especifica que se hace uso de la AASHTO LRFD bridge design specifications Fifth edition, la "Seismic Design of Bridges - Design Example No. 3" Publication No. FHWA-SA-97-08 y estática básica, para hacer el cálculo de las combinaciones de carga y obtener la carga axial sobre el micro pilote, al final obtiene la siguiente carga:

$$P_c = 595 \text{ kN}$$

El autor, no considero la carga a tensión, por lo que se asume una carga de:

$$P_t = 100 \text{ kN}$$

PASO 3 - Evaluación de la capacidad estructural de la zona encamisada

Para el refuerzo permanente de la camisa, se utiliza esfuerzo a fluencia de 241 MPa para el diseño. Para mantener la compatibilidad de la deformación entre la barra de refuerzo y la camisa en la longitud superior del micropilote, se utiliza esfuerzo a fluencia (acero F_y) de 241 MPa para ambos miembros. El uso de una camisa de mayor resistencia, como API N80 ($F_y = 552$ MPa) aumentaría en gran medida la capacidad estructural de esta sección del micropilote. Estos cálculos no abordan la capacidad de la junta de la camisa.

Camisa: utilice un diámetro exterior de 141 mm x un grosor de pared de 9,5 mm.

La barra es una barra de 43 mm de diámetro y una fluencia F_y 520 MPa.

Se reduce el diámetro exterior en 1,6 mm para tener en cuenta la corrosión.

*Capacidad estructural a compresión (Encamisado)

$$P_c = [0.4 * A_{gc} * f'c + 0.47 * F_{yc} * (A_c + A_b)]$$

$$P_c = [0.4 * 10237.87 \text{ mm}^2 * 34.5 \text{ MPa} + 0.47 * 241 \text{ MPa} * (3223.93 \text{ mm}^2 + 1452 \text{ mm}^2)]$$

$$P_c = 670.92 \text{ kN}$$

*Capacidad estructural a tensión (Encamisado)

$$P_t = 0.55 * F_{yc} * (A_c + A_b)$$

$$P_t = 0.55 * 241 \text{ MPa} * (3223.93 \text{ mm}^2 + 1452 \text{ mm}^2)$$

$$P_t = 619.79 \text{ kN}$$

PASO 4 - Evaluación de la capacidad estructural de la zona sin camisa

Las condiciones del suelo y el método de instalación del micropilote pueden afectar el diámetro resultante de la longitud de la unión del micropilote. Para este ejemplo, se supone un diámetro de taladro de 50 mm mayor que el diámetro exterior (O.D.) de la camisa.

Uso de una camisa O.D. = 141 mm

Por lo tanto, Cuerpo Grout $D = 141 \text{ mm} + 50 \text{ mm} = 191 \text{ mm}$

$$A_{guc} = 27200 \text{ mm}^2$$

*Capacidad estructural a compresión (Sin camisa)

$$P_c = (0.4 * A_{guc} * f'_c + 0.47 * F_{yb} * A_b)$$

$$P_c = (0.4 * 27200.11 \text{ mm}^2 * 34.5 \text{ MPa} + 0.47 * 520 \text{ MPa} * 1452 \text{ mm}^2)$$

$$P_c = 730.23 \text{ kN}$$

*Capacidad estructural a tensión (Sin camisa)

$$P_t = 0.55 * F_{yb} * A_b$$

$$P_t = 0.55 * 520 \text{ MPa} * 1452 \text{ mm}^2$$

$$P_t = 415.27 \text{ kN}$$

PASO 5 - Evaluación de la capacidad geotécnica del micropilote

La longitud de influencia del micropilote se ubicará en la grava arenosa densa a muy densa con adoquines y rocas que comienzan aproximadamente 3,35 m por debajo de la parte inferior de la elevación de la base. La longitud de la unión del micropilote se instalará utilizando una metodología de rejuntado a presión de tipo B.

De la Tabla de coeficientes α , seleccione una fuerza de unión de lechada a suelo $\alpha = 265 \text{ kPa}$. Esto representa un valor promedio aproximado para las gravas.

El control de la carga de micropilotes no sísmicas es de 595 kN por micropilote. Por lo tanto, se debe proporcionar una carga geotécnica permitida $P_G \geq 595 \text{ kN}$ / micropilote para soportar la carga estructural.

*Cálculo longitud mínima de barra

$$L_b = \frac{(P_c * F.S.)}{\alpha_{bond} * \pi * D}$$

$$L_b = \frac{(595 \text{ kN} * 2.0)}{265 \text{ kPa} * \pi * 0.191 \text{ m}}$$

$$L_b = 7.48 \text{ m}$$

Se aproxima a 7.5 m.

Se recalcula la capacidad del micropilote con la longitud mínima

*Capacidad Geotécnica

$$P_g = \frac{\alpha_{bond}}{F.S.} * \pi * D * L_b$$

$$P_g = \frac{265 \text{ kPa}}{2.0} * \pi * 0.191 \text{ m} * 7.5 \text{ m}$$

$$P_g = 596.29 \text{ kN}$$

PASO 6 – Evaluación de la conexión a cabezal y broca de perforación

Se completan los cálculos de diseño para la conexión de la parte superior del micropilote en la base del estribo, estos están fundamentados en la metodología propuesta en este trabajo de grado.

El autor del ejemplo, asumió unas dimensiones de platina de 254 mm, sin embargo, por temas constructivos en Colombia se asumió a = 250 mm.

*Cálculo Resistencia de la platina

$$\sigma_n = \phi * 0.85 * f' c * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$\sigma_n = 0.65 * 0.85 * 34.5 \text{ MPa} * \sqrt{\frac{58082.13 \text{ mm}^2}{59672.57 \text{ mm}^2}}$$

$$\sigma_n = 19.32 \text{ MPa}$$

*Capacidad Platina

$$\sigma_u = \phi * \frac{P_c}{A_1}$$

$$\sigma_u = 1.6 * \frac{595 \text{ kN}}{59672.57 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_u = 16.39 \text{ MPa}$$

Se considera hacer uso de una broca de perforación BB-D-HD, por requerirse perforar gravas.

PASO 7 - Estimación de los asentamientos elásticos del micropilote

No se anticipan asentamientos resultantes de la consolidación de capas de suelo debajo del grupo de micropilotes ya que estos suelos no son cohesivos por naturaleza. Aquí se calculan los asentamientos elásticos.

*Asentamientos elásticos Zona encamisada

$$EA_{cased} = A_{gc} * E_g + (A_b + A_c) * E_s$$

$$EA_{cased} = 10237.87 \text{ mm}^2 * 27994.89 \text{ MPa} + (3223.93 \text{ mm}^2 + 1452 \text{ mm}^2) * 200000 \text{ MPa}$$

$$EA_{cased} = 1252560.61 \text{ kN}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{PL}{EA}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{595 \text{ kN} * 4.6 \text{ m}}{1252560.61 \text{ kN}}$$

$$\Delta_{elastic} = 0.002185 \text{ m}$$

*Asentamientos elásticos Zona encamisada

$$EA_{uncased} = A_{guc} * E_g + A_b * E_s$$

$$EA_{cased} = 27200.11 \text{ mm}^2 * 27994.89 \text{ MPa} + 1452 \text{ mm}^2 * 200000 \text{ MPa}$$

$$EA_{cased} = 1133603.42 \text{ kN}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{PL}{EA}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{595 \text{ kN} * 7.5 \text{ m}}{1133603.42 \text{ kN}}$$

$$\Delta_{elastic} = 0.003936 \text{ m}$$

Asentamientos elásticos Totales

$$\Delta_{elastic} = 0.003936 \text{ m} + 0.002185 \text{ m}$$

$$\Delta_{elastic} = 0.006121 \text{ m}$$

PASO 8 - Detalles del diseño y especificaciones

Los planos con detalles y especificaciones se presentan en la siguiente figura S1-6.

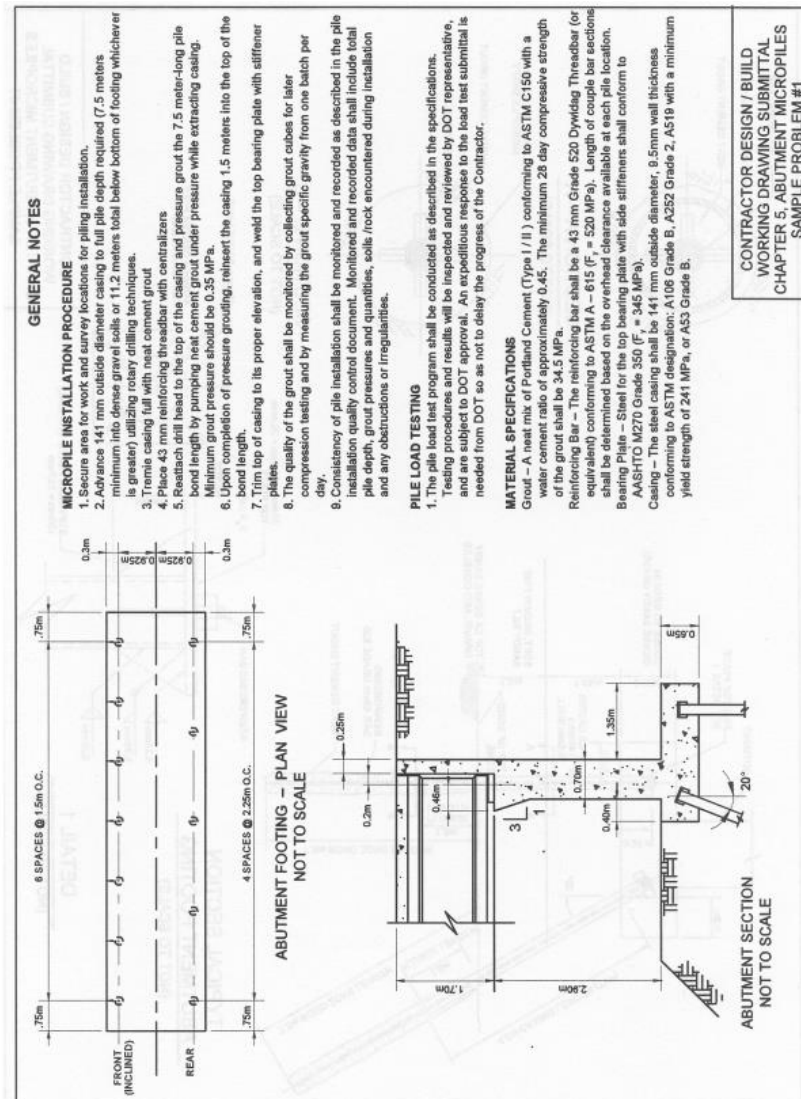


Figure S1-6. Page 1 of Sample Problem No.1 – Working Drawing Submittal

PASO 9 - Consideraciones adicionales

Las consideraciones se han tomado según las recomendaciones propias del autor, se ha considerado la pérdida de sección de la barra, esta consideración afecta los resultados finales.

Validación de los resultados ejemplo FHWA

PASO 1 – Identificación de requerimientos del proyecto y revisión de la información geotécnica

Debido a la información brindada por el ejercicio, y los requerimientos que quiere el propio constructor, se da por hecho, de que se requiere usar micropilotes, y que la documentación existente es la mínima para poder iniciar con el proyecto.

PASO 2 – Diseño de las combinaciones de cargas

Para las combinaciones de carga se especifica que se hace uso de la AASHTO LRFD bridge design specifications Fifth edition, la "Seismic Design of Bridges - Design Example No. 3" Publication No. FHWA-SA-97-08 y estática básica, para hacer el cálculo de las combinaciones de carga y obtener la carga axial sobre el micro pilote, al final obtiene la siguiente carga:

$$P_c = 595 \text{ kN}$$

El autor, no considero la carga a tensión, por lo que se asume una carga de:

$$P_t = 100 \text{ kN}$$

PASO 3 – Evaluación de la capacidad estructural de la zona encamisada

Para el refuerzo permanente de la camisa, se utiliza esfuerzo a fluencia de 241 MPa para el diseño. Para mantener la compatibilidad de la deformación entre la barra de refuerzo y la camisa en la longitud superior del micropilote, se utiliza esfuerzo a fluencia (acero F_y) de 241 MPa para ambos miembros. El uso de una camisa de mayor resistencia, como API N80 ($F_y = 552$ MPa) aumentaría en gran medida la capacidad estructural de esta sección del micropilote. Estos cálculos no abordan la capacidad de la junta de la camisa.

Camisa: utilice un diámetro exterior de 141 mm x un grosor de pared de 9,5 mm.

La barra es una barra de 43 mm de diámetro y una fluencia F_y 520 MPa.

Se reduce el diámetro exterior en 1,6 mm para tener en cuenta la corrosión.

Nota: A continuación, se presentará el procedimiento de cálculo realizado por el programa DisPi para determinar la capacidad de micropilotes sometidos a cargas verticales.

En esta sección, se comparó con el mercado colombiano de barras DSI, y se encontró que no existe una barra de tales cualidades, sin embargo, para efectos de la validación, se asumió la barra R51-800, la cual posee características mecánicas similares a las del ejemplo.

*Capacidad estructural a compresión (Encamisado)

$$P_c = [0.4 * A_{gc} * f'_c + 0.47 * F_{yc} * (A_c + A_b)]$$

$$P_c = [0.4 * 9632.67^2 * 34.5 \text{ MPa} + 0.47 * 241 \text{ MPa} * (3924.63 \text{ mm}^2 + 1150 \text{ mm}^2)]$$

$$P_c = 707.73 \text{ kN}$$

*Capacidad estructural a tensión (Encamisado)

$$P_t = 0.55 * F_{yc} * (A_c + A_b)$$

$$P_t = 0.55 * 241 \text{ MPa} * (3924.63 \text{ mm}^2 + 1150 \text{ mm}^2)$$

$$P_t = 672.64 \text{ kN}$$

PASO 4 - Evaluación de la capacidad estructural de la zona sin camisa

Las condiciones del suelo y el método de instalación del micropilote pueden afectar el diámetro resultante de la longitud de la unión del micropilote. Para este ejemplo, se supone un diámetro de taladro de 50 mm mayor que el diámetro exterior (O.D.) de la camisa.

Uso de una camisa O.D. = 141 mm

Por lo tanto, Cuerpo Grout D = 141 mm + 50 mm = 191 mm

$$A_{guc} = 27200 \text{ mm}^2$$

Nota: Por las propiedades geométricas diferentes entre las barras seleccionadas, por lo tanto, la sección del área del grout será diferente.

*Capacidad estructural a compresión (Sin camisa)

$$P_c = (0.4 * A_{guc} * f'c + 0.47 * F_{yb} * A_b)$$

$$P_c = (0.4 * 27502.11 \text{ mm}^2 * 34.5 \text{ MPa} + 0.47 * 560 \text{ MPa} * 1150 \text{ mm}^2)$$

$$P_c = 682.21 \text{ kN}$$

*Capacidad estructural a tensión (Sin camisa)

$$P_t = 0.55 * F_{yb} * A_b$$

$$P_t = 0.55 * 560 \text{ MPa} * 1150 \text{ mm}^2$$

$$P_t = 354.20 \text{ kN}$$

PASO 5 - Evaluación de la capacidad geotécnica del micropilote

La longitud de influencia del micropilote se ubicará en la grava arenosa densa a muy densa con adoquines y rocas que comienzan aproximadamente 3,35 m por debajo de la parte inferior de la elevación de la base. La longitud de la unión del micropilote se instalará utilizando una metodología de rejuntado a presión de tipo B.

De la Tabla de coeficientes α , seleccione una fuerza de unión de lechada a suelo $\alpha = 265 \text{ kPa}$. Esto representa un valor promedio aproximado para las gravas.

El control de la carga de micropilotes no sísmicas es de 595 kN por micropilote. Por lo tanto, se debe proporcionar una carga geotécnica permitida $P_G \geq 595 \text{ kN}$ / micropilote para soportar la carga estructural.

*Cálculo longitud mínima de barra

$$L_b = \frac{(P_c * F.S.)}{\alpha_{bond} * \pi * D}$$

$$L_b = \frac{(595 \text{ kN} * 2.0)}{265 \text{ kPa} * \pi * 0.191 \text{ m}}$$

$$L_b = 7.48 \text{ m}$$

Se aproxima a 7.5 m.

Se recalcula la capacidad del micropilote con la longitud mínima

*Capacidad Geotécnica

$$P_g = \frac{\alpha_{bond}}{F.S.} * \pi * D * L_b$$

$$P_g = \frac{265 \text{ kPa}}{2.0} * \pi * 0.191 \text{ m} * 7.5 \text{ m}$$

$$P_g = 596.29 \text{ kN}$$

PASO 6 – Evaluación de la conexión a cabezal y broca de perforación

Se completan los cálculos de diseño para la conexión de la parte superior del micropilote en la base del estribo, estos están fundamentados en la metodología propuesta en este trabajo de grado.

El autor del ejemplo, asumió unas dimensiones de platina de 254 mm, sin embargo, por temas constructivos en Colombia se asumió a = 250 mm.

*Cálculo Resistencia de la platina

$$\sigma_n = \phi * 0.85 * f' c * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$\sigma_n = 0.65 * 0.85 * 34.5 \text{ MPa} * \sqrt{\frac{58082.13 \text{ mm}^2}{59672.57 \text{ mm}^2}}$$

$$\sigma_n = 19.32 \text{ MPa}$$

*Capacidad Platina

$$\sigma_u = \phi * \frac{P_c}{A_1}$$

$$\sigma_u = 1.6 * \frac{595 \text{ kN}}{59672.57 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_u = 16.39 \text{ MPa}$$

Se considera hacer uso de una broca de perforación BB-D-HD, por requerirse perforar gravas.

PASO 7 - Estimación de los asentamientos elásticos del micropilote

No se anticipan asentamientos resultantes de la consolidación de capas de suelo debajo del grupo de micropilotes ya que estos suelos no son cohesivos por naturaleza. Aquí se calculan los asentamientos elásticos.

Nota: Por las propiedades geométricas diferentes entre las barras seleccionadas, por lo tanto, algunos valores serán diferentes.

*Asentamientos elásticos Zona encamisada

$$EA_{cased} = A_{gc} * E_g + (A_b + A_c) * E_s$$

$$EA_{cased} = 10237.87 \text{ mm}^2 * 27994.89 \text{ MPa} + (3223.93 \text{ mm}^2 + 1452 \text{ mm}^2) * 200000 \text{ MPa}$$

$$EA_{cased} = 1282659.34 \text{ kN}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{PL}{EA}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{595 \text{ kN} * 4.6 \text{ m}}{1282659.34 \text{ kN}}$$

$$\Delta_{elastic} = 0.002133 \text{ m}$$

*Asentamientos elásticos Zona encamisada

$$EA_{uncased} = A_{guc} * E_g + A_b * E_s$$

$$EA_{cased} = 27200.11 \text{ mm}^2 * 27994.89 \text{ MPa} + 1452 \text{ mm}^2 * 200000 \text{ MPa}$$

$$EA_{cased} = 994399.34 \text{ kN}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{PL}{EA}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{595 \text{ kN} * 7.5 \text{ m}}{994399.34 \text{ kN}}$$

$$\Delta_{elastic} = 0.004487 \text{ m}$$

Asentamientos elásticos Totales

$$\Delta_{elastic} = 0.004487 \text{ m} + 0.002133 \text{ m}$$

$$\Delta_{elastic} = 0.006621 \text{ m}$$

PASO 8 – Detalles del diseño y especificaciones

Los planos con detalles y especificaciones se presentan en la siguiente figura S1-6.

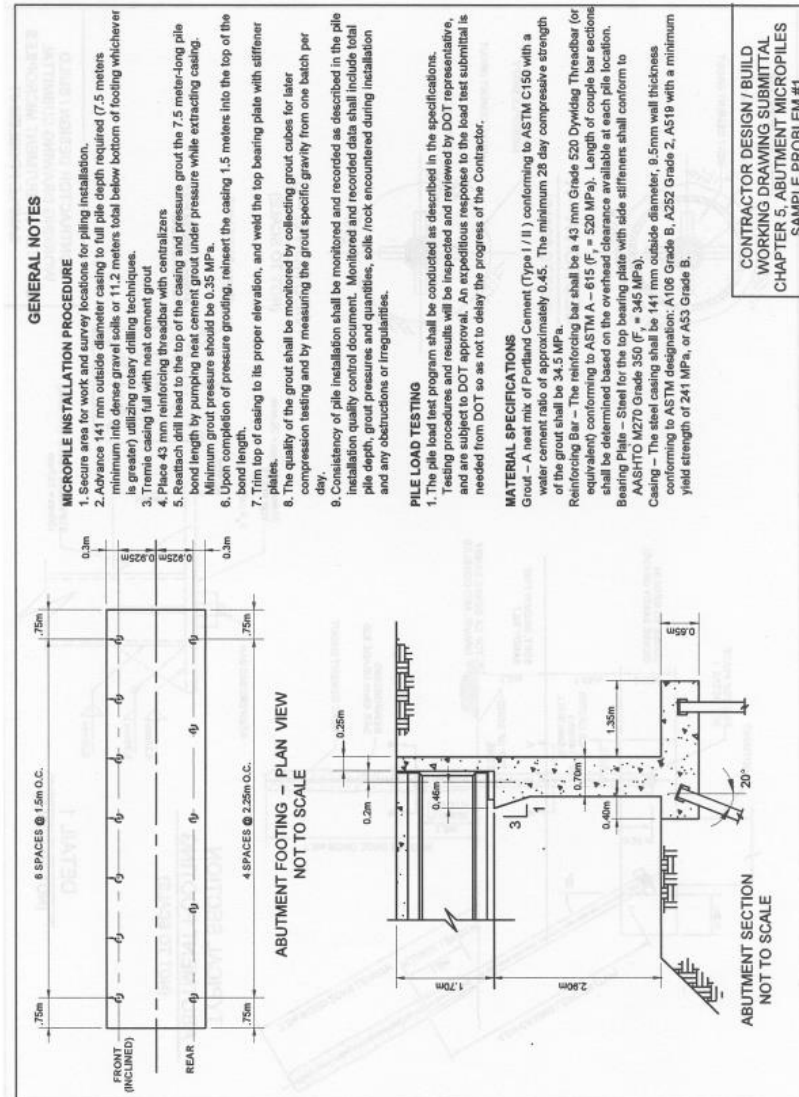


Figure S1-6. Page 1 of Sample Problem No.1 – Working Drawing Submittal

Nota: Para mayor claridad sobre los cálculos realizados, dirigirse a anexos C: Reporte de programa DISPI

Validación de los resultados N°2 Aplicación diseño en proyecto

Para esta verificación, se empleó un diseño de un proyecto real, que por temas de confidencialidad y de términos legales, se omitirá el nombre y la memoria de cálculo, pero será expuesto el caso y serán evaluados los resultados obtenidos en el programa. El proyecto contaba con los siguientes requerimientos:

La alternativa propuesta consiste en ofrecer una cimentación de los puntos de apoyo del muerto de concreto utilizando micropilotes altamente reforzados, los cuales serían elementos que presentarían una dificultad reducida en su construcción y facilidad en su instalación.

Dicha sección se escoge de acuerdo con los requerimientos de carga previstos en la solución estructural, la disponibilidad de los materiales en el mercado local y la facilidad de instalación con el equipo disponible. En este caso, se escogió la sección de la figura 1.

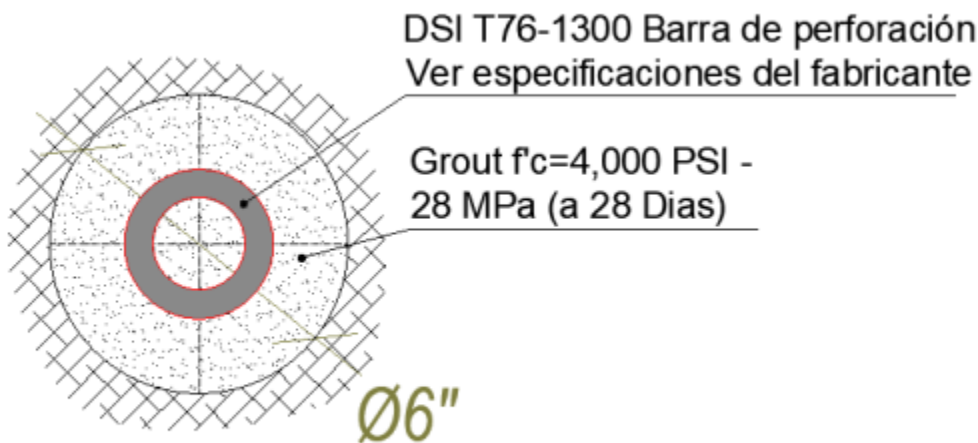


Figura 1. Sección transversal y propiedades mecánicas micropilote

Por lo tanto, la metodología utilizada para el diseño y dimensionamiento estructural de los micropilotes que permitan ofrecer el soporte de la estructura es propuesta en el documento técnico preparado por la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA, por sus siglas en inglés), publicación No. FHWA NHI-05-039 con fecha diciembre de 2005.

Consideraciones especiales para la validación de los resultados

Para verificación de los resultados obtenidos por el autor, se observaron unas limitaciones que merecen ser mencionadas, ya que sea han ajustado para adecuarse a las propias características del programa, por lo tanto, tendrá comentarios que es necesario comprender para poder interpretar ambos resultados.

PASO 1 - Identificación de requerimientos del proyecto y revisión de la información geotécnica

Debido a la información brindada por el proyecto, y los requerimientos que quiere el propio constructor, se da por hecho, de que se requiere usar micropilotes, y que la documentación existente es la mínima para poder iniciar con el proyecto.

PASO 2 - Diseño de las combinaciones de cargas

Para las combinaciones de carga se especifica que se hace uso de la AASHTO LRFD bridge design specifications Fifth edition, la "Seismic Design of Bridges - Design Example No. 3" Publication No. FHWA-SA-97-08 y estática básica, para hacer el cálculo de las combinaciones de carga y obtener la carga axial sobre el micro pilote, al final obtiene la siguiente carga:

$$P_c = 600 \text{ kN}$$

El autor, no considero la carga a tensión, por lo que se asume una carga de:

$$P_t = 300 \text{ kN}$$

PASO 3 - Evaluación de la capacidad estructural de la zona encamisada

Para el proyecto, no se requiere refuerzo permanente de la camisa, por lo tanto, no aplica los cálculos realizados para poder calcular la resistencia brindada por la camisa.

PASO 4 - Evaluación de la capacidad estructural de la zona sin camisa

Las condiciones del suelo y el método de instalación del micropilote pueden afectar el diámetro resultante de la longitud de la unión del micropilote. Para el proyecto, se tiene un cuerpo del grout de 142.9 mm.

Por lo tanto, Cuerpo Grout $D = 142.9$ mm

$$A_{guc} = 14448.15 \text{ mm}^2$$

*Capacidad estructural a compresión (Sin camisa)

$$P_c = (0.4 * A_{guc} * f'c + 0.47 * F_{yb} * A_b)$$

$$P_c = (0.4 * 14448.15 \text{ mm}^2 * 27.6 \text{ MPa} + 0.47 * 630 \text{ MPa} * 1590 \text{ mm}^2)$$

$$P_c = 630.31 \text{ kN}$$

*Capacidad estructural a tensión (Sin camisa)

$$P_t = 0.55 * F_{yb} * A_b$$

$$P_t = 0.55 * 630 \text{ MPa} * 1590 \text{ mm}^2$$

$$P_t = 550.93 \text{ kN}$$

PASO 5 - Evaluación de la capacidad geotécnica del micropilote

Para este proyecto, se considero que el suelo posee 3 estratos, sobre los cuales comienza un estrato de 5 m con presencia de limos y arcillas blandas con un alto índice de plasticidad, debajo de este suelo, se encuentran arenas densas con un poco de limo, con un espesor de 2 m, y por ultimo se presenta un estrato de gravas con alta presencia de arenas, en una profundidad de 30 m, los suelos no presentan problemas de licuefacción ni suelos expansivos, por lo cual se tomaron los siguientes coeficientes de la tabla, suelo limoso $\alpha = 35$ kPa, suelo arenoso $\alpha = 70$ kPa y suelo con gravas $\alpha = 180$ kPa.

El control de la carga de micropilotes no sísmicas es de 600 kN por micropilote. Por lo tanto, se debe proporcionar una carga geotécnica permitida $P_G \geq 600$ kN / micropilote para soportar la carga estructural.

Nota: Al programa se le añadió un módulo extra para calcular por separado los estratos, como es el caso de este ejemplo, por lo tanto, se propone presentar el diseño principal que arroja el programa y luego el rediseño que puede ejecutar el usuario según sus necesidades.

Cálculo 1

Para el caso, se toma el kPa mayor, en este caso el de las gravas.

*Cálculo longitud mínima de barra

$$L_b = \frac{(P_c * F.S.)}{\alpha_{bond} * \pi * D}$$

$$L_b = \frac{(600 \text{ kN} * 2.0)}{180 \text{ kPa} * \pi * 0.1429 \text{ m}}$$

$$L_b = 14.85 \text{ m}$$

Se aproxima a 15.0 m.

Se recalcula la capacidad del micropilote con la longitud mínima

*Capacidad Geotécnica

$$P_g = \frac{\alpha_{bond}}{F.S.} * \pi * D * L_b$$

$$P_g = \frac{180 \text{ kPa}}{2.0} * \pi * 0.1429 \text{ m} * 15.0 \text{ m}$$

$$P_g = 606.06 \text{ kN}$$

Cálculo 2

La diferencia, es que ahora se halla las capacidades que aportan los estratos del suelo, y al final, el diseñador opta por agregarle la longitud que considere necesaria para cumplir con el diseño, aparte en el nuevo módulo, se permite usar un factor de seguridad mas bajo.

*Capacidad Geotécnica estrato limoso

$$P_{g1} = \frac{\alpha_{bond}}{F.S.} * \pi * D * L_b$$

$$P_{g1} = \frac{35 \text{ kPa}}{1.3} * \pi * 0.1429 \text{ m} * 5 \text{ m}$$

$$P_{g1} = 60.43 \text{ kN}$$

*Capacidad Geotécnica estrato arenoso

$$P_{g2} = \frac{\alpha_{bond}}{F.S.} * \pi * D * L_b$$

$$P_{g2} = \frac{70 \text{ kPa}}{1.3} * \pi * 0.1429 \text{ m} * 2 \text{ m}$$

$$P_{g2} = 48.35 \text{ kN}$$

*Cálculo capacidad restante para Lmin

Nota: El diseño contempla un 10% de la capacidad geotécnica, razón por la que se ha contemplado también en este cálculo.

$$P_{g3} = (600 \text{ kN} * 1.10) - (60.43 \text{ kN} + 48.35 \text{ kN})$$

$$P_{g3} = 559.44 \text{ kN}$$

*Cálculo longitud mínima de barra

$$L_b = \frac{(P_c * F.S.)}{\alpha_{bond} * \pi * D}$$

$$L_b = \frac{(559.44 \text{ kN} * 1.3)}{180 \text{ kPa} * \pi * 0.1429 \text{ m}}$$

$$L_b = 9.0 \text{ m}$$

Se aproxima a 9 m.

Se recalcula la capacidad del micropilote con la longitud total

*Capacidad Geotécnica

$$P_g = P_{g1} + P_{g2} + P_{g3}$$

$$P_g = 60.43 \text{ kN} + 48.35 \text{ kN} + 559.44 \text{ kN}$$

$$P_g = 668.22 \text{ kN}$$

PASO 6 - Evaluación de la conexión a cabezal y broca de perforación

Se completan los cálculos de diseño para la conexión de la parte superior del micropilote en la base del estribo.

El diseñador del proyecto, asumió unas dimensiones de platina de 254 mm, sin embargo, por temas constructivos en Colombia se asumió a = 250 mm.

*Cálculo Resistencia de la platina

$$\sigma_n = \phi * 0.85 * f' c * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$\sigma_n = 0.65 * 0.85 * 34.5 \text{ MPa} * \sqrt{\frac{58082.13 \text{ mm}^2}{59672.57 \text{ mm}^2}}$$

$$\sigma_n = 19.32 \text{ MPa}$$

*Capacidad Platina

$$\sigma_u = \phi * \frac{P_c}{A_1}$$

$$\sigma_u = 1.6 * \frac{600 \text{ kN}}{59672.57 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_u = 16.39 \text{ MPa}$$

Se considera hacer uso de una broca de perforación BB-D-HD, por requerirse perforar gravas.

PASO 7 - Estimación de los asentamientos elásticos del micropilote

No se anticipan asentamientos resultantes de la consolidación de capas de suelo debajo del grupo de micropilotes ya que estos suelos no son cohesivos por naturaleza. Aquí se calculan los asentamientos elásticos.

*Asentamientos elásticos Zona encamisada

$$EA_{uncased} = A_{guc} * E_g + A_b * E_s$$

$$EA_{cased} = 27200.11 \text{ mm}^2 * 27994.89 \text{ MPa} + 1452 \text{ mm}^2 * 200000 \text{ MPa}$$

$$EA_{cased} = 994399.34 \text{ kN}$$

$$\Delta_{elastic} = \frac{PL}{EA}$$

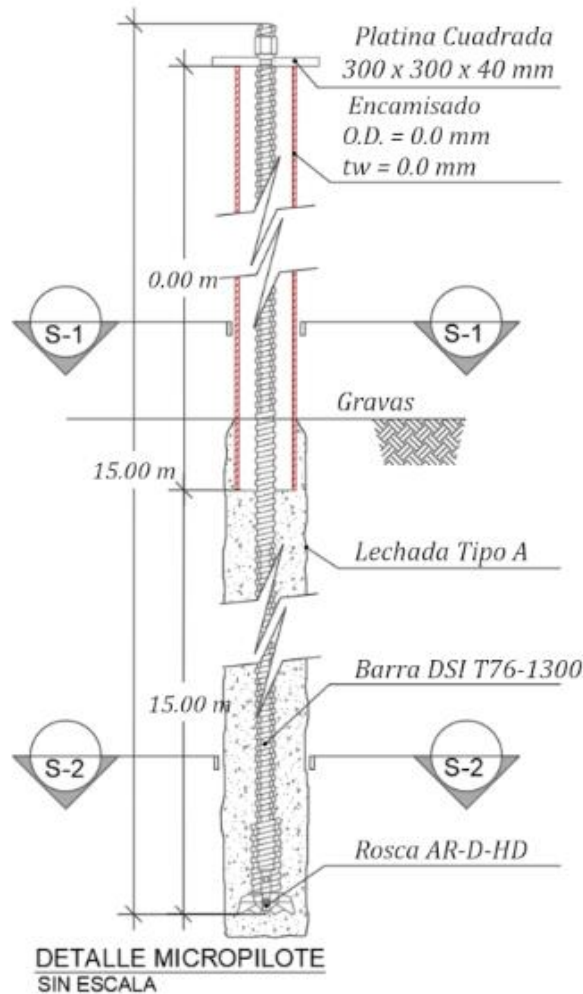
$$\Delta_{elastic} = \frac{600 \text{ kN} * 7.5 \text{ m}}{994399.34 \text{ kN}}$$

$$\Delta_{elastic} = 0.004487 \text{ m}$$

PASO 8 – Detalles del diseño y especificaciones

Los planos con detalles y especificaciones no se pueden enseñar por términos del contrato, sin embargo, se presenta el diseño de la aplicación.

DETALLES DEL DISEÑO



Nota: Para mayor claridad sobre los cálculos realizados, dirigirse a anexos C: Reporte de programa DISPI

C. Anexo: Reporte de programa DISPI

En este anexo, se adjunta un ejemplo del reporte dado por el programa DisPi, en donde contiene el reporte original que el programa exporta como evidencia de los cálculos.

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////**REPORTE DE RESULTADOS**////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

PARAMETROS DE CALCULO

-Cargas en micropilote

Carga a compresión: Pc 595.0 kN

Carga a tensión: Pt 100.0 kN

-Acero de refuerzo

Especificación de la barra: R51-800

Carga última barra: Cu 800.0 kN

Carga fluencia barra: Cy 640.0 kN

Resistencia a fluencia barra: Fyb 560.0 MPa

Resistencia última barra: Fub 700.0 MPa

Area barra: Ab 1150.0 mm²

Módulo elástico acero: Es 200000.0 MPa

Diámetro externo encamisado: O.D. 141.0 mm

Espesor encamisado: tw 9.5 mm

Resistencia a fluencia encamisado: Fyc 241.0 MPa

Area encamisado: Ac 3924.63 mm²

Longitud encamisado: Lup 4.6 m

-Lechada

Resistencia a compresión lechada: f'c 34.5 MPa

Módulo elástico grout: Eg 27794.21 MPa

Diámetro vaciado lechada: D 191.0 mm

Area lechada encamisada: Agc 9632.67 mm²

Area lechada sin camisa: Aguc 27502.11 mm²

Tipo lechada : Tipo B

*-Platina**Diámetro perforación: D_p 60.0 mm**Diámetro bisel: D_b 75.0 mm**Longitud platina: a 250.0 mm**Area platina: A 62500.0 mm²**Area cargada: A_1 58082.13 mm²**Area inferior base: A_2 59672.57 mm²**-Suelo**Tipo de suelo: Pizarras Duras**Coefficiente a ground to grout: $abond$ 265.0 kPa**Factor de seguridad: F.S. 2.0***DISEÑO ESTRUCTURAL***-Capacidad a Compresión**Capacidad estructural (Encamisado)*

$$P_c = [0.4 * A_{gc} * f'_c + 0.47 * F_{yc} * (A_c + A_b)]$$

$$P_c = [0.4 * 9632.67 * 34.5 + 0.47 * 241.0 (1150.00 + 3924.63)]$$

$$P_c = 707.73 \text{ kN}$$

Capacidad estructural (Sin camisa)

$$P_c = [0.4 * A_{guc} * f'_c + 0.47 * F_{yb} * A_b]$$

$$P_c = [0.4 * 27502.11 * 34.5 + 0.47 * 560.0 * 1150.00] P_c =$$

$$682.21 \text{ kN}$$

*-Capacidad a Compresión**Capacidad estructural (Encamisado)*

$$P_t = 0.55 * F_{yc} * (A_c + A_b)$$

$$P_t = 0.55 * 241.0 * (1150.00 + 3924.63)$$

$$P_t = 672.64 \text{ kN}$$

Capacidad estructural (Sin camisa)

$$Pt = 0.55 * Fyc * Ab$$

$$Pt = 0.55 * 241.0 * 1150.00$$

$$Pt = 354.20 \text{ kN}$$

DISEÑO GEOTECNICO

-Cálculo longitud mínima de barra

Longitud mínima de barra, Lb

$$Lb = (Pc * F.S.) / (abond * Pi() * D)$$

$$Lb = (595.0 * 2.0) / (265.0 * 3.1416 * 191.0)$$

$$Lb = 7.5 \text{ m}$$

-Capacidad Geotécnica

Capacidad Geotécnica

$$Pg = (abond / F.S.) * Lb * Pi() * D$$

$$Pg = (265.0 / 2.0) * 7.5 * Pi() * 191.0$$

$$Pg = 596.29 \text{ kN}$$

DISEÑO CONEXION A CABEZAL Y BROCA DE PERFORACION

-Cálculo Resistencia de la platina Resistencia

*nominal al aplastamiento, $on = Phi * 0.85 * f'c$*

$$* \text{sqrt} (A2 / A1) \text{ on} = 0.65 * 0.85 * 34.5 * \text{sqrt} ($$

$$59672.57 / 58082.13 \text{ on} = 19.32 \text{ MPa}$$

-Capacidad Platina

Capacidad aplastamiento platina, ou

$$ou = (Phi * Pc) / A1 \text{ ou} = (1.6 *$$

$$595.0) / 58082.13 \text{ ou} = 16.39 \text{ MPa}$$

-Broca de perforación

Para un suelo de características mayoritarias a Pizarras Duras, el fabricante DSI DiwyDag recomienda la broca endurecida BB-D-HD, ya que según sus estudios, es Apto para suelos fracturados, calizas y areniscas.

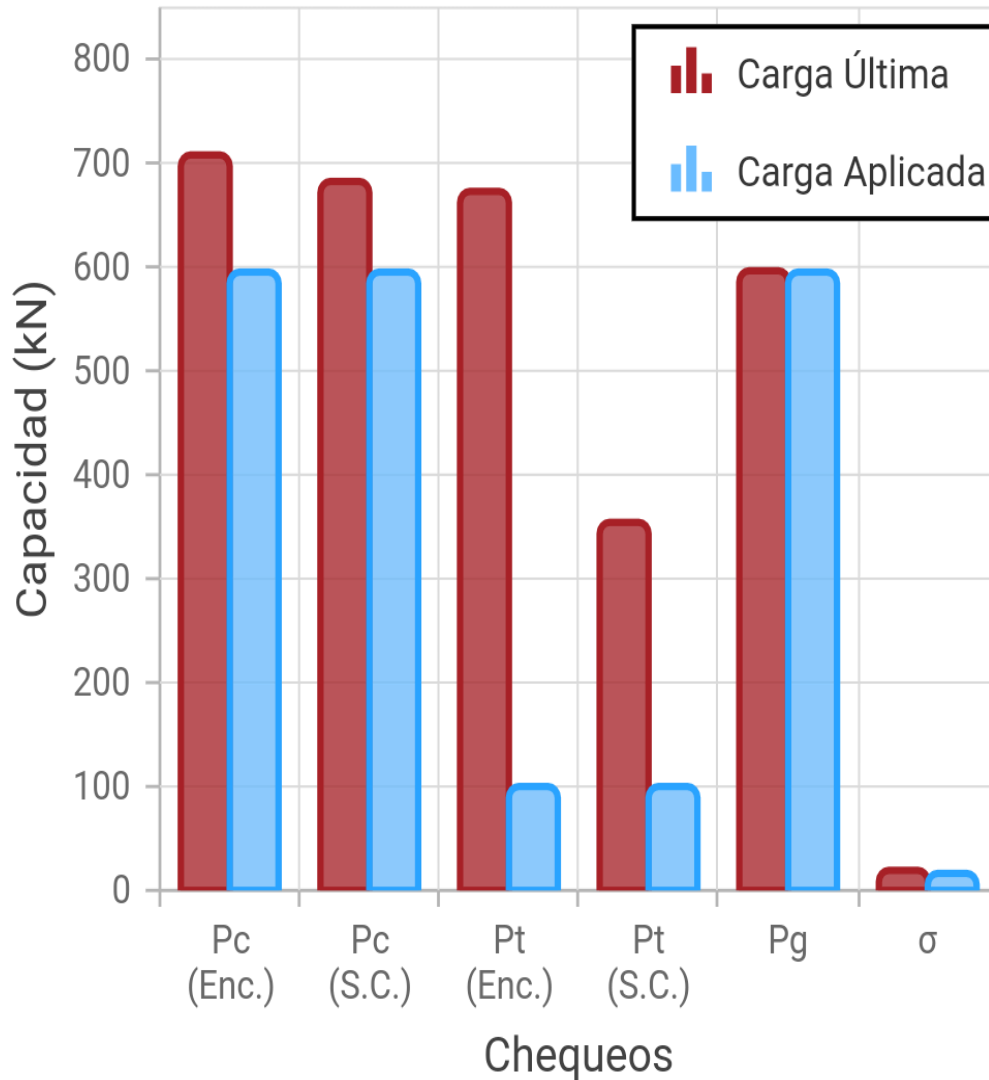
En caso de tener presencia de rocas duras o tamaños considerables de suelos de mayor resistencia a la penetración, se recomienda usar las brocas de la línea con refuerzos de Widia o una broca de mayor capacidad a la excavación.

CHEQUEO DE RESULTADOS

Se deben cumplir con las siguientes condiciones, de lo contrario, se deberá replantear la toma de parámetros o el diseño de la propia barra:

*-Capacidad estructural**Compresión Encamisado* $707.7341861000001 > 595.0$ *Compresión Sin Camisa* $682.209118 > 595.0$ *Tensión Encamisado* $672.6422065 > 100.0$ *Tensión Sin Camisa* $354.2 > 100.0$ *-Capacidad Geotécnica**Capacidad Geotécnica* $596.2939206054277 > 595.0$ *-Capacidad Platina**Capacidad Platina* $19.32046085273679 > 16.39058347205931$

*

GRAFICA CHEQUEO CAPACIDADES

Todos los valores calculados, deberán de superar los de la gráfica Cargas Aplicadas, y si la gráfica Cargas Últimas no supera la gráfica Cargas Aplicadas, se deberá volver a diseñar el micropilote o en su defecto, controlar sus parámetros para obtener los cálculos esperados. Se recomienda a criterio del diseñador, tomar la decisión más adecuada teniendo en cuenta las propiedades del suelo, el presupuesto y la experiencia que respalde al diseñador.

ESTIMACION DE ASENTAMIENTOS

-Asentamientos elásticos Zona encamisada

Asentamientos elásticos, dt elastic

$$EA \text{ cased} = Agc * Eg + (Ab + Ac) * Es$$

$$EA \text{ cased} = 9632.67 * 27794.21 + (1150.00 + 3924.63) * 200000.0$$

$$EA \text{ cased} = 1282658.45 \text{ dt} = ($$

$$Pc * Lup) / EA \text{ cased} \text{ dt} = ($$

$$595.0 * 4.6) / 1282658.45$$

$$\text{dt} = 0.0021 \text{ m}$$

$$\text{dt} = 2.13 \text{ mm}$$

-Asentamientos elásticos Zona Sin Camisa

Asentamientos elásticos, dt elastic

$$EA \text{ uncased} = Aguc * Eg + Ab * Es$$

$$EA \text{ uncased} = 27502.11 * 27794.21 + 1150.00 * 200000.0$$

$$EA \text{ uncased} = 994399.42 \text{ dt} =$$

$$(Pc * Lb) / EA \text{ uncased} \text{ dt} = ($$

$$595.0 * 7.5) / 994399.42$$

$$\text{dt} = 0.0045 \text{ m}$$

$$\text{dt} = 4.49 \text{ mm}$$

-Asentamientos elásticos Totales

Asentamientos elásticos, dt elastic

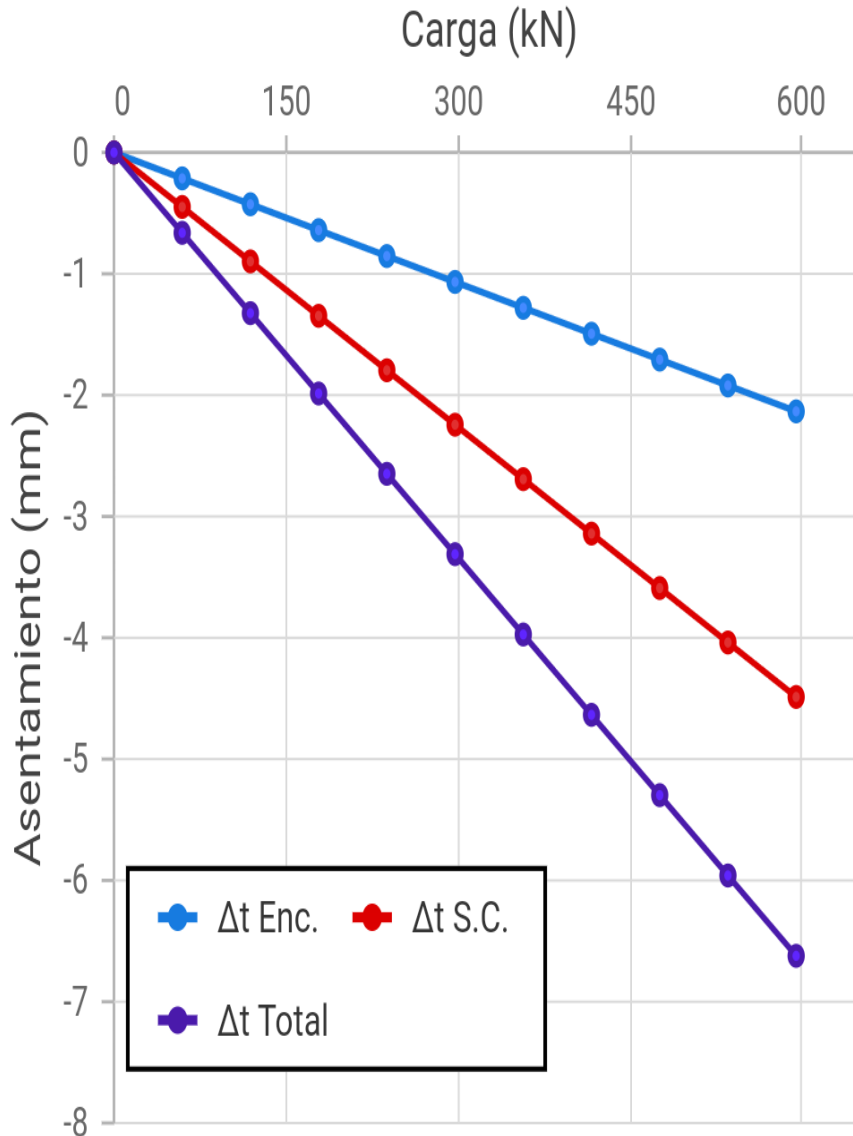
$$\text{dt total} = \text{dt cased} + \text{dt uncased} \text{ dt}$$

$$\text{total} = 0.0021 + 0.0045 \text{ dt total} =$$

$$0.0066 \text{ m} \text{ dt total} = 6.62 \text{ mm}$$

Los asentamientos no deben superar 0.3 m según título H.4.9.2 de la NSR-10

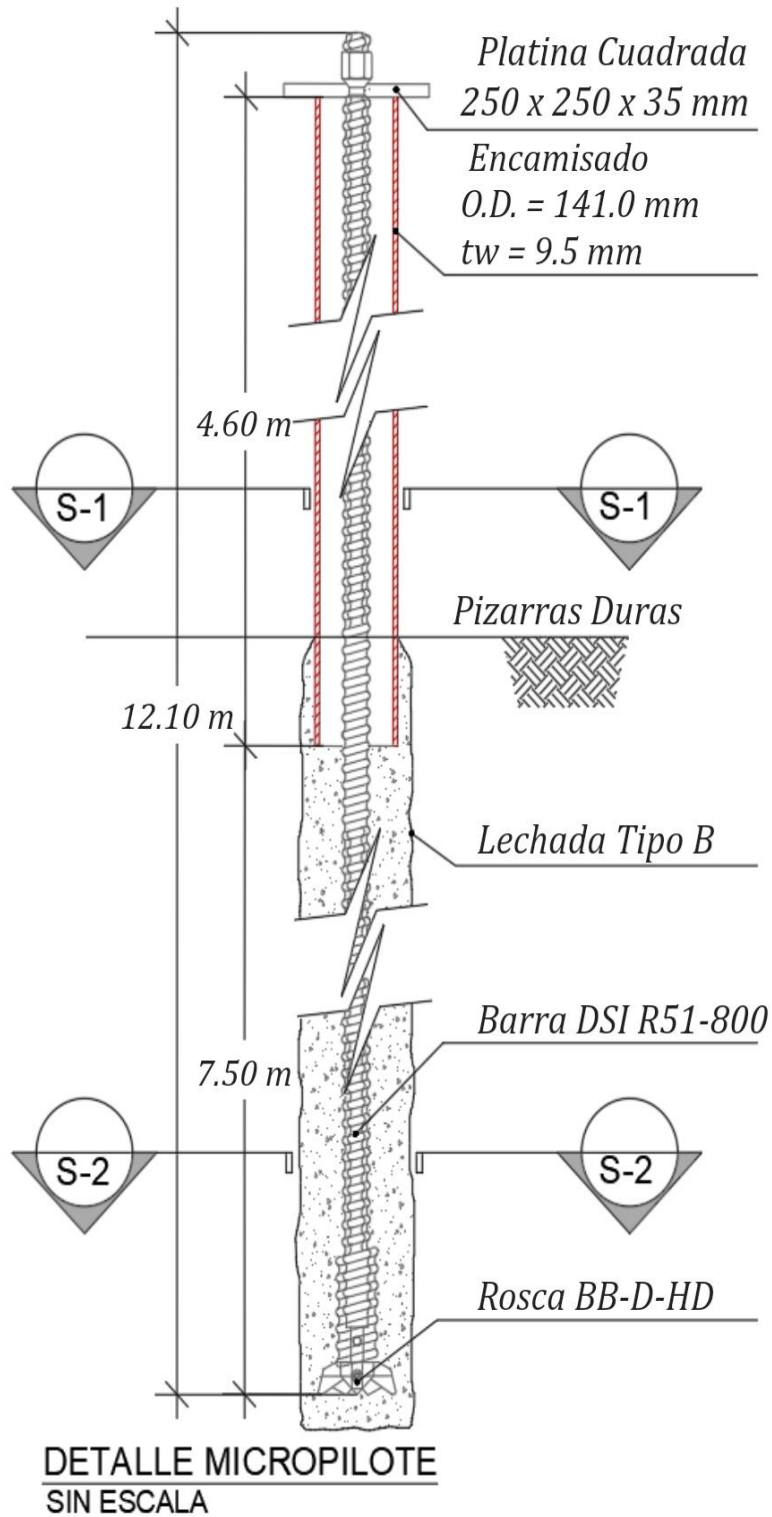
*

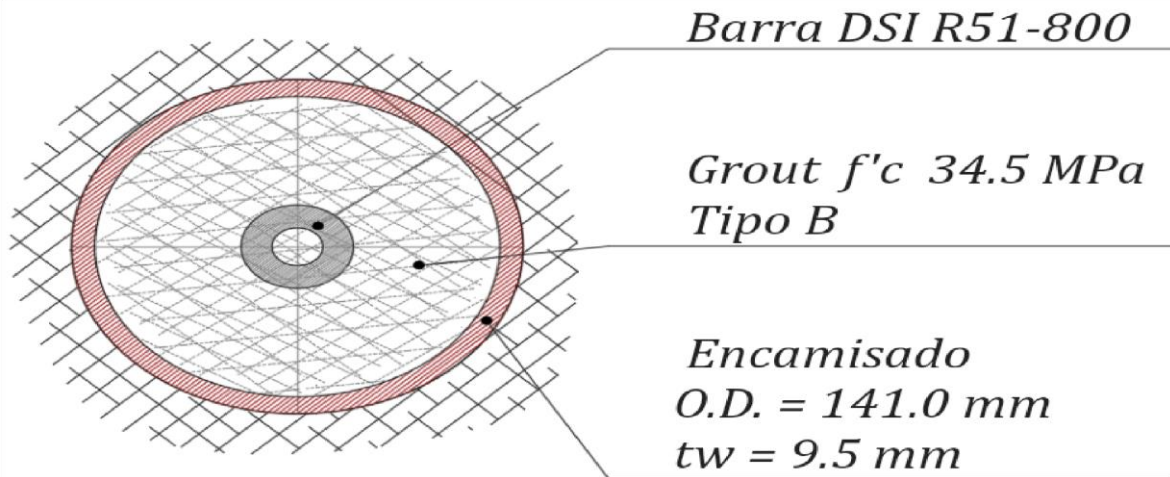
GRAFICA ESTIMACION DE ASENTAMIENTOS

Se estiman los valores de los asentamientos provocados por ambas zonas del micropilote, ya que en cada zona, el comportamiento de los asentamientos será diferente por las propiedades mecánicas de cada zona.

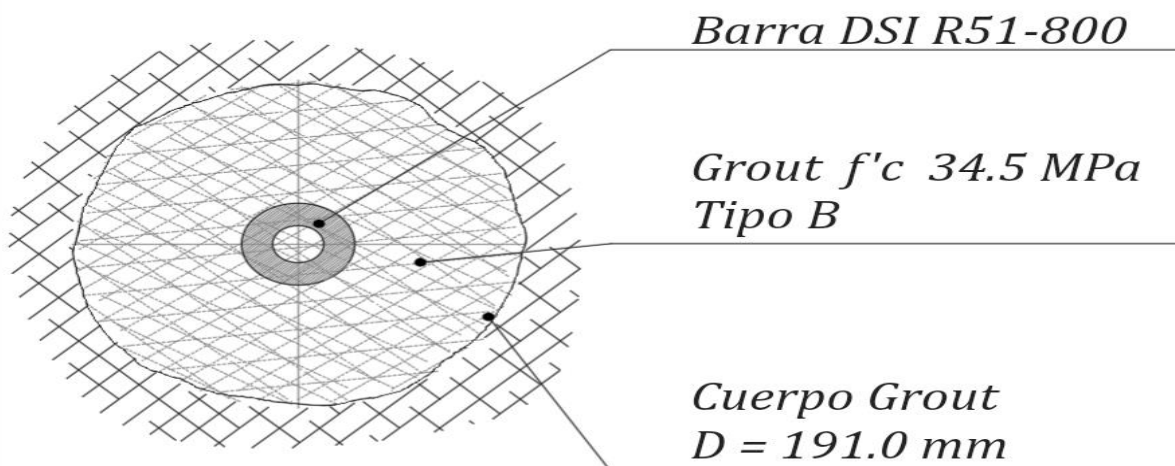
El asentamiento a evaluar, será el asentamiento total el cual no deberá superar 0.3 m según título H.4.9.2 de la NSR-10, en caso de que se los asentamientos superen este valor, se deberá garantizar que las cargas no superen ese limite o se deberá replantear la longitud del micropilote.

DETALLES DE DISEÑO





SECCION 1 MICROPILOTE SIN ESCALA



SECCION 2 MICROPILOTE SIN ESCALA

DISCLAIMER DE RESPONSABILIDAD

El programa DisPi, no se responsabiliza por un mal diseño de los elementos de la conformación del micropilote, ni por las malas prácticas, deficiente calidad de los materiales o poca ética profesional del diseñador, este software solo agrupa la información y la presenta al usuario para tomar decisiones de diseño.

DisPi ni su creador nunca se considerarán un referente de diseño y sus cálculos están fundamentados en la Publication No. FHWA NHI-05-039 December 2005 National Highway Institute, por lo tanto el diseño debe ajustarse a las normas locales de sismoresistencia, ya que este software esta enfocado en la NSR-10.

*////////DisPi ES UN SOFTWARE GRATUITO, NO SE DEJE ENGAÑAR.////////
////DisPi NO SE RESPONSABILIZA POR EL MAL USO DE SU SOFTWARE.////*

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

- * *Es deber del diseñador, conocer toda la información de los datos geotécnicos de la zona, de lo contrario, el diseño no se ajustará a las condiciones dadas del mismo terreno en estudio.*
- * *Se recomienda tomar la longitud de camisa, desde el fondo de la cimentación hasta el inicio del estrato de mejor capacidad más un metro para que la camisa se afiance sobre este estrato y evitar problemas de licuación en el micropilote por encima del estrato de mejor capacidad.*
- * *Para los cálculos efectuados por el programa, no se han considerado pérdidas de sección por efectos de la corrosión en los micropilotes, por lo tanto el diseñador debe asegurar una protección contra la corrosión o en su defecto realizar un estudio de suelos potencialmente corrosivos y realizar un análisis detallado, considerando los parámetros dados en FHWA-NHI-05-042.*
- * *Para el cálculo de a , o el coeficiente grout-to-ground, no se tomó en consideración si hay más estratos en donde estará el tramo del micropilote por lo que el diseñador debe con base en su experiencia, decidir si hacer uso del estrato menos favorable, o considerar el estrato que tenga mayor presencia y utilizar un mayor factor de seguridad.*
- * *Se deben realizar las pruebas de cargas sobre los micropilotes para corroborar los resultados obtenidos a través de los cálculos.*
- * *Se debe de socializar el proyecto, con un asesor de ventas del producto en este caso de la empresa DiwyDag, el cual aprobará y dará un segundo concepto acerca del diseño, el presupuesto y la disponibilidad de los materiales. En caso de cambiar algún parámetro, se debe reajustar el diseño del micropilote, pero nunca dejarlo diferente al proyectado.*

ANEXOS Y REFERENCIAS

Especificaciones técnicas serie R32











No.	Valor característico / Tipo ¹⁾	Símbolo	Unidad	R32-210	R32-250	R32-280	R32-320	R32-360	R32-400
1	Diámetro exterior nominal	$\varnothing_{e,nom}$	[mm]	32					
2	Diámetro exterior real	\varnothing_e	[mm]	31.1					
3	Diámetro interior medio ²⁾	\varnothing_i	[mm]	21.0	20.0	18.5	16.5	15.0	12.5
4	Sección nominal ³⁾	S_0	[mm ²]	340	370	410	470	510	560
5	Peso nominal ⁴⁾	m	[kg/m]	2.65	2.90	3.20	3.70	4.00	4.40
6	Fuerza en el límite de fluencia de 0,2% ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	[kN]	160	190	220	250	280	330
7	Fuerza máxima ⁵⁾	$F_{m,nom}$	[kN]	210	250	280	320	360	400
8	Resistencia en el límite de fluencia ⁶⁾	$R_{p0,2}$	[N/mm ²]	470	510	540	530	550	590
9	Resistencia a la tracción ⁶⁾	R_m	[N/mm ²]	620	680	680	680	710	710
10	$R_m/R_{p0,2}$ ⁷⁾	---	[1]	≥ 1.15					
11	Alargamiento durante fuerza máxima ⁷⁾	A_{gt}	[%]	≥ 5.0					
12	Norma de roscas	---	[---]	ISO 10208					
13	Longitud suministrada ⁸⁾	L	[m]	2/3/4/6					
14	Número de artículo ⁹⁾	---	[---]	30101YYY10X0					

Especificaciones técnicas serie R38 y R51

No.	Valor característico / Tipo ¹⁾	Símbolo	Unidad	R38-420	R38-500	R38-550	R51-550	R51-660	R51-800
1	Diámetro exterior nominal	$\varnothing_{e,nom}$	[mm]	38			51		
2	Diámetro exterior real	\varnothing_e	[mm]	37.8			49.8		
3	Diámetro interior medio ²⁾	\varnothing_i	[mm]	21.5	19.0	17.0	34.5	33.0	29.0
4	Sección nominal ³⁾	S_0	[mm ²]	660	750	800	890	970	1.150
5	Peso nominal ⁴⁾	m	[kg/m]	5.15	5.85	6.25	6.95	7.65	9.00
6	Fuerza en el límite de fluencia de 0,2% ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	[kN]	350	400	450	450	540	640
7	Fuerza máxima ⁵⁾	$F_{m,nom}$	[kN]	420	500	550	550	660	800
8	Resistencia en el límite de fluencia ⁶⁾	$R_{p0,2}$	[N/mm ²]	530	530	560	510	560	560
9	Resistencia a la tracción ⁶⁾	R_m	[N/mm ²]	640	670	690	620	680	700
10	$R_m/R_{p0,2}$ ⁷⁾	---	[1]	≥ 1.15					
11	Alargamiento durante fuerza máxima ⁷⁾	A_{gt}	[%]	≥ 5.0					
12	Norma de roscas	---	[---]	ISO 10208			ISO 1820		
13	Longitud suministrada ⁸⁾	L	[m]				2/3/4/6		
14	Número de artículo ⁹⁾	---	[---]	30201YYY10X0			30301YYY10X0		

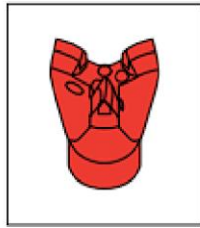
Especificaciones técnicas serie T76

No.	Valor característico / Tipo ¹⁾	Símbolo	Unidad	T76-1200	T76-1600	T76-1900
1	Diámetro exterior nominal	$\varnothing_{e,nom}$	[mm]	76		
2	Diámetro exterior real	\varnothing_e	[mm]	75.4		
3	Sección nominal ³⁾	S_0	[mm ²]	1.610	1.990	2.360
4	Peso nominal ⁴⁾	m	[kg/m]	12,6	15,6	18,5
5	Fuerza en el límite de fluencia de 0,2% ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	[kN]	1.000	1.200	1.500
6	Fuerza máxima ⁵⁾	$F_{m,nom}$	[kN]	1.200	1.600	1.900
7	Resistencia en el límite de fluencia ⁶⁾	$R_{p0,2}$	[N/mm ²]	625	600	640
8	Resistencia a la tracción ⁶⁾	R_m	[N/mm ²]	750	800	810
9	$R_m/R_{p0,2}$ ⁷⁾	---	[1]	≥ 1.15		
10	Alargamiento durante fuerza máxima ⁷⁾	A_{gt}	[%]	≥ 5.0		
11	Norma de roscas	---	[---]	DSI T76		
12	Longitud suministrada ⁸⁾	L	[m]	2/3/4		
13	Número de artículo ⁹⁾	---	[---]	30401YYY10X0		

No. de artículo	Descripción	Código de artículo	Diseño	Rosca	Diámetro Ø [mm] ¹⁾														
					51	76	90	100	110	115	120	130	150	175	200	300			
301080111XXX	Boca de cruz endurecida	rosca CB-D-HD		R32	X	X													
302080111XXX				R38		X	X			X									
303080111XXX				R51		X	X	X			X		X	X					
304080111XXX				T76							X		X	X			X		
301080121XXX	Boca de cruz con refuerzos de Widia	rosca CB-D-HM		R32	X	X													
302080121XXX				R38		X	X			X									
303080121XXX				R51			X	X			X								
304080121XXX				T76							X		X				X		
301080211XXX	Boca de botones, endurecida	rosca BB-D-HD		R32	X	X													
302080211XXX				R38		X	X	X		X									
303080211XXX				R51		X		X		X									
304080211XXX				T76								X	X						
301080221XXX	Boca de botones con refuerzos de Widia	rosca BB-D-HM		R32	X	X													
302080221XXX				R38		X	X	X		X									
303080221XXX				R51		X		X		X									
304080221XXX				T76								X	X						
301080411XXX	Boca en forma de arco, endurecida	rosca AR-D-HD		R32	X	X	X			X									
302080411XXX				R38		X	X			X									
303080411XXX				R51			X			X									
301080511XXX	Boca en forma de arco, con refuerzos de Widia	rosca AR-D-HM		R32	X	X													
302080421XXX				R38															
303080421XXX				R51															
301080811XXX	Boca en forma de arco, con botones, endurecida	rosca AB-D-HD		R32		X	X												
302080511XXX				R38		X	X			X									
303080511XXX				R51		X	X			X									
304080511XXX				T76							X		X						
301080521XXX	Boca en forma de arco, con botones, con refuerzos de Widia	rosca AB-D-HM		R32		X	X												
302080521XXX				R38		X	X			X									
303080521XXX				R51		X	X			X									
304080521XXX				T76							X		X						
301080611XXX	Boca de dos etapas de retroflujo, tipo R, endurecida	rosca TSB-D-R		R32															
302080611XXX				R38															
303080611XXX				R51															
304080611XXX				T76									X	X	X	X	X	X	X
301080613XXX	Boca de dos etapas de retroflujo y flujo lateral, tipo RS, endurecida	rosca TSB-D-RS		R32		X		X	X			X							
302080613XXX				R38		X		X	X				X	X					
303080613XXX				R51				X		X			X	X					
304080613XXX				T76															

Drill Bits

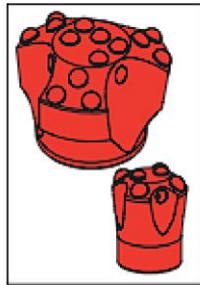
Drill bits without carbide inserts



Hardened Arching-Button Bit with Drop-Center

- Arching drill bit with drop center button profile manufactured from hardened cast steel.
- Raised blades on outside diameter increase rates of drilling.
- Suitable for fills, gravels and broken ground

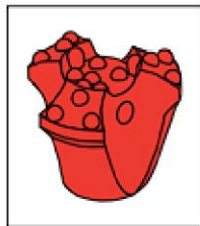
Size	Diameter	Part Number
R32	∅ 3 in / ∅ 76 mm	32HR8502
R38	∅ 3.5 in / ∅ 90 mm	38HR8502
R51	∅ 3.5 in / ∅ 90 mm	51HR8502
T76	∅ 4.53 in / ∅ 115 mm ∅ 5.12 in / ∅ 130 mm	76HT8501 76HT8502



Hardened Flat Face Button Bit

- Flat face hardened cast steel drill bit with button profile.
- Suitable for broken ground and soft sandstone/limestone.

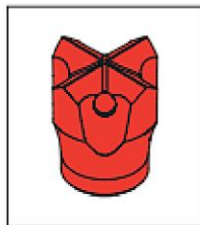
Size	Diameter	Part Number
R25	∅ 2 in / ∅ 51 mm	25HR8202
R32	∅ 2 in / ∅ 51 mm ∅ 3 in / ∅ 76 mm	32HR8201 32HR8202
R38	∅ 3 in / ∅ 76 mm ∅ 4.53 in / ∅ 115 mm	38HR8201 38HR8204
R51	∅ 3 in / ∅ 76 mm ∅ 4 in / ∅ 100 mm	51HR8201 51HR8203



Hardened Drop-Center Button Bit

- Drop center hardened cast steel drill bit with button profile.
- Drop center increases drilling efficiency.
- Available for larger drill bit diameters.
- Suitable for broken ground and soft sandstone/limestone.

Size	Diameter	Part Number
R38	∅ 4.53 in / ∅ 115 mm	38HR8204
R32	∅ 4.53 in / ∅ 115 mm	51HR8204



Hardened Cross Cut Bit

- Standard drill bit with hardened cross cut profile, manufactured from cast steel.
- for general applications with loose sands or gravels.

Size	Diameter	Part Number
R25	∅ 1.65 in / ∅ 42 mm ∅ 2 in / ∅ 51 mm	25HR8101 25HR8102
R32	∅ 2 in / ∅ 51 mm ∅ 3 in / ∅ 76 mm	32HR8101 32HR8102
R38	∅ 3 in / ∅ 76 mm ∅ 3.5 in / ∅ 90 mm	38HR8101 38HR8102
R51	∅ 3.5 in / ∅ 90 mm ∅ 4.53 in / ∅ 115 mm	51HR8102 51HR8104

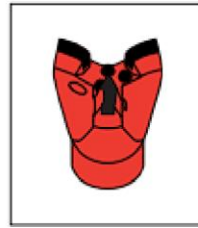


Hardened Two-Stage Cross Cut Bit

- Drop center cross cut drill bit, manufactured from hardened cast steel.
- Drop center increases drilling efficiency.
- Suitable for coarse soils and fills.

Size	Diameter	Part Number
T76	∅ 5.12 in / ∅ 130 mm ∅ 7.87 in / ∅ 200 mm	76HT8102 76HT8105

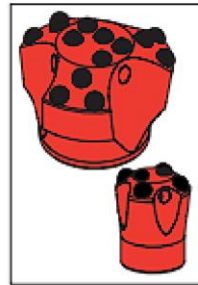
Drill bits with carbide inserts



Arching-Button Bit with Carbide Inserts

- Arching drill bit with drop center button profile.
- Raised face features embedded carbide blades.
- For dense gravels, weathered and medium hard rock.

Size	Diameter	Part Number
R32	∅ 3 in / ∅ 76 mm	32HR8512
R38	∅ 3.5 in / ∅ 90 mm	38HR8512
R51	∅ 3.5 in / ∅ 90 mm	51HR8512
T76	∅ 4.53 in / ∅ 115 mm ∅ 5.12 in / ∅ 130 mm	76HT8511 76HT8512



Flat Face Button Bit with Carbide Inserts

- Flat face drill bit with embedded carbide buttons.
- Suitable for stone walls, rubble, broken rock and medium hard rock.

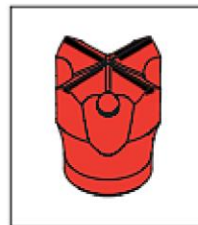
Size	Diameter	Part Number
R25	∅ 2 in / ∅ 51 mm	25HR8212
R32	∅ 2 in / ∅ 51 mm ∅ 3 in / ∅ 76 mm	32HR8211 32HR8212
R38	∅ 3 in / ∅ 76 mm ∅ 4 in / ∅ 100 mm	38HR8211 51HR8213
R51	∅ 3 in / ∅ 76 mm ∅ 4 in / ∅ 100 mm	51HR8211 51HR8213



Drop-Center Button Bit with Carbide Inserts

- Drop center drill bit with embedded carbide buttons.
- Drop center for increased drilling efficiency.
- Available for larger drill bit diameters.
- Suitable for stone walls, rubble, broken rock and medium hard rock.

Size	Diameter	Part Number
R38	∅ 3 in / ∅ 76 mm ∅ 4.53 in / ∅ 115 mm	38HR8211 38HR8214
R32	∅ 4.53 in / ∅ 115 mm	51HR8214



Cross Cut Bit with Carbide Inserts

- Standard drill bit with featuring cross cut profile with embedded carbide blades.
- Suitable for weathered or soft rock with hard seams.

Size	Diameter	Part Number
R25	∅ 1.65 in / ∅ 42 mm ∅ 2 in / ∅ 51 mm	25HR8111 25HR8112
R32	∅ 2 in / ∅ 51 mm ∅ 3 in / ∅ 76 mm	32HR8111 32HR8112
R38	∅ 3 in / ∅ 76 mm ∅ 3.5 in / ∅ 90 mm	38HR8111 38HR8112
R51	∅ 3.5 in / ∅ 90 mm ∅ 4.53 in / ∅ 115 mm	51HR8112 51HR8114

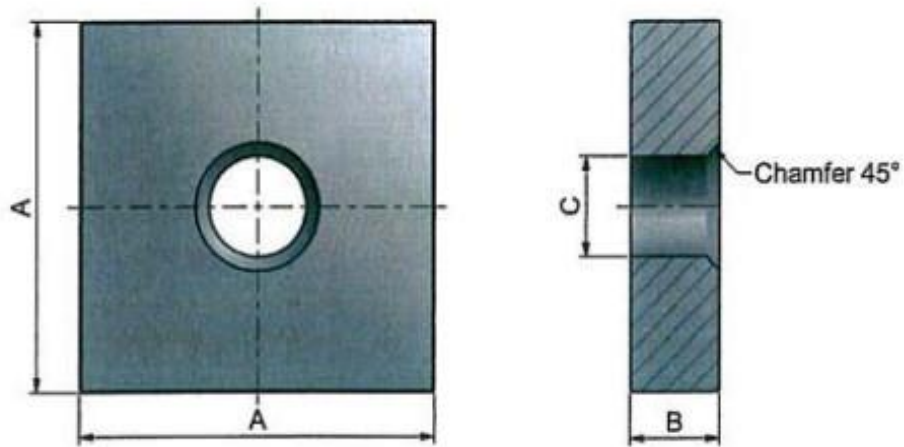


Two-Stage Cross Cut Bit with Carbide Inserts

- Drop center cross cut drill bit with embedded carbide blades in cutting face.
- Drop center increases drilling efficiency.
- Suitable for stiff ground, medium dense gravels and weak rock.

Size	Diameter	Part Number
T76	∅ 5.12 in / ∅ 130 mm ∅ 7.87 in / ∅ 200 mm	76HT8112 76HT8115

Flat plate



Flat plate		Type											
		R32-210	R32-250	R32-280	R32-320	R32-360	R32-400	R38-420	R38-500	R38-550	R51-550	R51-660	R51-800
A	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
B	mm	20	20	20	20	20	20	30	30	30	35	35	35
C	mm	35	35	35	35	35	35	41	41	41	60	60	60

Table 5-3. Summary of Typical α_{bond} (Grout-to-Ground Bond) Values for Micropile Design.

Soil / Rock Description	Grout-to-Ground Bond Ultimate Strengths, kPa (psi)			
	Type A	Type B	Type C	Type D
Silt & Clay (some sand) (soft, medium plastic)	35-70 (5-10)	35-95 (5-14)	50-120 (5-17.5)	50-145 (5-21)
Silt & Clay (some sand) (stiff, dense to very dense)	50-120 (5-17.5)	70-190 (10-27.5)	95-190 (14-27.5)	95-190 (14-27.5)
Sand (some silt) (fine, loose-medium dense)	70-145 (10-21)	70-190 (10-27.5)	95-190 (14-27.5)	95- 240 (14-35)
Sand (some silt, gravel) (fine-coarse, med.-very dense)	95-215 (14-31)	120-360 (17.5-52)	145-360 (21-52)	145-385 (21-56)
Gravel (some sand) (medium-very dense)	95-265 (14-38.5)	120-360 (17.5-52)	145-360 (21-52)	145-385 (21-56)
Glacial Till (silt, sand, gravel) (medium-very dense, cemented)	95-190 (14-27.5)	95-310 (14-45)	120-310 (17.5-45)	120-335 (17.5-48.5)
Soft Shales (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	205-550 (30-80)	N/A	N/A	N/A
Slates and Hard Shales (fresh- moderate fracturing, little to no weathering)	515-1,380 (75-200)	N/A	N/A	N/A
Limestone (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	1,035-2,070 (150-300)	N/A	N/A	N/A
Sandstone (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	520-1,725 (75.5-250)	N/A	N/A	N/A
Granite and Basalt (fresh- moderate fracturing, little to no weathering)	1,380-4,200 (200-609)	N/A	N/A	N/A

Type A: Gravity grout only

Type B: Pressure grouted through the casing during casing withdrawal

Type C: Primary grout placed under gravity head, then one phase of secondary "global" pressure grouting

Type D: Primary grout placed under gravity head, then one or more phases of secondary "global" pressure grouting

D. Anexo: Encuesta de percepción

En este anexo, se presenta una encuesta realizada, la cual aporta mayor desarrollo para el mejor entendimiento de la tesis.

METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACION: El tipo de investigación es descriptiva ya que describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés. Para este trabajo se conocerá la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI, donde se analizará datos tanto cuantitativos como cualitativos.

POBLACION: Para este análisis fueron encuestados los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana. La universidad Surcolombiana cuenta actualmente con 8000 estudiantes inscritos a carreras licenciaturas, ingenierías y demás. Cada semestre ingresa alrededor de 1100 estudiantes nuevos.

MUESTRA: Para este análisis fueron encuestados 26 estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana, sin importar semestre, estrato socioeconómico, edad y género.

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: Se llevará a cabo una encuesta aleatoria para esta investigación como instrumento para analizar la situación en la que se encuentra los estudiantes ante la aplicación y determinar la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Se realizará la recolección de datos y el respectivo análisis destacando cada una de las investigaciones realizadas, identificando sus respectivas opiniones.



ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: _____

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input type="checkbox"/> Utilidad | <input type="checkbox"/> Facilidad |
| <input type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input type="checkbox"/> Practicidad | <input type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?



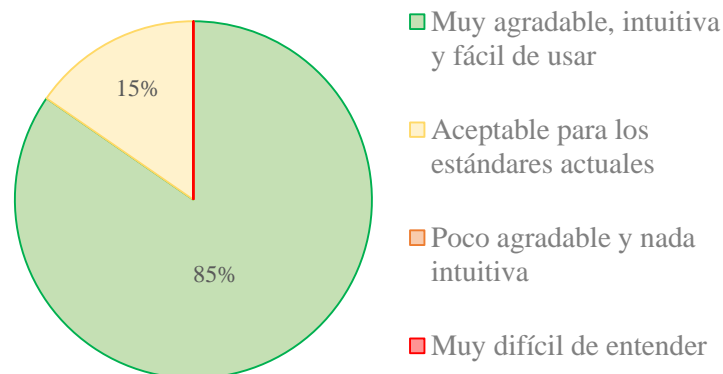
RESULTADOS

Preguntas que se harán para obtener resultados efectivos para la encuesta:

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

Distribución de frecuencia

Pregunta A. Percepción general de la interfaz de DISPI		
Percepción	Frecuencia	Porcentaje
Muy agradable, intuitiva y fácil de usar	22	85%
Aceptable para los estándares actuales	4	15%
Poco agradable y nada intuitiva	0	0%
Muy difícil de entender	0	0%
Total	26	100%

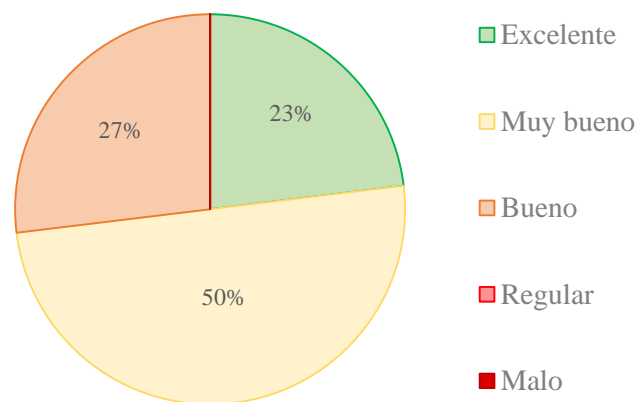


Análisis: El 85% de la población encuestada, encuentra muy agradable, intuitiva y fácil de usar la aplicación DISPI, mientras que un 15% encuentra aceptable para los estándares actuales la aplicación, por lo tanto, se puede afirmar que más del 80% de la población encuestada tiene una buena impresión de la aplicación DISPI.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

Distribución de frecuencia

Pregunta B. Calificación visual		
Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	6	23%
Muy bueno	13	50%
Bueno	7	27%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Total	26	100%

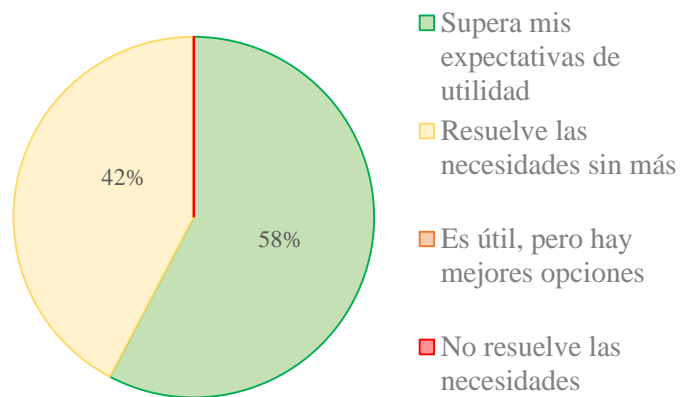


Análisis: El 50% de la población encuestada califica de Muy buena, la interfaz visual de la aplicación, mientras que un 27% la califica de Bueno, y en menor medida un 23% lo califica de excelente, por lo que es correcto afirmar que, un 73% de la población encuestada considera de muy bueno y bueno la aplicación visualmente.

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

Distribución de frecuencia

Pregunta C. Satisfacción en diseño con DISPI		
Satisfacción	Frecuencia	Porcentaje
Supera mis expectativas de utilidad	15	58%
Resuelve las necesidades sin más	11	42%
Es útil, pero hay mejores opciones	0	0%
No resuelve las necesidades	0	0%
Total	26	100%

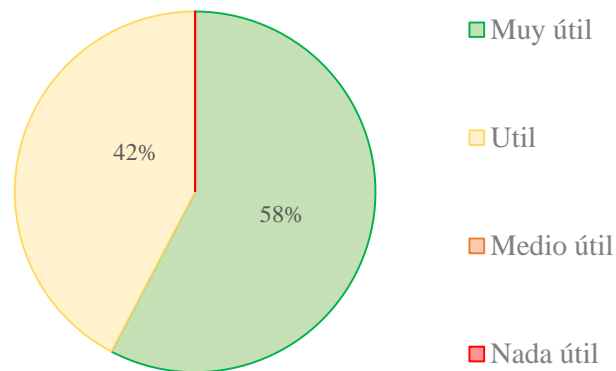


Análisis: El 58% de la población encuestada considera que la aplicación DISPI, supera sus expectativas de utilidad en el diseño, mientras que el 42% considera que resuelve sus necesidades sin más, por lo tanto, se puede afirmar que un poco más de la mitad de la población aprueban de manera satisfactoria la aplicación DISPI.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

Distribución de frecuencia

Pregunta D. Información de ayuda en DISPI		
Opinión	Frecuencia	Porcentaje
Muy útil	15	58%
Útil	11	42%
Medio útil	0	0%
Nada útil	0	0%
Total	26	100%

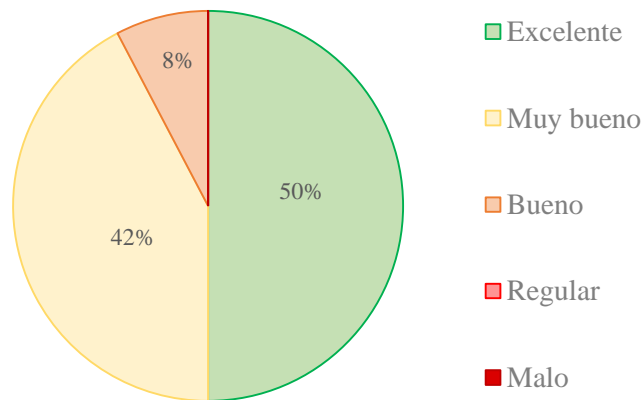


Análisis: El 58% de la población encuestada considera que la ayuda brindada por la aplicación DISPI, es muy útil en el desempeño del diseño, mientras que el 42% considera que es útil, por lo tanto, se puede afirmar que el 100% de la población encuestada encuentra útil y muy útil la ayuda que brinda la aplicación DISPI.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

Distribución de frecuencia

Pregunta E. Calificación funcional		
Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	13	50%
Muy bueno	11	42%
Bueno	2	8%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Total	26	100%

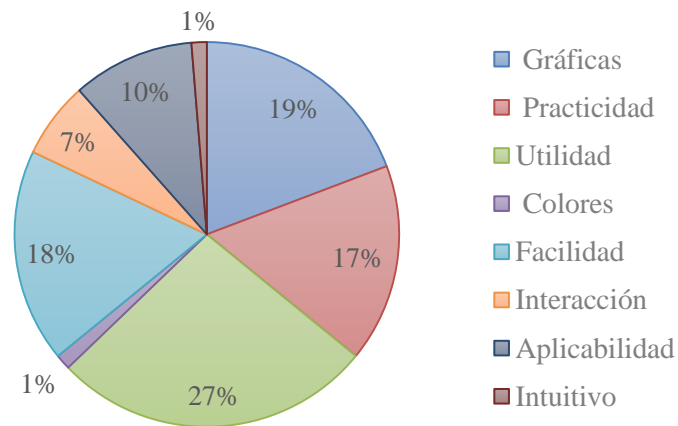


Análisis: El 50% de la población encuestada, califica de manera Excelente la funcionalidad de la aplicación DISPI, mientras que un 42% la encuentra muy bueno, y en una menor medida un 8%, la encuentra buena, de esta manera, se puede contemplar que cerca del 90% de la población encuestada considera que la aplicación DISPI es funcional.

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

Distribución de frecuencia

Pregunta F. Características de DISPI		
Característica	Frecuencia	Porcentaje
Gráficas	15	19%
Practicidad	13	17%
Utilidad	21	27%
Colores	1	1%
Facilidad	14	18%
Interacción	5	6%
Aplicabilidad	8	10%
Intuitivo	1	1%
Total	78	100%

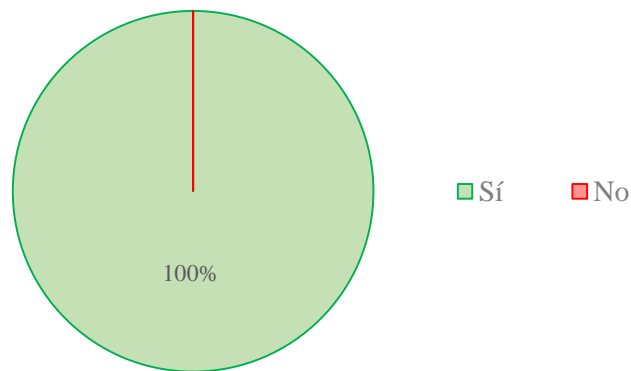


Análisis: La utilidad, las gráficas y la facilidad fueron las 3 características más congradadas entre los encuestados con un 27%, 19% y 18% respectivamente, mientras que la practicidad, la aplicabilidad y la interacción fueron las menos tenido en cuenta, con un 17%, 10% y 7%, mientras que las menos populares fueron lo intuitivo, los colores y la presentación, por debajo del 1%, resultados que apoyan la pregunta B y C.

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

Distribución de frecuencia

Pregunta F. Considera útil DISPI en el diseño		
Opinión	Frecuencia	Porcentaje
Sí	26	100%
No	0	0%
Total	26	100%

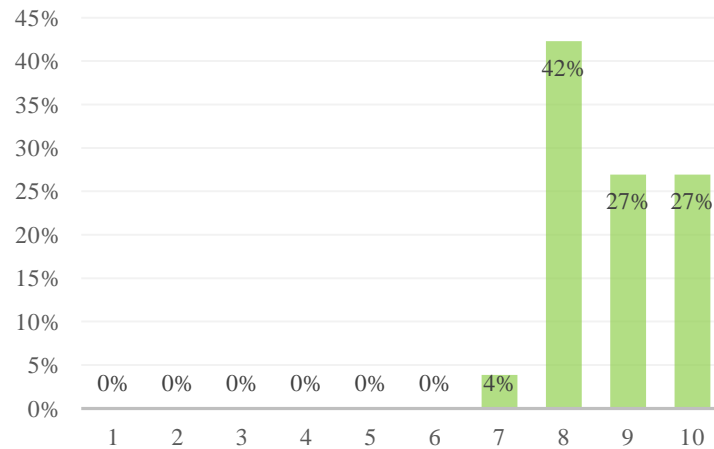


Análisis: La población encuestada se encuentra 100% convencida que la aplicación es útil para un contexto de diseño de micropilotes, reforzando los resultados obtenidos en la pregunta E, donde un 90% de la población encuentra útil la aplicación DISPI.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

Distribución de frecuencia

Pregunta H. Calificación presentación		
Satisfacción	Frecuencia	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	0	0%
6	0	0%
7	1	4%
8	11	42%
9	7	27%
10	7	27%
Total	26	100%



Análisis: Por encima del 96 de la población encuestada, se encuentra satisfecha con la presentación de la aplicación, por lo tanto, se puede inferir, que la población encuestada considera que la aplicación DISPI, es una aplicación de cualidades amigables, intuitivas y limpias para su interfaz.

Conclusiones

Se puede concluir, que las personas encuestadas del programa de ingeniería civil, encuentran la aplicación DISPI, como una aplicación Muy agradable, intuitiva y fácil de usar, en donde el 73% de la población encuestada encuentra la aplicación de muy buena a buena según sus estándares subjetivos visuales.

Sobre el estudio de los encuestados, se encuentra que la aplicación resalta por sobre su utilidad en el área de la ingeniería, sobre la inclusión de las gráficas en el análisis de datos, y sobre la practicidad que la herramienta genera sobre otras herramientas de características similares, aunque de igual manera el 100% de los encuestados encuentran la aplicación útil para el diseño de micropilotes en un contexto de diseño de cimentaciones.

Por último, se puede afirmar, que el objetivo de la presente tesis, la cual es proyectar una interfaz limpia, intuitiva y agradable al usuario, ha sido cumplido con la información recolectada de la población encuestada en la universidad Surcolombiana.

Anexo de las encuestas



ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: JUAN CAMILO OSORIO BARRIGUEZ

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

9





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Joan Sebastian Trujillo Vargas - 20201186214

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

10





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: William Camilo Pardo Pardo

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

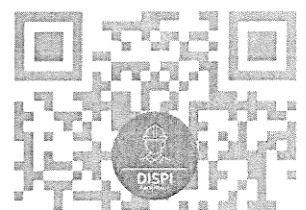
- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

9 ♥





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Kevin Casas Cabrera.

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input checked="" type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|------------------------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input type="checkbox"/> Utilidad | <input type="checkbox"/> Facilidad |
| <input checked="" type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input checked="" type="checkbox"/> Practicidad | <input checked="" type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- | | |
|---|------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Si. | <input type="checkbox"/> No. |
|---|------------------------------|

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Jean Paul Tafur Ginchéz

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

10





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Jaidar Oswan Vergel M.

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

7.5





UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Sergio A. Salgado Peña

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- | | | | | |
|---|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Excelente | <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|---|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input checked="" type="checkbox"/> Utilidad | <input type="checkbox"/> Facilidad |
| <input checked="" type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input type="checkbox"/> Practicidad | <input checked="" type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- | | |
|---|------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Si. | <input type="checkbox"/> No. |
|---|------------------------------|

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

9





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Nicolás Ospina Polanía

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Javier Mesa

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input checked="" type="checkbox"/> Utilidad | <input type="checkbox"/> Facilidad |
| <input checked="" type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input checked="" type="checkbox"/> Practicidad | <input type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- | | |
|---|------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Si. | <input type="checkbox"/> No. |
|---|------------------------------|

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Jeison Javier Ramirez Bano

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?







ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Mario Andrés Plataf.

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--------------------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input checked="" type="checkbox"/> Utilidad | <input checked="" type="checkbox"/> Facilidad |
| <input type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input checked="" type="checkbox"/> Practicidad | <input type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

9





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Sofia Jovel Henao

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Nicolas Solano Osorio

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--------------------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input checked="" type="checkbox"/> Utilidad | <input type="checkbox"/> Facilidad |
| <input type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input checked="" type="checkbox"/> Practicidad | <input checked="" type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

10





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Carlos Eduardo Perdomo Guilombo

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Juan Diego Trojillo Sánchez

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

9





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Andrés Felipe Becerra Polanco

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Malo |
|------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

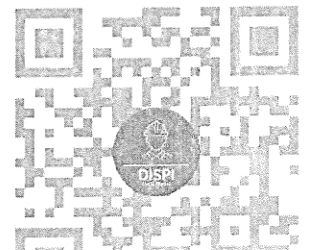
- | | | |
|---|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Colores | <input type="checkbox"/> Utilidad | <input type="checkbox"/> Facilidad |
| <input type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input checked="" type="checkbox"/> Interacción | <input checked="" type="checkbox"/> Practicidad | <input type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- | | |
|---|------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Si. | <input type="checkbox"/> No. |
|---|------------------------------|

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Laura Camila Luna Herrera

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input checked="" type="checkbox"/> Utilidad | <input checked="" type="checkbox"/> Facilidad |
| <input type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input checked="" type="checkbox"/> Interacción | <input type="checkbox"/> Practicidad | <input type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Juliana Alexandra Ardila Ballesteros

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Colores | <input type="checkbox"/> Utilidad | <input checked="" type="checkbox"/> Facilidad |
| <input checked="" type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input checked="" type="checkbox"/> Practicidad | <input type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

8





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Juan Pablo Avila Guzman

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. | <input type="checkbox"/> Poco agradable y nada intuitiva. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aceptable para los estándares actuales. | <input type="checkbox"/> Muy difícil de entender. |

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Supera mis expectativas de utilidad. | <input type="checkbox"/> Es útil, pero hay opciones mejores. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resuelve las necesidades sin más. | <input type="checkbox"/> No resuelve las necesidades. |

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy útil. | <input type="checkbox"/> Medio útil. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Útil. | <input type="checkbox"/> Nada útil. |

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- | | | |
|--|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Colores <i>ya no</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Utilidad | <input checked="" type="checkbox"/> Facilidad |
| <input checked="" type="checkbox"/> Gráficas | <input type="checkbox"/> Intuitivo | <input type="checkbox"/> Presentación |
| <input type="checkbox"/> Interacción | <input type="checkbox"/> Practicidad | <input type="checkbox"/> Aplicabilidad |

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

7.9





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Natalia Pizarro Bohannon

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

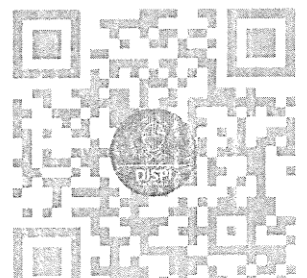
- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

10





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Juanita Alarcón Mosquera

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

10





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Jhan Carlos Garcia Pardoñ

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

10.





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Camilo Villanueva

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

9.





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Jose Gabriel Sanchez Arundagua

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

9





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Ybes David Chávarro Alarcón

a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?

- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.

b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?

- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.

d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?

- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.

e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?

- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo

f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?

- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad

g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?

- Si. No.

h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?

10





ENCUESTA DE PERCEPCION APLICACIÓN DISPI

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

ENCARGADO: YERLIN ALEXIS ASTUDILLO RAMIREZ

OBJETIVO: Se está realizando una encuesta con el fin de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la interfaz de la aplicación DISPI. Con sus respuestas sinceras y objetivas a la totalidad de las preguntas, se podrá medir el diseño de la aplicación desde el punto de vista del usuario, con el fin de obtener un indicador cuantitativo que será agregado en la tesis del desarrollador de la aplicación.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Camilo Andres Aldana Ceballos

- a) En términos generales, ¿Cómo encuentra la interfaz de la aplicación DISPI?
- Muy agradable, intuitiva y fácil de usar. Poco agradable y nada intuitiva.
 Aceptable para los estándares actuales. Muy difícil de entender.
- b) ¿Cómo califica visualmente la aplicación?
- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo
- c) ¿Considera que la aplicación satisface las necesidades en un ámbito de diseño de cimentaciones?
- Supera mis expectativas de utilidad. Es útil, pero hay opciones mejores.
 Resuelve las necesidades sin más. No resuelve las necesidades.
- d) ¿Cómo considera la información brindada en el ingreso de parámetros de la aplicación?
- Muy útil. Medio útil.
 Útil. Nada útil.
- e) ¿Cómo califica funcionalmente la aplicación?
- Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo
- f) ¿Cuáles son las tres características que más le gustaron de la aplicación DISPI?
- Colores Utilidad Facilidad
 Gráficas Intuitivo Presentación
 Interacción Practicidad Aplicabilidad
- g) ¿Considera útil la aplicación DISPI, en un contexto de diseño de micropilotes?
- Si. No.
- h) ¿Del 1 al 10 que tan satisfecho se encuentra con la presentación de la aplicación?
- 8



E.Anexo: manual del usuario

En este anexo, se presenta el manual de usuario, el cual está dentro de la misma aplicación como ayuda adicional.

MANUAL DEL USUARIO

DISPI – DISEÑO DE PILOTES MICRO



Línea de Investigación:
Ingeniería de Cimentaciones

Universidad Surcolombiana
Facultad Ingeniería
Neiva, Colombia

2022

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	61
REQUISITOS DEL SISTEMA.....	63
INSTALACIÓN.....	64
ALCANCES DE DISEÑO.....	65
DEFINICION DE PARAMETROS.....	66
PARAMETROS DE DISEÑO.....	69
USO DE LA APLICACION.....	74
INTERFAZ.....	74
MICROPILOTES – INGRESO DE DATOS.....	75
MICROPILOTES – RESULTADOS.....	79
MICROPILOTES – EXPORTAR RESULTADOS.....	86
FUNCIONES.....	88
MANUAL.....	89
FEEDBACK.....	90
RECOMENDACIONES DE USO DE LA APLICACIÓN.....	91
DESCARGO DE RESPONSABILIDAD.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	94

TABLA DE IMAGENES

Ilustración 1. Tipos de lechada (Sabatini et al.).....	71
Ilustración 2.Tabla coeficiente a grout to ground (Sabatini et al.)	73
Ilustración 3. Icono Principal	74
Ilustración 4.Página Principal	74
Ilustración 5.Parámetros de entrada	75
Ilustración 6.Entrada Especificación de la barra.....	76
Ilustración 7.Entrada Tipo de lechada.....	76
Ilustración 8.Entrada Tipo suelo	77
Ilustración 9.Entrada Coeficiente a grout to grout.....	77
Ilustración 10.Entrada Factor de seguridad.....	78
Ilustración 11.Fondo de pantalla ingreso de datos	78
Ilustración 12.Parámetros de cálculo	79
Ilustración 13.Diseño estructural	80
Ilustración 14.Diseño geotécnico	80
Ilustración 15.Diseño conexión a cabezal y broca de perforación.....	81
Ilustración 16.Chequeo de resultados	82
Ilustración 17.Gráfica de chequeos	82
Ilustración 18.Ocultar área	83
Ilustración 19.Aumentar gráfica.....	83
Ilustración 20.Mostrar punto gráfica.....	83
Ilustración 21.Estimación de asentamientos	84
Ilustración 22.Gráfica de asentamientos vs carga.....	84
Ilustración 23.Detalles de diseño	85
Ilustración 24.Detalles de diseño 2	85
Ilustración 25.Botón reporte.....	86
Ilustración 26.Reporte en PDF	87
Ilustración 27.Permiso de aplicación	87
Ilustración 28.Funciones	88
Ilustración 29.Manual.....	89

Nota: Aquellas imágenes sin referenciar, quiere decir que son imágenes de autoría propia.

INTRODUCCION

A lo largo de este manual de usuario podrás comprender las características básicas de funcionamiento de la aplicación Android DISPI. Esta se encuentra diseñada para permitir al usuario realizar un análisis de datos, verificar resultados y diseñar cimentaciones profundas, específicamente micropilotes de la compañía DSI.

La aplicación es nativa, pero el sistema se vale de otras aplicaciones externas para visualizar su información o para renderizar imágenes, de igual manera hacen falta para el buen funcionamiento de la app, es necesario tener esto en cuenta para teléfonos Android antiguos.

DisPi ni su creador nunca se considerarán un referente de diseño y sus cálculos están fundamentados en la Publication No. FHWA NHI-05-039 December 2005 de la National Highway Institute, por lo tanto, el diseño debe ajustarse a las normas locales de sismo resistencia, ya que este software está enfocado en la NSR-10.

REQUISITOS DEL SISTEMA

Los requerimientos mínimos para que la aplicación DISPI funcione correctamente, son los siguientes:

- 1) Sistema operativo Android (10 o superior)
- 2) Procesador de 400 MHz
- 3) Memoria RAM de 256 Mb
- 3) Espacio de almacenamiento interno de 20 Mb
- 5) Debido al diseño de la aplicación es aconsejable por la comodidad de implementación utilizar un dispositivo con una alta resolución de pantalla (800X1280 o superior).

INSTALACIÓN

La aplicación es de uso libre y se encuentra en la tienda Uptodown, sobre la cual puede ser descargada de manera gratuita, solo hace falta estar en la página y descargarla. Es posible que la aplicación requiera algún tipo de permiso especial en el celular para poder ser ejecutada, sin embargo, solo lo hará una vez, cualquier tipo de actualización que se desarrolle sobre la aplicación se debe instalar de la misma forma por medio de la tienda Uptodown, para su posterior actualización.

ALCANCES DE DISEÑO

La aplicación DISPI, estará limitada inicialmente para el diseño de micropilotes con las barras huecas autoperforantes DYWI® Drill, las cuales se acotan entre las referencias R25 - R51 y T76, que son las referencias comerciales más usadas en Colombia.

De igual manera, el diseño de los elementos del micropilote, estarán calculados por medio de las ecuaciones, pautas y recomendaciones propuestas en la publicación de la National Highway Institute U.S Department of transportation Federal Highway Administration, *Micropile Design and Construction (Reference Manual for NHI Course 132078)*, de igual manera se han tenido en cuenta recomendaciones por parte del proveedor de barras DSI y algunas normativas del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

DEFINICION DE PARAMETROS

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad	SI	Definición
P_c	Carga a compresión	kN		Ensayos Lab.
P_t	Carga a tensión	kN		Ensayos Lab.
C_u	Carga última barra	kN		DSI
C_y	Carga fluencia barra	kN		DSI
F_{yb}	Resistencia a fluencia barra	MPa		DSI
F_{ub}	Resistencia a tensión barra	MPa		DSI
A_b	Área de la barra	mm ²		DSI
L_b	Longitud de la barra	m		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-10
L_{up}	Longitud del encamisado	m		Ficha técnica
$O.D.$	Diámetro externo encamisado	del mm		Ficha técnica
t_w	Espesor del encamisado	mm		Ficha técnica
F_{yc}	Resistencia a fluencia encamisado	del MPa		Ficha técnica
A_c	Área del encamisado	mm ²		Ficha técnica
f'_c	Resistencia a compresión lechada	MPa		Ficha técnica
D	Diámetro de vaciado de lechada	lamm		Ficha técnica
A_{gc}	Área de la lechada (encamisado)	lamm ²		Ficha técnica
A_{guc}	Área de la lechada (sin camisa)	(sin mm ²)		Ficha técnica
D_p	Diámetro de perforación	mm		Ficha técnica
D_b	Diámetro de bisel	mm		Ficha técnica
a	Longitud platina	mm		Ficha técnica
A	Área de la platina	mm ²		Ficha técnica

Símbolo	Término	Unidad	SI	Definición
A_1	Área cargada	mm^2		Ficha técnica
A_2	Área inferior de la base	mm^2		Ficha técnica
$F.S.$	Factor de seguridad	1		Ensayos Lab.
$P_c (Enc.)$	Capacidad estructural compresión Encamisado	kN		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-1
$P_c (S.C.)$	Capacidad estructural compresión sin camisa	kN		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-7
$P_t (Enc.)$	Capacidad estructural tensión Encamisado	kN		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-2
$P_t (S.C.)$	Capacidad estructural tensión sin camisa	kN		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-8
P_g	Capacidad geotécnica	kN		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-9
E_s	Módulo elástico del acero	MPa		Ficha técnica
E_g	Módulo elástico de la lechada	MPa		Ficha técnica
EA_{cased}	Módulo elástico unitario de la zona encamisada	kN		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-20
$EA_{uncased}$	Módulo elástico unitario de la zona sin camisa	kN		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-20

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad	SI	Definición
α_{bond}	Coeficiente grout to ground	kPa		FHWA NHI-05-039 - Tab. 5-3
σ_n	Resistencia nominal aplastamiento	alMPa		ACI 318-05-10.17

Símbolo	Término	Unidad	SI	Definición
σ_u	Resistencia al aplastamiento de platina	MPa		ACI 318-05-10.17
ϕ	Factor de resistencia	1		ACI 318-05-10.17
Δt	Asentamiento elástico	m		FHWA NHI-05-039 - Ec. 5-20

PARAMETROS DE DISEÑO

Para hacer uso de la aplicación, se deben tener en cuenta algunas consideraciones como lo son el ingreso de los parámetros que se van a explicar a continuación.

CARGA EN MICROPILOTES

Las cargas en el micropilote, deberán ser ingresadas por el usuario, bien haciendo uso de avalúo de cargas por medio de la *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*, o bien empleando algún otro método válido para las normas locales, debidamente referenciado en la memoria de cálculo.

ACERO DE REFUERZO

El acero de se compone de dos partes, por un lado, la barra autoperforante DYWI® Drill, las cuales se encuentran entre las referencias R25 - R51 y T76, que son las referencias comerciales más usadas en Colombia, la cual deberá seleccionar el usuario según los requerimientos estructurales del micropilote.

Por otro lado, se encuentra el encamisado, que se compone de un tubo metálico con un diámetro externo y un espesor que varía según la zona donde se construirá, de igual manera, muchas camisas son grado 60 o grado 50, sin embargo, se recomienda trabajar con camisas grado 35 lo que equivalen a 241 MPa, o la resistencia que diga la ficha técnica.

LECHADA

La lechada la deberá considerar el usuario, la cual dependerá de las propiedades del suelo y el presupuesto del proyecto, sin embargo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Tipo A se construyen colocando un mortero de arena y cemento o una lechada de cemento puro en el micropilote bajo un cabezal de gravedad solamente.

Tipo B se construyen mediante la inyección de una lechada de cemento pura bajo presión (típicamente 6–21 kip/ft²) en el orificio perforado mientras se retira la tubería de perforación temporal o la barrena.

Tipo C se inyectan como el tipo A, seguidos de 15 a 25 minutos después de la inyección primaria mediante la inyección de lechada adicional bajo presión (generalmente superior a 21 kip/ft²) a través de una tubería de lechada con manguito colocada previamente.

Tipo D se inyectan de forma similar a los del tipo C, pero se permite que la lechada primaria se endurezca antes de inyectar la lechada secundaria bajo presión (típicamente 42–170 kip/ft²) con un empacador para lograr el tratamiento de intervalos de pilotes específicos o horizonte del material.

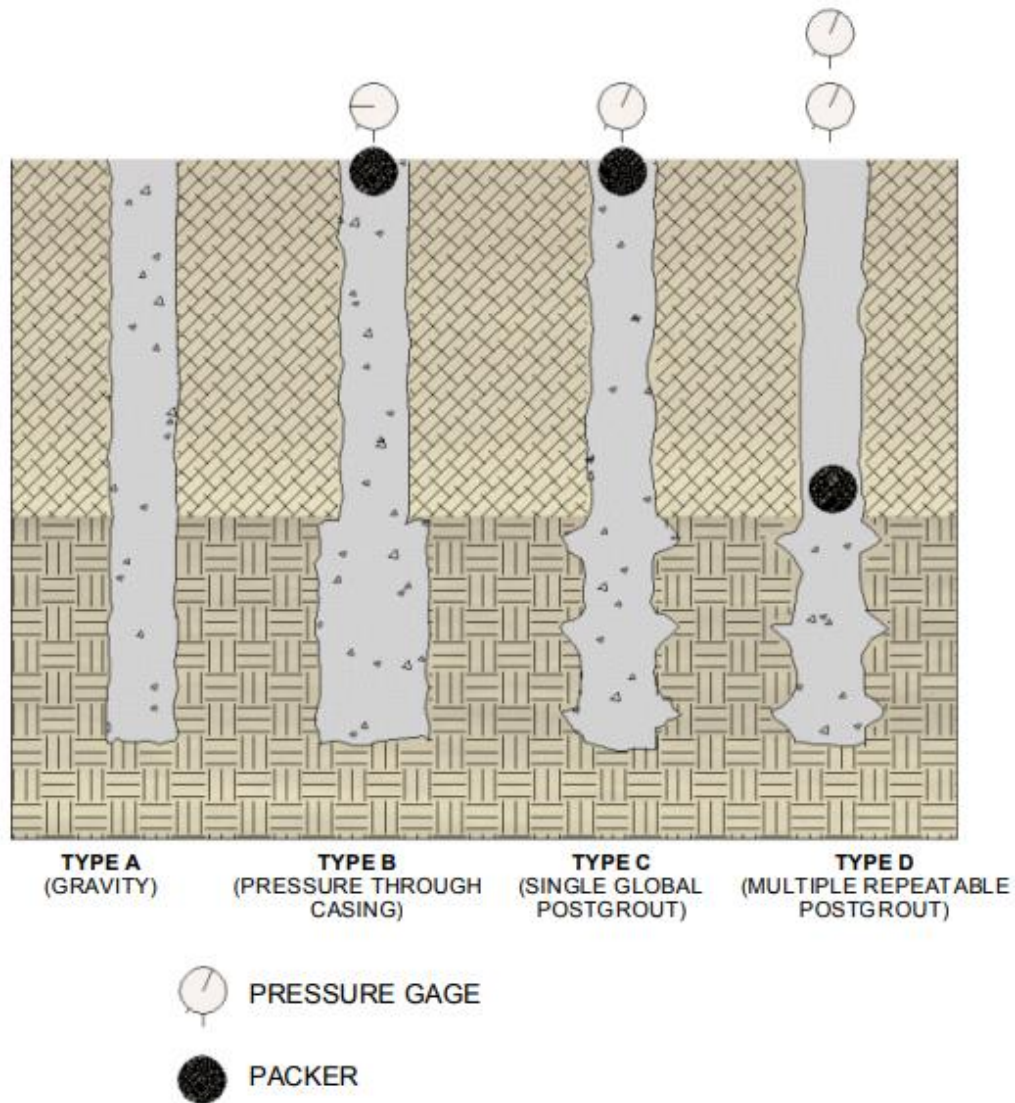


Ilustración 15. Tipos de lechada (Sabatini et al.)

La lechada comúnmente tiene altas resistencias a la compresión como 4000 psi o 28 MPa, pero se recomienda no usar una resistencia a la compresión de menor capacidad, y el diámetro de vaciado, será la estimación del cuerpo de la lechada que se generará al vaciar la lechada.

PLATINA

La platina, sobre la cual se conectará el micropilote con la zapata o será el cabezal del micropilote, se diseñará por aplastamiento, por lo que el fabricante DSI, recomienda unas dimensiones mínimas en la platina, las cuales son de calibres de platina que van desde 1” y varían en función de la barra que se emplea, y dimensiones de 200 mm de lado y lado en la platina, se recomienda usar dimensiones mínimas de 250 mm por lado y lado.

SUELO

El suelo es la parte importante para definir la capacidad geotécnica, por lo que se debe de contar con la información geotécnica del suelo y la estimación sobre el tipo de suelo al que estará en contacto con el pilote, la publicación FHWA NHI-05-039, propone unos tipos de suelos que se representan en la siguiente figura...

...El coeficiente a grout to ground, varía según el tipo de lechada que se seleccione, de igual manera el manual propone hacer uso de tres valores, que componen el valor mínimo, intermedio y máximo del coeficiente, el cual deberá de seleccionar el usuario según lo considere, al igual que el factor de seguridad, que puede seleccionarlo a su consideración sin embargo se recomienda hacer uso de un factor de seguridad de dos.

Table 5-3. Summary of Typical α_{bond} (Grout-to-Ground Bond) Values for Micropile Design.

Soil / Rock Description	Grout-to-Ground Bond Ultimate Strengths, kPa (psi)			
	Type A	Type B	Type C	Type D
Silt & Clay (some sand) (soft, medium plastic)	35-70 (5-10)	35-95 (5-14)	50-120 (5-17.5)	50-145 (5-21)
Silt & Clay (some sand) (stiff, dense to very dense)	50-120 (5-17.5)	70-190 (10-27.5)	95-190 (14-27.5)	95-190 (14-27.5)
Sand (some silt) (fine, loose-medium dense)	70-145 (10-21)	70-190 (10-27.5)	95-190 (14-27.5)	95- 240 (14-35)
Sand (some silt, gravel) (fine-coarse, med.-very dense)	95-215 (14-31)	120-360 (17.5-52)	145-360 (21-52)	145-385 (21-56)
Gravel (some sand) (medium-very dense)	95-265 (14-38.5)	120-360 (17.5-52)	145-360 (21-52)	145-385 (21-56)
Glacial Till (silt, sand, gravel) (medium-very dense, cemented)	95-190 (14-27.5)	95-310 (14-45)	120-310 (17.5-45)	120-335 (17.5-48.5)
Soft Shales (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	205-550 (30-80)	N/A	N/A	N/A
Slates and Hard Shales (fresh- moderate fracturing, little to no weathering)	515-1,380 (75-200)	N/A	N/A	N/A
Limestone (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	1,035-2,070 (150-300)	N/A	N/A	N/A
Sandstone (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	520-1,725 (75.5-250)	N/A	N/A	N/A
Granite and Basalt (fresh- moderate fracturing, little to no weathering)	1,380-4,200 (200-609)	N/A	N/A	N/A

Ilustración 26. Tabla coeficiente a grout to ground (Sabatini et al.)

USO DE LA APLICACION

A partir de la instalación de la aplicación se genera un icono como el de la Ilustración 1 que es el de la aplicación Android, el cual lo único que debe hacer es seleccionarlo para comenzar a trabajar con ella. La aplicación no requiere conexión a internet para funcionar, solamente requiere tener conocimientos previos en desarrollo de micropilotes o como mínimo en cimentaciones profundas para su uso.



Ilustración 27. Icono Principal

INTERFAZ



Ilustración 28. Página Principal

La interfaz del programa es una interfaz dinámica e intuitiva representada en la Ilustración 2, donde simplemente se han de tener conocimientos previos para intuir la función que tiene cada uno de los botones de la aplicación, para este caso, el botón de la aplicación micropilotes es sobre la que se va a trabajar.

MICROPILOTES – INGRESO DE DATOS



La sección de micropilotes contiene los 5 parámetros antes definidos en este manual (para más información revise sección PARAMETROS DE DISEÑO), los cuales se componen de Cargas en micropilote, Acero de refuerzo, Lechada, Platina y Suelo.

Estos parámetros deben ser ingresados en la aplicación tocando las barras en seguida de la definición del parámetro, de igual manera se debe prestar especial atención a la unidad de medida, que en este caso están limitadas al Sistema Internacional.

The image displays three sequential screenshots of a mobile application interface for data entry, titled "Ingreso Datos".

- First Screenshot:** Shows two sections:
 - Cargas en Micropilote:** Includes "Carga a Compresión" with input field P_c (kN) and "Carga a Tensión" with input field P_t (kN).
 - Acero de Refuerzo:** Includes "Especificación de la barra" (Tipo barra), "Diámetro externo encamisado" (OD (mm)), "Espesor encamisado" (t_w (mm)), "Resistencia a fluencia encamisado" (F_{ys} (MPa)), and "Longitud encamisado" (L_{up} (m)).
- Second Screenshot:** Shows two sections:
 - Lechada:** Includes "Tipo de lechada" (Tipo Grout), "Resistencia a compresión lechada" ($f'c$ (MPa)), and "Diámetro vaciado lechada" (D (mm)).
 - Platina:** Includes "Longitud" (a (mm)).
 - Suelo:** Includes "Tipo suelo", "Coeficiente a ground to grout", and "Factor de Seguridad" (0.0).
- Third Screenshot:** Shows two sections:
 - Platina:** Includes "Longitud" (a (mm)).
 - Suelo:** Includes "Tipo suelo", "Coeficiente a ground to grout", and "Factor de Seguridad" (0.0). A red "Calcular" button is visible at the bottom.

Ilustración 29. Parámetros de entrada

Algunos parámetros, se pueden definir como entradas “especiales”, ya que el usuario no los ingresa directamente, si no que selecciona de una lista de cascada que se hace presente al tocar la barra luego de la definición, las entradas que generan una cascada son *Especificación de la barra*, la cual se puede seleccionar entre 15 tipos de barras comerciales por el fabricante DSI...



Ilustración 30. Entrada Especificación de la barra



Ilustración 31. Entrada Tipo de lechada

...la entrada *Tipo de lechada*, la cual se puede seleccionar entre 4 tipos de lechada, que se han definido anteriormente en este manual, y el usuario puede seleccionar el tipo de lechada que mejor se ajuste a sus necesidades...

...en *Tipo suelo*, el usuario puede seleccionar entre una cantidad limitada de valores, en función del tipo de lechada que haya seleccionado, de manera más explícita, si el tipo de lechada seleccionada es tipo A, se puede escoger entre 11 tipos de suelos, que comprende desde limos y arcillas hasta granito y basalto, en cambio si se seleccionan los otros tipos, solo se puede escoger entre 6 tipos de suelo, debido a las limitaciones del proceso constructivo en este tipo de suelos...



Ilustración 32. Entrada Tipo suelo



Ilustración 33. Entrada Coeficiente α ground to grout

...el *Coeficiente α ground to grout*, es uno de los parámetros que basta precisar mejor, ya que, en esta aplicación, se propone presentar al usuario 3 intervalos que comprenden, el valor mínimo, el valor intermedio y el valor máximo del rango a usar por la tabla de coeficientes en el manual, estos intervalos pueden ser seleccionados a gusto del diseñador, o con base a la certeza de la identificación del suelo por parte del estudio de suelos...

...por último, el *Factor de seguridad*, el cual se puede definir en base a una certeza de las características del suelo, en cuestiones prácticas, se recomienda hacer uso de un factor de seguridad 2.0, en caso de desconfiar del estudio de suelos, poseer suelos potencialmente licuables, suelos expansivos o suelos con rocas débiles, se puede usar 2.5 y en condiciones totalmente extremas o lo anterior confirmado, se puede usar un factor de seguridad 3.0.

The screenshot shows the 'Ingreso Datos' app interface. It has a dark red header with a back arrow and a help icon. The main content is divided into three sections: '-Platina', '-Suelo', and a bottom section with a 'Calcular' button. The '-Platina' section has a 'Longitud' field with the value '240'. The '-Suelo' section has a 'Tipo suelo' dropdown menu with 'Lutitas' selected, a 'Coeficiente a ground to grout' field with the value '2', and a 'Factor de Seguridad' field with a dropdown menu showing options '2', '2.5', and '3'. The 'Calcular' button is red with a white calculator icon and the text 'Calcular'.

Ilustración 34. Entrada Factor de seguridad

The screenshot shows the bottom section of the 'Ingreso Datos' app. It has a dark red header with a back arrow and a help icon. The main content is divided into three sections: '-Platina', '-Suelo', and a bottom section with a 'Calcular' button. The '-Platina' section has a 'Longitud' field with the value 'a (mm)'. The '-Suelo' section has a 'Tipo suelo' dropdown menu, a 'Coeficiente a ground to grout' field, and a 'Factor de Seguridad' field with the value '0.0'. The 'Calcular' button is red with a white calculator icon and the text 'Calcular'. A hand icon is pointing to the 'Calcular' button.

Ilustración 35. Fondo de pantalla ingreso de datos

Con los parámetros anteriormente ingresados, se deberá tocar el botón calcular, para proceder al análisis de datos, en caso de que los parámetros estén incompletos, el botón estará deshabilitado, solamente al ingresar todos y cada uno de los parámetros, el botón estará habilitado para volver a funcionar.

MICROPILOTES – RESULTADOS

En la siguiente página, se presenta los resultados, que recopila la información anterior y la presenta al usuario, para que este tome consideraciones en el diseño y tome decisiones en el proyecto, no hace falta mencionar que la aplicación agrupa las ecuaciones de la publicación FHWA NHI-05-039, por lo que no se hace responsable de cualquier problema que se genere en el diseño de un micropilote mediante el uso de la aplicación, la aplicación propone presentar los resultados de la siguiente manera:

- 1) Su fórmula
- 2) Su fórmula con valores remplazados
- 3) El resultado con unidades.



Ilustración 36. Parámetros de cálculo

La sección PARAMETROS DE CALCULO, presenta una compilación de todos los datos usados por el programa, que van desde las propiedades mecánicas de las barras, hasta las propiedades geométricas del micropilote, en esta sección se puede corroborar toda la información antes brindada al programa, en caso de detectar algún error, el programa permite devolverse y modificar el error...

...la sección nombrada DISEÑO ESTRUCTURAL, presenta al usuario los primeros chequeos, que son la capacidad del micropilote a compresión y a tensión, las cuales, según el manual FHWA NHI-05-039, deberán chequearse en sus dos zonas, en su zona encamisada y en su zona sin camisa, y además se calcula la capacidad a compresión y a tensión del micropilote en cada una de sus zonas antedichas...

← Resultados

DISEÑO ESTRUCTURAL

-Capacidad a Compresión

Capacidad estructural (Encamisado)

$$P_c = [0.4 f'_c * A_g + 0.47 F_{yc} (A_b + A_c)]$$

$$= [0.4 * 34.5 * 9632.67 + 0.47 * 241.0 * (1150.00 + 3924.63)]$$

$$P_c = 707.73 \text{ kN}$$

Capacidad estructural (Sin camisa)

$$P_c = (0.4 f'_c * A_g + 0.47 F_{yb} * A_b)$$

$$= (0.4 * 34.5 * 27502.11 + 0.47 * 560.0 * 1150.0)$$

$$P_c = 682.21 \text{ kN}$$

-Capacidad a Tensión

Capacidad estructural (Encamisado)

$$P_t = 0.55 F_{yc} (A_b + A_c)$$

$$P_t = 0.55 * 241.0 * (1150.00 + 3924.63)$$

$$P_t = 672.64 \text{ kN}$$

Ilustración 37. Diseño estructural

← Resultados

$P_c = 554.20 \text{ kN}$

DISEÑO GEOTECNICO

-Cálculo longitud mínima de barra

Longitud mínima de barra, L_b

$$L_b = \frac{P_c * F.S.}{\alpha_{bond} * \pi * D}$$

$$L_b = \frac{595.0 * 2.0}{265.0 * \pi * 191.0}$$

$$L_b = 7.5 \text{ m}$$

-Capacidad Geotécnica

Capacidad Geotécnica

$$P_g = \frac{\alpha_{bond} * \pi * D * L_b}{F.S.}$$

$$P_g = \frac{265.0 * \pi * 191.0 * 7.5}{2.0}$$

$$P_g = 596.29 \text{ kN}$$

DISEÑO CONEXION A CABEZAL

Ilustración 38. Diseño geotécnico

...la siguiente sección DISEÑO GEOTECNICO, calcula principalmente una longitud de barra mínima, para que cumpla la capacidad geotécnica del micropilote, la cual varía en función del suelo sobre el cual soportará el micropilote, aun así, se volverá a calcular la capacidad geotécnica con el nuevo valor de la longitud mínima, no obstante, esta capacidad siempre estará cerca a la falla, ya que se calculó sobre una longitud mínima para soporte la capacidad...

...la sección DISEÑO CONEXIÓN A CABEZAL Y BROCA DE PERFORACION, es una parte en donde se presenta el calculo de la resistencia nominal de la platina, y seguido se calcula la capacidad de aplastamiento de la platina, estos cálculos, se han realizado con base a la norma ACI 318-05, por lo que la capacidad ultima, deberá exceder a la nominal, adicional, la aplicación propone al usuario usar un tipo de broca, según las propias características del suelo, sin embargo, se deberá considerar el uso de una broca de mayor capacidad de penetración o una broca con refuerzos de widia, esta consideración deberá tenerse en cuenta con base al presupuesto, disponibilidad de brocas y limitaciones del terreno.

←
Resultados

DISEÑO CONEXION A CABEZAL Y BROCA DE PERFORACION

-Cálculo Resistencia de la platina

Resistencia nominal al aplastamiento, σ_n

$$\sigma_n = \phi * 0.85 * f'_c * \sqrt{(A_2 / A_1)}$$

$\phi = 0.65$

$$= 0.65 * 0.85$$

$$\sigma_n = 34.5 * \sqrt{(59672.57 / 58082.13)}$$

$\sigma_n = 19.32 \text{ MPa}$

-Capacidad Platina

Capacidad aplastamiento platina

$$\sigma_u = \phi * P_c / A_1$$

$\phi = 1.6$

$$\sigma_u = 1.6 * 595.0 / 58082.13$$

$\sigma_u = 16.39 \text{ MPa}$

-Broca de perforación

Para un suelo de Pizarras y Lutitas Duras, el fabricante recomienda la broca BB-D-HD.

Ilustración 39. Diseño conexión a cabezal y broca de perforación

La sección CHEQUEO DE RESULTADOS, recopila y evalúa las capacidades de los resultados anteriormente obtenidos, la aplicación automáticamente muestra si el cumple o deberá estar sometido a una revisión, en caso de estar sometido a una revisión, se deberá reconsiderar la capacidad que se lleva a revisión, y regresar a los

parámetros iniciales y aumentar las propiedades mecánicas de los materiales, en caso de tratarse de la capacidad geotécnica, se debe someter a un estudio y unas consideraciones con base a la experiencia del diseñador, si el diseñador así lo requiere, puede variar algunos parámetros para ajustar su modelo...

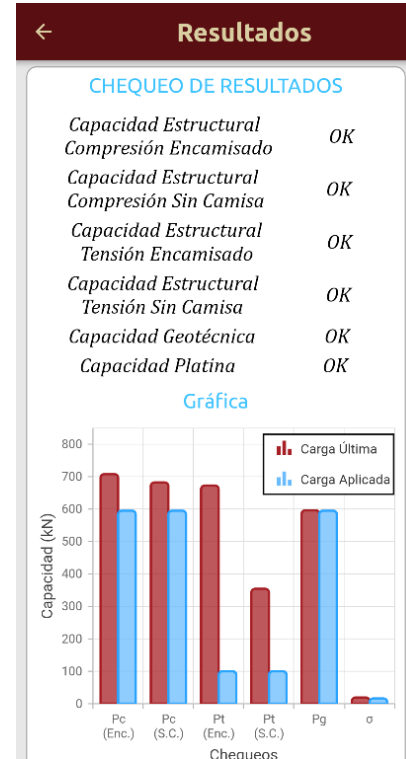


Ilustración 40. Chequeo de resultados

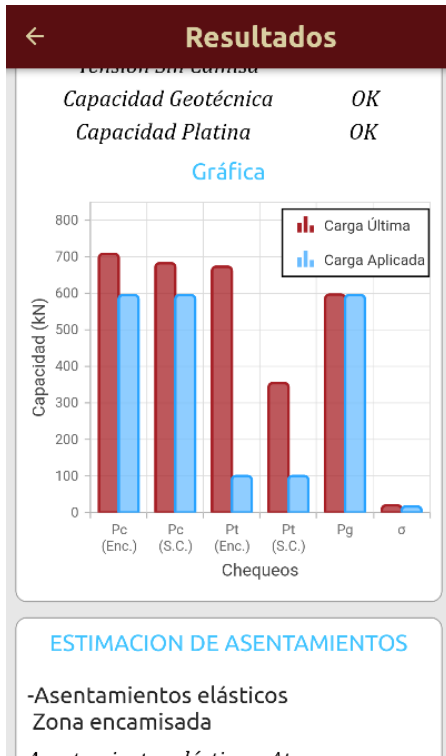


Ilustración 41. Gráfica de chequeos

...La aplicación provee al usuario, una gráfica de áreas, a modo de emular la gráfica de iteración de columnas, donde se presenta un área Falla, y un área Calculado, en donde la gráfica calculada, deberá estar por encima de la gráfica Falla, si algún punto entra en la gráfica falla, significa que debe revisarse.

El usuario puede interactuar con la gráfica, desde aumentar su tamaño, usando los dos dedos para aumentar, disminuir o mover (véase imagen de referencia), la gráfica permite desactivar las áreas, para poder revisar los valores por individual, así observar el comportamiento de una sola área, se debe tocar el icono del área que se desea ocultar en la leyenda, también se permite mostrar la información que genera cualquier punto en la gráfica, solo se debe tocar el punto que es menester conocer.

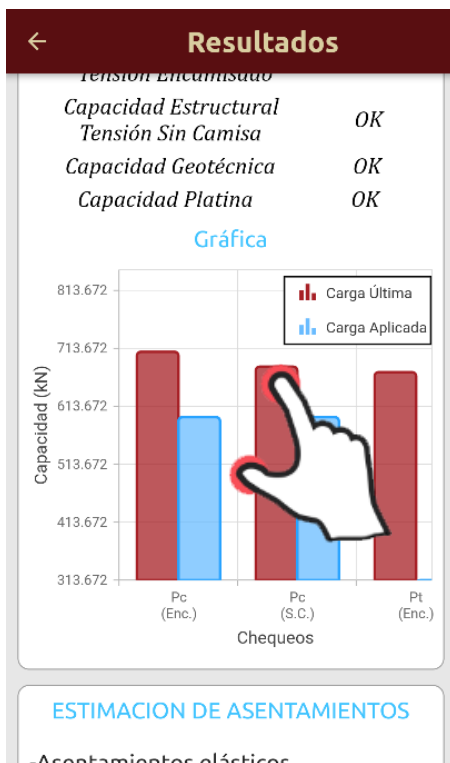


Ilustración 43. Aumentar gráfica

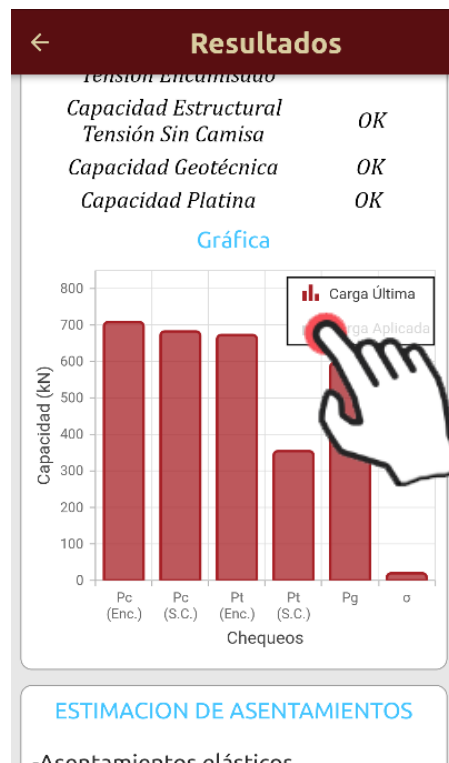


Ilustración 42. Ocultar área



Ilustración 44. Mostrar punto gráfica

...le sigue la sección ESTIMACION DE ASENTAMIENTOS, donde se propone los cálculos de asentamiento, teniendo en cuenta el comportamiento elástico de las zonas del micropilote, como lo son la zona encamisada y la zona sin camisa, se calculan ambas zonas y al final se calcula la estimación final de los asentamientos con la carga que soportará el micropilote...

←
Resultados

ESTIMACION DE ASENTAMIENTOS

-Asentamientos elásticos
Zona encamisada

Asentamientos elásticos, $\Delta t_{elastic}$

$$EA_{cased} = A_{gc} * E_g + (A_b + A_c) * E_s$$

$$EA_{cased} = 9632.67 * 27794.21 + (1150.00 + 3924.63) * 200000.0$$

$$EA_{cased} = 1282658.45$$

$$\Delta t_{elastic} = \frac{P_c * L_{up}}{EA_{cased}}$$

$$\Delta t_{elastic} = \frac{595.0 * 4.6}{1282658.45}$$

$$\Delta t_{elastic} = 0.0021 \text{ m}$$

$$\Delta t_{elastic} = 2.13 \text{ mm}$$

-Asentamientos elásticos
Zona sin camisa

Asentamientos elásticos, $\Delta t_{elastic}$

$$EA_{uncased} = A_{guc} * E_g + A_b * E_s$$

Ilustración 45. Estimación de asentamientos

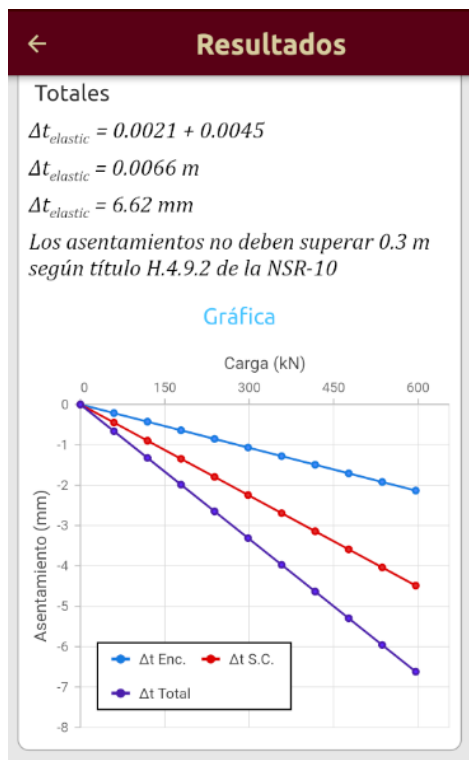


Ilustración 46. Gráfica de asentamientos vs carga

...de igual manera, se empleó una gráfica ilustrativa, pero esta vez, asentamiento contra carga, para corroborar los asentamientos estimados con la carga que soportará el micropilote, esta gráfica tiene las mismas características que la gráfica anterior, solamente que es una gráfica de puntos...

...y la última sección, **DETALLES DEL DISEÑO**, que serían los planos que genera el diseño consiguiente, estos planos, tienen la posibilidad de exportarse como imágenes en la memoria de cálculo.

Los dibujos generados, serían tres, el primero, un detalle del perfil del micropilote, el segundo, un corte de la sección 1 del micropilote, que corresponde a la zona encamisada y el último, un corte de la sección 2 del micropilote, que corresponde a la zona sin camisa.

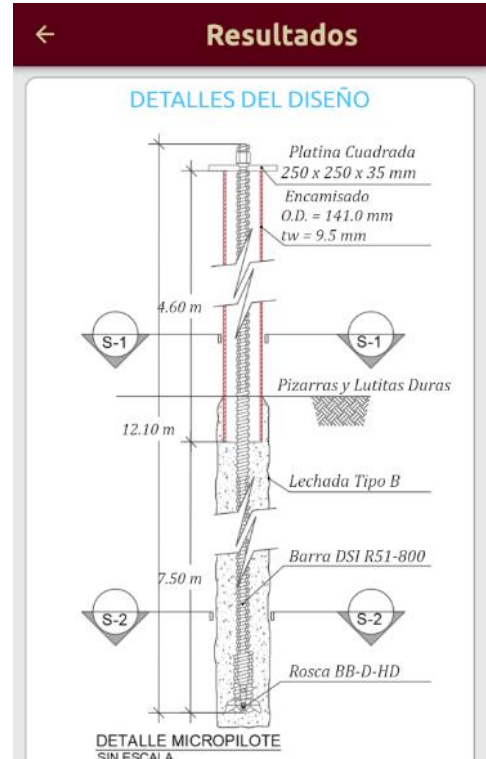


Ilustración 47. Detalles de diseño

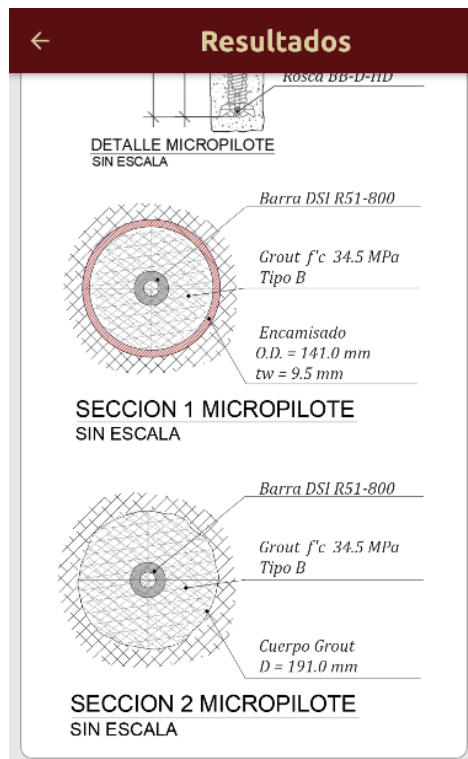


Ilustración 48. Detalles de diseño 2

MICROPILOTES – EXPORTAR RESULTADOS

Para exportar los resultados obtenidos, se debe de dirigir al final de las secciones, en donde aparecerá un botón Reporte.



Ilustración 49. Botón reporte

Al tocar el botón, se deberá tener paciencia, ya que se ha programado una función *await*, que lo que hace es esperar el tiempo necesario para que el dispositivo capture la imagen y la guarde en el caché del dispositivo, con las imágenes guardadas, el archivo se genera y se colocan estas imágenes sobre la memoria de cálculo en formato PDF.

Al terminar el tiempo de espera, es posible que le salga este recuadro, es importante que conceda este permiso, ya que permite que se abra el archivo PDF, esto con el fin de poder observarlo mejor o poder editarlo

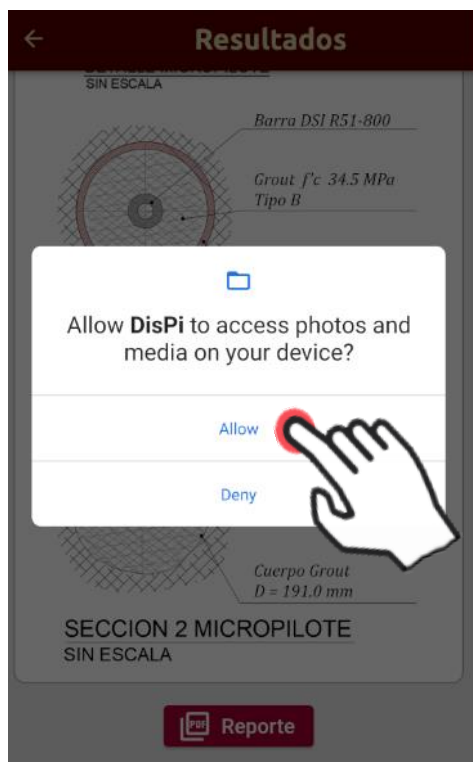


Ilustración 51. Permiso de aplicación

El archivo se abrirá en este formato, para compartirlo de manera sencilla.

El archivo PDF será un archivo que se podrá encontrar en la ruta: user/Android/data/Alexis.Ar.esfuerzos

Es importante que tenga en cuenta que DISPI ni su creador, no tienen ninguna intención de violar la **ley 1273 de 2009** del código penal colombiano, ni de incurrir con alguna información del usuario; esta aplicación es un trabajo de grado, y su naturaleza no pretende utilizar información más allá de la que el usuario le suministra.



Ilustración 50. Reporte en PDF

FUNCIONES



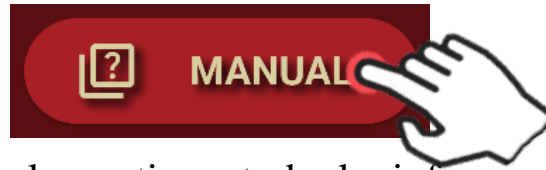
La sección de funciones contiene como su nombre lo indica, otras funciones que a futuro se habilitarán tras futuras actualizaciones de la aplicación, estas funcionalidades tendrán como objetivo complementar los conocimientos en Ingeniería de cimentaciones y mecánica de suelos, por lo tanto, no hacen parte de la proposición general del trabajo de grado.



Ilustración 52.Funciones

Un funny fact de todo esto, es que esta hubiera sido el aspecto de inicio de la aplicación, sin embargo, se optó por una estética más minimalista y compacta.

MANUAL



La sección de manual, contiene toda la información acerca del funcionamiento del programa, términos, consideraciones de diseño, e información de ayuda de primera mano.

Es importante la lectura de todo el manual, para el despeje de dudas y aclaración de conceptos en el diseño, no par, se ha ideado una aplicación limpia e intuitiva para su correcto funcionamiento.

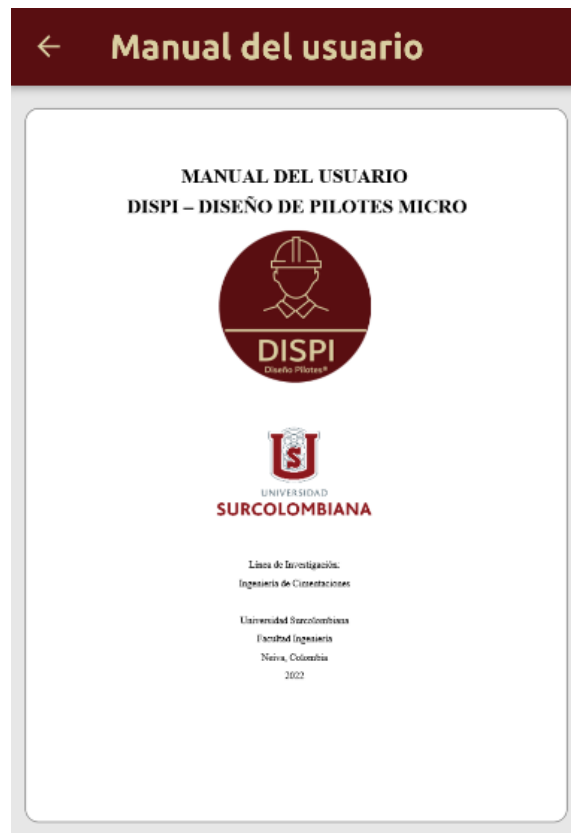


Ilustración 53.Manual

FEEDBACK



Esta sección corresponde al contacto con el desarrollador, como los son datos de contacto y algunos datos del proyecto de grado, no haré más aclaraciones de esta sección por obvias razones. :p

RECOMENDACIONES DE USO DE LA APLICACIÓN

- Trate de cumplir con los requisitos mínimos de funcionamiento, o al menos con el sistema Android mínimo requerido, de lo contrario puede presentar errores con algunas licencias de los servicios de Google o propiamente de Android.
- La aplicación se ha diseñado propiamente para usar el dispositivo móvil en vertical, si se precisa usarlo en modo horizontal, es libre de hacerlo, sin embargo, considere que al no considerar el diseño en este modo de empleo, es más que normal que experimente errores o problemas de funcionamiento.
- No es necesario tener un lector de PDF, ya que se abre el lector de Google Drive por defecto, pero es aconsejable tener un lector de PDF o un gestor de archivos, esto con motivos de poder compartir de manera más eficiente la memoria de cálculos generada.
- Al exportar los resultados de los cálculos en PDF, tenga en cuenta que la aplicación captura las imágenes tal como están a la hora de presionar el botón, por lo que, si ha hecho alguna modificación, es posible que esa modificación se vea reflejada en el reporte PDF.
- Si requiere modificar el diseño, use la flecha en la parte superior izquierda del dispositivo o retroceda desde el botón de su dispositivo, pero no ejecute en segundo plano la aplicación y después la retome,

ya que la aplicación se vale de la memoria caché del dispositivo para guardar las variables, y algunos dispositivos, al dejar la aplicación en segundo plano, borran memoria caché para liberar recursos, situación que traduce que la aplicación se reiniciaría al retomarla.

- Use siempre los parámetros que son en las variables que se piden, si ingresa información errónea, obtendrá resultados erróneos, inclusive si ingresa resultados de variables incompatibles, la aplicación podría crashear en algunos dispositivos.
- En algunas ocasiones, intercambiar el tipo de lechada, con un coeficiente α *grout to ground*, puede presentar errores en la aplicación por lo que se recomienda no cambiar mucho del tipo de lechada, so pena de presentarte este error.
- En caso de que por x o y motivo, la aplicación presente algún error, precise que la mejor solución, es cerrar la aplicación y volver a iniciarla, ya que algunos testeos sintéticos en mi dispositivo, han llegado a la conclusión de que algunos *bugs* o errores de software, alteran las variables de la aplicación, por ende, los resultados se verían afectados.
- Dadas las circunstancias que el usuario encuentre algún error no acotado anteriormente, es de mi antesala pedir disculpas y solicitar información al respecto de error para tomar medidas al respecto, estaría muy agradecido darle soporte a la aplicación.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

El programa DisPi, no se responsabiliza por un mal diseño de los elementos de la conformación del micropilote, ni por las malas prácticas, deficiente calidad de los materiales o poca ética profesional del diseñador, este software solo agrupa la información y la presenta al usuario para tomar decisiones de diseño.

DisPi ni su creador nunca se considerarán un referente de diseño y sus cálculos están fundamentados en la Publication No. FHWA NHI-05-039 December 2005 de la National Highway Institute, por lo tanto, el diseño debe ajustarse a las normas locales de sismo resistencia, ya que este software está enfocado en la NSR-10.

La distribución y libre circulación de la herramienta no está sujeta a la venta de la licencia o de uso de la aplicación, cualquier infracción de estas declaraciones están sujetas a acciones legales por parte del creador o de la institución educativa.

La aplicación posee derechos de autor y normas de uso por parte del creador y de la institución educativa, cualquier uso de la marca comercial deberá ser debidamente referenciada con la mención del autor, en caso de incurrir en modificaciones del software, se deberá de pedir el consentimiento del autor.

BIBLIOGRAFIA APLICACIÓN

- AASHTO. (2010). *AASHTO LRFD bridge design specifications Fifth edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Ministerio de Vivienda. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*. Asociación colombiana de ingeniería sísmica.
- DSI. (s.f.). *EBS Geostructural*. Obtenido de EBS Geostructural: <https://www.ebsgeo.com/ModuleFile?id=548>
- Hannigan, P. J., Rausche, F., Likins, G. E., Robinson, B. R., & Becker, M. L. (2016). *Geotechnical Engineering Circular No. 12 – Volume I Design and Construction of Driven Pile Foundations*. National Highway Institute U.S Department of transportation Federal Highway Administration.
- Sabatini, P. J., Tanyu, B., Armour, T., Groneck, P., & Keeley, J. (2005). *Micropile Design and Construction (Reference Manual for NHI Course 132078)*. National Highway Institute U.S Department of transportation Federal Highway Administration.

Bibliografía

- AASHTO. (2010). *AASHTO LRFD bridge design specifications Fifth edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Abd Elaziz, A. Y. (2012). *PERFORMANCE OF HOLLOW BAR MICROPILES UNDER AXIAL AND LATERAL LOADS IN COHESIVE SOILS*. [Tesis de posgrado Universidad Western Ontario] University of Western Ontario ProQuest Dissertations Publishing.
- Android Studio. (11 de Julio de 2022). *Android Developers*. Obtenido de Android Developers: <https://developer.android.com/studio/intro>
- Bayesteh, H., Fakharnia, M. A., & Khodaparast, M. (2020). PERFORMANCE OF DRIVEN GROUTED MICROPILES: FULL-SCALE FIELD STUDY. *ASCE*, 21(2). <https://doi.org/10.1061>
- Booch, G., Maksimchuk, R. A., Engle, M. W., Young, B. J., Conallen, J., & Houston, K. A. (2007). *Object-Oriented Analysis and Design with applications Third Edition*. Addison-Wesley.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation analysis and design Fifth Edition*. McGraw Hill .
- Cardozo Vanegas, J. S. (2021). *Desarrollo de un software como herramienta digital para el análisis y diseño de cimentaciones superficiales tipo zapatas y losas de cimentación*. [Tesis de pregrado Universidad Surcolombiana] Repositorio institucional Universidad Surcolombiana.

- Cifuentes Rueda, N. L., & Malagon Torres, G. (2018). *Software de aplicación para el análisis y diseño estructural de cimentaciones superficiales*. [Tesis de pregrado Universidad Distrital Francisco José de Caldas] Repositorio institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones Quinta edición*. Limusa Noriega Editorres.
- Dart. (2022). *Dart dev*. Obtenido de Dart dev: <https://dart.dev/overview>
- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones Séptima Edición*. Cengage Learning™.
- Drbe, O. F. (2013). *INVESTIGATION OF HOLLOW BAR MICROPILES IN COHESIVE SOIL*. [Tesis de posgrado Universidad Western Ontario] University of Western Ontario ProQuest Dissertations Publishing.
- DSI. (2013). *Self-drilling soil and rock nails DYWI®Drill Hollow Bar system type R32-210 to R51-800*. [Homologación ETA-12/0603] Europäische Organisation für Technische Zulassungen .
- DSI. (2022). *EBS Geostructural*. Obtenido de EBS Geostructural: <https://www.ebsgeo.com/ModuleFile?id=548>
- Echeverría Samanes, B., & Martínez Clares, P. (2018). *Revolución 4.0, Competencias, Educación y Orientación. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 5.
- Flutter. (2022). *Flutter dev*. Obtenido de Flutter dev: <https://docs.flutter.dev/development/ui/widgets-intro>
- Garza Vázquez, L. (2010). *Diseño de estructuras de cimentacion de acuerdo a NSR-10*. Universidad Nacional de Colombia - Colección Facultad de Minas 120 años.
- Hannigan, P. J., Rausche, F., Likins, G. E., Robinson, B. R., & Becker, M. L. (2016). *Geotechnical Engineering Circular No. 12 - Volume I Design and Construction of Driven Pile Foundations*. National Highway Institute U.S Department of transportation Federal Highway Administration.
- Karasavvas, T. (21 de Febrero de 2022). *The overflow*. Obtenido de Stack overflow Blog:

- <https://stackoverflow.blog/2022/02/21/why-flutter-is-the-most-popular-cross-platform-mobile-sdk/>
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2017). *Reglamento colombiano construcción sismo resistente NSR-10*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Nitesh, P., & Satyendra, M. (2019). A STUDY ON THE EFFECT OF MICROPILES ON LOAD CAPACITY OF PILE FOUNDATION IN A COHESIONLESS SOIL. *Indian Journal*, 8(1), 3-9. <https://doi.org/2277-5633>
- Prerana Nawar. (24 de Noviembre de 2020). *Dev Community*. Obtenido de Dev Community: <https://dev.to/prerana1821/what-is-dart-415n>
- Rico Cortes, Y. P., & Vargas Caycedo, J. D. (2015). *Desarrollo de una herramienta computacional para el diseño de cimentaciones superficiales tipo zapatas*. [Tesis de pregrado Universidad de La Salle] Repositorio institucional Universidad de La Salle.
- Rodríguez Ortiz, J. M., Serra Gesta, J., & Oteo Mazo, C. (1995). *Curso Aplicado de cimentaciones Sexta Edición*. Colegio oficial de arquitectos de Madrid.
- Sabatini, P. J., Tanyu, B., Armour, T., Groneck, P., & Keeley, J. (2005). *Micropile Design and Construction (Reference Manual for NHI Course 132078)*. National Highway Institute U.S Department of transportation Federal Highway Administration.
- Santaella, J. (26 de Abril de 2022). *Talently*. Obtenido de Talently Blog: <https://talently.tech/blog/que-es-android-studio/>
- Sierant, J. (2014). *MICROPILE FOUNDATION OF LARGE BRIDGE STRUCTURE ON WEAK GROUND*. Proceedings from ISM.
- Vesic, A. S. (1977). *Design of pile foundations*. National cooperative highway research program.
- Viloria Arias, Y. C. (2014). *ELABORACION DE UN SOFTWARE PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES BASADO EN LA NSR10*. [Tesis de pregrado Universidad Francisco de Paula Santander] Repositorio institucional Universidad Francisco de Paula Santander.