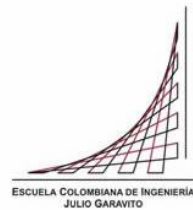


**Maestría en Ingeniería Civil**

**Aplicabilidad del método LRFD en el dimensionamiento de muros  
en voladizo**

**Tania Paola Hernández Oquendo**

**Bogotá, D.C., 04 de mayo de 2018**



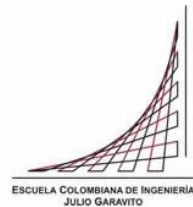
**Aplicabilidad del método LRFD en el dimensionamiento de muros  
en voladizo**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con  
énfasis en Geotecnia**

**Carlos Eduardo Rodríguez Pineda**

**Director**

**Bogotá, D.C., 04 de mayo de 2018**



La tesis de maestría titulada “Aplicabilidad del método LRFD en el dimensionamiento de muros en voladizo”, presentada por Tania Paola Hernández Oquendo, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia.

Director de la tesis

Carlos Eduardo Rodríguez Pineda

Jurado

Guillermo Pabón

Jurado

Ricardo Salazar

Bogotá, D.C., 04 de mayo de 2018

## Dedicatoria

Dedico esto principalmente a Dios, por permitirme haber llegado hasta este punto tan importante de mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mi familia por apoyarme y ayudarme a culminar esta etapa.

## Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de escalar un nuevo peldaño en mi formación como profesional, a mi esposo, mi hijo, mis padres, mi hermano y demás familiares por apoyarme y creer en mí. Gracias al director de mi proyecto por la asesoría prestada y por el tiempo que dedico para ayudarme a sacar este proyecto adelante. Gracias a ellos y a todas las personas que se presentaron en mi camino para ayudar a culminar una etapa.

## Resumen

El predimensionamiento de muros en voladizo se realiza por dos métodos de cálculo principalmente, uno es el método de esfuerzos Admisibles ASD y el segundo el método de Diseño de Factores de Carga y resistencia LRFD, siendo el método ASD el que según la normatividad de Colombia se utilizaba tradicionalmente; en el año 2014 se implementó el Código Colombiano de Puente CCP-14 el cual basa sus diseños en el método LRFD y no es muy conocido en el país en cuanto a la aplicación en geotecnia, razón por la cual se generó la inquietud con respecto a si los diseños que se están realizando a partir de su implementación están siendo o no adecuados para las condiciones locales y si se puede presentar un posible sobredimensionamiento de los muros.

Es por ello que surgió la necesidad de realizar una revisión de los procedimientos indicados para el diseño de muros en voladizo por el método LRFD, con el fin de verificar la aplicabilidad en la práctica local de la ingeniería geotécnica.

Por lo anterior, el proyecto se enmarcó en los lineamientos establecidos en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 para el predimensionamiento de muros en voladizo, para lo cual se realizó la revisión de la metodología indicada de Diseño de Factores de Carga y Resistencia LRFD en la norma y los antecedentes indicados en la diferente bibliografía relevante para definir los factores de carga y resistencia presentados para el diseño y su calibración.

Una vez realizada la revisión de información se determinaron dos procedimientos para el cálculo de muros en voladizo y se elaboró una herramienta de cómputo para el predimensionamiento de éstos, en donde se tuvo en cuenta el tipo de distribución de probabilidad normal y lognormal para las variables aleatorias definidas en el presente documento, así como escenarios para condición estática y pseudoestática y tipos de suelo a evaluar. Una vez definido lo anterior, se realizó un análisis de confiabilidad estadística con el objeto de validar el método en comento.

De esta manera se pudo concluir que el método de diseño por factores de carga y resistencia planteado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14, es un método de diseño que según lo estudiado en el presente proyecto se puede decir que es aplicable; no

obstante, al ser utilizado en la práctica local de geotecnia puede llevar a un sobredimensionamiento en el diseño de muros en voladizo.

Así mismo, se pudo identificar que los valores indicados en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 y según los artículos estudiados para la determinación de parámetros de resistencia y carga LRFD (Nowak, 1995), finalmente son calibrados por el método de Esfuerzos Admisibles ASD y el resultado de esto se definió como factor de diseño, siendo el método ASD funcional.

## Índice General

Introducción .....	14
Capítulo I.....	16
Marco Teórico.....	16
1.1. Marco Conceptual.....	16
1.1.1. normas técnicas. ....	16
1.1.2. factor de seguridad.....	17
1.1.3. diseño de esfuerzos admisibles (ASD). ....	17
1.1.4. diseño de factores de carga y resistencia.....	17
1.1.5. código colombiano de puentes CCP-14. ....	18
1.2. Marco Referencial.....	18
1.2.1. criterios de diseño muros en voladizo del código colombiano de puentes CCP-14.21	
1.2.1.1. estado limite. ....	21
1.2.1.2. amenaza sísmica. ....	21
1.2.1.3. perfiles de suelo. ....	23
1.2.1.4. factores de carga y combinaciones. ....	24
1.2.1.5. resistencia mayorada. ....	28
1.2.1.6. factores de resistencia. ....	30
1.2.1.7. diseño de zapatas. ....	30
1.2.1.8. diseño de muros, estribos y pilas. ....	30
1.2.1.9. factor de modificación de las cargas. ....	33
1.2.1.9.1. factores relacionados con la ductilidad.....	33
1.2.1.9.2. factor relacionado con la redundancia.....	34
1.2.1.9.3. factor relacionado con la importancia operacional. ....	34
1.2.1.10. presiones laterales del suelo. ....	34
1.2.1.10.1. coeficiente de presión lateral activa del suelo. ....	34
1.2.1.10.2. coeficiente de presión lateral pasiva del suelo. ....	36
1.2.1.11. capacidad de carga.....	38
1.2.1.12. excentricidad – volcamiento.....	43
1.2.1.13. deslizamiento. ....	44
1.2.1.14. pseudoestático. ....	45



Capítulo II .....	51
Metodología .....	51
2.1.    Procedimiento para el diseño de muros en voladizo. ....	52
2.1.1.    Revisión y análisis de los criterios de diseño del Código Colombiano de Puentes CCP-14. ....	52
2.1.2.    procedimiento para diseño de muros en voladizo en condición estática y pseudoestática por el método de diseño de factores de carga y resistencia (LRFD). 53	
2.1.2.1.    procedimiento código colombiano de puentes CCP-14. ....	53
2.1.2.2.    procedimiento código colombiano de puentes CCP-14. ....	54
2.1.3.    factores de carga y resistencia. ....	58
2.1.4.    diseño muro en voladizo. ....	59
2.1.5.    perfiles de suelo. ....	63
2.1.6.    variables aleatorias.....	64
2.1.7.    herramienta de cálculo para el dimensionamiento de muros en voladizo. ...	68
2.1.8.    revisión de metodologías para definir factores de carga y resistencia. ....	76
2.1.8.1.    reliability and statistics in geotechnical engineering (Christian y Baecher, 2003).    76	
2.1.8.2.    LRFD desing and construction of shallow foundations for highway bridge structures (National Cooperative Highway Research Program, 2010). ....	78
2.1.9.    Evaluación de muros en voladizo. ....	78
2.1.10.    índice de confiabilidad y calibración. ....	80
Capítulo III .....	87
Resultados.....	87
3.1.    Graficas de Resultados .....	87
3.2.    Análisis y resumen de los resultados.....	99
3.3.    Conclusiones y recomendaciones.....	103
3.3.1.    conclusiones.....	103
3.3.2.    recomendaciones. ....	106
Bibliografía.....	108
ANEXOS.....	110

## Índice de tablas

Tabla 1. 1 Definición de los tipos de perfil de suelo .....	23
Tabla 1. 2 Cargas y fuerzas Permanentes y Transitorias .....	24
Tabla 1. 3 Combinaciones y Factores de Carga .....	25
Tabla 1. 4 Factores de Carga Permanentes, $\gamma_P$ .....	26
Tabla 1. 5 Factores de Carga Permanentes debidas a deformaciones sobreimpuestas, $\gamma_P$ .....	26
Tabla 1. 6 Factores de resistencia para la resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia .....	30
Tabla 1. 7 Factores de resistencia para muros de contención permanentes .....	32
Tabla 1. 8 Angulo de fricción entre diferentes materiales .....	35
Tabla 1. 9 Factores de Capacidad de carga $N_c$ , $N_q$ , $N_{\phi}$ .....	41
Tabla 1. 10 Factores de corrección $C_wq$ , $C_w\phi$ para distintas profundidades del nivel freático .....	41
Tabla 1. 11 Factores de corrección de forma $S_c$ , $S_q$ , $S_{\phi}$ .....	42
Tabla 1. 12 Factores de corrección de profundidad $d_q$ .....	42
Tabla 2. 1. Cargas Permanentes y Transitorias para el proyecto .....	59
Tabla 2. 2. Factores de carga.....	59
Tabla 2. 3. Factores de Resistencia .....	59
Tabla 2. 4. Descripción predimensionamiento muro en voladizo .....	60
Tabla 2. 5. Parámetros del suelo .....	64
Tabla 2. 6. Coeficientes de Variación y Factores Parciales .....	65
Tabla 2. 7. Variables aleatoria Sobrecarga viva, y parámetros del suelo .....	65
Tabla 2. 8. Variable aleatoria dimensiones del muro, altura del agua e inclinación del talud.....	66
Tabla 2. 9. Variación de los factores de carga.....	66
Tabla 2. 10. Variación de Sismo .....	68
Tabla 2. 11. División Herramienta de calculo.....	69
Tabla 2. 12. Variables aleatorias.....	82
Tabla 2. 13. Valores calculados de las cargas.....	82
Tabla 2. 14. Diferentes mecanismos de falla .....	83
Tabla 2. 15. Factores de Carga .....	83
Tabla 2. 16. Statistics for structural load components for highway bridges .....	84
Tabla 2. 17. Factores de Resistencia calibrado con Factor de Seguridad.....	85
Tabla 3. 1 Cálculo del factor de resistencia para diferentes índices de confiabilidad según el tipo de falla. Condición granular, estática, distribución normal, procedimiento CCP-14.87	

## Índice de figuras

Figura 1. 1. Aceleración Pico Horizontal del Terreno (PGA) con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g).....	22
Figura 1. 2. Ubicación de las cargas y aplicación de los factores de carga para determinar la resistencia a la capacidad de carga.....	27
Figura 1. 3. Ubicación de las cargas y aplicación de los factores de carga para determinar la resistencia a el deslizamiento y la excentricidad. ....	27
Figura 1. 4 Cálculo para presiones pasivas de suelo para muros verticales e inclinados con relleno horizontal. ....	36
Figura 1. 5 Calculo para presiones pasivas de suelo para muros verticales con relleno inclinado.....	37
Figura 1. 6 Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentados en suelo.....	39
Figura 1. 7. Coeficiente de presión sísmica pasiva del suelo con base en el método de la espiral logarítmica para $C/\sigma H=0$ y 0.05.....	48
Figura 1. 8. Coeficiente de presión sísmica pasiva del suelo con base en el método de la espiral logarítmica para $C/\sigma H=0.1$ y 0.15.....	49
Figura 1. 9. Coeficiente de presión sísmica pasiva del suelo con base en el método de la espiral logarítmica para $C/\sigma H=0.2$ y 0.25.....	50
Figura 2. 1 Fases para el desarrollo del proyecto. ....	51
Figura 2. 2 Casos para evaluar el efecto del nivel freático .....	55
Figura 2. 3. Predimensionamiento Muro en Voladizo.....	61
Figura 2. 4. Predimensionamiento evaluación de agua. ....	61
Figura 2. 5. Distribución de cargas. Fuente: Autor .....	62
Figura 2. 6. Aplicación cargas condición estática. Fuente: Autor .....	62
Figura 2. 7. Aplicación cargas condición Pseudoestática. Fuente: Autor .....	63
Figura 2. 8. Determinación del parámetro exponencial para el cálculo de la condición pseudoestática.....	67
Figura 2. 9. Datos Generales Hoja de Cálculo. ....	71
Figura 2. 10. Predimensionamiento. Hoja de Cálculo. ....	72
Figura 2. 11. Mayoración de cargas Hoja de Cálculo.....	73
Figura 2. 12. Evaluación de la Capacidad Portante. Hoja de Cálculo. ....	74
Figura 2. 13. Evaluación de la excentricidad y la falla por deslizamiento Hoja de Cálculo. ....	75
Figura 2. 14. Determinación Iteraciones. ....	80
Figura 3. 1 Factor de Resistencia vs Índice de Confiabilidad para Capacidad Portante. Fuente: Autor .....	88

Figura 3. 2 Factor de Resistencia vs Índice de Confiabilidad para Excentricidad. Fuente: Autor .....	89
Figura 3. 4 Factor de Resistencia vs Índice de Confiabilidad para Deslizamiento. Fuente: Autor .....	89
Figura 3. 4 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular en condición estática. ....	91
Figura 3. 5 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición estática. ....	92
Figura 3. 6 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición estática. ....	92
Figura 3. 7 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular en condición Pseudoestática. ....	93
Figura 3. 8 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición Pseudoestática. ....	93
Figura 3. 9 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición Pseudoestática. ....	94
Figura 3. 10 Volumen (m <sup>3</sup> /m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular condición estática. ....	94
Figura 3. 11 Volumen (m <sup>3</sup> /m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición estática. ....	95
Figura 3. 12 Volumen (m <sup>3</sup> /m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición estática. ....	95
Figura 3. 13 Volumen (m <sup>3</sup> /m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular condición pseudoestática. ....	96
Figura 3. 14 Volumen (m <sup>3</sup> /m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición pseudoestática. ....	96
Figura 3. 15 Volumen (m <sup>3</sup> /m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición pseudoestática. ....	97

## **Índice de anexos**

Anexo A. Determinación parámetro exponencial condición pseudoestática.

Anexo B. Macros diseñadas para el proyecto.

Anexo C. Conjunto de datos evaluación procedimiento CCP-14.

Anexo D. Conjunto de datos evaluación procedimiento propuesto.

Anexo E. Conjunto de datos evaluación muro con dimensiones fijas y parámetros del suelo variables y muro con dimensiones fijas y parámetros medios del suelo.

## Introducción

Este proyecto se fundamenta en las tendencias de los códigos de construcción más relevantes a nivel mundial y nacional, los cuales están empleando Factores de Resistencia y Carga en los diseños (LRFD= Load and Resistance Factors). Estos factores se han venido trabajando en numerosas normas, principalmente en los códigos estructurales (por ejemplo: CCP-14, etc.). Sin embargo, su uso en Geotecnia es mucho menos extendido y hay bastantes dificultades para hacerlo.

Teniendo en cuenta que en Colombia hay poca experiencia en la implementación del método de Diseño de Factores de Carga y Resistencia para el diseño en geotecnia, la presente investigación se enfoca en la aplicación de dicho método en muros en voladizo, con fin de poder identificar la variabilidad de los parámetros utilizados.

El desconocimiento de las normas y la aplicabilidad de estas con respecto al diseño de muros en voladizo ha generado dudas en su uso, debido a que los factores de carga y resistencia eran utilizados en su mayor parte para el diseño estructural pero no en el diseño geotécnico, razón por la cual no se tiene claridad en el uso de este método. Por lo tanto, el manejo de este método para la elaboración de un diseño puede hacer que en ciertos proyectos se incurra en sobredimensionamiento de elementos, al hacer uso de las nuevas normativas.

De esta manera se proyectó, analizar el impacto geotécnico en términos de análisis de confiabilidad, al diseñar estructuras de contención (muros en voladizo), con los parámetros establecidos en el nuevo Código Colombiano de Puentes 2014 y verificar su aplicabilidad en la práctica local de geotecnia.

Por lo anterior, el objeto del presente estudio se enfocó en evaluar el efecto del criterio de diseño en el dimensionamiento de muros en voladizo por el método LRFD y analizar la aplicabilidad de los Factores de Carga y Resistencia del Código Colombiano de Puentes CCP-14, aplicado a este tipo de estructura de contención.

Para el desarrollo del presente proyecto, se definieron tres capítulos en los cuales se describe la información evaluada y analizada para dar cumplimiento al objeto del presente estudio.

El Capítulo I, presenta el marco teórico en donde se describe el marco conceptual y referencial relevante del Diseño de Factores de Carga y Resistencia LRFD, para la evaluación de muros en voladizo a partir de lo indicado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14.

Una vez realizada la revisión de información secundaria con respecto al diseño de factores de carga y resistencia (LRFD); el capítulo II, presenta la metodología de trabajo en donde se definieron dos procedimientos para evaluar muros en voladizo en condición estática y pseudoestática, tomando como base el método de Diseño de Factores de Carga y Resistencia (LRFD) planteado en el Código Colombiano de Puentes (CCP-14) y a partir del cual se elaboró una herramienta de cómputo para el dimensionamiento de muros en voladizo.

Definida la herramienta de cómputo, se realizó un análisis de confiabilidad para el cual se hallaron los segundos momentos de las variables a partir del método de Simulación de Montecarlo y se establecieron los valores de carga y resistencia para diferentes criterios de diseño en términos del Índice de Confiabilidad de diseño.

Finalmente, en el Capítulo III se realizó una comparación y análisis estadístico de los resultados obtenidos, mediante el cual se determinaron gráficas de comportamiento de los muros dimensionados y se presentaron las diferentes conclusiones y recomendaciones, en donde se observa el efecto del criterio de diseño y la influencia de los factores de resistencia en el dimensionamiento de muros en voladizo.

# Capítulo I

## Marco Teórico

### 1.1. Marco Conceptual

#### 1.1.1. normas técnicas.

Una norma técnica es un documento que contiene especificaciones basados en los resultados de la experiencia y la investigación, la cual es aprobada por un organismo reconocido y que hay que cumplir para la elaboración de productos específicos.

Las normas desarrolladas para el diseño de muros en voladizo surgieron para prevenir situaciones que se presentan por fenómenos de la naturaleza difícil de predecir y pretenden dar lineamientos que permitan realizar obras civiles seguras y duraderas.

Hasta hace pocas décadas se enfrentaban esta clase de problemas a partir de fórmulas clásicas, las cuales mediante el uso de un Factor de Seguridad Determinístico, permitían una adecuada relación entre la resistencia del suelo y el sistema elegido de transmisión de carga, con márgenes de seguridad adecuados de estabilidad; sin embargo, con el paso del tiempo se han requerido códigos y/o normas que a partir de principios de diseño estructurado con reglas de aplicación asociadas, permitan dimensionar los muros y cimentaciones con niveles de seguridad que sean propios de Colombia.

A partir de la creación de normas y códigos que rigen las diferentes diseños, la sociedad espera que los edificios, los puentes o cualquier estructura sean seguras para quienes las usan; es decir, confía implícitamente en la pericia de los profesionales involucrados en la planeación, diseño, construcción y mantenimiento de las estructuras de las que se sirve; estos, a su vez trabajan en un rango de



incertidumbre al que asocian el factor de seguridad para tener en cuenta las variaciones de todas las variables actuantes en el sistema.

### **1.1.2. factor de seguridad.**

El factor de seguridad, es la relación entre las fuerzas resistentes y las fuerzas actuantes (AIS, 2010); en el diseño geotécnico según las normas técnicas colombianas vigentes es verificado por el método de esfuerzos admisibles (ASD) o por el método de factores de carga y resistencia (LRFD), siendo este último el utilizado en el presente estudio.

### **1.1.3. diseño de esfuerzos admisibles (ASD).**

El método de diseño de esfuerzos admisibles (ASD), ha sido utilizado en la ingeniería civil desde los años 1800's. Bajo diseño de esfuerzos admisibles, el diseño de cargas (Q) consiste en la estimación de las fuerzas actuales que se van a aplicar a la estructura (o un elemento particular de la estructura), en relación con la resistencia nominal o esfuerzo ( $R_n$ ), mediante un factor de seguridad (FS). (LRFD Design and Construction of Shallow Foundations for Highway Bridge Structures, NCHRP Report 651, 2010).

### **1.1.4. diseño de factores de carga y resistencia.**

El factor de seguridad en el diseño geotécnico de muros y cimentaciones, empleando factores de carga y resistencia (LRFD), ha sido ampliamente desarrollado por la AASHTO y en el Eurocódigo. El método está basado en la aplicación de análisis por confiabilidad (Valencia, 2015); dicho análisis consiste en determinar la probabilidad de falla teniendo en cuenta las incertidumbres relacionadas con las cargas y las resistencias.

Aceptando que nada es absolutamente seguro, la discusión de seguridad puede darse en términos de falla; partiendo de esto surgió la teoría de la confiabilidad. El análisis de confiabilidad se apoya en el modelo probabilístico de estas incertidumbres y “provee los métodos para la cuantificación de la probabilidad de que las estructuras no cumplan con la función para la que fueron diseñadas”. (UDEP).

#### **1.1.5. código colombiano de puentes CCP-14.**

El Código Colombiano de Puentes CCP-14, es una norma colombiana para el diseño de puentes y presenta una actualización en el año 2015; la cual está basada en la especificación americana “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications” (sexta edición 2012 y séptima edición 2014), en donde se actualizaron y calibraron las cargas vehiculares de diseño y las fuerzas sísmicas. Dicha norma en sus disposiciones de diseño emplea el Método de Diseño con Factores de Carga y Resistencia (LRFD).

### **1.2. Marco Referencial**

Actualmente en Colombia son utilizados dos métodos de diseño geotécnico de estructuras, enmarcados en la normatividad vigente; el primero es el método de Diseño de Esfuerzos Admisibles (ASD), el cual consiste en la estimación de las fuerzas actuales que se van a aplicar a la estructura (o un elemento particular de la estructura), en relación con la resistencia nominal, o esfuerzo ( $R_n$ ), mediante un factor de seguridad (FS). (LFRD Design and Construction of Shallow Foundations for Highway Bridge Structures, NCHRP Report 651, 2010), como se muestra en la siguiente ecuación.

$$Q \leq Q_{all} = \frac{R_n}{FS} = \frac{Q_{ult}}{FS}$$

Ecuación 1

Donde:

Q: Carga de diseño

Qall: Carga ultima de diseño

Rn: Resistencia nominal del elemento o la estructura

Qult: Resistencia ultima.

El segundo método, es el Diseño de Factores de Carga y Resistencia (LRFD), el cual se basa en la teoría de la confiabilidad, en donde se realiza la aplicación de factores que modifican la carga y la resistencia aplicada a un diseño, con el fin de tener en cuenta las incertidumbres existentes en los cálculos.

Asociadas al cálculo de la confiabilidad existen tres tipos de incertidumbre las cuales se describen a continuación:

- Incertidumbres físicas: aquellas asociadas a variabilidad de carga impuesta, geometría de la estructura y propiedades del material.
- Incertidumbres Estadísticas: dependen de la cantidad de datos recopilados para realizar el análisis; en muchos casos la modelación probabilística de estas incertidumbres se realiza asignándoles una función de probabilidad con parámetros de distribución estimados del análisis que se realiza a la información disponible.
- Incertidumbres de Modelo: Son el resultado de las simplificaciones realizadas de las condiciones de borde desconocidas y de los efectos desconocidos de otras variables y sus interacciones.

Para realizar un análisis de confiabilidad es importante definir variables aleatorias y parámetros determinísticos; lo cual es fundamental en el cálculo del estado límite y el cálculo de su probabilidad de ocurrencia.

Esta probabilidad puede ser estimada por una simulación computarizada que modela aleatoriedad de las variables básicas; este método se conoce como Simulación de Montecarlo, el cual le asigna valores a las variables aleatorias haciendo una selección al azar. Otra alternativa, consiste en utilizar los métodos de primer orden y segundo momento, los cuales se basan en el cálculo de índice de confiabilidad, del cual la probabilidad de falla se estima usando la función de densidad de probabilidad normal.

Para diseñar por el método de factores de carga y resistencia (LRFD) se debe cumplir con la siguiente desigualdad:

$$\sum LF \times S_n \leq RF \times R_n \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde,

LF: Factor de Carga

S<sub>n</sub>: Carga Nominal

RF: Factor de Resistencia

R<sub>n</sub>: Resistencia Nominal

La resistencia se establece para que esta desigualdad se cumpla para los posibles estados límites predefinidos, los cuales estarían asociados con las diferentes cargas y combinaciones de cargas consideradas en el diseño.

### **1.2.1. criterios de diseño muros en voladizo del código colombiano de puentes CCP-14.**

Para definir los criterios de diseño del método de diseño de factores de carga y resistencia LRFD en el cual se basa el Código Colombiano de Puentes CCP-14, se realizó una revisión de este documento, en donde se identificaron diferentes parámetros a tener en cuenta para el diseño de un muro en voladizo; este método al ser comparado con los métodos para diseño de muros en voladizo en la normatividad vigente aplicable en Colombia y las normas que preceden a este código, muestran variaciones significativas para dicho diseño.

A continuación, se realiza una breve descripción de los parámetros como se contemplan en el Código Colombiano de Puentes (CCP-14).

#### **1.2.1.1. estado límite.**

Los estados límite identificados en el código, están definidos teniendo en cuenta el tipo de sollicitación que se requiere para el diseño de un puente y a partir de estos se define las diferentes combinaciones de carga.

#### **1.2.1.2. amenaza sísmica.**

Adicional a la inclusión de factores para mayorar la carga y la resistencia, el Código Colombiano de Puentes CCP-14 indica que la amenaza sísmica fue modelada para un periodo retorno de aproximadamente 975 años; a continuación, se presentan los valores de aceleración pico horizontal del terreno (PGA) para diseño.

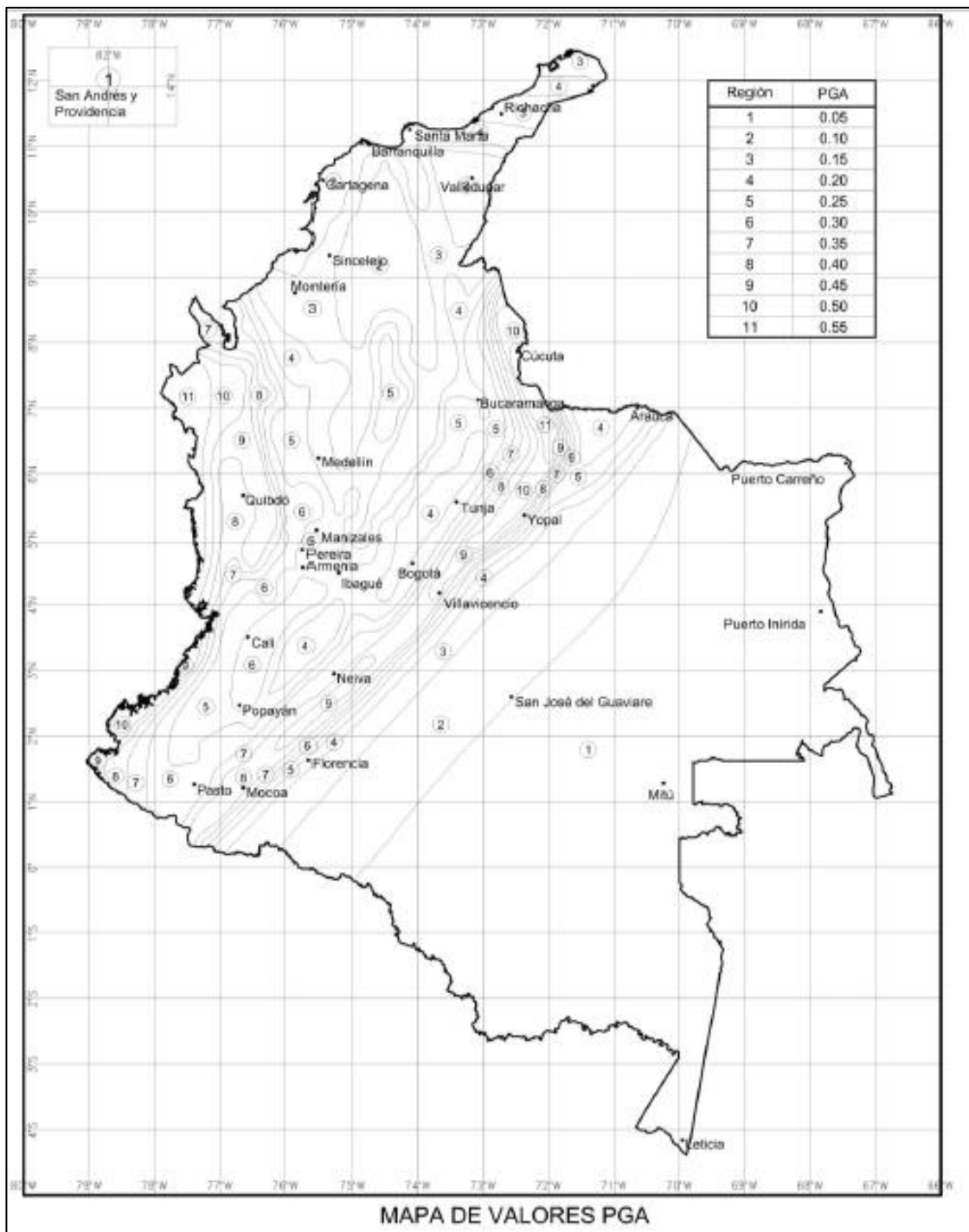


Figura 1. 1. Aceleración Pico Horizontal del Terreno (PGA) con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g).

Fuente: Tomado de Código Colombiano de Puentes CCP-14 Figura 3.10.2.1-1

### 1.2.1.3. *perfiles de suelo.*

Con el objeto de tener en cuenta los posibles efectos de amplificación y amortiguamiento de los diferentes depósitos de suelos, el Código Colombiano de Puentes CCP-14 contempla la clasificación presentada en la siguiente tabla. Es importante mencionar, que dicha clasificación no presenta variación con respecto a la expresada en la Norma Sismo Resistente del año 2010 (NSR-10).

Tabla 1. 1 Definición de los tipos de perfil de suelo

Tipo de Perfil de Suelo	Características del perfil
<b>A</b>	Roca competente con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s \geq 1500$ m/s.
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media con $\bar{v}_s$ en el intervalo $1500$ m/s $> \bar{v}_s \geq 760$ m/s.
<b>C</b>	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s$ en el intervalo $760$ m/s $> \bar{v}_s \geq 360$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} > 50$ golpes/pie, o $\bar{\sigma}_u > 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ).
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos con velocidad medida de onda de cortante $\bar{v}_s$ en el intervalo $360$ m/s $> \bar{v}_s \geq 180$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N}$ en el intervalo $50$ golpes/pie $> \bar{N} \geq 15$ golpes/pie, o $\bar{\sigma}_u$ en el intervalo $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) $> \bar{\sigma}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> ).
<b>E</b>	Perfil de suelo con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s < 180$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} < 15$ golpes/pie, o $\bar{\sigma}_u < 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> ), o
	cualquier perfil con $H > 3$ m de arcilla blanda, definida como un suelo con $IP > 20$ , $w > 40\%$ y $\bar{\sigma}_u < 25$ kPa ( $\approx 0.25$ kgf/cm <sup>2</sup> ) (véase la Nota al final de la Tabla).
<b>F</b>	Suelos que requieren evaluación particular de sitio, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</li> <li>• Turbas o arcillas altamente orgánicas (<math>H &gt; 3</math> m de turba o arcillas altamente orgánicas donde <math>H</math> = espesor del suelo)</li> <li>• Arcillas de alta plasticidad (<math>H &gt; 7.5</math> m con <math>IP &gt; 75</math>)</li> <li>• Estratos de arcillas con rigidez de media a blanda de gran espesor (<math>H &gt; 36</math> m)</li> </ul>

Nota: Esta tabla corresponde en forma idéntica a la Tabla A.2.4-1 del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, con la única excepción de que en la definición de los perfiles Tipo E con espesores mayores de 3 m el límite de resistencia al corte no drenado  $\bar{\sigma}_u$ , el valor límite es 50 KPa ( $\approx 0.5$  kgf/cm<sup>2</sup>) en el Reglamento NSR-10.

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 3.10.3.1-1

#### 1.2.1.4. factores de carga y combinaciones.

Para definir los factores de carga y combinaciones inicialmente el código Colombiano de Puentes CCP-14, contempla las siguientes cargas y fuerzas permanentes y transitorias para el diseño. Las combinaciones para estas cargas se especifican en la Tabla 1. 3, Tabla 1. 4 y Tabla 1. 5:

Tabla 1. 2 Cargas y fuerzas Permanentes y Transitorias

<i>Cargas Permanentes</i>	<i>Cargas Transitorias</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CR: Fuerzas debidas al flujo plástico</li> <li>• DD: Fuerza de fricción negativa</li> <li>• DC: Peso propio de los componentes estructurales y de los accesorios no estructurales</li> <li>• DW: Peso propio carpeta de rodamiento y de las instalaciones.</li> <li>• EH: Empuje horizontal de suelo</li> <li>• EL: Fuerzas misceláneas resultantes del proceso de construcción, incluyendo el izaje de voladizos en construcción por segmentos.</li> <li>• ES: Sobrecarga de suelo.</li> <li>• EV: Presión vertical del peso propio del suelo de relleno</li> <li>• PS: Fuerzas secundarias debidas a pretensado.</li> <li>• SH: Fuerzas debidas a retracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BL: Carga de explosión</li> <li>• BR: Fuerza de frenado vehicular</li> <li>• CE: Fuerza centrífuga vehicular</li> <li>• CT: Fuerza de colisión vehicular</li> <li>• CV: Fuerza de colisión de embarcaciones.</li> <li>• EQ: Carga Sísmica</li> <li>• FR: Carga de fricción.</li> <li>• IC: Carga de Hielo</li> <li>• IM: Incremento de Carga dinámica vehicular</li> <li>• LL: Carga viva vehicular</li> <li>• LS: Sobrecarga de carga viva</li> <li>• PL: Carga vivía peatonal</li> <li>• SE: Fuerzas debidas a asentamiento</li> <li>• TG: Fuerzas debidas a gradientes de temperatura.</li> <li>• TU: Fuerza debida a temperatura uniforme.</li> <li>• WA: Carga de Agua y presión de la corriente</li> <li>• WL: Carga de viento sobre la carga viva</li> <li>• WS: Carga de viento sobre la estructura.</li> </ul>

Fuente: Autor



Tabla 1. 3 Combinaciones y Factores de Carga

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	$\gamma_p$	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TO}$	$\gamma_{SE}$	-	-	-	-	-
Resistencia II	$\gamma_p$	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TO}$	$\gamma_{SE}$	-	-	-	-	-
Resistencia III	$\gamma_p$	-	1.00	1.40 0	-	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TO}$	$\gamma_{SE}$	-	-	-	-	-
Resistencia IV	$\gamma_p$	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	$\gamma_p$	1.35	1.00	0.40 0	1.0	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TO}$	$\gamma_{SE}$	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	$\gamma_p$	$\gamma_{RQ}$	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	$\gamma_p$	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.30 0	1.0	1.00	1.00/1.20	$\gamma_{TO}$	$\gamma_{SE}$	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	$\gamma_{TO}$	$\gamma_{SE}$	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.70 0	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I- Sólo LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II- Sólo LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 3.4.1-1

Tabla 1. 4 Factores de Carga Permanentes,  $\gamma_P$

Tipo de Carga, tipo de Cimentación, y Método para Calcular la fricción negativa		Factor de Carga	
		Máximo	Mínimo
<i>DC</i> : Componentes y Accesorios		1.25	0.90
<i>DC</i> : Sólo Resistencia IV		1.50	0.90
<i>DD</i> : Fricción negativa	Pilas, Método $\alpha$ Tomlinson	1.4	0.25
	Pilas, Método $\lambda$	1.05	0.30
	Pozos perforados, Método O'Neill and Reese (1999)	1.25	0.35
<i>DW</i> : Superficie de rodadura e instalaciones		1.50	0.65
<i>EH</i> : Presión horizontal de suelo			
• Activa		1.50	0.90
• En reposo		1.35	0.90
• <i>AEP</i> para muros anclados		1.35	N/A
<i>EL</i> : Tensiones residuales de Construcción		1.00	1.00
<i>EV</i> : Presión vertical de suelo			
• Estabilidad general		1.00	N/A
• Muros de Contención y Estribos		1.35	1.00
• Estructuras Rígidas Enterradas		1.30	0.90
• Marcos Rígidos		1.35	0.90
• Estructuras Flexibles Enterradas			
o Alcantarillas Metálicas y Alcantarillas Armadas Estructurales Corrugadas Profundas		1.5	0.9
o Alcantarillas Termoplásticas		1.3	0.9
o Todas las demás		1.95	0.9
<i>ES</i> : Sobrecarga de suelo		1.50	0.75

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 3.4.1-2

Tabla 1. 5 Factores de Carga Permanentes debidas a deformaciones sobreimpuestas,  $\gamma_P$

Componentes	<i>PS</i>	<i>CR, SH</i>
Superestructuras por segmentos	1.0	Ver $\gamma_P$ para <i>DC</i> , Tabla 3.4.1-2
Subestructuras de concreto soportando superestructuras por segmentos (ver 3.12.4, 3.12.5)		
Superestructuras de concreto no segmentadas	1.0	1.0
Subestructuras soportando Superestructuras no segmentadas		
• Usando $I_g$	0.5	0.5
• Usando $I_{efectiva}$	1.0	1.0
Subestructuras de acero	1.0	1.0

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 3.4.1-3

Definidas las cargas que se tienen en cuenta en el diseño del muro en voladizo, se aplican los factores de carga respectivos como se observa en la Figura 1. 2 y Figura 1. 3, según el tipo de resistencia que se vaya a determinar ya sea capacidad de carga, deslizamiento o excentricidad.

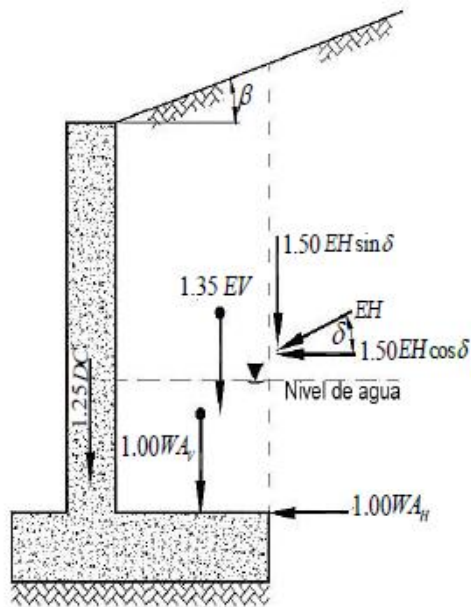


Figura 1. 2. Ubicación de las cargas y aplicación de los factores de carga para determinar la resistencia a la capacidad de carga.

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 3.10.3.1-1

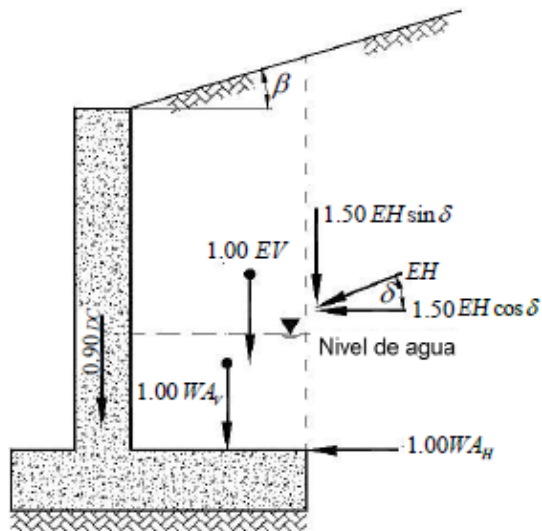


Figura 1. 3. Ubicación de las cargas y aplicación de los factores de carga para determinar la resistencia a el deslizamiento y la excentricidad.

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 3.10.3.1-1

Teniendo en cuenta las cargas presentadas anteriormente, se calcula la sollicitación total mayorada, de acuerdo con la siguiente ecuación (CCP-14 Ecuación 3.4.1-1):

$$Q = \eta_i \gamma_i Q_i \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$\eta_i$  = modificador de carga especificado en el artículo 1.3.2, CCP-14

$\gamma_i$  = sollicitaciones de las cargas especificadas

$Q_i$  = factores de carga especificados en las tablas 3.4.1-1 y 3.4.1-2, CCP-14

Una vez identificados dichos valores se desarrolla el cálculo de modificación de carga que se debe utilizar en la ecuación de sollicitación total mayorada.

#### **1.2.1.5. resistencia mayorada.**

Para estados límites de servicio y de eventos extremos los factores de resistencia deben tomarse como 1.0; para estado límite de falla se debe trabajar con los factores de resistencia correspondientes, los cuales se muestran para el diseño de muros en voladizo en la Tabla 1. 6 a la Tabla 1. 7; en todo caso se debe satisfacer la siguiente desigualdad (CCP-14 ecuación 1.3.2.1-1):

$$\Sigma \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r \quad \text{Ecuación 4}$$

Para cargas en las cuales es apropiado el valor mínimo de factor de carga  $\gamma$ , se debe evaluar la siguiente desigualdad (CCP-14 ecuación 1.3.2.1-2):

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95$$

Ecuación 5

Para cargas en las cuales es apropiado el valor máximo de factor de carga  $\gamma$ , se debe evaluar la siguiente desigualdad (CCP-14 ecuación 1.3.2.1-3):

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_I} \leq 1.0$$

Ecuación 6

Donde:

$\gamma_i$  = factor de carga: multiplicador de base estadística que se aplica a las solicitaciones.

$\phi$  = factor de resistencia: multiplicador de base estadística que se aplica a la resistencia nominal, como se especifica en las Secciones 5, 6, 7, 8, 10, 11 y 12, CCP-14.

$\eta_i$  = factor de modificación de las cargas: relacionado con la ductilidad, redundancia e importancia operativa.

$\eta_D$  = factor relacionado con la ductilidad como se especifica en el Artículo 1.3.3, CCP-14.

$\eta_R$  = factor relacionado con la redundancia como se especifica en el Artículo 1.3.4, CCP-14.

$\eta_I$  = factor relacionado con la importancia operativa como se especifica en el Artículo 1.3.5, CCP-14.

$Q_i$  = Solicitación

$R_n$  = Resistencia nominal

$R_r$  = Resistencia mayorada:  $\phi R_n$

### 1.2.1.6. factores de resistencia.

Para el caso de muros y cimentaciones los **FACTORES DE RESISTENCIA** se indican en la Tabla 1. 6 y Tabla 1. 7, según la cimentación recomendada; a menos de que haya disponibilidad de valores regionales específicos o una experiencia exitosa, que indique valores más altos.

### 1.2.1.7. diseño de zapatas.

Para el diseño de zapatas se indica los factores de resistencia geotécnica en el estado límite de resistencia teniendo en cuenta el método de evaluación el tipo de estructura y el tipo de suelo.

Tabla 1. 6 Factores de resistencia para la resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia

		Método/Suelo/Condición	Factor de resistencia
Capacidad de carga	$\varphi_s$	Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arcilla	0.50
		Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arena, usando CPT	0.50
		Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arena, usando SPT	0.45
		Métodos Semi-empíricos (Meyerhof, 1957), todos los suelos	0.45
		Zapatas sobre roca	0.45
		Pruebas de carga con placa	0.55
Deslizamiento	$\varphi_r$	Concreto prefabricado colocado sobre arena	0.90
		Concreto fundido in situ sobre arena	0.80
		Concreto fundido in situ o prefabricado sobre arcilla	0.85
		Suelo sobre suelo	0.90
	$\varphi_{sp}$	Presión pasiva del suelo, componente de la resistencia al deslizamiento	0.50

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 10.5.5.2.2-1

### 1.2.1.8. diseño de muros, estribos y pilas.

Los factores de resistencia para los estados límites de servicio deben tomarse como 1.0, excepto lo dispuesto para estabilidad global. En la evaluación de la estabilidad general de rellenos contenidos, así como taludes de tierra con o sin cimentaciones superficiales o profundas en el estado límite

de servicio debe utilizarse la combinación de carga de Servicio I y el factor de resistencia apropiado.

Si los parámetros geotécnicos están bien definidos y el talud no soporta ni contiene un elemento estructural el Factor de resistencia es 0.75. Si los parámetros geotécnicos se basan en información limitada o si el talud contiene o soporta un elemento estructural el factor de resistencia es 0.65.

Tabla 1.7 Factores de resistencia para muros de contención permanentes

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
<b>Muros en voladizo y muros anclados</b>		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares)	0.65 <sup>(1)</sup>
	• Suelos cohesivos	0.70 <sup>(1)</sup>
	• Roca	0.50 <sup>(1)</sup>
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 <sup>(2)</sup>
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 <sup>(3)</sup>
	• Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 <sup>(3)</sup>
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90
<b>Muros de suelo estabilizado mecánicamente, Muros de gravedad, y Muros de Semigravedad</b>		
Capacidad de carga	• Muros de gravedad y semigravedad	0.55
	• Muros de suelo estabilizado mecánicamente	0.65
Deslizamiento		1.0
Resistencia a la tensión de los refuerzos metálicos y sus conectores	Refuerzos en franja <sup>(4)</sup>	0.75
	• Fuerza estática	
	Refuerzos en malla <sup>(4) (5)</sup>	0.65
	• Fuerza estática	
Resistencia a la tensión de los refuerzos geosintéticos y sus conectores	• Carga estática	0.90
Resistencia al arrancamiento de los refuerzos a tensión.	• Carga estática	0.90
<b>Muros prefabricados</b>		
Capacidad		Se aplica el artículo 10.5
Deslizamiento		Se aplica el artículo 10.5
Resistencia pasiva		Se aplica el artículo 10.5

<sup>(1)</sup> Se aplica a los esfuerzos últimos de adherencia unitaria asumidos para el diseño preliminar únicamente en el Artículo C11.9.4.2.

<sup>(2)</sup> Se aplica cuando se realiza(n) prueba(s) de verificación en cada anclaje de producción hasta una fuerza igual a 1.0 o más veces la fuerza de diseño mayorada en el anclaje.

<sup>(3)</sup> Se aplica a la máxima fuerza de prueba de verificación del anclaje. Para el acero dulce aplicar el factor de resistencia para  $F_y$ . Para el acero de alta resistencia aplicar el factor de resistencia a la resistencia última a la tensión garantizada.

<sup>(4)</sup> Se aplica a la sección transversal bruta menos el área sacrificable. En el caso de las secciones con orificios reducir el área bruta de acuerdo con el Artículo 6.8.3 y aplicar a la sección neta menos el área sacrificable.

<sup>(5)</sup> Se aplica a los refuerzos en malla conectados a un elemento de revestimiento rígido, por ejemplo, un panel o bloque de concreto. Para los refuerzos en malla conectados a un revestimiento flexible o que son continuos con el revestimiento, utilizar el factor de resistencia correspondiente a refuerzos en franja.

Fuente: Tomado de CCP-14 Tabla 11.5.7-1



Para los factores de resistencia en los cuales se indica que se debe aplicar el artículo 10.5, hace referencia a los valores estimados para el tipo de muro y condición presentados en tabla 10.5.5.2.2-1 del Código Colombiano de Puentes CCP-14 y que se muestran en la Tabla 1. 6, del presente documento.

En la evaluación del estado límite en evento extremo, se recomienda un factor de resistencia 1 para la estabilidad global del muro de contención, cuando se incluye fuerza sísmica recomiendan un factor de resistencia de 0.9 y para capacidad de carga un factor de resistencia de 0.8 para muros de gravedad y semigravedad.

Con respecto a la Resistencia axial a compresión de los elementos verticales, el artículo 10.5 del Código Colombiano de Puentes CCP-14, se refiere a las disposiciones específicas para cimentaciones superficiales, específicamente de los estados límites y factores de resistencia.

#### **1.2.1.9. factor de modificación de las cargas.**

Adicional a los factores de carga definidos en las tablas presentadas anteriormente, teniendo en cuenta la ecuación de sollicitación total mayorada definieron factores de modificación de las cargas relacionados con la ductilidad, la redundancia y la importancia operacional

##### *1.2.1.9.1. factores relacionados con la ductilidad.*

Para el estado límite de resistencia  $ND \geq 1.05$  para componentes y conexiones no dúctiles;  $ND = 1.00$  para diseños convencionales y detalles que cumplen con estas especificaciones y  $ND \leq 0.95$  para los componentes y conexiones para las cuales se han especificado medidas

adicionales para mejorar la ductilidad más allá de las requeridas por estas especificaciones. Para todos los demás estados limite ND = 1.00.

*1.2.1.9.2. factor relacionado con la redundancia.*

Para el estado límite de resistencia NR ≥1.05 para niveles no redundantes; NR = 1.00 para niveles convencionales de redundancia, elementos de cimentación donde φ representa la redundancia y NR = 0.95 para niveles excepcionales de redundancia más allá de vigas continuas y una sección transversal cerrada a la torsión. Para todos los demás estados limite NR = 1.00.

*1.2.1.9.3. factor relacionado con la importancia operacional.*

Para el estado límite de resistencia NI ≥1.05 para puentes críticos o esenciales; NI = 1.00 para puentes típicos y NI = 0.95 para puentes de relativamente poca importancia NI = 1.00.

**1.2.1.10. presiones laterales del suelo.**

*1.2.1.10.1. coeficiente de presión lateral activa del suelo.*

Para el cálculo de la presión lateral activa del suelo se puede evaluar con la teoría de Coulomb

$$Ka = \frac{\text{sen}^2(\theta + \phi'f)}{\Gamma(\text{sen}^2\theta \text{sen}(\theta - \delta))} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$\Gamma = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi'f + \delta) \text{sen}(\phi'f - \beta)}{\text{sen}(\theta - \delta) \text{sen}(\theta + \beta)}} \right]^2 \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

$\delta$  = ángulo de fricción entre el relleno del muro especificado en la Tabla 1.

$\theta$  (°).

$\beta$  = ángulo del relleno con respecto a la horizontal (°).

$\theta$  = ángulo de la cara trasera del muro con respecto a la horizontal (°).

$\phi'$  = ángulo efectivo de fricción interna (°).

Tabla 1. 8 Ángulo de fricción entre diferentes materiales

Materiales de Interfaz	Ángulo de Fricción, $\delta$ (grados)	Coefficiente de Fricción, $\tan \delta$ (adimensional)
Concreto masivo sobre los siguientes materiales de cimentación:		
• Roca intacta limpia	35	0.70
• Grava limpia, mezclas de grava y arena, arena gruesa	29 a 31	0.55 a 0.60
• Arena de fina a media, arena limosa media a gruesa, grava limosa o arcillosa	24 a 29	0.45 a 0.55
• Arena fina limpia, arena limosa, o arcilla fina a media	19 a 24	0.34 a 0.45
• Limo fino arenoso, limo no plástico	17 a 19	0.31 a 0.34
• Arcilla residual o preconsolidada muy rígida y dura	22 a 26	0.40 a 0.49
• Arcilla rígida media y rígida y arcilla limosa	17 a 19	0.31 a 0.34
La mampostería sobre materiales de cimentación tiene los mismos factores.		

Fuente: Tomado del CCP-14 tabla 3.11.5.3-1

La presión activa del suelo se evalúa con la teoría de Rankine con la siguiente ecuación:

$$Pa = F_T = \frac{1}{2} \gamma_f H^2 K_a \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde,

$\gamma_f$  = peso unitario del relleno.

$K_a$  = coeficiente de empuje activo del relleno.

H = altura del muro.

1.2.1.10.2. coeficiente de presión lateral pasiva del suelo.

La presión lateral pasiva del suelo se puede tomar de la Figura 1. 4 o Figura 1. 5 para el caso de un muro inclinado o vertical con relleno horizontal o para el caso de un muro vertical y un relleno inclinado.

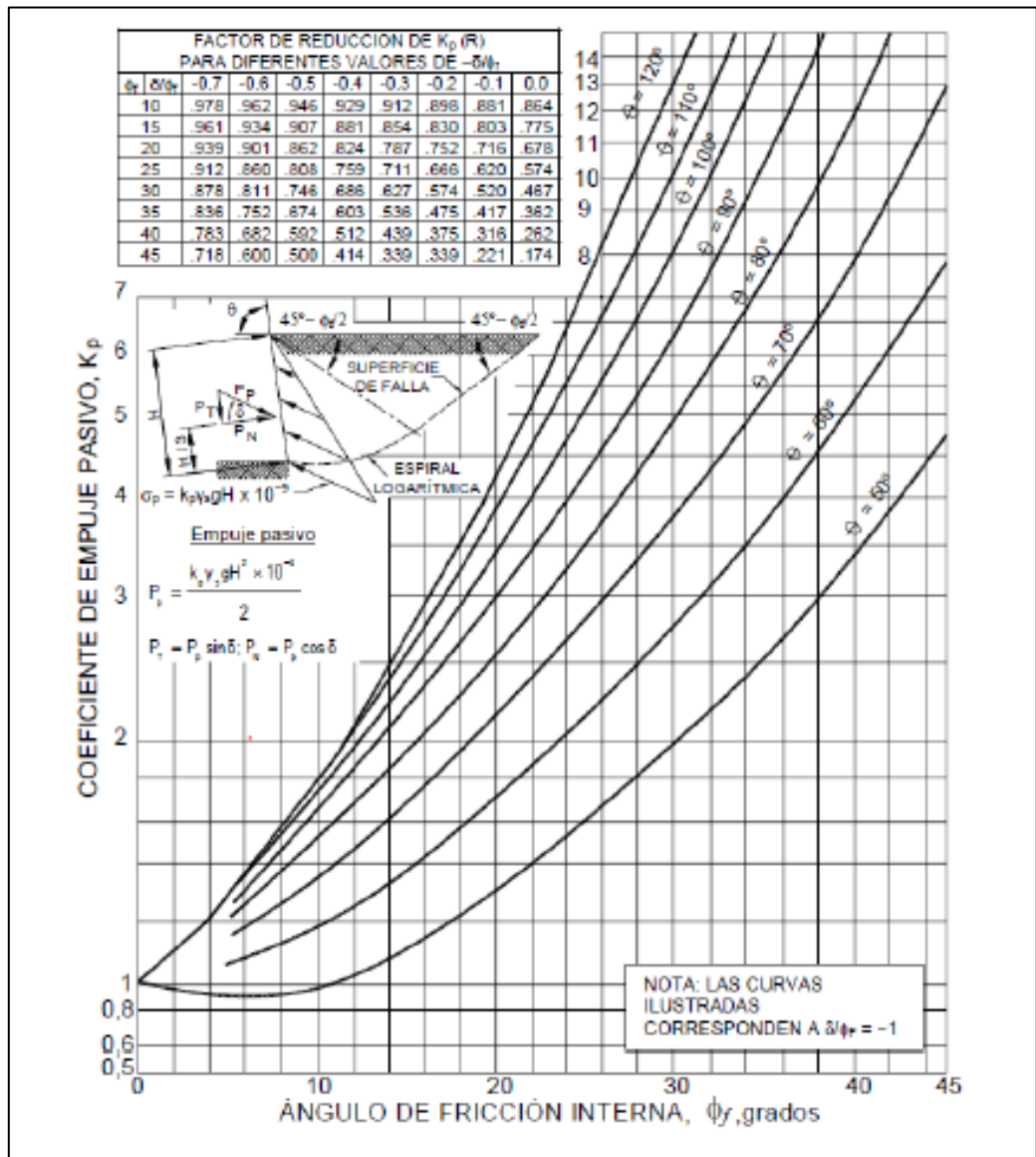


Figura 1. 4 Cálculo para presiones pasivas de suelo para muros verticales e inclinados con relleno horizontal.

Fuente: Tomado del CCP-14, figura 3.11.5.4-1

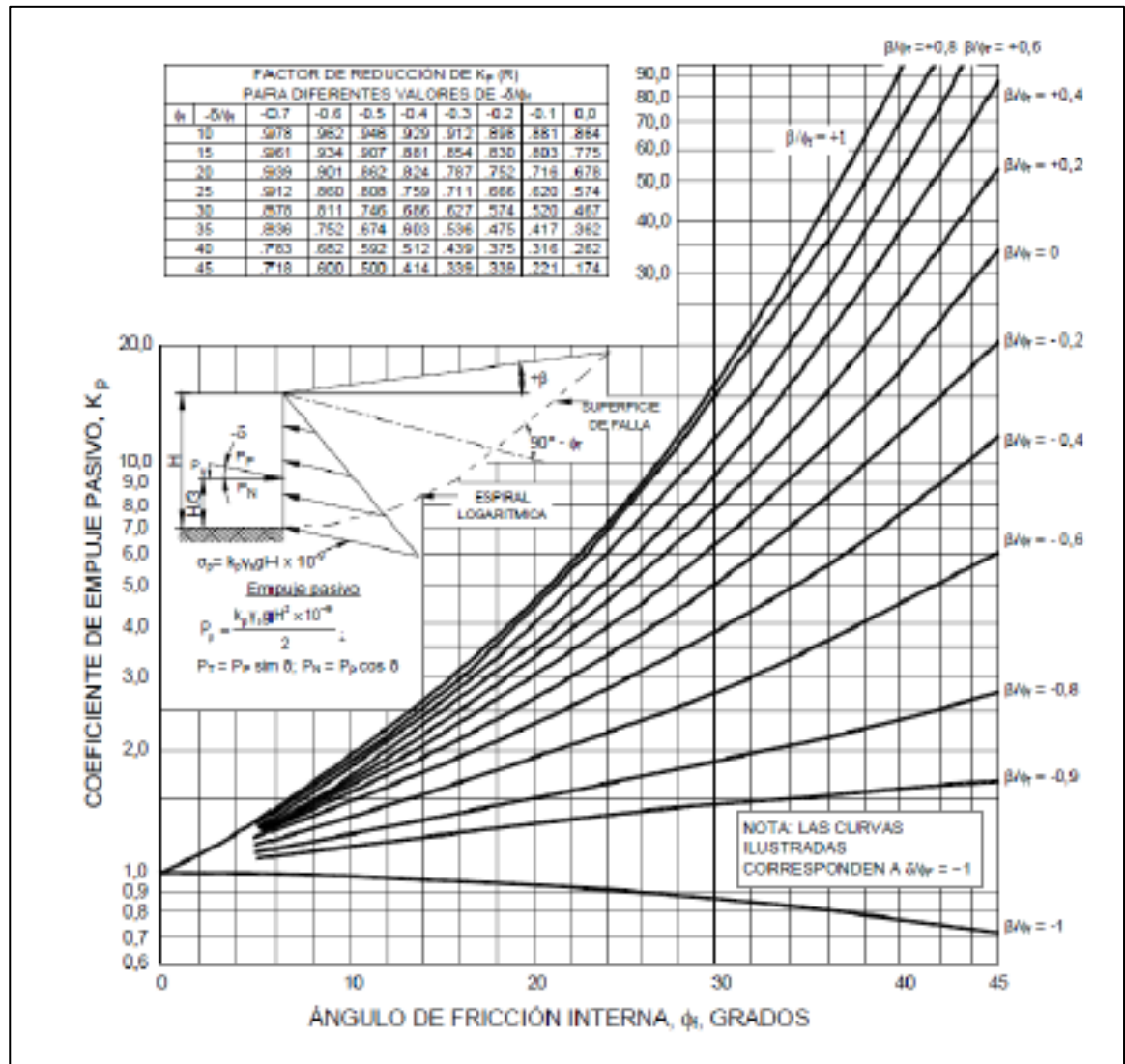


Figura 1. 5 Cálculo para presiones pasivas de suelo para muros verticales con relleno inclinado.

Fuente: Tomado del CCP-14, figura 3.11.5.4-2

Para suelos cohesivos puede estimarse las presiones pasivas con la ecuación de Rankine.

$$P_p = K_p \gamma_s z + 2c \sqrt{K_p} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde,

$\gamma_s$  = peso unitario del relleno.

$K_p$  = coeficiente de empuje pasivo del suelo.

$z$  = profundidad bajo la superficie del suelo.

$c$  = cohesión del suelo.

### **1.2.1.11. capacidad de carga.**

Para un muro soportado por una cimentación sobre suelo el esfuerzo vertical debe calcularse de la siguiente manera:

- Esfuerzo Vertical  $\sigma_v = \frac{\Sigma V}{B-2e}$  Ecuación 11

Donde,

$\Sigma v$  = Sumatoria de fuerzas verticales

$B$  = Base del muro

$e$  = excentricidad

La excentricidad se calcula realizando sumatoria de momentos respecto al punto C como se indica en la figura 1.6, en donde se ilustran los criterios para determinar las presiones de contacto en muros convencionales cimentados sobre suelo.

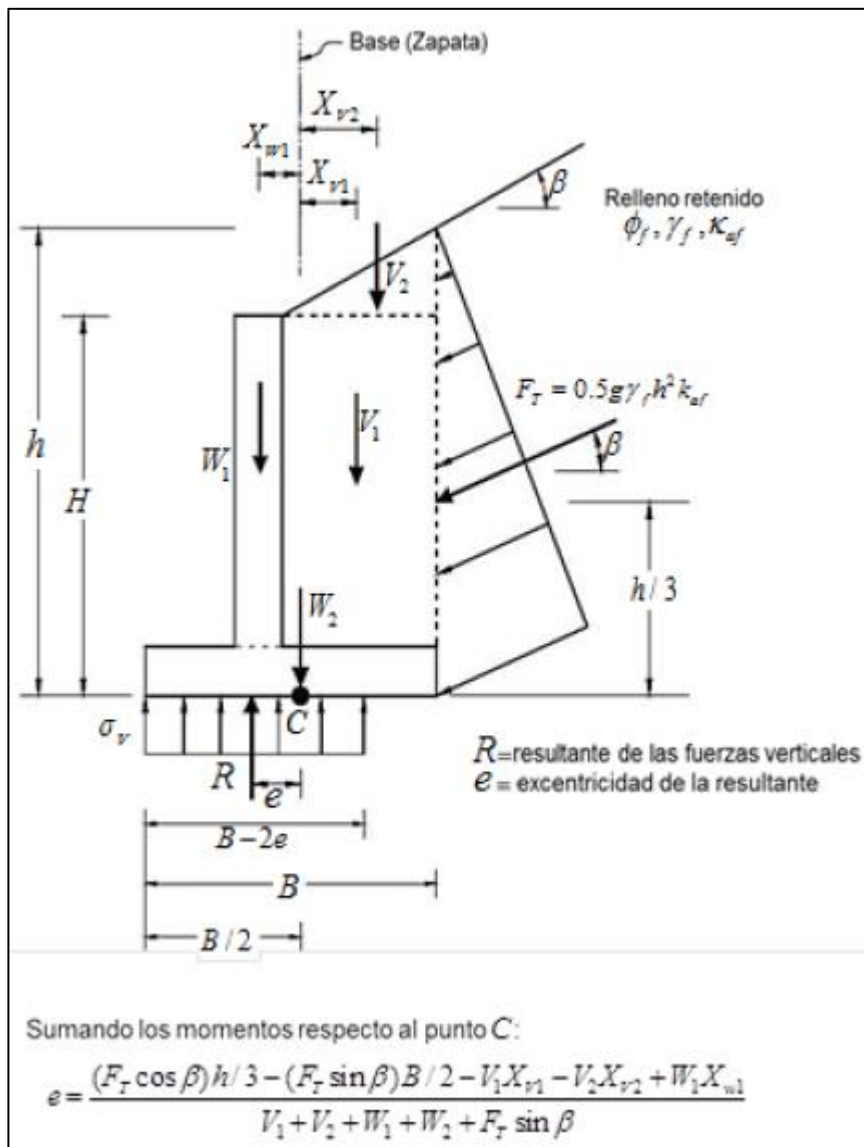


Figura 1. 6 Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentados en suelo

Fuente: Tomado del CCP-14, figura 11.6.3.2-1

- Excentricidad  $e = \frac{\Sigma Mc}{\Sigma V}$  Ecuación 12

Donde,

$\Sigma Mc$  = Sumatoria de momentos con respecto al punto C.

$\Sigma v$  = Sumatoria de fuerzas verticales

El cálculo de la capacidad carga nominal se plantea de la siguiente manera:

- Capacidad de carga nominal

$$q_n = cN_{cm} + \gamma D_f N_{qm} C_{wq} + 0.5\gamma B N_{\gamma m} C_{w\gamma} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde,

$N_{cm} = N_c, S_c, i_c$

$N_{qm} = N_q, S_q, d_q, i_q$

$N_{\gamma m} = N_\gamma, S_\gamma, i_\gamma$

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factor de Seguridad de carga Tabla 1.9.

$C_{wq}, C_{w\gamma}$  = Factores de Corrección Tabla 1.10.

$c$  = cohesión.

$\gamma$  = Peso unitario del suelo.

$D_f$  = profundidad de empotramiento de la zapata.

$B$  = ancho de la zapata.

$S_c, S_q, S_\gamma$  = Factores de corrección de forma de la zapata Tabla 1.11.

$d_q$  = Factor de corrección para la resistencia al corte Tabla 1.12

$i_c, i_q, i_\gamma$  = Factores de inclinación de la carga



Tabla 1. 9 Factores de Capacidad de carga  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$

$\phi_f$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi_f$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.0	0.0	23	18.1	8.7	8.2
1	5.4	1.1	0.1	24	19.3	9.6	9.4
2	5.6	1.2	0.2	25	20.7	10.7	10.9
3	5.9	1.3	0.2	26	22.3	11.9	12.5
4	6.2	1.4	0.3	27	23.9	13.2	14.5
5	6.5	1.6	0.5	28	25.8	14.7	16.7
6	6.8	1.7	0.6	29	27.9	16.4	19.3
7	7.2	1.9	0.7	30	30.1	18.4	22.4
8	7.5	2.1	0.9	31	32.7	20.6	26.0
9	7.9	2.3	1.0	32	35.5	23.2	30.2
10	8.4	2.5	1.2	33	38.6	26.1	35.2
11	8.8	2.7	1.4	34	42.2	29.4	41.1
12	9.3	3.0	1.7	35	46.1	33.3	48.0
13	9.8	3.3	2.0	36	50.6	37.8	56.3
14	10.4	3.6	2.3	37	55.6	42.9	66.2
15	11.0	3.9	2.7	38	61.4	48.9	78.0
16	11.6	4.3	3.1	39	67.9	56.0	92.3
17	12.3	4.8	3.5	40	75.3	64.2	109.4
18	13.1	5.3	4.1	41	83.9	73.9	130.2
19	13.9	5.8	4.7	42	93.7	85.4	155.6
20	14.8	6.4	5.4	43	105.1	99.0	186.5
21	15.8	7.1	6.2	44	118.4	115.3	224.6
22	16.9	7.8	7.1	45	133.9	134.9	271.8

Fuente: Tomado del CCP-14, figura 10.6.3.1.2a-1

Tabla 1. 10 Factores de corrección  $C_{wq}$ ,  $C_{w\gamma}$ , para distintas profundidades del nivel freático.

$D_w$	$C_{wq}$	$C_{w\gamma}$
0.0	0.5	0.5
$D_f$	1.0	0.5
$> 1.5B + D_f$	1.0	1.0

Fuente: Tomado del CCP-14, figura 10.6.3.1.2a

Tabla 1. 11 Factores de corrección de forma Sc, Sq, Sy

Factor	Angulo de fricción	Término que corresponde a la cohesión ( $s_c$ )	Término que corresponde al peso unitario ( $s_\gamma$ )	Término que corresponde a la sobrecarga ( $s_q$ )
Factores de forma $s_c, s_\gamma, s_q$	$\phi_f = 0$	$1 + \left(\frac{B}{5L}\right)$	1.0	1.0
	$\phi_f > 0$	$1 + \left(\frac{B}{L}\right)\left(\frac{N_q}{N_c}\right)$	$1 - 0.4\left(\frac{B}{L}\right)$	$1 + \left(\frac{B}{L} \tan \phi_f\right)$

Fuente: Tomado del CCP-14, figura 10.6.3.1.2a.3

Tabla 1. 12 Factores de corrección de profundidad dq

Ángulo de fricción, $\phi_f$ (grados)	$D_f/B$	$d_q$
32	1	1.20
	2	1.30
	4	1.35
	8	1.40
37	1	1.20
	2	1.25
	4	1.30
	8	1.35
42	1	1.15
	2	1.20
	4	1.25
	8	1.30

Fuente: Tomado del CCP-14, figura 10.6.3.1.2a.4

El cálculo del factor de inclinación de la carga se determina a partir de las ecuaciones planteadas a continuación:

$$\text{Para } \phi_f = 0 \quad ic = 1 - \left(\frac{nH}{cBLN_c}\right) \quad \text{Ecuación 14}$$

$$\text{Para } \phi_f > 0 \quad ic = iq - \left[\left(\frac{1-iq}{Nq-1}\right)\right] \quad \text{Ecuación 15}$$

$$iq = \left[1 - \left(\frac{H}{V+cBL \cot \phi_f}\right)\right]^n \quad \text{Ecuación 16}$$

$$i\gamma = \left[ 1 - \left( \frac{H}{V + c B L \cot \phi_f} \right) \right]^{n+1} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$n = \left[ \frac{\left( 2 + \frac{L}{B} \right)}{\left( 1 + \frac{L}{B} \right)} \right] \cos^2 \theta + \left[ \frac{\left( 2 + \frac{B}{L} \right)}{\left( 1 + \frac{B}{L} \right)} \right] \operatorname{sen}^2 \theta \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde,

B = ancho de zapata

L = longitud de la zapata

H = carga Horizontal no mayorada

V = carga Vertical no mayorada

Definidas todas las variables indicadas para realizar el cálculo de la capacidad de carga nominal se realiza la respectiva mayoración con el factor de resistencia definido anteriormente y se debe cumplir con la siguiente desigualdad:

$$n_i \gamma \sigma_V \leq \phi q_n \quad \text{Ecuación 19}$$

### **1.2.1.12. excentricidad – volcamiento.**

La excentricidad de la carga en el estado límite de resistencia para zapatas no suelo, evaluada con cargas mayoradas no debe ser mayor a un tercio de la base.

$$e \leq \frac{1}{3} B \quad \text{Ecuación 20}$$

### 1.2.1.13. *deslizamiento.*

La resistencia mayorada contra la falla por deslizamiento se define de la siguiente forma:

$$R_n = \phi R_n = \phi_\tau R_\tau + \phi_{ep} R_{ep} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde,

$R_n$  = Resistencia Nominal contra la falla

$\phi_\tau$  = Factor de resistencia, Tabla 1.6

$R_\tau$  = Resistencia nominal entre el suelo y la cimentación

$\phi_{ep}$  = Factor de resistencia pasiva, Tabla 1.6

$R_{ep}$  = Resistencia nominal pasiva del suelo

Para evaluar la resistencia nominal de deslizamiento se debe definir el tipo de suelo debajo de la zapata:

- **Arena**  $R_\tau = V \tan \delta$  Ecuación 22

$$R_\tau = \Sigma V \tan \phi_f \quad \text{Ecuación 23}$$

$$R_{ep} = 0.5 \gamma K_p D f^2 \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde,

$V$  = Fuerza vertical total

$\phi_f$  = ángulo de fricción interna del suelo drenado

- **Arcilla**  $R_{\tau} = q_s B$  Ecuación 25

$$R_{ep} = 0.5 \gamma Df^2$$
 Ecuación 26

$$n_i \gamma E_{activo} \leq \phi R_n$$
 Ecuación 27

Donde,

$q_s$  = es el valor menor entre  $S_u$  (Resistencia al corte) y  $0.5 \sigma_v$ .

$\sigma_v$  = Esfuerzo Vertical.

$\gamma$  = peso unitario del suelo.

#### 1.2.1.14. *pseudoestático.*

- Cálculo de presión sísmica activa (Mononobe-Okabe)

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\phi + \theta_{MO} - \chi)}{\cos \theta_{MO} \cos^2 \chi \cos(\delta + \chi + \theta_{MO})} \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta_{MO} - \beta)}{\cos(\delta + \chi + \theta_{MO}) \cos(\beta - \chi)}} \right]^{-2}$$

Ecuación 28

Donde,

$K_{ae}$  = coeficiente de presión sísmica.

$\gamma$  = peso unitario del suelo.

$\delta$  = ángulo de fricción de la interfase muro-relleno.

$\beta$  = ángulo de inclinación de la superficie del terreno.

$\chi$  = inclinación del muro respecto a la vertical.

$$\theta_{MO} = \tan^{-1} \left[ \frac{K_h}{1-K_v} \right] \quad \text{Ecuación 29}$$

$K_h$  = Coeficiente de la aceleración sísmica horizontal.

$K_v$  = Coeficiente de la aceleración sísmica vertical.

Una vez se determina  $K_{ae}$ , la fuerza sísmica se establece de la siguiente manera:

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{ae} \quad \text{Ecuación 30}$$

La fuerza lateral total aplicada al muro debida al sismo ( $P_{seis}$ ), se determina considerando el efecto combinado de la fuerza sísmica ( $P_{AE}$ ) y la fuerza horizontal debida a la fuerza sísmica de la masa de muro Fuerza ( $PIR$ ).

$$PIR = K_h (W_w + W_s) \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde,

$K_h$  = coeficiente de aceleración sísmica horizontal.

$W_w$  = Peso del muro.

$W_s$  = Peso del suelo que esta encima del muro.

$P_{seis} = P_{AE} - 50\%PIR$  ó  $50\%P_{ae} - PIR$  (Se toma el resultado más conservador)

- Cálculo de presión sísmica pasiva (Espiral Logarítmica)

El cálculo de la presión sísmica pasiva para suelo con cohesión y fricción se determina en la Sección A.11.4 del Código Colombiano de Puentes CCP-14; el cual se determina a partir de la espiral logarítmica. Las figuras 1.7, figura 1.8 y figura 1.9, fueron desarrolladas a partir de método del equilibrio el cual incluye las fuerzas inerciales dentro de la masa de suelo, así como la geometría y cargas variables de la superficie del suelo, (INVIAS, AIS , MINTRANSPORTE, 2015).

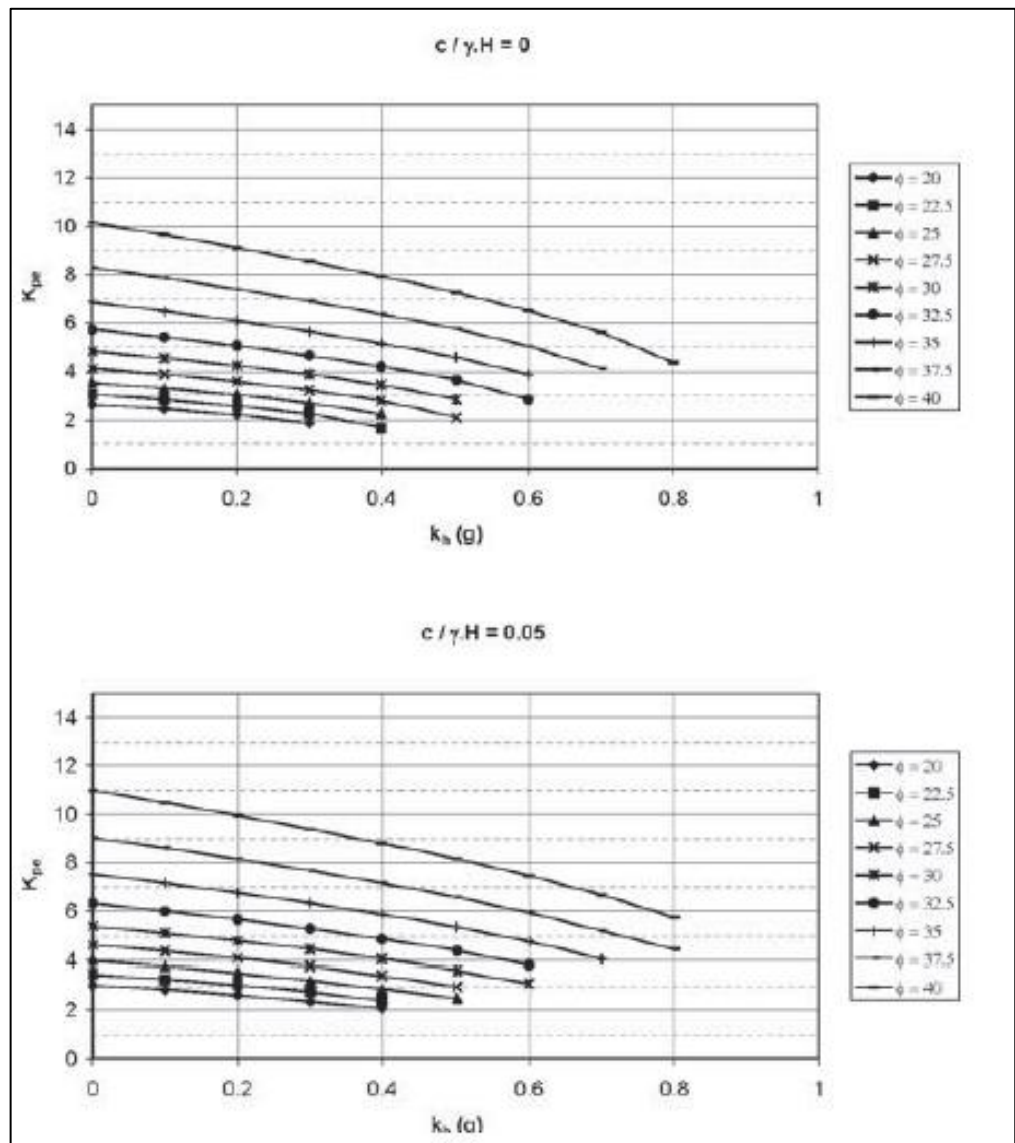


Figura 1. 7. Coeficiente de presión sísmica pasiva del suelo con base en el método de la espiral logarítmica para  $C/\gamma H=0$  y 0.05.

Fuente: (INVIAS, AIS , MINTRANSPORTE, 2015) y (National Cooperative Highway Research Program, 2008)



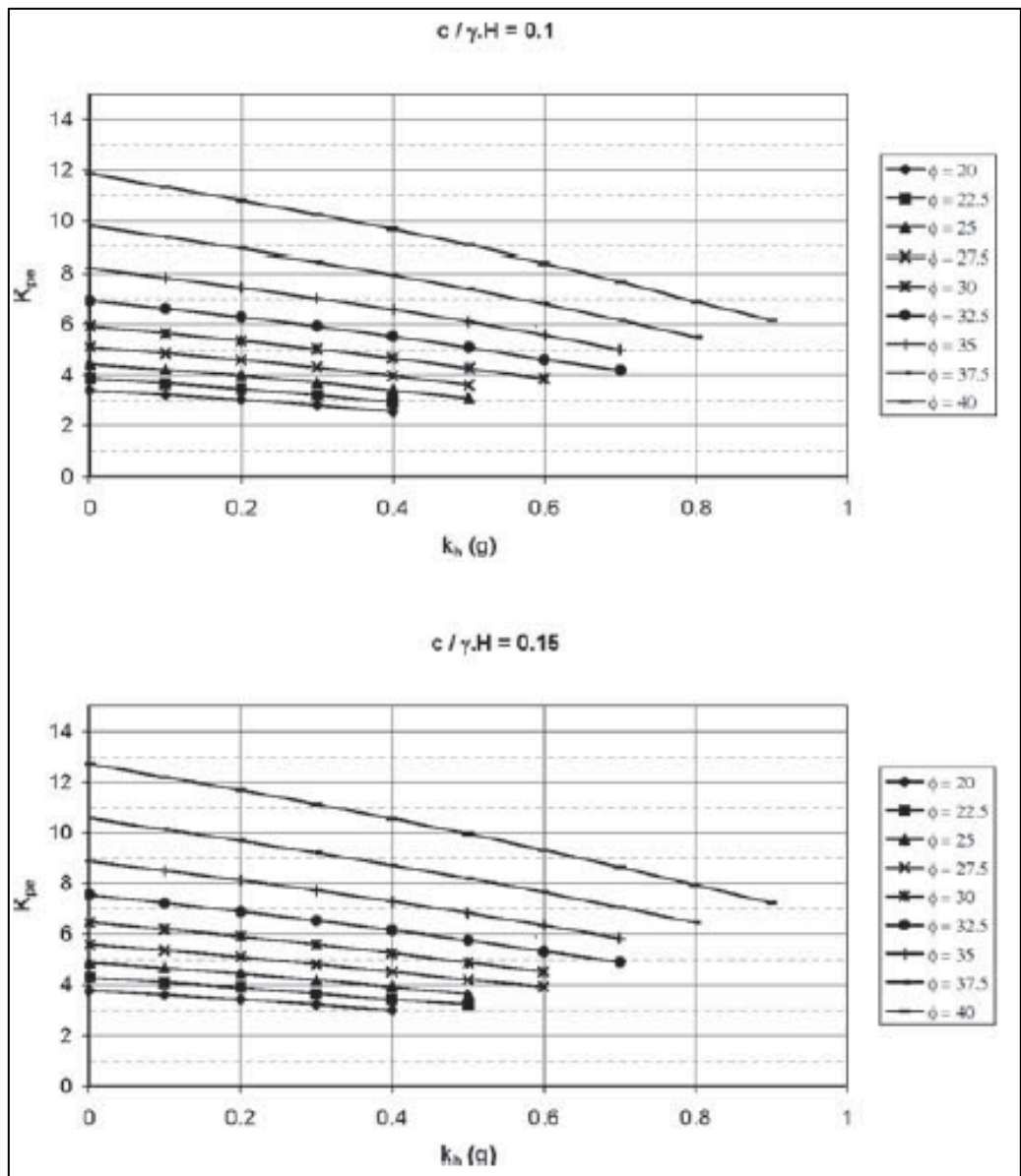


Figura 1. 8. Coeficiente de presión sísmica pasiva del suelo con base en el método de la espiral logarítmica para  $C/ \gamma H=0.1$  y  $0.15$ .

Fuente: (INVIAS, AIS , MINTRANSPORTE, 2015) y (National Cooperative Highway Research Program, 2008)

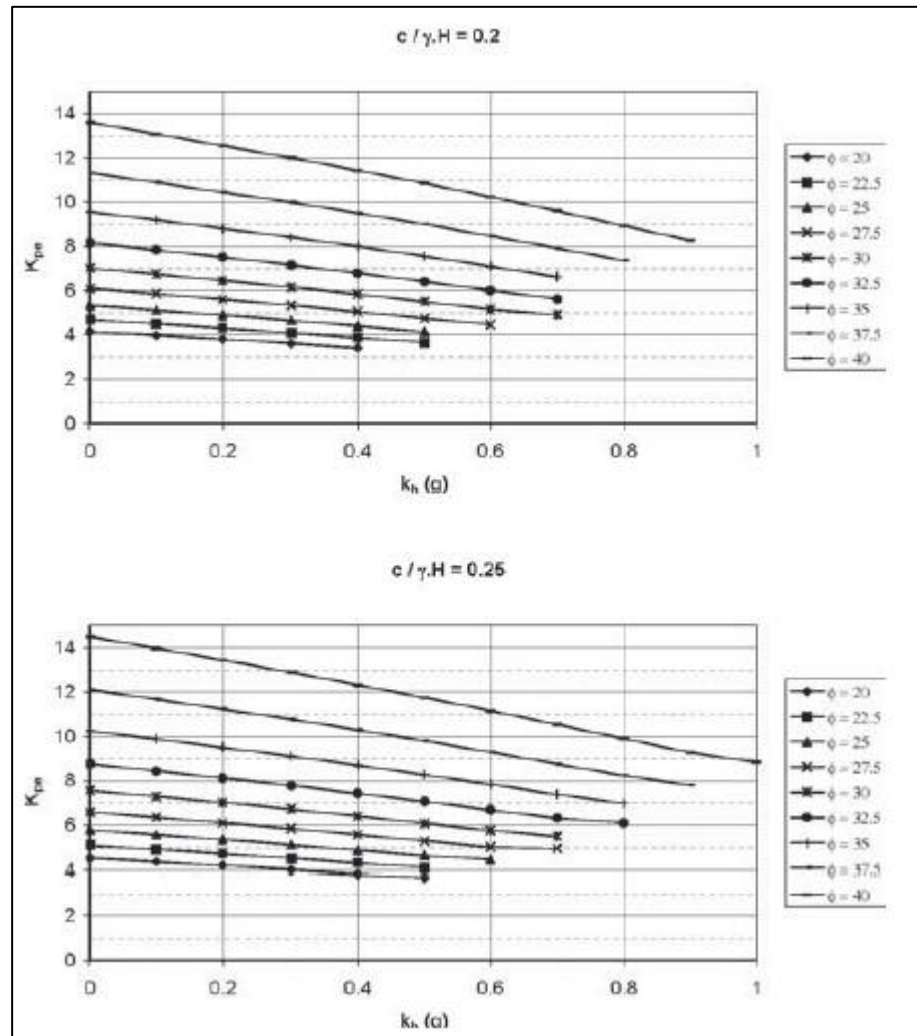


Figura 1. 9. Coeficiente de presión sísmica pasiva del suelo con base en el método de la espiral logarítmica para  $C/\gamma H=0.2$  y  $0.25$ .

Fuente: (INVIAS, AIS , MINTRANSPORTE, 2015) y (National Cooperative Highway Research Program, 2008)

## Capítulo II

### Metodología

Con el objeto de desarrollar las hipótesis de trabajo, se presenta la metodología con el fin de definir el procedimiento para el dimensionamiento de muros en voladizo enmarcado en la metodología de diseño de factores de carga y resistencia (LRFD), a partir de la revisión y análisis del Código Colombiano de Puentes CCP-14 y las metodologías descritas en la bibliografía relevante en el tema.

Para el desarrollo del presente proyecto se definieron fases principales, las cuales están desarrolladas en el Capítulo II y Capítulo III.

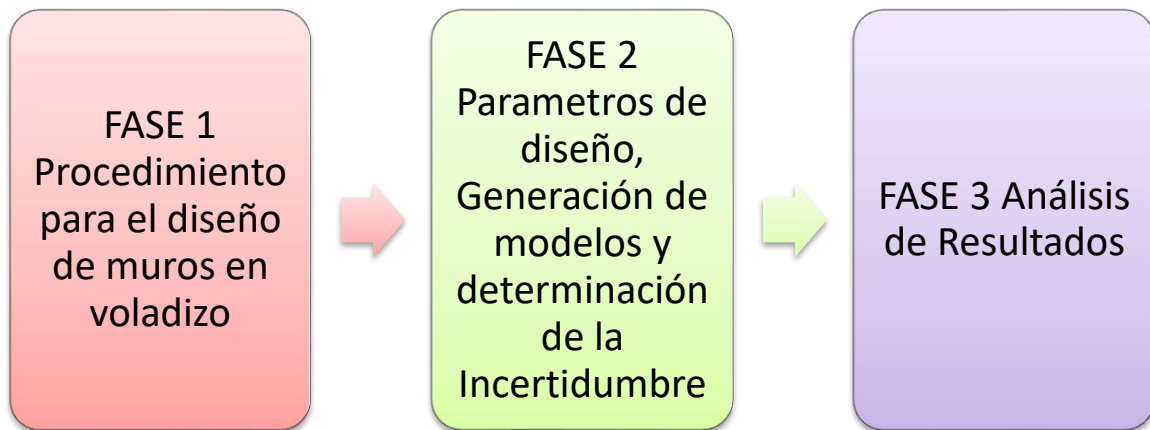


Figura 2. 1 Fases para el desarrollo del proyecto.

Fuente: Autor.

Es importante resaltar que las condiciones y tipos de distribución determinadas para la evaluación del presente proyecto, se definieron teniendo en cuenta la información utilizada para lo indicado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 y la bibliografía relevante en donde se indica los métodos de calibración de los factores de carga y resistencia; lo anterior, con el fin de obtener resultados que permitieran realizar la respectiva revisión y comparación de datos.

## **2.1. Procedimiento para el diseño de muros en voladizo.**

A partir de la revisión realizada al Código Colombiano de Puentes CCP-14 y una vez determinada la aplicación del método de factores de carga y resistencia LRFD para el diseño de muros en voladizo, se definieron dos procedimientos para la evaluación de estos muros, descritos en el numeral 2.1.2; teniendo en cuenta que en el análisis de los criterios realizado al Código Colombiano de Puentes CCP-14 se identificó la ausencia de algunos factores relevantes para el diseño de muros en voladizo.

### **2.1.1. Revisión y análisis de los criterios de diseño del Código Colombiano de Puentes CCP-14.**

Una vez realizada dicha revisión del Código Colombiano de Puentes CCP-14 y al compararlo con el documento “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications” sexta edición 2012 y séptima edición 2014, a partir del cual se implementaron los parámetros del Código Colombiano de Puentes CCP-14; se identificó que este es una traducción literal en la mayor parte del documento; no obstante, es importante resaltar que se realizó una adaptación a información de Colombia en la parte sísmica.

Lo anterior, teniendo en cuenta que en algunos apartes se mencionan diferentes unidades de medidas inglesas, como se muestra en la página 10.81, 10.98, 10.102, 10.108, 10.109, 10.110, 10.111, 10.135, 10.144, 10.145, 10.146, 10.147, etc; en donde se indica unidades de medida kips (Kilo libras) y en otros apartes del documento se menciona el uso de MPa (Mega pascales).

Adicionalmente, en la ecuación para el cálculo de FT en la página 11.21, correspondiente a la fuerza resultante debida al empuje activo del relleno en N/mm; se indica un componente g, el cual no se describe en ninguna parte del documento, no obstante, al revisar la norma AASHTO, se encontró que dicho componente corresponde al mismo gamma que se está mostrando en la ecuación, por lo tanto, al realizar la traducción del documento dejaron dos (2) veces indicado este parámetro.

Con respecto a los factores de resistencia se indican como función de tipo de suelo teniendo en cuenta la arena y la arcilla; sin embargo, no especifica valores para un suelo intermedio lo cual en la práctica la mayoría de suelos no cae en estas dos clasificaciones. Por lo anterior, dejan la función al diseñador de elegir y seleccionar el método de cálculo y el factor de resistencia asociado; lo cual puede generar una variabilidad alta en los resultados.

Finalmente, además de los errores identificados en dicha revisión; en la parte técnica se identificó que no están teniendo en cuenta en la evaluación del agua la subpresión, solo tienen en cuenta el cálculo hidrostático. Así mismo, para el cálculo de la capacidad portante específicamente, utilizan los valores establecidos para diferentes autores como son Brinch-Hansen 1970, Prandtl 1921, Reissner 1924 y Vesic 1975, lo cual no es consistente hacer uso de varios autores, debido a que cada uno evalúa condiciones de superficie de falla diferentes o emplean métodos de análisis diferentes.

### **2.1.2. procedimiento para diseño de muros en voladizo en condición estática y pseudoestática por el método de diseño de factores de carga y resistencia (LRFD).**

Se definieron dos procedimientos para el diseño de muros en voladizo en condición estática y pseudoestática a partir de lo establecido en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 por el método de diseño de factores de carga y resistencia LRFD.

#### **2.1.2.1. *procedimiento código colombiano de puentes CCP-14.***

El primero corresponde al procedimiento tal cual como lo plantea el Código Colombiano de Puentes para el diseño de muro en voladizo por el método LRFD para la condición estática y pseudoestática y se encuentra descrito en el capítulo

El Marco Teórico; este se relaciona en los resultados como “procedimiento CCP-14”.

### **2.1.2.2. procedimiento código colombiano de puentes CCP-14.**

El segundo se identificó como “procedimiento propuesto” y se determinó a partir de la revisión de la bibliografía relevante en donde se describen metodologías para el diseño de muros en voladizo.

Para este procedimiento propuesto se realizaron algunos ajustes a la metodología descrita en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 como se indica a continuación.

- *Presión Pasiva*

Para determinar el coeficiente de presión lateral pasiva del suelo se propuso utilizar la teoría de falla de coulomb

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\theta - \phi')}{\text{sen}^2 \theta \text{sen}(\theta + \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta) \text{sen}(\phi' + \beta)}{\text{sen}(\theta + \delta) \text{sen}(\theta + \beta)}} \right]^2} \quad \text{Ecuación 32}$$

- *Presión de Agua*

El código colombiano de Puentes CCP-14, contempla el cálculo de las presiones de agua hidrostática; sin embargo, no incluye el flujo ni el efecto del nivel freático. Dicho ajuste se incluyó en el procedimiento propuesto para el diseño de muros en este proyecto y se evaluó con las siguientes ecuaciones.

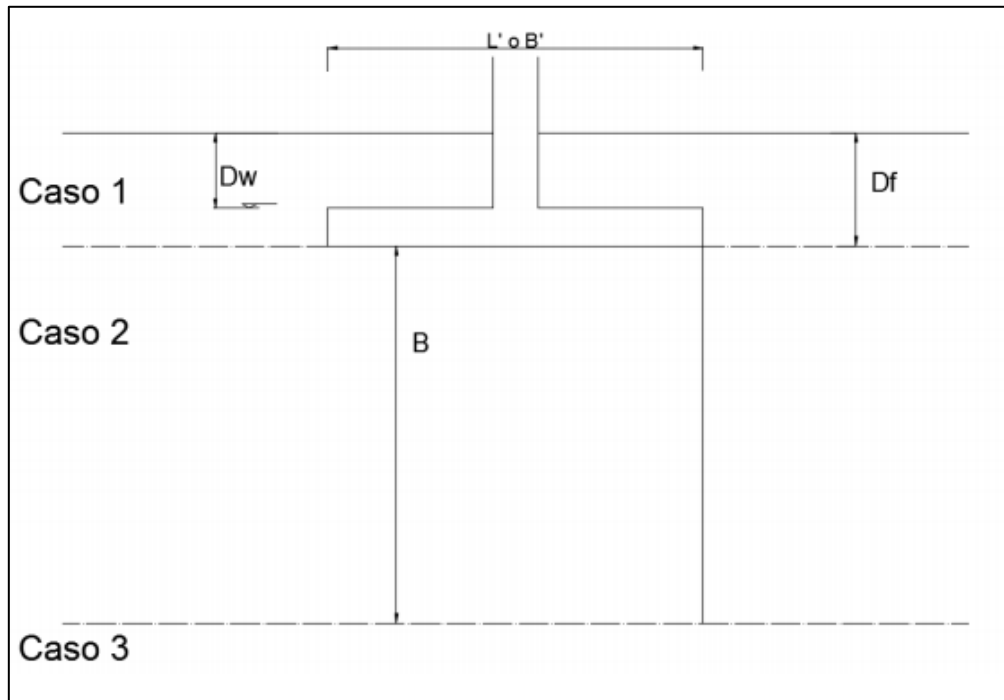


Figura 2. 2 Casos para evaluar el efecto del nivel freático

Fuente: Autor

Caso 1:  $D_w \leq D_f$

$$\gamma' = \gamma_b = \gamma_{sat} - \gamma_w \quad \text{Ecuación 33}$$

Caso 2:  $D_f < D_w < D_f + B$

$$\gamma' = \gamma - \gamma_w \left[ 1 - \left( \frac{D_w - D_f}{B} \right) \right] \quad \text{Ecuación 34}$$

Caso 3:  $D_f + B \leq D_w$

$$\gamma' = \gamma$$

Ecuación 35

- *Capacidad Portante*

El cálculo de la capacidad portante en el documento analizado presenta valores para los factores de carga, inclinación y forma de varios autores como son Hansen, Vesic, entre otros, así como diferentes tipos de superficie de falla; los cuales fueron ajustados en el procedimiento definido a un solo autor; teniendo en cuenta lo investigado se definió el uso de los valores establecidos por Hansen (Bowles, 1996).

$$q_{ult} = CN_c S_c d_c i_c g_c b_c + \gamma D_f N_q S_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \beta \gamma N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma \quad \text{Ecuación 36}$$

Para condición no drenada

$$q_{ult} = 5.14 C_u (1 + S'_c + d'_c + i'_c + g'_c + b'_c) + q \quad \text{Ecuación 37}$$

- Factores de forma

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L} \quad \text{para } \phi = 0 \quad \text{Ecuación 38}$$

$$S_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L} \quad \text{Ecuación 39}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \text{sen} \phi \quad \text{Ecuación 40}$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad \text{Ecuación 41}$$

- Factores de profundidad

$$d'_c = 0.4k \quad \text{para } \frac{D}{B} \leq 1 \quad k = \frac{D}{B} \quad \text{Ecuación 42}$$

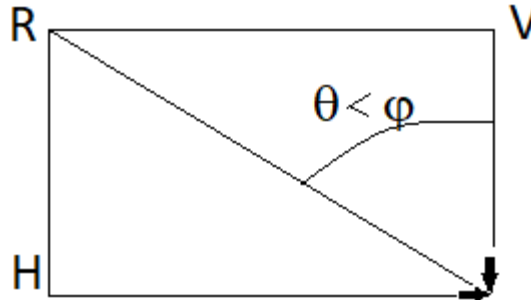
$$d_c = 1 + 0.4k \quad \text{para } \frac{D}{B} > 1 \quad k = \tan^{-1} \left( \frac{D}{B} \right) \text{ en radianes} \quad \text{Ecuación 43}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 k \quad \text{Ecuación 44}$$

$$d_\gamma = 1 \quad \text{Ecuación 45}$$



- Factores de inclinación de la carga



$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}} \quad \text{Ecuación 46}$$

$$i'_c = i_q - \left[ \frac{i - i_q}{N_q - 1} \right] \quad \text{Ecuación 47}$$

$$i_\gamma = \left[ 1 - \frac{\left(0.7 - \frac{0^\circ}{450^\circ}\right) H_i}{V + A_f C_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2} ; 2 \leq \alpha_2 \leq 5 \quad \text{Ecuación 48}$$

$$i_q = \left[ 1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f C_a \cot \phi} \right]^{\alpha_1} ; 2 \leq \alpha_1 \leq 5 \quad \text{Ecuación 49}$$

$$i_q, i_\gamma \geq 0$$

$$i_c = \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}} \quad \text{para } \frac{H}{A_c} < 1 ; \quad i_c = 0 \quad \text{para } \frac{H}{A_c} \geq 1 \quad \text{Ecuación 50}$$

$C_a < c$  ; Bowles sugiere  $C_a = 0.6 - 1 c$

- Factores de inclinación del terreno

$$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad \text{Ecuación 51}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad \text{Ecuación 52}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta^\circ)^5 \quad \text{Ecuación 53}$$

$\beta$  medido en sentido de las manecillas del reloj desde la horizontal.

Para  $\beta=0$  no se toman en cuenta estos factores.

- Factores de inclinación de la base del cimiento

$$b'_c = \frac{\alpha^\circ}{147^\circ} \quad \text{Ecuación 54}$$

$$b_c = 1 - \frac{\alpha^\circ}{147^\circ} \quad \text{Ecuación 55}$$

$$b_q = \exp(-0.0349\alpha^\circ \tan \phi) \quad \text{Ecuación 56}$$

$$b_\gamma = \exp(-0.0471\alpha^\circ \tan \phi) \quad \text{Ecuación 57}$$

$\alpha^\circ$  medido en contra de las manecillas del reloj desde la horizontal.

Para  $\alpha^\circ=0$ , no se toman en cuenta estos factores.

### 2.1.3. factores de carga y resistencia.

Determinados los procedimientos para la evaluación de muros en voladizo, se definió el estado límite y las cargas con sus respectivos factores a evaluar. Inicialmente se determinó el estado límite para el dimensionamiento de muro en voladizo teniendo en cuenta lo contemplado en el numeral 3.4 del Código Colombiano de Puentes CCP-14. Para el presente trabajo se definió el estado límite de Servicio I, estado límite de Resistencia I y Evento Extremo I.

Las cargas permanentes y transitorias definidas para el dimensionamiento, así como su correspondiente factor de resistencia se ilustran en la tabla 2.1 y tabla 2.2.

Tabla 2. 1. Cargas Permanentes y Transitorias para el proyecto

PERMANENTES	TRANSITORIAS
DC: Peso Propio	LS: Sobrecarga Viva
EV: Presión Vertical Peso Propio Suelo de Relleno	WA: Carga Hidráulica y presión de flujo de agua
EH: Presión Horizontal Suelo	EQ: Carga Sísmica
ES: Sobrecarga Suelo	

Fuente: Autor.

Tabla 2. 2. Factores de carga

Carga	Factor mínimo	Factor máximo
DC	1.25	0.9
EV	1.35	1
EH	1.5	0.9
	1.35	0.9
ES	1.5	0.75
LS	1.75	1.75
WA	1	1
EQ	1	1

Fuente: Autor.

Los factores de resistencia se definieron a partir del tipo de falla y del tipo de suelo a evaluar cómo se presenta en la tabla 2.3.

Tabla 2. 3. Factores de Resistencia

Tipo de Falla	Factor mínimo
Capacidad Portante	0.45
Deslizamiento Arena	0.8
Deslizamiento Arcilla	0.85

Fuente: Autor.

#### 2.1.4. diseño muro en voladizo.

Para realizar el predimensionamiento se tomó como base lo establecido por Braja M. Das (2006) en el libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones para el

dimensionamiento de muros de contención; así como lo definido en la Guía para el Cálculo de Estructuras de Concreto Reforzado Diseño Sismorresistente NSR-98 (Acerías Paz del Río, 2000).

Tabla 2. 4. Descripción predimensionamiento muro en voladizo

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
H (m)	Altura Total del Muro
t (m)	Espesor de zarpa
h1 (m)	Altura del vástago del Muro
B (m)	Ancho total de zarpa
c (m)	Talón del Muro
a (m)	Ancho del vástago del muro.
b (m)	Punta del muro
Df (m)	Profundidad
d (m)	Ancho del vástago superior
h2	Altura del relleno Angulo Beta
H´	Altura total equivalente
Zw	Altura del agua lado activo
Pw	Profundidad del Agua
L	Longitud de la zapata
Zwp	Altura del agua lado pasivo

Fuente: Autor

En las figuras 2.3 y 2.4 se ilustran las variables del predimensionamiento del muro y las variables para realizar la evaluación del agua de forma activa y pasiva.

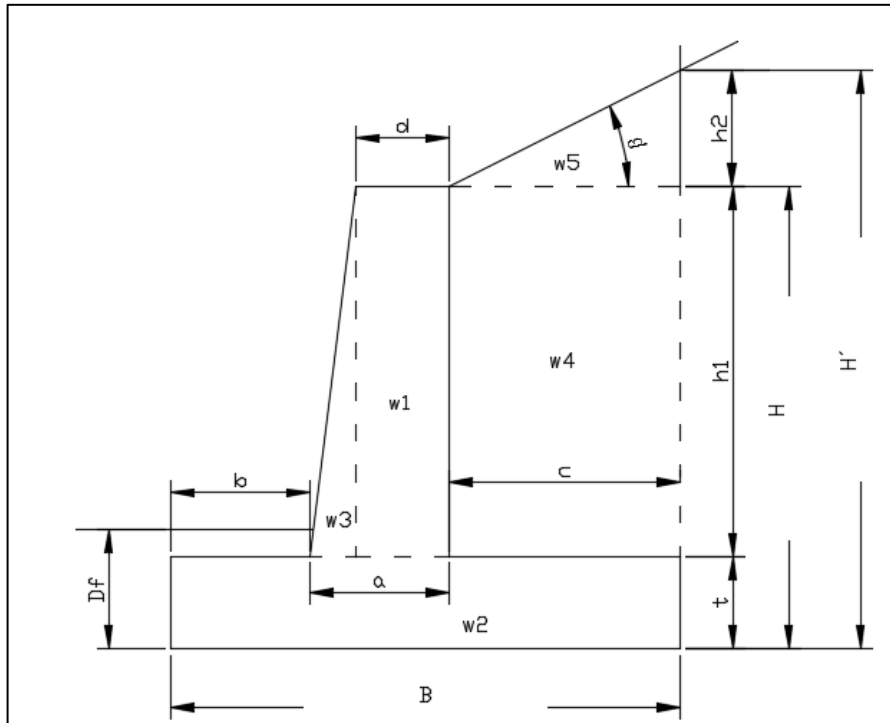


Figura 2. 3. Predimensionamiento Muro en Voladizo.

Fuente: Autor

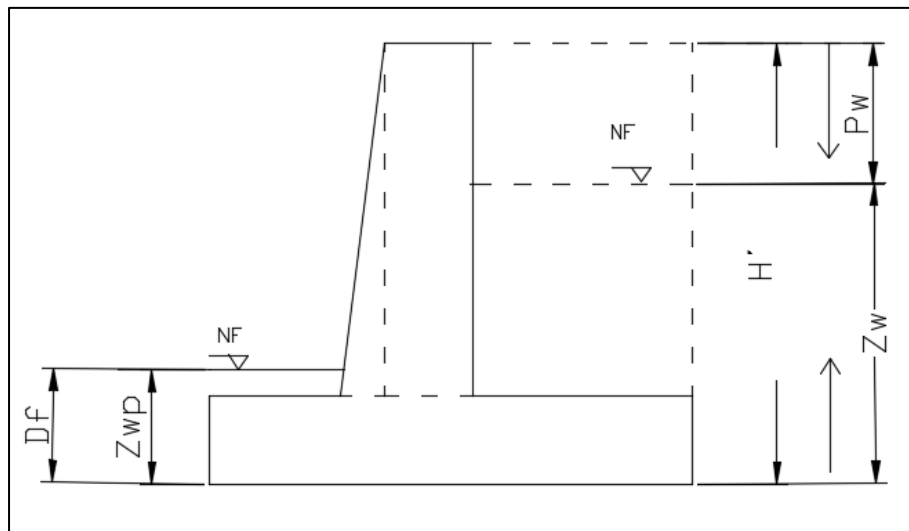


Figura 2. 4. Predimensionamiento evaluación de agua.

Fuente: Autor

Adicionalmente a la definición del predimensionamiento del muro, en las figuras 2.5, 2.6 y 2.7 se ilustra la ubicación grafica de las diferentes variables analizadas en los muros evaluados.

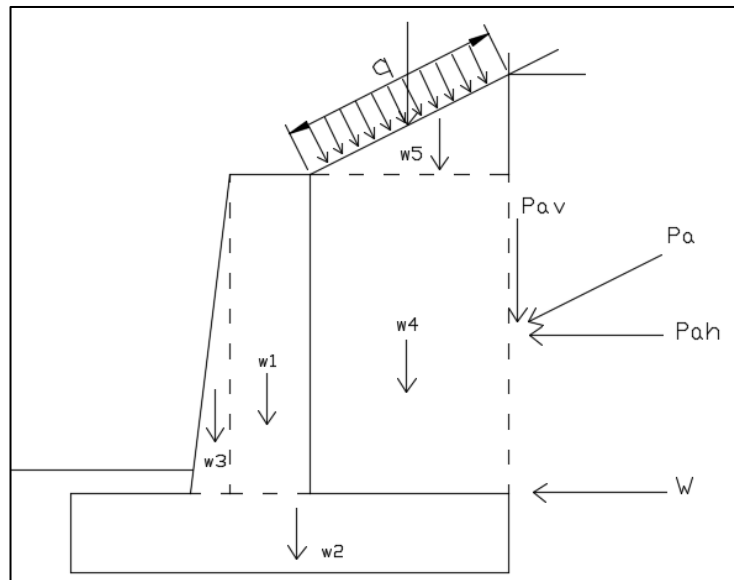


Figura 2. 5. Distribución de cargas.

Fuente: Autor

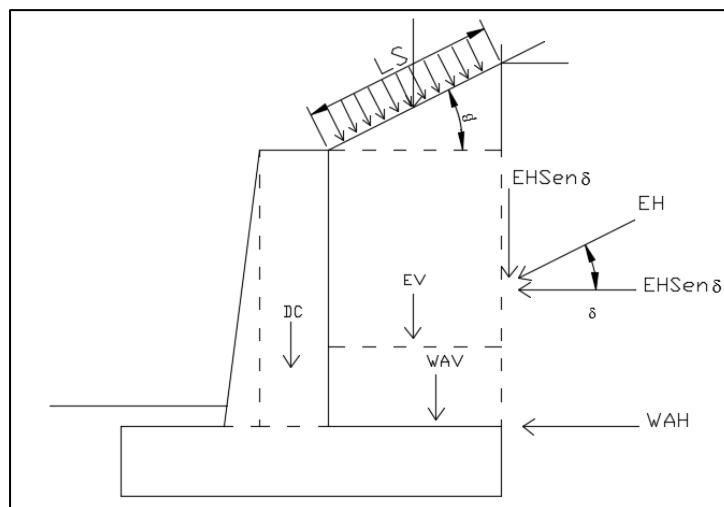


Figura 2. 6. Aplicación cargas condición estática.

Fuente: Autor

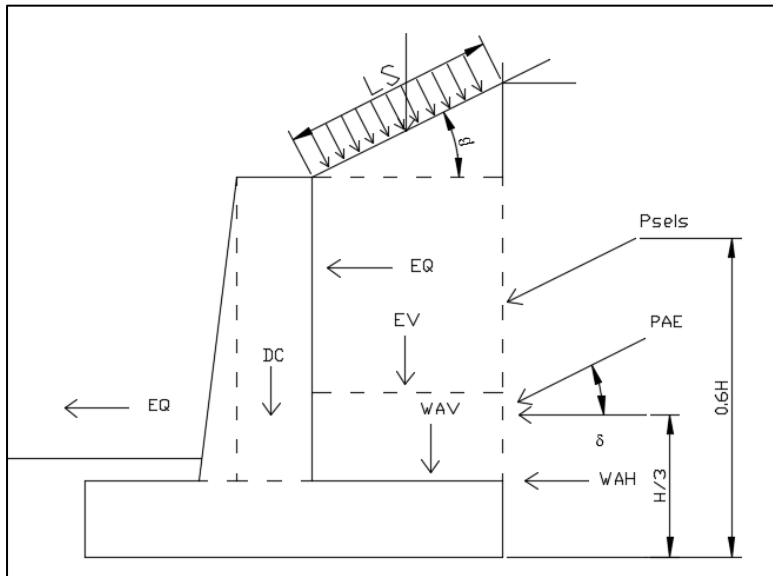


Figura 2. 7. Aplicación cargas condición Pseudoestática.

Fuente: Autor

### 2.1.5. perfiles de suelo.

Teniendo en cuenta los tipos de suelo locales, que se han identificado en Colombia se definieron tres tipos de suelo con los cuales se realizaron las evaluaciones de los diferentes muros:

- Suelo Friccionante
- Suelos Cohesivo-Friccionante
- Suelo Cohesivo

A partir de la literatura relevante se determinaron valores típicos de referencia ( $C$  y  $\phi$ ) para cada uno de los suelos, así como los valores medios y sus respectivos coeficientes de variación.

Tabla 2. 5. Parámetros del suelo

Tipo de Suelo	Descripción	Media (kPa)
FRICCIONANTE	Angulo de Fricción ( $\phi$ )	30
	Cohesión (C)	5
COHESIVO-FRICCIONANTE	Angulo de Fricción ( $\phi$ )	15
	Cohesión (C)	50
COHESIVO	Angulo de Fricción ( $\phi$ )	0
	Cohesión (C)	100

Fuente: Autor

### 2.1.6. variables aleatorias.

Como variables aleatorias, se determinaron los parámetros del suelo C y  $\phi$  para los diferentes perfiles de suelo, así como para el relleno y la sobrecarga viva, para los cuales se determinó la media, el coeficiente de variación, la desviación estándar y se evaluó con una distribución normal y lognormal. La altura del agua se evaluó como variable aleatoria, pero con una distribución uniforme.

Dichos valores fueron definidos a partir de lo indicado en la literatura, como es el Eurocódigo 7 (CEN, 2010), los coeficientes de variación y factores parciales presentados en el Manejo de la Incertidumbre en Diseño de Obras Geotécnicas (Caicedo, 2013), el Código Colombiano de Puentes CCP-14 (INVIAS, AIS , MINTRANSPORTE, 2015), entre otros.



Tabla 2. 6. Coeficientes de Variación y Factores Parciales

Item	Partial factors		
	Coefficient of variation	Analysis (90% reliability)	Eurocode 7 (1992)
<b>Loads</b>			
Dead loads, soil weight	0.05 - 0.15	1.05 - 1.2	1.1
Live loads	0.2 - 0.6	1.3 - 1.8	1.5
Environmental loads	0.3 - 0.5	1.4 - 1.6	1.5
<b>Shear strength</b>			
Friction ( $\tan \phi$ )	0.05 - 0.15	1.1 - 1.25	1.25
Cohesion ( $c_u, c'$ )	0.2 - 0.5	1.4 - (3)	1.4 - 1.6
<b>Deformations</b>			
Elastic modulus ( $E_s$ )	0.2 - 0.5	1.4 - (3)	1.0
Compressibility modulus ( $E_v$ )	0.2 - 0.4	1.4 - (2)	1.0
Compressibility ( $C_c$ )	0.25 - 0.4	1.5 - (2)	1.0
<b>In-Situ Properties</b>			
Penetration resistance ( $N, q_c$ )	0.3 - 0.5	1.4 - 1.6	1.5

Fuente: (Caicedo, 2013)

Tabla 2. 7. Variables aleatoria Sobrecarga viva, y parámetros del suelo

VARIABLE ALEATORIA	VALOR MEDIO (kPa)	COV	DESVIACIÓN	TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD	observación
<b>SOBRECARGA VIVA</b>	20	0.18	3.6	NORMAL-LOGNORMAL	
$\phi_1$ (°)	30	0.15	4.5	NORMAL-LOGNORMAL	RELLENO
$C_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	10	0.5	5	NORMAL-LOGNORMAL	RELLENO
$\phi_2$ (°)	30	0.15	4.5	NORMAL-LOGNORMAL	GRANULAR
$C_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	5	0.5	2.5	NORMAL-LOGNORMAL	GRANULAR
$\phi_2$ (°)	15	0.15	2.25	NORMAL-LOGNORMAL	COHESIVO-FRICCIONANTE
$C_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	50	0.5	25	NORMAL-LOGNORMAL	COHESIVO-FRICCIONANTE
$\phi_2$ (°)	0.0	0.00	0.00	NORMAL-LOGNORMAL	NO DRENADO
$C_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	100	0.5	50	NORMAL-LOGNORMAL	NO DRENADO

Fuente: Autor.

Tabla 2. 8. Variable aleatoria dimensiones del muro, altura del agua e inclinación del talud.

VARIABLE ALEATORIA	Valor Mín (m)	Valor Máx (m)	TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD
<b>H (m)</b>	3	7	-
<b>B (ancho total de la zarpa)</b>	0.5	0.7	UNIFORME
<b>a (ancho del vástago del muro)</b>	0.3	0.4	UNIFORME
<b>Zw</b>	0	H	UNIFORME
<b>Zwp</b>	0	Df	UNIFORME
Dw	0	H	UNIFORME
<b><math>\beta</math>(°) inclinación del talud</b>	0	Angulo de fricción del relleno	UNIFORME

Fuente: Autor

Es importante mencionar que, aunque solo se muestra en la tabla anterior como variable aleatoria “B y a”, en el predimensionamiento del muro las demás dimensiones también varían con cada cambio, teniendo en cuenta que cada una de ellas varía dependiendo del valor que se le asigne a cada variable aleatoria.

Los factores de carga se variaron en el procedimiento propuesto, a partir de los valores máximos y mínimos establecidos en el Código Colombiano de Puentes (CCP-14), en el numeral 3.4.1 para factores de carga permanentes.

Tabla 2. 9. Variación de los factores de carga

Factor de Carga	Rango	TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD
DC	1.25 - 0.9	UNIFORME
EV	1.35 - 1	UNIFORME
EH	1.5 - 0.9	UNIFORME
	1.35 - 0.9	
ES	1.5 - 0.75	UNIFORME
LS	1.75	UNIFORME
WA	1	UNIFORME

Fuente: Autor

Para la definición de la variable aleatoria PGA establecida en la condición pseudoestática, se determinó a partir del programa estadístico 2R de la Universidad de los Andes, la distribución de probabilidades teniendo en cuenta la ubicación geográfica para cada una de las ciudades principales. (Ver ANEXO A)

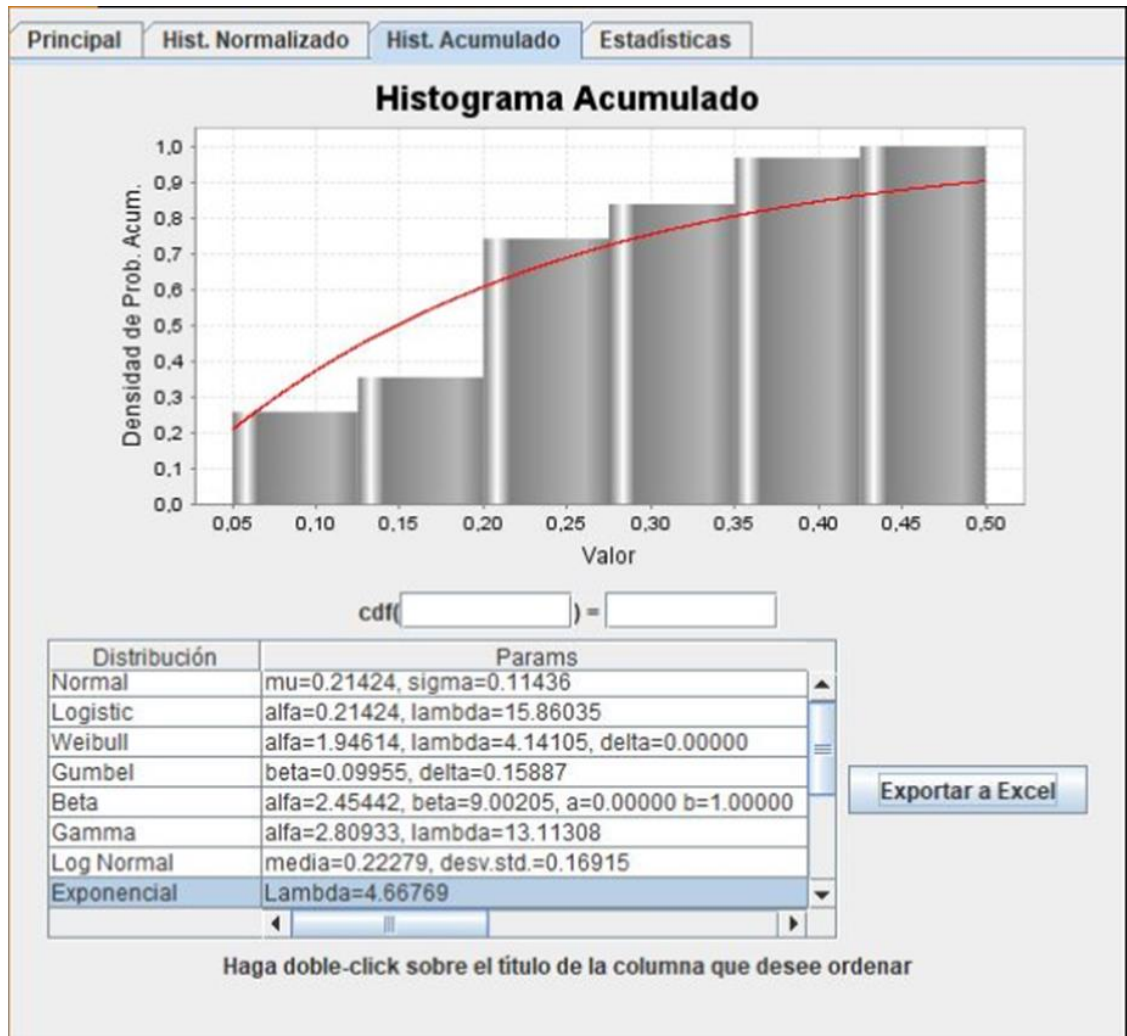


Figura 2. 8. Determinación del parámetro exponencial para el cálculo de la condición pseudoestática.

Fuente: Autor.

Tabla 2. 10. Variación de Sismo

VARIABLE ALEATORIA	Lamda	TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD
SISMO (PGA)	4.66769	EXPONENCIAL

Fuente: Autor

### 2.1.7. herramienta de cálculo para el dimensionamiento de muros en voladizo.

Definidas las variables aleatorias se elaboró la herramienta de cálculo para el dimensionamiento de muros en voladizo en el programa Microsoft Excel, Visual Basic y el programa estadístico 2R.

Una vez definidos los procedimientos para el dimensionamiento de muros en voladizo, los parámetros a evaluar y los diferentes escenarios; se procedió a elaborar dos herramientas de cálculo; la primera para evaluar la distribución de probabilidad Normal y la segunda para evaluar la distribución de probabilidad Lognormal (Ver ANEXO B).

Las dos herramientas de cálculo contienen la misma información solo varían en el tipo de evaluación de distribución de probabilidad. Cada herramienta de cálculo se encuentra dividida por 4 hojas de cálculo correspondiente a los procedimientos definidos (CCP-14 y Propuesto) y por escenario (estático y pseudoestático) a evaluar como se muestra en la tabla 2.11. Adicionalmente, se encuentran 6 hojas definidas en donde la herramienta de cálculo escribe los resultados de evaluación según el perfil de suelo determinado.

Para el caso del procedimiento propuesto las hojas de cálculo correspondiente a cada escenario (estático y pseudoestático) se pueden evaluar según la condición

del agua, debido a que para este procedimiento se incluyó el flujo en el diseño del muro en voladizo.

Tabla 2. 11. División Herramienta de calculo

Procedimiento	Escenario	Condición	Perfil de suelo
Procedimiento CCP-14	Estático		Granular
			Cohesivo Friccionante
			No drenado
	Pseudoestático		Granular
			Cohesivo Friccionante
			No drenado
Procedimiento Propuesto	Estático	Flujo	Granular
			Cohesivo Friccionante
			No drenado
		Sin Flujo	Granular
			Cohesivo Friccionante
			No drenado
	Pseudoestático	Flujo	Granular
			Cohesivo Friccionante
			No drenado
		Sin Flujo	Granular
			Cohesivo Friccionante
			No drenado

Fuente: Autor.

Cada hoja evalúa para el tipo de diseño definido de muro en voladizo la capacidad portante, la excentricidad y el deslizamiento.

Las hojas de cálculo se crearon para ser evaluadas con el procedimiento descrito en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 y con el procedimiento propuesto definido y descrito en el capítulo anterior en el cual se incluyó la subpresión y se ajustó el cálculo de la presión pasiva y la capacidad de carga.

Inicialmente se encuentran los datos generales, el predimensionamiento del muro y los botones de cálculo por tipo de suelo, como se ilustra en la figura 2.9 y 2.10. En la figura 2.11 y 2.12, se encuentra la mayoración de las cargas de acuerdo con el planteamiento del Código Colombiano de Puentes CCP-14 y el cálculo de la capacidad Portante.

Finalmente, en la figura 2.13, se encuentra la evaluación de la excentricidad y la falla por deslizamiento, así como la respectiva revisión del cumplimiento de la desigualdad.

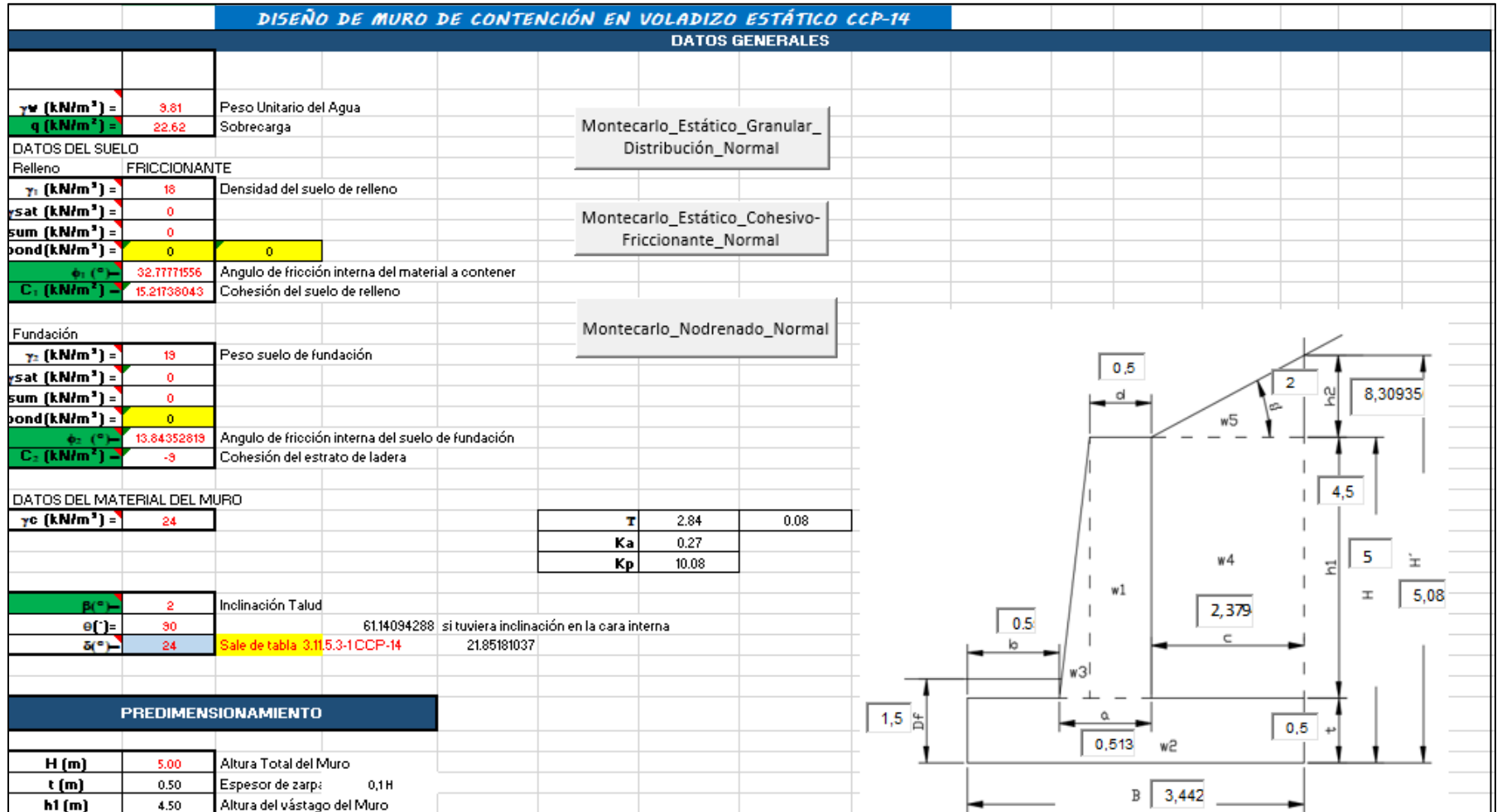
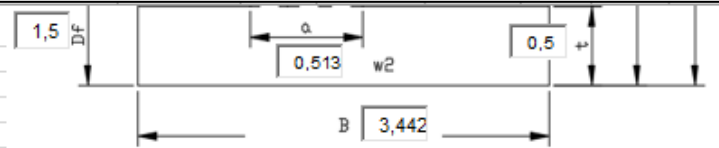


Figura 2. 9. Datos Generales Hoja de Cálculo.

Fuente: Autor.

PREDIMENSIONAMIENTO		
<b>H (m)</b>	5.00	Altura Total del Muro
<b>t (m)</b>	0.50	Espesor de zarpa: 0,1H
<b>h1 (m)</b>	4.50	Altura del vástago del Muro
<b>B (m)</b>	3.44	Ancho total de zarpa
<b>e (m)</b>	2.38	Talón del Muro
<b>a (m)</b>	0.51	Ancho del vástago del muro. 0.1H Inclinado
<b>b (m)</b>	0.55	Punta del muro 0,1H
<b>Df (m)</b>	1.50	Profundidad
<b>d (m)</b>	0.50	Ancho del vástago superior mín 0.3m vertic
<b>h2</b>	0.08	Altura del relleno angulo Beta
<b>H'</b>	5.08	Altura total equivalente
<b>Zv</b>	0.00	Altura del agua lado activo
<b>Pv</b>	5.08	Profundidad del Agua
<b>L</b>	20.00	Longitud de la zapata
<b>Zvp</b>	0.00	Altura del agua lado pasivo



<b>Pa (KN/m)</b>	63.43	Empuje activo
<b>PaV(KN/m)</b>	2.21	Componente Vertical del empuje activo
<b>PaH (KN/m)</b>	63.33	Componente horizontal del empuje
<b>Pp (kN/m)</b>	230.54	

factor de carga Estado Límite de Resistencia 1						
Descripción Carga	DC	EV	EH	ES	LS	WA
Capacidad de Carga	1.25	1.35	1.50	1.35	1.50	1.75
Deslizamiento-Excentricidad	0.90	1.00	0.90	0.90	0.75	1.00

factor de carga Estado Límite de Servicio 1	
$\gamma_p$	1

CONDICIÓN ESTÁTICA			
ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA 1		ESTADO LÍMITE DE SERVICIO 1	
$\eta_i$	$Q_{max}$	0.95	$Q_{min}$
		1	

Figura 2. 10. Predimensionamiento. Hoja de Cálculo.

Fuente: Autor.



CAPACIDAD PORTANTE									
								Factor de carga maximo	Factor de carga minimo
	No.	ALTURA (m)	BASE (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	gamma (kN/m <sup>3</sup> )	PESO (KN/m)	Brazo (m)	Carga Mayorada Q max	Carga Mayorada Q min
DC	<b>W1</b>	4.50	0.50	2.25	24.00	54.00	0.91	64.13	48.60
DC	<b>W2</b>	0.50	3.44	1.72	24.00	41.31	0.00	49.06	37.18
DC	<b>W3</b>	4.50	0.01	0.03	24.00	0.72	1.16	0.85	0.65
EV	<b>W4</b>	4.50	2.38	10.71	18.00	192.74	0.53	247.19	192.74
EV	<b>W5</b>	0.08	2.38	0.10	18.00	1.78	0.93	2.28	1.78
LS	<b>qv</b>					22.62	0.53	37.61	39.59
LS	<b>qh</b>					30.85	2.50	51.29	53.99
EH	<b>Pah</b>					63.39	1.67	90.33	57.05
EV	<b>Pav</b>					2.21	1.72	2.84	2.21
WA	<b>Agua</b>					0.00	0.00	0.00	0.00
					Σ	409.63		545.57	433.79
						Σ v (kN/m)	315.38	403.95	322.75
						e (m)	0.36		0.45
						σv (kN/m <sup>2</sup> )	115.60	159.15	

Figura 2. 11. Mayoración de cargas Hoja de Cálculo.

Fuente: Autor.

Nc=	9.8								
Nq=	3.3								
N <sub>y</sub> =	2.0								
Sc=	1.06								
S <sub>y</sub> =	0.9311447								
Sq=	1.04								
dq=	1	0.44							
e=	0								
n=	1.15								
ic=	1.05								
i <sub>y</sub> =	1.06								
iq=	1.03								
Ncm=	10.86								
Nqm=	3.55								
N <sub>ym</sub> =	1.98								
Cwq=	1								
Cw <sub>y</sub> =	0.5								
D <sub>w</sub> =	3.00	Profundidad del agua para Capacidad Portante							
qn (kN/m <sup>2</sup> )=	21.83								

Resistencia	
ϕ	0.55
ϕ	0.45
qu (kPa)	21.8

	ϕ <sub>γσν</sub>	≤	ϕ <sub>qu</sub>	Revisión
Carga Max	159.15	≤	9.83	No Cumple

Figura 2. 12. Evaluación de la Capacidad Portante. Hoja de Cálculo.

Fuente: Autor.

EXCENTRICIDAD					
	Carga Mayorada Q min				
e (m)	0.45				
	e	<=	1/3B	Revisión	
Min	0.45	<=	1.147588047	OK	0.66
DESLIZAMIENTO					
$R_r = \varphi R_n = \varphi_{\tau} R_{\tau} + \varphi_{ep} R_{ep}$					
Arena			Arcilla		
$\varphi_{\tau} =$	0.8		$\varphi_{\tau} =$	0.85	
$R_{\tau} = V \tan \delta$ (kN/m)	77.72		$R_{\tau} = q_s \cdot B$ (kN/m)	-30.77	Su (kN/m <sup>2</sup> )= -8.94
$\varphi_{ep} =$	0.5		$\varphi_{ep} =$	0.5	0.5e'v (kN/m <sup>2</sup> )= 57.80
$R_{ep}$ (kN/m)=	215.47		$R_{ep}$ (kN/m)=	21.38	
$R_r = \varphi R_n$ (kN/m)	169.91		$R_r = \varphi R_n$ (kN/m)	-15.46	
ARENA	$\eta_{ij}$ Eactiva	≤	$\varphi R_n$	Revisión	
	57.05	≤	169.91	OK	
ARCILLA	$\eta_{ij}$ Eactiva	≤	$\varphi R_n$	No Cumple	
	57.05	≤	-15.46		

Figura 2. 13. Evaluación de la excentricidad y la falla por deslizamiento Hoja de Cálculo.

Fuente: Autor.

Una vez terminada la hoja de cálculo se crearon macros específicas para generar simulaciones por el método de Montecarlo (Ver ANEXO B), el cual es un método numérico para calcular probabilidades utilizando secuencias de números aleatorios y a partir del cual se hallaron los segundos momentos (FOSM) de las variables para realizar el análisis de confiabilidad.

### **2.1.8. revisión de metodologías para definir factores de carga y resistencia.**

Con el fin de determinar la influencia de los factores de carga y resistencia para el diseño de muros en voladizo por el método LRFD, se realizó la revisión de bibliografía relevante para la determinación de factores de carga y resistencia, así como la calibración de dichos datos; a partir de esta revisión se realiza una breve descripción de los documentos más relevantes para definir el método que permitió realizar la calibración de los valores obtenidos de la herramienta de cálculo.

#### ***2.1.8.1. reliability and statistics in geotechnical engineering (Christian y Baecher, 2003).***

A diferencia del método de diseño de esfuerzos admisibles en donde el criterio de seguridad se trabaja con el cálculo del FS, Factor de Seguridad, el diseño con factores de carga y resistencia LRFD, considera la variabilidad de las cargas y de la resistencia por separado, definiendo factores para cada una.

Para calibrar cada uno de los valores establecidos dicho autor define los métodos para calibración de diseño de esfuerzos admisibles (ASD), Calibración usando confiabilidad por Primer Orden Segundo Momento (FOSM) y Calibración usando método de confiabilidad de Primer Orden (FORM).

La calibración por el diseño de esfuerzos admisibles es utilizada cuando no hay suficientes datos estadísticos para realizar dicha calibración, en este proceso se utiliza la ecuación del método de esfuerzo admisible con el método de factores de carga y resistencia para poder determinar el factor de resistencia ( $\phi$ ).

$$\phi \geq \frac{\sum \gamma_i Q_i}{FS \sum Q_i} \quad \text{Ecuación 58}$$

Para la calibración por confiabilidad por Primer Orden Segundo Momento (FOSM), los factores de resistencia escogidos para cada estado limite en particular tiene en cuenta la variabilidad de las propiedades del suelo y la de las cargas; para esto define la esperanza, las desviaciones estándar, los coeficientes de variación, la media y el sesgo estadístico de cada parámetro con el fin de determinar la incertidumbre y poder determinar las resistencias del sistema y las consecuencias de la falla.

$$\phi_R = \frac{\lambda_R (\sum \gamma_i Q_i) \sqrt{\frac{1+COV(Q)^2}{1+COV(R)^2}}}{E(Q) \exp\{\beta_T \sqrt{\ln[(1+COV(R)^2) \times (1+COV(Q)^2)]}\}} \quad \text{Ecuación 59}$$

En la Calibración por Método de confiabilidad de Primer Orden (FORM), se obtienen los factores seguridad parciales de carga y resistencia usando el procedimiento Hasofer-Lind, el cual consiste en elegir un punto de comprobación que se llama punto de diseño en un punto particular de la superficie de estado límite y calcular el índice de confiabilidad.

**2.1.8.2. LRFD desing and construction of shallow foundations for highway bridge structures (National Cooperative Highway Research Program, 2010).**

El método LRFD separa las incertidumbres de las cargas de las incertidumbres de la resistencia y para esto utiliza como procedimiento la teoría de la probabilidad a partir de un margen de seguridad. Para esto los factores de seguridad parciales son aplicados por separado a la carga y la resistencia; la carga es incrementada multiplicándola por valores de factores de carga  $\gamma$ , y la resistencia es reducida multiplicando por valores de factores de resistencia  $\phi$ ,

Para calibrar cada uno de los valores establecidos se indican los siguientes métodos: Primer Orden Segundo Momento (FOSM), método de la confiabilidad primer orden (FORM) y Simulación de Montecarlo.

El método Primer Orden Segundo Momento (FOSM) y el método de confiabilidad de primer orden (FORM) se describen de igual forma que en lo indicado por Christian y Baecher (2003); adicional a esto hacen referencia a la Simulación de Montecarlo para determinar los diferentes parámetros  $\phi$ , probabilidad de falla, factores de carga  $\gamma$ .

**2.1.9. Evaluación de muros en voladizo.**

Para realizar el predimensionamiento de los muros en voladizo se definieron 3 alturas de muros, correspondientes a 3, 5 y 7 metros, los cuales se evaluaron de cinco maneras diferentes:

- Un análisis probabilístico variando todos los ítems definidos en el numeral variables aleatorias, para cada una de las 3 alturas de muro en condición estática y pseudoestática, por cada tipo de suelo.

- Un análisis probabilístico dejando un predimensionamiento fijo para cada una de las 3 alturas de muro y variando solo los parámetros del suelo; en condición estática y pseudoestática, por cada tipo de suelo.
- Un análisis determinístico para cada una de las 3 alturas de muro con predimensionamiento fijo, con los parámetros medios definidos en el ítem variables aleatorias; en condición estática y pseudoestática, por cada tipo de suelo.
- Un análisis probabilístico dejando un predimensionamiento fijo para cada una de las 3 alturas de muro, variando los parámetros del suelo y con factores de resistencia definidos a partir de la calibración ASD descritos en el numeral índice de confiabilidad y calibración; en condición estática y pseudoestática para cada tipo de suelo.
- Un análisis determinístico para cada una de las 3 alturas de muro, con los parámetros medios indicados en el ítem variables aleatorias y con factores de resistencia definidos a partir de la calibración ASD descritos en el numeral índice de confiabilidad y calibración; en condición estática y pseudoestática para cada tipo de suelo.

Cada uno de los análisis realizados cuenta con aproximadamente 1000 y 2000 iteraciones de los modelos definidos y descritos en la tabla 2.11. Es importante mencionar que la definición del número de iteraciones a realizar, se determinó a partir de los valores obtenidos del margen de seguridad esperado para cada tipo de falla a partir de la evaluación de muros con 10000 iteraciones y para el cual se le calculo el margen de seguridad esperado como se ilustra en la figura 2.14.

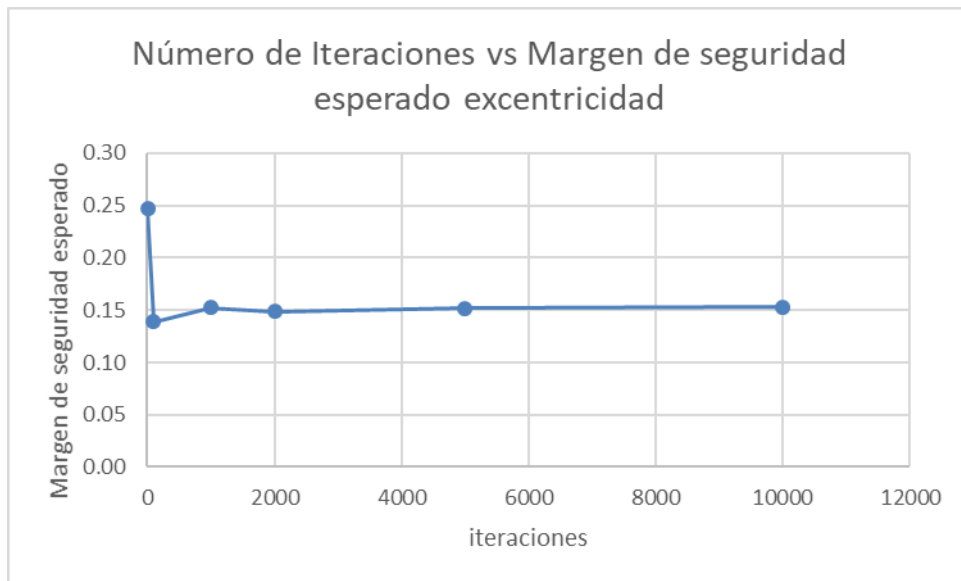


Figura 2. 14. Determinación Iteraciones.

Fuente: Autor

### 2.1.10. índice de confiabilidad y calibración.

Para definir los factores de resistencia se utilizó el método de análisis del índice de confiabilidad utilizando el método de Primer Orden Segundo Momento (FOSM) descrito por Christian y Baecher (2003) en el cual se varían los índices de confiabilidad para definir factores de resistencia (Ecuación 59). Así mismo la calibración realizada a dichos factores se realizó a partir del método de esfuerzos admisibles indicado por Christian y Baecher (2003) en la ecuación 58.

Una vez realizadas las simulaciones de Montecarlo, para cada escenario definido se calculan los parámetros para definir las diferentes variables indicadas en la ecuación para determinar el Factor de Resistencia (ecuación 59), correspondientes a la esperanza, desviación estándar y coeficiente de variación para las cargas y las resistencias obtenidas.



A continuación, se presenta un ejemplo de los valores calculados en cada conjunto de datos; las cuales se encuentran en medio digital en el Anexo C, Anexo D y Anexo E; en cada conjunto de datos se encuentran identificadas las variables aleatorias, los valores calculados de las cargas, los diferentes mecanismos de falla y los respectivos factores de carga.

Tabla 2. 12. Variables aleatorias

No	$q$ (kN/m <sup>2</sup> ) =	$\phi_1$ (°)=	$C_1$ (kN/m <sup>2</sup> ) =	$\phi_2$ (°)=	$C_2$ (kN/m <sup>2</sup> ) =	$\beta$ (°)=	H (m)	Df	Zw	Zwp
1	154.21264	25.9377398	6.69531547	16.0230891	9.83930324	8	7	1.5	3	1
2	79.1020883	27.3057575	5.95148913	28.1453331	7.32342262	12	7	1.5	4	0
3	62.9733574	29.749611	17.6911915	86.3847018	7.08689637	4	7	1.5	3	0
4	9.80467873	30.9326247	2.04584994	87.4425277	3.74933701	2	7	1.5	5	0
5	67.7868744	30.2405695	7.15206051	201.698776	2.28856633	12	7	1.5	0	0

Fuente: Autor

Tabla 2. 13. Valores calculados de las cargas

W1 (KN/m)	W2 (KN/m)	W3 (KN/m)	W4 (KN/m)	W5 (KN/m)	qv	qh	Pah	Pav	Agua	$\Sigma v$ (kN/m)	e (m)	$\sigma v$ (kN/m <sup>2</sup> )
75.6	61.3206972	23.5384449	234.589039	2.01849459	22.4267716	77.7637815	224.959878	11.7896476	0	431.283095	1.4545516	582.076932
75.6	83.644643	1.31082946	269.102668	9.68044062	5.19931876	16.2753431	43.7647024	5.37362977	68.67	449.911529	0.68751005	124.842686
75.6	69.9544046	41.9623047	160.260071	13.244903	14.6951443	56.4028314	128.661465	57.2837748	58.86	433.000603	1.05284958	210.372824
75.6	76.1285107	38.2786739	312.431436	3.58031805	3.45976014	12.891355	244.192192	12.7975705	0	522.276269	0.76731391	174.276175
75.6	82.6460678	48.8865037	170.024855	27.3306654	22.7700167	77.5440377	108.18001	72.9683382	19.62	500.226447	0.52140038	129.037148

Fuente: Autor

Tabla 2. 14. Diferentes mecanismos de falla

$\eta_{L\gamma\sigma}$	$\phi_{qu}$	Margen de Seguridad Cap_portante	e	1/3B	Margen de Seguridad excentricidad	$\eta_{y}$ Eactivo	$\phi Rn$	Margen de Seguridad deslizamiento arena
-150.796184	20.4357559	171.2319402	3.87641322	1.33022936	-2.55	127.22	101.658664	-25.56072007
-1059.10907	27.1828721	1086.291944	2.50552723	1.50103989	-1.004487341	138.726455	157.548519	18.82206357
347.262707	2008.76037	1661.497664	1.72905811	1.66786301	-0.061195103	72.8719697	399.274189	326.4022189
257.497223	357888.092	357630.5951	1.23373288	1.27724131	0.043508432	142.082959	1092.61167	950.5287112
289.306568	32.1121451	-257.1944225	1.12405376	1.44771429	0.32366053	0	253.265231	253.2652311

Fuente: Autor

Tabla 2. 15. Factores de Carga

DC (capacidad carga)	DC (deslizamiento excentricidad)	EV (capacidad carga)	EV (deslizamiento excentricidad)	EH (capacidad carga)	EH (deslizamiento excentricidad)	EH (capacidad carga)	EH (deslizamiento excentricidad)	ES (capacidad carga)	ES (deslizamiento excentricidad)
0.94771541	1.21872706	1.04172928	1.3321996	1.27928431	1.28835755	1.32810272	0.95046573	1.24545662	1.49068811
0.96283696	1.2463804	1.16855956	1.23998718	1.06776221	1.22688062	1.06584151	1.32449014	0.79902386	0.7931713
1.01705877	1.03370298	1.23177416	1.13782865	0.91994858	1.04642324	1.3357143	1.04440167	0.99336725	0.94958275
1.15703957	1.04785585	1.06848789	1.28607934	0.90759812	1.49071319	1.08146308	1.10511617	0.86108307	1.47916428
1.03928177	0.95278638	1.0171153	1.11769258	1.32588626	1.29795515	0.90501843	1.05250619	1.40544954	0.76049686

Fuente: Autor

A partir de los datos anteriores se procedió a determinar la esperanza y la desviación estándar, con el fin de poder establecer el respectivo coeficiente de variación.

Una vez determinado el coeficiente de variación, se efectuó el cálculo de los factores de resistencia para diferentes valores de índice de confiabilidad, estableciendo los factores para cada tipo de falla (Capacidad portante, Deslizamiento, Excentricidad). Para la determinación de estos parámetros el sesgo estadístico  $\lambda_R$  utilizado, fue tomado de la tabla 3.5 en donde se muestran valores típicos para el sesgo.

Tabla 2. 16. Statistics for structural load components for highway bridges

Load Component	Bias, $\lambda$	COV, $\Omega$	AASHTO Load Factor, $\gamma$
Dead Load			1.25
Factory-made	1.03	0.08	
Cast-in-Place	1.05	0.10	
Asphaltic wearing surface	1.00	0.25	
Live load	1.10-1.20	0.18	1.75

Fuente: (Gregory B. Baecher, 2003)

Calculados los factores de resistencia para cada índice de confiabilidad, se realizó la calibración de los resultados con el método de esfuerzos admisibles ASD.

Lo anterior, teniendo en cuenta que según lo indicado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14, los factores de resistencia establecidos fueron calculados a partir de datos estadísticos disponibles debido a que los datos eran limitados en cantidad o en calidad, razón por la cual dichos factores fueron calculados utilizando la teoría de la confiabilidad y calibrados mediante ajuste al diseño por esfuerzos admisibles.

A partir de esta calibración el Código Colombiano de Puentes CCP-14 define los valores de capacidad de carga para un factor de seguridad ASD de 3, un factor de resistencia de 0.45 y para deslizamiento un factor de seguridad ASD de 1.5, para un factor de resistencia aproximado de 0.9.

Por lo tanto, en el presente trabajo una vez calculados los valores de los parámetros de factor de resistencia para cada tipo de falla por el método de confiabilidad, posteriormente se procedió a realizar la calibración de dichos factores a partir del método de esfuerzos admisibles ASD variando los Factores de Seguridad que indica el Código Colombiano de Puentes CCP-14 y tomando como referencia lo planteado en la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 (AIS, 2010).

Tabla 2. 17. Factores de Resistencia calibrado con Factor de Seguridad

Descripción	Escenario	Tipo de Falla	Factor de Seguridad	Factor de Resistencia
CCP-14	Estático	Capacidad Portante	3	0.45
CCP-14	Estático	Deslizamiento Arena	1.5	0.8
CCP-14	Estático	Deslizamiento Arcilla	1.5	0.85
Promedio Calculado CCP-14	Estático	Capacidad Portante	3	0.44
Promedio Calculado CCP-14	Estático	Deslizamiento Arena	1.5	0.71
Promedio Calculado CCP-14	Estático	Deslizamiento Arcilla	1.5	0.7
Sensibilidad del parámetro	Estático	Capacidad Portante	2	0.7
Sensibilidad del parámetro	Estático	Deslizamiento Arena	1.6	0.65
Sensibilidad del parámetro	Estático	Deslizamiento Arcilla	1.6	0.7
CCP-14	Pseudoestático	Capacidad Portante	1	1
CCP-14	Pseudoestático	Deslizamiento Arena	1	1
CCP-14	Pseudoestático	Deslizamiento Arcilla	1	1
Promedio Calculado CCP-14	Pseudoestático	Capacidad Portante	1	1
Promedio Calculado CCP-14	Pseudoestático	Deslizamiento Arena	1	1
Promedio Calculado CCP-14	Pseudoestático	Deslizamiento Arcilla	1	1
Sensibilidad del parámetro	Pseudoestático	Capacidad Portante	1.05	1
Sensibilidad del parámetro	Pseudoestático	Deslizamiento Arena	1.05	0.95
Sensibilidad del parámetro	Pseudoestático	Deslizamiento Arcilla	1.05	0.95

Fuente: Autor

Finalmente, se realizó el retrocálculo de los factores de seguridad a partir de los factores de resistencia calculados, para cada una de las condiciones evaluadas y se elaboraron graficas de comportamiento de resultados con el fin de analizar el efecto de los criterios de diseño y la aplicabilidad de los factores de carga y resistencia en el diseño de muros en voladizo.

## Capítulo III

### Resultados

#### 3.1. Graficas de Resultados

En la Tabla 3. 1 y Figura 3.1 a 3.3 se muestran ejemplos de los datos calculados a partir del cual se realizaron graficas de comportamiento para los valores obtenidos por el método LRFD y la calibración realizada con el método ASD en la evaluación de muros con variables aleatorias; adicionalmente, se muestran graficas de la diferencia en el predimensionamiento de muros obtenida por cada procedimiento. La totalidad de las gráficas se encuentran con la respectiva hoja de cálculo por escenario en el ANEXO C y D.

Tabla 3. 1 Cálculo del factor de resistencia para diferentes índices de confiabilidad según el tipo de falla. Condición granular, estática, distribución normal, procedimiento CCP-14

Altura	Indice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento
3m	1.5	0.445273922	0.051691617	0.433315045
	2	0.234977176	0.019847398	0.235275614
	2.5	0.124000689	0.007620563	0.127746809
	3	0.06543687	0.002925974	0.069362256
	3.5	0.034531937	0.001123451	0.037661391
	4	0.018222978	0.000431358	0.020448879
	4.5	0.009616516	0.000165623	0.011103059

Altura	Indice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento
5m	1.5	0.047833711	0.369509071	0.000873179
	2	0.017900622	0.199780578	0.000202651
	2.5	0.00669888	0.108014342	4.7032E-05
	3	0.002506896	0.058399561	1.09154E-05
	3.5	0.000938146	0.031574592	2.53329E-06
	4	0.000351079	0.017071273	5.87935E-07
	4.5	0.000131383	0.009229838	1.3645E-07

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento
7m	1.5	0.285257488	0.354006219	0.003470901
	2	0.141519697	0.190904789	0.000950535
	2.5	0.070209637	0.102949148	0.000260312
	3	0.034831852	0.055517345	7.12886E-05
	3.5	0.017280504	0.029938816	1.9523E-05
	4	0.008573068	0.016145093	5.34653E-06
	4.5	0.004253203	0.008706558	1.46419E-06

Fuente: Autor

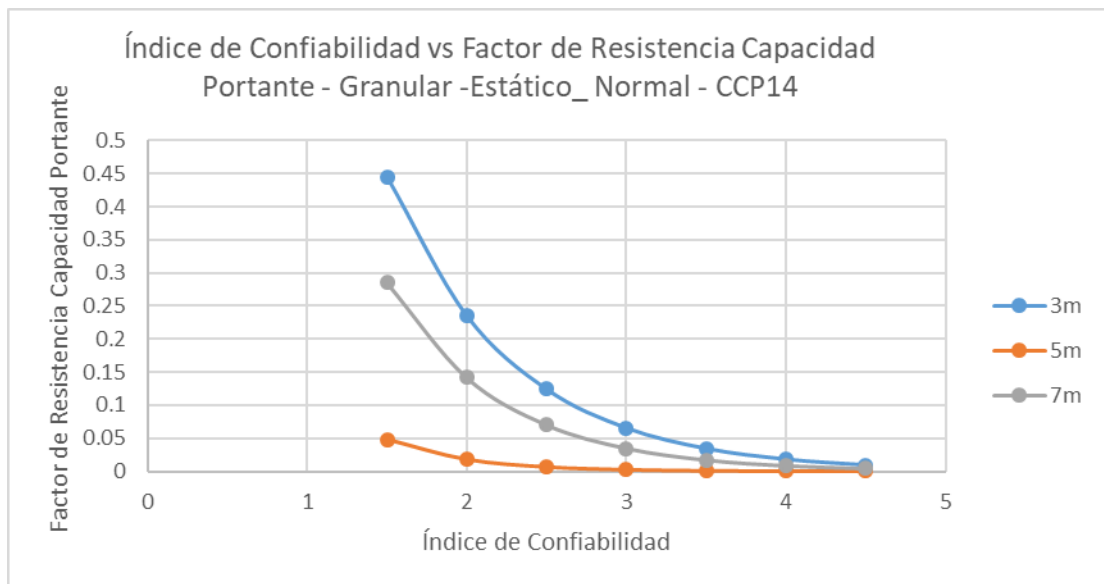


Figura 3. 1 Factor de Resistencia vs Índice de Confiabilidad para Capacidad Portante. Fuente: Autor



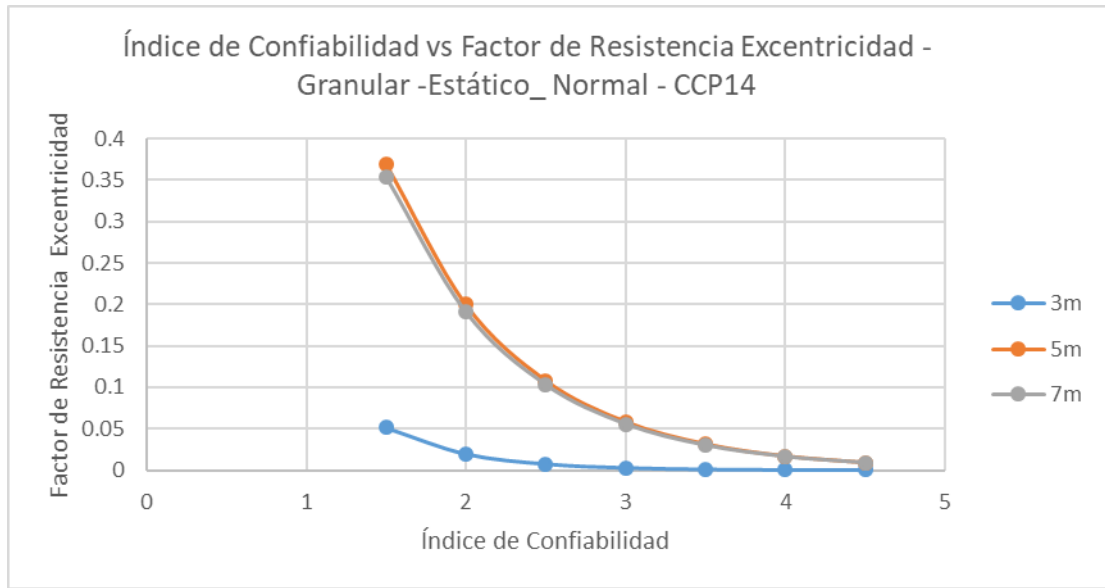


Figura 3. 2 Factor de Resistencia vs Índice de Confiabilidad para Excentricidad.  
Fuente: Autor

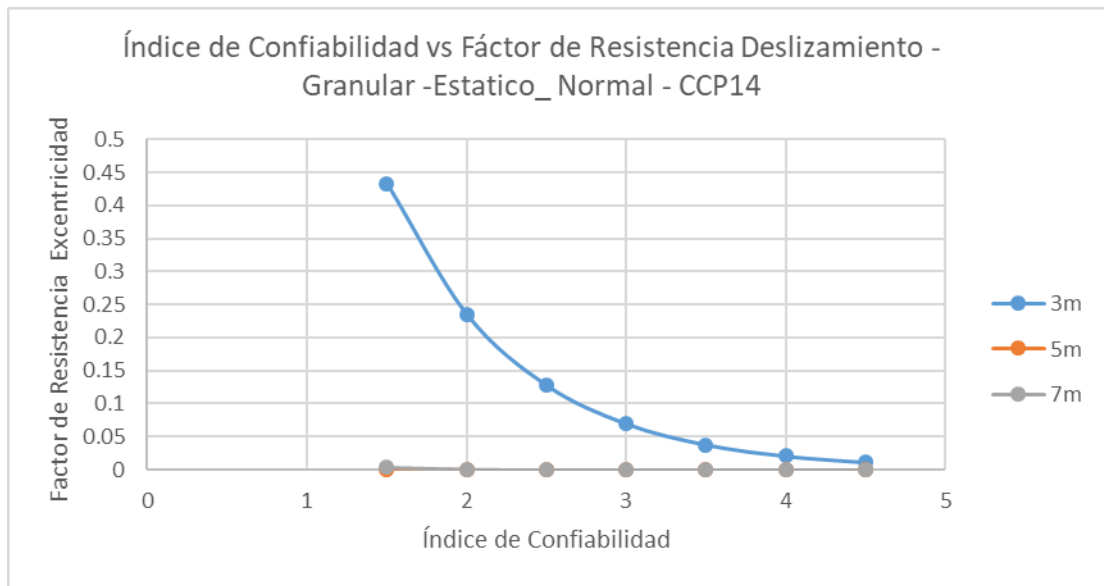


Figura 3. 3 Factor de Resistencia vs Índice de Confiabilidad para Deslizamiento.  
Fuente: Autor

En la Figura 3.2 a 3.3 se observa que los valores del factor de resistencia para capacidad portante, excentricidad y deslizamiento, calculados a partir del análisis probabilístico, aumentan al disminuir el índice de confiabilidad.

Así mismo, se observa que los factores de resistencia calculados no corresponden con lo indicado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14, razón por la cual a partir de la calibración realizada por del método de esfuerzos admisibles ASD, se obtuvo factores de resistencia cercanos a lo indicado en la norma CCP-14 y a partir del cual se calcularon nuevos factores de resistencia cambiando los factores de seguridad de la calibración inicial como se muestra en la Tabla 2.17 y en la figura 3.4.

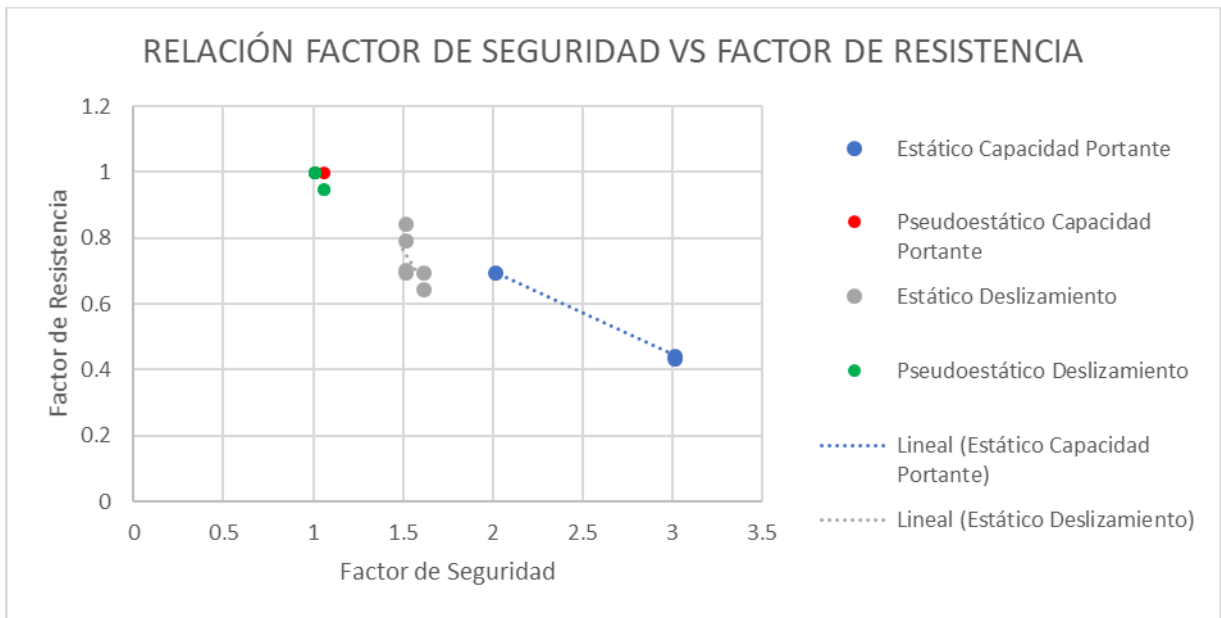


Figura 3. 4 Relación Factor de Seguridad vs Factor de Resistencia.

Fuente: Autor

De la gráfica anterior, se puede inferir que a medida que disminuye el factor de seguridad el factor de resistencia aumenta, lo cual se observa de forma más notable en la condición estática para la evaluación de la capacidad portante.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación probabilística de muros en voladizo y los factores de resistencia obtenidos a partir de la calibración realizada por el método ASD, se procedió a realizar la evaluación de muros con dimensionamiento fijo y parámetros de suelo aleatorio, con el fin de poder realizar comparaciones en términos de volumen ( $m^3/m$ ), ancho de zarpa (m) y altura (m).

El resultado de esta evaluación se presenta de la figura 3.5 a 3.16, en donde se realizaron comparaciones de muros con dimensiones fijas con parámetros del suelo aleatorios (probabilístico) y muros con dimensiones fijas con parámetros medios del suelo (determinístico), para cada perfil de suelo y escenario.

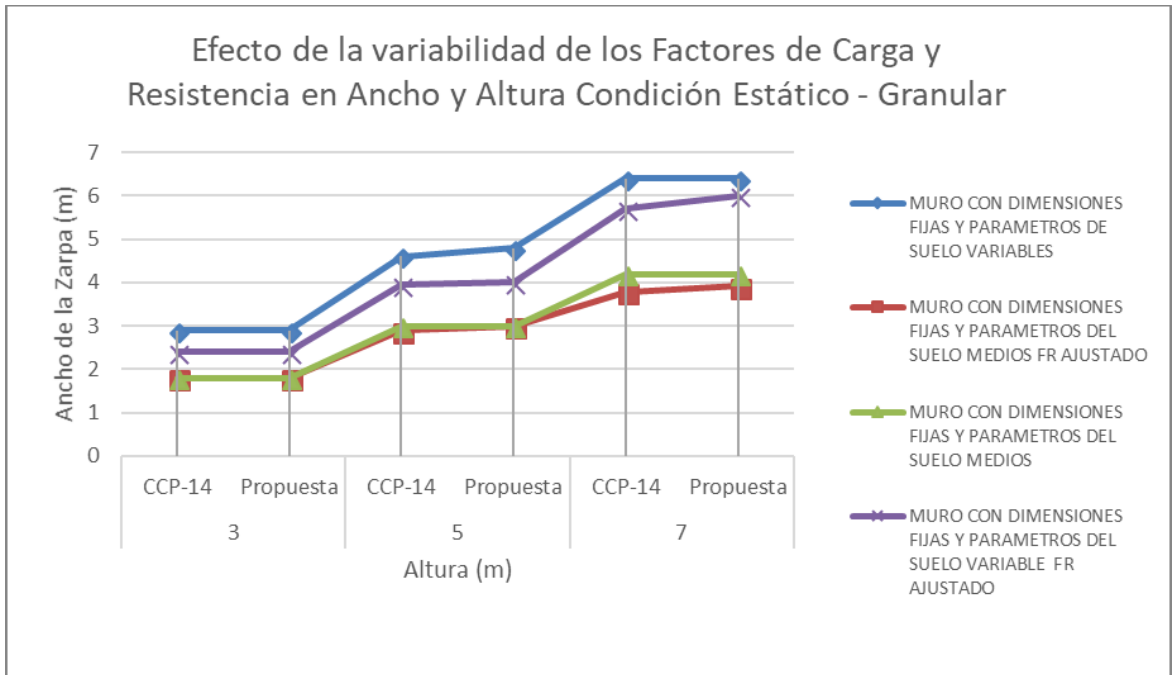


Figura 3. 5 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular en condición estática.

Fuente: Autor

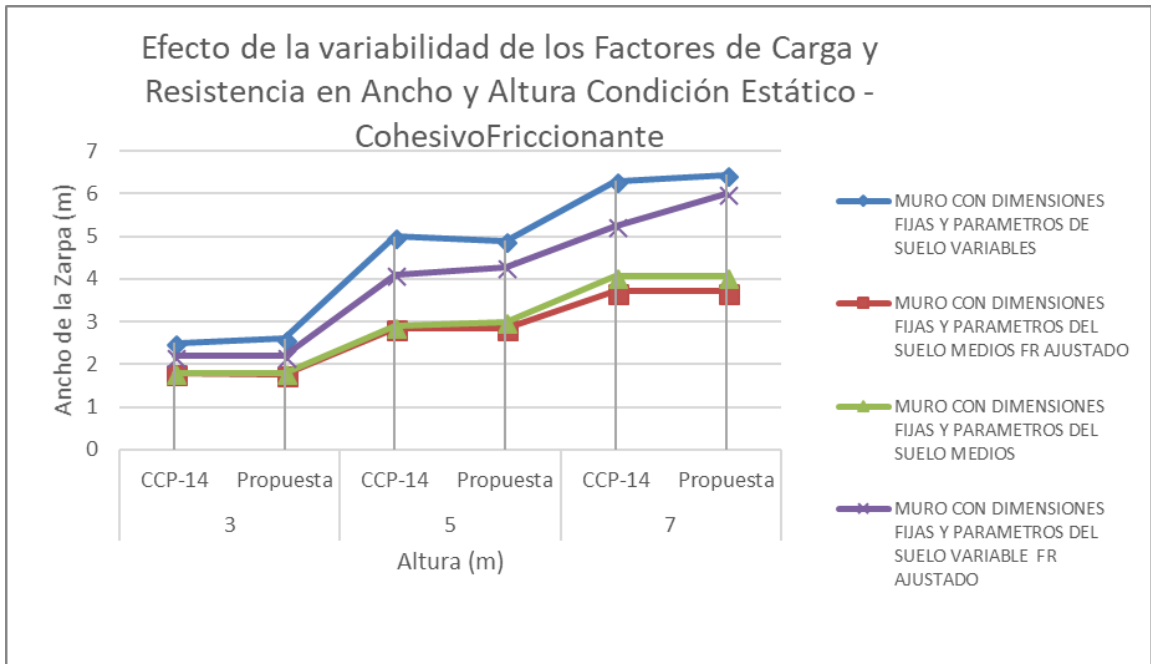


Figura 3. 6 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición estática.

Fuente: Autor

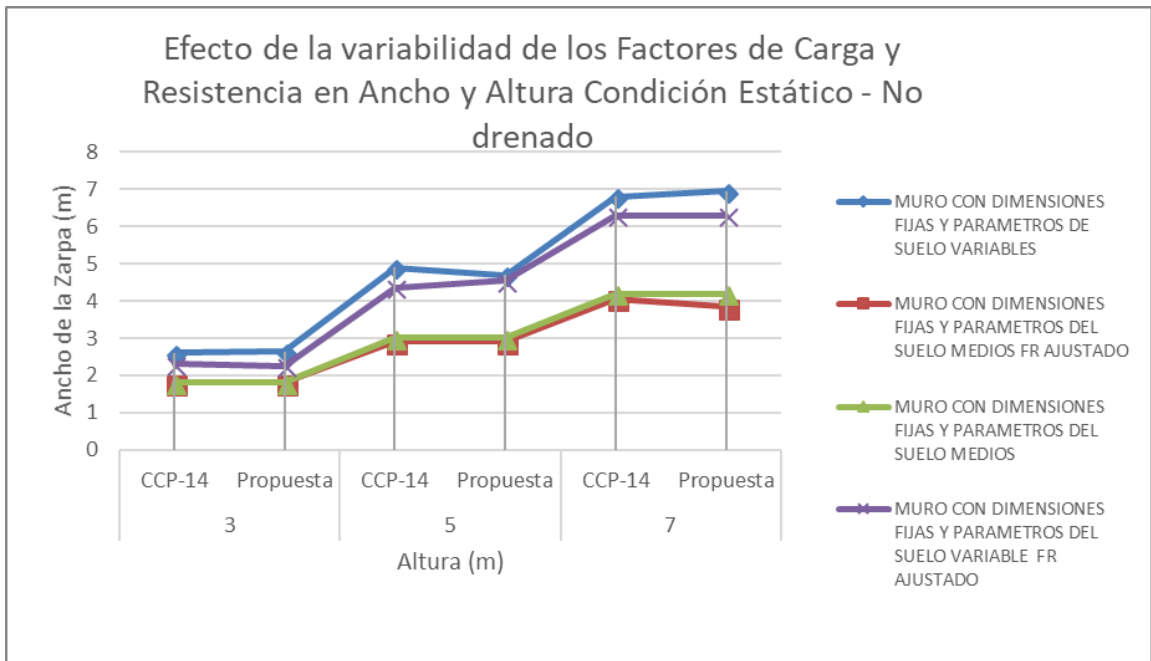


Figura 3. 7 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición estática.

Fuente: Autor

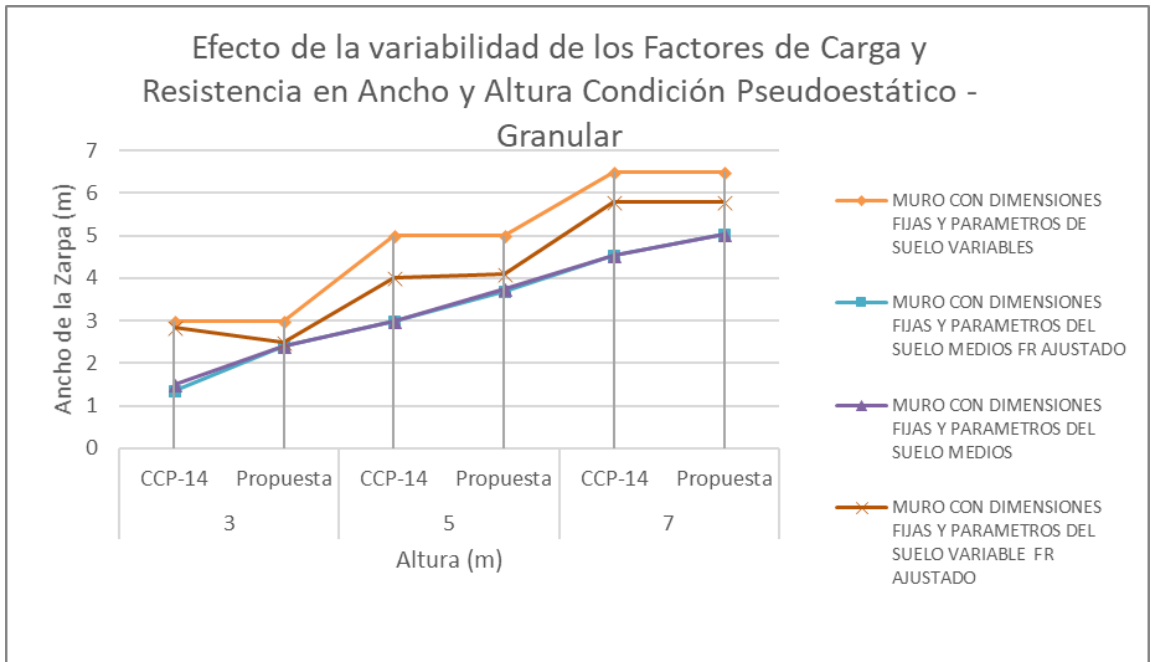


Figura 3. 8 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular en condición Pseudoestática.

Fuente: Autor

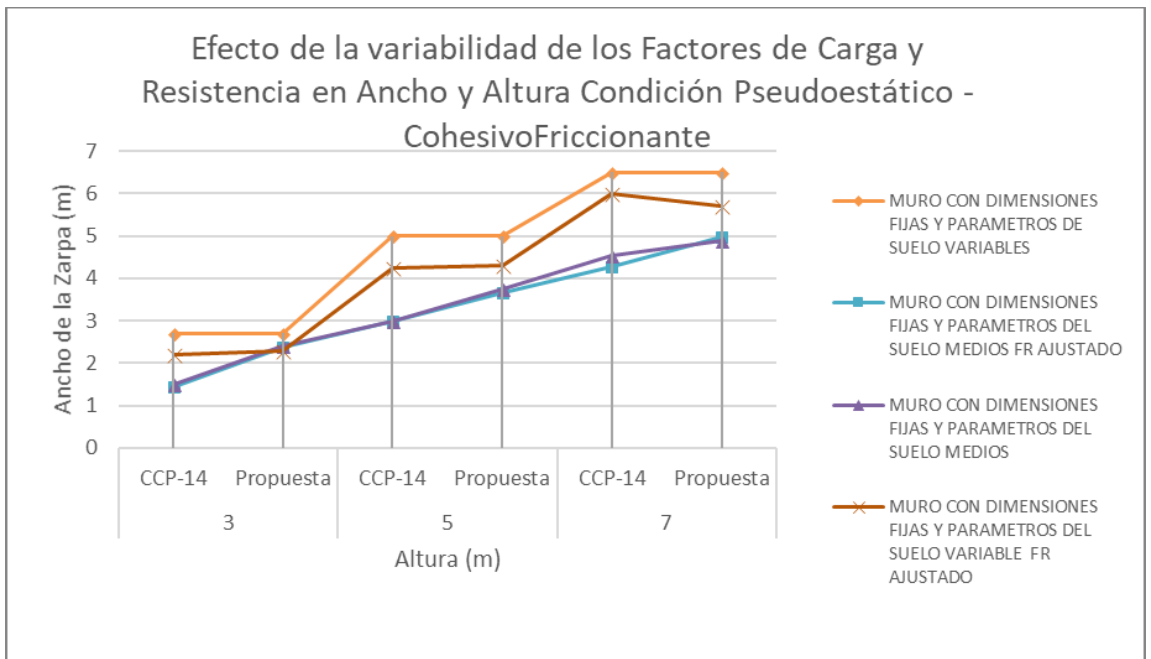


Figura 3. 9 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición Pseudoestática.

Fuente: Autor

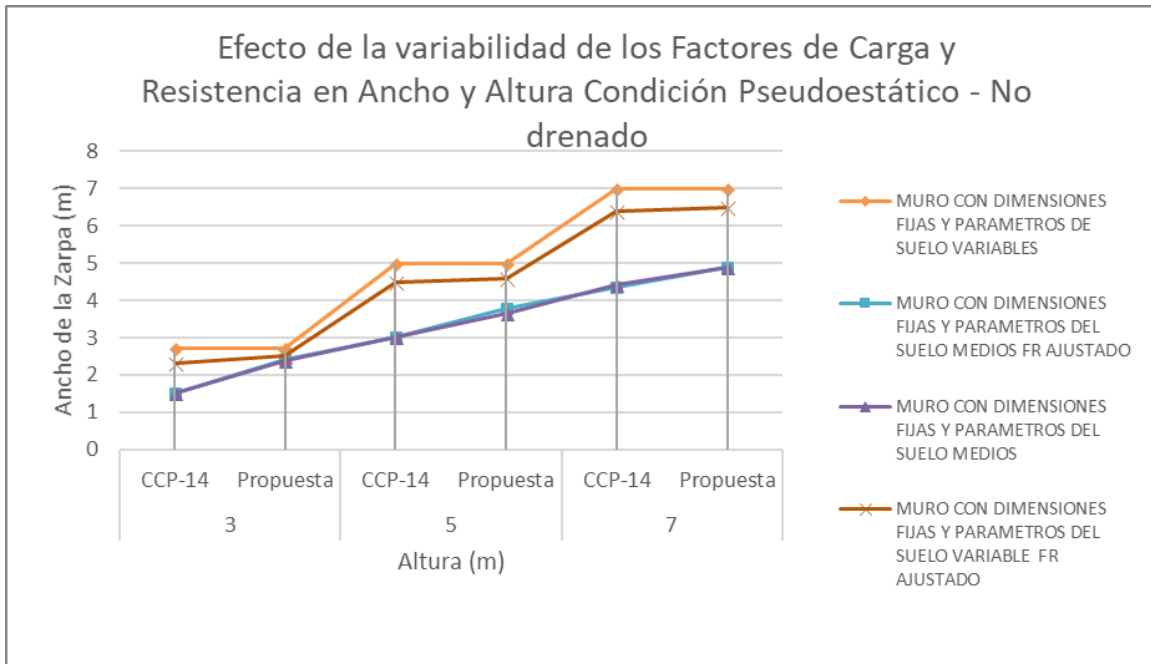


Figura 3. 10 Predimensionamiento de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición Pseudoestática.

Fuente: Autor

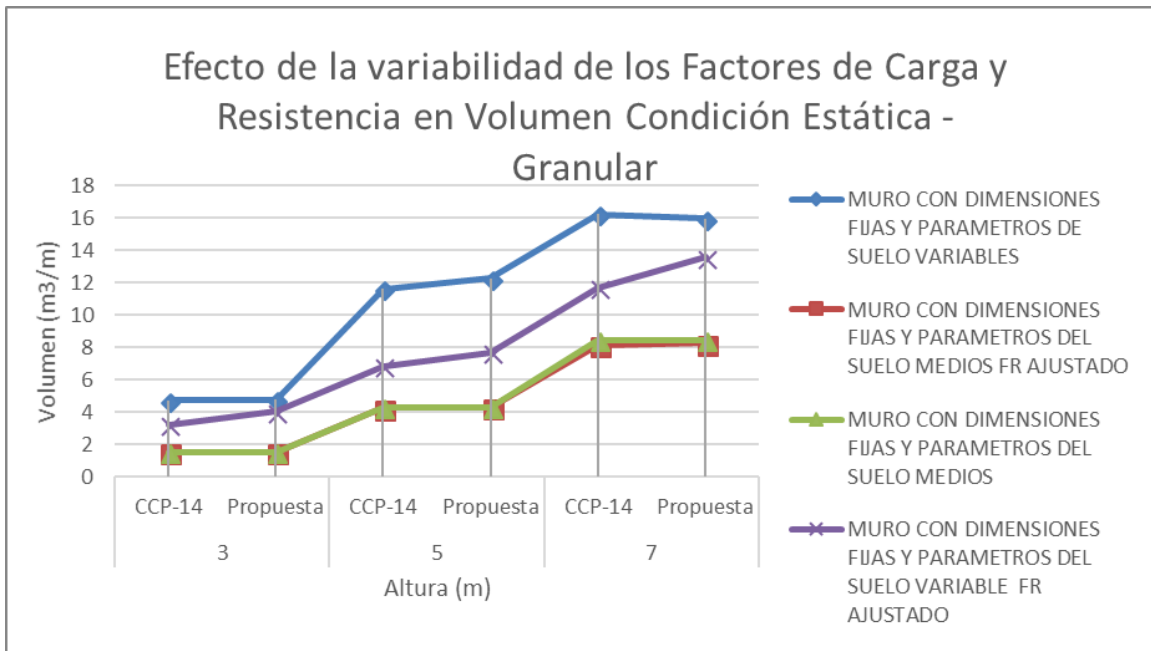


Figura 3. 11 Volumen (m3/m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular condición estática.

Fuente: Autor

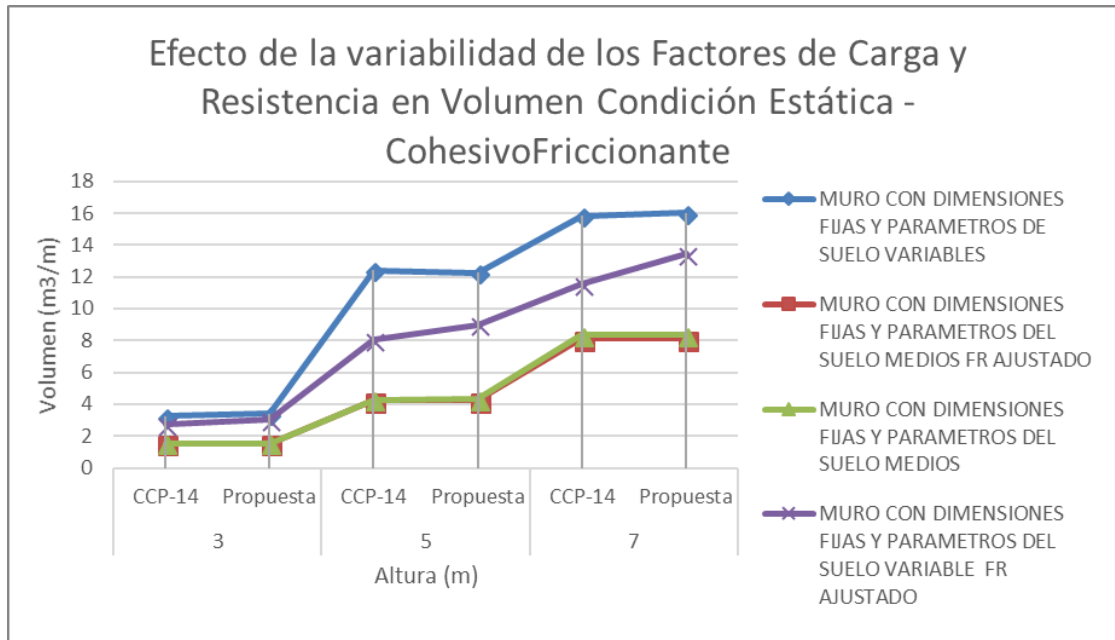


Figura 3. 12 Volumen (m3/m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición estática.

Fuente: Autor

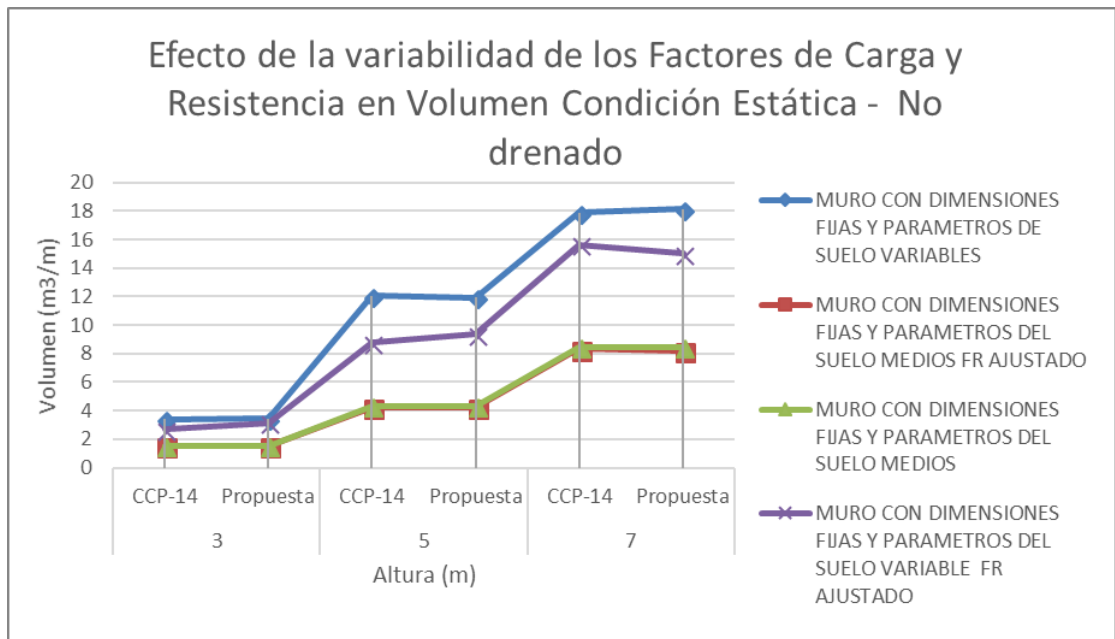


Figura 3. 13 Volumen (m3/m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición estática.

Fuente: Autor

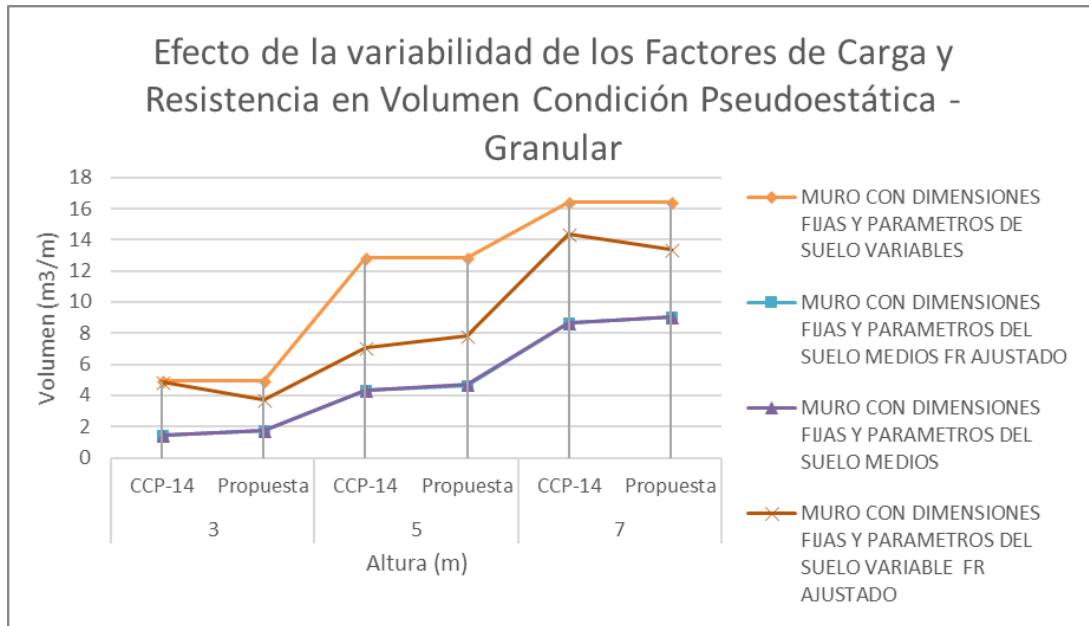


Figura 3. 14 Volumen (m<sup>3</sup>/m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo granular condición pseudoestática.

Fuente: Autor

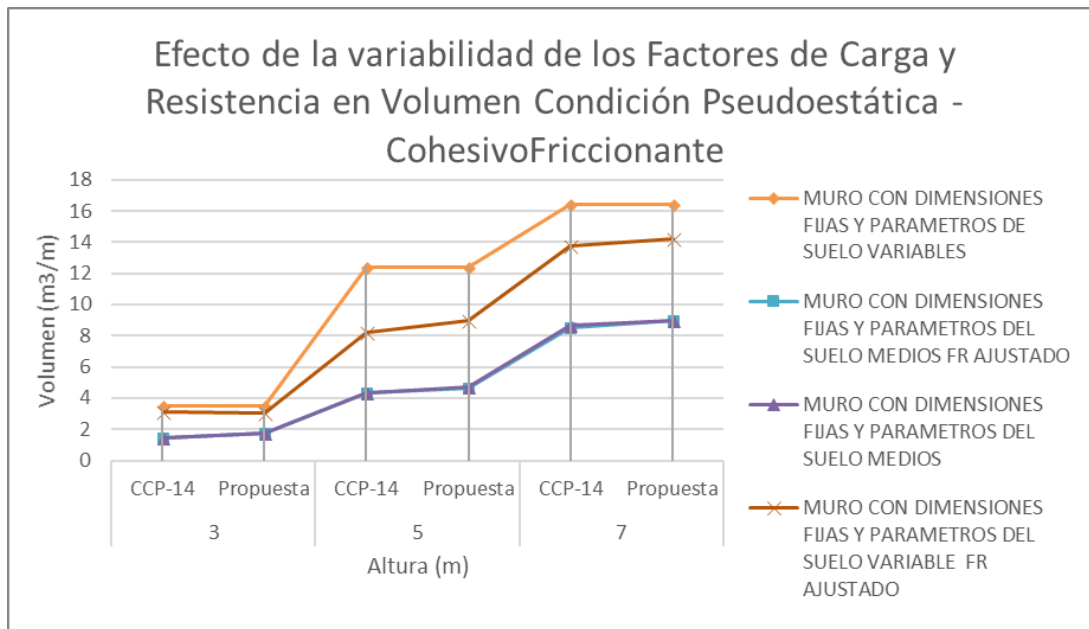


Figura 3. 15 Volumen (m<sup>3</sup>/m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo Cohesivo Friccionante condición pseudoestática.

Fuente: Autor



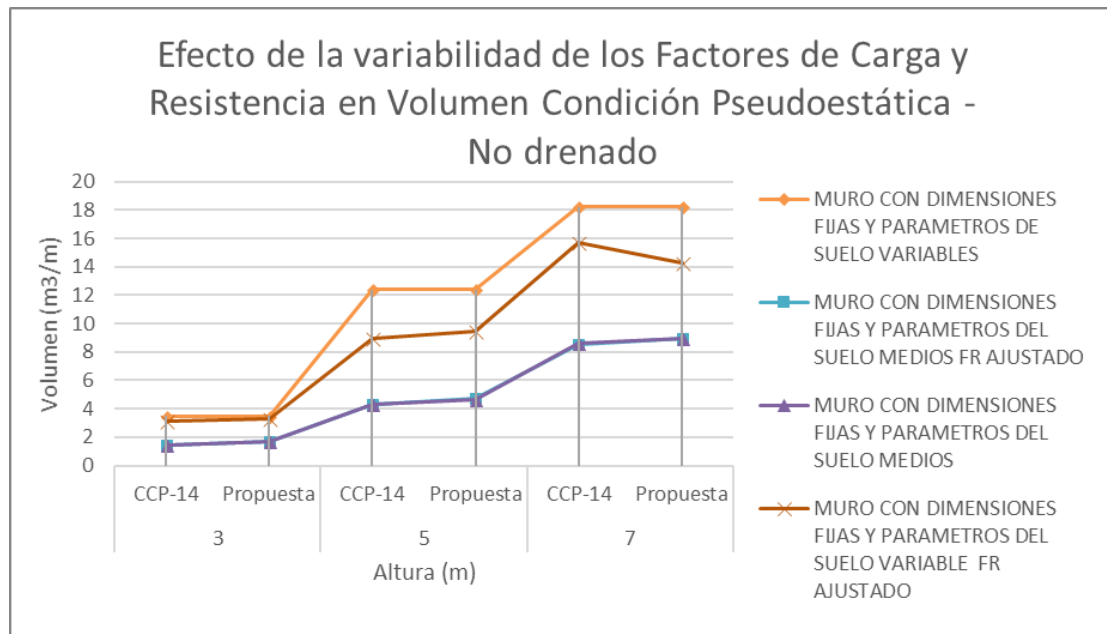


Figura 3. 16 Volumen (m<sup>3</sup>/m) de muros según el procedimiento evaluado para suelo No drenado condición pseudoestática.

Fuente: Autor

A partir de la comparación de los resultados en volumen y predimensionamiento de altura y base de los muros por cada tipo de procedimiento, escenario y tipo de suelo, se pudo identificar que para que las probabilidades de falla sean menores y cumpla para todos los escenarios por el método LRFD, las dimensiones del muro deben ser mayores y se podría estar incurriendo en un sobredimensionamiento.

Así mismo, en las gráficas anteriores se observa que los muros prediseñados con lo planteado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 evaluados para valores medios de manera determinística, son mucho menores que los muros evaluados por el procedimiento propuesto; lo cual se debe a que en la propuesta realizada se tienen en cuenta variables y factores que no contempla el método LRFD.

Finalmente, la evaluación del retrocálculo de los factores de seguridad a partir de los factores de resistencia calculados en las evaluaciones realizadas para los

diferentes tipos de muro con dimensiones fijas se muestra en la Tabla 3.2 y Figura 3.17.

Tabla 3. 2 Factor de Seguridad calculado

<b>Descripción</b>	<b>Escenario</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>Factor de Seguridad</b>	<b>Factor de Resistencia</b>
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables	Estático	Capacidad Portante	2.95	0.45
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables	Estático	Deslizamiento Arena	1.3	0.8
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables	Estático	Deslizamiento Arcilla	1.22	0.85
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables Factor de Resistencia Ajustado	Estático	Capacidad Portante	1.9	0.7
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables Factor de Resistencia Ajustado	Estático	Deslizamiento Arena	1.6	0.65
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables Factor de Resistencia Ajustado	Estático	Deslizamiento Arcilla	1.5	0.7
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables	Pseudoestático	Capacidad Portante	1	1
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables	Pseudoestático	Deslizamiento Arena	1	1
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables	Pseudoestático	Deslizamiento Arcilla	1	1
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables Factor de Resistencia Ajustado	Pseudoestático	Capacidad Portante	0.95	1
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables Factor de Resistencia Ajustado	Pseudoestático	Deslizamiento Arena	0.95	0.95
Muro con dimensiones fijas y parámetros de suelo variables Factor de Resistencia Ajustado	Pseudoestático	Deslizamiento Arcilla	0.95	0.95

Fuente: Autor

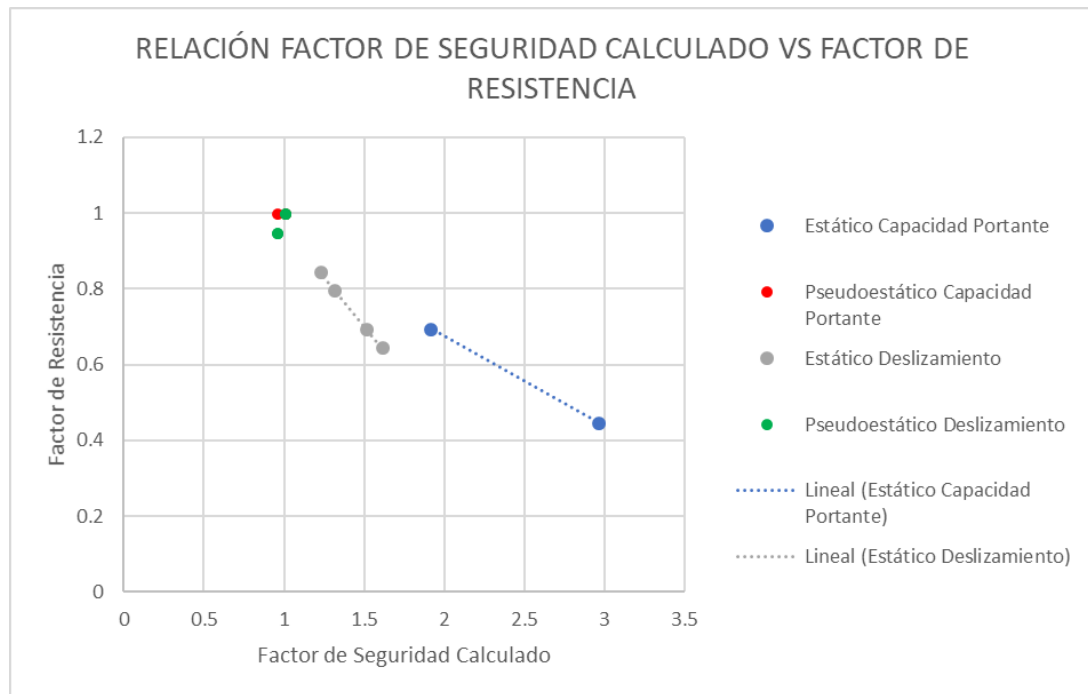


Figura 3. 17 Relación Factor de Seguridad calculado vs Factor de Resistencia

Fuente: Autor

Este último análisis, muestra que los factores de seguridad obtenidos a partir del retrocálculo se encuentran por debajo de 1 específicamente para la condición pseudoestática, el cual estaría por debajo del estado límite de falla. Con respecto a los resultados para la condición estática, los factores de seguridad para capacidad portante son muy cercanos a lo trabajado en la Norma Sismo Resistente NSR-10 y para deslizamiento se encuentran por debajo de lo indicado.

### 3.2. Análisis y resumen de los resultados.

En la evaluación de los muros en voladizo por el análisis probabilístico tomando todas las variables aleatorias y los diferentes escenarios definidos para el presente trabajo, se obtuvo un total de 108 conjuntos de datos cada una con aproximadamente 2000 iteraciones con muros variables para un total de 216000 muros en condiciones de suelo y predimensionamiento diferente, teniendo en cuenta

que estadísticamente a partir de las 1000 iteraciones se encontró convergencia en la Simulación de Montecarlo.

Al realizar el análisis probabilístico para determinar la incertidumbre y el índice de confiabilidad siguiendo los lineamientos establecidos por el Código Colombiano de Puentes CCP-14, se observa que al efectuar la evaluación para un tipo de distribución Normal y Lognormal para el escenario granular, cohesivo Friccionante y no drenado con una altura de 3m, 5m y 7m los factores de resistencia calculados para cada índice de confiabilidad son menores que los indicados en el Código Colombiano de Puentes CCP-14.

Así mismo, en el análisis realizado a partir del procedimiento propuesto en el presente trabajo que se basó en lo establecido en el CCP-14 adicionándole factores como la subpresión y ajustando el cálculo de la presión pasiva y la capacidad de carga sin realizar cambios a los factores de carga y resistencia, y respetando la mayoría de la formulación establecida; los factores de resistencia calculados para cada índice de confiabilidad son menores a los indicados por el Código Colombiano de Puentes CCP-14 al igual que en el análisis realizado, siguiendo los lineamientos de la norma CCP-14.

Los factores de resistencia calculados por ambos procedimientos no corresponden a un índice de confiabilidad de 3.5 como lo presentó el Código Colombiano de Puentes CCP-14; estos factores de la norma según el análisis realizado son más cercanos a un índice de confiabilidad de 1.5. Adicionalmente, se observó que al evaluar la probabilidad de falla de los muros por el método LFRD, estos presentan porcentajes altos en su gran mayoría por falla por capacidad portante y por excentricidad; lo cual llevo a realizar la evaluación de muros con dimensiones fijas y parámetros de suelo variable de manera probabilística y muros con dimensiones fijas y parámetros del suelo medios de manera determinística, para los diferentes escenarios.

Al realizar la evaluación de muros en voladizo con un dimensionamiento fijo para 3 alturas diferentes, se obtuvo 108 conjuntos de datos calculadas de manera

probabilística correspondiente a 108 muros con 108000 condiciones de suelo variable y 54 muros evaluados con los parámetros medios del suelo (Ver ANEXO E) adicionales a los mencionados anteriormente; en esta evaluación los valores obtenidos de factores de resistencia para los diferentes tipos de falla en cada uno de los escenarios no son cercanos a un índice de confiabilidad de 3.5; no obstante, se observa que para que la probabilidad de falla del muro disminuya ya sea con un tipo de suelo granular, cohesivo-friccionante o no drenado, se hace necesario definir muros robustos en comparación con los valores promedios con los que se realizó el análisis inicial según la literatura para dimensionar muros en voladizo.

Por lo anterior y teniendo en cuenta que los índices de confiabilidad calculados no corresponden con la confiabilidad indicada en la norma y a partir de lo indicado con respecto a la calibración por el método de esfuerzos admisibles ASD que se realizó en la definición de los factores de resistencia de diseño, se procedió a realizar dicha calibración en cada conjunto de datos y los valores resultantes se aproximan a lo establecido en los lineamientos del Código Colombiano de Puentes CCP-14.

Como resultado de esta calibración utilizando un factor de Seguridad de 3.0 el factor de resistencia para capacidad portante varía entre 0.4 y 0.5, y utilizando un factor de seguridad de 1.5 el factor de resistencia para deslizamiento varía entre 0.7 y 0.9.

Es importante tener en cuenta que estos muros al ser evaluados de forma probabilística con parámetros del suelo variables son muy volubles y sensibles por lo que permiten que el dimensionamiento para llegar a un valor óptimo de probabilidad de falla sea exagerado.

Por lo tanto, con el fin de poder realizar una comparación de este tipo de evaluación, se realizó la evaluación de muros con dimensionamiento fijo y los parámetros medios del suelo que fueron determinados para la simulación de Montecarlo.

Para finalizar el estudio del efecto y la influencia de los factores de carga y resistencia en el predimensionamiento de muros en voladizo, se evaluaron muros con las 3 alturas fijas indicadas anteriormente, por medio de los dos procedimientos

definidos (CCP-14 y Propuesta) pero utilizando factores de resistencia diferentes a los indicados en el Código Colombiano de Puentes CCP-14, los cuales fueron determinados a partir de la calibración realizada a los factores de resistencia calculados con la evaluación de muros con dimensionamiento fijo y parámetros de suelo variables, realizados para 3 alturas diferentes (3, 5 y 7 metros).

En esta nueva evaluación variando los factores de resistencia se obtuvo otros 108 conjuntos de datos calculadas de manera probabilística, correspondiente a 108 muros con 108000 condiciones de suelo variable y 54 muros evaluados con los parámetros medios del suelo (Ver ANEXO E).

La anterior calibración se realizó cambiando los Factores de Seguridad indicados en la norma CCP-14 y tomando como referencia los mencionados en la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 (AIS, 2010); como resultado se obtuvieron muros más pequeños en volumen con respecto a los diseñados con lo planteado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14.

Al realizar la evaluación de este tipo de muros con dimensiones fijas para todos los escenarios así como para los dos procedimientos definidos, se observa que para lo especificado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 los muros asumen dimensiones más pequeñas que los evaluados con el procedimiento propuesto, lo cual se puede presentar debido a que en la propuesta realizada se tuvo en cuenta factores que el código no incluye para el diseño de muro en voladizo o en algunos casos simplemente los deja a criterio del diseñador lo cual puede inferir en resultados con alta variabilidad.

Una vez evaluados los muros con las condiciones anteriormente descritas, se realizó el retrocálculo de los factores de seguridad para cada condición a partir de los factores de resistencia obtenidos de la calibración por el método de esfuerzos admisibles como se muestra en la Tabla 3.2, en donde al realizar una comparación con los factores que se indican en la Norma Sismo Resistente NSR-10 se observa que los estos son menores que los indicados por dicha norma siendo el más relevante para la condición pseudoestática; lo que puede atribuirse a que en el

Código Colombiano de Puentes CCP-14 se diseña para un periodo retorno de 975 años; un periodo mayor al especificado por la NSR-10.

Finalmente, analizando los resultados anteriores al realizar la revisión de la norma CCP-14 en la cual se indica que se realizó calibración de los valores obtenidos por el método de esfuerzos admisibles (ASD), utilizando un factor de seguridad de 3.0 para un factor de resistencia de capacidad de carga de 0.45 y un factor de seguridad de 1.5 para un factor de resistencia de deslizamiento de 0.9; se puede concluir que los valores indicados en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 y según los artículos estudiados para la determinación de parámetros de resistencia y carga LRFD (Nowak, 1995), finalmente son calibrados y definidos por el método de ASD y el resultado de esto se definió como factor de diseño, siendo el método ASD funcional.

### **3.3. Conclusiones y recomendaciones**

#### **3.3.1. conclusiones.**

A partir del predimensionamiento de muros en voladizo por el método LRFD descrito en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 (INVIAS, AIS , MINTRANSPORTE, 2015) a través de los diferentes análisis de confiabilidad y calibraciones se concluye:

- El efecto de diseño en el predimensionamiento de muros en voladizo a partir del análisis probabilístico, se ve reflejado en el aumento de los factores de resistencia para los tipos de falla evaluados, con la disminución del índice de confiabilidad.
- Al determinar los factores de resistencia a partir de la evaluación probabilística de muros en voladizo se estableció que para trabajar con un índice de confiabilidad diferente al indicado por el método LRFD de 3.5, se hace

necesario el ajuste de los factores de resistencia para el índice de confiabilidad requerido; así mismo, no se podría trabajar con un índice de confiabilidad y factores de resistencia que no estén relacionados.

- El método de diseño por factores de carga y resistencia planteado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14, es un método de diseño que según lo estudiado en el presente proyecto se puede decir que es funcional; no obstante, al ser utilizado en la práctica local de geotecnia puede llevar a un sobredimensionamiento en el diseño.
- El sobredimensionamiento en el diseño de estructuras de contención (muros en voladizo), aunque hace la estructura más confiable tiene un costo mayor; lo cual no es favorable al hacer un análisis de costo-beneficio.
- La revisión y análisis del Código Colombiano de puentes CCP-14 y de las metodologías descritas en la bibliografía para definir los factores de carga y resistencia para el predimensionamiento de muros en voladizo permitió identificar que en Colombia se adoptó una normatividad que inicialmente fue elaborada bajo conjuntos de datos y tipos de suelo de otros países los cuales no contienen la globalidad de la información geológica y geográfica local; lo que puede conllevar a un sobredimensionamiento en el diseño para que se pueda cumplir con los lineamientos establecidos en la norma aplicados a parámetros representativos del suelo colombiano.

Así mismo, se pudo establecer que dicha norma no fue introducida de manera adecuada, debido a que si bien es cierto que en el anterior Código Colombiano de Puentes -94 ya se mencionaba el método de diseño por factores de carga y resistencia, este se centraba en la parte estructural mas no tenía demasiado énfasis en la parte geotécnica; razón por la cual al introducir la actualización de código de puentes no se tiene el conocimiento ni la experiencia adecuada para realizar diseños por medio de este nuevo método para Colombia.



- El procedimiento establecido en el CCP-14 por el método LRFD para el diseño de muros en voladizo específicamente, en comparación con los métodos utilizados anteriormente para el diseño como es el de Esfuerzos Admisible ASD, no incluye todas las variables a tener en cuenta como por ejemplo el cálculo de la subpresión lo cual puede hacer que el método no funcione al calcularse un muro en una zona donde se presente esta condición.
- En el análisis probabilístico para determinar la incertidumbre y el índice de confiabilidad, se identificó que los factores de resistencia son inferiores a los indicados en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 dando como resultado factores de resistencia menores a los establecidos para el diseño de muros en voladizo. Por otro lado, se puede concluir que los valores indicados en el Código Colombiano de Puentes CCP-14 y según los artículos estudiados para la determinación de parámetros de resistencia y carga LRFD (Nowak, 1995), finalmente son calibrados por el método de ASD y el resultado de esto se definió como factor de diseño, siendo el método ASD funcional.
- La definición de dos procedimientos para diseñar los muros en voladizo a partir del método LRFD indicado en el Código Colombiano de Puentes CCP-14, permite visualizar de manera probabilística que bajo los parámetros variables utilizados para predimensionamiento y los valores típicos del suelo locales las probabilidades de falla son altas. Estas probabilidades se reducen al definir un muro con propiedades del suelo variable y dimensiones fijas; no obstante, son dimensiones exageradas para lo utilizado en la práctica local.
- La herramienta diseñada para el predimensionamiento de muros al evaluarse por el procedimiento de Código Colombiano de Puentes CCP-14 y por el procedimiento llamado “propuesta” en el presente trabajo, permite identificar en la evaluación de muros con dimensiones fijas y parámetros medios del suelo que lo presentado en el código indica el dimensionamiento de muros más pequeños que el de la propuesta; lo que se puede deberse a que en la propuesta se incluyeron varios factores que no se tienen en cuenta en la norma.

- El cálculo de los factores de resistencia por LRFD al ser calibrados por el método ASD para finalmente definir los factores de diseño, indica que este último es el que controla y determina el diseño; lo cual nos muestra que no se tiene la suficiente información para trabajar con el método LRFD y que el método ASD continúa siendo funcional.
- El Código Colombiano de Puentes CCP-14 es una copia literal de la Norma AASHTO LRFD Bridge Specifications for Highway Bridges (2004), con algunos ajustes en la parte sísmica, lo que puede funcionar para el diseño de muros en voladizo en el país donde se realizaron los cálculos estadísticos para definir los factores de resistencia, ya que posiblemente se elaboró con conjuntos de datos existentes para las diferentes variables; no obstante, al ser una traducción de una norma extranjera es aplicable para las condiciones locales pero puede llevar a un sobredimensionamiento de muros.

### **3.3.2. recomendaciones.**

- Establecer los factores y variables necesarias para el predimensionamiento de cada muro en voladizo que se diseñe en particular, con el fin de poder definir el método a utilizar en el diseño ya sea el método de Esfuerzos Admisibles ASD o el método de Diseño por Factores de Carga y Resistencia LRFD, en donde se puedan evaluar todas las condiciones presentes y no se generen posibles fallas en las construcciones.
- Identificar las diferentes variables y parámetros de suelo a nivel Colombia para los escenarios evaluados, que permitan definir a partir de la práctica y la experiencia un conjunto de datos de parámetros confiable para realizar un análisis que muestre las condiciones reales locales y permita la calibración de factores de diseño para Colombia mediante un análisis de confiabilidad como el realizado en el presente documento.

- Implementar las hojas de cálculo construidas en este proyecto como base para la evaluación de conjuntos de datos que permitan la definición de datos aplicables a nuestra geología.
- Evaluar la información obtenida por parte de entes institucionales mediante convenios interadministrativos si aplica, que puedan reunir y realizar la evaluación de la normatividad vigente y la generación de una normatividad ajustada manteniendo y mejorando los elementos esenciales a partir de la experiencia y practica local.

## Bibliografía

- AASHTO. (2004). *LRFD Bridge Specifications for Highway Bridges* (Third Edition ed.). Washington, D.C., USA: American Associations of State Highway and Transportations Officials.
- Acerias Paz del Río. (2000). *Guía para el Cálculo de Estructuras de Concreto Reforzado Diseño Sismorresistente NSR-98* (Octava Edición ed.). Bogotá, Colombia: Mercadeo y Publicidad.
- AIS. (2010). *Reglamento Colombiano de Contrucción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá.
- Allen, P. (2005). *Development of Geotechnical Resistance Factors and Downdrag Load Factors for LRFD Foundation Strength Limit State Desing, FHWA-NHI-05-052* . National Highway Institute, Washington, D.C.
- Barker, R. D. (1991). *Manuals for the Desing of Bridge Foundations, NCHRP Report 343*. National Research Council, Washington, DC.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis and Desing* (Quinta Edición ed.). McGraw-Hill.
- Caicedo, B. (2013). Manejo de la Incertidumbre en Diseño de Obras Geotecnicas. *Diseño Avanzado de Cimentaciones*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- CEN, C. E. (2010). *Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico* (Vol. Parte 1). AENOR.
- Comittee, T. R. (2010). *LRFD Desing and Construction of Shallow Foundations for Highway Bridge Structures, NCHRP Report 651*.
- Das, B. M. (2006). *Principios de Ingenieria de Cimentaciones* (Quinta edición ed.). Mexico: Cengage Learning Editores, S.A.
- González, Á. (2009). *Factores de Seguridad...Porque Tantos?* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Gregory B. Baecher, J. T. (2003). *Reliability an Statistics in Geotechnical Engineering*. USA.
- INVIAS, AIS , MINTRANSPORTE. (2015). *Norma Colombiana del Diseño de Puentes - LFRD - CCP-14*. Bogotá.
- National Cooperative Highway Research Program. (2008). *Seismic Analysis and Desing of Retaining Walls, Buried Structures, Slopes, and Embankments, NCHRP Report 611*. Washington, D.C.

National Cooperative Highway Research Program. (2010). *LRFD Design and Construction of Shallow Foundations for highway Bridge Structures*, NCHRP Report 651 . Washington, D.C.

Nowak, A. (1995). Calibration of LRFD Bridge Code. *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol.121(No 8), 1245-1251.

UDEP. (s.f.). *Teoria de la Confiabilidad*. Recuperado el 30 de 08 de 2015, de Teoria de la Confiabilidad:  
[http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_154\\_179\\_106\\_1463.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_154_179_106_1463.pdf)

Valencia, C. A. (2015). *Diseño GEotecnico de Cimentaciones Aplicando Factores de Carga y Resistencia (LRFD)*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

## ANEXOS

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

Los términos descritos a continuación fueron tomados de la normatividad vigente utilizada para la elaboración del presente proyecto.

**ASD** - Método de diseño de esfuerzos admisibles.

**Carga** – El efecto de una aceleración, incluyendo la gravedad, deformaciones impuestas o cambios volumétricos.

**Carga mayorada** – Cargas nominales multiplicadas por el factor de carga apropiado especificado por la combinación de carga bajo consideración de diseño.

**Carga Nominal** - Nivel de carga de diseño arbitrariamente seleccionado.

**Cargas permanentes** – Las cargas y las fuerzas que son, o se supone que son, constantes luego de la finalización de la construcción o que varían durante un intervalo de tiempo muy largo.

**Cargas transitorias** – Las cargas y las fuerzas que pueden variar en cortos intervalos de tiempo comparados con la vida útil de la estructura.

**Cimentación** – Elemento de apoyo que deriva su resistencia de transferir su carga al suelo o roca que soporta la estructura.

**COV** – Coeficiente de desviación estándar.

**Diseño** – Dimensionamiento y detallado de los elementos.

**Ductilidad** – Propiedad de un elemento que permite una respuesta inelástica.

**Estado limite** – Condición más allá de la cual el componente deja de satisfacer los requisitos para los cuales fue diseñado.

**Estado limite eventos extremos** – Estado limite relacionado con eventos tales como sismos, con periodos retorno mayores que el periodo de diseño de la estructura.

**Estado límite de resistencia** – Estado limites que se relaciona con la resistencia y la estabilidad durante el ciclo de vida de diseño.

**Estado límite de servicio** – Estado limite que se relaciona con las tensiones, deformaciones y fisuración bajo condiciones regulares de operación.

**Factor de carga** – Multiplicador de base estadística aplicado a efectos de fuerzas que considera fundamentalmente la variabilidad de las cargas, la falta de precisión en los análisis y la probabilidad de ocurrencia simultanea de diferentes cargas, pero que también se relaciona con aspectos estadísticos de la resistencia a través del proceso de calibración.

**Factor de resistencia** – Multiplicador de base estadística aplicado a resistencia nominal que considera fundamentalmente la variabilidad de las probabilidades de los materiales. Las dimensiones estructurales y la calidad de la mano de obra, unido a la incertidumbre en la predicción de la resistencia, pero que también se relaciona con aspectos estadísticos de las cargas a través de proceso de calibración.

**Factor de seguridad** – En la Ingeniería civil en general el factor de seguridad FS se define como la relación entre fuerzas resistentes y actuantes y también puede usarse esfuerzos para evaluar el estado límite de falla.

**FOSM** – Método de calibración primer orden segundo momento.

**Índice de confiabilidad** – Evaluación cuantitativa de la seguridad expresada como la relación de la diferencia entre la resistencia media y la fuerza media sobre la desviación estándar combinada con la resistencia y la fuerza.

**LRFD** – Método de diseño de factores de carga y resistencia basado en la teoría de confiabilidad estructural en la cual los efectos de las fuerzas causados por cargas mayoradas no pueden exceder la resistencia mayorada de los componentes.

**Modificador de carga** – Factor que tiene en cuenta la ductilidad, la redundancia y la clasificación operacional de un puente.

**Muro de contención de gravedad y semigravedad rígidos** – Estructura que provee su apoyo lateral a una masa de suelo y que deben su estabilidad fundamentalmente a su peso propio y al peso de cualquier suelo ubicado directamente sobre su base.

**Presión de suelo activa** – presión lateral que resulta de la retención de tierra por medio de una estructura o componente que tiende a alejarse de la masa de suelo.

**Presión de suelo pasiva** – Presión lateral que resulta de la resistencia del suelo al movimiento lateral de una estructura o componente hacia la masa de suelo.

**Resistencia mayorada** – Resistencia nominal multiplicada por un factor de resistencia.

**Resistencia nominal** – Resistencia de un componente a las solicitaciones de las fuerzas, según lo indicado por las dimensiones especificadas en los documentos contractuales y por las tensiones admisibles, deformaciones o resistencias especificadas de los materiales.

**Sobrecarga** – Carga usada para modelar cargas aplicadas a la parte superior del material retenido.

**Solicitación** – Deformación, tensión o esfuerzo resultante, causado por las cargas aplicadas, deformaciones impuestas o cambios volumétricos.



**ANEXO A. DETERMINACIÓN DE PARÁMETRO  
EXPONENCIAL CONDICIÓN PSEUDOESTÁTICA.  
(Medio Digital)**

**ANEXO B. MACROS DISEÑADAS PARA EL PROYECTO.  
(Medio Digital)**

**ANEXO C. CONJUNTO DE DATOS EVALUACIÓN  
PROCEDIMIENTO CCP-14. (Medio Digital)  
GRAFICAS ÍNDICE CONFIABILIDAD VS FACTOR DE  
RESISTENCIA CALCULADO.**

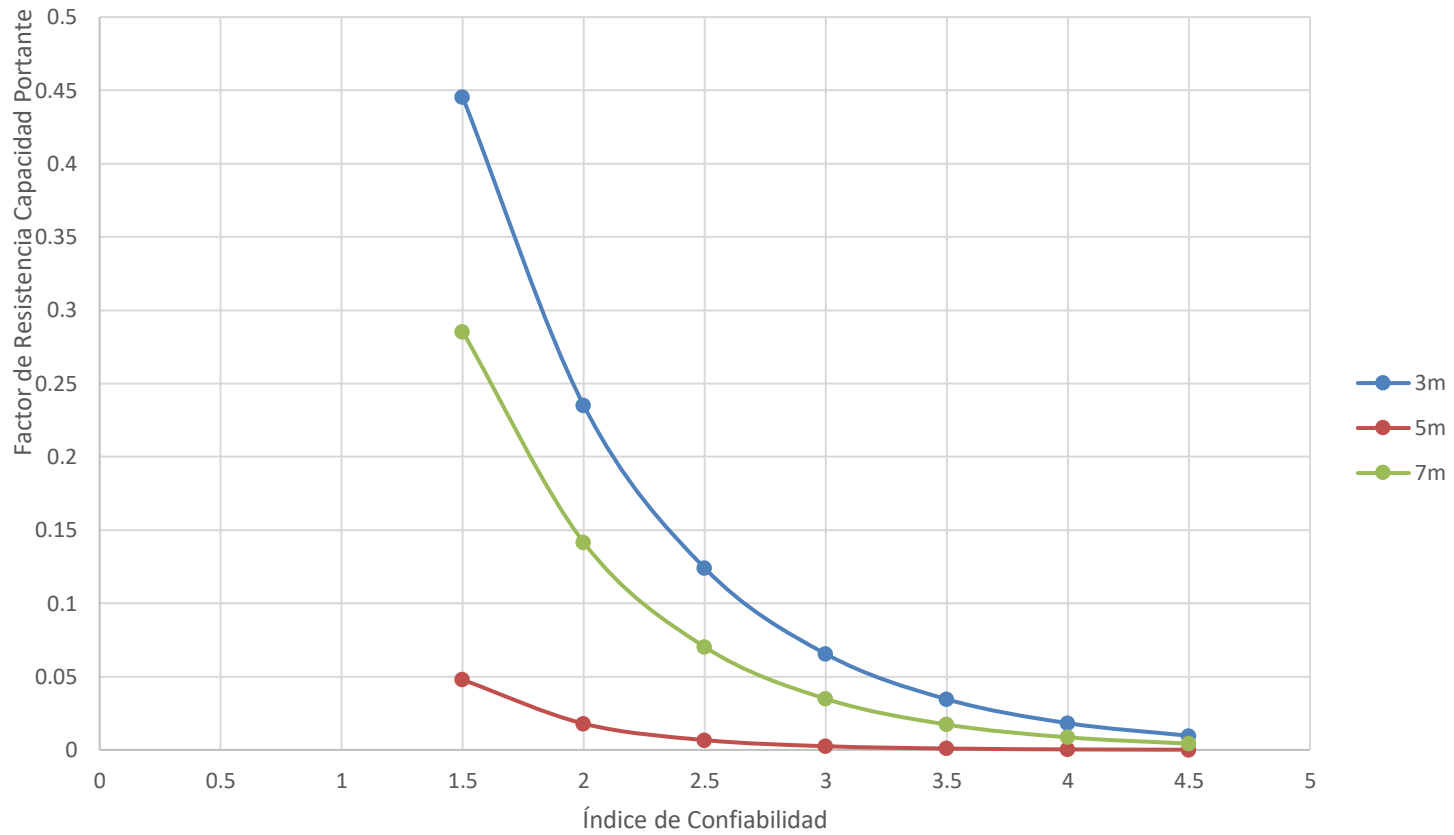
## ESTÁTICO NORMAL PROCEDIMIENTO CCP-14

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.44527392	58%	0.051691617	57%	0.43331504	0%
	2	0.23497718		0.019847398		0.23527561	
	2.5	0.12400069		0.007620563		0.12774681	
	3	0.06543687		0.002925974		0.06936226	
	3.5	0.03453194		0.001123451		0.03766139	
	4	0.01822298		0.000431358		0.02044888	
	4.5	0.00961652		0.000165623		0.01110306	

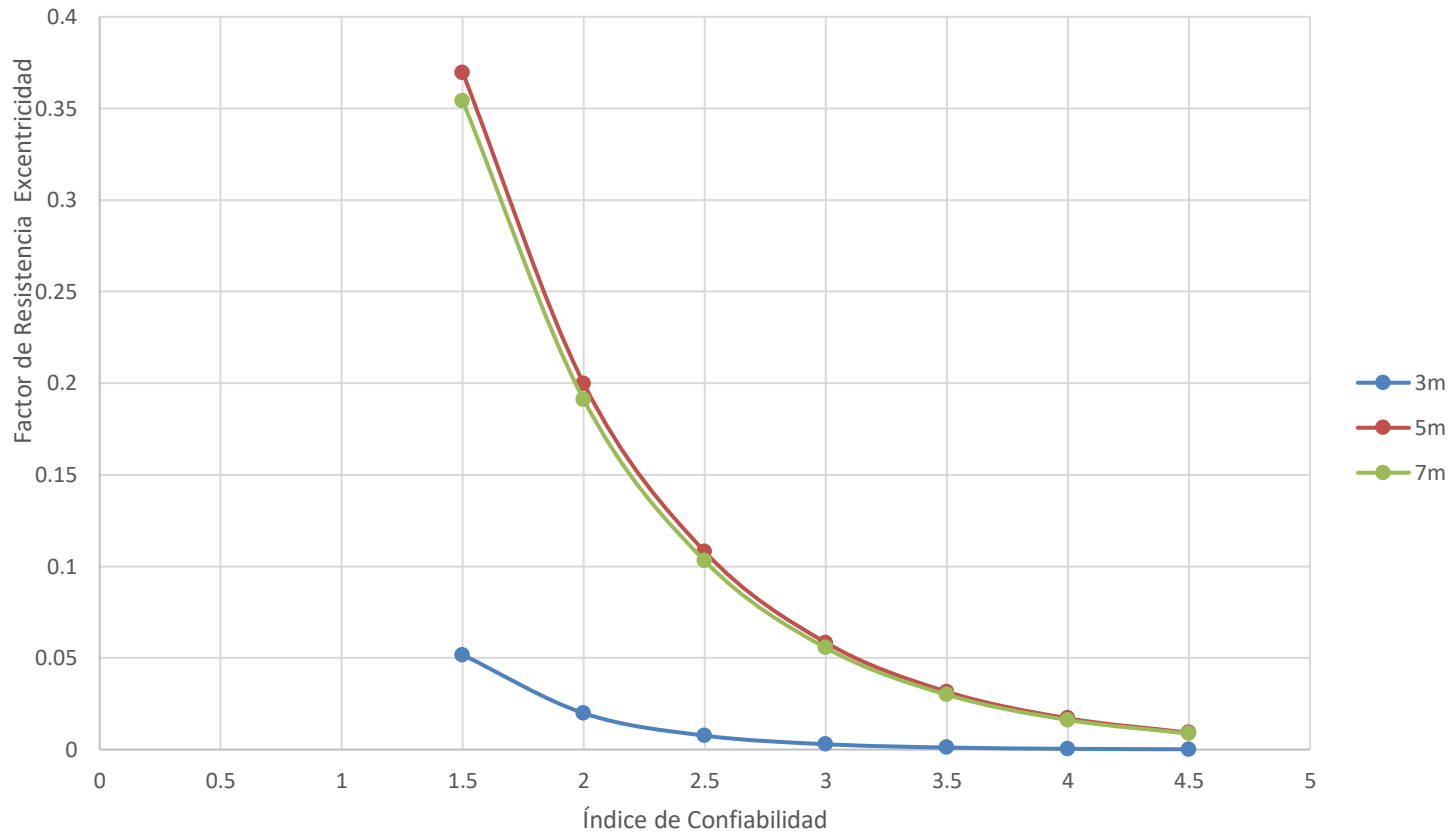
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.04783371	71%	0.369509071	54%	0.00087318	0%
	2	0.01790062		0.199780578		0.00020265	
	2.5	0.00669888		0.108014342		4.7032E-05	
	3	0.0025069		0.058399561		1.0915E-05	
	3.5	0.00093815		0.031574592		2.5333E-06	
	4	0.00035108		0.017071273		5.8794E-07	
	4.5	0.00013138		0.009229838		1.3645E-07	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.28525749	64%	0.354006219	30%	0.0034709	0%
	2	0.1415197		0.190904789		0.00095054	
	2.5	0.07020964		0.102949148		0.00026031	
	3	0.03483185		0.055517345		7.1289E-05	
	3.5	0.0172805		0.029938816		1.9523E-05	
	4	0.00857307		0.016145093		5.3465E-06	
	4.5	0.0042532		0.008706558		1.4642E-06	

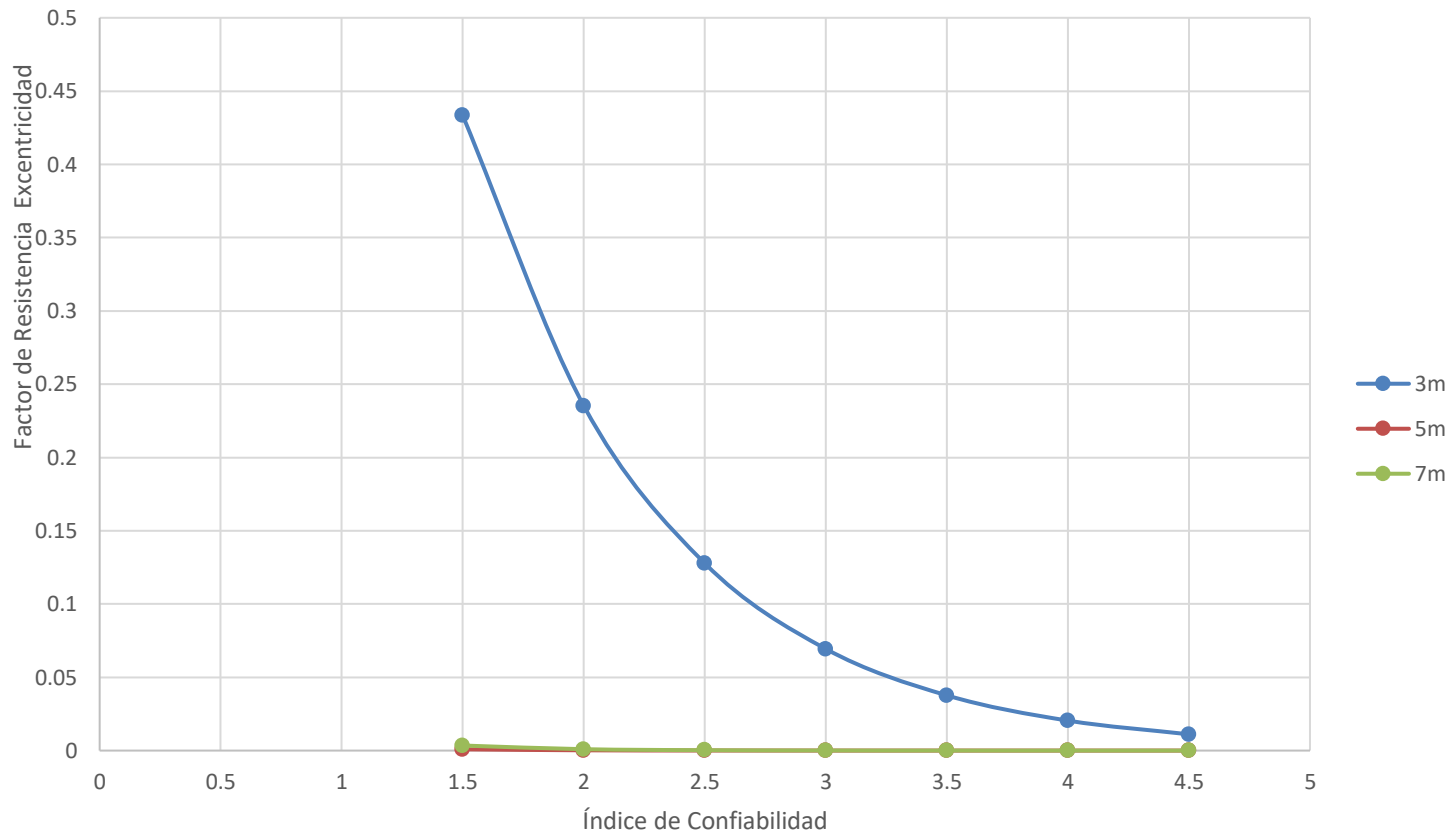
Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - Granular -Estático\_ Normal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - Granular -Estático\_ Normal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - Granular -Estatico\_ Normal  
- CCP14



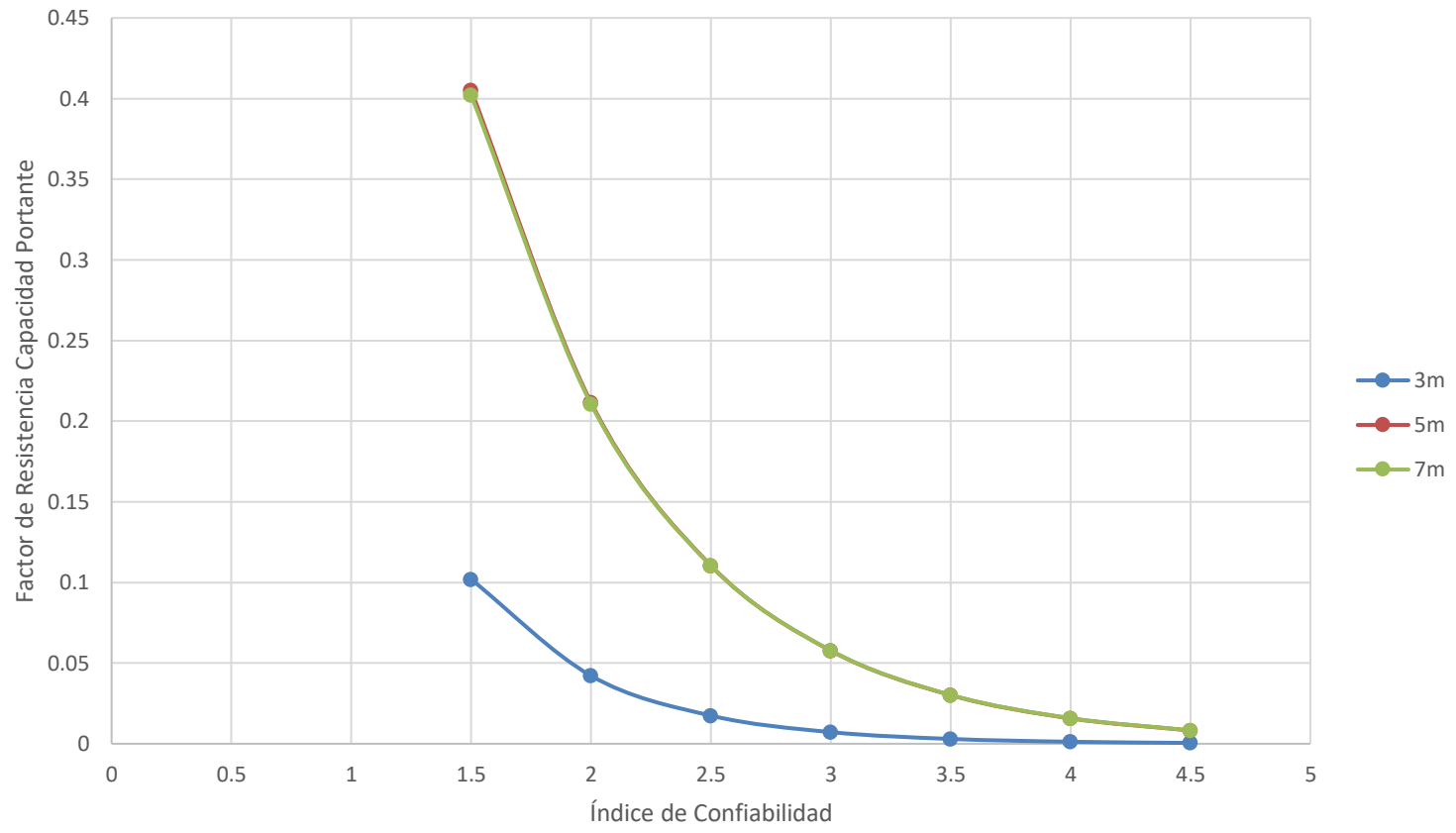
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.10189761	38%	0.376863202	55%	0.43252866	0%
	2	0.0421406		0.199613665		0.23491785	
	2.5	0.0174276		0.105729652		0.10572965	
	3	0.00720733		0.056001975		0.06929761	
	3.5	0.00298065		0.029662645		0.03763738	
	4	0.00123267		0.015711455		0.02044187	
	4.5	0.00050978		0.008321909		0.01110252	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.40502243	46%	0.362983033	47%	0.0009252	0%
	2	0.21153007		0.193855597		0.00021493	
	2.5	0.11047529		0.103530989		4.9928E-05	
	3	0.05769766		0.055292011		1.1598E-05	
	3.5	0.03013362		0.029529385		2.6943E-06	
	4	0.01573781		0.015770535		6.2589E-07	
	4.5	0.00821935		0.00842245		1.454E-07	

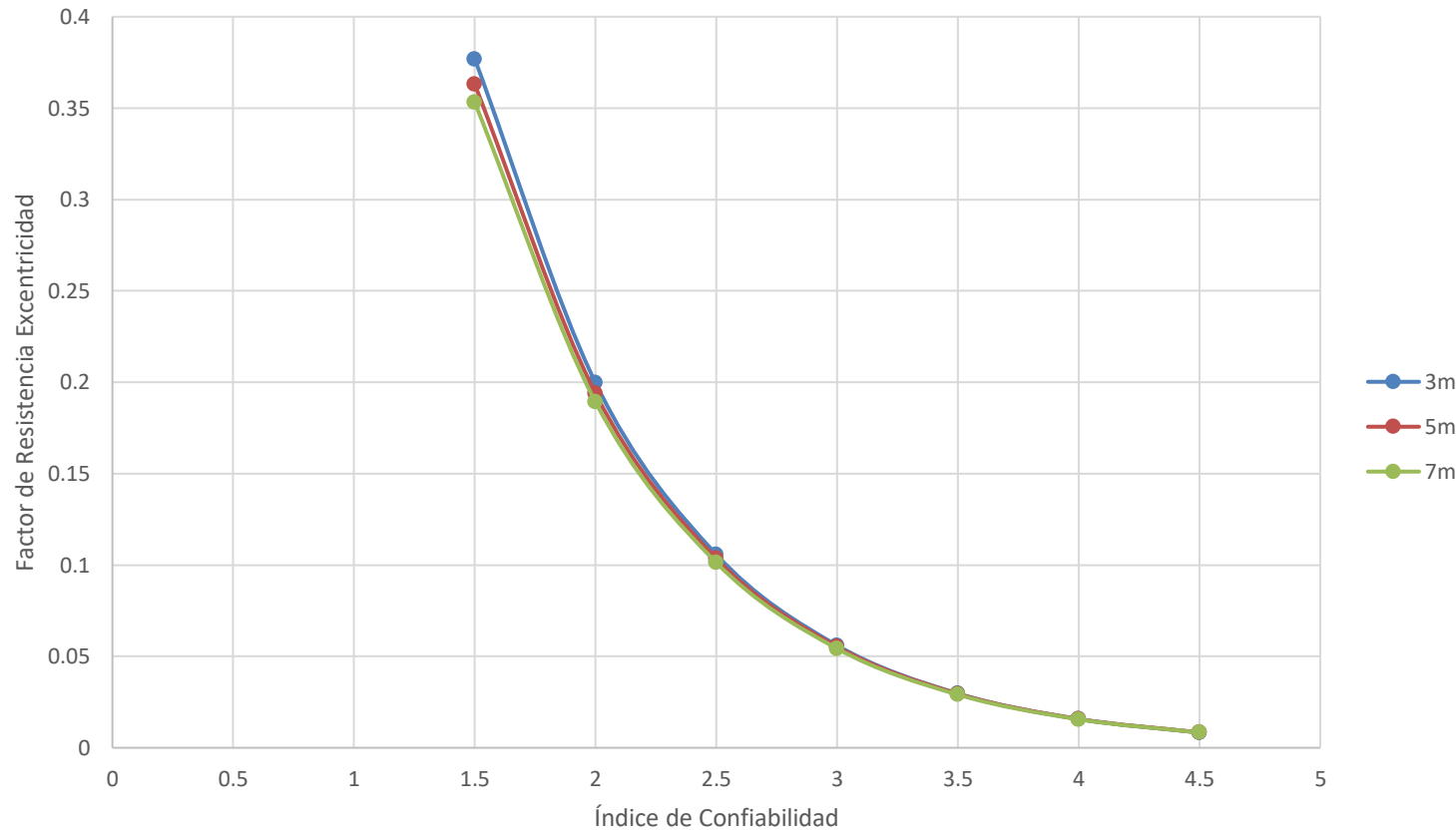
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.40203777	50%	0.353107618	28%	0.0006113	1%
	2	0.21055186		0.189146027		0.00013623	
	2.5	0.11026846		0.101318176		3.036E-05	
	3	0.05774887		0.054272209		6.7659E-06	
	3.5	0.03024376		0.029071513		1.5078E-06	
	4	0.01583901		0.01557248		3.3602E-07	
	4.5	0.00829507		0.008341572		7.4885E-08	



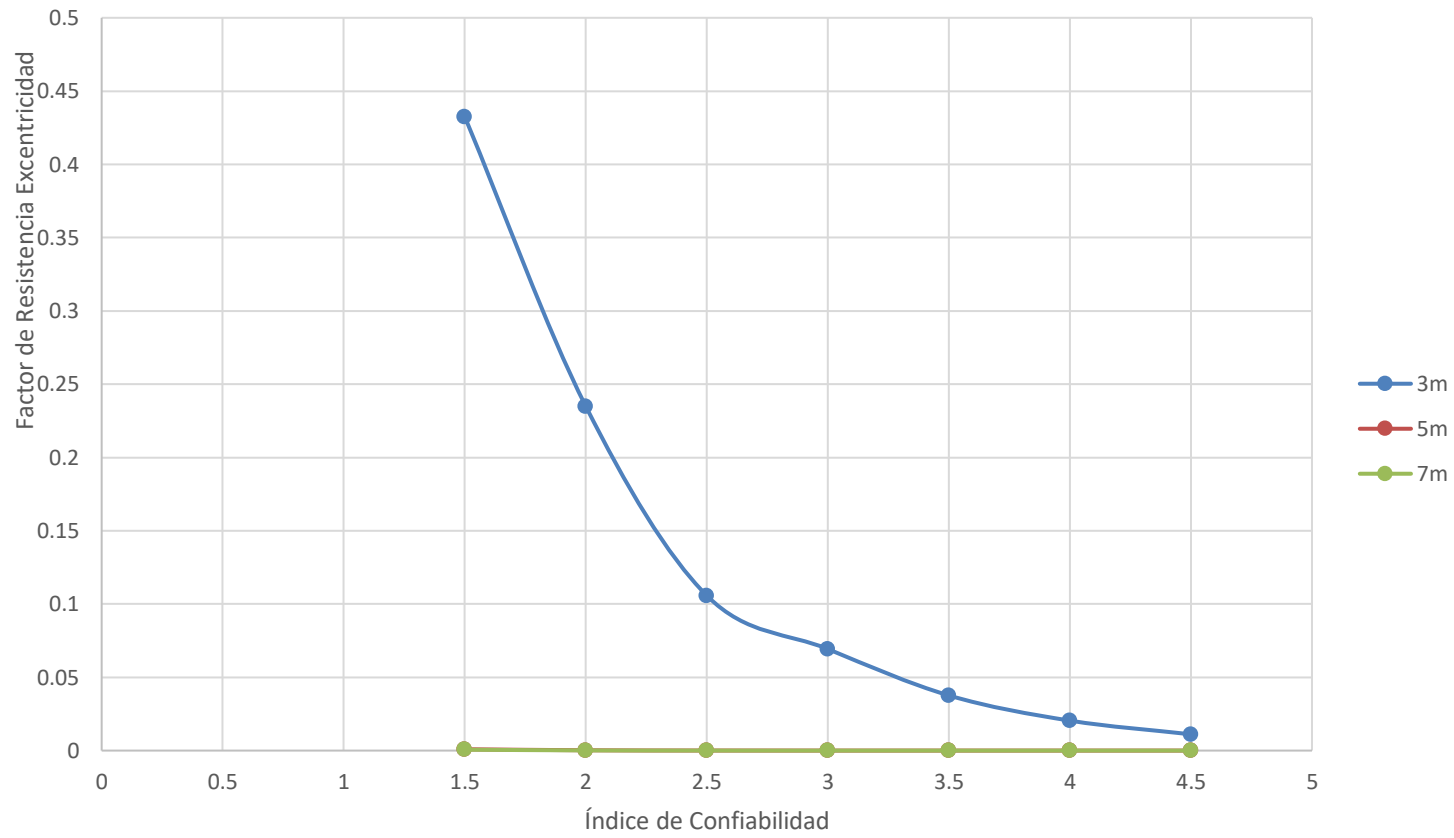
Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - CohesivoFriccionante - Estático\_ Normal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - CohesivoFriccionante -  
Estático\_ Normal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - CohesivoFriccionante -  
Estático\_ Normal - CCP14

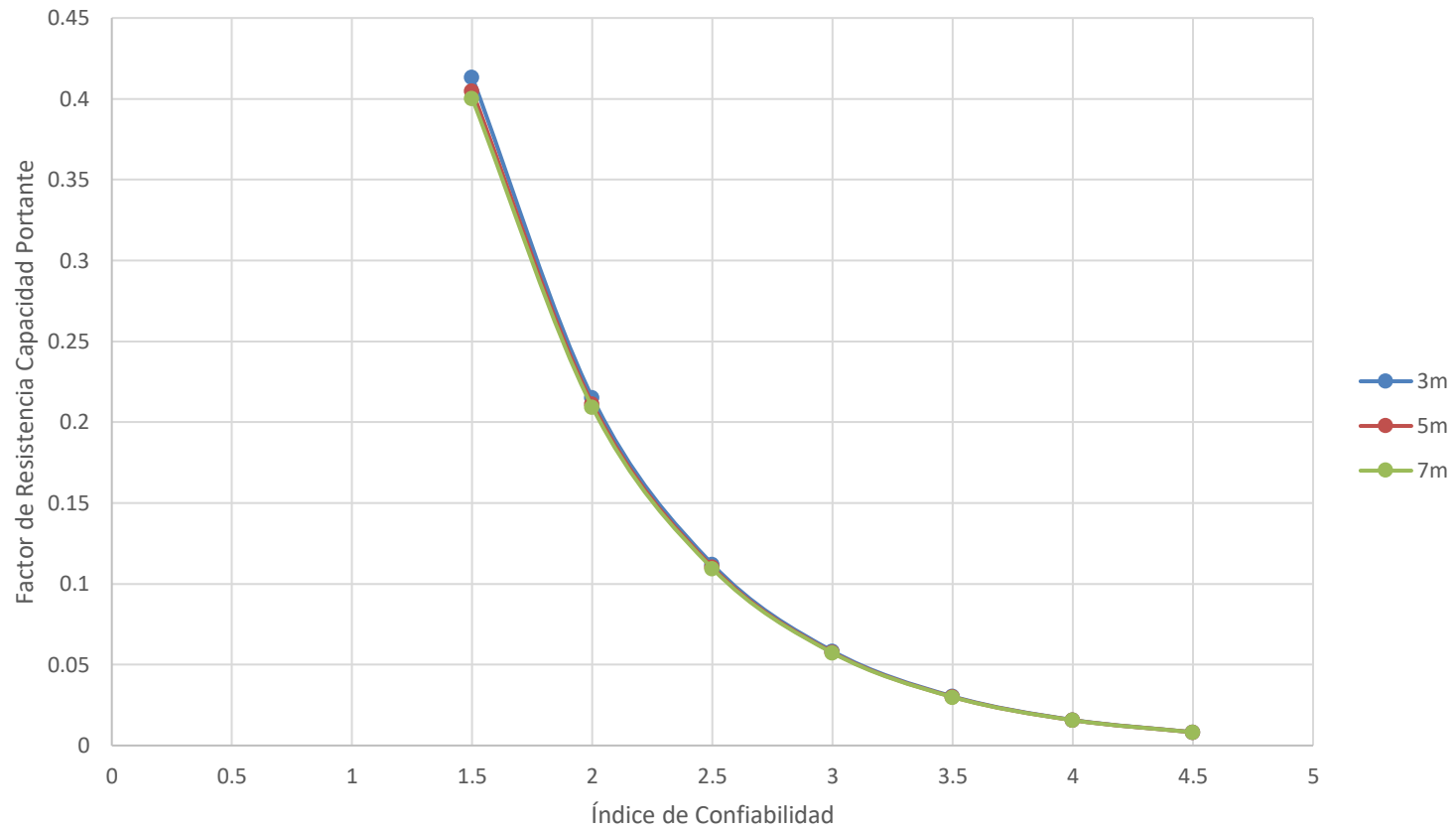


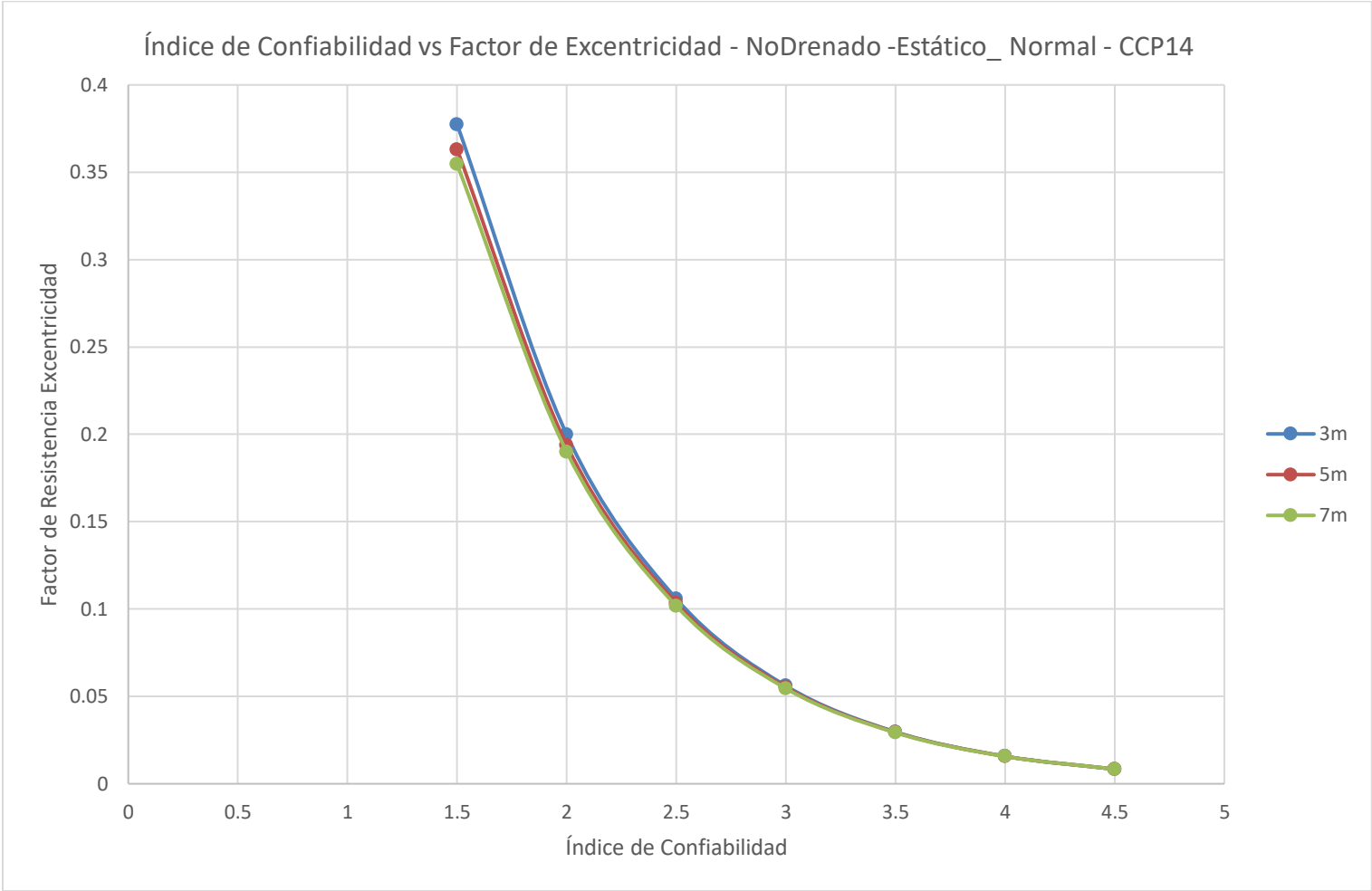
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.41341273	40%	0.377417102	56%	0.00081914	1%
	2	0.21525453		0.199863847		0.00018589	
	2.5	0.1120781		0.105839288		4.2186E-05	
	3	0.0583565		0.05604793		9.5737E-06	
	3.5	0.03038489		0.02968057		2.1726E-06	
	4	0.01582072		0.015717552		4.9306E-07	
	4.5	0.00823748		0.008323339		1.1189E-07	

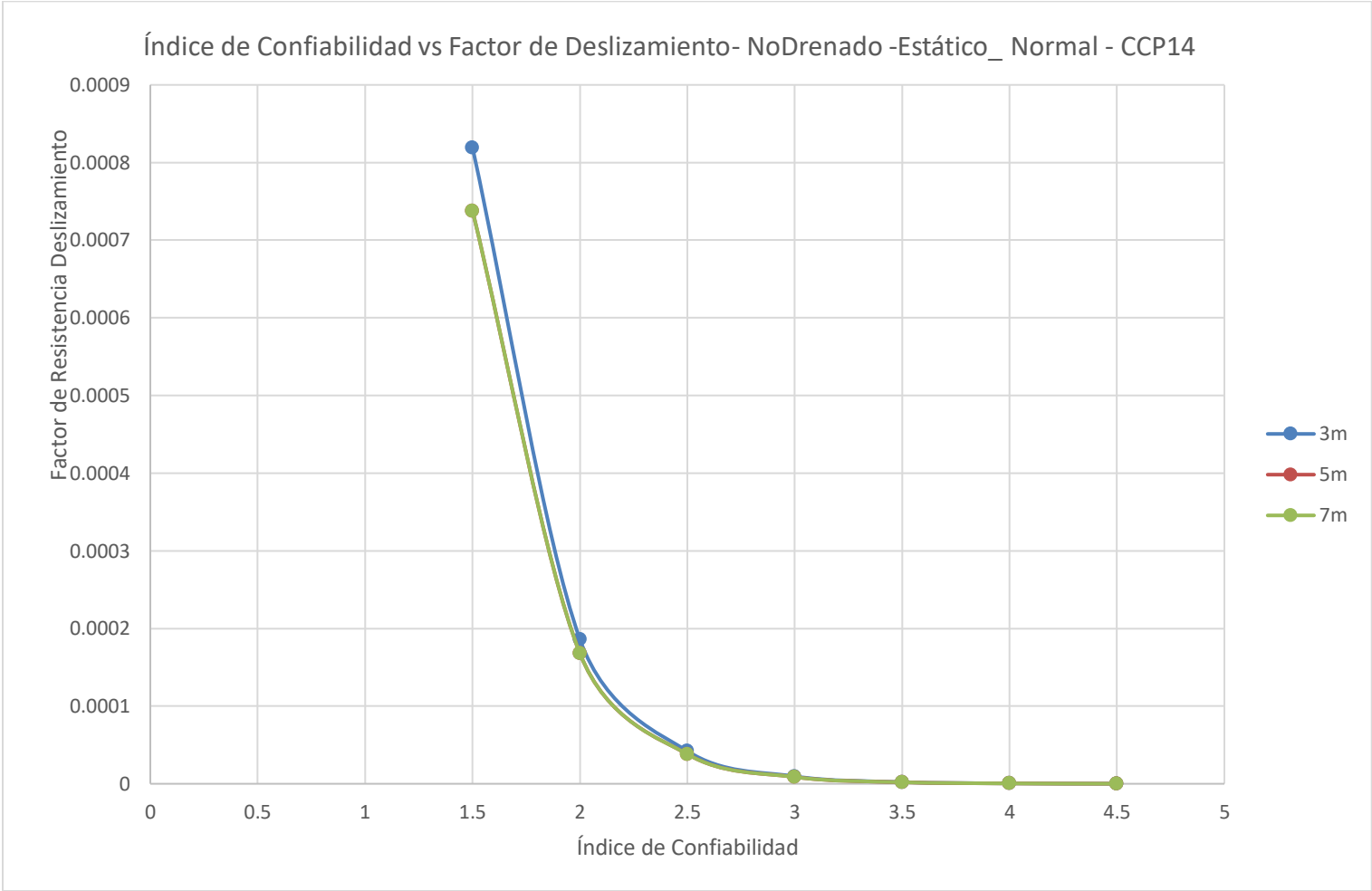
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.40489207	54%	0.363062756	46%	0.00073789	11%
	2	0.2113552		0.193792525		0.00016787	
	2.5	0.11032822		0.103440913		3.8192E-05	
	3	0.05759175		0.055213804		8.689E-06	
	3.5	0.03006311		0.029471551		1.9768E-06	
	4	0.01569306		0.015731072		4.4973E-07	
	4.5	0.00819184		0.008396797		1.0232E-07	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.40020685	60%	0.354528098	30%	0.00073789	11%
	2	0.20931595		0.189937927		0.00016787	
	2.5	0.10947631		0.101758976		3.8192E-05	
	3	0.05725823		0.054517228		8.689E-06	
	3.5	0.02994717		0.029207528		1.9768E-06	
	4	0.01566295		0.015647892		4.4973E-07	
	4.5	0.00819203		0.008383336		1.0232E-07	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - NoDrenado -Estático\_ Normal - CCP14







				Índice de Confiabilidad	3.5					LRFD			ASD		
								Tipo de falla							
								FS		3	1.5		2	1.6	
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento		
Probabilístico	Normal	CCP-14		Granular	Estático	3	0.03453194	0.00112345	0.037661391	0.46792369	0.778615052	0.70188553	0.729951611		
Probabilístico	Normal	CCP-14		Granular	Estático	5	0.00093815	0.03157459	2.53329E-06	0.45373822	0.717281735	0.68060733	0.672451626		
Probabilístico	Normal	CCP-14		Granular	Estático	7	0.0172805	0.02993882	1.9523E-05	0.45170506	0.700572051	0.67755759	0.656786298		
Probabilístico	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	3	0.00298065	0.02966265	0.037637381	0.46791087	0.777011279	0.70186631	0.728448074		
Probabilístico	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	5	0.03013362	0.02952939	2.6943E-06	0.45557955	0.721334809	0.68336933	0.676251383		
Probabilístico	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	7	0.03024376	0.02907151	1.50781E-06	0.45174740	0.700268356	0.67762111	0.656501583		
Probabilístico	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	3	0.03038489	0.02968057	2.17265E-06	0.4676841	0.777077012	0.70152614	0.728509699		
Probabilístico	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	5	0.03006311	0.02947155	1.97679E-06	0.4556874	0.722022541	0.6835311	0.676896132		
Probabilístico	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	7	0.02994717	0.02920753	1.97679E-06	0.45174662	0.700469227	0.67761993	0.6566899		



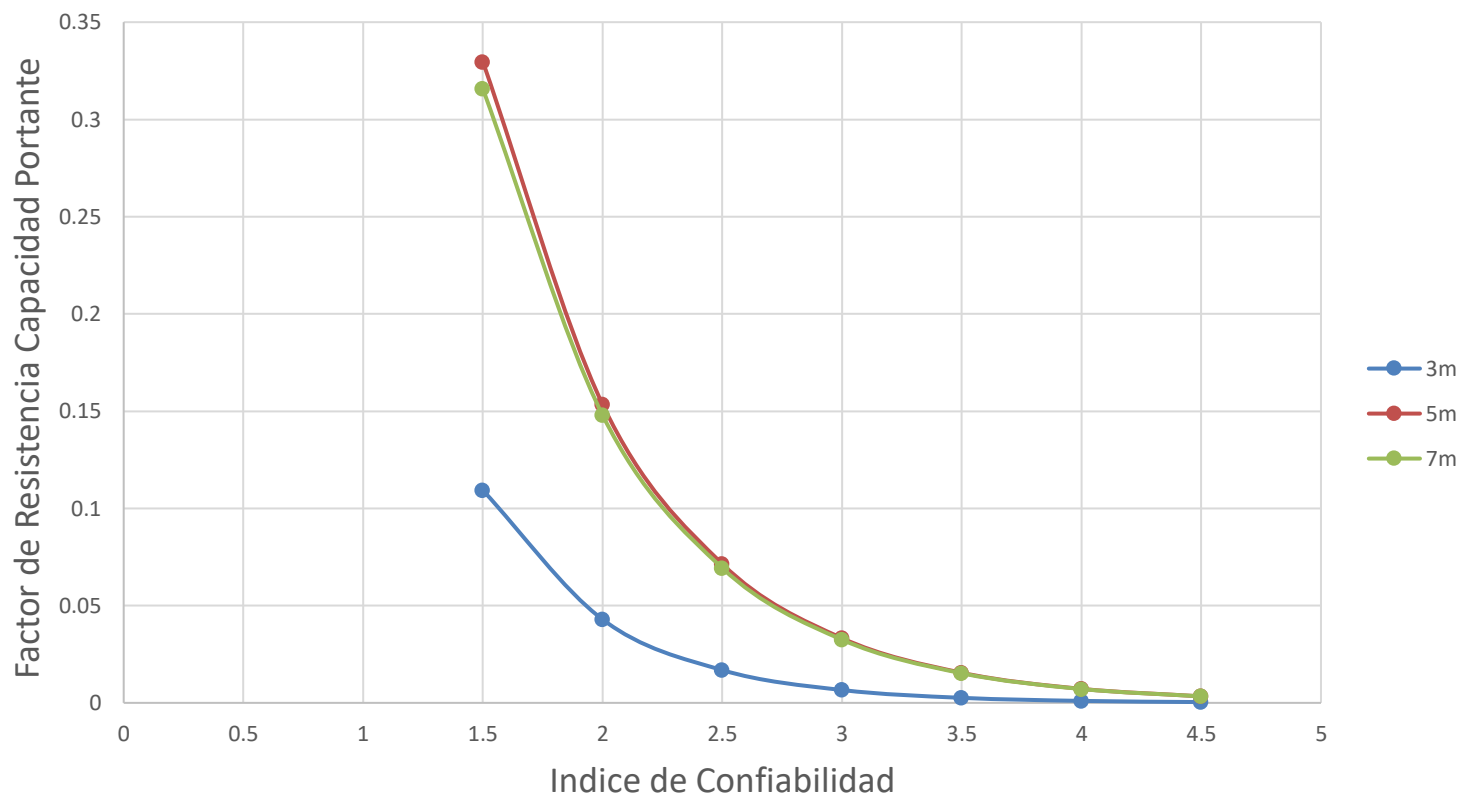
## ESTÁTICO LOGNORMAL PROCEDIMIENTO CCP-14

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.10931146	49%	0.320776022	70%	0.0014739	33%
	2	0.04288388		0.154354632		0.00034213	
	2.5	0.01682374		0.074274106		7.9416E-05	
	3	0.00660011		0.035740054		1.8434E-05	
	3.5	0.00258928		0.017197803		4.2791E-06	
	4	0.0010158		0.008275433		9.9328E-07	
	4.5	0.00039851		0.003982067		2.3056E-07	

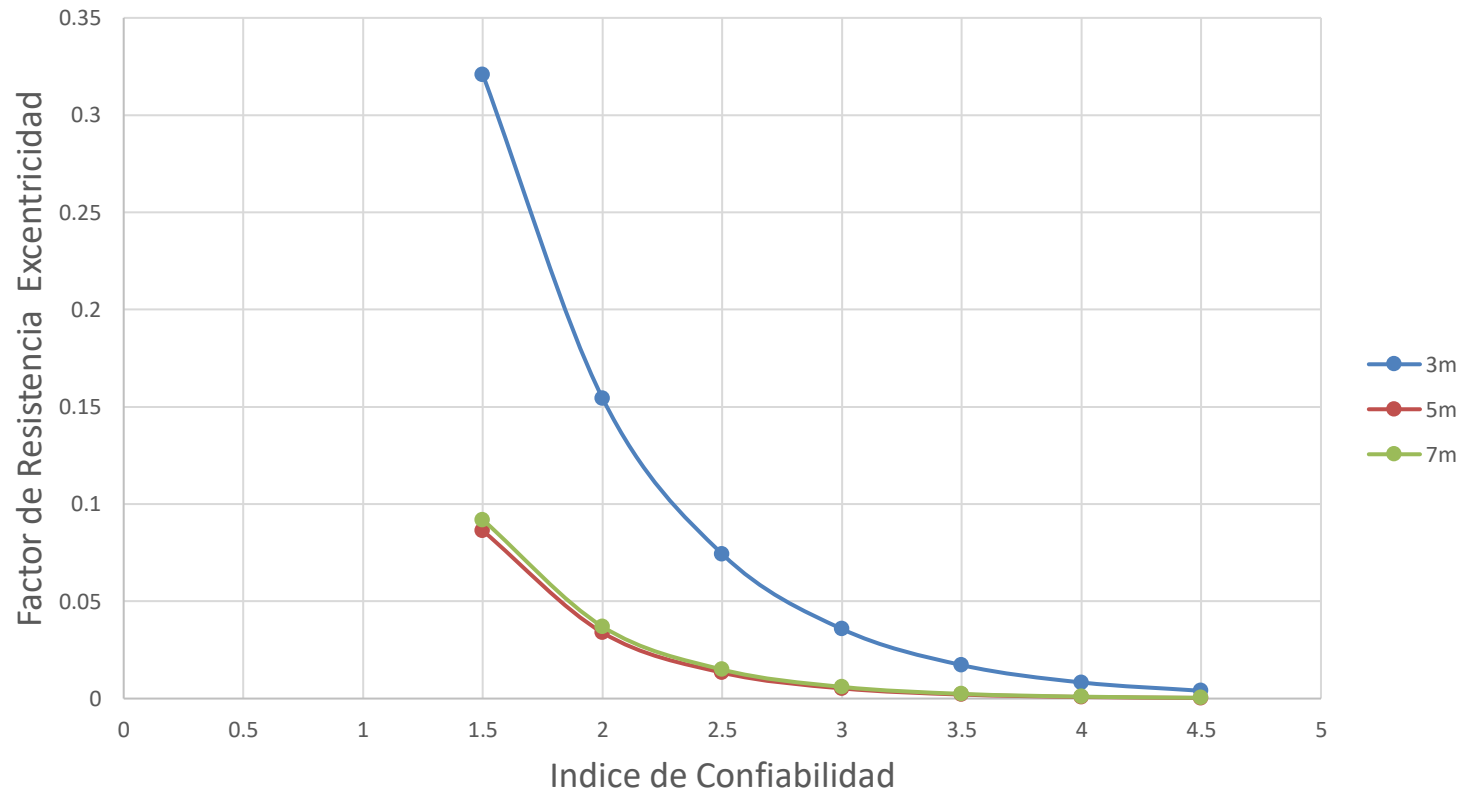
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.32962424	13%	0.086291057	87%	0.37578041	13%
	2	0.15343785		0.033890523		0.18662596	
	2.5	0.07142427		0.013310389		0.09268511	
	3	0.03324751		0.005227611		0.04603073	
	3.5	0.01547649		0.002053127		0.02286051	
	4	0.0072042		0.000806359		0.01135334	
	4.5	0.00335351		0.000316695		0.00563848	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.31568069	60%	0.091911719	45%	0.36811693	23%
	2	0.14790673		0.036994344		0.18538327	
	2.5	0.06929914		0.014890174		0.09335881	
	3	0.03246891		0.005993275		0.04701539	
	3.5	0.01521275		0.002412285		0.0236769	
	4	0.00712767		0.000970942		0.01192366	
	4.5	0.00333955		0.000390803		0.00600474	

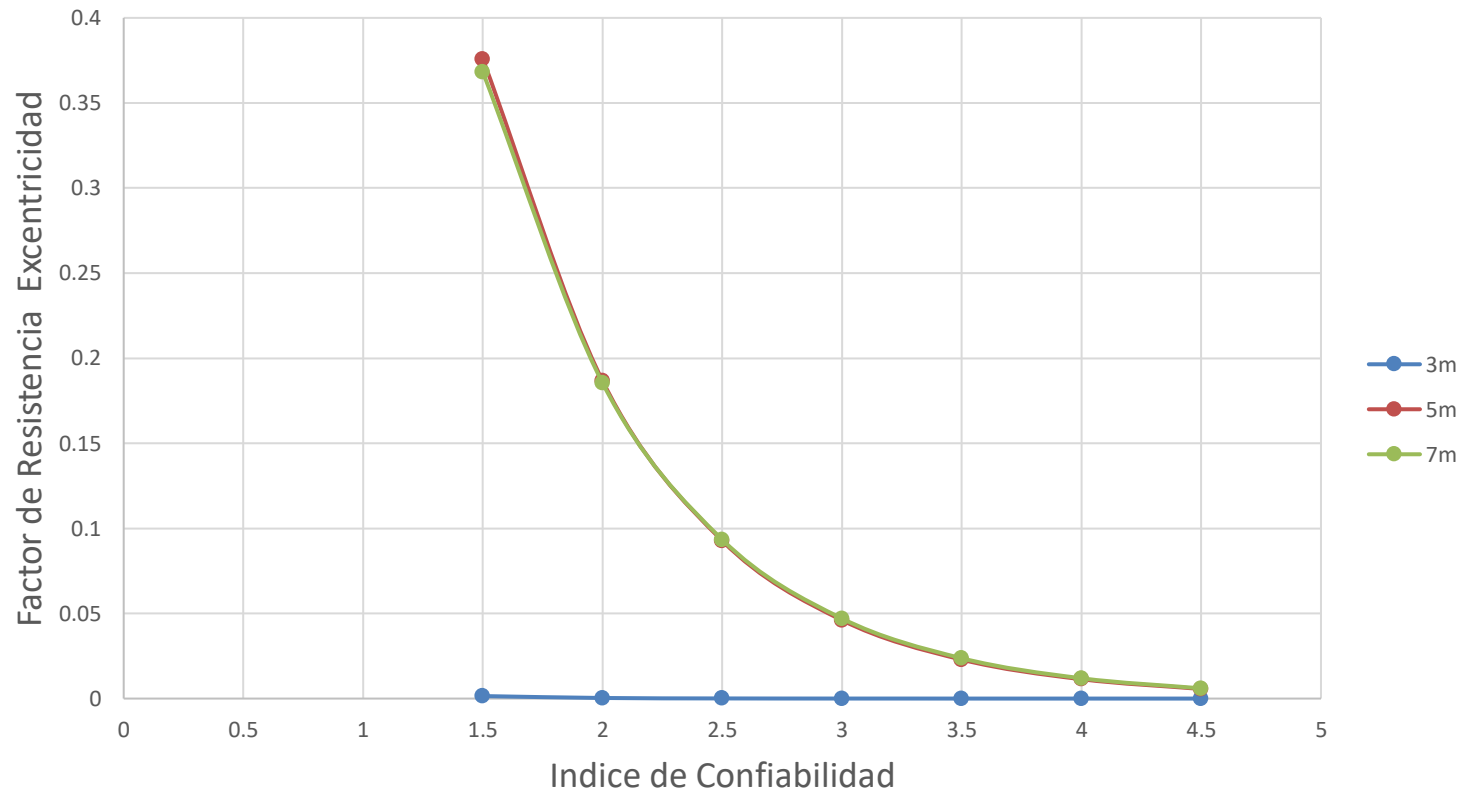
### Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - Granular -Estatico\_ LogNormal - CCP14



### Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - Granular -Estatico\_ LogNormal - CCP14



### Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - Granular -Estatico\_ LogNormal - CCP14

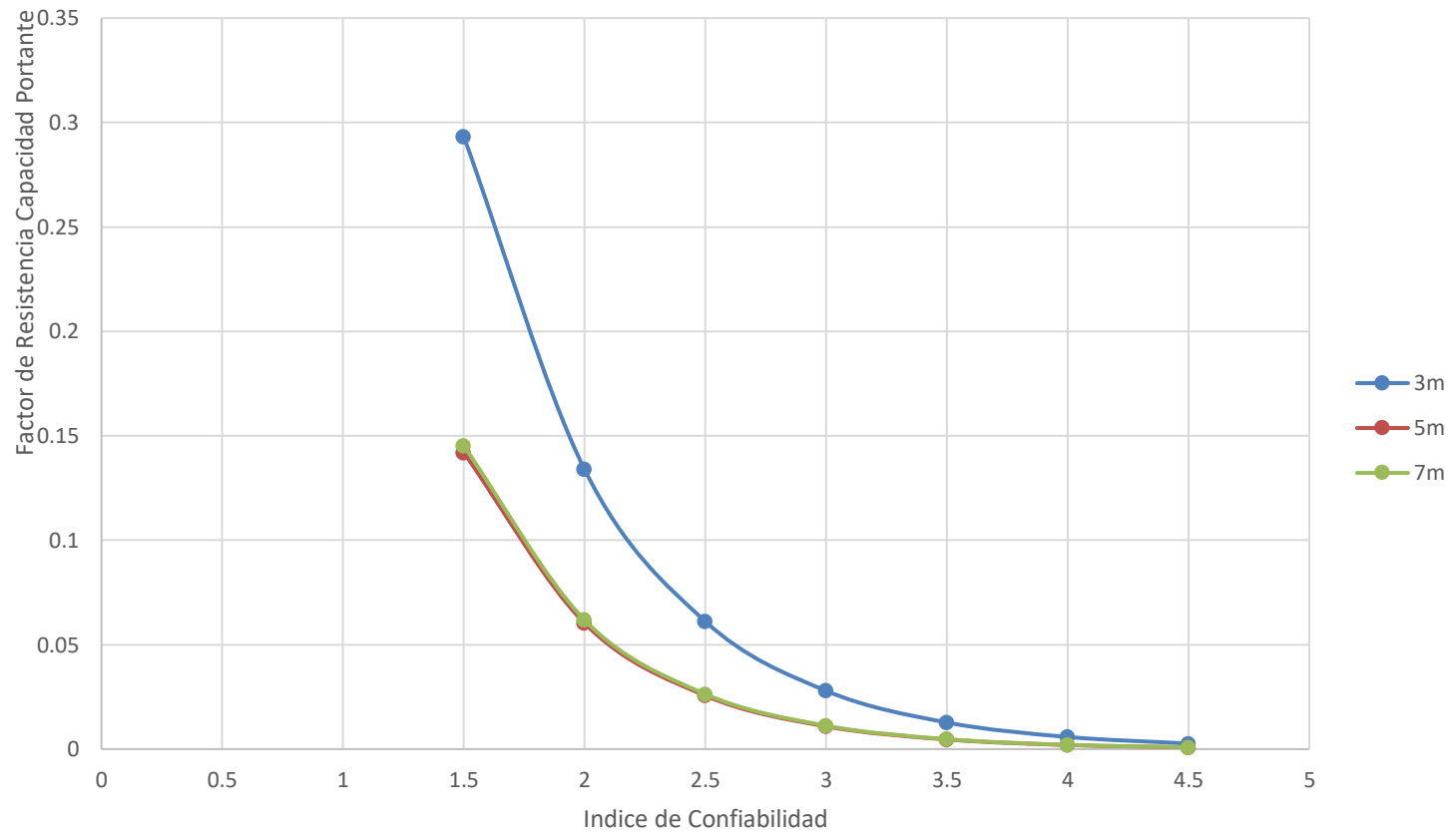


Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.29329642	44%	0.082386367	72%	0.39864394	42%
	2	0.13388733		0.031939631		0.19858166	
	2.5	0.06111843		0.012382389		0.09892205	
	3	0.02790004		0.004800417		0.04927732	
	3.5	0.01273613		0.001861031		0.02454715	
	4	0.00581394		0.000721486		0.01222799	
	4.5	0.00265401		0.000279707		0.00609129	

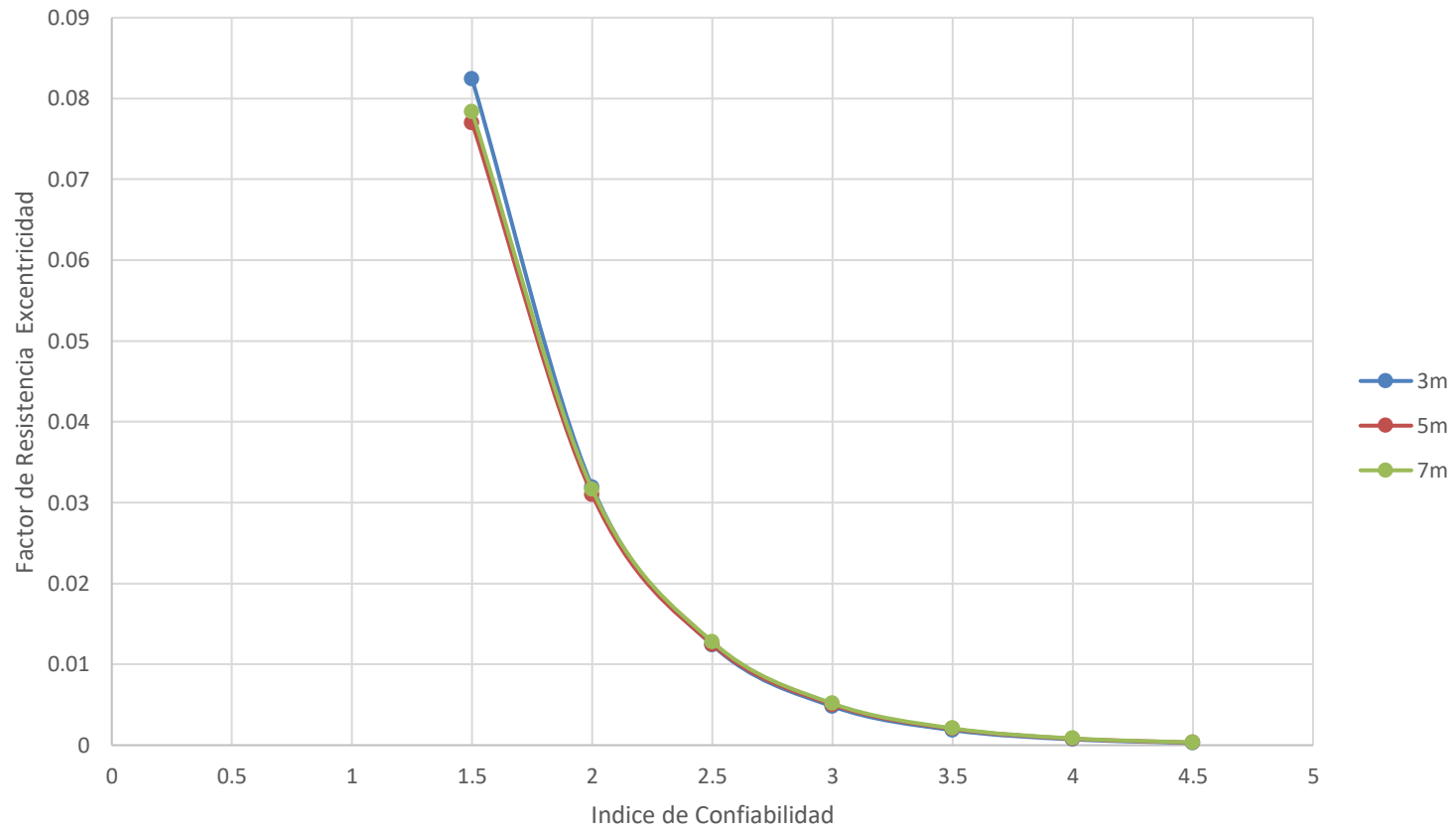
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.14199152	47%	0.076984762	31%	0.37623055	6%
	2	0.06028389		0.030962308		0.19605364	
	2.5	0.02559412		0.012452653		0.1021635	
	3	0.01086623		0.005008301		0.05323737	
	3.5	0.00461337		0.002014276		0.02774198	
	4	0.00195865		0.000810117		0.01445634	
	4.5	0.00083156		0.000325819		0.00753319	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.14513973	56%	0.078330979	21%	0.36791786	13%
	2	0.06179109		0.031643221		0.19136794	
	2.5	0.02630664		0.012782854		0.09953767	
	3	0.01119966		0.005163866		0.05177329	
	3.5	0.00476809		0.002086037		0.02692924	
	4	0.00202994		0.000842693		0.01400691	
	4.5	0.00086422		0.000340421		0.00728552	

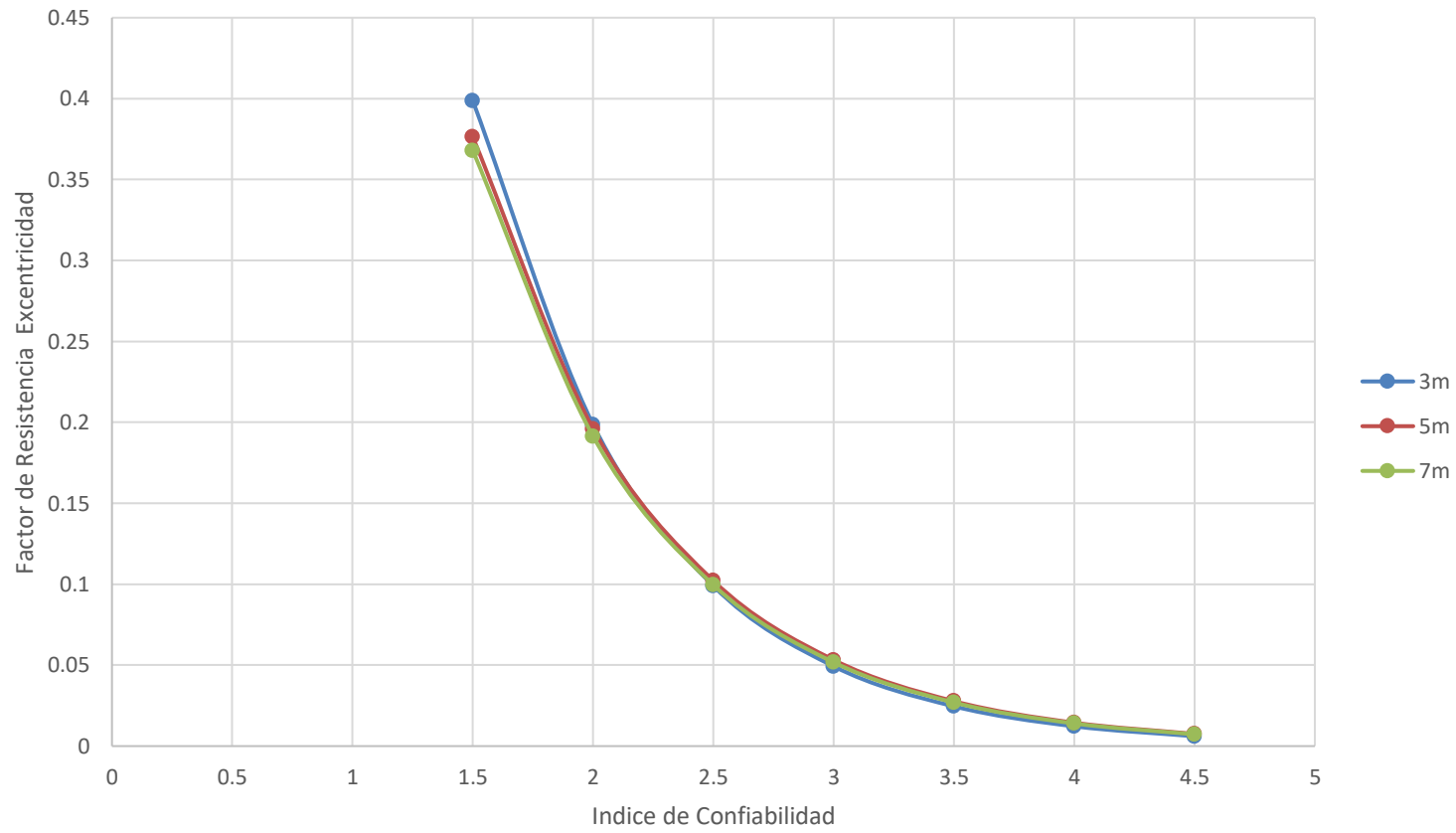
Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante -Estatico\_ LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - CohesivoFriccionante-  
Estatico\_ LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - CohesivoFriccionante-  
Estatico\_ LogNormal - CCP14



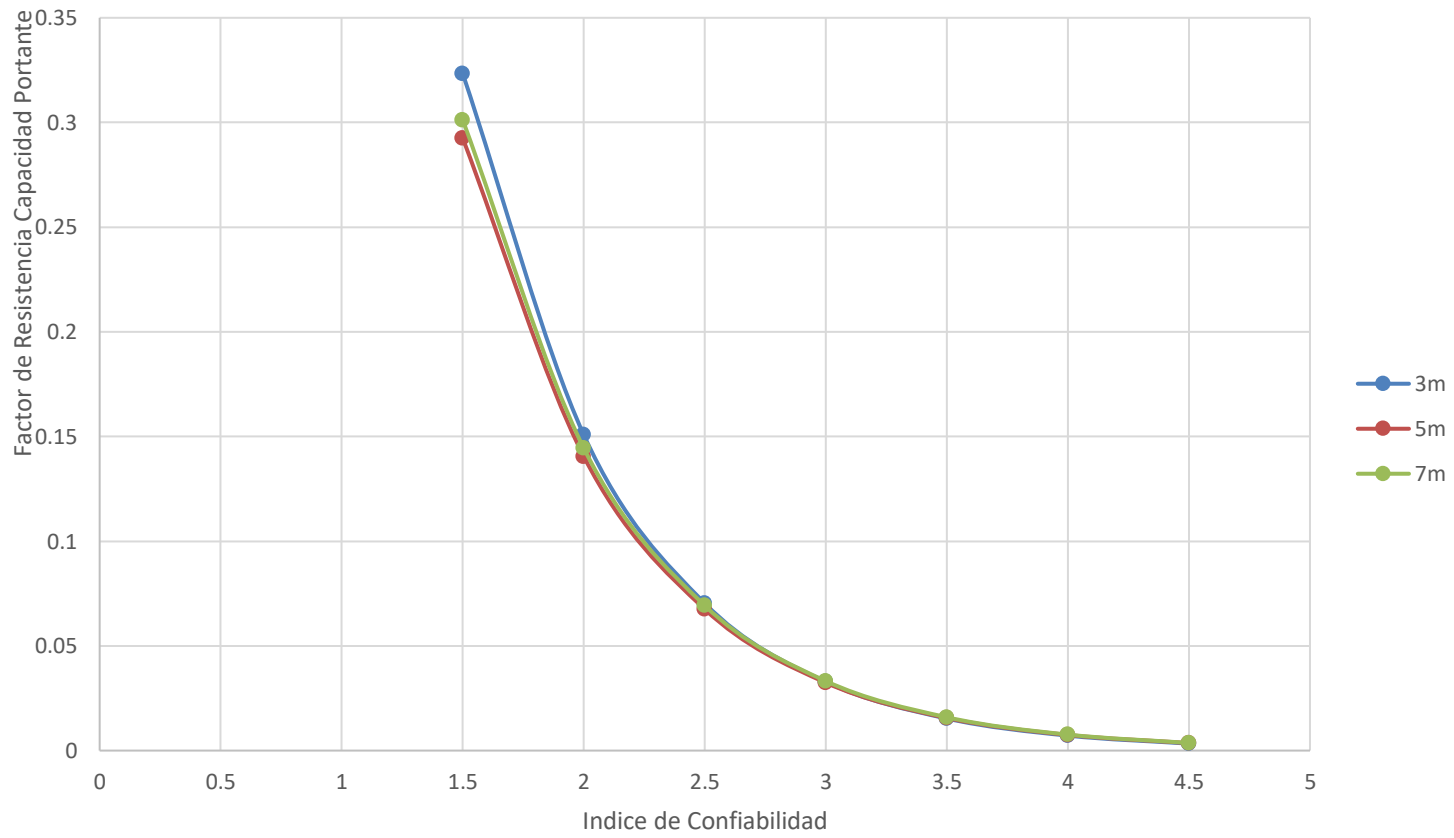


Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.32330548	42%	0.08177951	73%	0.39985304	58%
	2	0.15079478		0.03182552		0.20043963	
	2.5	0.07033307		0.0123853		0.10047703	
	3	0.03280445		0.00481989		0.05036745	
	3.5	0.01530052		0.00187572		0.02524836	
	4	0.0071364		0.00072996		0.01265658	
	4.5	0.00332853		0.00028407		0.00634453	

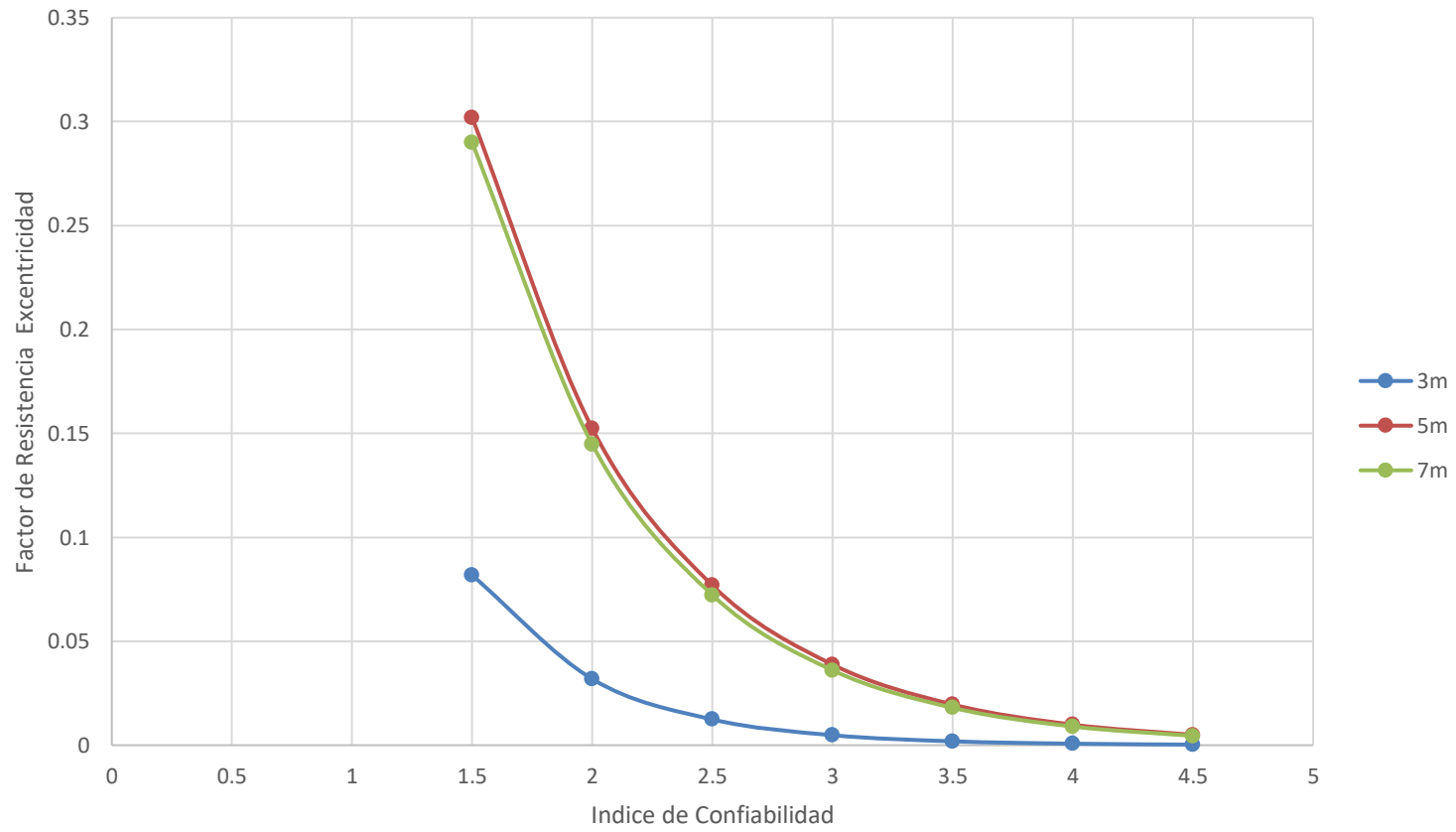
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.29245586	56%	0.30184644	35%	0.00120321	22%
	2	0.14048041		0.15233359		0.00028363	
	2.5	0.0674794		0.07687857		6.6859E-05	
	3	0.03241356		0.0387985		1.5761E-05	
	3.5	0.01556977		0.01958054		3.7152E-06	
	4	0.0074789		0.00988176		8.7578E-07	
	4.5	0.00359247		0.00498705		2.0644E-07	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.30119221	60%	0.28983716	21%	0.00183565	41%
	2	0.14441298		0.14467934		0.0004531	
	2.5	0.06924186		0.07222025		0.00011184	
	3	0.03319948		0.03605051		2.7605E-05	
	3.5	0.01591819		0.0179955		6.8139E-06	
	4	0.00763231		0.00898289		1.6819E-06	
	4.5	0.00365947		0.00448403		4.1514E-07	

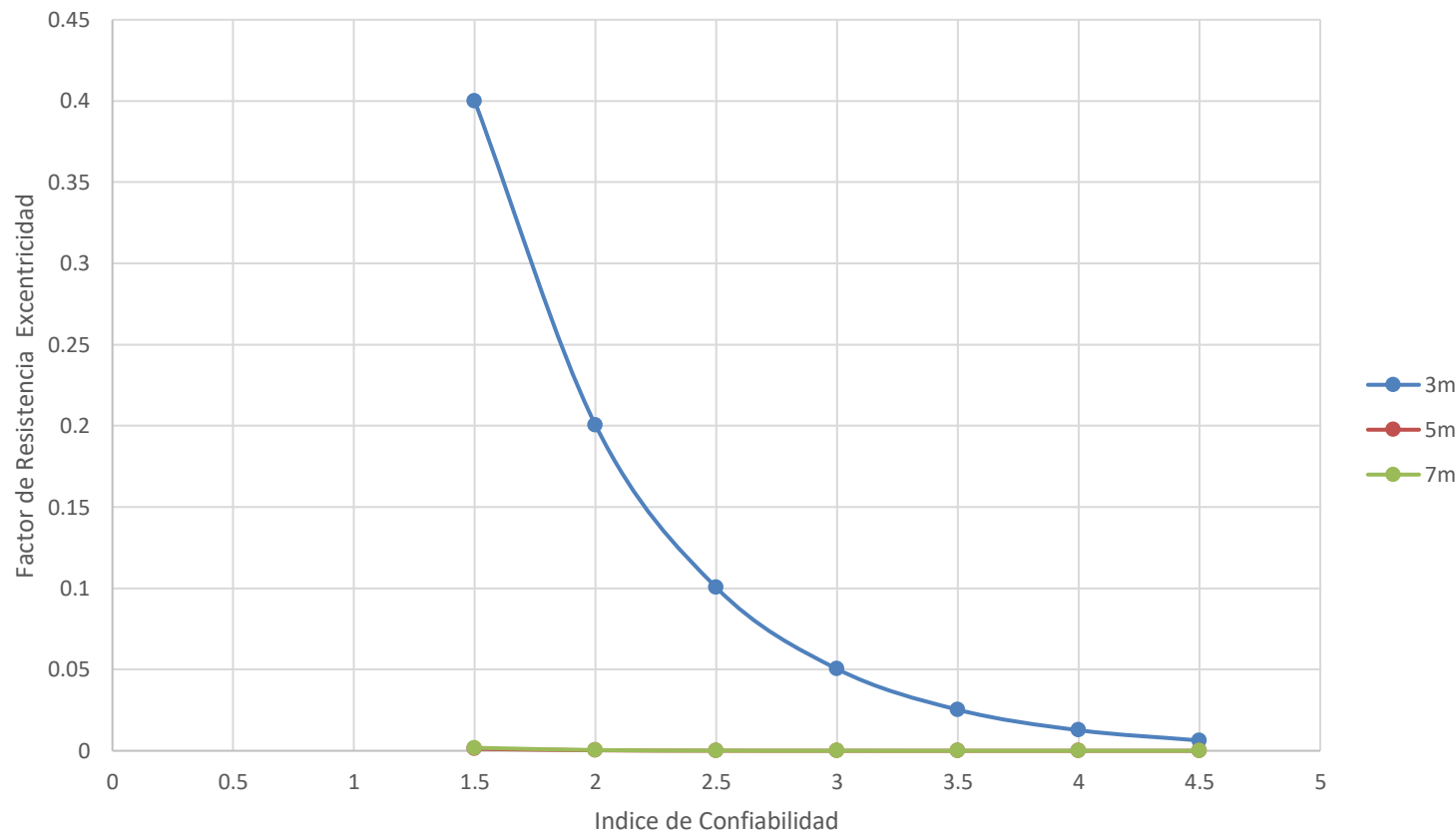
Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - No Drenado -Estatico\_  
LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - No Drenado -Estatico\_  
LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - No Drenado -Estatico\_  
LogNormal - CCP14



		Índice de Confiabilidad	3.5				LRFD			ASD				
					Tipo de falla									
					FS			3		1.5		2		1.6
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		Granular	Estático	3	0.00258928	0.0171978	4.27908E-06	0.45882669	0.738620959	0.68824004	0.692457149	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		Granular	Estático	5	0.01547649	0.00205313	0.022860505	0.45010226	0.699040597	0.67515339	0.65535056	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		Granular	Estático	7	0.01521275	0.00241229	0.023676899	0.44729416	0.682016335	0.67094125	0.639390314	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	3	0.01273613	0.00186103	0.02454715	0.45887701	0.741163564	0.68831552	0.694840842	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	5	0.00461337	0.00201428	0.027741982	0.44634994	0.689429077	0.66952491	0.646339759	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	7	0.00476809	0.00208604	0.026929239	0.44426477	0.675214557	0.66639715	0.633013647	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		No drenado	Estático	3	0.01530052	0.00187572	0.02524836	0.45894881	0.741564031	0.68842321	0.695216279	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		No drenado	Estático	5	0.01556977	0.01958054	3.71521E-06	0.44653316	0.690942507	0.66979974	0.6477586	
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		No drenado	Estático	7	0.01591819	0.0179955	6.81392E-06	0.44436926	0.675457007	0.66655389	0.633240944	

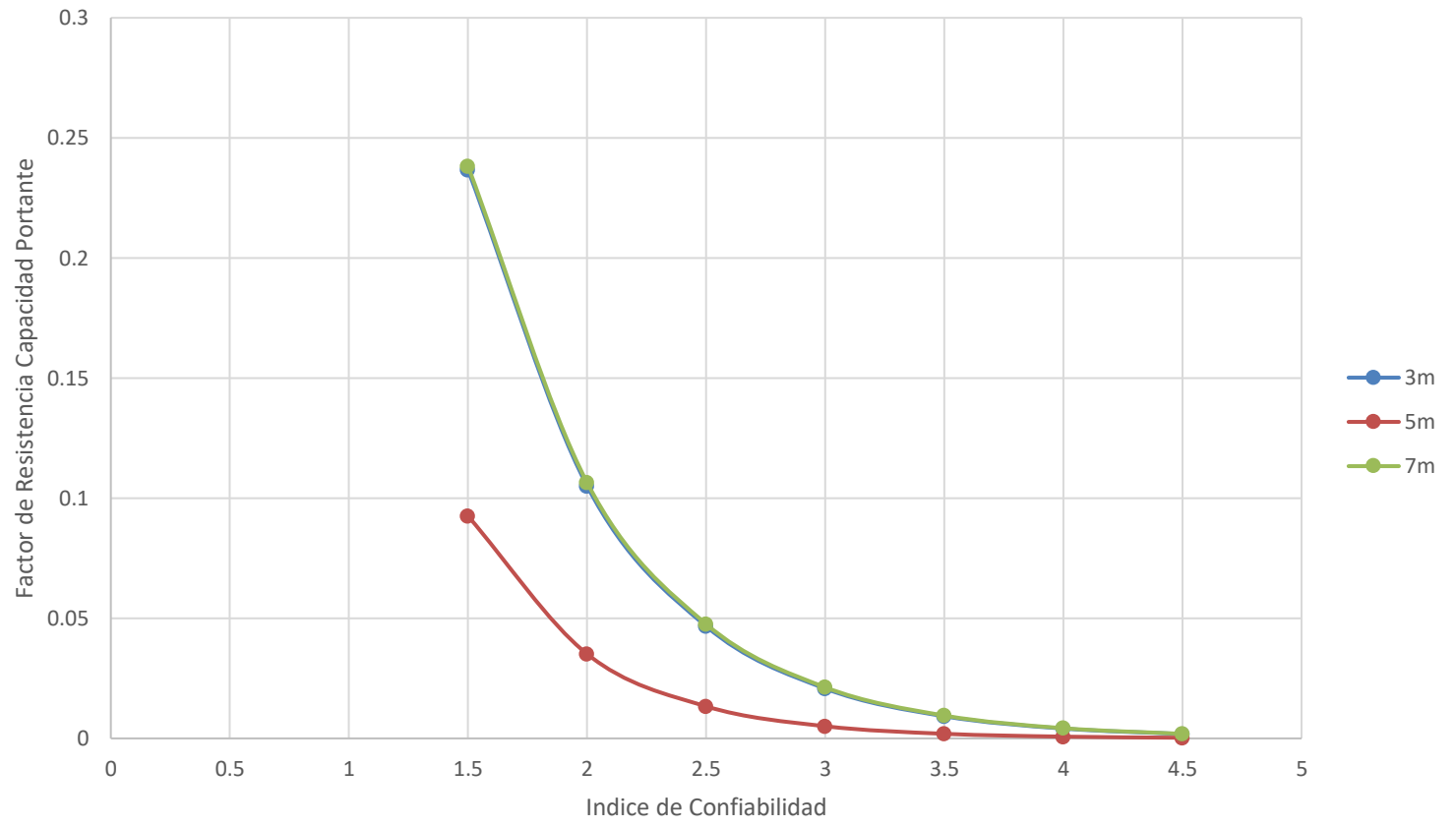
## PSEUDOESTÁTICO NORMAL PROCEDIMIENTO CCP-14

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.23662956	25%	0.194463394	65%	0.00090266	0%
	2	0.10510842		0.083732735		0.00019442	
	2.5	0.04668808		0.036053937		4.1875E-05	
	3	0.02073836		0.015524231		9.0191E-06	
	3.5	0.00921177		0.006684478		1.9426E-06	
	4	0.00409177		0.002878226		4.184E-07	
	4.5	0.00181752		0.001239317		9.0116E-08	

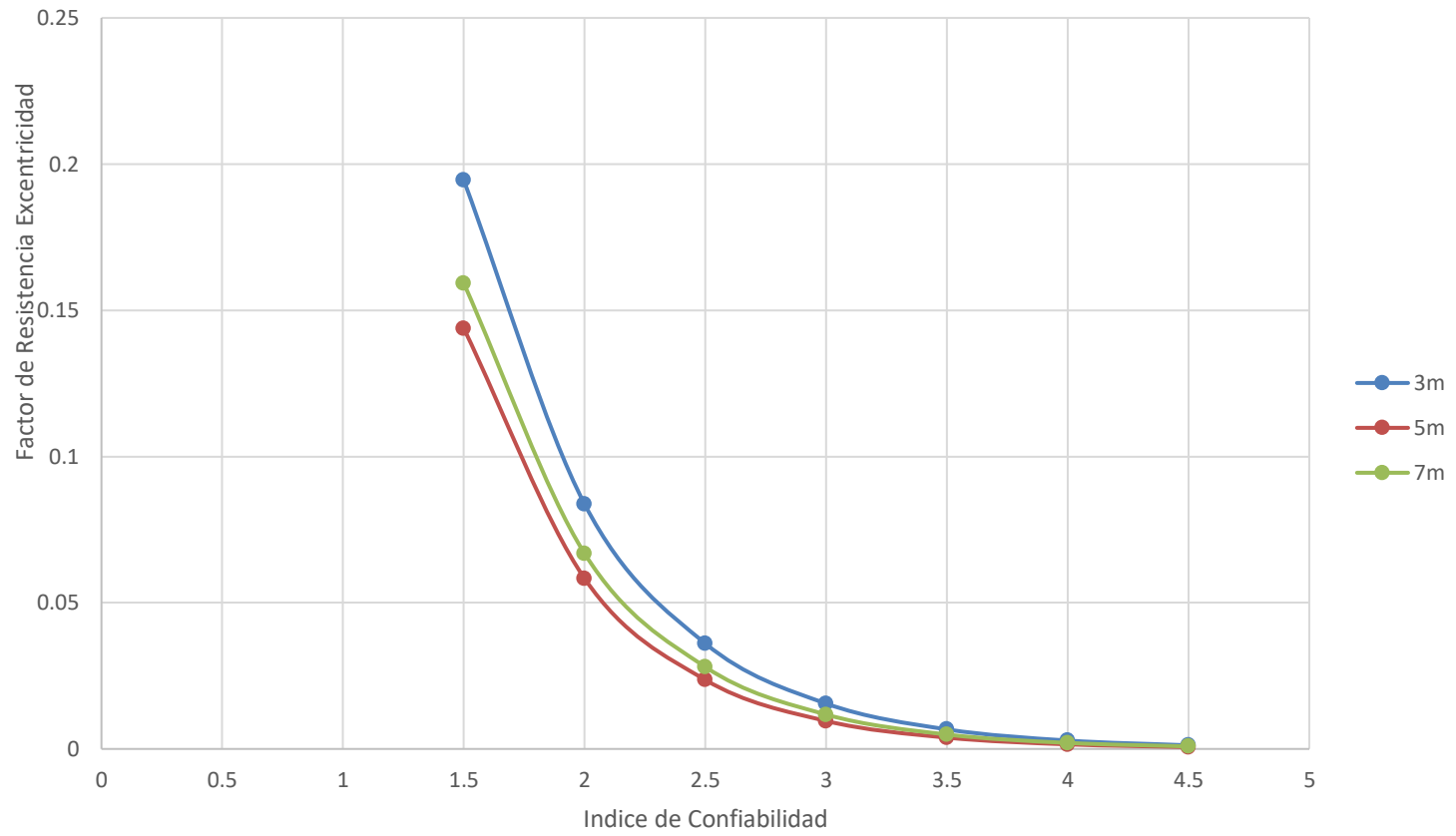
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.09255498	33%	0.143821159	43%	0.00110485	0%
	2	0.03513506		0.058283978		0.00024086	
	2.5	0.01333772		0.023619766		5.2509E-05	
	3	0.00506317		0.009571985		1.1447E-05	
	3.5	0.00192204		0.003879077		2.4955E-06	
	4	0.00072963		0.001572008		5.4403E-07	
	4.5	0.00027698		0.000637061		1.186E-07	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.2381975	35%	0.159254919	31%	0.00111041	0%
	2	0.10648542		0.066818885		0.00024558	
	2.5	0.04760396		0.028035325		5.4312E-05	
	3	0.0212812		0.011762834		1.2012E-05	
	3.5	0.00951369		0.004935354		2.6565E-06	
	4	0.00425306		0.002070736		5.8751E-07	
	4.5	0.00190132		0.000868823		1.2993E-07	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - Granular - Pseudoestatico\_Normal - CCP14

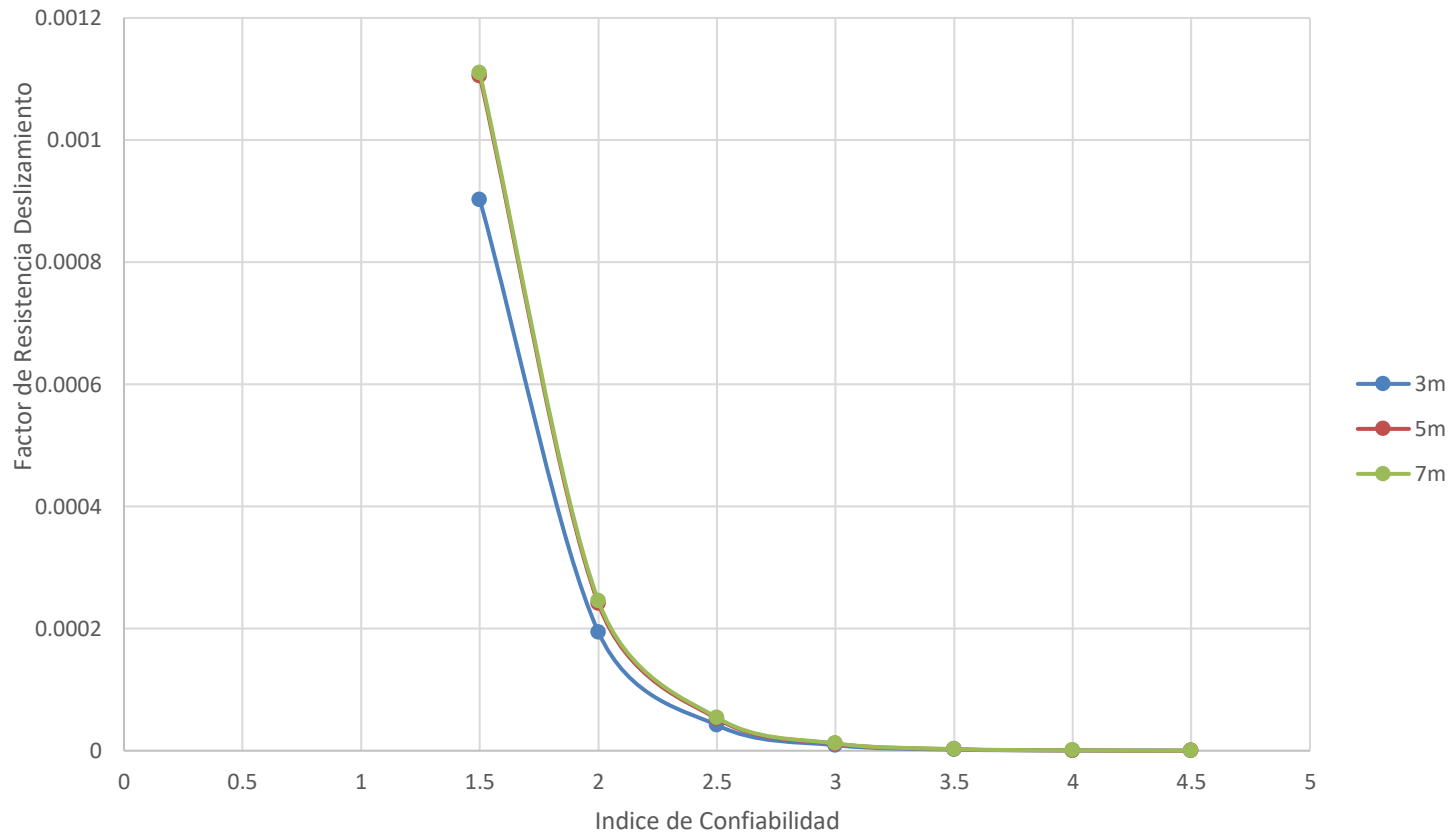


Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - Granular -Pseudoestatico\_ Normal - CCP14





Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - Granular -Pseudoestatico\_ Normal - CCP14

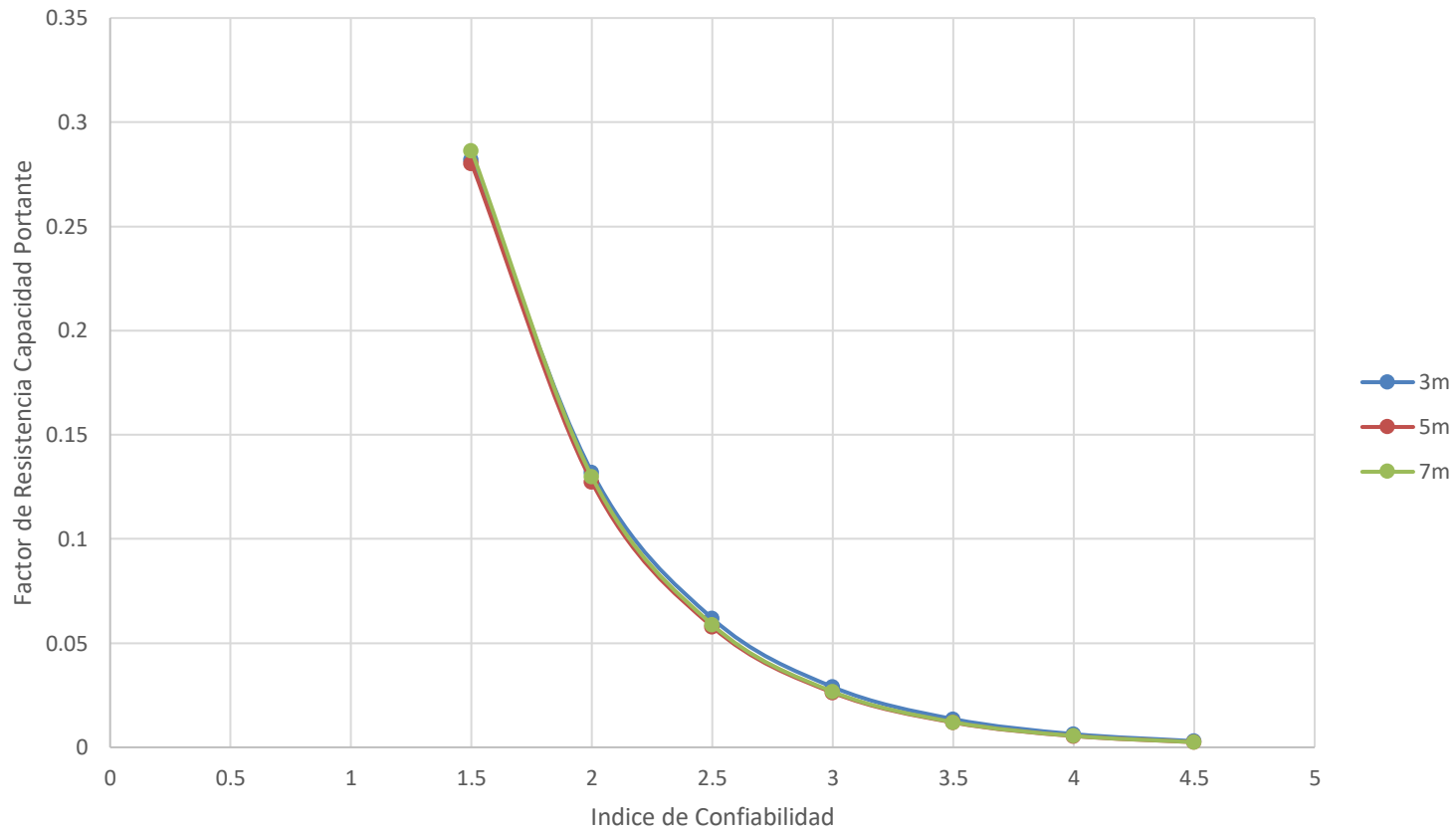


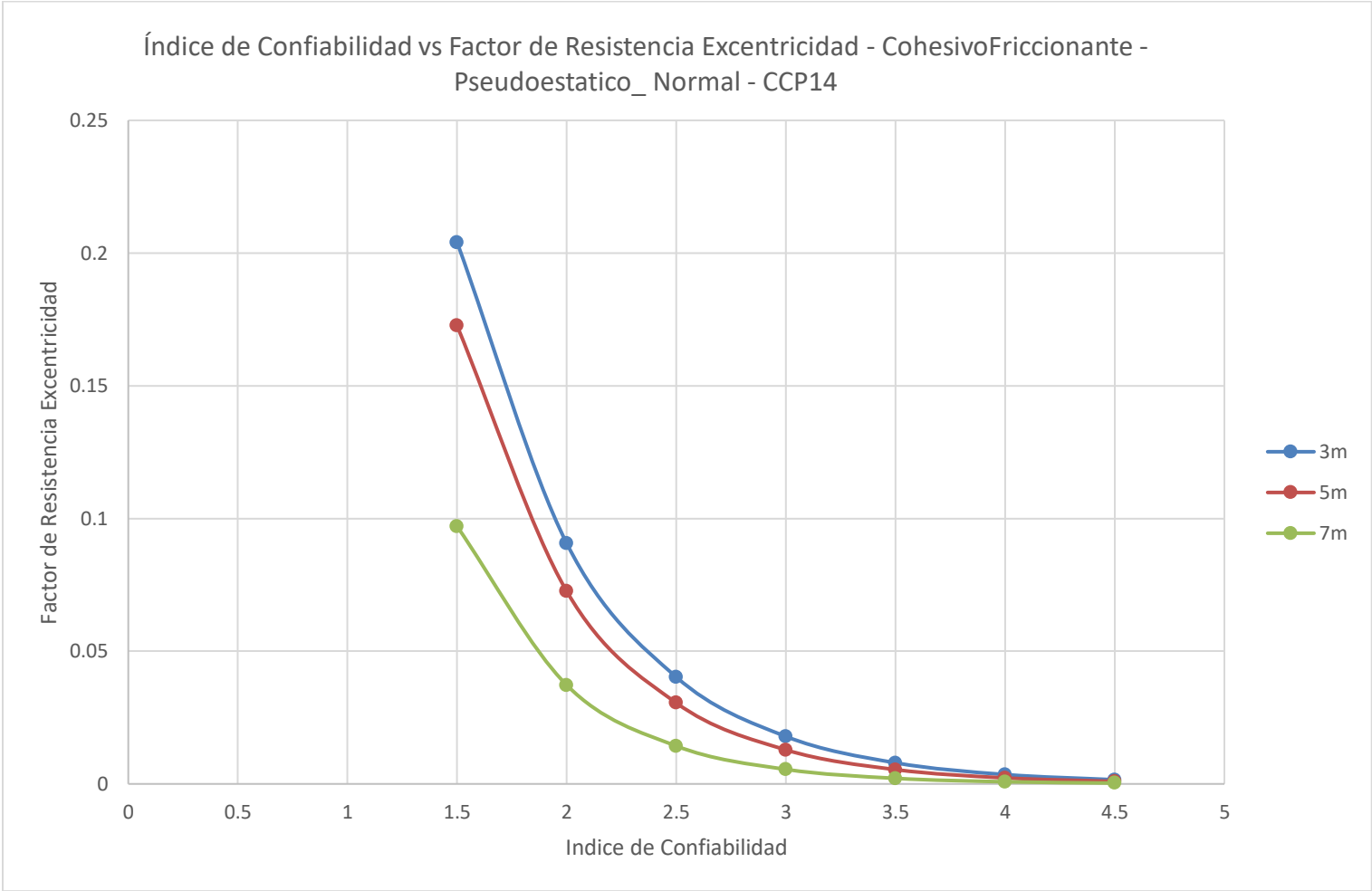
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.28197068	9%	0.204045376	68%	0.00237803	0%
	2	0.13201275		0.09062818		0.00058072	
	2.5	0.0618056		0.040253139		0.00014181	
	3	0.02893608		0.017878713		3.4631E-05	
	3.5	0.01354727		0.007940955		8.457E-06	
	4	0.00634255		0.003527031		2.0652E-06	
	4.5	0.00296945		0.001566555		5.0433E-07	

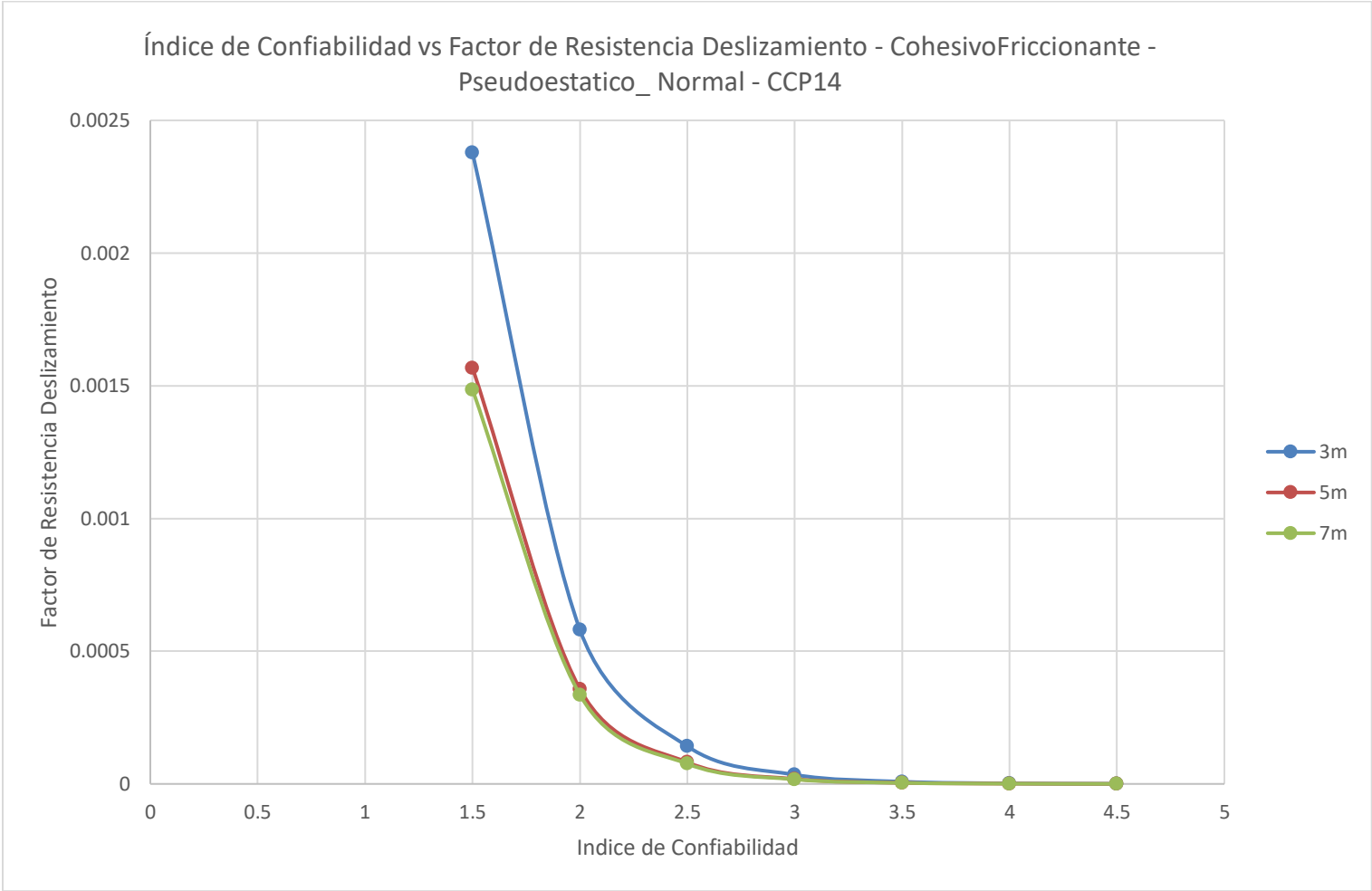
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.28030754	12%	0.172617196	44%	0.001567	0%
	2	0.12725787		0.072573534		0.00035743	
	2.5	0.05777428		0.030512128		8.1527E-05	
	3	0.02622916		0.012828229		1.8596E-05	
	3.5	0.01190787		0.005393379		4.2416E-06	
	4	0.0054061		0.002267541		9.675E-07	
	4.5	0.00245434		0.000953343		2.2068E-07	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.2864243	10%	0.097028565	30%	0.0014856	2%
	2	0.12979729		0.037223813		0.0003356	
	2.5	0.05881951		0.014280457		7.5814E-05	
	3	0.0266549		0.005478521		1.7127E-05	
	3.5	0.01207905		0.002101767		3.869E-06	
	4	0.0054738		0.000806317		8.7403E-07	
	4.5	0.00248053		0.000309334		1.9745E-07	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - CohesivoFriccionante - Pseudoestatico\_ Normal - CCP14





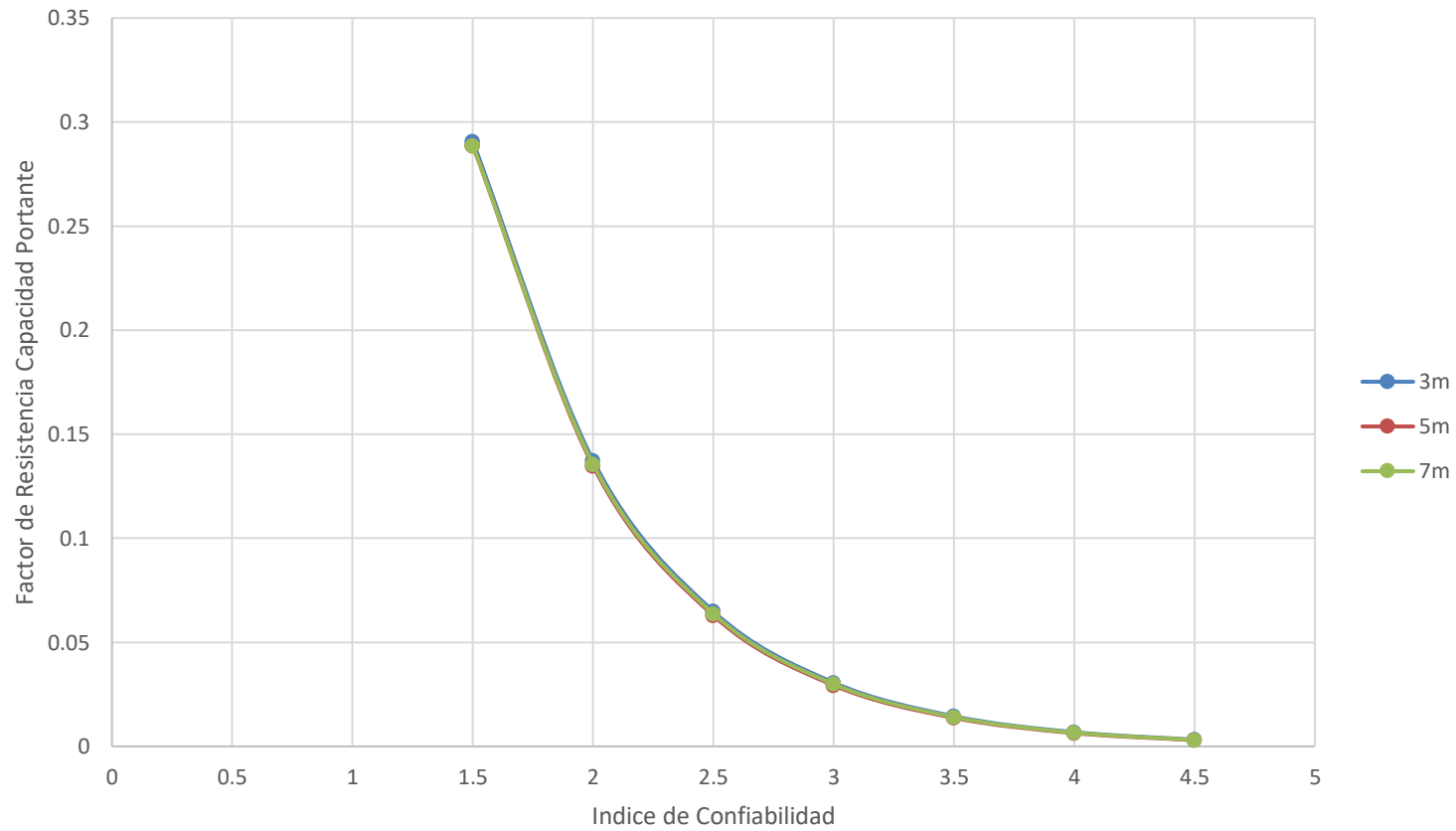


Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.29073756	15%	0.20119664	65%	0.03436591	5%
	2	0.13734582		0.089497455		0.01177151	
	2.5	0.06488282		0.039810777		0.00403215	
	3	0.03065095		0.017708861		0.00138115	
	3.5	0.01447966		0.007877358		0.00047309	
	4	0.00684026		0.003504052		0.00016205	
	4.5	0.00323137		0.001558693		5.55E-05	

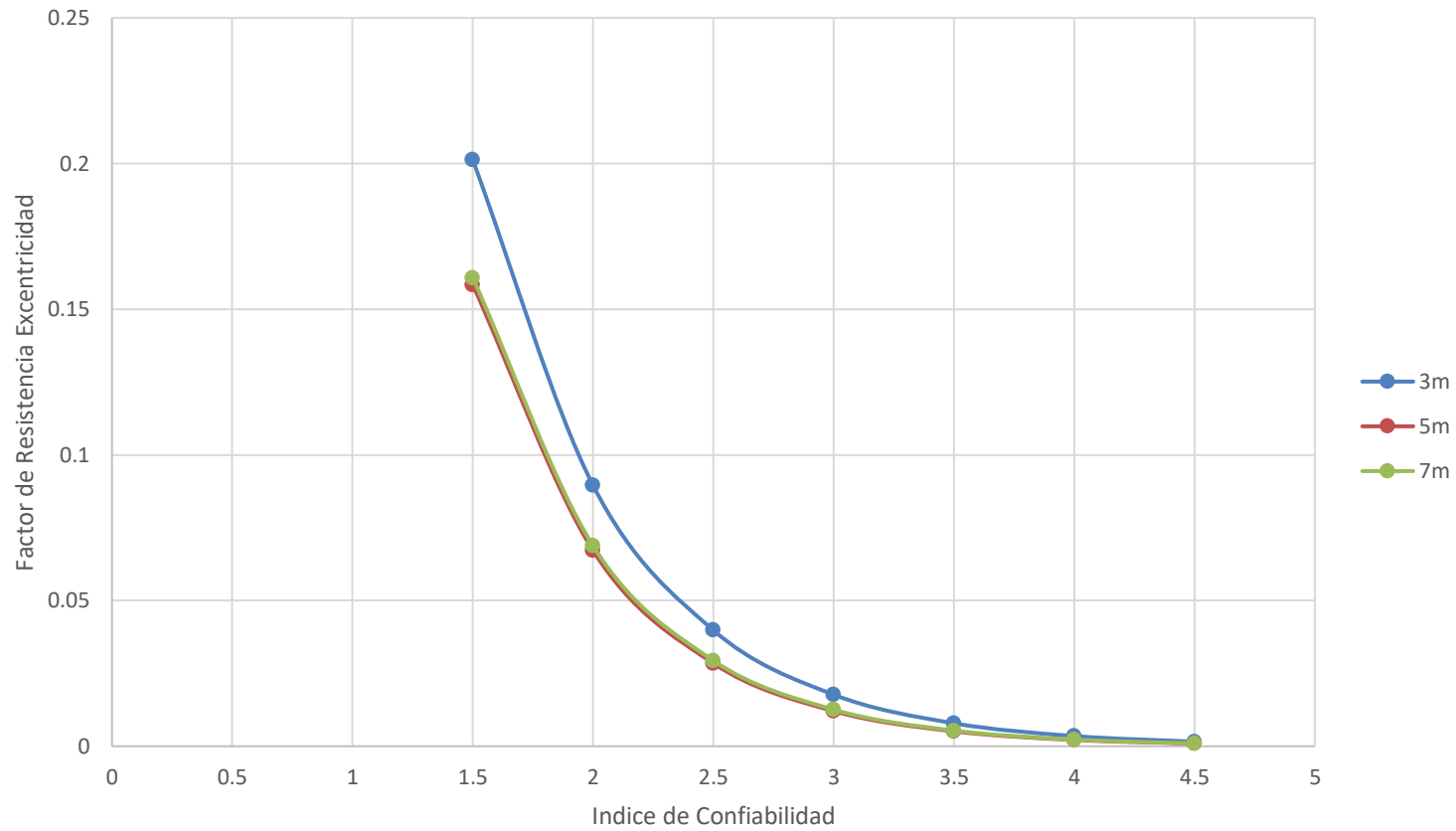
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.28869767	12%	0.158348678	42%	0.00254898	23%
	2	0.13473853		0.067122456		0.00062441	
	2.5	0.06288403		0.028452552		0.00015296	
	3	0.0293487		0.012060759		3.7469E-05	
	3.5	0.01369738		0.005112438		9.1785E-06	
	4	0.00639272		0.002167112		2.2484E-06	
	4.5	0.00298356		0.000918618		5.5078E-07	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.28865179	11%	0.160750112	30%	0.00036355	17%
	2	0.13562555		0.06873528		7.2135E-05	
	2.5	0.06372484		0.029390578		1.4313E-05	
	3	0.02994167		0.012567143		2.8399E-06	
	3.5	0.01406835		0.005373595		5.6348E-07	
	4	0.00661014		0.0022977		1.118E-07	
	4.5	0.00310583		0.000982476		2.2184E-08	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - NoDrenado -  
Pseudoestatico\_ Normal - CCP14

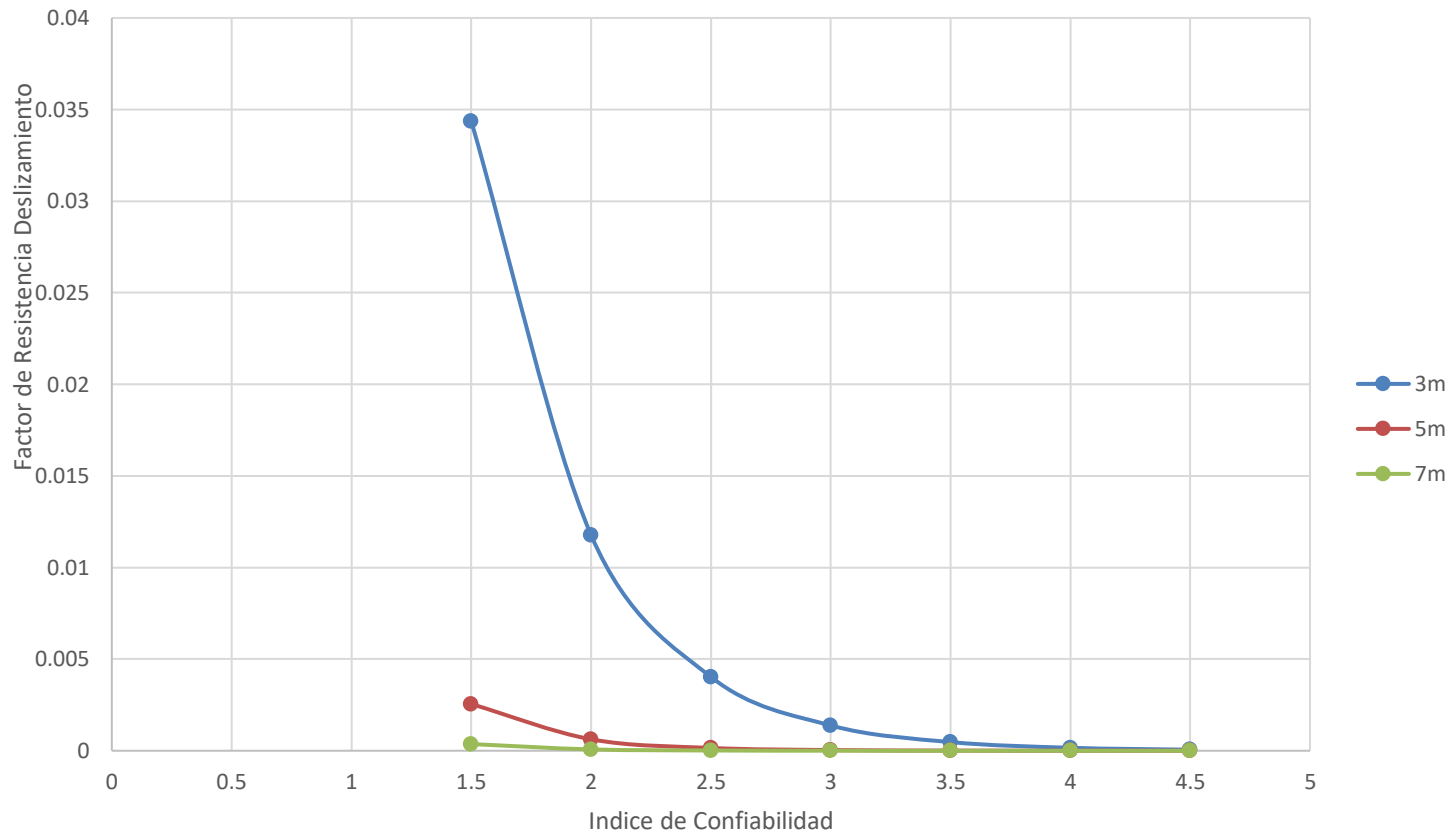


Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - NoDrenado - Pseudoestatico\_Normal - CCP14





Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - NoDrenado -  
Pseudoestatico\_Normal - CCP14



		Índice de Confiabilidad	3.5						LRFD			ASD						
					Tipo de falla													
					FS						3		1.5		2		1.6	
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento			
Probabilístico	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	3	0.00921177	0.00668448	1.94257E-06	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	5	0.00192204	0.00387908	2.4955E-06	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	7	0.00951369	0.00493535	2.65649E-06	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	0.01354727	0.00794096	8.45698E-06	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	0.01190787	0.00539338	4.24163E-06	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	0.01207905	0.00210177	3.86901E-06	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	3	0.01447966	0.00787736	0.000473092	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	5	0.01369738	0.00511244	9.17854E-06	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					
Probabilístico	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	7	0.01406835	0.0053736	5.63478E-07	0.33333333	0.66666667	0.5	0.625					

# PSEUDOESTÁTICO LOGNORMAL PROCEDIMIENTO

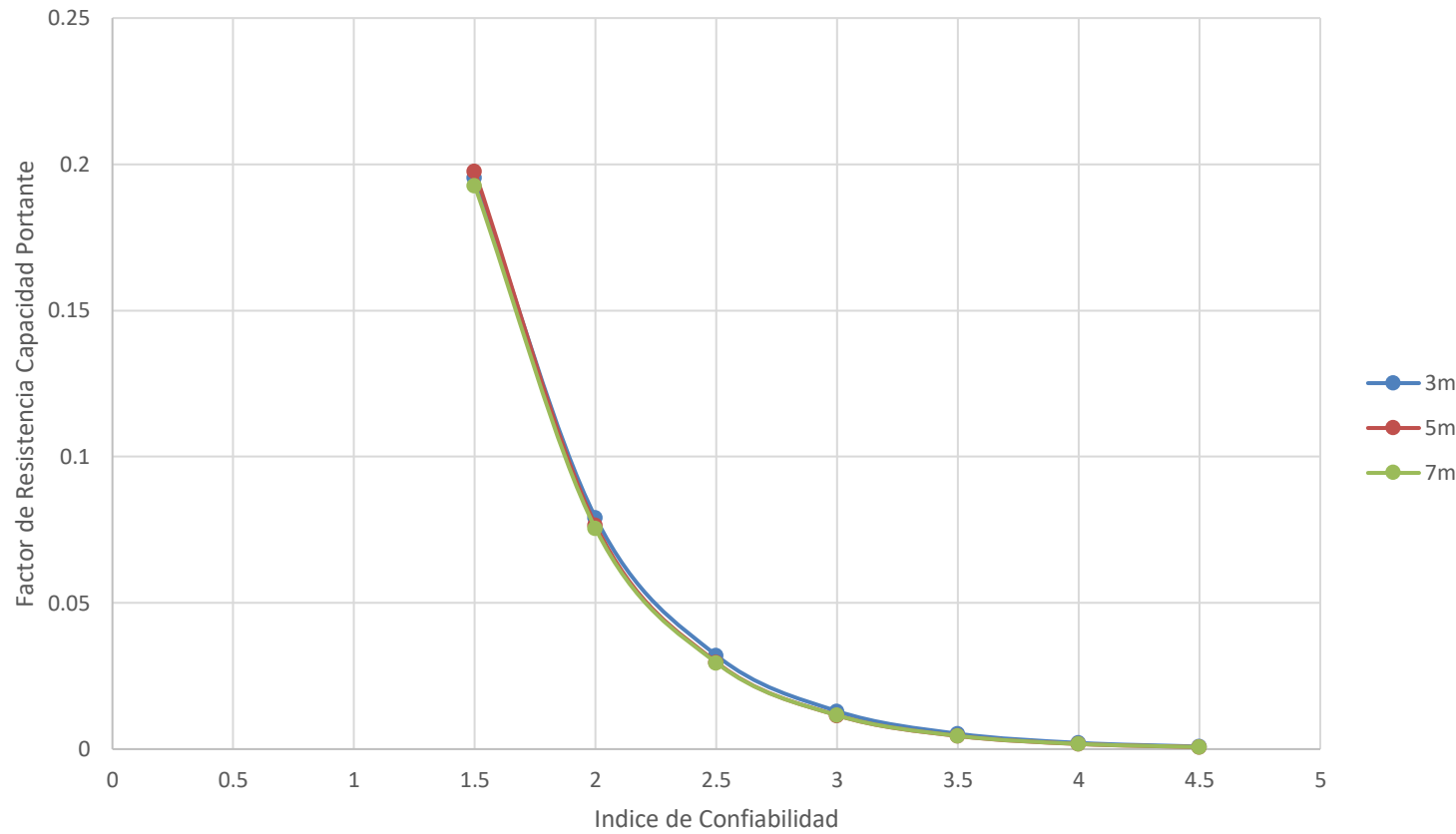
## CCP-14

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.19545875	19%	0.244155395	81%	0.00212361	2%
	2	0.0791596		0.102298684		0.00048087	
	2.5	0.03205915		0.042862132		0.00010889	
	3	0.01298376		0.017958807		2.4657E-05	
	3.5	0.00525834		0.007524562		5.5833E-06	
	4	0.0021296		0.003152717		1.2643E-06	
	4.5	0.00086247		0.001320957		2.8628E-07	

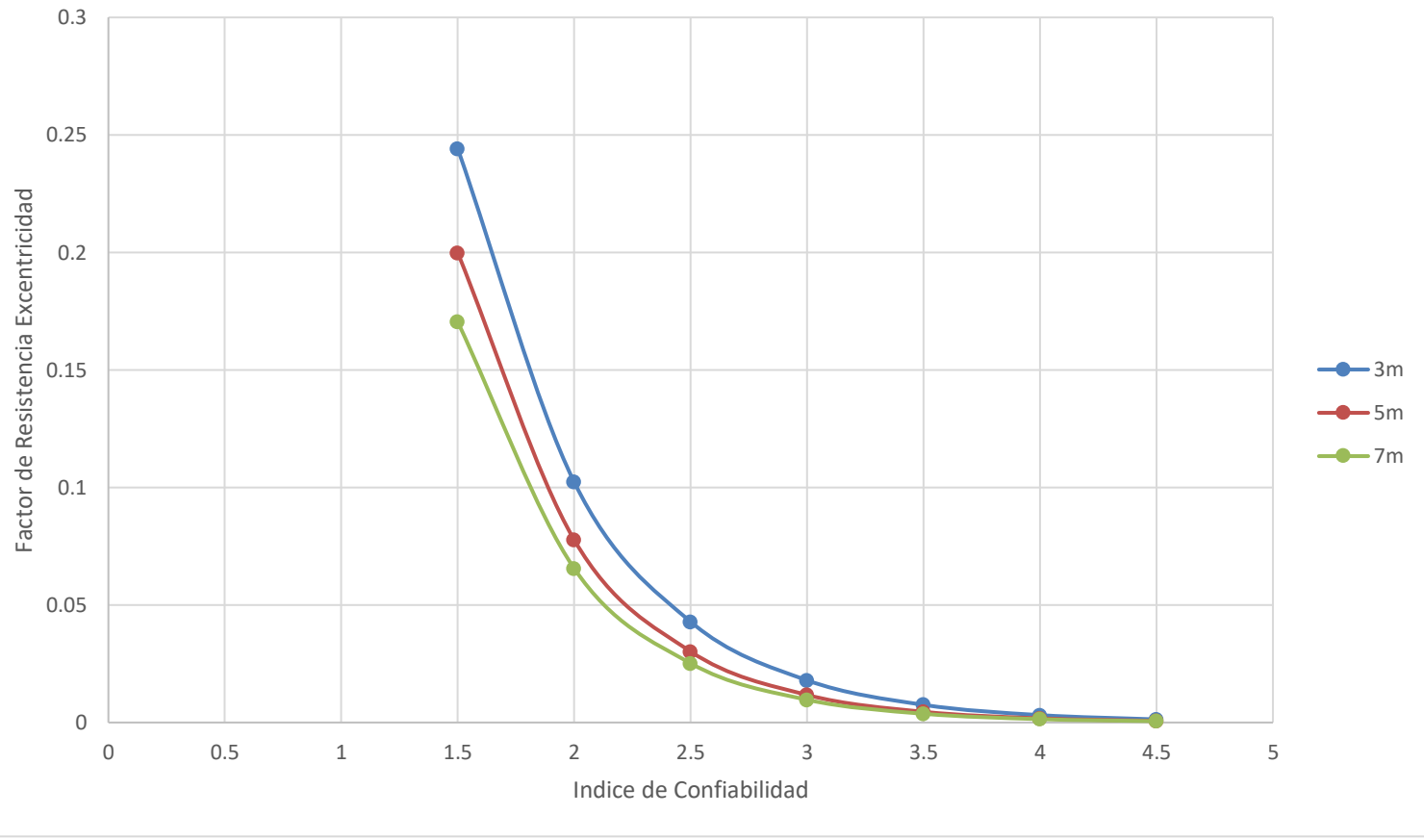
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.19751618	36%	0.199873626	56%	0.00105561	1%
	2	0.07664075		0.077691265		0.00021439	
	2.5	0.02973835		0.030198745		4.3543E-05	
	3	0.01153915		0.011738311		8.8437E-06	
	3.5	0.00447745		0.004562704		1.7961E-06	
	4	0.00173735		0.001773532		3.648E-07	
	4.5	0.00067413		0.000689375		7.409E-08	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.19263954	42%	0.170446268	48%	0.00174154	2%
	2	0.07541167		0.065531317		0.00037682	
	2.5	0.02952104		0.025194764		8.1532E-05	
	3	0.01155646		0.009686607		1.7641E-05	
	3.5	0.00452395		0.003724201		3.817E-06	
	4	0.00177097		0.00143184		8.2588E-07	
	4.5	0.00069327		0.000550498		1.787E-07	

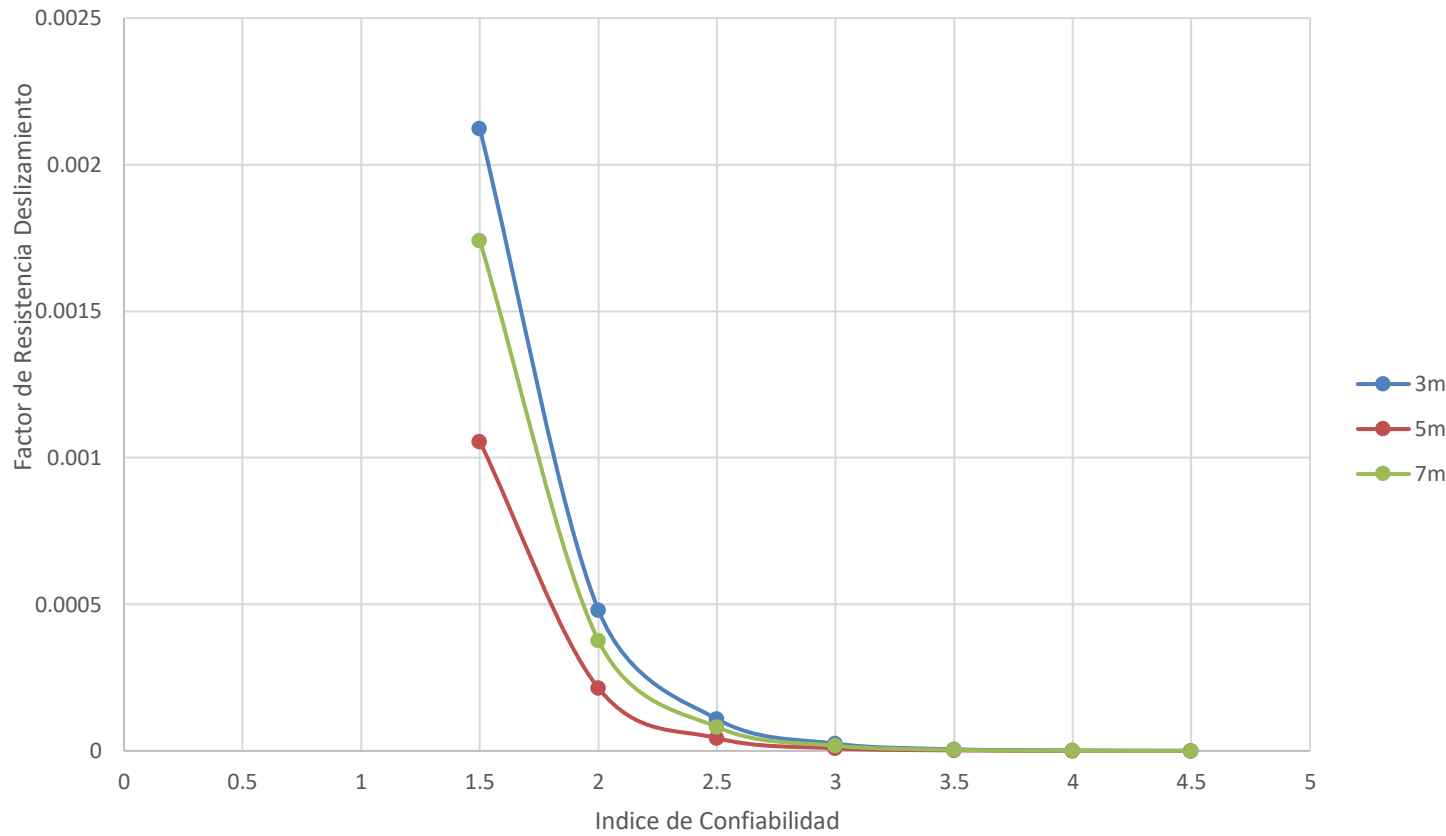
Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - Granular - Pseudoestatico\_LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - Granular -Pseudoestatico\_  
LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - Granular -Pseudoestatico\_  
LogNormal - CCP14

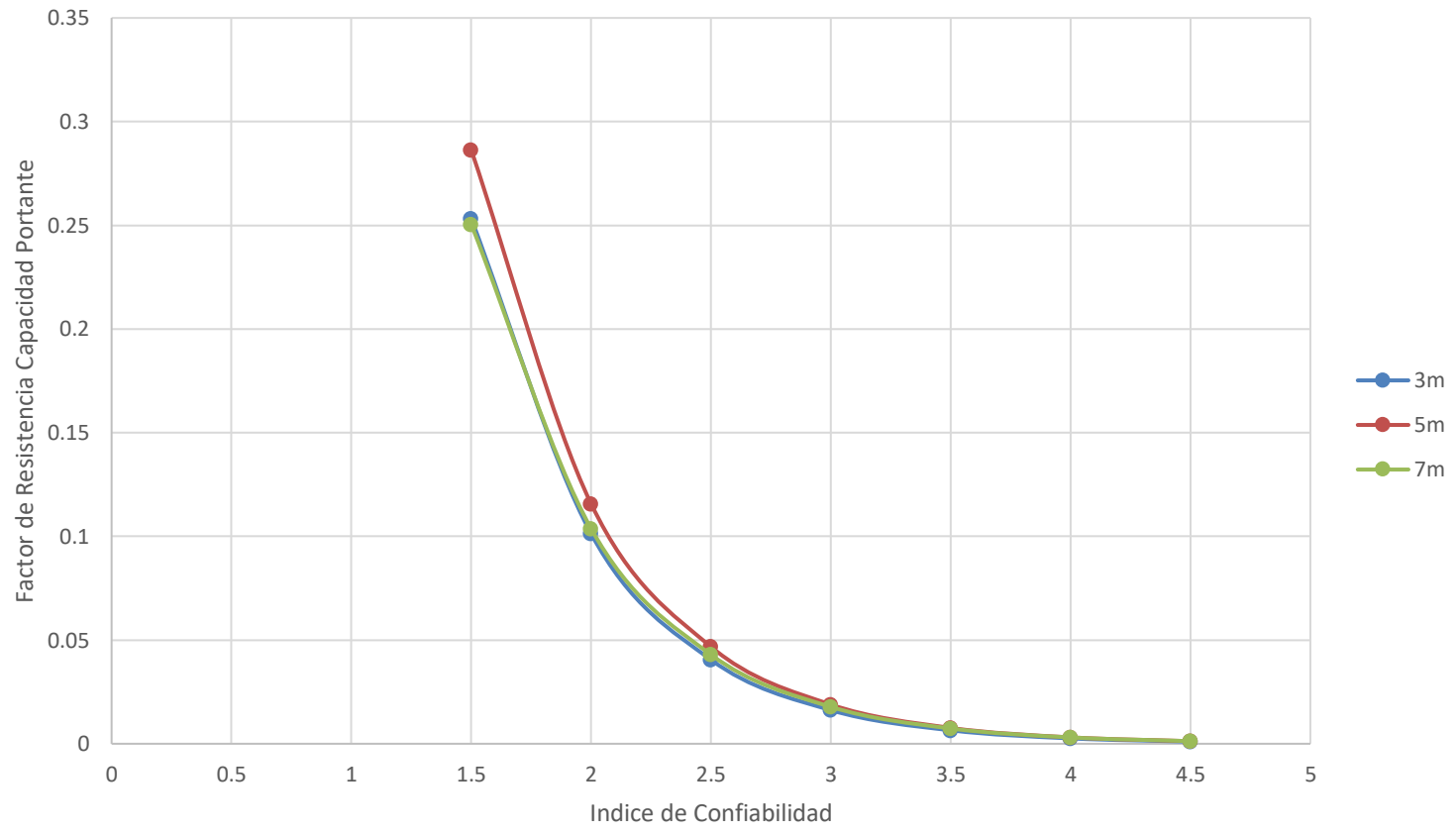


Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.25330271	10%	0.228566464	81%	0.00241966	7%
	2	0.1012916		0.090008257		0.00053507	
	2.5	0.04050485		0.035444772		0.00011832	
	3	0.01619723		0.013957963		2.6166E-05	
	3.5	0.00647701		0.005496571		5.7862E-06	
	4	0.00259005		0.002164521		1.2795E-06	
	4.5	0.00103572		0.000852377		2.8295E-07	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.28635275	15%	0.182996787	56%	0.00502886	2%
	2	0.11572556		0.070907926		0.0012235	
	2.5	0.0467689		0.027475531		0.00029767	
	3	0.01890101		0.010646269		7.2422E-05	
	3.5	0.00763859		0.004125235		1.762E-05	
	4	0.00308703		0.001598454		4.2869E-06	
	4.5	0.00124758		0.000619372		1.043E-06	

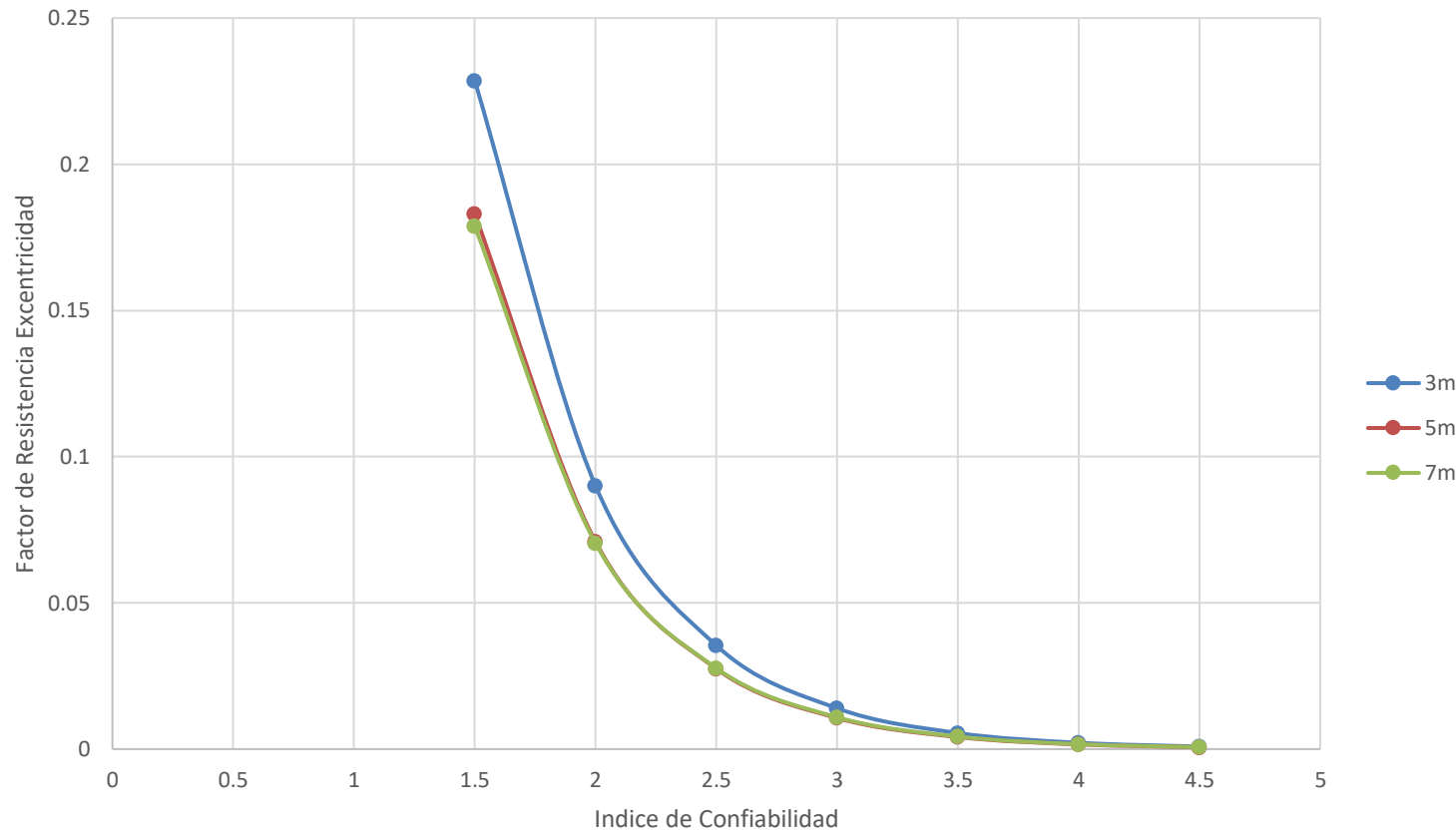
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.25051217	19%	0.178801724	47%	0.0022478	7%
	2	0.10373587		0.070368191		0.00050642	
	2.5	0.04295652		0.027693705		0.0001141	
	3	0.01778808		0.010898977		2.5706E-05	
	3.5	0.00736596		0.00428934		5.7914E-06	
	4	0.00305021		0.001688088		1.3048E-06	
	4.5	0.00126308		0.000664354		2.9397E-07	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - CohesivoFricconante - Pseudoestatico\_LogNormal - CCP14

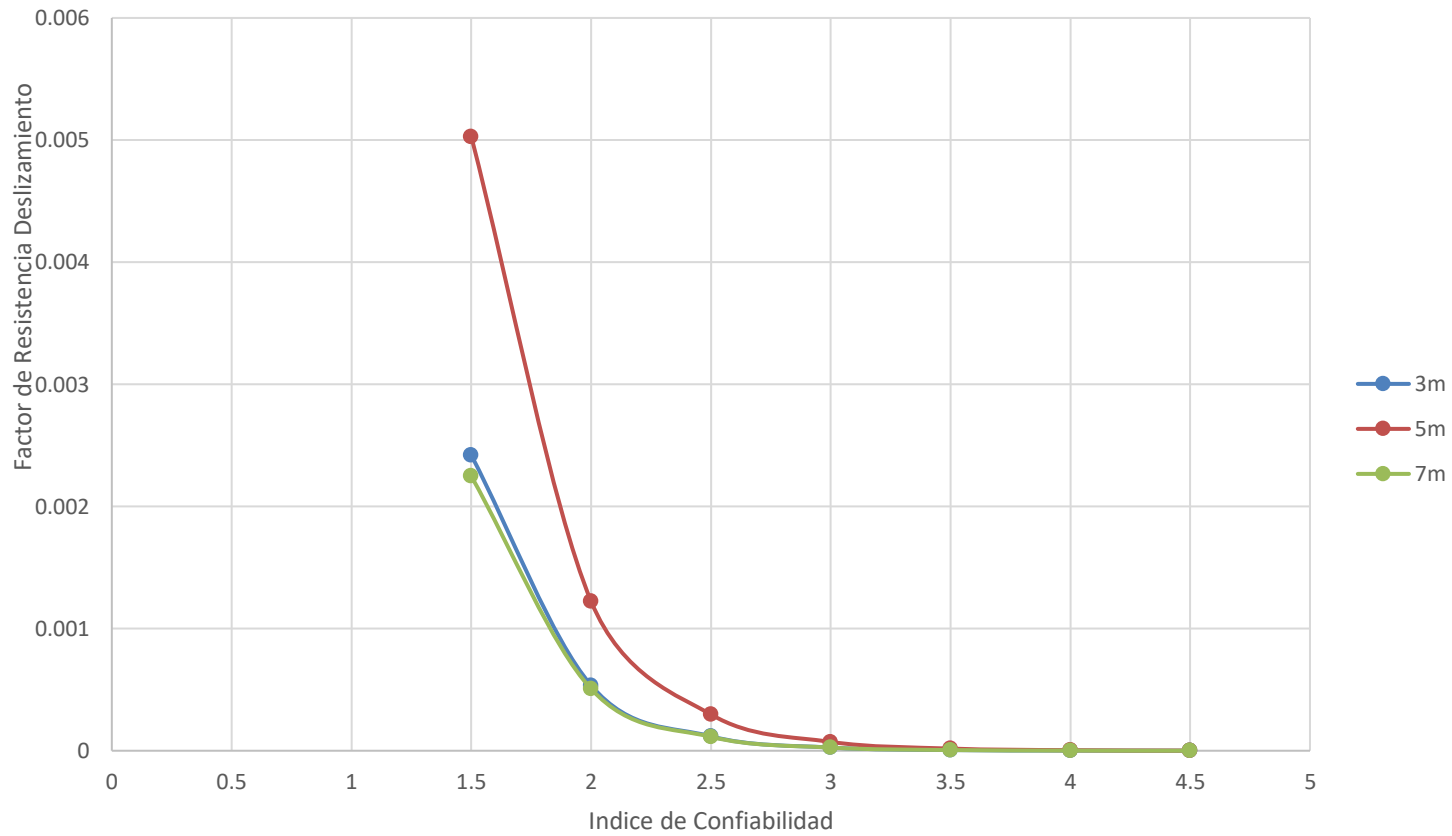




Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - CohesivoFricconante - Pseudoestatico\_ LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - CohesivoFricconante-  
Pseudoestatico\_LogNormal - CCP14

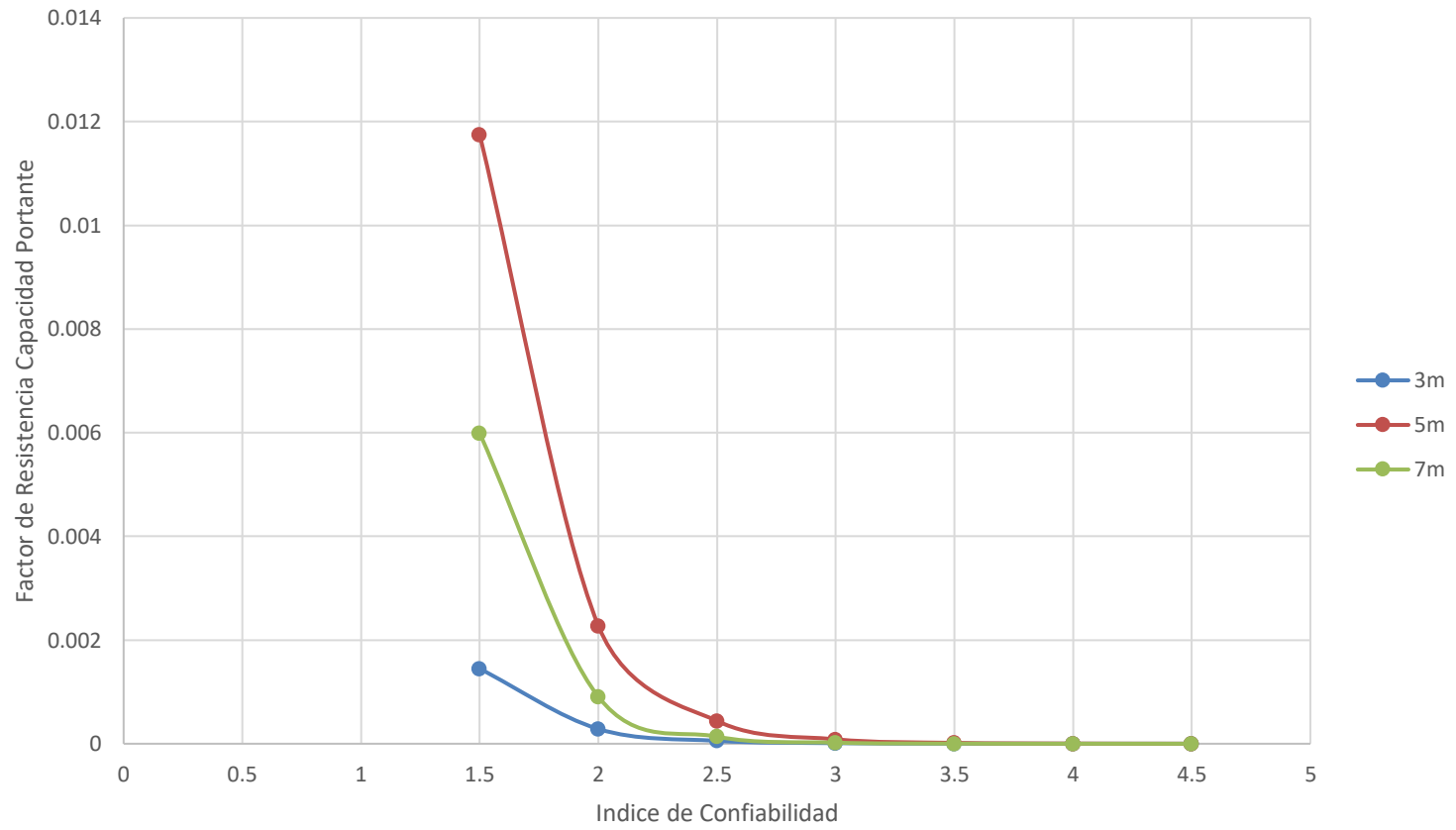


Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	1.5	0.00144645	34%	0.22290552	75%	0.03761028	10%
	2	0.00028449		0.08050327		0.01072947	
	2.5	5.5953E-05		0.0290741		0.00306091	
	3	1.1005E-05		0.01050023		0.00087322	
	3.5	2.1644E-06		0.0037922		0.00024911	
	4	4.26E-07		0.00136957		7.1067E-05	
	4.5	8.37E-08		0.00049463		2.03E-05	

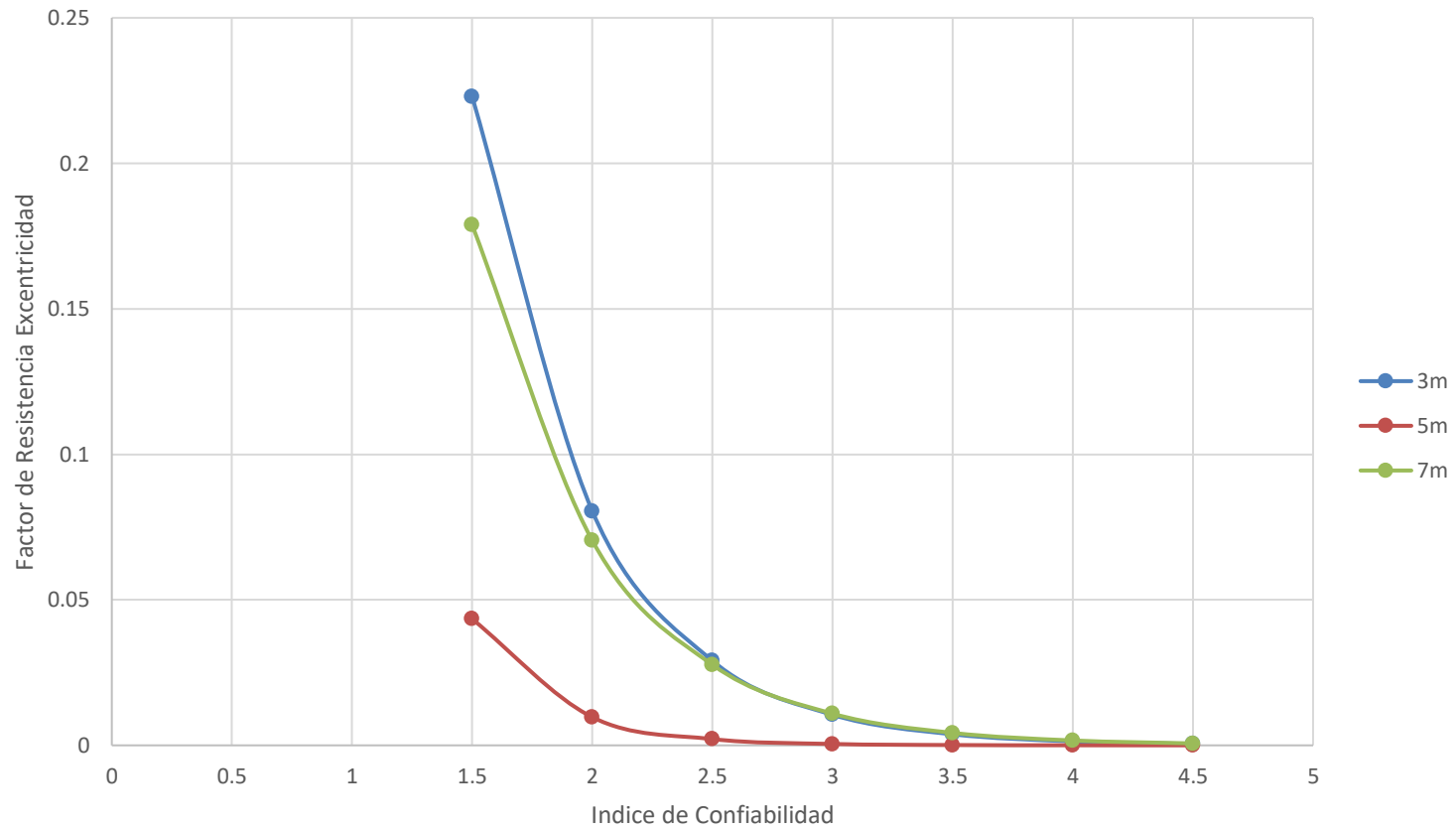
Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	1.5	0.01175075	0%	0.04343195	55%	0.00313478	41%
	2	0.00227584		0.00968351		0.0005308	
	2.5	0.00044077		0.00215902		8.9879E-05	
	3	8.5367E-05		0.00048137		1.5219E-05	
	3.5	1.6534E-05		0.00010733		2.577E-06	
	4	3.2022E-06		2.3929E-05		4.3636E-07	
	4.5	6.2018E-07		5.3352E-06		7.3887E-08	

Altura	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	1.5	0.00598987	26%	0.31983599	46%	0.01723339	33%
	2	0.00090662		0.07284207		0.00288887	
	2.5	0.00013722		0.01658965		0.00048427	
	3	2.077E-05		0.00377826		8.1179E-05	
	3.5	3.1437E-06		0.00086049		1.3608E-05	
	4	4.7582E-07		0.00019598		2.2812E-06	
	4.5	7.202E-08		4.4633E-05		3.824E-07	

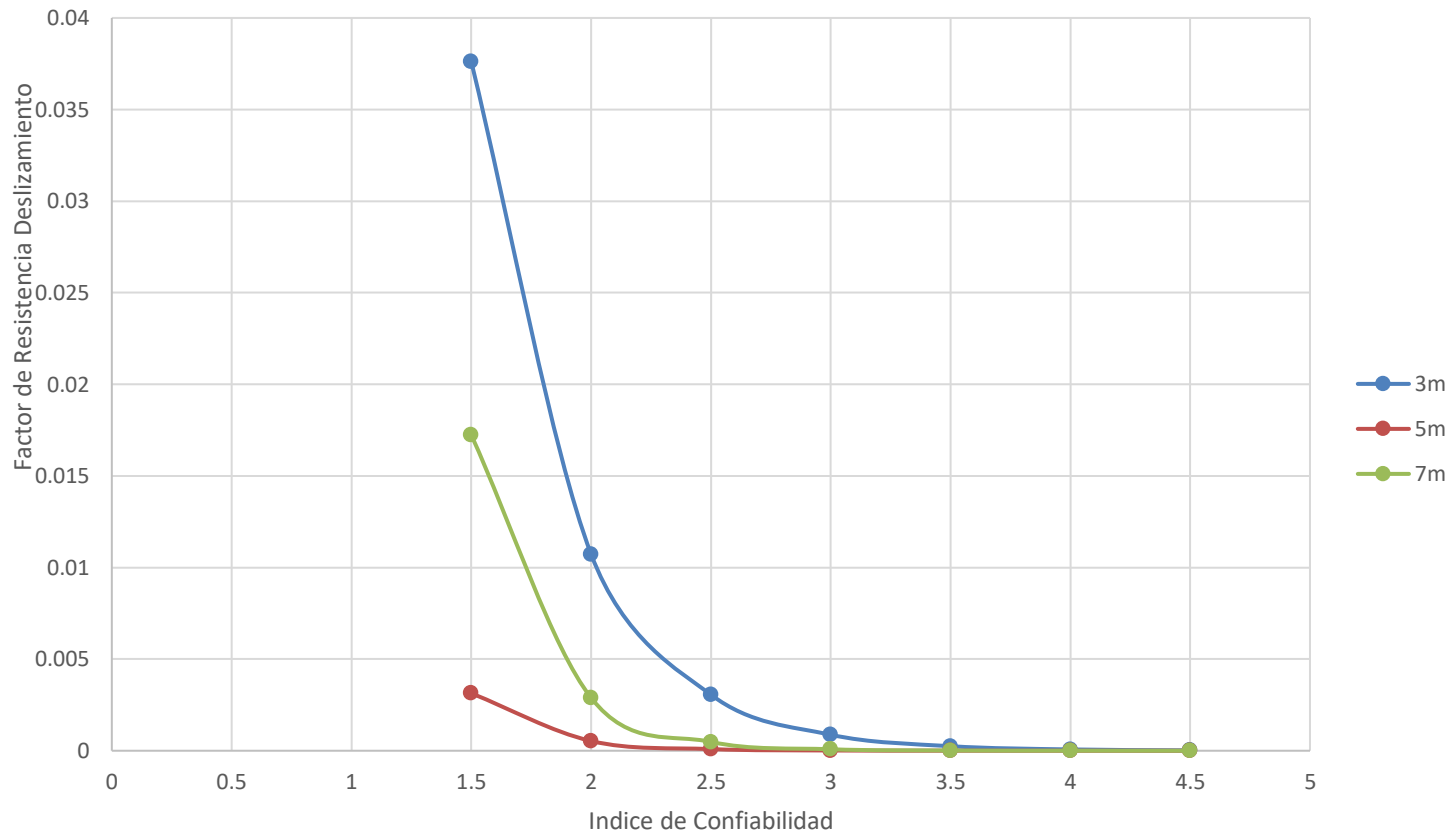
Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Capacidad Portante - No drenado -  
Pseudoestatico\_LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Excentricidad - No drenado -  
Pseudoestatico\_LogNormal - CCP14



Índice de Confiabilidad vs Factor de Resistencia Deslizamiento - No drenado -  
Pseudoestatico\_LogNormal - CCP14



		Índice de Confiabilidad	3.5							LRFD		ASD							
				Tipo de falla															
										FS		3		1.5		2		1.6	
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento				
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	3	0.005258344	0.00752456	5.58328E-06	0.33333333	0.66666667	0.50	0.63						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	5	0.004477452	0.0045627	1.79614E-06	0.33333333	0.66666667	0.50	0.63						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	7	0.004523952	0.0037242	3.817E-06	0.33333333	0.66666667	0.50	0.63						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	0.007638587	0.00549657	5.7862E-06	0.33333333	0.66666667	0.50	0.67						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	0.007638587	0.00412524	1.76201E-05	0.37818764	0.641035637	0.57	0.60						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	0.007365958	0.00428934	1.76201E-05	0.33333333	0.66666667	0.50	0.63						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	3	2.1644E-06	0.0037922	0.000249111	0.33333333	0.66666667	0.50	0.63						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	5	1.65336E-05	0.00010733	2.577E-06	0.33333333	0.66666667	0.50	0.63						
Probabilístico	LogNormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	7	3.1437E-06	0.00086049	1.36081E-05	0.33333333	0.66666667	0.50	0.63						

**ANEXO D. CONJUNTO DE DATOS EVALUACIÓN  
PROCEDIMIENTO PROPUESTO. (Medio Digital)  
GRAFICAS ÍNDICE CONFIABILIDAD VS FACTOR DE  
RESISTENCIA CALCULADO.**



## ESTÁTICO NORMAL PROCEDIMIENTO PROPUESTO

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.06862381	45%	0.380749522	50%	0.00110197	0%
		2	0.02669485		0.201621035		0.00025832	
		2.5	0.01038437		0.106765838		6.0556E-05	
		3	0.00403955		0.056536482		1.4196E-05	
		3.5	0.00157139		0.02993817		3.3277E-06	
		4	0.00061128		0.015853375		7.8008E-07	
		4.5	0.00023779		0.008394952		1.8287E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.0582447	47%	0.362224245	38%	0.00182023	0%
		2	0.02232297		0.193893859		0.00045791	
		2.5	0.00855554		0.103788824		0.00011519	
		3	0.00327901		0.055556788		2.8978E-05	
		3.5	0.00125672		0.029738816		7.2899E-06	
		4	0.00048165		0.015918796		1.8339E-06	
		4.5	0.0001846		0.008521121		4.6134E-07	

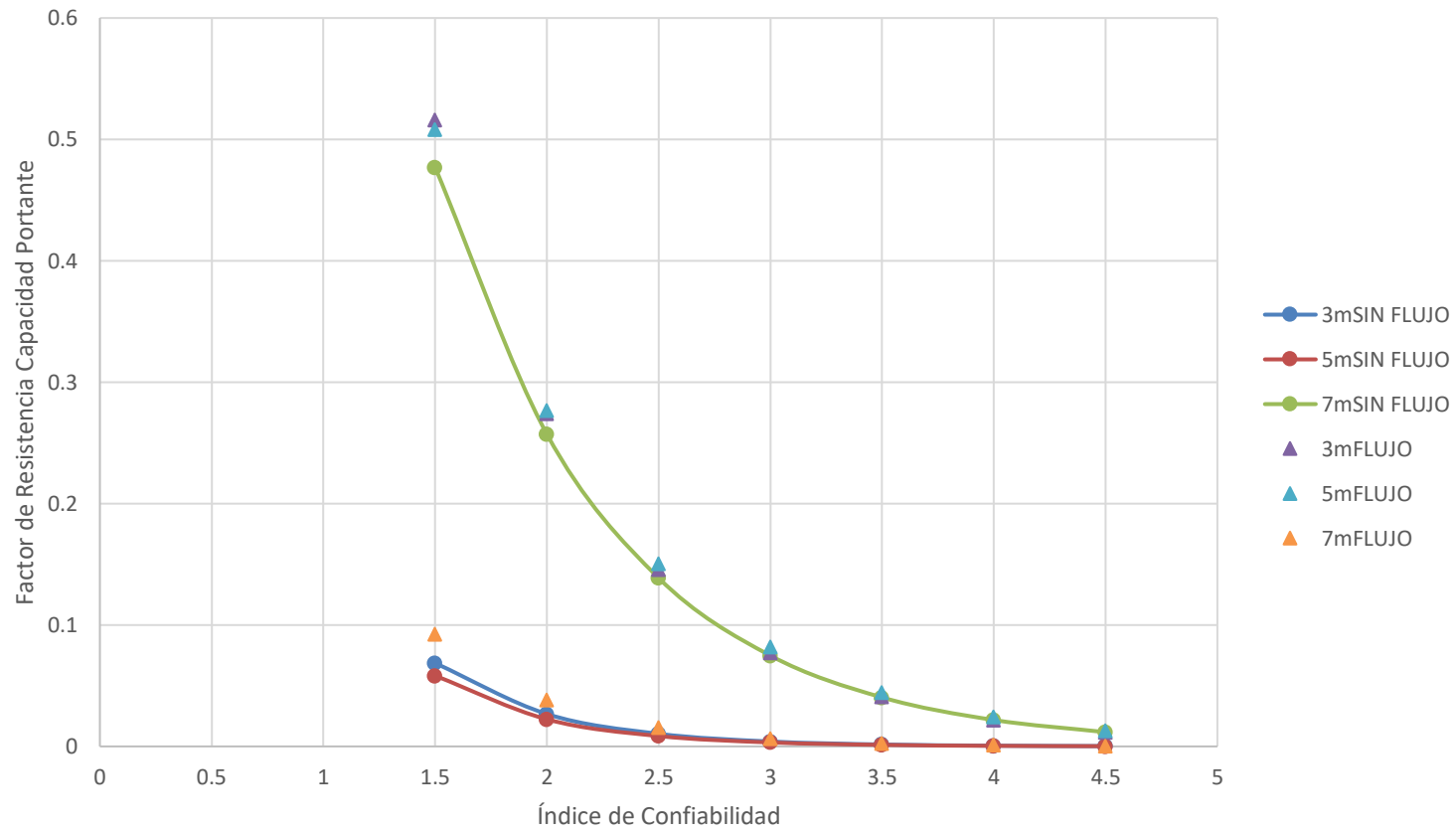
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.47703029	45%	0.351127692	24%	0.00064862	1%
		2	0.25725299		0.187571217		0.00014535	
		2.5	0.13873145		0.100199905		3.2572E-05	
		3	0.07481512		0.053526448		7.2992E-06	
		3.5	0.04034632		0.028593646		1.6357E-06	
		4	0.02175797		0.015274628		3.6655E-07	
		4.5	0.01173364		0.008159654		8.2142E-08	

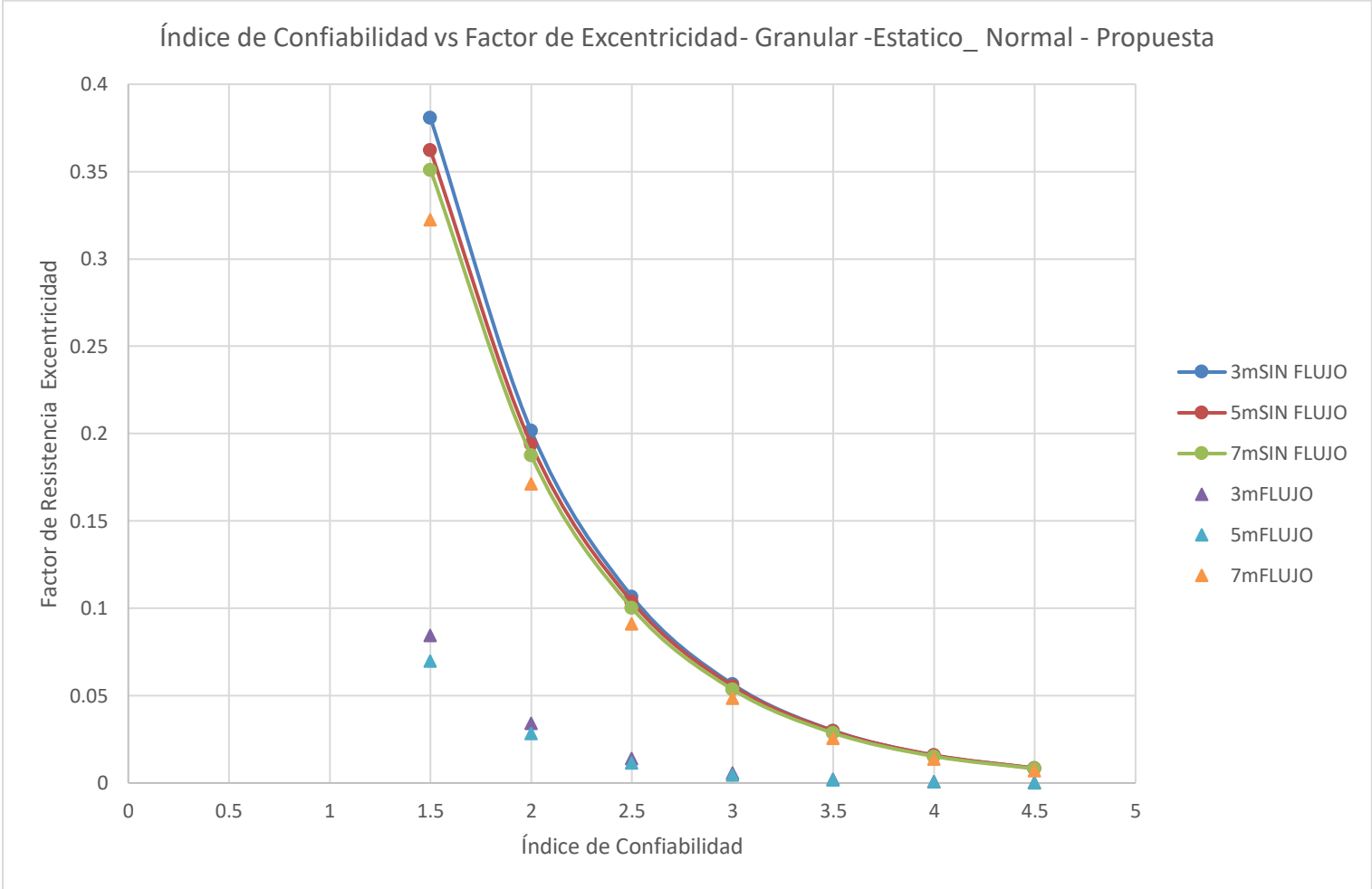
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.51614249	38%	0.084640307	49%	0.43064752	0%
		2	0.27417437		0.034369294		0.22863194	
		2.5	0.14564115		0.013956097		0.12138132	
		3	0.07736443		0.005667054		0.06444167	
		3.5	0.04109591		0.002301181		0.03421226	
		4	0.0218301		0.000934424		0.01816338	
		4.5	0.01159613		0.000379435		0.00964299	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.5082351	43%	0.069834171	43%	0.40246073	0%
		2	0.27664155		0.028404549		0.2190189	
		2.5	0.15058099		0.011553346		0.11918996	
		3	0.08196396		0.004699241		0.06486311	
		3.5	0.04461446		0.001911383		0.03529847	
		4	0.02428446		0.000777441		0.01920941	
		4.5	0.01321847		0.000316219		0.01045375	

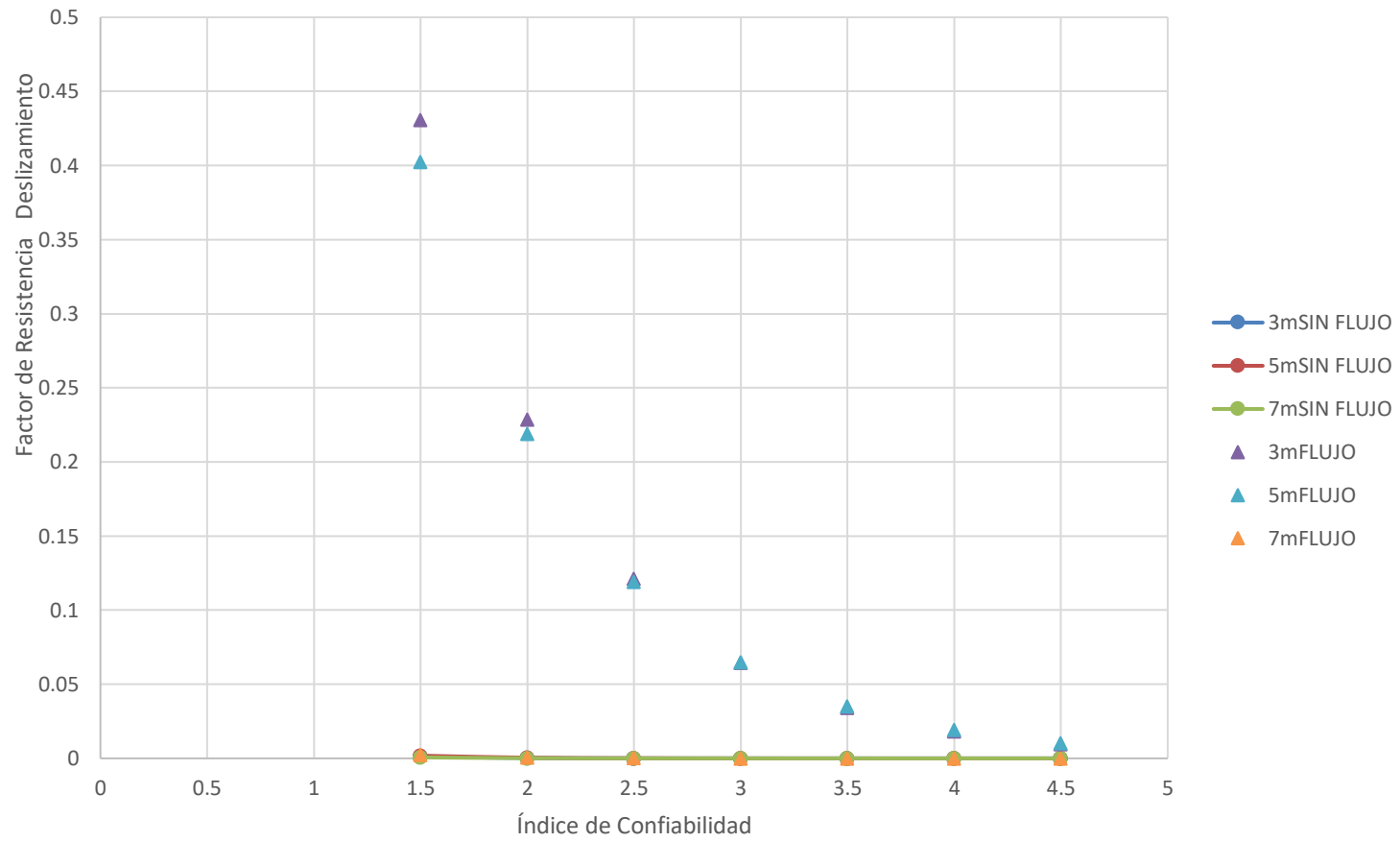
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.0926134	47%	0.322425105	34%	0.00252324	2%
		2	0.03837222		0.1714763		0.0006662	
		2.5	0.01589864		0.091196749		0.0001759	
		3	0.00658724		0.048501437		4.6441E-05	
		3.5	0.00272927		0.025794663		1.2262E-05	
		4	0.00113081		0.013718452		3.2374E-06	
		4.5	0.00046852		0.007295925		8.5476E-07	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - Granular -Estatico\_ Normal - Propuesta





Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento Granular -Estatico\_ Normal - Propuesta



Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.10042724	49%	0.049724824	50%	0.43164483	18%
		2	0.04139181		0.018971231		0.23400026	
		2.5	0.01705994		0.007237986		0.12685458	
		3	0.00703138		0.002761468		0.06876951	
		3.5	0.00289803		0.001053567		0.03728084	
		4	0.00119445		0.000401962		0.02021043	
		4.5	0.0004923		0.000153358		0.01095634	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.40194913	63%	0.363677716	39%	0.01285414	17%
		2	0.20936606		0.194039612		0.00411247	
		2.5	0.10905397		0.103529497		0.00042094	
		3	0.0568037		0.055237983		0.00013467	
		3.5	0.02958774		0.029472129		0.00013467	
		4	0.01541157		0.015724803		4.3086E-05	
		4.5	0.00802753		0.008389941		1.3785E-05	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.01816194	69%	0.354676253	26%	0.28500399	26%
		2	0.00596396		0.19198028		0.14829043	
		2.5	0.00195842		0.103915691		0.077157	
		3	0.0006431		0.056247813		0.04014556	
		3.5	0.00021118		0.030445993		0.02088814	
		4	6.9346E-05		0.016479903		0.01086831	
		4.5	2.2772E-05		0.008920294		0.00565489	

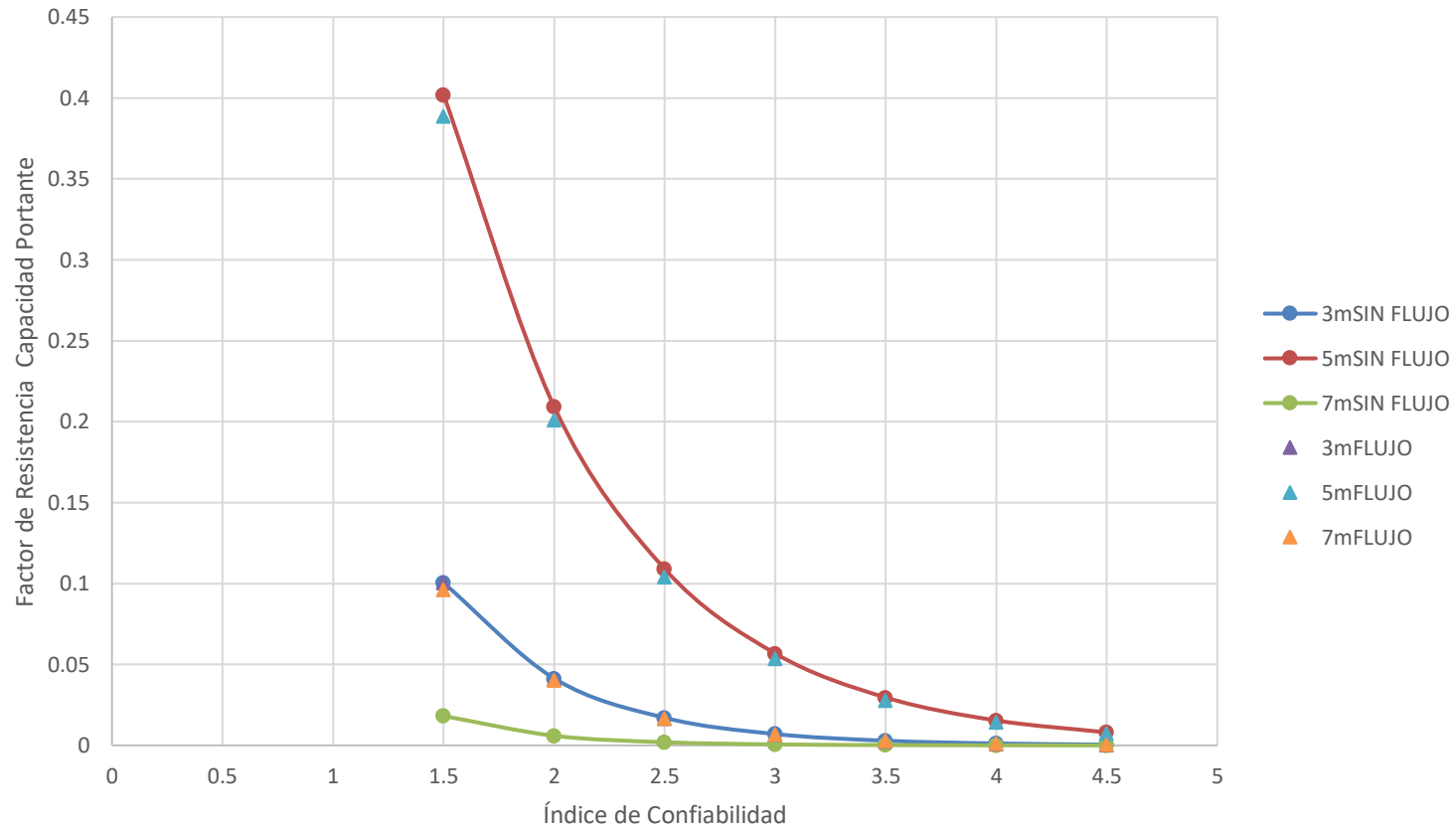
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.10061633	41%	0.084266763	49%	0.43118998	18%
		2	0.04086796		0.034232107		0.22927122	
		2.5	0.01659959		0.013906279		0.1219075	
		3	0.00674236		0.005649217		0.06482034	
		3.5	0.00273859		0.00229491		0.03446611	
		4	0.00111235		0.000932273		0.01832623	
		4.5	0.00045181		0.000378722		0.00974438	



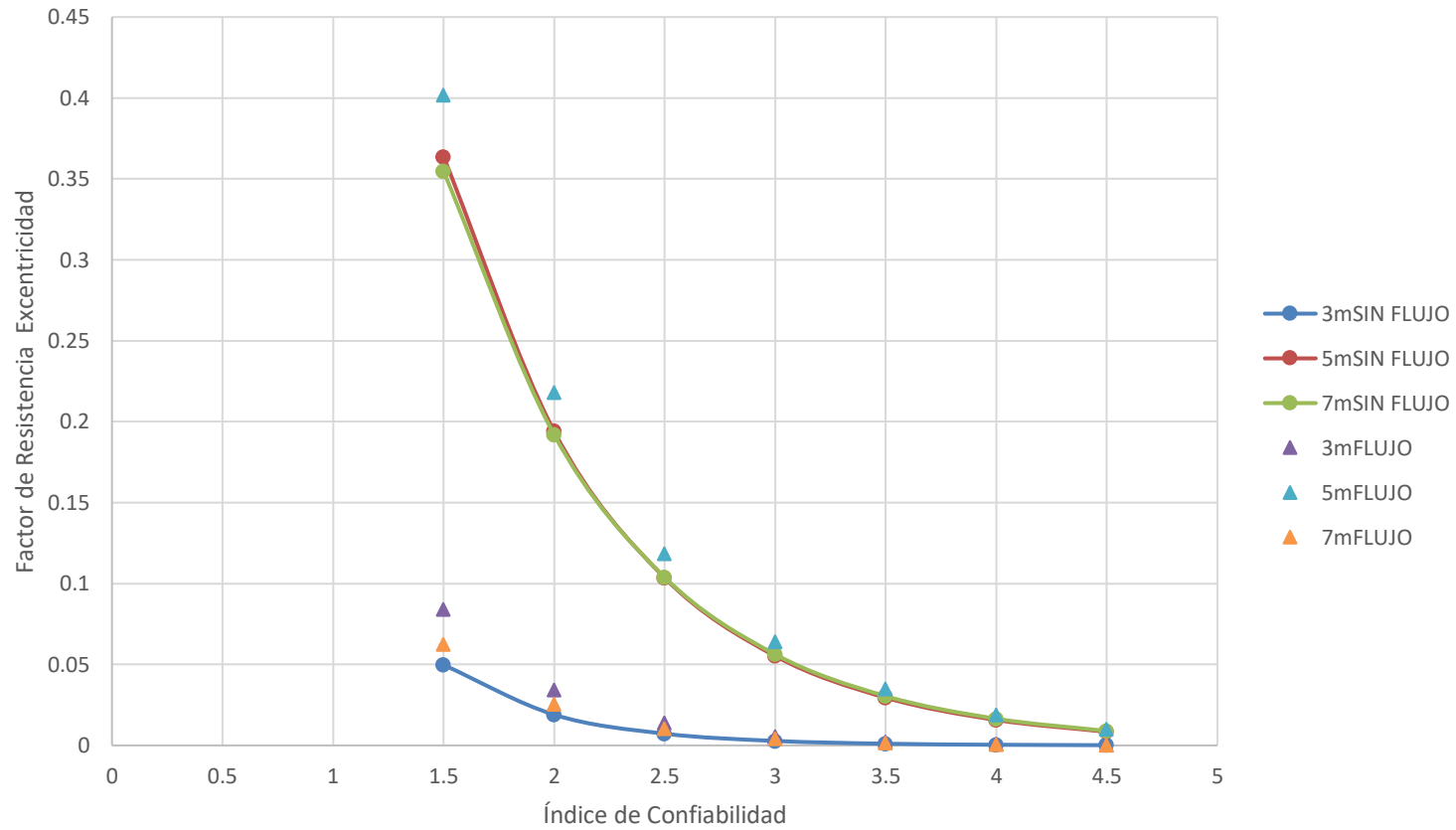
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.38872827	57%	0.401980849	45%	0.00059489	21%
		2	0.20110591		0.218199591		0.00013134	
		2.5	0.10404076		0.118441119		2.8998E-05	
		3	0.05382478		0.064291132		6.4022E-06	
		3.5	0.02784588		0.034897928		1.4135E-06	
		4	0.01440588		0.018942976		3.1208E-07	
		4.5	0.00745278		0.010282454		6.8901E-08	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.09613985	68%	0.062487037	34%	0.39359912	34%
		2	0.04016128		0.025416538		0.21775539	
		2.5	0.0167769		0.010338151		0.12047133	
		3	0.00700835		0.004205032		0.06664975	
		3.5	0.00292765		0.001710393		0.03687341	
		4	0.00122299		0.0006957		0.0203999	
		4.5	0.00051089		0.000282975		0.01128607	

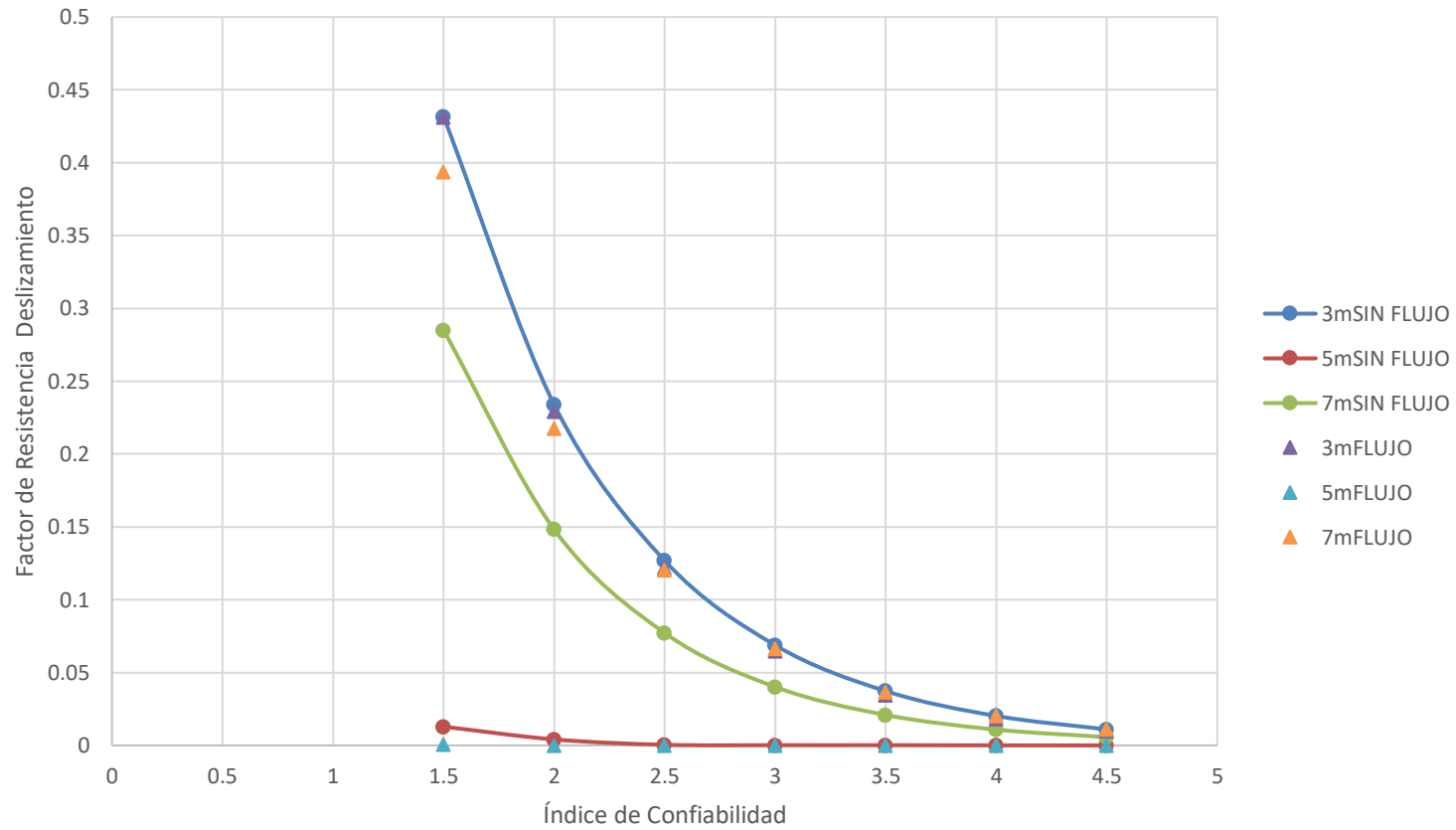
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - CohesivoFriccionante -Estatico\_ Normal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- CohesivoFriccionante -Estatico\_ Normal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento CohesivoFriccionante -Estatico\_ Normal - Propuesta



Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.10082416	33%	0.381415245	50%	0.43274917	11%
		2	0.04167035		0.20272078		0.23536369	
		2.5	0.01722224		0.107745339		0.12800965	
		3	0.00711791		0.057266246		0.06962191	
		3.5	0.00294181		0.030436796		0.03786598	
		4	0.00121584		0.016177044		0.02059455	
		4.5	0.0005025		0.008598038		0.01120097	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.40190964	40%	0.360014888	38%	0.01830829	8%
		2	0.20938641		0.19177032		0.00614257	
		2.5	0.10908589		0.10215093		0.00206088	
		3	0.05683144		0.054413073		0.00069144	
		3.5	0.02960798		0.028984391		0.00023198	
		4	0.01542513		0.015439212		7.7832E-05	
		4.5	0.00803617		0.008224056		2.6113E-05	

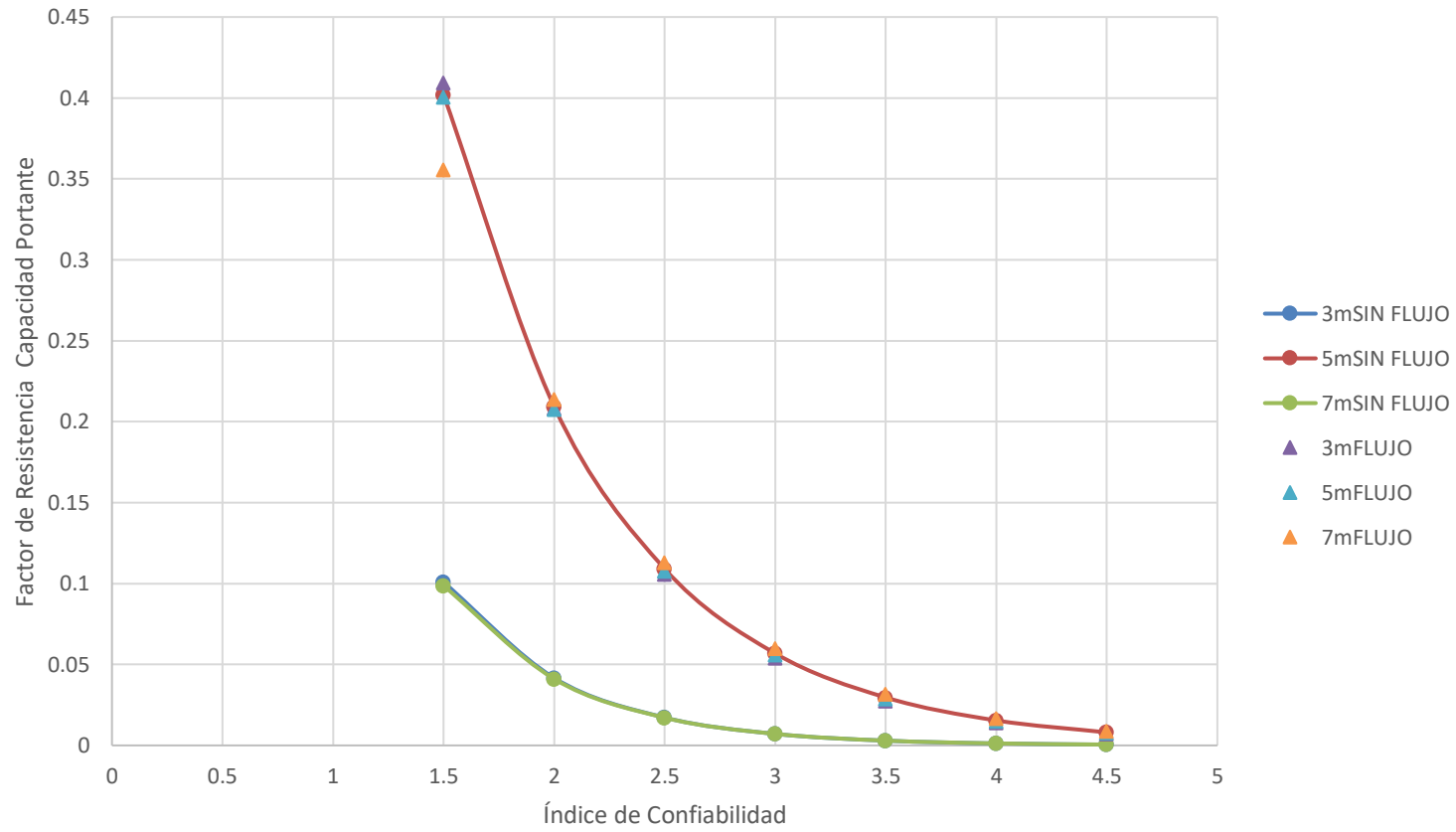
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.09864212	46%	0.038492816	26%	0.15260685	11%
		2	0.04107662		0.014470922		0.07093812	
		2.5	0.01710515		0.005440173		0.03297504	
		3	0.00712294		0.002045169		0.01532819	
		3.5	0.00296614		0.000768857		0.00712519	
		4	0.00123516		0.000289043		0.00331209	
		4.5	0.00051435		0.000108662		0.0015396	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.40941621	30%	0.340954008	48%	0.00144465	16%
		2	0.20823915		0.173277157		0.00034449	
		2.5	0.10591555		0.088061652		8.2149E-05	
		3	0.05387125		0.04475405		1.9589E-05	
		3.5	0.02740024		0.022744577		4.6714E-06	
		4	0.01393644		0.011559083		1.1139E-06	
		4.5	0.00708842		0.005874473		2.6563E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.40038711	39%	0.327306209	44%	0.00082133	12%
		2	0.20761562		0.170655602		0.00018762	
		2.5	0.10765642		0.088978864		4.2858E-05	
		3	0.05582386		0.046393076		9.7903E-06	
		3.5	0.02894675		0.024189087		2.2364E-06	
		4	0.01500997		0.012612053		5.1087E-07	
		4.5	0.00778323		0.006575853		1.167E-07	

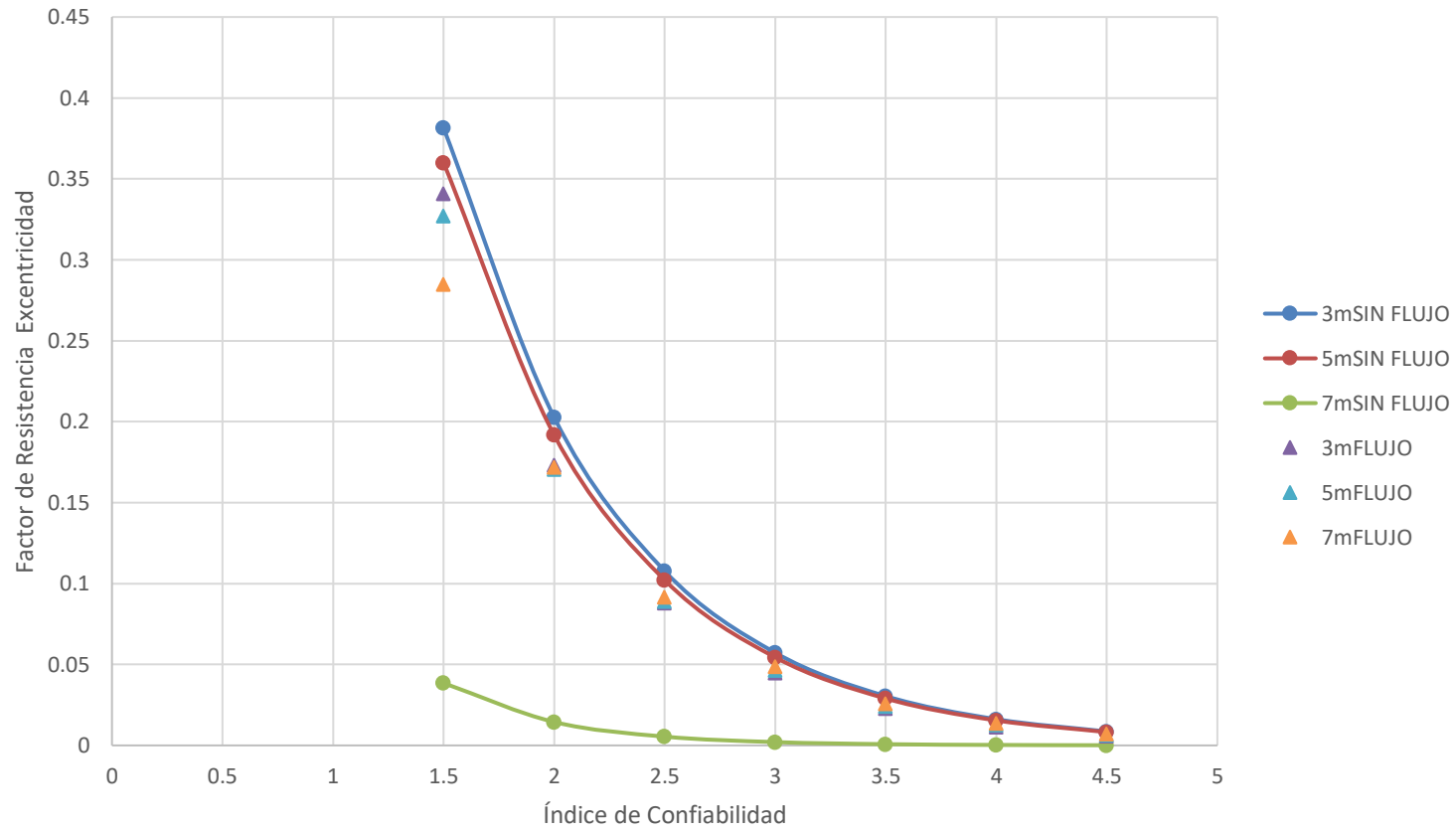
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.35579998	44%	0.28500775	33%	4.6871E-06	13%
		2	0.21375483		0.172058399		9.86E-07	
		2.5	0.11305856		0.091558757		1.4047E-07	
		3	0.05979859		0.048721865		2.0013E-08	
		3.5	0.03162849		0.02592674		2.8511E-09	
		4	0.01672885		0.013796595		4.0619E-10	
		4.5	0.00884817		0.007341688		5.7869E-11	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - NoDrenado -Estatico\_ Normal - Propuesta

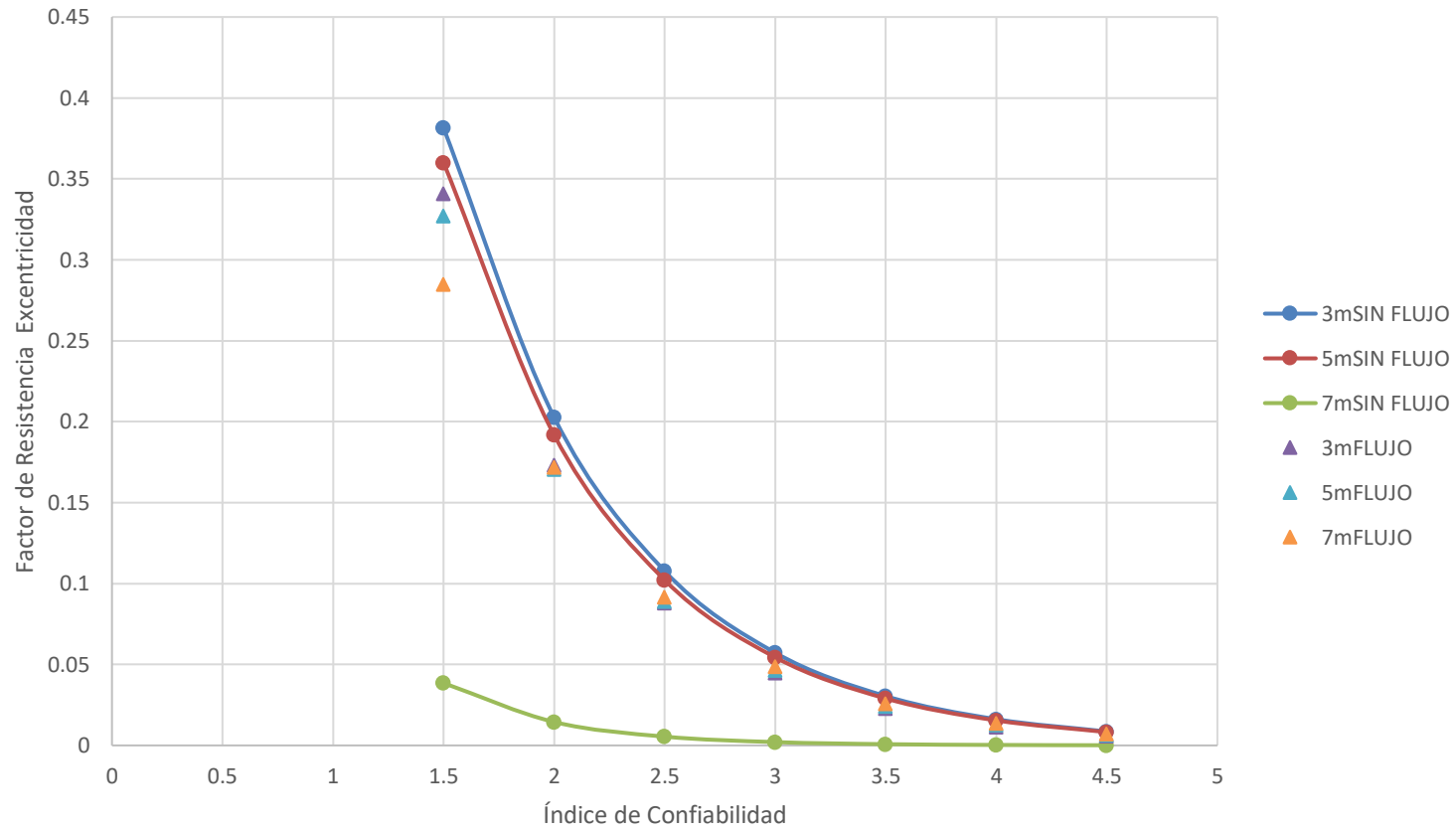




Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- NoDrenado -Estatico\_ Normal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- NoDrenado -Estatico\_ Normal - Propuesta



			Índice de Confiabilidad	3.5	LRFD					ASD				
					Tipo de falla									
					FS			3		1.5		2		1.5
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	3	0.00157139	0.02993817	3.32773E-06	0.46810852	0.777084476	0.70216278	0.728516697	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	5	0.00125672	0.029738816	7.28991E-06	0.45531707	0.721351196	0.68297561	0.676266746	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	7	0.04034632	0.002301181	0.034212258	0.4520142	0.700937964	0.67802131	0.657129342	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	3	0.04109591	0.002301181	0.035298466	0.46869293	0.784532573	0.7030394	0.735499287	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	5	0.04461446	0.001911383	0.035298466	0.45592074	0.722923897	0.6838811	0.677741153	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	7	0.00272927	0.025794663	1.22616E-05	0.4517053	0.698764796	0.67755795	0.655091997	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.00289803	0.001053567	0.037280844	0.46763882	0.776927133	0.70145823	0.728369187	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.02958774	0.029472129	0.000134673	0.45562367	0.72133061	0.68343551	0.676247447	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.00021118	0.030445993	0.020888137	0.45177449	0.700793288	0.67766174	0.656993707	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.00273859	0.00229491	0.034466106	0.46885939	0.784594903	0.70328909	0.735557721	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.02784588	0.034897928	1.4135E-06	0.45556561	0.721970271	0.68334841	0.676847129	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.00292765	0.001710393	0.03687341	0.45169221	0.699091035	0.67753832	0.655397846	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	3	0.00294181	0.030436796	0.037865976	0.46796976	0.776670026	0.70195463	0.728128149	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	5	0.02960798	0.028984391	0.000231983	0.45560946	0.721398296	0.68341419	0.676310903	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	7	0.00296614	0.000768857	0.007125191	0.45196492	0.700531164	0.67794738	0.656747966	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	3	0.02740024	0.022744577	4.67136E-06	0.46877567	0.784392327	0.70316351	0.735367806	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	5	0.02894675	0.024189087	2.23642E-06	0.45590517	0.722731174	0.68385776	0.677560475	
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	7	0.03162849	0.02592674	2.85113E-09	0.45187487	0.699161016	0.6778123	0.655463452	

## ESTÁTICO LOGNORMAL PROCEDIMIENTO PROPUESTO

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.18461497	53%	0.329555795	37%	0.00134961	1%
		2	0.08025654		0.162980789		0.0003149	
		2.5	0.03488943		0.08060164		7.3475E-05	
		3	0.01516727		0.039861289		1.7144E-05	
		3.5	0.00659357		0.019713276		4.0001E-06	
		4	0.00286638		0.009749139		9.3333E-07	
		4.5	0.00124609		0.004821406		2.1777E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.17468145	57%	0.312113911	29%	0.00212012	1%
		2	0.07582458		0.155124073		0.00052606	
		2.5	0.03291344		0.077098383		0.00013053	
		3	0.01428685		0.038318751		3.2387E-05	
		3.5	0.00620154		0.019044844		8.0361E-06	
		4	0.00269192		0.009465498		1.994E-06	
		4.5	0.00116849		0.004704458		4.9475E-07	

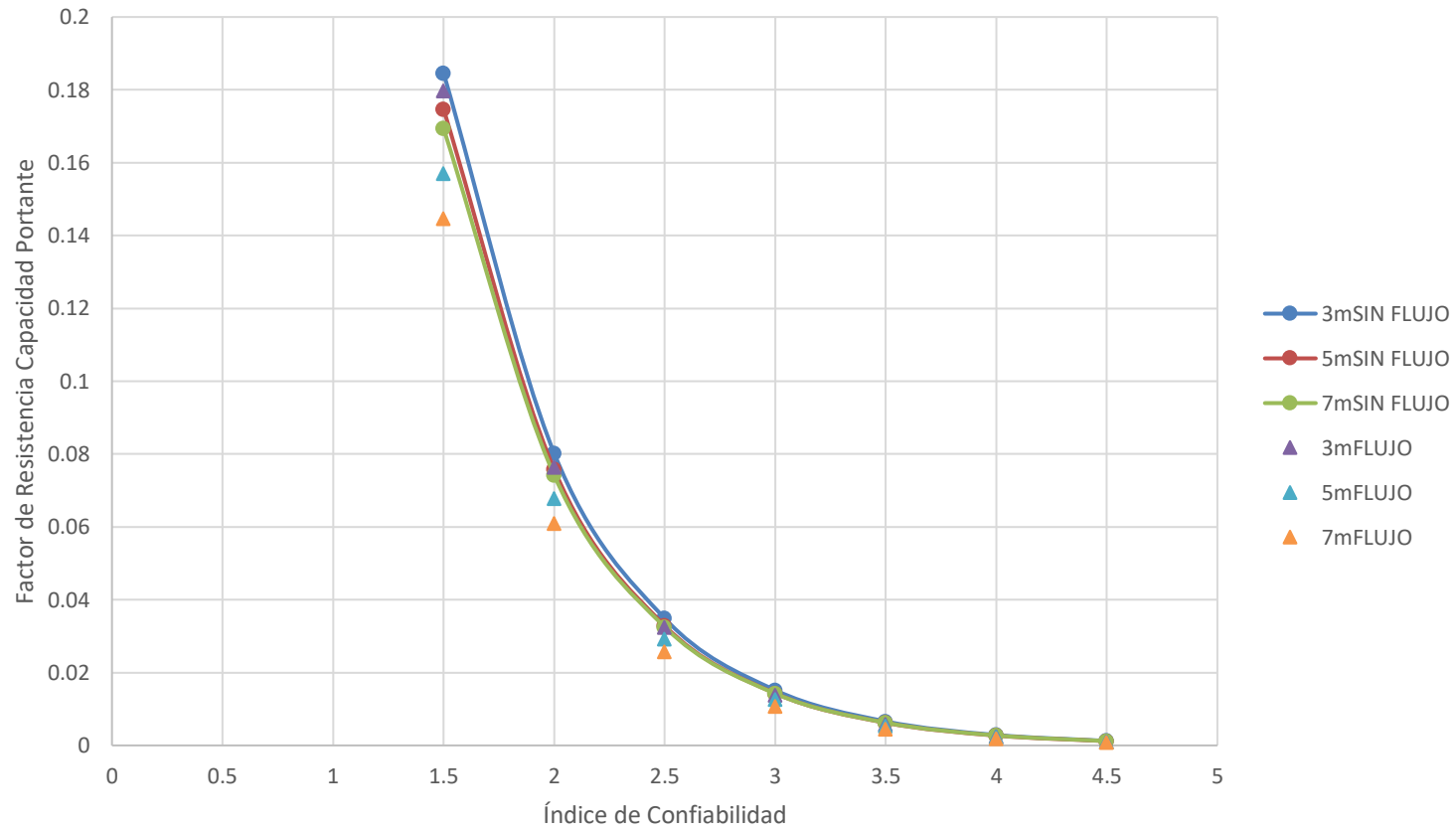
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.16939121	59%	0.306912558	23%	0.00093197	3%
		2	0.07422385		0.154946356		0.00021308	
		2.5	0.03252341		0.078225451		4.8719E-05	
		3	0.01425111		0.039492514		1.1139E-05	
		3.5	0.00624455		0.019937995		2.5468E-06	
		4	0.00273624		0.010065798		5.8228E-07	
		4.5	0.00119897		0.005081769		1.3313E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.17978681	46%	0.281439613	41%	0.00124216	1%
		2	0.07635016		0.132507764		0.00028286	
		2.5	0.03242366		0.062387477		6.4412E-05	
		3	0.01376937		0.029373353		1.4668E-05	
		3.5	0.00584745		0.0138296		3.34E-06	
		4	0.00248324		0.00651127		7.6058E-07	
		4.5	0.00105456		0.003065645		1.7319E-07	

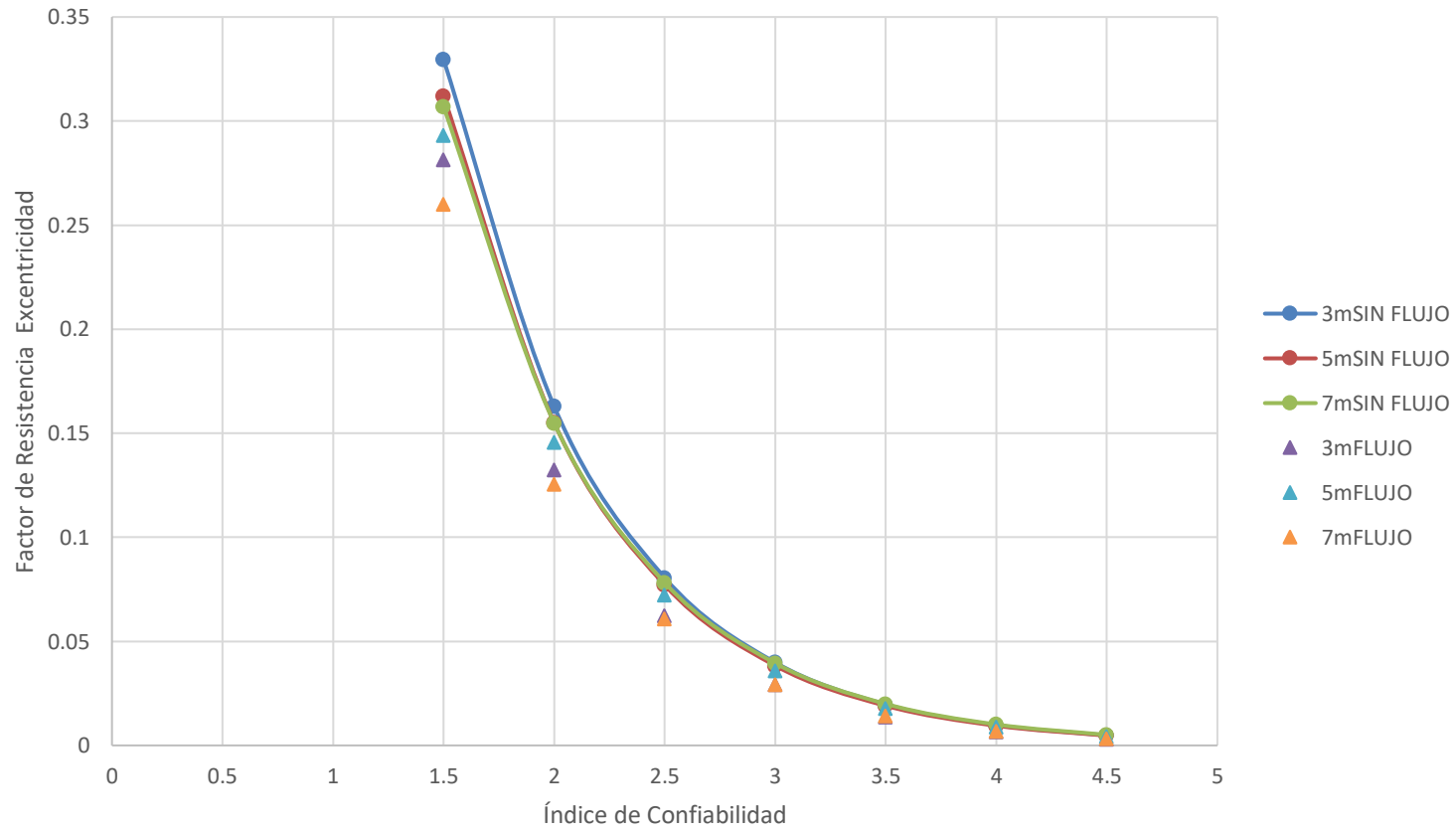
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.15708102	54%	0.293231704	43%	0.00187326	1%
		2	0.0677791		0.145614758		0.00046123	
		2.5	0.02924609		0.07231025		0.00011356	
		3	0.01261943		0.035908258		2.7961E-05	
		3.5	0.00544518		0.017831538		6.8844E-06	
		4	0.00234955		0.008854892		1.6951E-06	
		4.5	0.00101381		0.004397215		4.1735E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.14474215	56%	0.259959534	26%	0.00127461	6%
		2	0.06097481		0.125668612		0.00029898	
		2.5	0.02568656		0.060750225		7.013E-05	
		3	0.01082085		0.029367634		1.645E-05	
		3.5	0.00455845		0.014196786		3.8586E-06	
		4	0.00192031		0.006862954		9.0508E-07	
		4.5	0.00080896		0.003317662		2.123E-07	

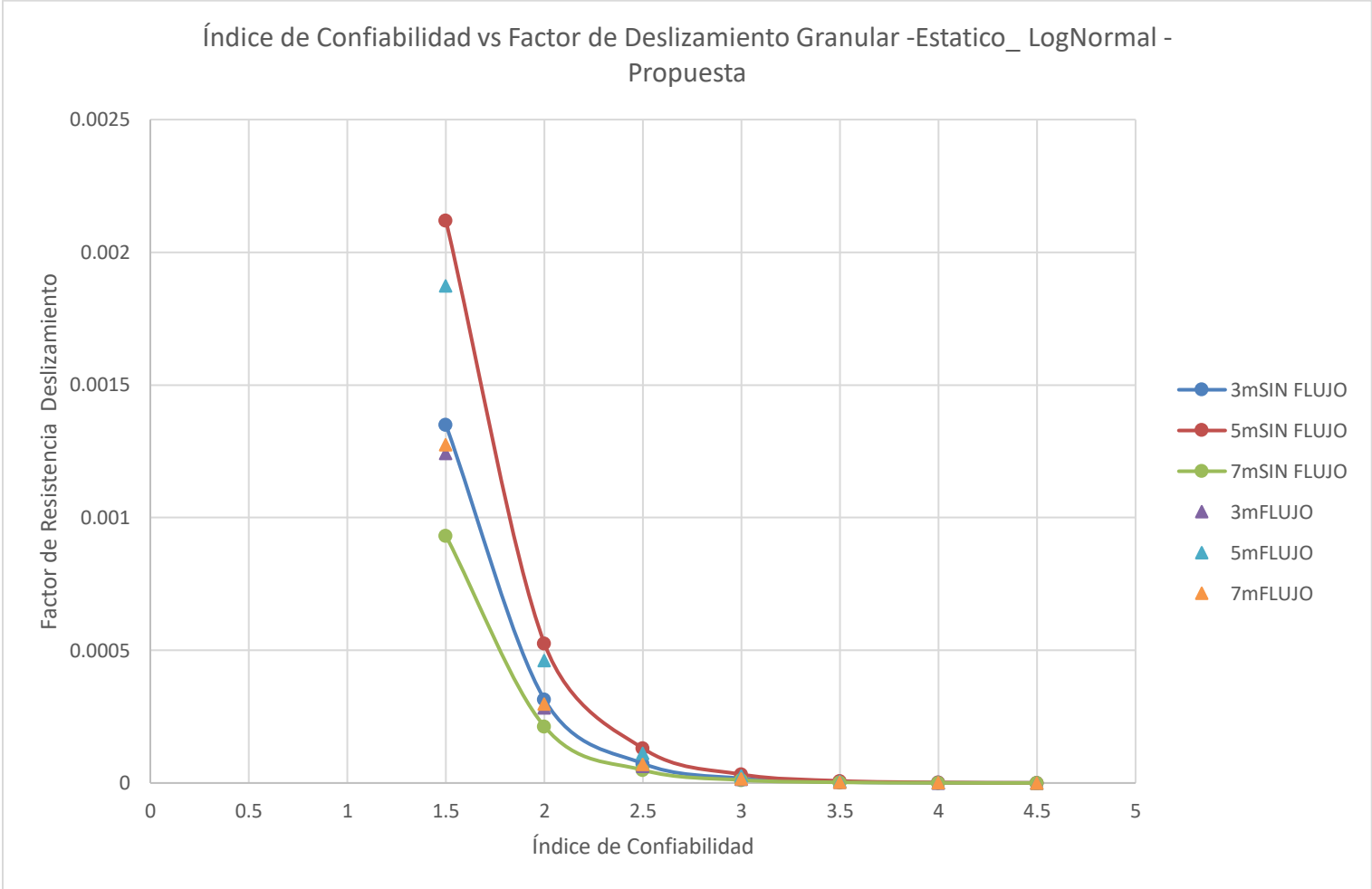
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - Granular -Estatico\_ LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- Granular -Estatico\_ LogNormal - Propuesta







Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.34749649	53%	0.334504297	39%	0.00131281	23%
		2	0.16763774		0.165836342		0.00030534	
		2.5	0.08087107		0.08221626		7.1016E-05	
		3	0.03901347		0.040760146		1.6517E-05	
		3.5	0.01882071		0.020207553		3.8416E-06	
		4	0.0090794		0.010018247		8.9348E-07	
		4.5	0.00438005		0.004966721		2.0781E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.3394727	64%	0.313566988	28%	0.00083832	32%
		2	0.1653028		0.156993799		0.00018795	
		2.5	0.08049252		0.078602193		4.2139E-05	
		3	0.03919502		0.039353814		9.4475E-06	
		3.5	0.01908562		0.019703301		2.1181E-06	
		4	0.00929355		0.009864865		4.7489E-07	
		4.5	0.0045254		0.004939049		1.0647E-07	

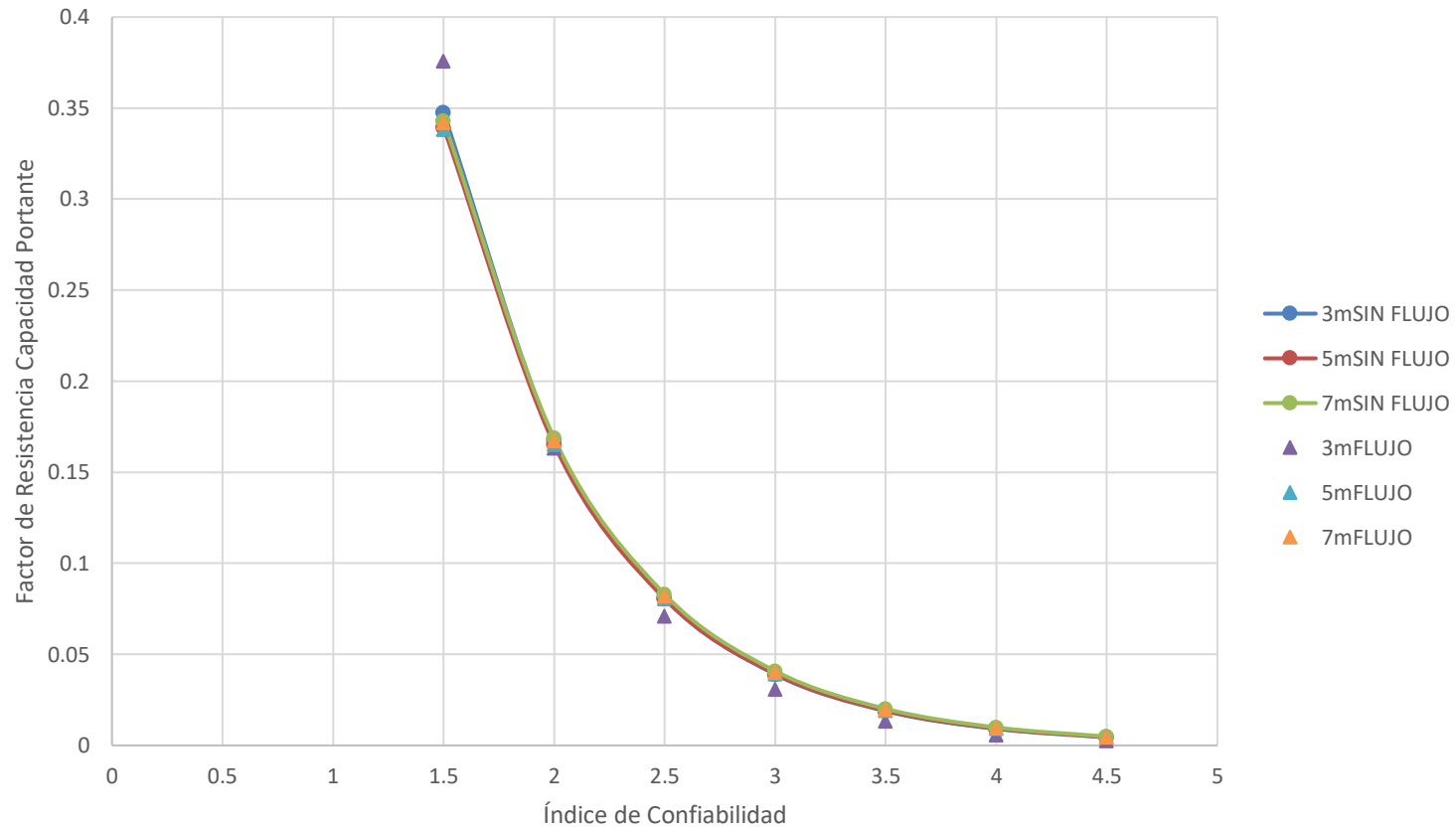
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.34297953	72%	0.310221262	21%	0.03579149	43%
		2	0.16872204		0.156835725		0.0129144	
		2.5	0.08299949		0.079290002		0.00465981	
		3	0.04082997		0.040085921		0.00168137	
		3.5	0.0200855		0.020265872		0.00060668	
		4	0.00988067		0.010245632		0.0002189	
		4.5	0.0048606		0.00517979		7.8985E-05	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.37577455	47%	0.348822223	54%	0.00386311	30%
		2	0.16335776		0.152813953		0.00092855	
		2.5	0.07101534		0.066945574		0.00022319	
		3	0.03087199		0.029327884		5.3647E-05	
		3.5	0.01342076		0.01284812		1.2895E-05	
		4	0.00583431		0.005628575		3.0994E-06	
		4.5	0.00253631		0.002465797		7.4499E-07	

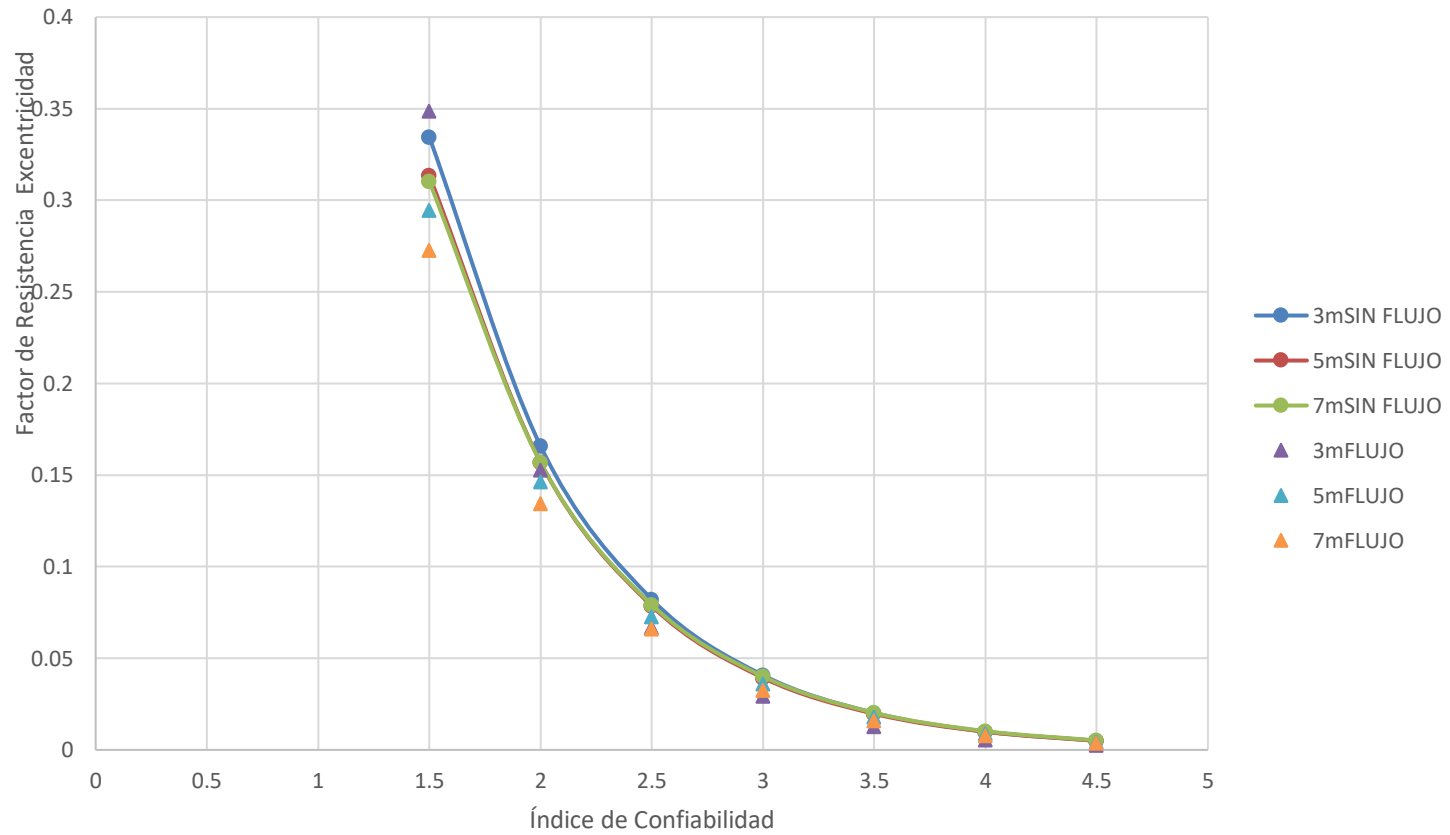
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.33831729	62%	0.294477171	40%	0.00132937	35%
		2	0.16524838		0.146293607		0.00031457	
		2.5	0.08071425		0.072677347		7.4439E-05	
		3	0.03942423		0.036105452		1.7615E-05	
		3.5	0.01925645		0.017936863		4.1682E-06	
		4	0.00940566		0.008910872		9.8634E-07	
		4.5	0.00459412		0.004426841		2.334E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.34219749	68%	0.272707765	28%	0.00042118	48%
		2	0.16750313		0.134367274		8.8014E-05	
		2.5	0.08199153		0.066204805		1.8392E-05	
		3	0.04013425		0.032620117		3.8435E-06	
		3.5	0.01964542		0.016072429		8.0318E-07	
		4	0.00961628		0.007919131		1.6784E-07	
		4.5	0.0047071		0.003901877		3.5074E-08	

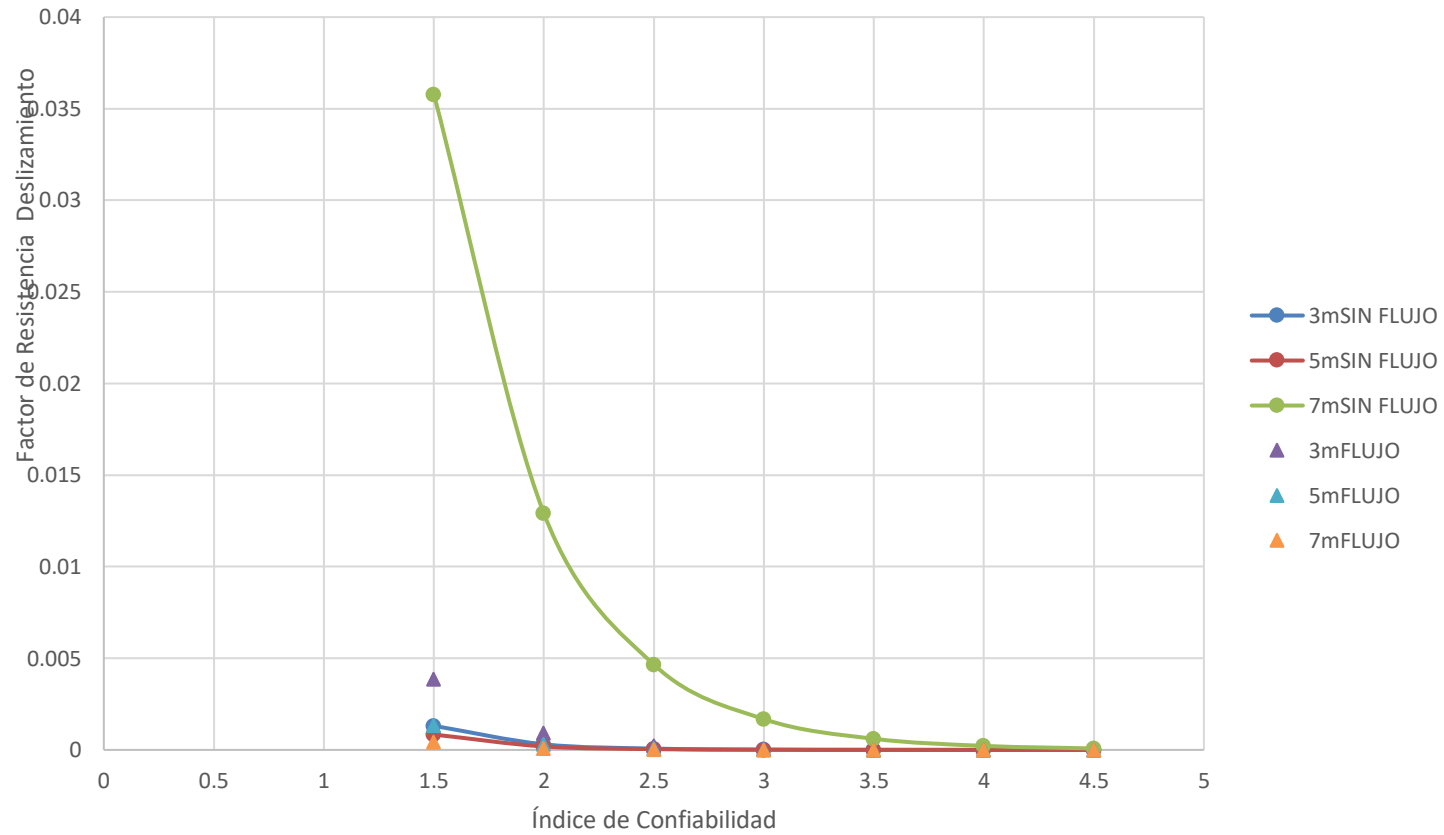
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - CohesivoFriccionante -Estatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- CohesivoFriccionante -Estatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento CohesivoFriccionante -Estatico\_  
LogNormal - Propuesta



Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.30547051	44%	0.349584038	43%	0.00060294	17%
		2	0.14563812		0.176209325		0.00012935	
		2.5	0.06943538		0.088819061		2.7751E-05	
		3	0.03310446		0.044769626		5.9537E-06	
		3.5	0.0157831		0.022566321		1.2773E-06	
		4	0.00752485		0.01137465		2.7402E-07	
		4.5	0.0035876		0.005733441		5.8788E-08	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.29992579	49%	0.30564002	28%	0.0003323	17%
		2	0.14193769		0.151255113		6.706E-05	
		2.5	0.06717097		0.07485312		1.3533E-05	
		3	0.03178817		0.037043307		2.7311E-06	
		3.5	0.01504352		0.018331989		5.5116E-07	
		4	0.00711924		0.009072134		1.1123E-07	
		4.5	0.00336913		0.004489617		2.2447E-08	



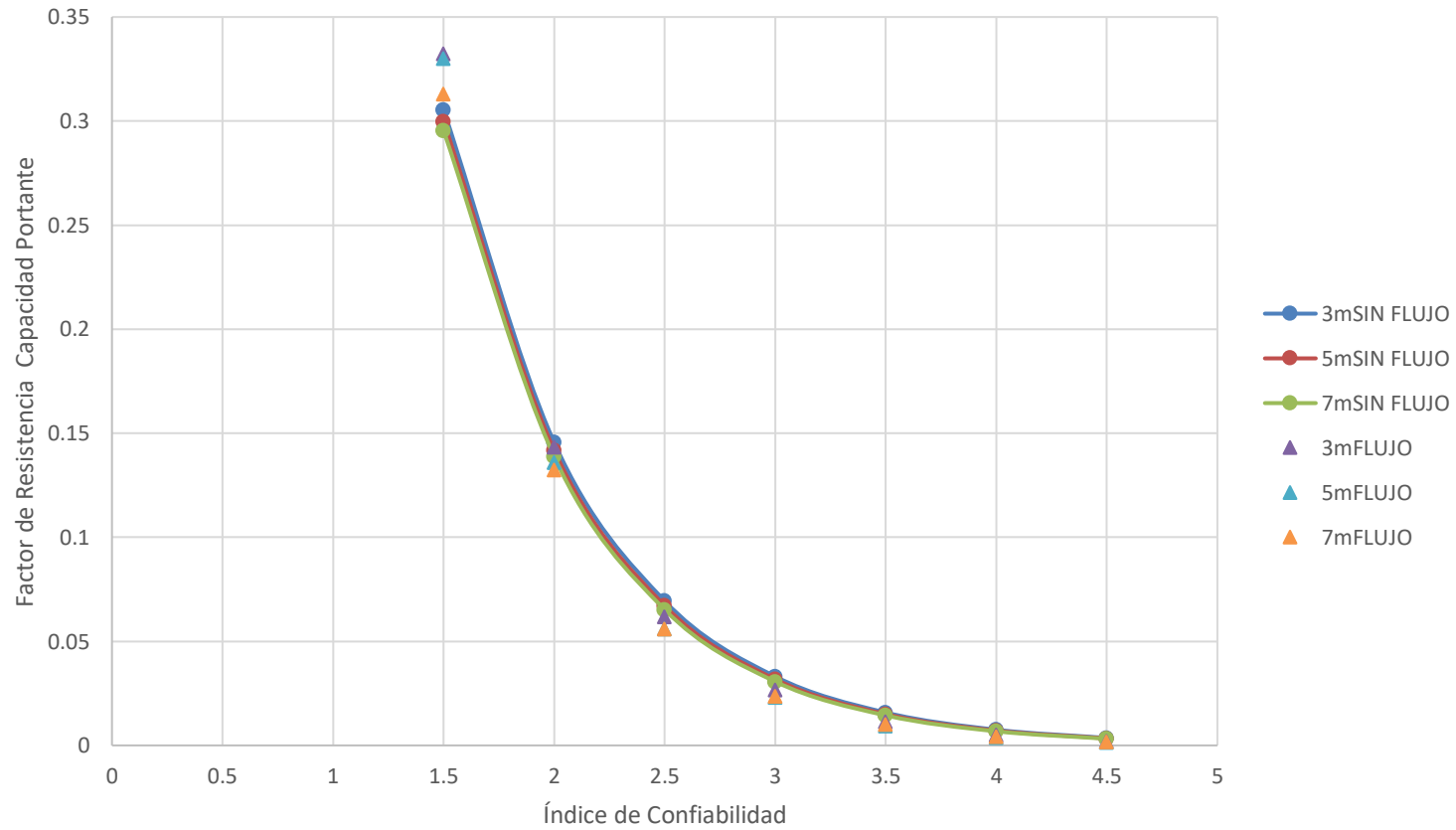
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.29543676	53%	0.280832282	19%	0.00229591	25%
		2	0.13885563		0.136842317		0.00057434	
		2.5	0.06526231		0.066679727		0.00014367	
		3	0.03067336		0.032491308		3.5941E-05	
		3.5	0.01441652		0.015832175		8.991E-06	
		4	0.00677578		0.00771461		2.2492E-06	
		4.5	0.00318462		0.00375913		5.6264E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.3323699	37%	0.349068505	55%	0.00560437	25%
		2	0.14337064		0.154702275		0.00141848	
		2.5	0.06184417		0.068561882		0.00035902	
		3	0.02667702		0.030385666		9.0868E-05	
		3.5	0.01150736		0.013466502		2.2999E-05	
		4	0.0049638		0.005968165		5.8211E-06	
		4.5	0.00214118		0.002645007		1.4733E-06	

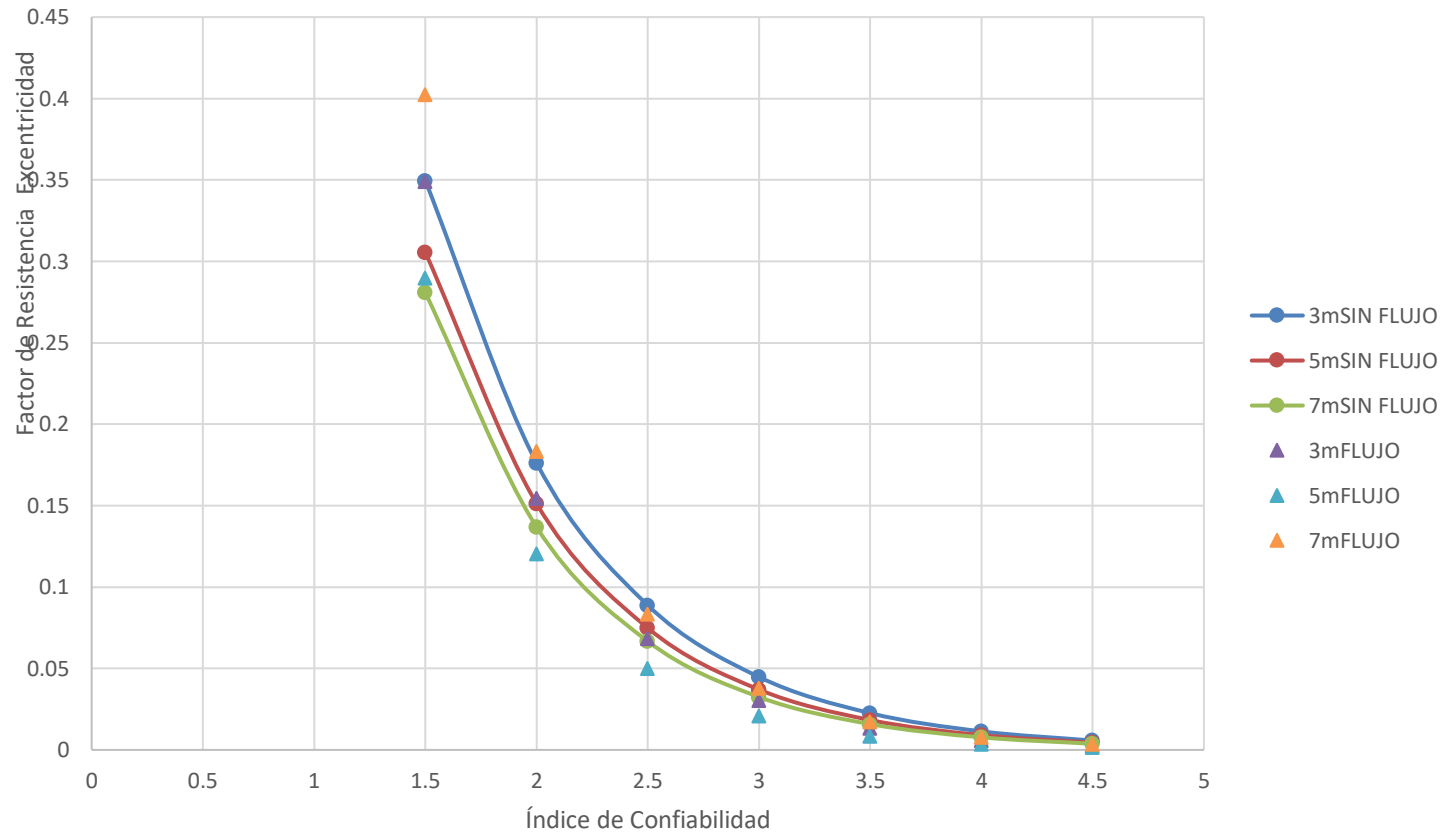
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.33003007	43%	0.289979586	50%	0.00707936	31%
		2	0.13605309		0.120448564		0.0017929	
		2.5	0.05608714		0.050030613		0.00045407	
		3	0.02312162		0.020781171		0.000115	
		3.5	0.00953176		0.008631857		2.9123E-05	
		4	0.00392942		0.003585407		7.3757E-06	
		4.5	0.00161988		0.001489267		1.868E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.31293217	49%	0.402347197	44%	0.00101757	39%
		2	0.13250601		0.183399108		0.00021327	
		2.5	0.0561075		0.083597532		4.4699E-05	
		3	0.0237578		0.038105678		9.3684E-06	
		3.5	0.01005985		0.017369445		1.9635E-06	
		4	0.00425968		0.007917393		4.1152E-07	
		4.5	0.00180369		0.00360893		8.6251E-08	

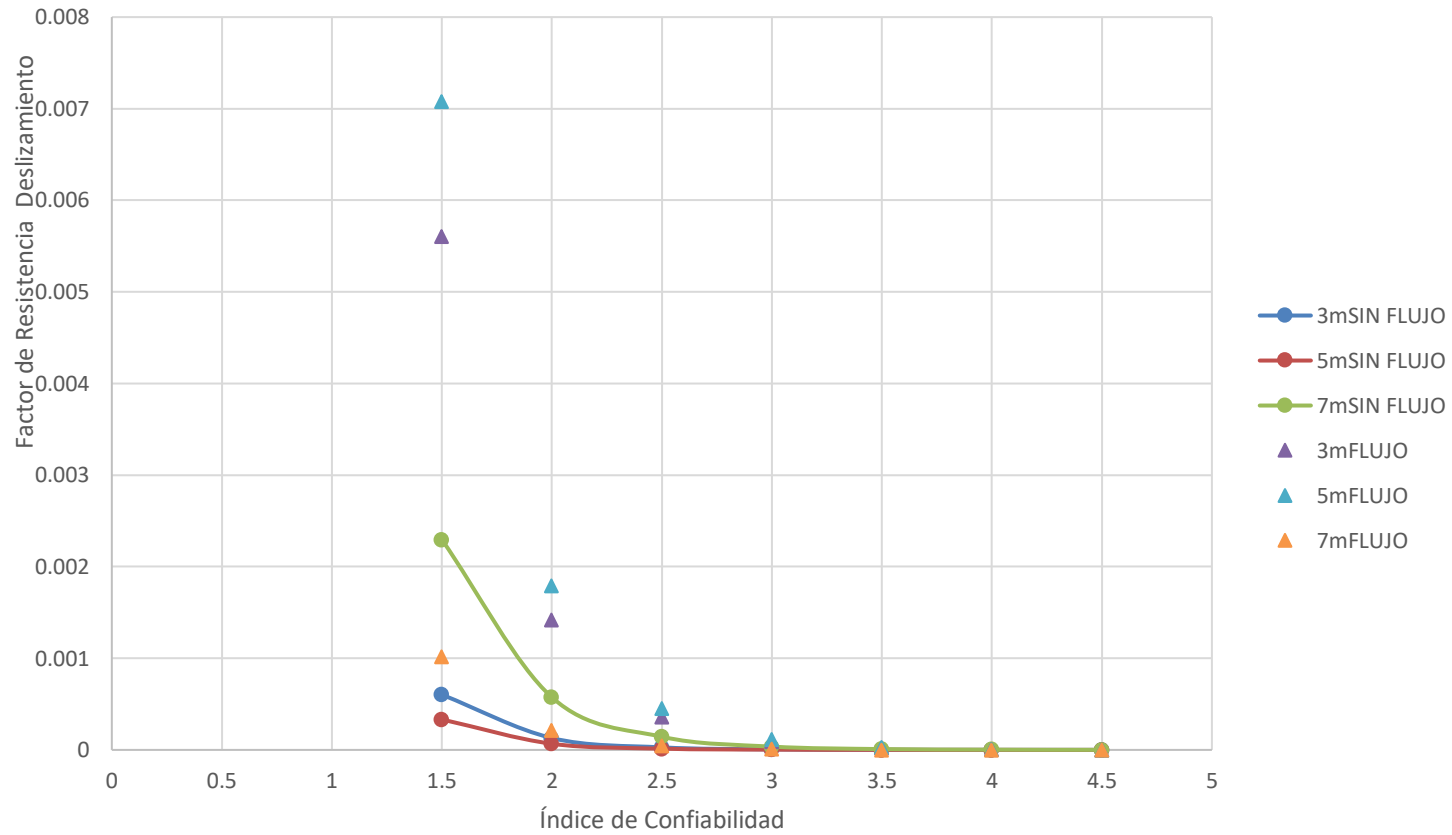
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - CohesivoFriccionante -Estatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- CohesivoFriccionante -Estatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento CohesivoFriccionante -Estatico\_  
LogNormal - Propuesta



				Índice de Confiabilidad	3.5	LRFD				ASD			
				Tipo de falla									
				FS		3	1.5	2	1.6				
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	3	0.00659357	0.01971328	4.00008E-06	0.45977461	0.750087662	0.45977461	0.750087662
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	5	0.00620154	0.01904484	8.03612E-06	0.45283889	0.711641819	0.67925834	0.667164206
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	7	0.00624455	0.019938	2.54676E-06	0.45089954	0.696770544	0.67634931	0.653222385
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	3	0.00584745	0.0138296	3.34002E-06	0.46177497	0.761083453	0.69266245	0.713515737
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	5	0.00544518	0.01783154	6.88444E-06	0.45641955	0.725109185	0.68462933	0.679789861
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	7	0.00455845	0.01419679	3.85857E-06	0.44893655	0.688668569	0.67340482	0.645626784
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.01882071	0.02020755	3.84157E-06	0.46281219	0.759262596	0.46281219	0.759262596
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.01908562	0.0197033	2.11814E-06	0.45345032	0.712465384	0.68017548	0.667936298
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.0200855	0.02026587	0.000606677	0.45009113	0.695169168	0.6751367	0.651721095
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.01342076	0.01284812	1.28947E-05	0.49682251	0.878555596	0.74523377	0.823645871
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.01925645	0.01793686	4.16823E-06	0.45357828	0.715286906	0.68036742	0.670581475
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.01964542	0.01607243	8.03182E-07	0.44852558	0.687989562	0.67278837	0.644990214
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	3	0.0157831	0.02256632	1.27728E-06	0.46501071	0.768480917	0.69751606	0.72045086
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	5	0.01504352	0.01833199	5.51164E-07	0.45122926	0.70633068	0.67684389	0.662185013
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	7	0.01441652	0.01583218	8.99098E-06	0.4482518	0.68755039	0.6723777	0.64457849
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	3	0.01150736	0.0134665	2.29989E-05	0.4978209	0.881607384	0.74673135	0.881607384
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	5	0.00953176	0.00863186	2.91234E-05	0.47796144	0.799511576	0.71694216	0.749542103
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	7	0.01005985	0.01736944	1.96349E-06	0.46809194	0.757116833	0.7021379	0.709797031

## PSEUDOESTÁTICO NORMAL PROCEDIMIENTO PROPUESTO

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.24159862	31%	0.192491556	27%	0.01292414	0%
		2	0.10900826		0.087404652		0.00397579	
		2.5	0.04918406		0.039687835		0.00122306	
		3	0.02219164		0.018021058		0.00037624	
		3.5	0.01001277		0.008182823		0.00011574	
		4	0.00451772		0.003715575		3.5605E-05	
		4.5	0.00203838		0.001687131		1.0953E-05	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.23290276	31%	0.287905549	64%	0.00644945	0%
		2	0.10310466		0.137920687		0.00179918	
		2.5	0.04564382		0.066070682		0.00050191	
		3	0.02020624		0.031651053		0.00014002	
		3.5	0.00894518		0.015162386		3.9059E-05	
		4	0.00395998		0.007263516		1.0896E-05	
		4.5	0.00175306		0.003479576		3.0397E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	f R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.18493169	31%	0.298742553	71%	0.00939855	0%
		2	0.07906386		0.144945414		0.0027614	
		2.5	0.03380218		0.070325345		0.00081133	
		3	0.01445145		0.034120805		0.00023838	
		3.5	0.00617843		0.016554904		7.0038E-05	
		4	0.00264146		0.008032191		2.0578E-05	
		4.5	0.00112931		0.003897099		6.046E-06	

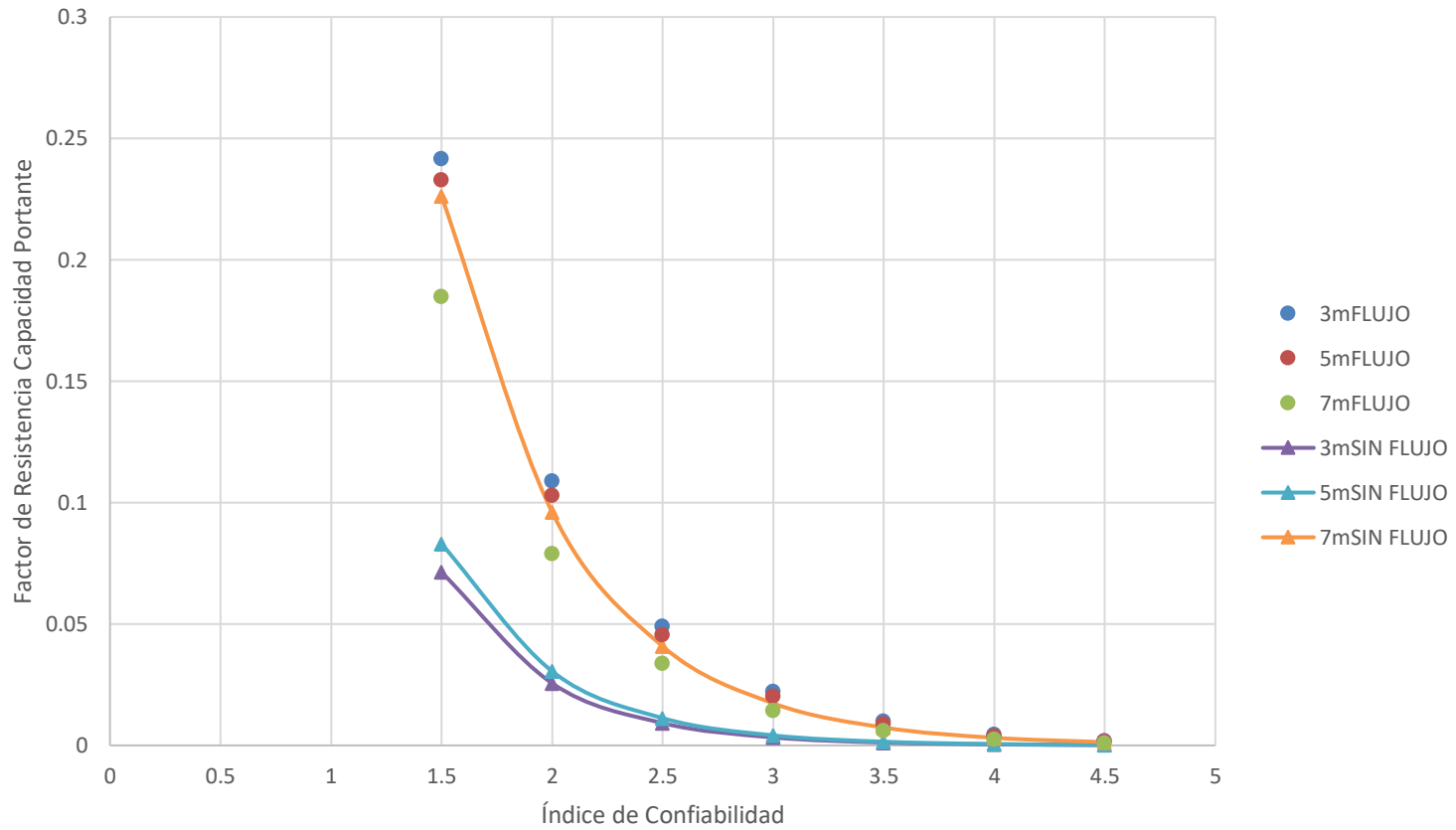
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.0713053	35%	0.188879368	28%	0.00823461	0%
		2	0.02559275		0.081545091		0.00230459	
		2.5	0.0091857		0.035205549		0.00064498	
		3	0.00329691		0.015199329		0.00018051	
		3.5	0.00118332		0.006562023		5.0518E-05	
		4	0.00042472		0.002833029		1.4138E-05	
		4.5	0.00015244		0.001223107		3.9568E-06	



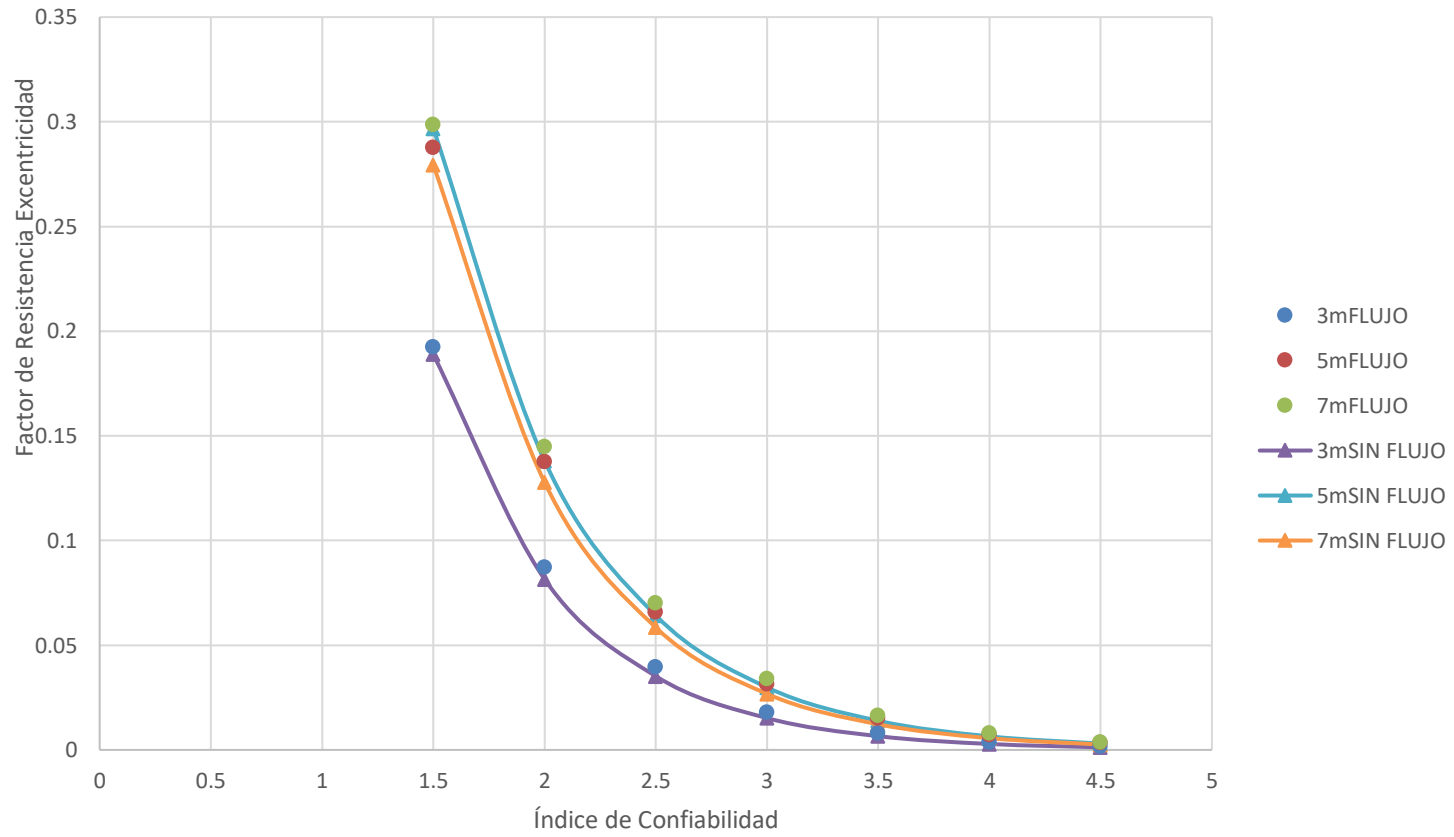
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.0829657	36%	0.296858242	61%	0.01046397	0%
		2	0.03052075		0.138084492		0.0030213	
		2.5	0.01122773		0.064230411		0.00087235	
		3	0.00413037		0.029876966		0.00025188	
		3.5	0.00151945		0.013897359		7.2725E-05	
		4	0.00055896		0.006464398		2.0998E-05	
		4.5	0.00020563		0.003006934		6.0629E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.22614461	39%	0.279388228	63%	0.00954554	0%
		2	0.09606112		0.127817224		0.00271087	
		2.5	0.04080459		0.058475058		0.00076987	
		3	0.01733287		0.026751734		0.00021864	
		3.5	0.00736261		0.012238642		6.2092E-05	
		4	0.00312747		0.005599052		1.7634E-05	
		4.5	0.00132848		0.002561508		5.0079E-06	

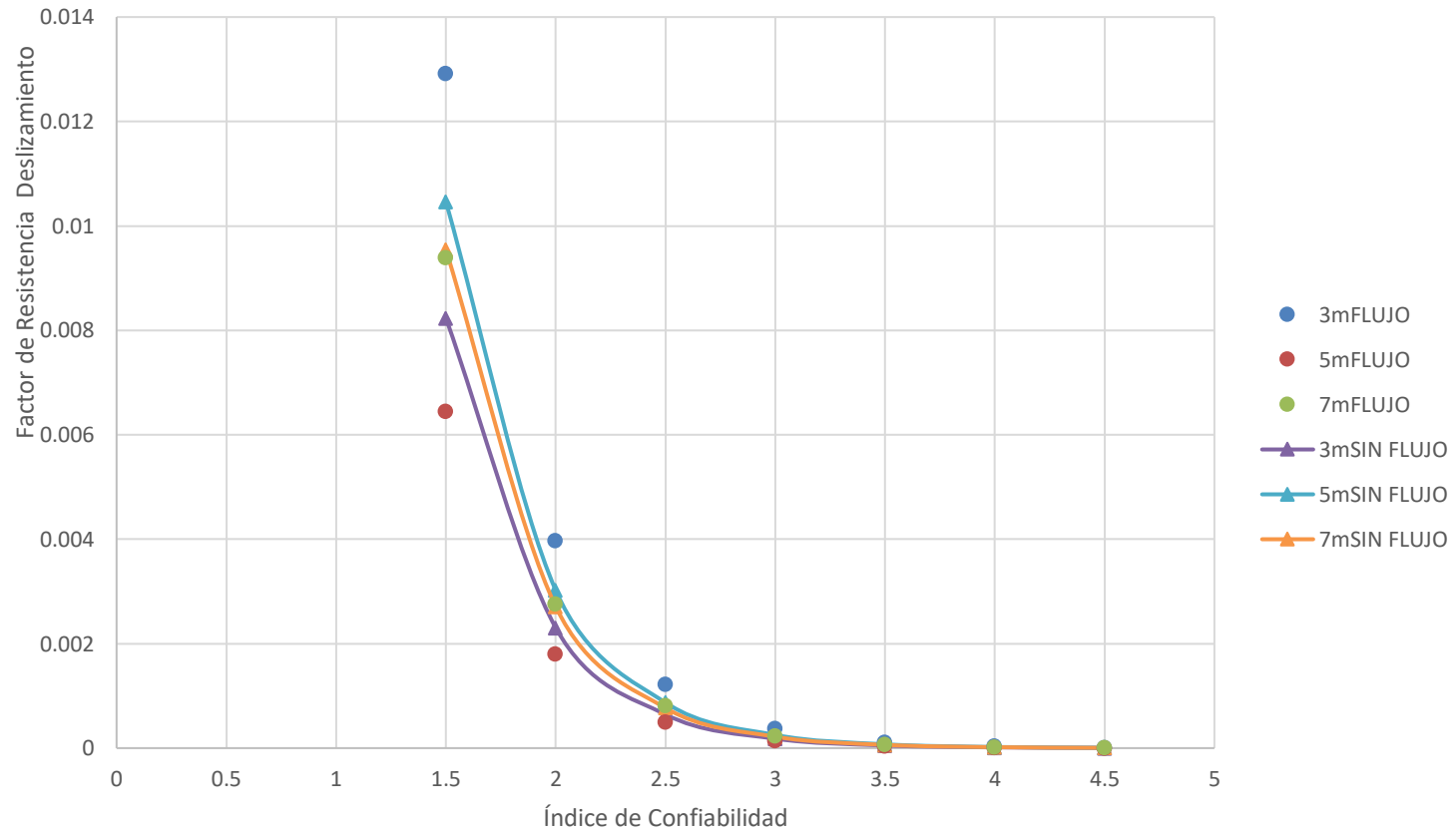
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - Granular -Pseudoestatico\_ Normal  
- Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- Granular -Pseudoestatico\_ Normal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento - Granular -Pseudoestatico\_ Normal - Propuesta



Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.22939514	23%	0.263676647	72%	0.00831048	0%
		2	0.10374842		0.128725385		0.00245356	
		2.5	0.04692225		0.062842975		0.00072438	
		3	0.0212215		0.03067957		0.00021386	
		3.5	0.00959784		0.014977585		6.314E-05	
		4	0.00434081		0.007311969		1.8641E-05	
		4.5	0.00199784		0.00356966		5.5036E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.24863899	21%	0.305605343	77%	0.00876529	1%
		2	0.11250144		0.14950102		0.00256103	
		2.5	0.05090342		0.073135354		0.00074828	
		3	0.02303222		0.035777549		0.00021863	
		3.5	0.01042137		0.017502247		6.3879E-05	
		4	0.00471535		0.008562035		1.8664E-05	
		4.5	0.00213355		0.004188516		5.4533E-06	

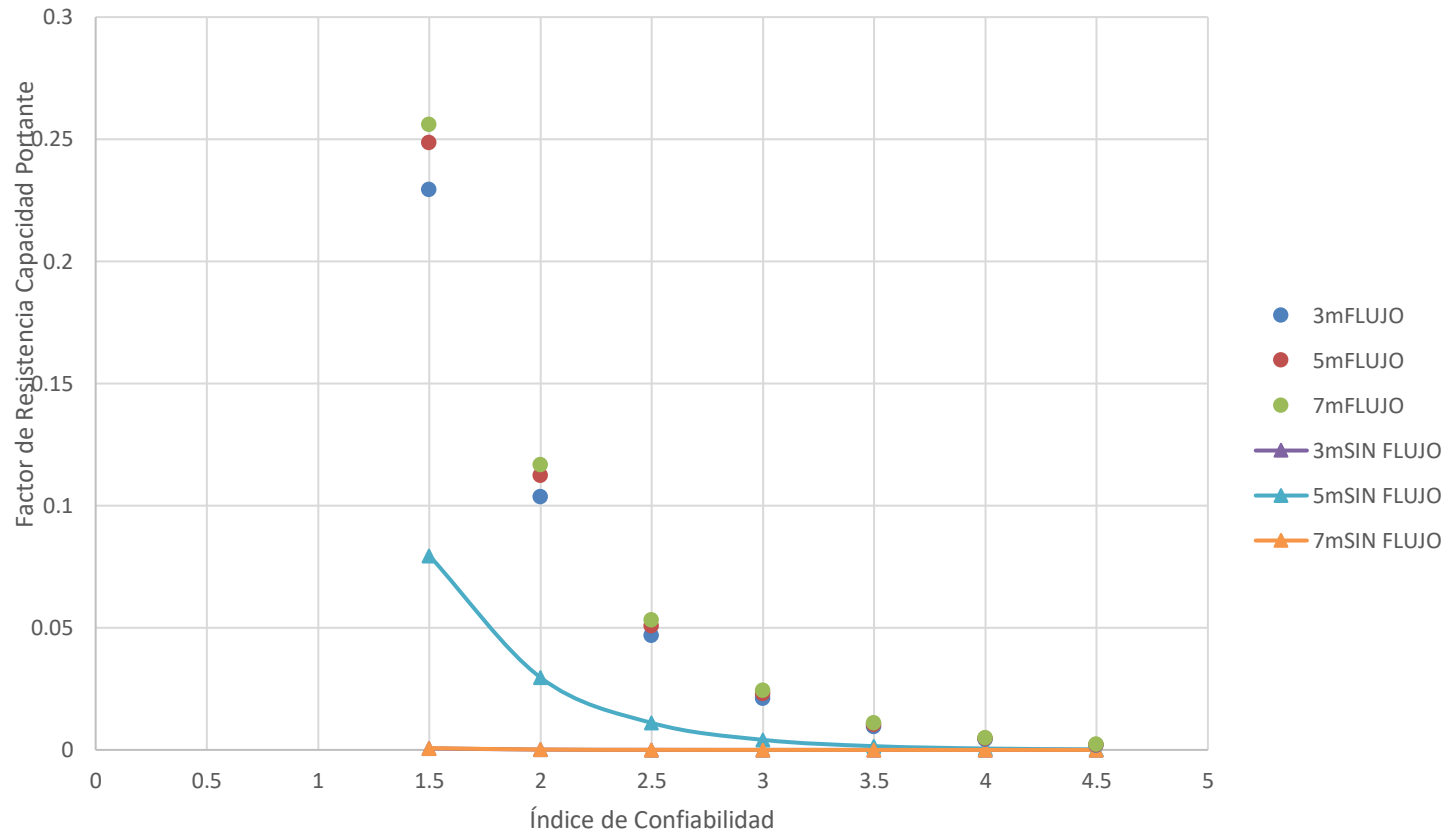
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.25617068	23%	0.296147731	72%	0.0091073	4%
		2	0.11690097		0.144342874		0.0026772	
		2.5	0.05334661		0.070352945		0.000787	
		3	0.0243442		0.034290137		0.00023135	
		3.5	0.01110924		0.016713067		6.8008E-05	
		4	0.00506959		0.008145975		1.9992E-05	
		4.5	0.00231346		0.003970361		5.8768E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.00063109	31%	0.277762964	70%	0.00934387	1%
		2	0.00013017		0.132066817		0.00272698	
		2.5	2.6847E-05		0.062793267		0.00079586	
		3	5.5374E-06		0.029856057		0.00023227	
		3.5	1.1421E-06		0.014195537		6.7787E-05	
		4	2.3557E-07		0.006749494		1.9783E-05	
		4.5	4.8587E-08		0.003209154		5.7737E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.07954375	30%	0.313995753	76%	0.00769721	2%
		2	0.0296132		0.150870821		0.00217613	
		2.5	0.01102465		0.072491441		0.00061523	
		3	0.00410435		0.034831182		0.00017394	
		3.5	0.001528		0.016735924		4.9174E-05	
		4	0.00056886		0.008041391		1.3902E-05	
		4.5	0.00021178		0.003863782		3.9304E-06	

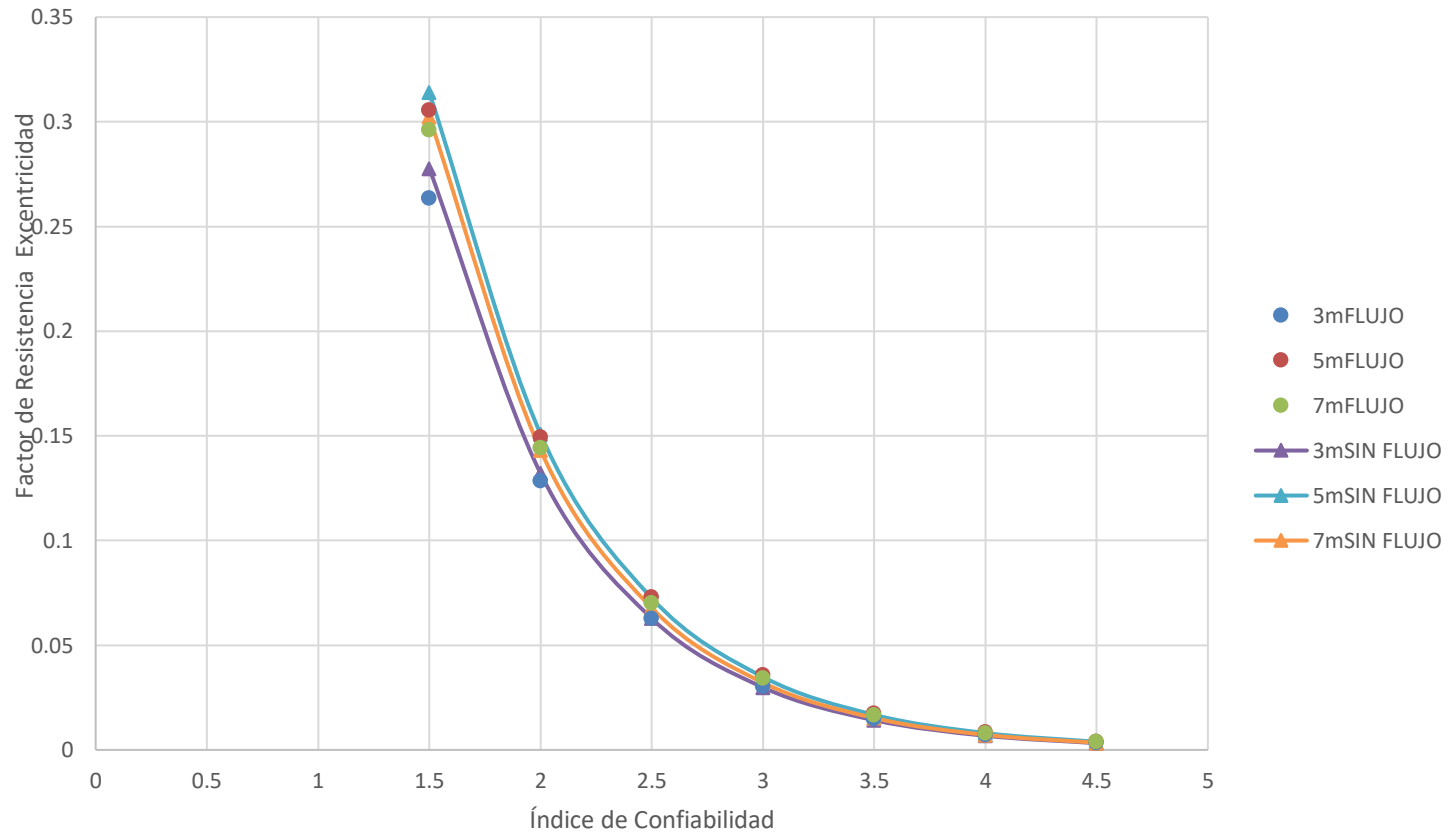
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.00071667	30%	0.302265186	36%	0.00862984	4%
		2	0.00014882		0.143153125		0.00246004	
		2.5	3.0903E-05		0.067797478		0.00070127	
		3	6.417E-06		0.03210896		0.0001999	
		3.5	1.3325E-06		0.015206839		5.6985E-05	
		4	2.767E-07		0.007201976		1.6244E-05	
		4.5	5.7458E-08		0.003410864		4.6306E-06	

Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - CohesivoFriccionante - Pseudoestatico\_Normal - Propuesta

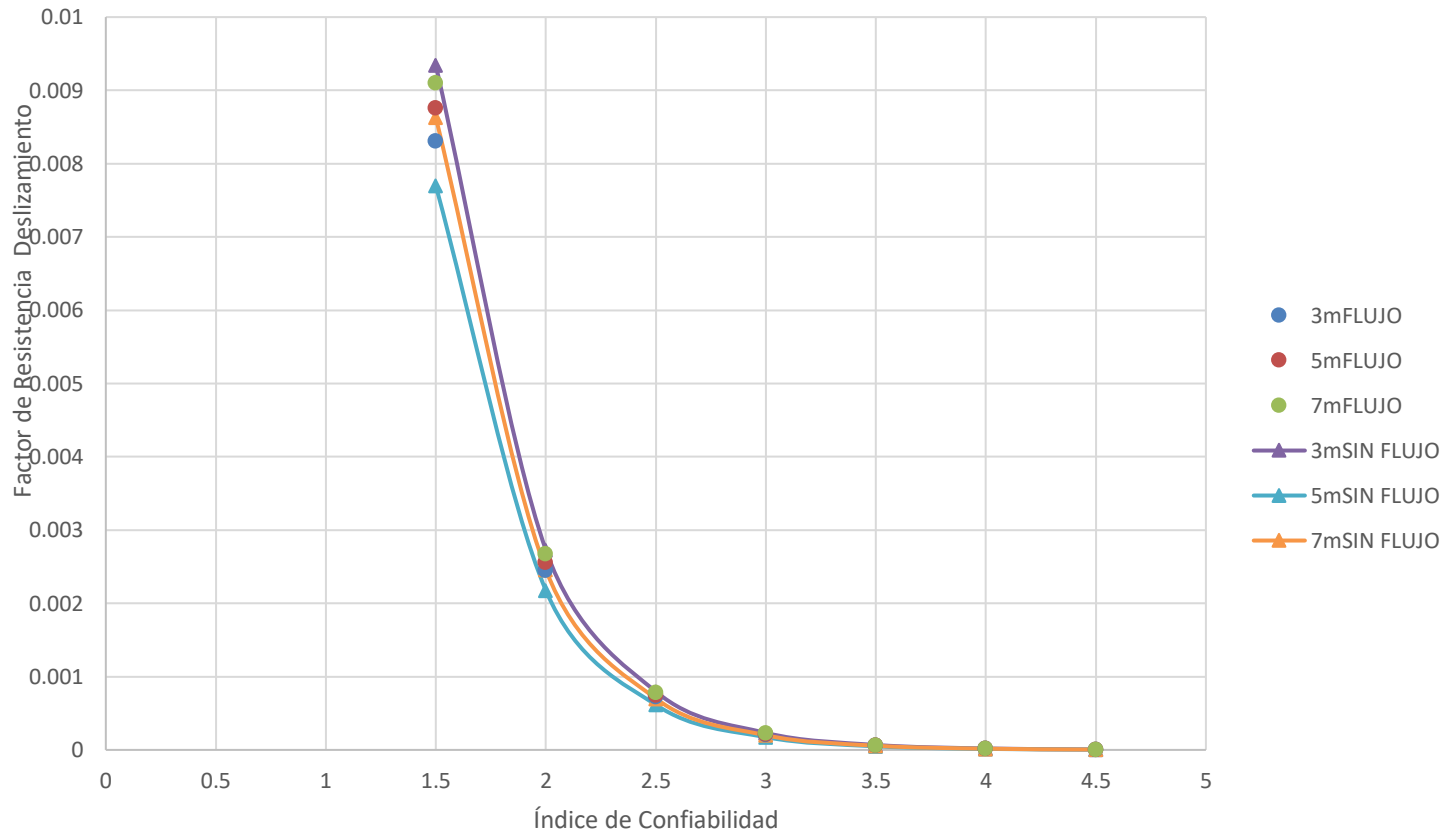




Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- CohesivoFriccionante -Pseudoestatico\_ Normal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento - CohesivoFriccionante -Pseudoestatico\_  
Normal - Propuesta



Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.24651837	33%	0.260136612	71%	0.0069864	54%
		2	0.11234528		0.125724028		0.0020064	
		2.5	0.05119887		0.060762425		0.00057621	
		3	0.02333275		0.029366481		0.00016548	
		3.5	0.01063338		0.01419282		4.7524E-05	
		4	0.00484593		0.00685939		1.3648E-05	
		4.5	0.00220842		0.003315143		3.9196E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.25476302	30%	0.298114053	77%	0.00314844	48%
		2	0.11613077		0.145739348		0.0008136	
		2.5	0.05293686		0.071247757		0.00021024	
		3	0.02413065		0.03483097		5.433E-05	
		3.5	0.01099968		0.017027855		1.404E-05	
		4	0.00501408		0.008324426		3.628E-06	
		4.5	0.00228561		0.004069572		9.3752E-07	

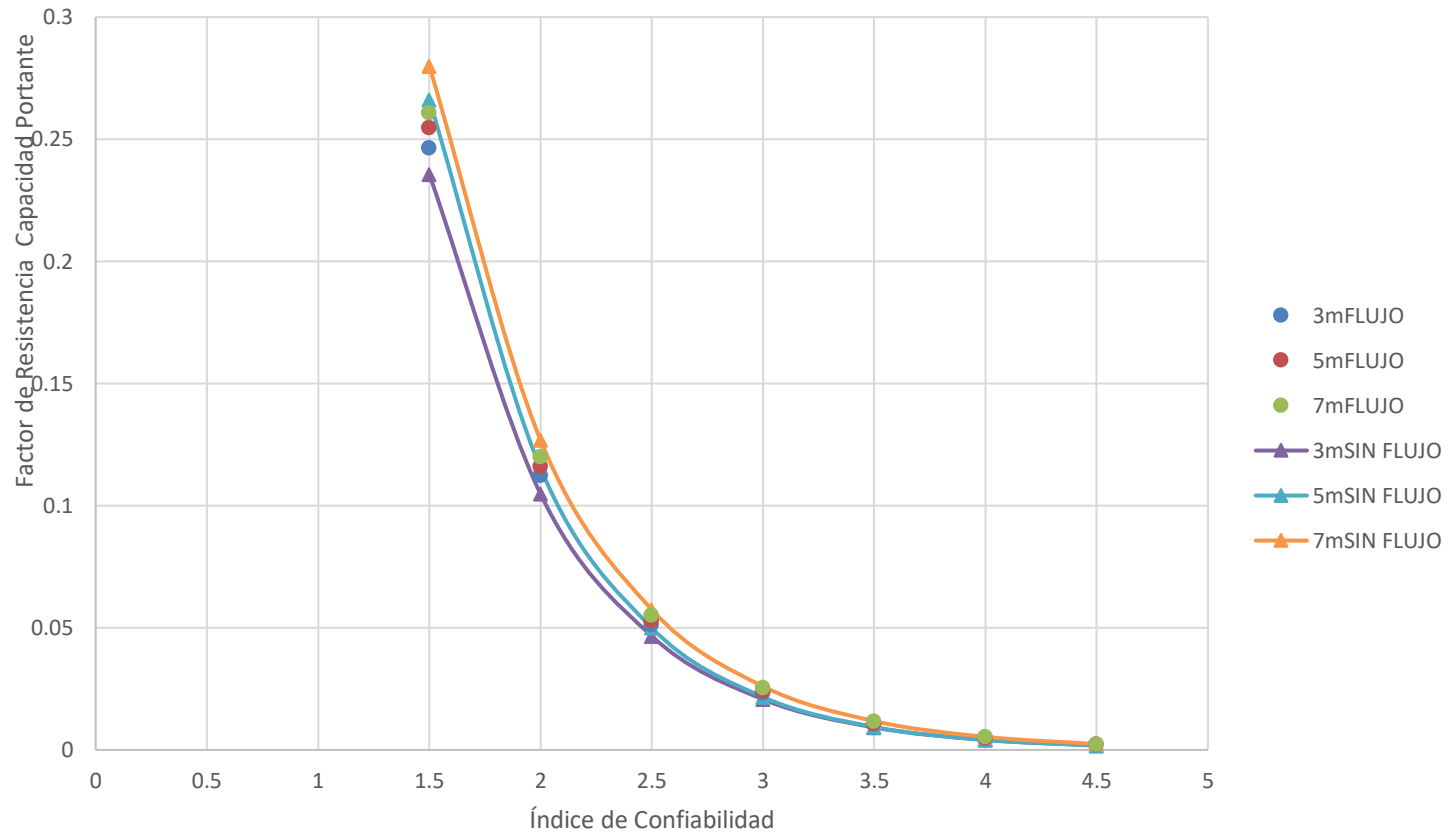
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.26089606	38%	0.309606806	72%	0.0041383	33%
		2	0.12014782		0.152994056		0.00110833	
		2.5	0.05533046		0.075602929		0.00029684	
		3	0.02548078		0.03735964		7.95E-05	
		3.5	0.0117344		0.01846149		2.1292E-05	
		4	0.00540393		0.009122856		5.7025E-06	
		4.5	0.00248862		0.004508114		1.5273E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.23564366	40%	0.271585368	70%	0.00560282	49%
		2	0.10476508		0.129761624		0.00154427	
		2.5	0.04657763		0.061999213		0.00042564	
		3	0.020708		0.029622798		0.00011732	
		3.5	0.00920659		0.01415357		3.2335E-05	
		4	0.00409317		0.006762478		8.9124E-06	
		4.5	0.00181979		0.003231066		2.4565E-06	

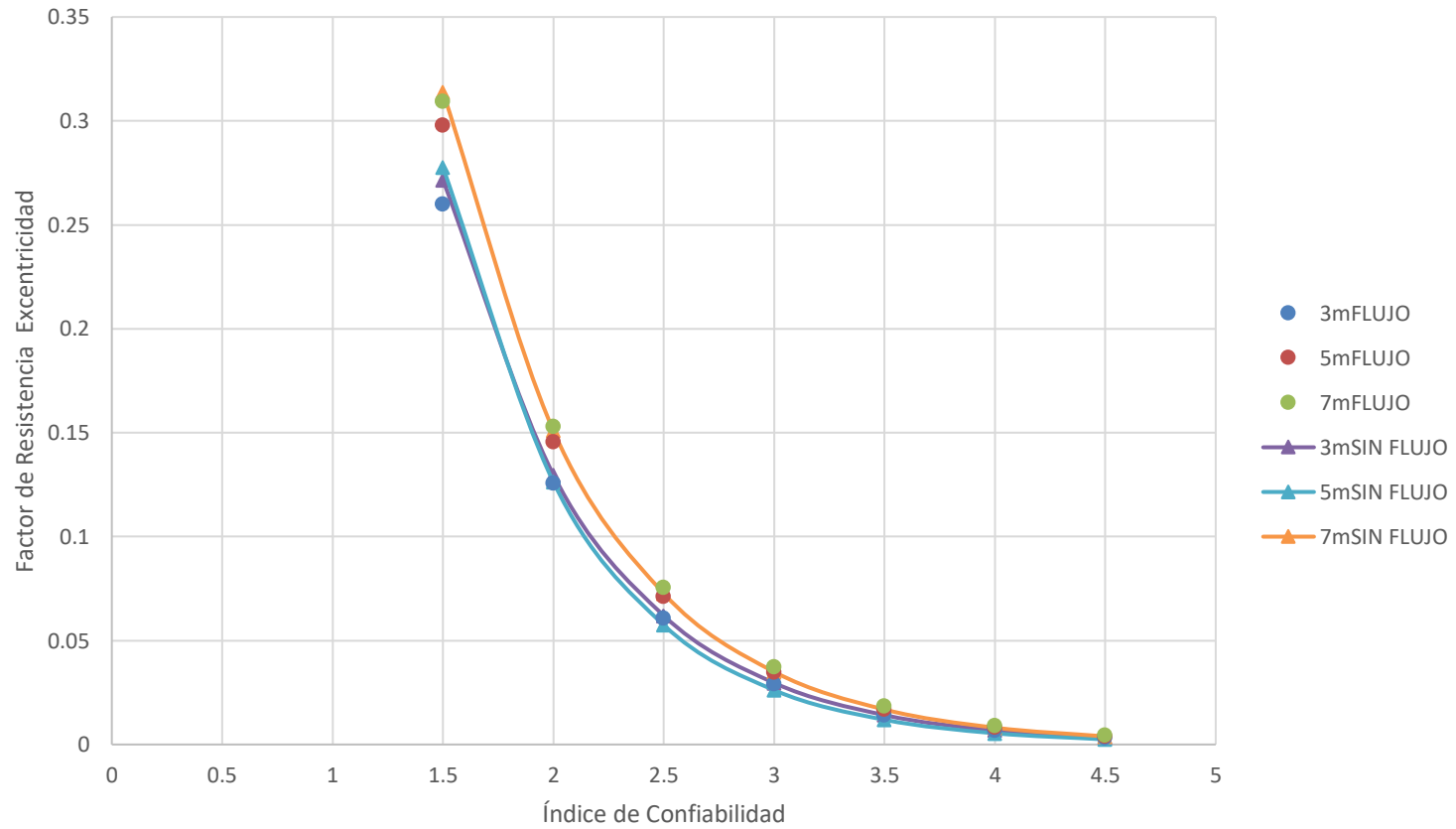
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.26618175	41%	0.277686252	73%	0.00239499	38%
		2	0.11532167		0.126343148		0.00057472	
		2.5	0.04996244		0.057484268		0.00013791	
		3	0.02164593		0.026154494		3.3095E-05	
		3.5	0.00937797		0.011899909		7.9416E-06	
		4	0.00406295		0.005414283		1.9057E-06	
		4.5	0.00176025		0.002463419		4.5731E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.27999738	44%	0.313869177	65%	0.00551486	25%
		2	0.12680798		0.151016148		0.00149808	
		2.5	0.05743005		0.072660455		0.00040695	
		3	0.02600949		0.034960113		0.00011055	
		3.5	0.01177943		0.016820835		3.0029E-05	
		4	0.00533479		0.008093237		8.1572E-06	
		4.5	0.00241607		0.003894009		2.2159E-06	

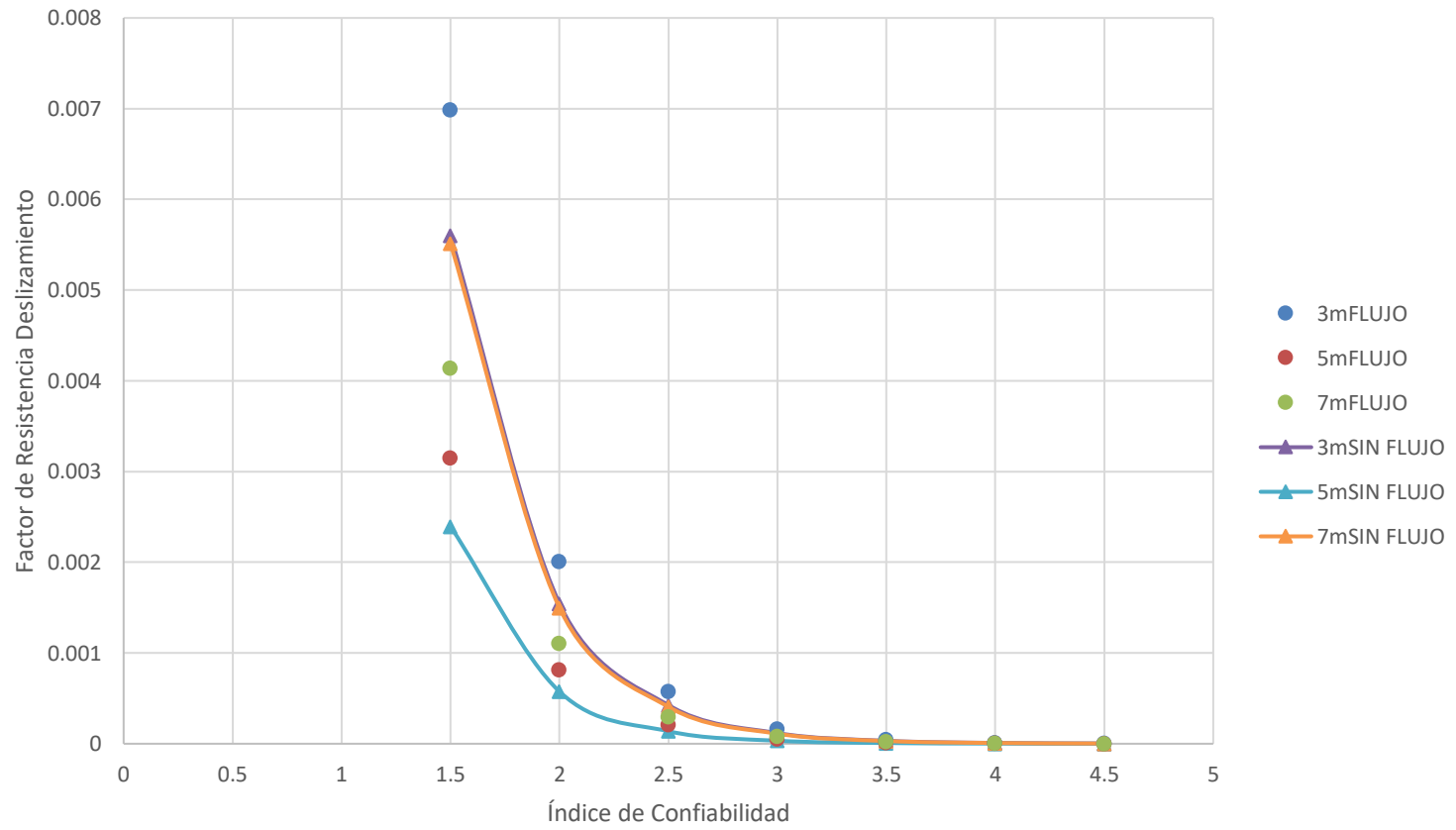
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - NoDrenado -Pseudoestatico\_  
Normal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- NoDrenado -Pseudoestatico\_ Normal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento - NoDrenado -Pseudoestatico\_ Normal - Propuesta





			Índice de Confiabilidad	3.5	LRFD					ASD			
					Tipo de falla								
					FS			3	1.5	1.5	1.05		
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	3	0.010012771	0.00818282	0.000115742	0.44938652	0.68857144	0.89877303	0.983673486
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	5	0.008945184	0.01516239	3.90595E-05	0.43874706	0.687330874	0.87749412	0.981901248
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	7	0.00617843	0.0165549	7.00381E-05	0.43381217	0.676418632	0.86762434	0.966312331
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	3	0.001183321	0.00656202	5.05176E-05	0.44925433	0.686718891	0.89850866	0.981026988
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	5	0.001519446	0.01389736	7.27255E-05	0.44010203	0.687778624	0.88020406	0.982540892
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	7	0.00736261	0.01223864	6.20919E-05	0.43652369	0.677072784	0.87304739	0.967246834
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	0.009597837	0.01497759	6.31402E-05	0.44922291	0.665399927	0.89844581	0.950571324
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	0.010421366	0.01750225	6.38791E-05	0.43994379	0.676251991	0.87988758	0.966074272
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	0.011109236	0.01671307	6.80075E-05	0.43432002	0.676156552	0.86864003	0.965937932
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.14211E-06	0.01419554	6.7787E-05	0.44926446	0.66748714	0.89852892	0.953553057
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	0.001528	0.01673592	4.91744E-05	0.44085529	0.679110816	0.88171057	0.970158309
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.33252E-06	0.01520684	5.69852E-05	0.43633025	0.677257077	0.87266050	0.967510111
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	0.010633383	0.01419282	4.75238E-05	0.44950564	0.665867205	0.89901128	0.951238864
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	0.010999678	0.01702786	1.40395E-05	0.43996903	0.676581191	0.87993805	0.966544559
Probabilístico	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	0.011734404	0.01846149	2.1292E-05	0.43402871	0.676711251	0.86805743	0.966730359
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	0.009206594	0.01415357	3.23353E-05	0.44905207	0.667154262	0.89810414	0.953077516
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	0.009377972	0.01189991	7.94164E-06	0.44138845	0.678215817	0.88277689	0.968879739
Probabilístico	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	0.011779433	0.01682084	3.00291E-05	0.43585353	0.677683648	0.87170705	0.968119497

## PSEUDOESTÁTICO LOGNORMAL PROCEDIMIENTO PROPUESTO

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.17793731	47%	0.210825313	31%	0.00385134	2%
		2	0.06603184		0.082752396		0.00090318	
		2.5	0.02450416		0.032481674		0.0002118	
		3	0.0090934		0.01274959		4.967E-05	
		3.5	0.00337452		0.005004424		1.1648E-05	
		4	0.00125227		0.001964318		2.7316E-06	
		4.5	0.00046471		0.000771027		6.4059E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.1807074	39%	0.303525972	66%	0.00117077	1%
		2	0.06580739		0.122835564		0.00023667	
		2.5	0.02396478		0.049710987		4.7842E-05	
		3	0.00872714		0.020117808		9.6711E-06	
		3.5	0.00317812		0.008141584		1.955E-06	
		4	0.00115736		0.003294862		3.9519E-07	
		4.5	0.00042147		0.001333415		7.9887E-08	

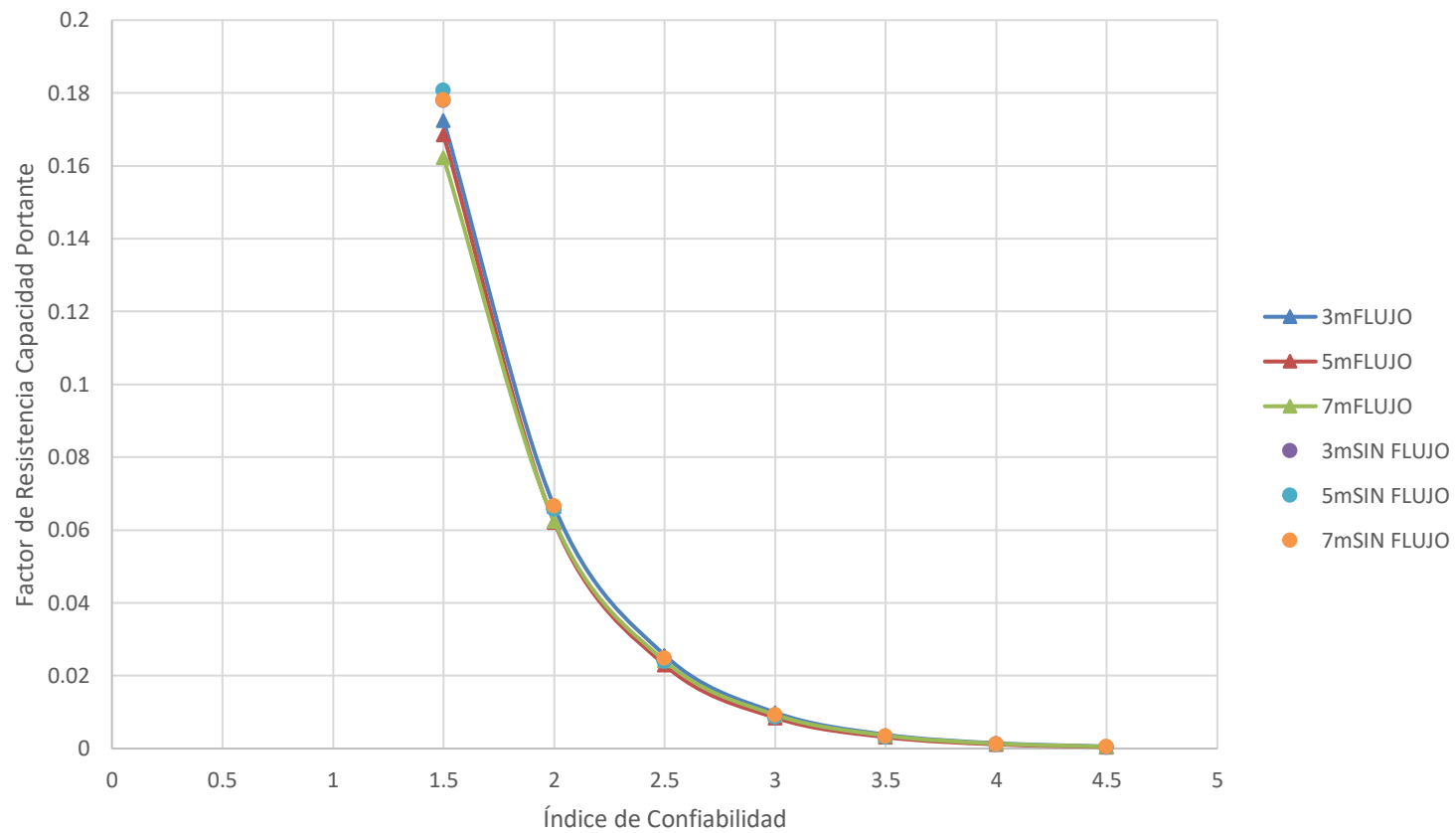
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.17814981	37%	0.291337183	64%	0.01515589	4%
		2	0.06657473		0.120981703		0.00420326	
		2.5	0.02487903		0.050239287		0.00116571	
		3	0.00929731		0.020862543		0.00032329	
		3.5	0.00347441		0.008663453		8.966E-05	
		4	0.00129839		0.003597616		2.4866E-05	
		4.5	0.00048521		0.001493959		6.8962E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.17250191	41%	0.193913393	30%	0.01403057	1%
		2	0.06650706		0.078556187		0.00397254	
		2.5	0.02564139		0.03182387		0.00112476	
		3	0.00988588		0.012892157		0.00031846	
		3.5	0.00381144		0.005222737		9.0167E-05	
		4	0.00146948		0.002115781		2.5529E-05	
		4.5	0.00056655		0.000857123		7.2283E-06	

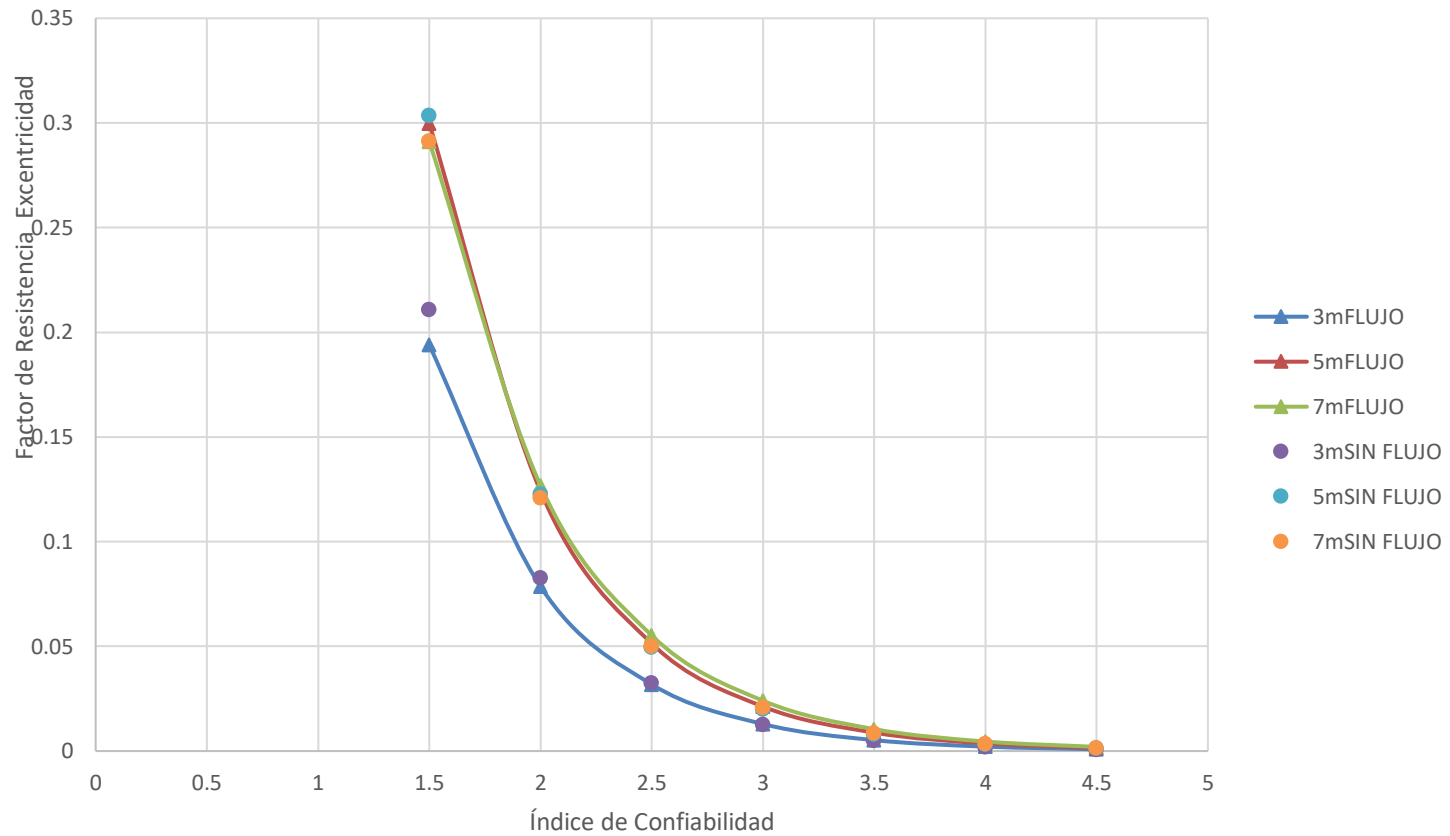
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.16848214	35%	0.299701448	68%	0.00726157	2%
		2	0.06218569		0.124035682		0.0018323	
		2.5	0.02295234		0.051333921		0.00046234	
		3	0.00847157		0.021245269		0.00011666	
		3.5	0.0031268		0.008792655		2.9437E-05	
		4	0.00115408		0.003638965		7.4278E-06	
		4.5	0.00042596		0.001506037		1.8743E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.16221096	33%	0.291086359	73%	0.00155055	4%
		2	0.06247716		0.126741102		0.0003417	
		2.5	0.0240637		0.055183991		7.5303E-05	
		3	0.00926837		0.024027508		1.6595E-05	
		3.5	0.00356981		0.010461751		3.6571E-06	
		4	0.00137495		0.004555122		8.0593E-07	
		4.5	0.00052957		0.001983333		1.7761E-07	

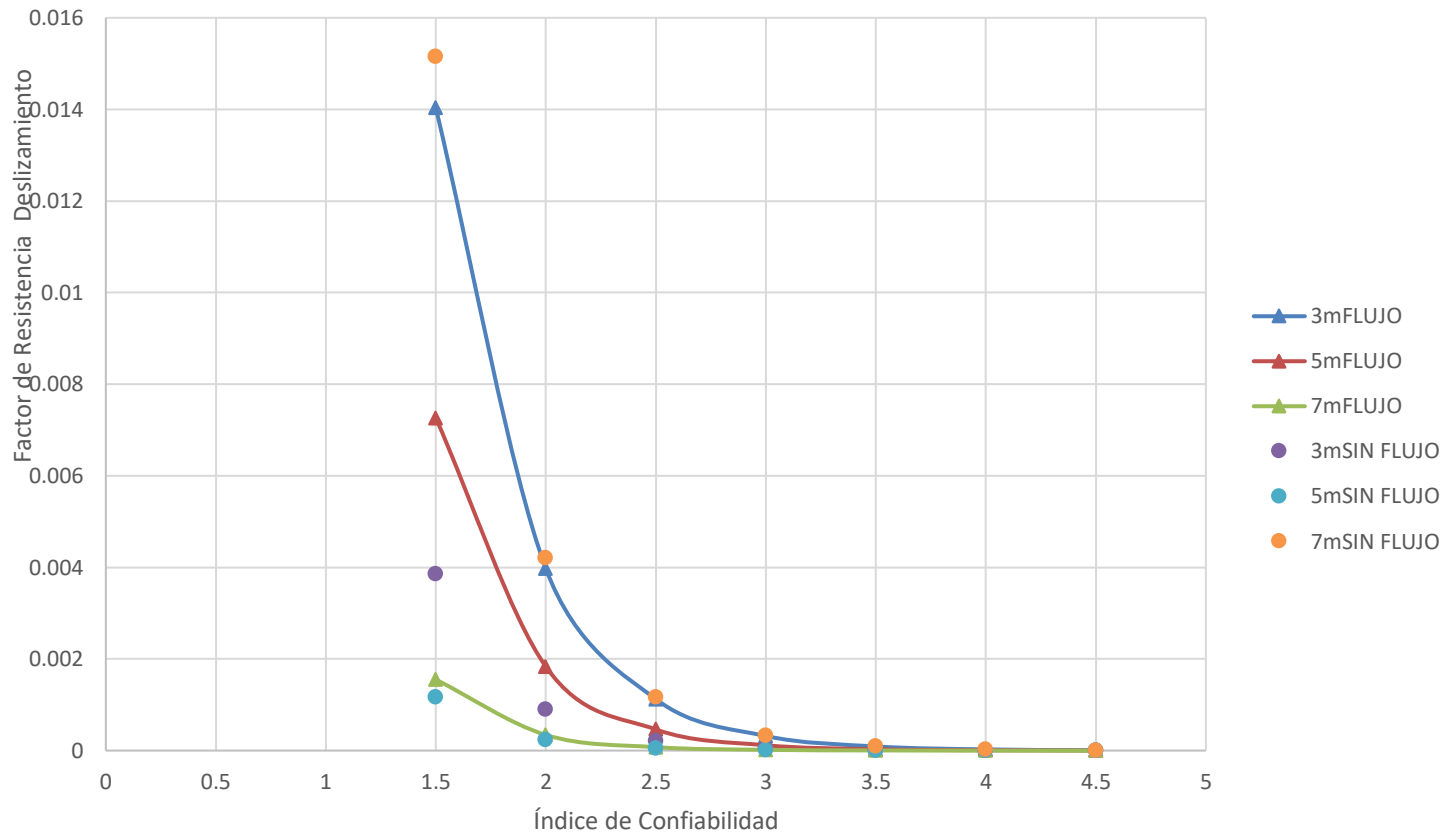
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - Granular -Pseudoestatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- Granular -Pseudoestatico\_ LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento - Granular -Pseudoestatico\_ LogNormal - Propuesta



Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.22598301	35%	0.26233779	67%	0.00752286	6%
		2	0.08770795		0.10819651		0.00193119	
		2.5	0.03404099		0.04462371		0.00049575	
		3	0.0132119		0.01840425		0.00012726	
		3.5	0.00512777		0.0075905		3.267E-05	
		4	0.00199018		0.00313057		8.3867E-06	
		4.5	0.00077242		0.00129115		2.1529E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.23658318	28%	0.38798193	76%	0.00193794	6%
		2	0.09447483		0.17321037		0.00043148	
		2.5	0.03772666		0.07732791		9.6069E-05	
		3	0.0150654		0.03452221		2.139E-05	
		3.5	0.00601607		0.01541207		4.7624E-06	
		4	0.0024024		0.00688055		1.0603E-06	
		4.5	0.00095935		0.00307175		2.3609E-07	



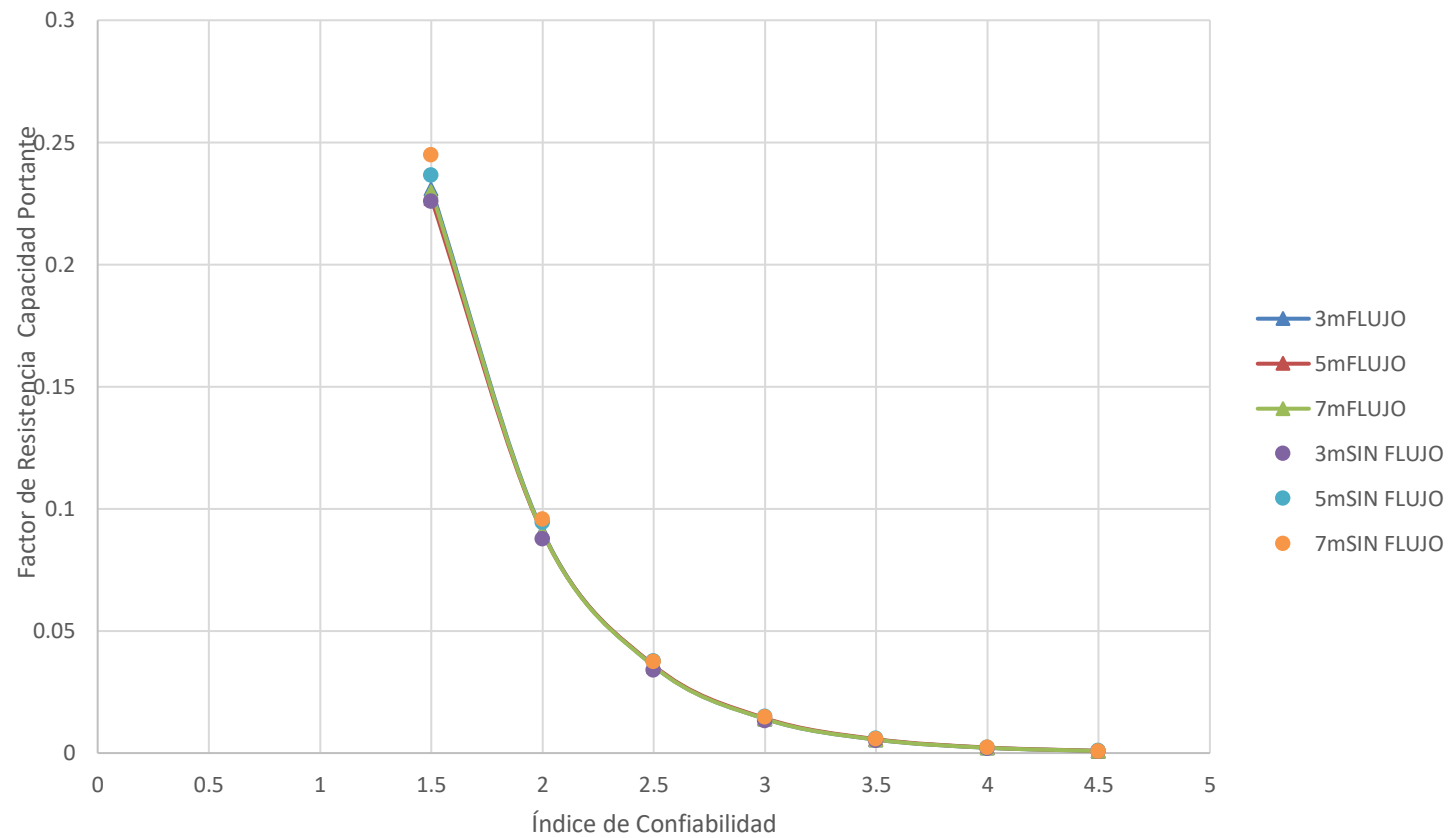
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.24481707	32%	0.27234557	64%	0.0161943	11%
		2	0.09589202		0.11194889		0.00452854	
		2.5	0.0375598		0.0460171		0.00126635	
		3	0.01471174		0.01891554		0.00035412	
		3.5	0.00576242		0.00777532		9.9026E-05	
		4	0.00225707		0.00319608		2.7691E-05	
		4.5	0.00088407		0.00131376		7.7436E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.23096911	29%	0.38731657	69%	0.00468059	3%
		2	0.09071613		0.17134618		0.00114452	
		2.5	0.03562994		0.07580237		0.00027986	
		3	0.01399412		0.03353445		6.8433E-05	
		3.5	0.00549637		0.01483541		1.6733E-05	
		4	0.00215877		0.00656308		4.0917E-06	
		4.5	0.00084789		0.00290346		1.0005E-06	

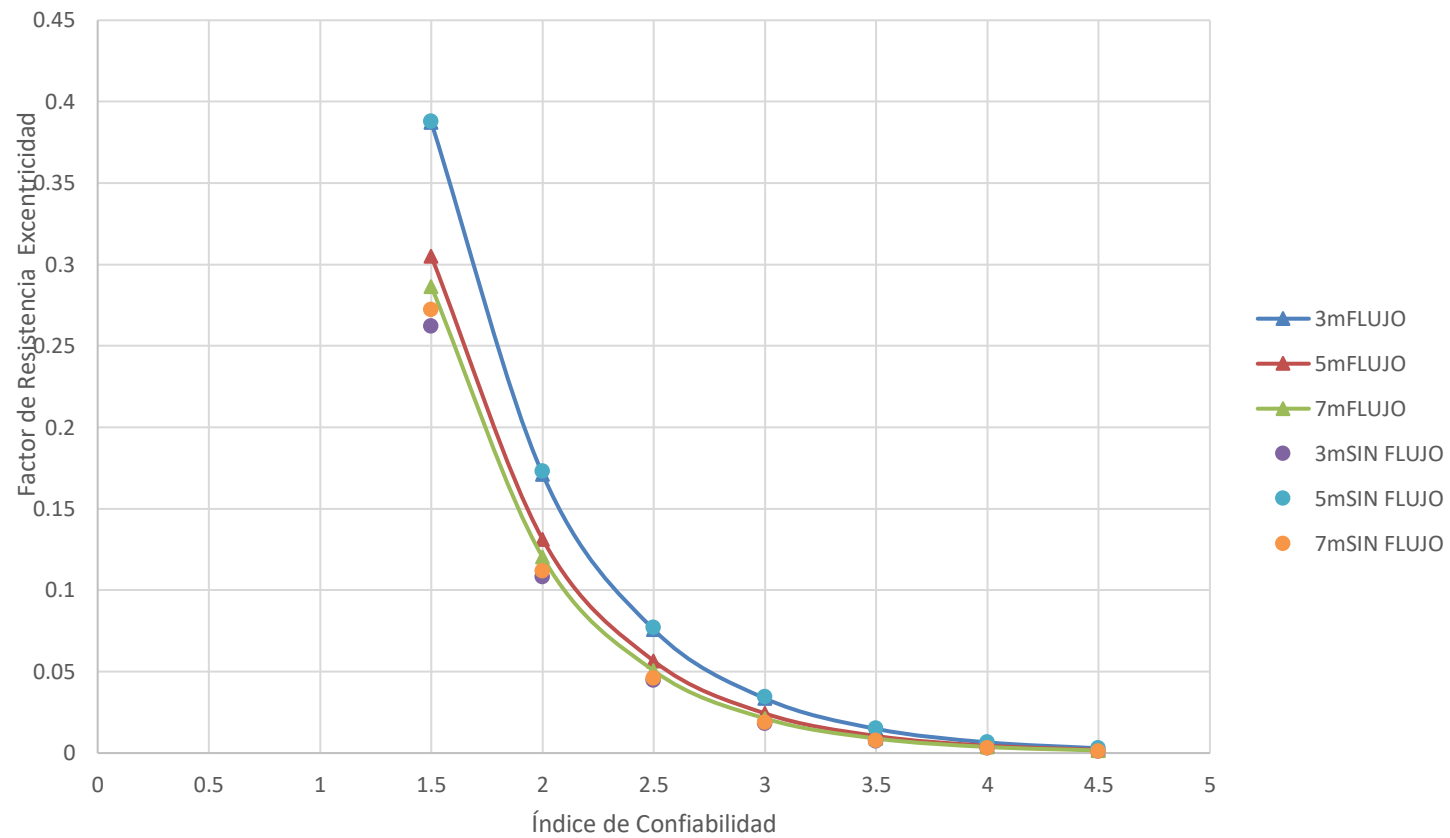
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.22695325	25%	0.30507493	78%	0.0050531	6%
		2	0.09023809		0.13132521		0.00125627	
		2.5	0.03587925		0.05653139		0.00031233	
		3	0.01426582		0.024335		7.7648E-05	
		3.5	0.00567218		0.01047545		1.9304E-05	
		4	0.0022553		0.00450936		4.7993E-06	
		4.5	0.00089672		0.00194114		1.1932E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.22979963	27%	0.28649395	74%	0.00194671	14%
		2	0.09037369		0.12035978		0.0004297	
		2.5	0.03554142		0.05056469		9.4849E-05	
		3	0.01397743		0.02124287		2.0936E-05	
		3.5	0.00549693		0.0089244		4.6213E-06	
		4	0.00216179		0.00374926		1.0201E-06	
		4.5	0.00085017		0.00157511		2.2517E-07	

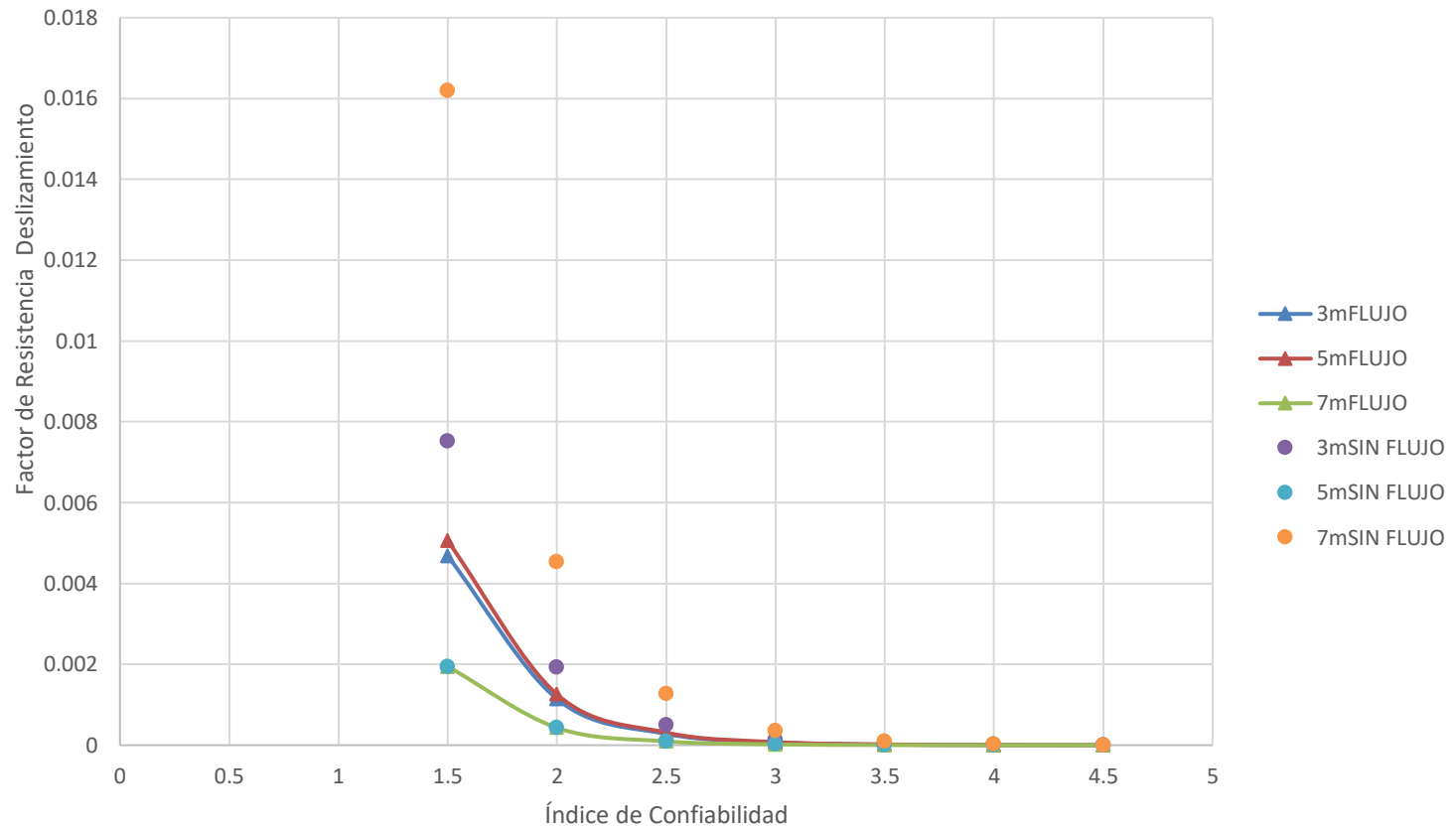
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - CohesivoFriccionante - Pseudoestatico\_LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- CohesivoFriccionante -Pseudoestatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento - CohesivoFriccionante -Pseudoestatico\_  
LogNormal - Propuesta



Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	SIN FLUJO	1.5	0.2138663	44%	0.28978174	66%	0.01121593	73%
		2	0.07957489		0.11698955		0.00293432	
		2.5	0.02960805		0.04723056		0.00076768	
		3	0.01101649		0.01906774		0.00020084	
		3.5	0.00409899		0.00769795		5.2544E-05	
		4	0.00152514		0.00310779		1.3747E-05	
		4.5	0.00056747		0.00125466		3.5964E-06	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	SIN FLUJO	1.5	0.2316381	41%	0.30760365	74%	0.03201513	73%
		2	0.08676909		0.12408553		0.00945462	
		2.5	0.03250275		0.05005538		0.00279211	
		3	0.01217517		0.02019205		0.00082456	
		3.5	0.00456069		0.00814536		0.00024351	
		4	0.00170838		0.00328579		7.1912E-05	
		4.5	0.00063994		0.00132547		2.1237E-05	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	SIN FLUJO	1.5	0.21904241	43%	0.27983999	62%	0.00237455	74%
		2	0.0861634		0.1181704		0.00053925	
		2.5	0.03389358		0.04990081		0.00012246	
		3	0.01333251		0.02107204		2.781E-05	
		3.5	0.00524453		0.00889827		6.3156E-06	
		4	0.00206301		0.00375755		1.4343E-06	
		4.5	0.00081151		0.00158673		3.2571E-07	

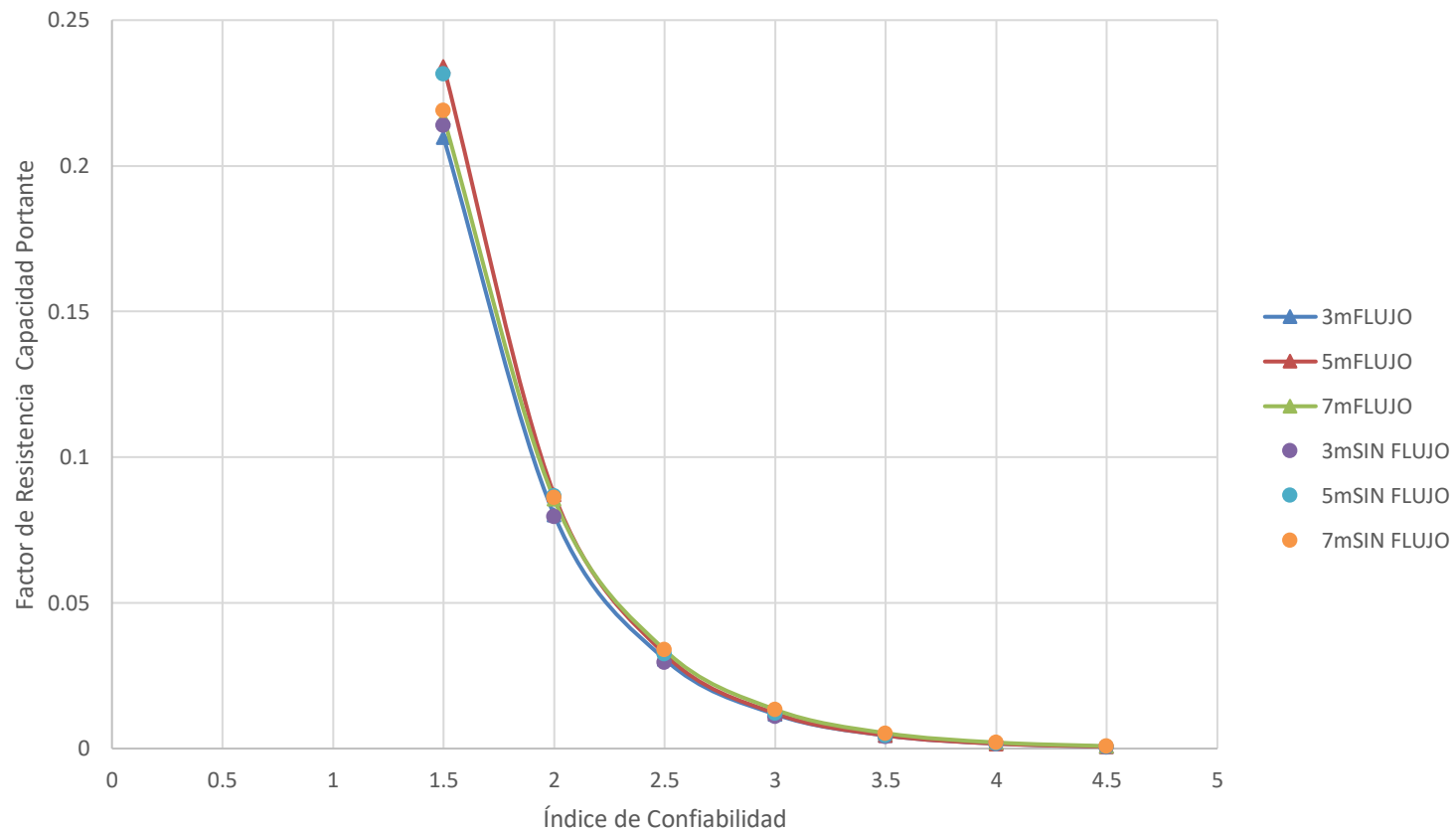
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
3m	FLUJO	1.5	0.20978519	38%	0.27870336	71%	0.00454969	74%
		2	0.08021967		0.11545602		0.00109728	
		2.5	0.03067516		0.04782896		0.00026464	
		3	0.01172986		0.01981369		6.3825E-05	
		3.5	0.00448538		0.00820804		1.5393E-05	
		4	0.00171516		0.00340027		3.7125E-06	
		4.5	0.00065586		0.0014086		8.9537E-07	

Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
5m	FLUJO	1.5	0.23413125	34%	0.31154638	76%	0.01386431	83%
		2	0.08714807		0.12491184		0.00366819	
		2.5	0.03243815		0.05008233		0.00097052	
		3	0.01207409		0.02008008		0.00025678	
		3.5	0.00449421		0.00805093		6.7938E-05	
		4	0.00167283		0.00322795		1.7975E-05	
		4.5	0.00062266		0.00129422		4.7558E-06	

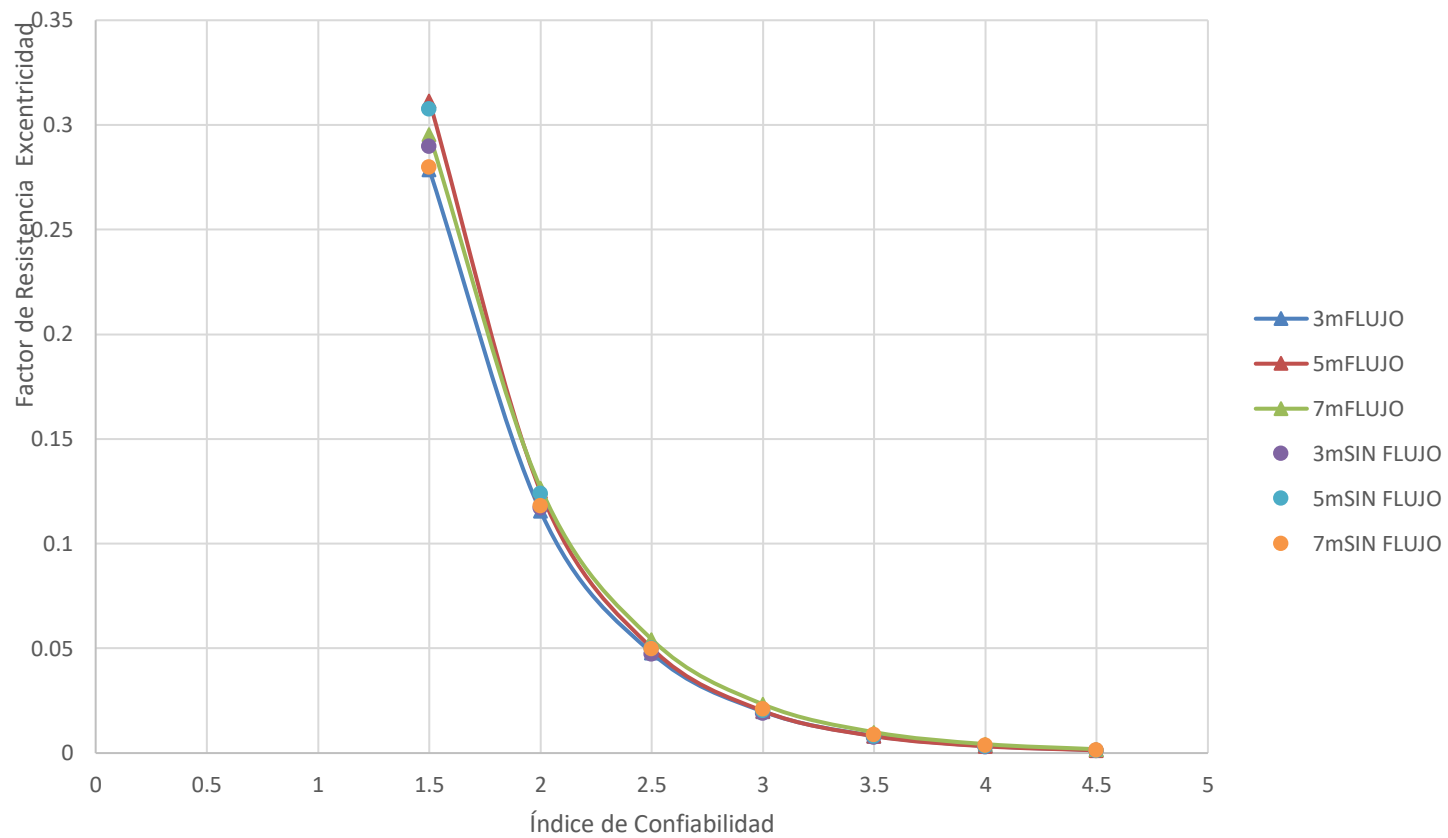
Altura	Condición	Índice de Confiabilidad	$\phi$ R Capacidad Portante	Pf (%) Capacidad Portante	$\phi$ R Excentricidad	Pf (%) Excentricidad	$\phi$ R Deslizamiento	Pf (%) Deslizamiento
7m	FLUJO	1.5	0.21651431	36%	0.29548983	72%	0.00872063	92%
		2	0.08561828		0.1266413		0.00231399	
		2.5	0.03385684		0.05427604		0.00061401	
		3	0.01338833		0.02326168		0.00016293	
		3.5	0.00529427		0.00996951		4.3232E-05	
		4	0.00209356		0.00427274		1.1471E-05	
		4.5	0.00082788		0.00183122		3.0439E-06	



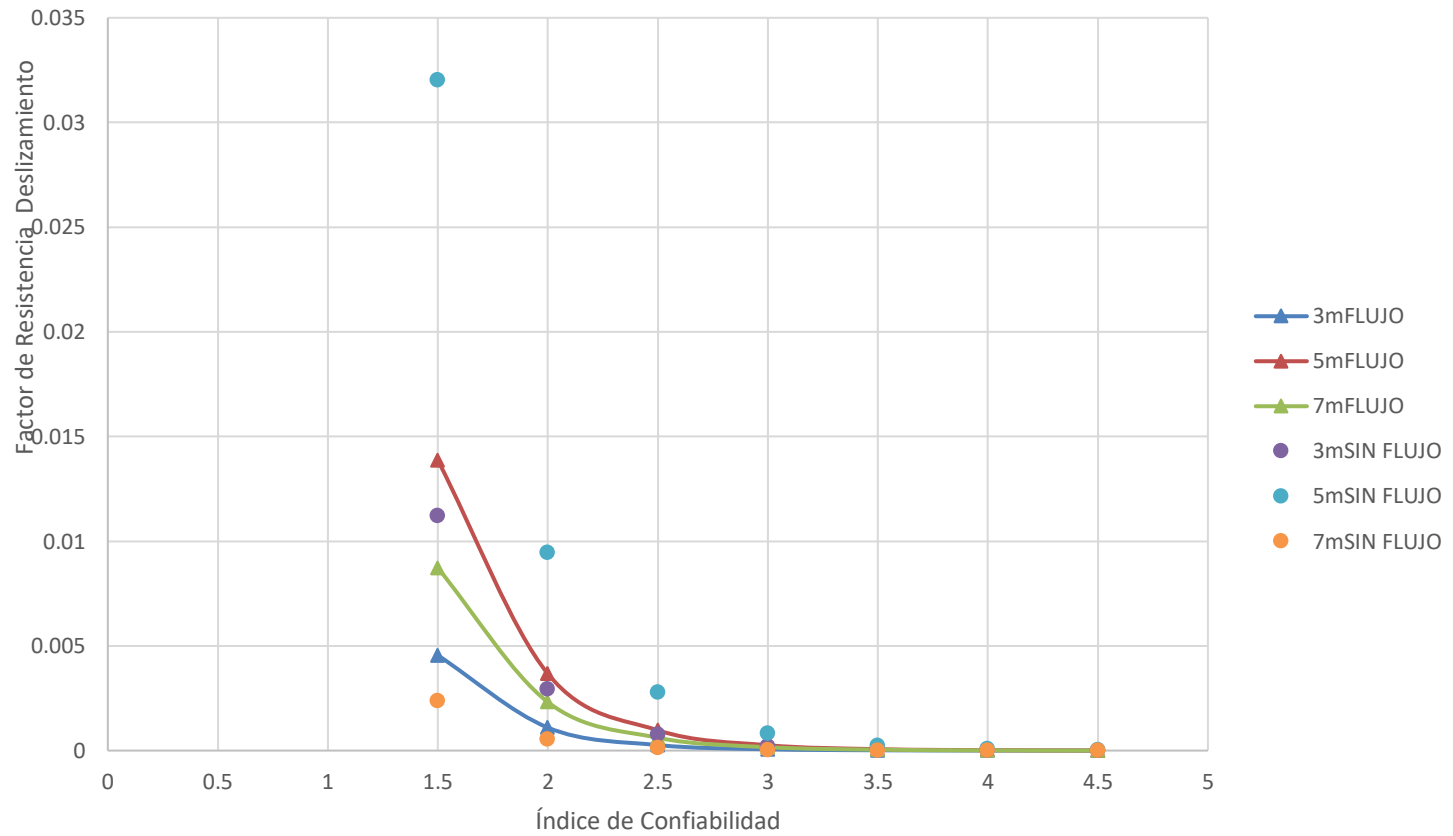
Índice de Confiabilidad vs Factor de Capacidad Portante - No drenado -Pseudoestatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Excentricidad- No drenado -Pseudoestatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad vs Factor de Deslizamiento - No drenado -Pseudoestatico\_  
LogNormal - Propuesta



Índice de Confiabilidad				3.5				LRFD			ASD					
							Tipo de falla									
							FS		3		1.5		1.5		1.05	
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Excentricidad	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	3	0.00337452	0.00500442	1.16482E-05	0.46814221	0.755174736	0.46814221	0.755174736	0.46814221	0.755174736	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	5	0.00317812	0.00814158	1.95498E-06	0.45829473	0.748859486	0.91658946	1.069799266	0.91658946	1.069799266	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	7	0.00347441	0.00866345	8.96605E-05	0.45068516	0.725190021	0.90137031	1.035985745	0.90137031	1.035985745	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	3	0.00381144	0.00522274	9.01669E-05	0.46770797	0.754204373	0.93541594	1.077434818	0.93541594	1.077434818	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	5	0.0031268	0.00879266	2.94371E-05	0.45658787	0.749343927	0.91317573	1.070491324	0.91317573	1.070491324	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	7	0.00356981	0.01046175	3.65709E-06	0.44544133	0.714199216	0.89088267	1.020284594	0.89088267	1.020284594	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	0.00512777	0.0075905	3.26699E-05	0.46229859	0.715933825	0.92459718	1.022762607	0.92459718	1.022762607	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	0.00601607	0.01541207	4.7624E-06	0.45535644	0.727597258	0.91071289	1.039424654	0.91071289	1.039424654	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	0.00576242	0.00777532	9.90257E-05	0.45179438	0.729153493	0.90358875	1.041647848	0.90358875	1.041647848	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	0.00549637	0.01483541	1.67334E-05	0.46323864	0.716853715	0.92647727	1.024076736	0.92647727	1.024076736	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	0.00567218	0.01047545	1.93044E-05	0.45537002	0.728861786	0.91074004	1.041231123	0.91074004	1.041231123	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	0.00549693	0.0089244	4.62134E-06	0.44754254	0.72170409	0.89508508	1.031005842	0.89508508	1.031005842	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	0.00409899	0.00769795	5.25443E-05	0.4643138	0.72288183	0.9286276	1.032688329	0.9286276	1.032688329	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	0.00456069	0.00814536	0.000243506	0.45847001	0.736874769	0.91694003	1.052678242	0.91694003	1.052678242	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	0.00524453	0.00889827	6.31563E-06	0.4477005	0.716790009	0.89540101	1.023985728	0.89540101	1.023985728	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	0.00448538	0.00820804	1.53932E-05	0.46470938	0.723015186	0.92941876	1.032878837	0.92941876	1.032878837	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	0.00449421	0.00805093	6.79383E-05	0.45620695	0.732135088	0.91241391	1.045907268	0.91241391	1.045907268	
Probabilístico	Log Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	0.00529427	0.00996951	4.32316E-05	0.44685107	0.719954035	0.89370213	1.028505764	0.89370213	1.028505764	

**ANEXO E. CONJUNTO DE DATOS EVALUACIÓN  
MUROS CON DIMENSIONES FIJAS Y PARÁMETROS DE  
SUELO VARIABLES – MUROS CON DIMENSIONES  
FIJAS Y PARÁMETROS MEDIOS DEL SUELO. (Medio  
Digital)**

**TABLA RESUMEN CALIBRACIÓN FACTOR DE  
RESISTENCIA.**

## MURO CON DIMENSIONES FIJAS Y PARAMETROS DE SUELO VARIABLE

		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
				Tipo de falla								
				FS	3	1.5	2	1.6	FR = 0.45	FR = 0.85		
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		Granular	Estático	3	0.44887033	0.720126804	0.67330549	0.675118879	2.99246884	1.350237757
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		Granular	Estático	5	0.43922123	0.675346017	0.65883185	0.633136891	2.92814156	1.266273782
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		Granular	Estático	7	0.43922539	0.66864096	0.65883808	0.6268509	2.92816925	1.253701801
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	3	0.45518618	0.740099679	0.68277927	0.693843449	3.03457453	1.387686898
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	5	0.43913812	0.674721377	0.65870718	0.632551291	2.92758746	1.265102582
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	7	0.43912174	0.668783643	0.65868261	0.626984666	2.92747827	1.253969331
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	3	0.45416026	0.736399258	0.68124038	0.690374304	3.02773504	1.299528102
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	5	0.43854631	0.67474547	0.65781947	0.632573878	2.9236421	1.1907273
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	7	0.43802274	0.664324849	0.65703411	0.622804546	2.9201516	1.172337969

		Índice de Confiabilidad	3.5					CALIBRACIÓN ASD					
						Tipo de falla							
						3	1.5	2	1.6	FR = 0.45	FR = 0.85		
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		Granular	Estático	3	0.43757186	0.68076901	0.65635779	0.63822095	2.91714575	1.276441901	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		Granular	Estático	5	0.43388356	0.65528359	0.65082534	0.614328366	2.89255706	1.228656732	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		Granular	Estático	7	0.43400257	0.64915492	0.65100385	0.608582735	2.89335045	1.21716547	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	3	0.44310912	0.69751676	0.66466367	0.653921959	2.95406077	1.307843919	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	5	0.43283405	0.65315825	0.64925107	0.612335864	2.88556031	1.224671728	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	7	0.43458409	0.65062139	0.65187614	0.609957556	2.89722727	1.219915112	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		No drenado	Estático	3	0.44177456	0.69303322	0.66266184	0.649718641	2.94516372	1.222999795	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		No drenado	Estático	5	0.43271597	0.65286361	0.64907396	0.612059635	2.88477316	1.152112254	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		No drenado	Estático	7	0.43393244	0.6483219	0.65089865	0.607801785	2.8928829	1.144097477	

				Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD						
						Tipo de falla						
						FS	1	1	1.05	1.05	FR = 1	FR = 1
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000



		Índice de Confiabilidad	3.5			CALIBRACIÓN ASD						
						Tipo de falla						
						1	1	1.05	1.05	FR = 1	FR = 1	
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	1.0000000	1.0000000

		Índice de Confiabilidad	3.5			CALIBRACIÓN ASD						
						Tipo de falla						
						FS	3	1.5	2	1.6	FR = 0.45	FR = 0.85
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	3	0.4490804	0.720693858	0.67362059	0.675650492	2.9938693	1.351300983
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	3	0.4480664	0.719754359	0.6720996	0.674769711	2.98710935	1.349539423
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	5	0.43874594	0.673219365	0.65811891	0.631143155	2.92497293	1.262286309
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	5	0.43870069	0.674542149	0.65805103	0.632383265	2.92467125	1.26476653
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	7	0.43929286	0.668926192	0.65893929	0.627118305	2.92861906	1.25423661
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	7	0.4389335	0.669491111	0.65840026	0.627647916	2.92622336	1.255295833
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.45418734	0.736162351	0.68128101	0.690152205	3.02791559	1.380304409
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.45452496	0.739600994	0.68178743	0.693375932	3.03016637	1.386751864
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.43817002	0.673781464	0.65725503	0.631670122	2.92113345	1.263340245
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.43794421	0.674739444	0.65691631	0.632568229	2.91962806	1.265136458
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.43914233	0.668173407	0.65871350	0.626412569	2.92761555	1.252825137
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.43911705	0.669965363	0.65867557	0.628092528	2.92744699	1.256185055
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	3	0.45417757	0.735966363	0.68126636	0.689968465	3.02785049	1.29876417
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	3	0.45397277	0.737689247	0.68095916	0.691583669	3.02648514	1.301804554
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	5	0.43845368	0.675451838	0.65768052	0.633236098	2.92302454	1.191973831
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	5	0.43834083	0.676836425	0.65751124	0.634534149	2.92227219	1.194417221
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	7	0.43813075	0.664034382	0.65719612	0.622532234	2.92087167	1.171825381
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	7	0.43789336	0.664994693	0.65684005	0.623432525	2.9192891	1.173520046

		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
				Tipo de falla								
				FS	3	1.5	2	1.6	FR = 0.45	FR = 0.85		
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	3	0.45640245	0.74512696	0.68460367	0.698556525	3.04268299	1.397113049
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	3	0.45935357	0.757087712	0.68903036	0.70976973	3.06235716	1.419539461
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	5	0.45232974	0.719650524	0.67849461	0.674672367	3.01553158	1.349344733
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	5	0.44766973	0.705199551	0.67150459	0.661124579	2.98446484	1.322249158
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	7	0.44610185	0.692542561	0.66915278	0.649258651	2.97401237	1.298517302
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	7	0.44846794	0.702323688	0.6727019	0.658428458	2.98978623	1.316856915
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.45692775	0.745341132	0.68539163	0.698757311	3.046185	1.397514622
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.4579882	0.751285578	0.6869823	0.70433023	3.05325466	1.408660459
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.44345113	0.691947444	0.6651767	0.648700729	2.95634089	1.297401458
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.44350183	0.693682453	0.66525274	0.6503273	2.95667887	1.3006546
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.44463926	0.687389586	0.66695889	0.644427737	2.96426175	1.288855474
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.44413493	0.687507111	0.66620240	0.644537917	2.96089954	1.289075833
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	3	0.46199359	0.762121676	0.69299038	0.714489071	3.07995726	1.344920605
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	3	0.46299845	0.767646436	0.69449767	0.719668534	3.08665631	1.354670181
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	5	0.44415462	0.694929643	0.66623193	0.651496541	2.96103081	1.226346429
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	5	0.44561139	0.701508005	0.66841708	0.657663754	2.97074258	1.237955302
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	7	0.44651248	0.692991438	0.66976873	0.649679473	2.97674989	1.222926067
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	7	0.44427041	0.687153907	0.66640561	0.644206788	2.96180272	1.288413575

		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
		Tipo de falla										
						FS	1	1	1.05	1.05	FR = 1	FR = 1
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00

		Índice de Confiabilidad	3.5			CALIBRACIÓN ASD						
						Tipo de falla						
						FS	1	1	1.05	1.05	FR = 1	FR = 1
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00

## MURO CON DIMENSIONES FIJAS Y PARAMETROS DE SUELO VARIABLE – FACTOR DE RESISTENCIA AJUSTADO.

		índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
				Tipo de falla								
				FS	3	1.5	2	1.6	FR = 0.7	FR = 0.65-0.7		
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		Granular	Estático	3	0.45517926	0.742716358	0.6827689	0.696296586	1.95076827	1.713960827
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		Granular	Estático	5	0.44629696	0.698017213	0.66944543	0.654391137	1.91270124	1.610808952
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		Granular	Estático	7	0.44269795	0.678629373	0.66404693	0.636215038	1.89727694	1.566067785
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	3	0.45792611	0.751279347	0.68688917	0.704324387	1.96254047	1.733721569
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	5	0.44430564	0.692159029	0.66645846	0.64889909	1.90416703	1.597290068
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	7	0.44258898	0.679868256	0.66388348	0.63737649	1.89680993	1.568926745
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	3	0.45833992	0.752464158	0.68750987	0.705435148	1.96431392	1.612423195
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	5	0.44309437	0.688187128	0.66464155	0.645175432	1.89897586	1.474686703
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		No drenado	Estático	7	0.43948182	0.669238056	0.65922273	0.627410677	1.88349352	1.434081548

		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
		Tipo de falla										
		FS	3	1.5	2	1.6	FR = 0.7	FR = 0.65-0.7				
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		Granular	Estático	3	0.44238217	0.697980929	0.66357326	0.654357121	1.89592359	1.610725221
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		Granular	Estático	5	0.4381591	0.668135668	0.65723865	0.626377189	1.87782473	1.541851542
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		Granular	Estático	7	0.4372308	0.657423876	0.6558462	0.616334884	1.87384629	1.517132022
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	3	0.44629274	0.709700546	0.66943911	0.665344262	1.91268317	1.63777049
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	5	0.43818962	0.668532007	0.65728443	0.626748756	1.87795553	1.542766169
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Estático	7	0.43735452	0.658998105	0.65603178	0.617810723	1.87437652	1.520764857
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		No drenado	Estático	3	0.44531772	0.707231898	0.66797658	0.663029905	1.90850452	1.515496925
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		No drenado	Estático	5	0.4358306	0.662301182	0.65374589	0.620907358	1.86784541	1.419216819
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		No drenado	Estático	7	0.43290639	0.64812821	0.64935959	0.607620197	1.85531311	1.388846165

		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
				Tipo de Falla								
						FS	1	1	1.05	1.05	FR = 1	FR = 0.95
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810



		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD									
		Tipo de Falla											
						FS	1	1	1.05	1.05	FR = 1	FR = 0.95	
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculo	FS Deslizamiento Cálculo	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		Granular	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	3	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	5	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	CCP-14		No drenado	Pseudoestático	7	1.0000000	1.0000000	0.9523810	0.9523810	0.9523810	0.9523810	

		Índice de Confiabilidad	3.5			CALIBRACIÓN ASD						
						Tipo de falla						
						FS	3	1.5	2	1.6	FR = 0.7	FR = 0.65-0.7
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	3	0.4515249	0.730647995	0.67728735	0.684982496	1.93510673	1.686110759
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	3	0.45145874	0.732678789	0.67718811	0.686886364	1.93482316	1.690797205
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	5	0.44471143	0.694519564	0.66706715	0.651112091	1.90590614	1.602737454
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	5	0.44482977	0.696190782	0.66724465	0.652678858	1.90641328	1.606594112
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	7	0.44087338	0.67437473	0.66131007	0.632226309	1.88945733	1.556249376
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	7	0.44053366	0.675059891	0.66080489	0.632868648	1.88801398	1.557830518
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.45651056	0.747899222	0.68476584	0.701155521	1.95647384	1.725921281
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.45664222	0.750565245	0.68496333	0.703654918	1.95703809	1.732073643
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.44282107	0.687173569	0.66423161	0.644225221	1.89780459	1.585785159
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.44253421	0.688051723	0.66380131	0.645048491	1.89657518	1.587811669
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.44086152	0.674571463	0.66129227	0.632410747	1.88940650	1.556703377
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.44065999	0.675735573	0.66098998	0.6335021	1.88854280	1.559389784
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	3	0.45565484	0.744476976	0.68348226	0.697947165	1.95280645	1.595307806
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	3	0.45617535	0.748396173	0.68426303	0.701621412	1.95503722	1.603706084
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	5	0.4422961	0.685556285	0.66344416	0.642709017	1.89555473	1.469049182
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	5	0.44199503	0.686425373	0.66299255	0.643523787	1.89426443	1.470911513
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	7	0.43980265	0.670338079	0.65970398	0.628441949	1.88486851	1.43643874
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	7	0.43986104	0.672177374	0.65979156	0.630166288	1.88511875	1.440380087

			Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD							
					Tipo de falla							
					FS	3	1.5	2	1.6	FR = 0.7	FR = 0.65-0.7	
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	3	0.45911439	0.755909391	0.68867158	0.708665054	1.96763308	1.744406288
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	3	0.46091609	0.763874209	0.69137413	0.716132071	1.97535467	1.762786635
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	5	0.45932083	0.744198136	0.68898124	0.697685753	1.96851784	1.717380314
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	5	0.45656715	0.736116149	0.68485073	0.690108889	1.95671637	1.698729574
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Estático	7	0.45280772	0.715577892	0.67921158	0.670854273	1.94060452	1.651333596
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Estático	7	0.45527977	0.725869561	0.68291965	0.680502713	1.951199	1.675083602
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.46834417	0.787125058	0.70251625	0.737929742	2.00718928	1.816442442
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	3	0.46105127	0.765211696	0.6915769	0.717385965	1.975934	1.765873145
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.44947299	0.722006417	0.67420949	0.676881016	1.92631283	1.666168654
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	5	0.45251294	0.722006417	0.67876941	0.676881016	1.93934118	1.666168654
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.45125425	0.7103091	0.67688138	0.665914782	1.93394679	1.639174847
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Estático	7	0.44856838	0.703065997	0.67285258	0.659124372	1.92243593	1.622459993
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	3	0.46665576	0.780906895	0.69998363	0.732100214	1.99995324	1.673371917
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	3	0.46492428	0.777279643	0.69738642	0.728699666	1.99253262	1.665599236
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	5	0.44966348	0.71066986	0.67449522	0.666252994	1.92712921	1.522863987
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	5	0.45796895	0.740601588	0.68695343	0.694313988	1.96272408	1.587003402
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Estático	7	0.44890067	0.701687346	0.673351	0.657831887	1.92386001	1.503615742
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Estático	7	0.45121665	0.711446586	0.67682497	0.666981174	1.93378563	1.524528398

		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
				Tipo de falla								
						FS	1.00	1.00	1.05	1.05	FR = 1	FR = 0.95
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	0.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Normal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00

		Índice de Confiabilidad	3.5	CALIBRACIÓN ASD								
						FS	1.00	1.00	1.05	1.05	FR = 1	FR = 0.95
Método	Distribución	Evaluación	Condición	Tipo de Suelo	Escenario	Altura H(m)	Capacidad Portante	Deslizamiento	Capacidad Portante	Deslizamiento	FS Capacidad Portante Cálculado	FS Deslizamiento Cálculado
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	Granular	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	CohesivoFriccionante	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	3	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	5	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Sin Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Dimensiones fijas, parámetros de suelo variable - Factor de resistencia Ajustado	Lognormal	Propuesta	Flujo	No drenado	Pseudoestático	7	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00

## MURO CON DIMENSIONES FIJAS Y PARAMETROS DE SUELO MEDIOS

Método	Tipo de Suelo	Altura H(m)	PROCEDIMIENTO CCP-14				PROCEDIMIENTO Propuesta			
			Estático		Pseudoestático		Estático		Pseudoestático	
			FR= 0.45 Capacidad Portante	FR= 0.8-0.85 Deslizamiento	FR= 1 Capacidad Portante	FR= 1 Deslizamiento	FR= 0.45 Capacidad Portante	FR= 0.8-0.85 Deslizamiento	FR= 1 Capacidad Portante	FR= 1 Deslizamiento
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	Granular	3	2.9912	1.4666	0.95	1.00	2.9915	1.4668	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	CohesivoFriccionante	3	2.9912	1.4666	0.95	1.00	2.9889	1.4727	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	No drenado	3	2.9912	1.3804	0.95	1.00	2.9889	1.3860	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	Granular	5	2.9062	1.3486	0.95	1.00	2.9038	1.3512	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	CohesivoFriccionante	5	2.9080	1.3511	0.95	1.00	2.9065	1.3488	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	No drenado	5	2.9062	1.2693	0.95	1.00	2.9038	1.2717	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	Granular	7	2.8715	1.2955	0.95	1.00	2.8698	1.2968	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	CohesivoFriccionante	7	2.8727	1.2971	0.95	1.00	2.8730	1.2972	0.95	1.00
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo	No drenado	7	2.8715	1.2193	0.95	1.00	2.8698	1.2206	0.95	1.00

# MURO CON DIMENSIONES FIJAS Y PARAMETROS DE SUELO MEDIOS

## – FACTOR DE RESISTENCIA AJUSTADO.

Método	Tipo de Suelo	Altura H(m)	PROCEDIMIENTO CCP-14				PROCEDIMIENTO Propuesta			
			Estático		Pseudoestático		Estático		Pseudoestático	
			FR= 0.7 Capacidad Portante	FR= 0.65-0.7 Deslizamiento	FR= 1 Capacidad Portante	FR= 0.95 Deslizamiento	FR= 0.7 Capacidad Portante	FR= 0.65-0.7 Deslizamiento	FR= 1 Capacidad Portante	FR= 0.95 Deslizamiento
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	Granular	3	1.9229	1.9555	0.95	1.05	1.9214	1.8125	0.95	1.05
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	CohesivoFriccionante	3	1.9229	1.8051	0.95	1.05	1.9224	1.8148	0.95	1.05
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	No drenado	3	1.9229	1.6762	0.95	1.05	1.9214	1.6830	1.00	1.05
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	Granular	5	1.8694	1.6629	0.95	1.05	1.8667	1.6630	0.95	1.05
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	CohesivoFriccionante	5	1.8700	1.6645	0.95	1.05	1.8688	1.5481	0.95	1.05
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	No drenado	5	1.8694	1.5441	0.95	1.05	1.8681	1.5468	1.28	1.10
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	Granular	7	1.8485	1.6006	0.95	1.05	1.8471	1.5995	0.95	1.05
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	CohesivoFriccionante	7	1.8489	1.6018	0.95	1.05	1.8489	1.6023	0.95	1.05
Dimensiones fijas, parámetros medios del suelo -Factor de resistencia ajustado	No drenado	7	1.8468	1.4824	0.95	1.05	1.8476	1.4861	0.95	1.00