



Universidad Nacional de Córdoba

República Argentina

El Rector de la Universidad y el Decano de la

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Por cuanto: **ANDRES HORACIO CLAVIJO RINCON**

de nacionalidad colombiana, documento de identidad **CC79969008**,

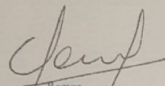
ha terminado el **16 de Agosto de 2013**, los estudios correspondientes a la carrera de posgrado de

Maestría en Ciencias de la Ingeniería - Mención en Estructuras y Geotecnia

Conforme con las normas legales vigentes le confieren el presente título de

Magister en Ciencias de la Ingeniería - Mención Estructuras y Geotecnia

Ciudad de Córdoba, **10 de Octubre de 2014**

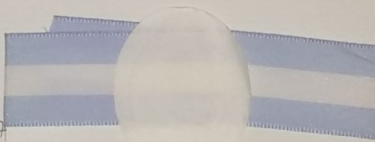

Rector
Francisco Antonio Tamarit

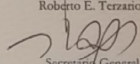

Secretario General
Alberto Eitel León

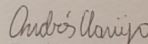


Universidad
Nacional
de Córdoba

Registrado al folio 57 Del libro de grados N° 37
Va sin empuñadura




Decano
Roberto E. Terrazini

Secretario General
Daniel Lago


Firma del interesado

A 011901





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Secretaría General - Departamento Legalizaciones

CERTIFICO que las firmas que figuran en el
anverso del presente DIPLOMA son auténticas.

Córdoba, 05 MAY 2014

DAVID A. BARRISTANI
OFICIAL MAYOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
CERTIFICADO QUE LAS FIRMAS DEL RECTOR,
VICERECTOR GENERAL, VICEPRESIDENTE
ACADEMICO, VICEPRESIDENTE ACADÉMICO Y
SECRETARÍA DE POLÍTICA Y EVALUACIÓN DE LA
EDUCACIÓN SON AUTÉNTICAS. SE HA
COMPARADO CON LAS FIRMAS QUE FIGURAN EN
LOS REGISTROS DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN
Buenos Aires, 21 NOV 2014

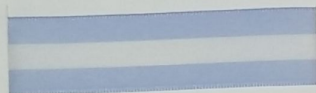
GILBERTO LÓPEZ CARRILLAS
DIRECCIÓN NACIONAL DE GESTIÓN UNIVERSITARIA



El Ministerio del Interior y Transporte
Certifica que la firma que aparece
en este documento y dice:

.....
cuanta similitud con la que obra en
nuestros registros
Re. As. 30 DIC. 2014

JUAN CARLOS MANUEL G.
MINISTRO DEL INTERIOR
Y TRANSPORTE



ME000000680171

CLAUDIO RINCON, ANDRES HORACIO
PAB. C27986933
UNC - Registro en Centros de la

"Se deja constancia que el
presente diploma no habilita para
ejercicio profesional alguno en la
República Argentina."



REPÚBLICA ARGENTINA
MINISTERIO de
RELACIONES EXTERIORES
Y CULTO

APOSTILLE
(Convention de la Haya du 5 octobre 1961)

1. País: ARGENTINA
2. El presente documento público
3. Ha sido firmado por MANUEL G. JUAREZ
4. Quien actúa en calidad de FUNCIONARIO HABITANTE
5. Lleva el sello/timbre de MINISTERIO DEL INTERIOR Y TRANSPORTE
6. Certificado
7. En BUENOS AIRES B. El día 05/01/2015
8. Por: UNIDAD DE COORDINACION LEGALIZACIONES
9. MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES Y CULTO
10. Bajo el Número: 308/2015
11. Sello/Timbre: 45

PAULA MELISA AYALA
Buenos Aires, 22 FEB 2015
BUREAU DE Nombres Externes
F.C.B.

Tipo de Documento: TITULO
Titular del Documento: ANDRES HORACIO CLAUDIO RINCON





MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL
RESOLUCIÓN No.

010218 03 JUN 2021

Por medio de la cual se resuelve una solicitud de convalidación

EL SUBDIRECTOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR
en ejercicio de sus atribuciones legales y en especial las que le confiere el artículo 29 del
Decreto 5012 de 2009 y la Resolución No 017562 del 31 de diciembre de 2019

CONSIDERANDO

Que ANDRES HORACIO CLAVIJO RINCON, ciudadano colombiano, identificado con cédula de ciudadanía No. 79969008, presentó para su convalidación el título de **MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - MENCIÓN ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA**, otorgado el 10 de octubre de 2014, por la institución de educación superior **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA**, mediante solicitud radicada en el Ministerio de Educación Nacional con el No. 2021-EE-088761.

Que el convalidante adjunta copia del título de **INGENIERO CIVIL** otorgado el 11 de septiembre de 2007, por la institución de educación superior **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, COLOMBIA**.

Que de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 5012 de 2009, corresponde al Ministerio de Educación Nacional convalidar los títulos de educación superior otorgados por instituciones de educación superior extranjeras de acuerdo con las normas vigentes.

Que en virtud del artículo 13 de la Resolución 10687 del 09 de octubre de 2019, uno de los criterios aplicables para efectos de la convalidación de títulos otorgados por instituciones de educación superior extranjeras, es el de **"acreditación o reconocimiento en alta calidad. Criterio aplicable al proceso de convalidación, cuando la institución o el programa cursado del título a convalidar, cuenten con acreditación o reconocimiento en alta calidad por parte de una entidad gubernamental o estatal competente u organización privada autorizada oficialmente para ello en el país de origen."**

Que el artículo 14 establece que, **"(...) para la aplicación del criterio de convalidación por programas o instituciones acreditadas o reconocidas en alta calidad, se debe cumplir una de las siguientes condiciones: a) Que la institución o el programa que confiere el título cuente con acreditación de calidad por una entidad gubernamental competente u organización privada autorizada oficialmente por la autoridad competente para ello en el país de origen del título. b) Que la institución o el programa que confiere el título, cuenten con un reconocimiento oficial de altos estándares de calidad avalados por una entidad gubernamental competente u organización privada autorizada oficialmente por la autoridad competente en el país de origen del título (...). Parágrafo. La fecha de obtención del título debe estar comprendida dentro del término de vigencia de la acreditación o del reconocimiento de la institución o del programa académico."**

Que el 21 de mayo de 2021, se consultó la página web de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria CONEAU, instancia facultada por el Ministerio de Educación de Argentina para evaluar los estándares de calidad de instituciones universitarias, carreras de pregrado y de posgrado y se pudo establecer que el programa de Doctor En Psicología, ofertado por la Pontificia Universidad Católica Argentina Santa María De Los Buenos Aires,

Continuación de la Resolución por la cual se resuelve la solicitud de convalidación de ANDRES HORACIO CLAVIJO RINCON

Argentina, se encuentra acreditada por un período de 6 años de acuerdo con la resolución No. 114 de fecha 22 de marzo de 2011.

Que con fundamento en las anteriores consideraciones y después de haber estudiado la documentación presentada, se concluye que es procedente la convalidación solicitada.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO. - Convalidar y reconocer para todos los efectos académicos y legales en Colombia, el título de MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - MENCIÓN ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, otorgado el 10 de octubre de 2014, por la institución de educación superior UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA, a ANDRES HORACIO CLAVIJO RINCON, ciudadano colombiano, identificado con cédula de ciudadanía No. 79969008, como MAGÍSTER EN GEOTECNIA.

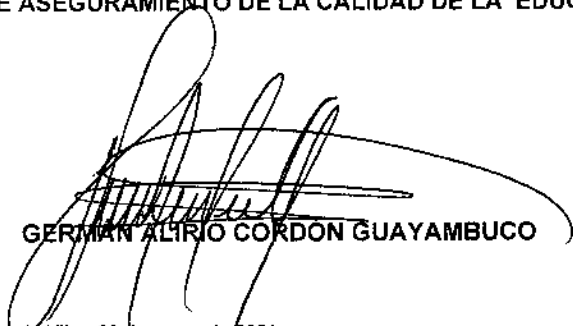
PARÁGRAFO. - La convalidación que se hace por el presente acto administrativo no exime al profesional beneficiario del cumplimiento de los requisitos exigidos por las normas que regulan el ejercicio de la respectiva profesión.

ARTÍCULO SEGUNDO. - La presente resolución rige a partir de la fecha de su notificación y contra la misma proceden los recursos de reposición y apelación, los cuales deberán ser interpuestos en la diligencia de notificación personal o dentro de los diez (10) días siguientes a ella o a la notificación por aviso al tenor de lo dispuesto en el artículo 76 de la Ley 1437 de 2011.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D. C.

EL SUBDIRECTOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR



GERMÁN ALIRIO CORDÓN GUAYAMBUCO

Proyectó: Carla Marcela Parada Vila - 29 de mayo de 2021
Revisó: Paul Andres Sayago Porras
Aprobó: GERMÁN ALIRIO CORDÓN GUAYAMBUCO



014860 17 AGO 2021

Por medio de la cual se corrige la Resolución 10218 del 3 de junio de 2021

EL SUBDIRECTOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR en ejercicio de sus atribuciones legales, en especial las que le confiere el artículo 29 del Decreto 5012 de 2009 y la Resolución 17562 del 31 de diciembre de 2019, y

CONSIDERANDO

Que mediante la Resolución 10218 del 3 de junio de 2021, el Ministerio de Educación Nacional resolvió *“Convalidar y reconocer para todos los efectos académicos y legales en Colombia, el título de MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - MENCIÓN ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, otorgado el 10 de octubre de 2014, por la institución educativa superior UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA, a ANDRES HORACIO CLAVIJO RINCON, ciudadano colombiano, identificado con cédula de ciudadanía No. 79969008, como MAGÍSTER EN GEOTECNIA”*, con ocasión del trámite radicado en el Ministerio de Educación Nacional bajo el No. 2021-EE-088761.

Que mediante solicitud con radicado 2021-ER-185778 del 8 de junio de 2021, el señor ANDRES HORACIO CLAVIJO RINCON informa que en la Resolución referida existe un yerro tipográfico en el sexto párrafo de la parte considerativa del citado acto administrativo, en razón a que el programa y la universidad objeto de convalidación corresponde a MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA – MENCIÓN ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA ofertado por la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA, pero en el acto administrativo se consignó lo siguiente *“Doctor en Psicología, ofertado por la Pontificia Universidad Católica Argentina Santa María de los Buenos Aires”*, razón por la cual, solicita la respectiva modificación de la Resolución 10218 del 3 de junio de 2021.

Que una vez revisado el acto administrativo arriba citado, junto con la documentación aportada al trámite de convalidación, se logró evidenciar que efectivamente existe un yerro de digitación, en cuanto a la transcripción del programa académico y al nombre de la institución de educación superior que otorgó el mismo, siendo procedente la corrección solicitada.

Que el artículo 45 de la Ley 1437 de 2011 - Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo establece lo siguiente:

«Corrección de errores formales. En cualquier tiempo, de oficio o a petición de parte, se podrán corregir los errores simplemente formales contenidos en los actos administrativos, ya sean aritméticos, de digitación, de transcripción o de omisión de palabras. En ningún caso la corrección dará lugar a cambios en el sentido material de la decisión, ni revivirá los términos legales para demandar el acto. Realizada la corrección, esta deberá ser notificada o comunicada a todos los interesados, según corresponda.»

Continuación de la Resolución "Por medio de la cual se corrige la Resolución 10218 del 3 de junio de 2021"

Que del análisis de la situación particular, la Subdirección de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior encuentra que en el presente caso se está en presencia de un error meramente formal, por lo que de conformidad con el artículo 45 de la Ley 1437 de 2011, se considera procedente realizar la respectiva corrección en la Resolución 10218 del 3 de junio de 2021, en lo referente al nombre correcto del programa académico ostentado por el convalidante y al nombre de la institución de educación superior que otorgó el mismo.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: Corregir el párrafo sexto de la parte considerativa de la Resolución 10218 del 3 de junio de 2021, el cual quedará de la siguiente manera:

“Que el 21 de mayo de 2021 se consultó la página web de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria CONEAU, instancia facultada por el Ministerio de Educación de Argentina para evaluar los estándares de calidad de instituciones universitarias, carreras de pregrado y de posgrado y se pudo establecer que la carrera de Magíster en Ciencias de la Ingeniería – Mención Estructuras y Geotecnia ofertado por la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, se encuentra acreditada por un periodo de 6 años de acuerdo con la Resolución No. 114 de fecha 22 de marzo de 2011”

ARTÍCULO SEGUNDO: La presente Resolución rige a partir de la fecha de su notificación y no revive términos para la interposición de recursos.

ARTÍCULO TERCERO: Contra este acto administrativo no procede recurso alguno.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D. C.

EL SUBDIRECTOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR



GERMÁN ALIRIO CORDÓN GUAYAMBUCO

Proyectó: PDURAN - Profesional del Grupo de convalidaciones.
Revisó: JBASTIDAS - Profesional del Grupo de convalidaciones

SECRET. CIENCIA Y TECNOLOGIA
 Cordoba-Gran Cordoba
 CUIT 30-54667062-3

Certificación de Tareas en la Institución

CLAVIJO RINCON, Andres Horacio

CERTIFICO QUE: CLAVIJO RINCON, Andres Horacio

DNI 94.346.553

Legajo: 46961

CUIL / CUIT:20-62418354-2

Nacido: 5/06/1978

Domicilio: 27 De Abril

954

Piso:

Dpto.:

CORDOBA

C.P.: 5000

Pcia.: X

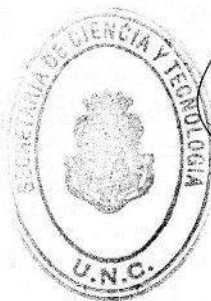
TE: 051

se desempeña/fió como personal de esta Institución en un todo de acuerdo al siguiente detalle:

Dependencia	Categoria(Subroga)	Dedic.	Caracter	Emite Resol.	Nro.	Desde	Hasta
SECRET. CIENCIA Y TECNOLOGIA	901	BP	Becado	Rectorado	1,703	1/07/2010	30/06/2011
SECRET. CIENCIA Y TECNOLOGIA	901	BP	Becado	Rectorado	1,807	1/07/2011	30/09/2011

Sin uso de Licencia.

Se extiende el presente, que sello y firma en la ciudad de Cordoba, a 14 días del mes de SEPTIEMBRE del año 2011 a solicitud del interesado y a los efectos de su presentación ante las autoridades que correspondan.



Firma y Sello Responsable

LAYETANO ALBERTO RAMIREZ
 Jefe de Dpto. Personal y Sueldos
 SeCyT - UNC



Universidad Nacional

de

EXP-UNC 31293/2010.-

Córdoba

República Argentina

CÓRDOBA, 20 AGO 2010

VISTO las presentes actuaciones en las que la Secretaría de Ciencia y Tecnología solicita se autorice la designación de Becas de Doctorado y Maestría por el período comprendido entre el 1º de julio de 2010 y el 30 de junio de 2011; teniendo en cuenta lo informado por la Secretaría de Planificación y Gestión Institucional a fs. 5/6,

LA Rectora de la Universidad Nacional de Córdoba

RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Autorizar a la Secretaría de Ciencia y Tecnología a designar en Becas de Doctorado y Maestría, al personal detallado en la planilla confeccionada a fs. 6 por la Secretaría de Planificación y Gestión Institucional que en fotocopia forma parte integrante de la presente resolución, por el período comprendido entre el 1º de julio de 2010 y el 30 de junio de 2011, invirtiendo en ello hasta la suma total de \$ 448.800,00.- (Pesos cuatrocientos cuarenta y ocho mil ochocientos), cantidad que será imputada en la partida: Secretaría de Ciencia y Tecnología – Fuente 11 – Dep. 51 - Programa 06 – Subprogr. 00 – Proyecto 00 – Actividad 05 – Inciso 5 – Part. Princ. 1 - Part. Parc. 3 – Afectación 2010 \$ 224.400,00.-

ARTÍCULO 2.- Comuníquese y pase para su conocimiento y efectos a las Secretarías de Ciencia y Tecnología y de Planificación y Gestión Institucional.

Mgter. JHON BORETTO
SECRETARIO GENERAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Dra. SILVIA CAROLINA SCOTTI
RECTORA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

RESOLUCIÓN Nro.-

1703



PLANILLA ANEXA

ANEXO I

Periodo solicitado: 01/07/2010 AL 30/06/2011

Nro	Nombre	Director	Facultad	Beca	Importe Total
1	Bohl Luciana Paola	Tolosa de Talamoni No	Cs. Médicas	DOCTORADO	\$ 26.400,00
2	Lodeiro Penélope	Rodriguez Victor Rubén	Filos.y Humanidades	DOCTORADO	\$ 26.400,00
3	Miatello Guillermo	Saal Aaron Leonardo	Filos.y Humanidades	DOCTORADO	\$ 26.400,00
4	Moisset de Españés C	Saal Aaron Leonardo	Filos.y Humanidades	MAESTRIA TIP	\$ 26.400,00
5	Ravasi Elsa	Bustos Oscar	Matem.Astronom.y F	DOCTORADO	\$ 26.400,00
6	Sainz Emanuel	Gomez Mercedes	Observ.Astronómico	DOCTORADO	\$ 26.400,00
7	Sigal Agustín	Leiva Ezequiel Pedro	Matem.Astronom.y F	DOCTORADO	\$ 26.400,00
8	Zangara Pablo René	Pastwski Horacio Migu	Matem.Astronom.y F	DOCTORADO	\$ 26.400,00
9	Scandalaria Melina	Barboza Gloria	Cs. Agropecuarias	DOCTORADO	\$ 26.400,00
10	Ferraro Gabriela	Cocucci Andrea Arístid	Cs. Ex.Fís. y Nat.	DOCTORADO	\$ 26.400,00
11	Laggar Cristian Fabian	Tatán Marcos	Cs. Ex.Fís. y Nat.	DOCTORADO	\$ 26.400,00
12	Llaudat Ana Cecilia	Picotto Gabriela	Cs. Médicas	DOCTORADO	\$ 26.400,00
13	Rodriguez Pablo Eman	Tauber Adán Alejo	Cs. Ex.Fís. y Nat.	DOCTORADO	\$ 26.400,00
14	Delgado Martín Laticia	Garcia Daniel Asmed	Cs. Ex.Fís. y Nat.	DOCTORADO	\$ 26.400,00
15	Alvarez Gomez Natalia	Trucco Onelio	CEA	MAESTRIA TIP	\$ 26.400,00
16	Assadourian Igancio Jo	Herz Marcelo	Cs. Ex.Fís. y Nat.	MAESTRIA TIP	\$ 26.400,00
17	Clavijo Rincon Andres	Zeballos Marcelo	Cs. Ex.Fís. y Nat.	MAESTRIA TIP	\$ 26.400,00

TOTAL \$ 448.800,00

Lic. LILIANA LÓPEZ
Directora Gral. de Constataciones
Sec. Planif. y Gestión Institucional
Universidad Nacional de Cádiz



DR. SERGIO F. OBSTEDE
Secretaría de Planif. y Gestión
Institucional
Universidad Nacional de Cádiz

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
MENCIÓN EN ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA



Tesis de Maestría

DEFORMACIÓN DE TÚNELES CIRCULARES
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS VARIABLES CONDICIONANTES
Y SU INFLUENCIA EN APLICACIONES PRÁCTICAS

Andrés H. Clavijo R.
Agosto 2013

**DEFORMACIÓN DE TÚNELES CIRCULARES
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS VARIABLES CONDICIONANTES
Y SU INFLUENCIA EN APLICACIONES PRÁCTICAS**

Director: Marcelo Zeballos

Por: Andrés H. Clavijo R.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
MENCIÓN EN ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA

Esta Tesis fue enviada a la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, para cumplimentar los requerimientos de obtención del grado académico de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil, mención Estructuras y Geotecnia.

Córdoba, Argentina.
16 Agosto de 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales

ACTA DE EXAMENES

Libro: 00001

Acta: 02046

Hoja: 01/01

LLAMADO: 1

16/08/2013

CATEDRA - MESA:

20622 TESIS MAESTRÍA ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

NUMERO	APELLIDO Y NOMBRE	DOCUMENTO	INGRESO COND.	NOTA	FIRMA
79069008	CLAVIJO RINCON, ANDRES HORACIO	Pas: 79069008	2009	Aprobado	

PINTO, FEDERICO - SERRANO, CARLOS H - RINALDI, VICTOR -

Observaciones:

Córdoba, 16, 08, 2013.

Certifico que la/s firma/s que ha/n sido puesta/s en la presente Acta pertenecen a:

1	-	1	-	1
Inscriptos	Ausentes	Examinados	Reprobados	Aprobados
14/08/2013 17:38:56			(0-3)	(4-10)

Libro/Acta: 0000102046

Hoja: 01/01

RESUMEN.

Uno de los más importantes problemas en geotecnia involucra el cálculo de las tensiones y desplazamientos alrededor de cavidades y excavaciones. Aunque actualmente se encuentra muy difundido el uso de los métodos computacionales para calcular distribuciones de tensiones alrededor de excavaciones de forma compleja, las soluciones analíticas son de utilidad para formas simplificadas, convirtiéndose en herramientas extremadamente útiles para dilucidar tendencias generales de comportamiento. En el presente trabajo se evalúa la sensibilidad de las diversas variables que, a modo de datos iniciales, conforman el análisis tensión deformación en el campo elastoplástico de un túnel circular.

Se evalúa la variación en los resultados de las modelaciones derivadas de sistemas analíticos continuos, respecto de los que se obtienen a través del empleo de modelos numéricos discretos. Con base en el procedimiento analítico se implementó un algoritmo desarrollado en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, el cual realiza de manera sistemática el cálculo, combinando los factores de acuerdo con las hipótesis planteadas. El algoritmo incorpora conceptos de probabilidad de ocurrencia de las variables involucradas. De esta forma, el análisis numérico permite el paso de las formulaciones en conceptos de "factores de seguridad" al planteo del problema en condiciones de "riesgo de falla". En particular, en este tipo de aplicación, el algoritmo permite la variación de un concepto determinístico de la convergencia, a la identificación de su probabilidad de ocurrencia.

ABSTRACT.

One of the most important geotechnical problems involves the calculation of stresses and displacements around cavities and excavations. Although currently the use of computational methods to calculate stress distributions around complex excavation shapes is widespread, analytical solutions are however useful for simplified shapes, hence becoming extremely useful tools to illustrate the general trends of behavior. This paper will evaluate the sensitivity of the different variables that, by way of initial data, conforms the stress strain analysis in the elastoplastic field of a circular tunnel.

The variation in the results of modeling derived from continual analytical systems is evaluated, relative to those obtained through the use of discrete numerical models. Based on the analytical model, an algorithm developed in a spreadsheet using Microsoft Excel is implemented, in order to perform a systematical calculation which combines the factors according to the hypothesis. The algorithm incorporates concepts of the probability of occurrence of the variables involved. Consequently, the numerical analysis allows the passage of the formulations in terms /concepts of "safety factors" to the problem statement in terms of "risk of failure". Notably in this type of application the algorithm allows the variation of a deterministic concept of the convergence, towards the identification of its probability of occurrence.

AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis se desarrolló gracias al apoyo económico de la SECRETARÍA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SECyT) de la Universidad Nacional de Córdoba, a través de la beca de Finalización de Maestría tipo II otorgada.

Agradezco a mi director, Marcelo E. Zeballos, por su apoyo y guía durante el desarrollo del presente trabajo. A mis compañeros de estudio y plantel docente de la Maestría.

Agradezco a los grandes amigos que encontré en Córdoba, en especial a Martín Arce, quién me recibió desde el primer día en esa linda ciudad. Particularmente agradezco a la Residencia Universitaria Salesiana (RUS), en cabeza de su director Pbro. Ángel Leonidas Amaya. No alcanzarán las palabras para expresar el profundo agradecimiento que siento por haber compartido y vivido en esta casa Salesiana.

A mi familia; Belén mi Mamá. Ana y Viviana mis hermanas. A Mis Tíos y primos.

A Karem J. Delgado G., con quién vivimos y construimos desde la distancia, el que hoy es nuestro Hogar.

Homenaje póstumo a *Horacio Clavijo Neira*,
mi Papá, quien hoy desde el Cielo nos sonríe.

CONTENIDO

RESUMEN.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	V
CONTENIDO	VII
LISTA DE FIGURAS.....	X
INDICE DE TABLAS.....	XVI
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema bajo estudio.....	1
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general.	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Alcances del trabajo.	5
1.4. Descripción general.....	6
CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	8
2.1. Modelos tensión-deformación en Túneles.	8
2.1.1. Descripción del Problema.	8
2.1.2. Efectos del frente de excavación.	10
2.1.3. Modelos tensión-deformación de la excavación de un túnel.....	11
2.2. Incertidumbre en Geotecnia.....	19
2.2.1. Fuentes y tipos de incertidumbre.....	20
2.2.2. Teoría de probabilidad en Geotecnia.	21
2.2.3. Variabilidad de las propiedades geotécnicas del suelo.....	24
2.3. Incertidumbre de los modelos.	25
2.3.1. Herramientas de análisis probabilístico.	26
2.3.2. Simulación de Monte Carlo.	27
CAPÍTULO 3. ESTADOS TENSIONALES EN MEDIOS ELÁSTICOS Y ELASTOPLÁSTICOS.	29
3.1. Conceptos Generales.	29
3.2. Elasticidad en Medios Continuos.	32
3.2.1. Ecuaciones de equilibrio de tensiones.	32
3.2.2. Ecuaciones de equilibrio en términos de deformaciones.	36
3.2.3. Relaciones Tensión deformación para un sólido isotrópico lineal elástico...38	
3.2.4. Aplicaciones a Casos Particulares.	41

3.2.5.	Sistemas Axil Simétricos en Coordenadas cilíndricas.....	43
3.3.	Plasticidad en Medios Continuos.	50
3.3.1.	Conceptos generales de los Criterios de fluencia.	51
3.3.2.	Criterio de Fluencia de Mohr - Coulomb.	54
3.3.3.	Flujo Plástico.	58
3.3.4.	Regla de flujo.	60
CAPÍTULO 4.	MODELACIÓN EN TÚNELES.	63
4.1.	Procedimiento Analítico Elástico en Túneles.	63
4.1.1.	Ecuaciones de equilibrio de Tensiones.	63
4.1.2.	Ecuaciones de equilibrio en términos de Deformaciones.	66
4.2.	Procedimiento Analítico Elastoplástico en Túneles.	68
4.3.	Ecuaciones de equilibrio de Tensiones	68
4.4.	Ecuaciones de equilibrio en términos de Deformaciones.	73
4.5.	Modelos Numéricos.	78
CAPÍTULO 5.	EVALUACIÓN DE MODELOS DE CÁLCULO.	81
5.1.	Modelo tensión deformación analítico elaborado.	81
5.1.1.	Composición de Software.	81
5.1.2.	Validación del modelo.	86
5.2.	Estudio paramétrico sobre un problema básico.	88
5.2.1.	Características del problema considerado.	88
5.2.2.	Resultado del procedimiento analítico. Curvas características.	90
5.2.3.	Resultado reconstrucción con modelos numéricos.	91
5.3.	Análisis Paramétrico.	95
5.3.1.	Distribuciones de tensiones.	96
5.3.2.	Comportamiento en Deformaciones - Curvas características.	107
5.3.3.	Análisis de sensibilidad.	116
5.3.4.	Convergencia.	116
5.3.5.	Radio plástico.	121
5.4.	Resumen de las principales observaciones del capítulo.	124
CAPÍTULO 6.	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.	127
6.1.	Aspectos teóricos.	127
6.1.1.	Generación de números aleatorios.	128
6.1.2.	Generadores Congruenciales-Lineales (GCL).	129
6.1.3.	Distribuciones de probabilidad.	130
6.2.	Aplicaciones del procedimiento analítico.	131
6.2.1.	Distribución Beta.	131

6.2.2. Probabilidad de deformación.....	132
6.3. Procesos de campo aleatorio.	142
CAPÍTULO 7. CASO DE ESTUDIO.	149
7.1. Descripción de proyecto.	149
7.2. Caracterización de suelo.	151
7.2.1. Parámetros resistentes.....	153
7.3. Alternativas Propuestas.	155
7.4. Comparación de Modelos.....	156
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES.....	167
8.1. Revisión Bibliográfica.	167
8.2. Procedimiento analítico empleado.	169
8.3. Probabilidad de deformación.....	171
8.4. Conclusiones generales.	173
CAPÍTULO 9. REFERENCIAS.....	174
ANEXO 1. MÓDULOS VBA.....	184
ANEXO 2. DESARROLLO PROCEDIMIENTO ANALÍTICO.	228
ANEXO 3. HERRAMIENTAS NUMÉRICAS COMPUTACIONALES MEF.....	259

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Modificación tensión-deformación de un medio continuo (Adaptación de Jiménez Salas, 1980).....	9
Figura 2-2. Planteamiento del problema.....	12
Figura 2-3. Curva característica de la cavidad.....	13
Figura 2-4. Geometría del problema. Extensión del radio plástico.....	13
Figura 2-5. Desarrollo del radio de plastificación en función de la presión interior. Tomado de Reig, 2009.....	15
Figura 2-6. Zonas de plastificación. (Panet, 1995).....	16
Figura 2-7. Distribuciones de probabilidad normal, log normal y Beta, - Ángulo de fricción. (Li & Low, 2010).....	20
Figura 2-8. Rangos empíricos de probabilidad de falla para diseño en Ingeniería Civil. (Modificado de Baecher et al. 1980)	23
Figura 3-1. Curvas esfuerzo deformación.....	30
Figura 3-2. Comportamiento tensión deformación. Tomado de (Jaeger, Cook, & Zimmerman, 2007).	32
Figura 3-3. Tensiones en coordenadas cartesianas.....	33
Figura 3-4. Derivación de ecuaciones de Equilibrio. Coordenadas cartesianas.....	34
Figura 3-5. Región arbitraria. (Modificado de (Davis & Selvadurai, 2002)).	34
Figura 3-6. Deformaciones en el entorno de un punto. Berrocal, 1998.....	36
Figura 3-7. Tensiones en coordenadas cilíndricas.....	44
Figura 3-8. Derivación de Ecuaciones de Equilibrio. Coordenadas polares.....	45
Figura 3-9. Deformaciones en coordenadas cilíndricas.....	46
Figura 3-10. Estado plano de deformaciones.....	47
Figura 3-11. Compatibilidad de deformaciones.....	49
Figura 3-12. Curvas tensión - deformación idealizadas.....	51
Figura 3-13. Plano de tensiones Principales.....	52
Figura 3-14. Recta Hidrostática.....	52
Figura 3-15. Plano Octaédrico.....	53
Figura 3-16. Plano de falla de Coulomb.....	55
Figura 3-17. Círculo de Mohr.....	55
Figura 3-18. Superficie de fluencia de Coulomb, sobre el plano octaédrico.....	57
Figura 3-19. Perspectiva de la superficie de fluencia de Coulomb.....	57
Figura 3-20. Bloque sobre plano friccional Rígido. (Davis & Selvadurai, 2002).....	59
Figura 3-21. Superficie de fluencia circular	60

Figura 4-1. Tensiones alrededor de un orificio elástico comprimido. Tomado de (Hoek & Brown, 1980).....	64
Figura 4-2. Tensiones equivalentes.	65
Figura 4-3. Curva característica Modelo Elástico.	68
Figura 4-4. Tensiones Principales	69
Figura 4-5. Tensiones radial y tangencial según expresiones (4.30) y (4.31).	72
Figura 4-6. Curva característica normalizada.	78
Figura 5-1. Distribuciones de tensiones. Normalización ejes.	83
Figura 5-2. Círculo de Mohr de tensiones.	84
Figura 5-3. Curva característica. Normalización de ejes.....	84
Figura 5-4. Curvas Características modelo M-C.....	87
Figura 5-5. Curvas características modelo H&B.	87
Figura 5-6. Campo hidrostático de tensiones.	89
Figura 5-7. Distribuciones de tensiones tangenciales y radiales.	90
Figura 5-8. Distribuciones de tensiones tangenciales y radiales normalizadas.	90
Figura 5-9. Curva característica para situación de referencia.	91
Figura 5-10. Curva característica normalizada.	91
Figura 5-11. Modelo discretizado Phase2.	92
Figura 5-12. Presión interior aplicada en el borde del túnel.	93
Figura 5-13. Resultado modelación Phase2 para desplazamientos totales.....	93
Figura 5-14. Modelo Plaxis.	94
Figura 5-15. Presión interior modelo Plaxis.....	94
Figura 5-16. Resultado modelación Plaxis para desplazamientos totales.	94
Figura 5-17. Curvas características, analítica y numéricas.	95
Figura 5-18. Normalización de Tensiones con P_o . Variación de la cohesión. $\phi = 12^\circ$	96
Figura 5-19. Normalización de Tensiones con P_o . Variación de la cohesión. $\phi = 18^\circ$	96
Figura 5-20. Normalización de Tensiones con P_o . Variación del ángulo de fricción. $c = 20$ kPa.	97
Figura 5-21. Normalización de Tensiones con P_o . Variación del ángulo de fricción. $c = 80$ kPa.	97
Figura 5-22. Normalización de Tensiones con σ_c . Variación de la cohesión. $\phi = 12^\circ$	98
Figura 5-23. Normalización de Tensiones con σ_c . Variación de la cohesión. $\phi = 18^\circ$	98
Figura 5-24. Normalización de Tensiones con σ_c . Variación de ángulo de fricción. $c = 20$ kPa	99
Figura 5-25. Normalización de Tensiones con σ_c . Variación de ángulo de fricción. $c = 80$ kPa	99
Figura 5-26. Normalización de Tensiones con P_{icr} . Variación de la cohesión. $\phi = 12^\circ$	99
Figura 5-27. Normalización de Tensiones con P_{icr} . Variación de la cohesión. $\phi = 18^\circ$	99

Figura 5-28. Normalización de Tensiones con $P_{i_{cr}}$. Variación de ángulo de fricción. $c = 20$ kPa.	100
Figura 5-29. Normalización de Tensiones con $P_{i_{cr}}$. Variación de ángulo de fricción. $c = 80$ kPa.	100
Figura 5-30. Efecto de la variación del ángulo de fricción sobre $P_{i_{cr}}$	100
Figura 5-31. Efecto de la variación de la cohesión sobre $P_{i_{cr}}$	100
Figura 5-32. Normalización de Distancia radial con r_p . Variación de la cohesión. $\phi = 12^\circ$	101
Figura 5-33. . Normalización de Distancia radial con r_p . Variación de la cohesión. $\phi = 18^\circ$	101
Figura 5-34. Tensiones. Normalización Distancia radial con r_p . Variación ángulo de fricción. $c = 20$ kPa.	101
Figura 5-35. Tensiones. Normalización de Distancia radial con r_p . Variación ángulo de fricción. $c = 20$ kPa.	101
Figura 5-36. Concentraciones de tensiones. Variación del radio del túnel.	102
Figura 5-37. Concentraciones de tensiones. Variación del radio del túnel. Ejes normalizados.	102
Figura 5-38. Concentraciones de tensiones. Efecto de la variación de la presión de confinamiento.	103
Figura 5-39. Concentraciones de tensiones. Variación de la presión de confinamiento. Ejes normalizados.	103
Figura 5-40. Radios de Plastificación. Variación del radio del túnel. $\phi = 12$ $P_o = 190$ kPa.	104
Figura 5-41. Radios de Plastificación. Variación del radio del túnel. $\phi = 12$ $P_o = 570$ kPa.	104
Figura 5-42. Radios de Plastificación. Variación del radio del túnel. $\phi = 18$ - $P_o = 190$ kPa.	104
Figura 5-43. Radios de Plastificación. Variación del radio del túnel. $\phi = 18$ - $P_o = 570$ kPa.	104
Figura 5-44. Radios de Plastificación. Variación de la Presión de confinamiento. $\phi = 12$ - $r_o = 1$ m.	105
Figura 5-45. Radios de Plastificación. Variación de la Presión de confinamiento. $\phi = 12$ - $r_o = 4$ m.	105
Figura 5-46. Radios de Plastificación. Variación de la Presión de confinamiento. $\phi = 18$ - $r_o = 1$ m.	105
Figura 5-47. Radios de Plastificación. Variación de la Presión de confinamiento. $\phi = 18$ - $r_o = 4$ m.	105
Figura 5-48. Radios de Plastificación. Variación de r_o . $c = 20$ kPa - $P_o = 190$ kPa.	106
Figura 5-49. Radios de Plastificación. Variación de r_o . $c = 18$ - $P_o = 380$ kPa.	106
Figura 5-50. Radios de Plastificación. Variación de r_o . $c = 80$ kPa - $P_o = 190$ kPa.	106
Figura 5-51. Radios de Plastificación. Variación de r_o . $c = 80$ kPa - $P_o = 760$ kPa.	106
Figura 5-52. Radios de Plastificación. Variación de P_o . $c = 80$ kPa - $r_o = 1$ m.	107
Figura 5-53. Radios de Plastificación. Variación de P_o . $c = 80$ kPa - $r_o = 4$ m.	107

Figura 5-54. Valores aleatorios de Módulo Elástico Generados.	109
Figura 5-55. Curvas características. Variación de Relación de Poisson - Deformación máxima.	109
Figura 5-56. Curvas características. Variación de relación de Poisson - Detalle rango elástico.	109
Figura 5-57. Curvas características. Variación de la cohesión. $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	110
Figura 5-58. Curvas características. Variación de la cohesión. Detalle rango elástico $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	110
Figura 5-59. Curvas características. Variación ángulo de fricción. $\nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	110
Figura 5-60. Curvas características. Variación ángulo de fricción. Detalle rango elástico $\nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	110
Figura 5-61. Normalización P_o . Variación de la cohesión. $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	111
Figura 5-62. Normalización P_o . Variación de la cohesión. Detalle rango elástico. $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	111
Figura 5-63. Normalización σ_c . Variación de la cohesión. $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	111
Figura 5-64. Normalización σ_c . Variación de la cohesión. Detalle rango elástico. $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	111
Figura 5-65. Curvas características. Normalización P_{icr} . Variación de la cohesión. $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	112
Figura 5-66. Normalización P_{icr} . Variación de la cohesión. Detalle rango elástico $\nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	112
Figura 5-67. Variación de P_{icr} con la Cohesión.	112
Figura 5-68. Curvas características. Normalización r_o . Variación ángulo de fricción. $\nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	113
Figura 5-69. Normalización r_o . Variación ángulo fricción. Detalle rango elástico $\nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	113
Figura 5-70. Curvas características. Normalización r_p . Variación ángulo de fricción. $\nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	113
Figura 5-71. Normalización r_p . Variación ángulo fricción. Detalle rango elástico. $\nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	113
Figura 5-72. Variación de convergencia y radio de plastificación.	114
Figura 5-73. Variación de u_r / r_p , respecto del ángulo de fricción interna.	114
Figura 5-74. Curvas características. Variación de r_o . $c = 50\text{ kPa} - \nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$. ..	114
Figura 5-75. Curvas características. Variación de r_o . Detalle rango elástico $c = 50\text{ kPa} - \nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	114
Figura 5-76. Curvas características. Variación de r_o . Normalización con P_o y r_o . $c = 50\text{ kPa} - \nu = 0.4 - c = 50\text{kPa}$	115
Figura 5-77. Curvas características. Variación de P_o . $c = 50\text{ kPa} - \nu = 0.4 - \phi = 15^\circ$	116

Figura 5-78. Curvas características. Variación de P_o . Detalle rango elástico. $c = 50 \text{ kPa} - v = 0.4 - \phi = 15^\circ$.	116
Figura 5-79. Análisis de Sensibilidad – Convergencia.	118
Figura 5-80. Análisis de Sensibilidad – Convergencia.	118
Figura 5-81. . Análisis de Sensibilidad – Convergencia.	119
Figura 5-82. Análisis de Sensibilidad – Convergencia.	119
Figura 5-83. Análisis de sensibilidad.	120
Figura 5-84. Análisis de sensibilidad.	120
Figura 5-85. Análisis de sensibilidad.	121
Figura 5-86. Análisis de sensibilidad.	121
Figura 5-87. Análisis de sensibilidad – Radio de plastificación.	123
Figura 5-88. Análisis de sensibilidad – Radio de plastificación.	123
Figura 5-89. Análisis de sensibilidad – Radio de plastificación.	124
Figura 5-90. Análisis de sensibilidad – Radio de plastificación.	124
Figura 6-1. Histograma de frecuencias secuencia aleatoria uniforme. Cohesión.	135
Figura 6-2. Distribución Beta Cohesión. $\alpha=2 \beta=2$.	135
Figura 6-3. Distribución Beta acumulada Cohesión.	135
Figura 6-4. Convergencia Vs Probabilidad acumulada conjunta.	136
Figura 6-5. Probabilidad de ocurrencia Vs. $c - \phi$	138
Figura 6-6. Probabilidad de ocurrencia Vs. Convergencia - ϕ	138
Figura 6-7. Probabilidad de ocurrencia Vs. $\phi - c$	138
Figura 6-8. Probabilidad de ocurrencia Vs. Convergencia - c	138
Figura 6-9. Ábaco de convergencia Vs probabilidad conjunta acumulada. $\alpha=\beta=1$	139
Figura 6-10. Ábaco de convergencia Vs probabilidad conjunta acumulada. $\alpha=\beta=2$	140
Figura 6-11. Ábaco de convergencia Vs probabilidad conjunta acumulada. $\alpha=\beta=5$	141
Figura 6-12. Probabilidad para $\phi = \text{cte}$	142
Figura 6-13. Probabilidad para $\phi = \text{cte}$	142
Figura 6-14. Probabilidad para $\phi = \text{cte}$	142
Figura 6-15. Probabilidad para $\phi = \text{cte}$	142
Figura 6-16. Modelo discretizado MEF	144
Figura 6-17. Detalle deformación modelo MEF	144
Figura 6-18. Modelo Plaxis completo.	144
Figura 6-19. Sector cercano a la perforación.....	144
Figura 6-20. Modelo Plaxis 48 secciones.	145
Figura 6-21. Modelo 4 secciones.	145
Figura 6-22. Modelo 8 secciones.	145
Figura 6-23. Modelo 16 secciones.	145
Figura 6-24. Modelo 24 secciones.	145

Figura 6-25. Modelo 32 secciones.	146
Figura 6-26. Modelo 48 secciones.	146
Figura 6-27. Modelo discretizado Phase2. 48 Secciones.	146
Figura 6-28. Campo de desplazamientos Phase2. $P_i=380\text{kPa}$	146
Figura 6-29. Modelo discretizado Plaxis 48 Secciones.	147
Figura 6-30. Desplazamientos Plaxis. $P_i=12\text{ kPa}$	147
Figura 6-31. Curva característica modelos de campo aleatorio.	148
Figura 7-1. Plano general República Argentina.	149
Figura 7-2. Zona Norte Conurbano Bonaerense.	149
Figura 7-3. Localización general de obras. Zona Don Torcuato.	150
Figura 7-4. Esquema simplificado de los suelos de la ribera del Río de la Plata en la ciudad de buenos aires (Sfriso, 2008).	152
Figura 7-5. Sector ocupado por la formación Postpampeano en la Ciudad de Buenos Aires (Sfriso, 2008).	152
Figura 7-6. Muestra armada lista para Ensayo. Tomado de (Quaglia & Sfriso, 2009).	153
Figura 7-7. Parámetros resistentes drenados de caracterización del loess pampeano inalterado, construido a partir de (Quaglia & Sfriso, 2009).	154
Figura 7-8. Esquema constructivo Pipe Jacking. (Tomado de Introduction to Tunnel Construction, Chapman (Chapman, Metje, & Stärk, 2010))	156
Figura 7-9. Modelo MEF1 Plaxis. Muestra T9, presión interior 12 kPa.	157
Figura.7-10. Modelo MEF2 Phase2. Muestra t9, presión interior 18 kPa.	158
Figura 7-11. Curvas características procedimiento analítico para las muestras T9 – T13 (Ver Tabla 7-1).	158
Figura 7-12. Curvas características procedimiento analítico para las muestras T14 – T13 (Ver Tabla 7-1).	159
Figura 7-13. Curvas características modelo MEF 1 para las muestras T9 – T13 (Ver Tabla 7-1).	159
Figura 7-14. Curvas características modelo MEF 1 para las muestras T4 – T19 (Ver Tabla 7-1).	160
Figura 7-15. Curvas características modelo MEF 2 para las muestras (Ver Tabla 7-1).....	160
Figura 7-16. Curvas características modelo MEF 2 para las muestras (Ver Tabla 7-1).....	161
Figura 7-17. Valores de convergencia para $P_i = 0$	162
Figura 7-18.Elementos plastificados. Muestra T16, Modelo MEF 1, $P_i = 0\text{ kPa}$	164
Figura 7-19. Elementos plastificados. Muestra T16, Modelo MEF 2, $P_i = 0\text{ kPa}$	164
Figura 7-20. Distribuciones de tensiones Modelo MEF 1 Anisotrópico.	164
Figura 7-21. Distribuciones de tensiones Modelo MEF 2 Anisotrópico	164
Figura 7-22. Ábaco de probabilidad de deformación caso de estudio.	165

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Descriptores distribución Ángulo de fricción. Adaptado de (Hoek, 1998) en (Li & Low, 2010).....	20
Tabla 2-2. Probabilidades de falla para el dique “James Bay”. (Tomado de Christian et al, (1994) en Nadim (2007))	26
Tabla 3-1. Relaciones entre constantes elásticas.	41
Tabla 5-1.Datos básicos de entrada.....	87
Tabla 5-2.Parámetros resistentes de entrada modelo H&B. Equivalentes M-C.	87
Tabla 5-3. Parámetros resistentes de entrada.	88
Tabla 5-4. Parámetros básicos de entrada.	89
Tabla 5-5. Valores iniciales calculados.....	89
Tabla 5-6. Datos de entrada modelo Mohr – Coulomb para software MEF.	92
Tabla 5-7. Rangos seleccionados para el análisis paramétrico.....	95
Tabla 5-8. Presiones de Confinamiento.....	103
Tabla 5-9. Módulo Elástico estático. Arenas.....	108
Tabla 5-10. Módulo Elástico estático. Arcillas.	108
Tabla 5-11. Valores de Resistencia para evaluación de E.	108
Tabla 5-12. Valores de convergencia en metros.	116
Tabla 5-13. Porcentajes de variación de convergencia en tanto por uno.....	117
Tabla 5-14. Sensibilidad de Convergencia con variación de σ_0 y ϕ	120
Tabla 5-15. Valores de convergencia normalizados	120
Tabla 5-16. Valores de Radio de plastificación en metros.....	121
Tabla 5-17. Porcentajes de variación de radio plástico en tanto por uno.....	122
Tabla 6-1. Parámetros básicos. Método de Montecarlo.....	133
Tabla 6-2. Valores máximos y mínimos de constante elástica y parámetros resistentes.	133
Tabla 6-3. Valores aleatorios de cohesión para cálculo de probabilidades. Método de Montecarlo.	134
Tabla 6-4. Valores aleatorios de Ángulo de fricción para cálculo de probabilidades. Método de Montecarlo.....	134
Tabla 6-5. Valores aleatorios de Relación de Poisson para cálculo de probabilidades. Método de Montecarlo.....	134
Tabla 6-6. Probabilidad de convergencia acumulada conjunta.	136
Tabla 6-7. Tabla de datos correspondiente al ábaco de la Figura 6-9.....	140
Tabla 6-8. Convergencias modelos de campo aleatorio.....	146
Tabla 7-1. Parámetros resistentes (Modificado de (Quaglia & Sfriso, 2009)).	154
Tabla 7-2. Módulos de Young (Modificado de (Quaglia & Sfriso, 2009)).	155
Tabla 7-3. Radios de plastificación procedimiento analítico.	163