

ÍNDICE GENERAL

Índice.....	3
Introducción.....	7
Atkinson, J. (1993), <i>An introduction to the mechanics of soils and foundations</i> . McGraw-Hill, Londres.....	21
Atkinson, J.H. y Bransby, P.L. (1978), <i>The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics</i> . McGraw-Hill, Londres...	33
Berry, P.L. y Reid, D. (1993), <i>Mecánica de suelos</i> . McGraw-Hill, Santafé de Bogotá.....	43
Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), <i>Curso práctico de mecánica de suelos</i> . Ediciones Omega S.A., Barcelona.....	51
Holtz, R.D. y Kovacs, W.D. (1981), <i>An introduction to geotechnical engineering</i> . Prentice-Hall, Englewood Cliffs.....	61
Iglesias, C. (1997), <i>Mecánica del suelo</i> . Editorial Síntesis.....	71
Jiménez, J.A. et al. (1971-80), <i>Geotecnia y cimientos</i> . Editorial Rueda, Madrid.....	81
Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), <i>Mecánica de suelos</i> . Editorial Limusa S.A., México.....	111
Rodríguez, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1989), <i>Curso aplicado de cimentaciones</i> . Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid....	125
Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), <i>Mecánica del suelo y cimentaciones</i> . Fundación Escuela de la Edificación, Madrid.....	133
Smith, G.N. (1990), <i>Elements of soil mechanics</i> . BSP Professional Books, London.....	147
Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), <i>Mecánica de suelos en la ingeniería práctica</i> . Editorial El Ateneo, Barcelona	157
Análisis conjunto.....	167

Índice

ÍNDICE

Introducción	
1. Objetivos y contenidos.....	7
2. Libros analizados.....	7
3. Aspectos analizados.....	11
4. Análisis de contenidos.....	12
5. Análisis del enfoque.....	18
Atkinson, J. (1993), <i>An introduction to the mechanics of soils and foundations</i> . McGraw-Hill, Londres.	
1. Introducción.....	21
2. Índice.....	21
3. Contenidos.....	24
4. Ordenamiento de los contenidos.....	26
5. Enfoque.....	30
6. Estructura.....	30
Atkinson, J.H. y Bransby, P.L. (1978), <i>The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics</i> . McGraw-Hill, Londres.	
1. Introducción.....	33
2. Índice.....	33
3. Contenidos.....	35
4. Ordenamiento de los contenidos.....	37
5. Enfoque.....	41
6. Estructura.....	41
Berry, P.L. y Reid, D. (1993), <i>Mecánica de suelos</i> . McGraw-Hill, Santafé de Bogotá.	
1. Introducción.....	43
2. Índice.....	43
3. Contenidos.....	44
4. Ordenamiento de los contenidos.....	46
5. Enfoque.....	49
6. Estructura.....	49

Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), <i>Curso práctico de mecánica de suelos</i> . Ediciones Omega S.A., Barcelona.	
1. Introducción.....	51
2. Índice.....	51
3. Contenidos.....	52
4. Ordenamiento de los contenidos.....	54
5. Enfoque.....	58
6. Estructura.....	58
Holtz, R.D. y Kovacs, W.D. (1981), <i>An introduction to geotechnical engineering</i> . Prentice-Hall, Englewood Cliffs.	
1. Introducción.....	61
2. Índice.....	61
3. Contenidos.....	63
4. Ordenamiento de los contenidos.....	65
5. Enfoque.....	68
6. Estructura.....	68
Iglesias, C. (1997), <i>Mecánica del suelo</i> . Editorial Síntesis.	
1. Introducción.....	71
2. Índice.....	71
3. Contenidos.....	73
4. Ordenamiento de los contenidos.....	76
5. Enfoque.....	78
6. Estructura.....	79
Jiménez, J.A. et al. (1971-80), <i>Geotecnia y cimientos</i> . Editorial Rueda, Madrid.	
1. Introducción.....	81
2. Índice.....	82
3. Contenidos.....	95
4. Ordenamiento de los contenidos.....	100
5. Enfoque.....	107
6. Estructura.....	107
Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), <i>Mecánica de suelos</i> . Editorial Limusa S.A., México.	
1. Introducción.....	111
2. Índice.....	111
2.1 Índice.....	111
2.2 Resumen.....	112
3. Contenidos.....	116
4. Ordenamiento de los contenidos.....	118
5. Enfoque.....	122
6. Estructura.....	123
Rodríguez, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982), <i>Curso aplicado de cimentaciones</i> . Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid.	
1. Introducción.....	125
2. Índice.....	125
3. Contenidos.....	127
4. Ordenamiento de los contenidos.....	129
5. Enfoque.....	131
6. Estructura.....	132

Índice

Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), <i>Mecánica del suelo y cimentaciones</i> . Fundación Escuela de la Edificación.	
1. Introducción.....	133
2. Índice.....	133
2.1 Índice.....	133
2.2 Resumen.....	134
3. Contenidos.....	138
4. Ordenamiento de los contenidos.....	140
5. Enfoque.....	144
6. Estructura.....	145
Smith, G.N. (1990), <i>Elements of soil mechanics</i> . BSP Professional Books, London.	
1. Introducción.....	147
2. Índice.....	147
3. Contenidos.....	148
4. Ordenamiento de los contenidos.....	150
5. Enfoque.....	154
6. Estructura.....	154
Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), <i>Mecánica de suelos en la ingeniería práctica</i> . Editorial El Ateneo, Barcelona.	
1. Introducción.....	157
2. Índice.....	157
2.1 Índice de la primera edición.....	157
2.2 Índice de la segunda edición.....	158
3. Contenidos.....	160
4. Ordenamiento de los contenidos.....	162
5. Enfoque.....	165
6. Estructura.....	165
Análisis conjunto	
1. Introducción.....	167
2. Contenidos.....	167
3. Ordenamiento de los contenidos.....	188
3.1 Ordenamiento general de los libros.....	188
3.2 Orden de los temas preliminares.....	192
3.3 Orden de los temas de mecánica de suelos.....	194
3.4 Transición de los temas de mecánica de suelos a los de ingeniería geotécnica.....	196
3.5 Orden de los capítulos de ingeniería geotécnica.....	197
4. Enfoque.....	198
5. Estructura.....	199

INTRODUCCIÓN

1. Objetivos y contenido

El presente anejo tiene por objeto analizar una parte de la amplia bibliografía de geotecnia existente, para poder disponer de una herramienta que permita trabajar en dos direcciones. En primer lugar, decidir si existe algún libro que íntegramente permita cubrir un curso de geotecnia para la formación de arquitectos o ingenieros civiles, adecuándose a las necesidades de conocimientos que requieren estos profesionales y también a los condicionantes con que se imparten las asignaturas de índole geotécnica en las escuelas de arquitectura e ingeniería civil españolas, principalmente de tiempo y temario. En segundo lugar el análisis aquí presentado debe servir para que en el caso de escribir un nuevo libro que aborde aspectos generales de la geotecnia, se disponga de una herramienta que permita valorar las virtudes y los defectos de los libros ya existentes, en cuanto a contenidos, ordenamiento de los mismos, estructura y enfoque, pudiendo aprender de ellos.

Para conseguir los objetivos presentados, tras este primer capítulo introductorio, se desarrolla un análisis individual de la bibliografía escogida según lo explicado en el siguiente apartado. En estos análisis se tiene en cuenta básicamente los contenidos, el orden en el que éstos se exponen, el enfoque de las explicaciones y la estructura del libro, tal y como se explica en el tercer apartado de este capítulo. Tras este análisis individual, en el último capítulo de este anejo, se presenta un análisis conjunto de todos los libros.

2. Libros analizados

Como los objetivos presentados están relacionados con la enseñanza de la geotecnia en las escuelas universitarias españolas de arquitectura e ingeniería civil, un primer criterio de selección de los libros a analizar ha sido escoger aquellos recomendados por más de una escuela. Este criterio que excluye los libros recomendados una sola vez seleccionando los más utilizados, pretende así eliminar posibles tendencias personales de los profesores a la hora de recomendar bibliografía. Pero corre el peligro de poder eliminar algún libro que pueda aportar información a los objetivos formulados.

El resultado de aplicar este criterio a las bibliografías conseguidas son los libros presentados en la tabla 1. Esta tabla es una síntesis de la 2, en la que se cruza el listado de toda la bibliografía recomendada con las escuelas que las recomienda. Concretamente el listado de libros presentado en la tabla 2 se ha definido a través de las mismas fuentes de información con que se han redactado los anejos I, II y III, las guías docentes de las escuelas publicadas en internet. Eso hace que no se disponga de la bibliografía de todas las escuelas, pero sí la de una parte representativa. En la tabla 2 aparecen separados los libros de teoría, los exclusivamente de problemas y los textos normativos, evidentemente para los objetivos presentados en el apartado anterior sólo se ha trabajado con los textos de teoría.

Con el objetivo de corregir los posibles defectos del criterio de selección, apuntados anteriormente, se han revisado los libros desechados y se ha creído conveniente añadir a la lista de libros a analizar los siguientes por las razones que también se especifican a continuación:

- Atkinson, J. (1993), *An introduction to the mechanics of soils and foundations*. McGraw-Hill, Londres.

La principal razón para analizar este libro es por tratarse del único libro, de los recomendados, escrito para la docencia en el que se aborda los modelos de estado crítico y éstos se emplean como una herramienta más para explicar el resto de temas.

- Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*. Fundación Escuela de la Edificación, Madrid.

Este libro ha sido especialmente escrito para cubrir las enseñanzas de temas geotécnicos en la docencia a técnicos relacionados con la edificación, por ello puede considerarse como una referencia a la hora de estudiar las necesidades en el campo de la geotecnia de los profesionales técnicos dedicados a la edificación, razón por la que se ha analizado.

Otra corrección al listado de bibliografía producto de aplicar el criterio presentado, pero en sentido contrario a la anterior, ha sido no analizar el libro Calavera (1990), por presentar un aspecto muy concreto, el proyecto de muros, como su título indica, y por tratarlo más ampliamente desde el punto de vista estructural y constructivo que del geotécnico.

Tabla 1 Libros recomendados en más de una escuela de arquitectura o ingeniería civil.

Libro	Nº de veces recomendado
Atkinson, J.H. y Bransby, P.L. (1978), <i>The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics</i> . McGraw-Hill, Londres.	2
Berry, P.L. y Reid, D. (1993), <i>Mecánica de suelos</i> . McGraw-Hill, Santafé de Bogotá.	3
Calavera, J. (1990), <i>Muros de contención y muros sótano</i> . Instituto técnico de materiales y construcción, Madrid.	2
Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), <i>Curso práctico de mecánica de suelos</i> . Ediciones Omega S.A., Barcelona.	2
Holtz, R.D. y Kovacs, W.D. (1981), <i>An introduction to geotechnical engineering</i> . Prentice-Hall, Englewood Cliffs.	3
Jiménez, J.A. y Justo, J.L. (1971), <i>Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas</i> . Editorial Rueda, Madrid.	11
Jiménez, J.A., Justo, J.L. y Serrano, A.A. (1974), <i>Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas</i> . Editorial Rueda, Madrid.	11
Jiménez, J.A. et al. (1980), <i>Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia</i> . Editorial Rueda, Madrid.	8
Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), <i>Mecánica de suelos</i> . Editorial Limusa S.A., México.	7
Rodríguez, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982), <i>Curso aplicado de cimentaciones</i> . Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid.	5
Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), <i>Mecánica de suelos en la ingeniería práctica</i> . Editorial El Ateneo, Barcelona.	5

Como última modificación al listado original presentado en la tabla 1, para obtener el listado definitivo de libros a analizar se ha considerado oportuno añadir los siguientes libros:

- Iglesias, C. (1997), *Mecánica del suelo*. Editorial Síntesis.
Este libro ha sido escrito por un ingeniero de caminos para la docencia de la mecánica de suelos en la escuela de ingenieros industriales de Madrid, concretamente en la intensificación de construcción. Aunque la docencia de la geotecnia en ingeniería industrial no es objetivo de la presente tesina se ha considerado oportuno analizar este libro por tratarse de un texto en español escrito especialmente para la docencia.
- Smith, G.N. (1990), *Elements of soil mechanics*. BSP Professional Books, London.
Este libro también se ha escogido por tratarse de un libro escrito para la docencia de la mecánica de suelos, pero en especial por ser uno de los pocos libros pensados para la docencia que incluye la teoría de estados críticos o temas de suelos no saturados diferentes a los de compactación.

Así, definitivamente el listado de libros analizados en el presente anejo, escogidos según los criterios presentados es el mostrado a continuación en la tabla 3. Pese a la existencia de catorce referencias en la tabla 2, en los siguientes capítulos sólo se presentan doce análisis individualizados. Ello es debido a que los libros Jiménez-Justo (1971), Jiménez-Justo-Serrano (1974) y Jiménez et al. (1980) se tratan como uno único ya que así se concibieron, tal como explica el principal responsable de la obra, J.A. Jiménez Salas en los prólogos de los tres libros.

Introducción

Tabla 3 Bibliografía analizada.

Referencia bibliográfica de los textos.
Atkinson, J. (1993), <i>An introduction to the mechanics of soils and foundations</i> . McGraw-Hill, Londres.
Atkinson, J.H. y Bransby, P.L. (1978), <i>The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics</i> . McGraw-Hill, Londres.
Berry, P.L. y Reid, D. (1993), <i>Mecánica de suelos</i> . McGraw-Hill, Santafé de Bogotá.
Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), <i>Curso práctico de mecánica de suelos</i> . Ediciones Omega S.A., Barcelona.
Holtz, R.D. y Kovacs, W.D. (1981), <i>An introduction to geotechnical engineering</i> . Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
Iglesias, C. (1997), <i>Mecánica del suelo</i> . Editorial Síntesis.
Jiménez, J.A. y Justo, J.L. (1971), <i>Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas</i> . Editorial Rueda, Madrid.
Jiménez, J.A., Justo, J.L. y Serrano, A.A. (1974), <i>Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas</i> . Editorial Rueda, Madrid.
Jiménez, J.A. et al. (1980), <i>Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia</i> . Editorial Rueda, Madrid.
Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), <i>Mecánica de suelos</i> . Editorial Limusa S.A., México.
Rodríguez, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982), <i>Curso aplicado de cimentaciones</i> . Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid.
Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), <i>Mecánica del suelo y cimentaciones</i> . Fundación Escuela de la Edificación, Madrid.
Smith, G.N. (1990), <i>Elements of soil mechanics</i> . BSP Professional Books, London.
Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), <i>Mecánica de suelos en la ingeniería práctica</i> . Editorial El Ateneo, Barcelona.

3. Aspectos analizados

El análisis de cada uno de los libros escogidos en el apartado anterior se presenta de forma independiente en los siguientes capítulos. En cada capítulo, para cada libro, se presentan los siguientes apartados:

1. Introducción.

En este apartado se presenta el marco en el que se ha escrito el libro y los objetivos con los que se ha redactado. También se comenta si el contenido del libro abarca simplemente temas de mecánica del suelo o también de ingeniería geotécnica. La frontera entre estos dos grupos de conocimientos (definidos en el capítulo 1 del cuerpo central de esta tesina para un entendimiento común de sus lectores), no es igual para todos los autores. Temas como estabilidad de taludes o cálculo de asientos en función del autor se enmarcan en uno u otro grupo. Siempre que aparece uno de estos temas conflictivos en un libro analizado, de los dedicados en principio exclusivamente a mecánica de suelos o a ingeniería geotécnica, se comenta.

2. Índice.

Como su nombre indica aquí se reproduce el índice del libro íntegramente, y, en el caso de tratarse de un libro de lengua inglesa, se ha traducido al castellano.

El disponer de la reproducción del índice permite tener una referencia exacta del libro y hacerse una primera idea de los contenidos y el orden en los que se exponen los mismos.

3. Contenidos.

Para poder analizar conjuntamente los libros se ha confeccionado una lista de contenidos de referencia de modo que permita describir la materia tratada en todos los libros empleando siempre los mismos conceptos, permitiendo así poder comparar entre ellos (este listado se muestra en el siguiente apartado de este capítulo).

De esta forma en el tercer apartado de los análisis individualizados se muestran las componentes de la lista de contenidos que aparecen en el libro y se analizan las ausencias y las presencias más destacadas o que pueden aportar información para alcanzar los objetivos de este anejo.

4. Ordenamiento.

En este apartado se muestra un listado en el que a cada capítulo del libro analizado se le asignan los contenidos listados en el apartado anterior que en él se desarrollan, de esta forma se ve el orden en el que éstos aparecen. Este listado da una información muy detallada pero difícil de analizar directamente, por ello a continuación se sintetiza presentando un esquema en el que se agrupan los capítulos en grupos temáticos de mayor orden, como temas preliminares, comportamiento tenso-deformacional, o ingeniería geotécnica. Así, en primer lugar se analiza el orden de estos grandes bloques, incluso si se puede sintetizándolos aún más, y, en segundo lugar, se pasa a otro nivel de análisis en el que se estudia el orden de los contenidos en el interior de cada uno de los grupos temáticos.

5. Enfoque.

En este apartado en primer lugar se analiza cómo se enfocan en el libro las explicaciones de tres aspectos: el principio de tensiones efectivas, la consolidación y el cálculo de la presión de hundimiento. Como no siempre la explicación de los tres aspectos estudiados responde a un mismo enfoque, en segundo lugar se da una clasificación general para todo el libro. La forma como se han definido los enfoques y el porque de este método de análisis se explica en el quinto apartado de este capítulo introductorio.

6. Estructura.

Se presenta una tabla en la que para cada capítulo muestra el número de páginas, apartados y figuras dedicados a explicar conceptos y el número de ejemplos y ejercicios con solución que se presentan en él, así como el de páginas y figuras empleados en ellos. No se han contemplado en la tabla para posteriores análisis los ejercicios sin solución, porque en general el sentido práctico de los estudiantes hace que no empleen para el aprendizaje de una materia ejercicios de los que no disponen solución. La información presentada en esta tabla es de muy difícil estudio aisladamente, por ello en los análisis individualizados de cada libro únicamente se comentan aquellas características especiales y muy destacables a simple vista que ayudan a corroborar observaciones realizadas en los estudios anteriores, como el de ordenamiento. El análisis de la información de estas tablas se realiza en el último capítulo de este anejo en un análisis conjunto de todos los libros.

4. Análisis de los contenidos

Como se ha comentado en el apartado anterior para poder analizar conjuntamente la materia tratada en todos los libros se ha confeccionado una lista de contenidos de referencia de modo que permita describirla empleando siempre los mismos conceptos para posteriormente poder comparar entre ellos.

La confección de esta lista ha sido un proceso iterativo, ya que el análisis de nuevos libros a veces provocaba ampliar la lista y/o desdoblarse, en dos o más, un contenido listado previamente ya que en el nuevo libro se estudiaba con menos profundidad.

A continuación se muestra toda la lista.

- Temas preliminares.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Repaso de la historia de la geotecnia.
 - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.
 - Estructura del globo terrestre.

Introducción

- Definición de suelo.
- Definición de roca.
- Tipos de roca.
- Formación de los suelos.
- Clasificación de los suelos según su formación.
- La estratigrafía.
- Mineralogía de las arcillas.
- Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.

- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Textura de los suelos.
 - Forma de las partículas.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Parámetros de relación entre las fases: obtención.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.

- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.
 - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Ecuaciones de equilibrio.
 - Ecuaciones constitutivas.
 - Principios de la teoría de elasticidad.
 - Principios de la teoría de plasticidad.
 - Viscosidad y viscoelasticidad.

- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - Descripción de los ensayos de carga.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - El aparato de corte directo.
 - Presentación de resultados de corte directo.
 - El aparato de corte anular.
 - El aparato de corte simple.
 - El aparato triaxial.
 - Realización de un ensayo triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Tipos de rotura.

- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión isotropa.
 - Representación matemática de la compresión isotropa.
 - Resultados de muestras de arcillas normalmente consolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
 - Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
 - Resultados de muestras de arcillas sobreconsolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
 - Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
 - Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
 - El modelo Cam-Clay.
 - Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales).
 - Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.
 - Ensayo de compresión simple.
 - Triaxiales verdaderos.
 - Efectos de la anisotropía.
 - Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.
 - Rigidización del suelo.
 - Evolución tensional de un suelo según su proceso de formación.
 - Variación de c_u con la profundidad.
 - El método de las trayectorias de tensiones.
 - Introducción al comportamiento de las arenas.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
 - Teoremas de colapso plástico.
 - Equilibrio límite.
 - Método de las características.
 - Estados de Rankine.
- El agua en el terreno.
 - Nivel freático.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Nivel piezométrico.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Permeabilidad: suelo anisótropo.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Permeabilidad: representatividad de su valor.
 - Ec. de flujo: formulación.

Introducción

- Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
 - Ec. de flujo: método de los fragmentos.
 - Superficie libre.
 - Sifonamiento.
 - Hidráulica de pozos.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Presión capilar y succión.
 - Drenes. Condiciones de filtro.
 - Rebajamiento del nivel freático.
 - Electroósmosis.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Otras teorías unidimensionales.
 - Consolidación radial.
 - Otros esquemas de consolidación.
 - Variación del parámetro c_v .
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
 - Otros ensayos de consolidación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - El ensayo Harvard.
 - Estructura de los suelos compactados.
 - Compactación en obra.
 - Colapso de los suelos.
 - Hinchamiento de suelos parcialmente saturados.
 - Compresibilidad de suelos no saturados.
 - Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Planificación del reconocimiento.
 - El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método del círculo de rozamiento.
 - Método de las rebanadas.
 - Método de Morgenstern.
 - Ábacos.

- Tracción en un talud.
- Tratamiento de taludes.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
 - Distribución de presiones en el plano de cimentación.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - El factor de seguridad (valores, variaciones...).
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.
 - Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...).
 - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
 - Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
 - Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.
 - Particularidades del proyecto de losas.
- Cimentaciones semiprofundas.
 - Cimentación por pozos.
 - Cimentación por cajones.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Elección del tipo de pilote.
 - Distribución de cargas dentro del grupo.
 - Cálculo frente resistencia estructural.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
 - Pruebas de carga.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
 - Cálculo frente fricción negativa.
 - Cálculo frente acciones horizontales.
 - Grupos de pilotes en distintas direcciones.
- Cimentaciones especiales.
 - Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.
 - Cimentaciones sobre rellenos.
 - Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.
 - Edificios de gran altura.
 - Puentes y estribos.
 - Depósitos.
 - Patología de cimentaciones.

Introducción

- Empuje de tierras.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposo y pasivo.
 - Empuje en reposo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann.
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje en muros en L.
 - Empuje en muros paralelos.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Empuje pasivo: método de la espiral logarítmica.

- Estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Causas del colapso de estructuras de contención.
 - Metodología del proyecto de muros.
 - Acciones a considerar en un muro.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
 - El factor de seguridad (valores, variaciones...).
 - Cálculo de muros de tierra armada.
 - Detalles constructivos.

- Estructuras de contención flexibles.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Metodología del proyecto de pantallas.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.
 - Métodos de cálculo semiempíricos.
 - Ejecución de pantallas de hormigón.
 - Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.
 - Tablestacas: tipologías y ejecución.
 - Tablestacas: protección contra la corrosión.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.

- Otros estudios geotécnicos.
 - Instrumentación.
 - Mejora del terreno.
 - Excavaciones en roca. Voladura.
 - Ataguías celulares.
 - Anclajes.
 - Geotecnia de carreteras.
 - Acción de la helada.
 - Congelación de terrenos.
 - Obras subterráneas.
 - Presas.
 - Silos.
 - Obras marítimas.
 - Terramecánica.

- Estudio de cargas dinámicas.
- Métodos numéricos en la geotecnia.
- Modelos reducidos.

5. Análisis del enfoque

A la hora de explicar un concepto científico-técnico en general y geotécnico en particular, que a los efectos de esta tesina son los que importan, se puede abordar de diferentes maneras según se ordenen las siguientes partes en las que se puede dividir una explicación: el fenómeno, la experimentación, la teoría y la práctica o aplicación.

- El fenómeno es aquella parte de la explicación en la que se define el concepto que se está abordando y, en la medida de lo posible, esa definición se apoya en los mecanismos físicos que lo generan.
- La experimentación muestra aquellas observaciones de la naturaleza o aquellos resultados de laboratorio que presentan el concepto que se está explicando.
- La teoría desarrolla las ecuaciones que demuestran o rigen el concepto que se está abordando.
- La práctica o la aplicación es la parte de la explicación en la que se describe como aplicar aquellas expresiones a la solución de problemas prácticos.

Para ilustrar esto a continuación se presentan estas cuatro partes de la explicación para tres conceptos geotécnicos de características muy diferentes, el principio de tensiones efectivas, la consolidación y la presión de hundimiento.

- Principio de tensiones efectivas.

En este caso el fenómeno corresponde a la parte de la explicación en la que se enuncia el principio de tensiones efectivas y se explica su importancia e implicaciones; la experimentación aquella parte en la que se muestran una serie de ejemplos naturales o de laboratorio en los que se ve por ejemplo como la variación por igual de la tensión total y la intersticial no provoca cambios en el suelo y la de alguna de las dos por separado sí. La teoría en este caso sería por ejemplo la exposición de la demostración típica en la que partiendo del equilibrio de fuerzas en una sección que pasa por una serie de contactos intergranulares haciendo tender a cero el área en la que se produce ese contacto entre partículas se relacionan las tensiones efectivas con las tensiones intergranulares.

La práctica en este caso, es difícil de identificar, pero sería aquella parte del desarrollo del concepto en la que se explica cómo calcular las variaciones de tensiones efectivas.

- Consolidación.

El fenómeno en este caso es evidente, la explicación de los mecanismos de acoplamiento flujo-deformación que provocan que la deformación de un suelo se pueda diferir en el tiempo, en este caso para ayudar a comprender los conceptos expuestos en esta parte de la explicación es habitual recurrir al modelo reológico de los muelles. La experimentación es la parte de la explicación en la que se muestran ejemplos reales, como la torre de Pisa, en los que sea evidente para el estudiante la existencia del concepto que se está abordando o la muestra de resultados de laboratorio, típicamente de edómetro, en los que se vea que la deformación varía con el tiempo. La teoría normalmente corresponde al desarrollo de la formulación para modelar el problema de Terzaghi. Y la aplicación sería presentar la solución a la ecuación diferencial y mostrar como se aplica.

- Presión de hundimiento.

En este último caso, la parte de la explicación que se ha denominado fenómeno correspondería a la definición del concepto de presión de hundimiento, que normalmente se ayuda de la definición de los diferentes tipos de rotura y/o una gráfica de carga-asiento. La experimentación corresponde al tramo de la explicación en el que se muestran casos reales de hundimiento o resultados de modelos reducidos. La teoría consiste en el desarrollo de las diferentes expresiones de la presión de hundimiento. Y, por último, la práctica corresponde a mostrar las diferentes expresiones a emplear para calcular la presión de hundimiento en diferentes supuestos, y cómo debe emplearse en el marco del proyecto de una cimentación, lo que incluye entre otras cosas la definición de factor de seguridad.

Introducción

Pensando en los ejemplos acabados de ver es fácil imaginar que en los desarrollos de los libros se pueden encontrar casi todas las combinaciones posibles de las cuatro partes de las explicaciones presentadas, y el análisis llevado a cabo así lo demuestra. Se pueden encontrar explicaciones que comiencen por la experimentación, pasen al fenómeno, luego a la teoría y por último a la práctica, o por el contrario otras que desarrollen primero la teoría, luego presenten el fenómeno y por último muestren la veracidad de lo explicado con la experimentación. U otras más simplistas que solamente expliquen el fenómeno y la práctica.

Es evidente que cada uno de los órdenes en los que se expongan las partes presentadas de una explicación responden a un enfoque diferente, como no es objeto de esta tesina dar a cada uno de estos enfoques un nombre para denominarlos, a la hora de definir el enfoque de un libro simplemente se dice con qué partes y en qué orden se abordan en el libro las explicaciones.

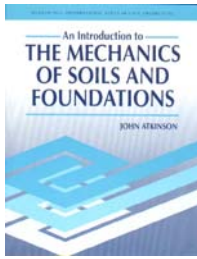
Pero es muy difícil aplicar lo presentado hasta el momento, la definición del enfoque, a todo un libro de geotecnia. Principalmente ello se debe a la complejidad de la materia que se explica, en la que hay conceptos muy empíricos de difícil o imposible demostración teórica, como el comportamiento logarítmico del suelo en el edómetro, mientras que hay otros que sí permiten demostraciones teóricas, como la ley de movimiento del agua en el suelo saturado, y existen otros conceptos más ingenieriles, como las técnicas de mejora del terreno o las de reconocimiento, que requieren enfoques simplemente descriptivos y prácticos por su propia naturaleza y aplicación.

Debido a ello aunque un autor defina de antemano un enfoque para sus explicaciones es muy difícil mantenerlo a lo largo de todo un libro, ya que existen contenidos que no permitirán emplearlo.

Todo esto hace muy difícil, dado un libro, dar con un único adjetivo, o un orden de las partes de la explicación, que defina su enfoque. Por ello para abordar el análisis del enfoque se han analizado las maneras de explicar tres conceptos (los utilizados en los ejemplos anteriores):

- El principio de tensiones efectivas, por ser una pieza clave en la mecánica de suelos, por lo que es de esperar que los autores pongan especial énfasis en su explicación, pero que presenta la dificultad de ser de difícil demostración teórica.
- La consolidación, por tratarse de un fenómeno para el estudio del cual se han desarrollado modelos matemáticos de fácil demostración teórica.
- El cálculo de las presiones de hundimiento, por tratarse de un tema más aplicado, más propio de ingeniería geotécnica que de mecánica de suelos.

Así en los próximos capítulos dedicados al análisis individualizado de cada uno de los libros, en el quinto apartado (Enfoque), se comentan las formas en las que se han explicado estos tres conceptos, y posteriormente se comenta el enfoque de todo el conjunto del libro, pese a la dificultad y la falta de exactitud que ello representa como se ha explicado, pero se hace con la intención de dar una idea general, lo más veraz posible, del enfoque con el que se ha escrito el libro.



Atkinson, J. (1993), *An introduction to The Mechanics of Soil and Foundations*. McGraw-Hill, Londres.

1. Introducción

Este libro es presentado por su autor en el prólogo como un texto destinado a la docencia de un curso introductorio de geotecnia, abarcando desde la definición de suelo hasta el análisis del comportamiento de cimentaciones y estructuras de contención.

Concretamente el profesor Atkinson da clases en la City Univesity en la que en el primer curso de ingeniería civil entre otras asignaturas se imparte una destinada al estudio del comportamiento de materiales y otra a geología en las que se destinan unas pocas clases a introducir el vocabulario básico de la geotecnia. En segundo curso hay una asignatura destinada a la enseñanza de la mecánica del suelo y la ingeniería geotécnica, en la que se imparten los modelos de estados crítico desde el principio del curso y los problemas de estabilidad de estructuras geotécnicas se abordan a través de los teoremas de colapso plástico, aparte de introducir los métodos de equilibrio límite y las tablas y ábacos estándares. Esta formación geotécnica finaliza en tercer curso con una asignatura mucho más práctica y encarada al proyecto de estructuras geotécnicas. En este marco este libro se presenta para cubrir las enseñanzas del segundo curso.

Este libro es especialmente interesante, y se distingue de sus contemporáneos homólogos en objetivos docentes, por ser uno de los pocos textos destinado a un primer curso completo de geotecnia en el que se explican los modelos de estado crítico y éstos se emplean como ayuda al resto de explicaciones, aplicando esa teoría al análisis geotécnico.

2. Índice

Capítulo 1. Introducción a la ingeniería geotécnica.

- 1.1 ¿Qué es la ingeniería geotécnica?
- 1.2 Principios de la ingeniería.
- 1.3 Fundamentos de la mecánica.
- 1.4 Comportamiento de los materiales.
- 1.5 Características básicas de los suelos.
- 1.6 Tipos básicos de estructuras geotécnicas.
- 1.7 Factores de seguridad y factores de carga.
- 1.8 Resumen.

Capítulo 2. Principios de Mecánica.

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Tensión y deformación.
- 2.3 Tensión plana y simetría axial.
- 2.4 Mecánica de sólidos rígidos.
- 2.5 Estudio de las tensiones.
- 2.6 Estudio de las deformaciones.
- 2.7 Relación de tensiones (σ/τ) y dilatancia.
- 2.8 Superficies de deslizamiento.
- 2.9 Resumen.

Capítulo 3. Fundamentos del comportamiento de los materiales.

- 3.1 Relación tensión-deformación, endurecimiento y resistencia.
- 3.2 Elección de parámetros para la tensión y la deformación.
- 3.3 Ecuaciones constitutivas.
- 3.4 Resistencia.
- 3.5 Elasticidad.
- 3.6 Plasticidad perfecta.
- 3.7 Comportamiento combinado elasto-plástico.
- 3.8 Los efectos del tiempo.
- 3.9 Resumen.

Capítulo 4. Estructura de la Tierra.

- 4.1 Introducción.
- 4.2 La corteza terrestre.
- 4.3 Los procesos geológicos.
- 4.4 Estratigrafía y la edad de los suelos y las rocas.
- 4.5 Depósitos de suelos naturales.
- 4.6 Eventos geológicos recientes.
- 4.7 Importancia de la geología en la ingeniería geotécnica.

Capítulo 5. Clasificación de los suelos.

- 5.1 Descripción y clasificación.

- 5.2 Descripción de los suelos.
 - 5.3 Tamaño, granulometría y forma de las partículas sólidas.
 - 5.4 Propiedades de las partículas finas.
 - 5.5 Porosidad, humedad y peso específico.
 - 5.6 Límites de consistencia.
 - 5.7 Parámetros que definen el estado actual.
 - 5.8 Origen de los suelos.
 - 5.9 Ejercicio práctico sencillo.
 - 5.10 Resumen.
- Capítulo 6. Presión intersticial, tensión efectiva y drenaje.
- 6.1 Introducción.
 - 6.2 Tensión total.
 - 6.3 Presión intersticial.
 - 6.4 Tensión efectiva.
 - 6.5 Importancia de las tensiones efectivas.
 - 6.6 Demostración del principio de tensiones efectivas.
 - 6.7 Cambio de volumen y drenaje.
 - 6.8 Carga drenada, carga no drenada y consolidación.
 - 6.9 Límite entre procesos drenados y no drenados.
 - 6.10 Resumen.
- Capítulo 7. Ensayos de laboratorio.
- 7.1 Objetivos de los ensayos de laboratorio.
 - 7.2 Normalización y especificaciones de los ensayos.
 - 7.3 Clasificación básica de los ensayos.
 - 7.4 Medida del coeficiente de permeabilidad.
 - 7.5 Principales características de los ensayos de carga.
 - 7.6 El edómetro, compresión y consolidación unidimensional.
 - 7.7 Ensayos de corte.
 - 7.8 Ensayo triaxial convencional.
 - 7.9 Célula triaxial hidráulica: ensayo con trayectoria de tensiones.
 - 7.10 Comentarios sobre los ensayos de suelos.
 - 7.11 Resumen.
- Capítulo 8. Compresión e hinchamiento.
- 8.1 Introducción.
 - 8.2 Compresión e hinchamiento isótropo.
 - 8.3 Sobreconsolidación.
 - 8.4 Diferencia de compresibilidad entre estados ligeramente y muy sobreconsolidados.
 - 8.5 Compresión e hinchamiento unidimensional.
 - 8.6 Pruebas de laboratorio de compresión y descompresión de suelos.
 - 8.7 Resumen.

- Capítulo 9. Resistencia de los suelos.
- 9.1 Comportamiento del suelos en ensayos de corte.
 - 9.2 Resistencia de pico, final y residual.
 - 9.3 Estados críticos.
 - 9.4 Resistencia no drenada.
 - 9.5 Normalización.
 - 9.6 La rotura medida en ensayos triaxiales.
 - 9.7 Relaciones entre la resistencia medida en ensayos de corte y triaxiales.
 - 9.8 Investigaciones experimentales simples sobre estados críticos.
 - 9.9 Cohesión real de los suelos.
 - 9.10 Estimación de los parámetros resistentes a partir de los ensayos de clasificación.
 - 9.11 Resumen.

- Capítulo 10. Estados de pico.
- 10.1 Introducción.
 - 10.2 Envolvente de Mohr-Coulomb en ensayos de corte.
 - 10.3 Envolvente de Mohr-Coulomb en ensayos triaxiales.
 - 10.4 Curva de estados de pico.
 - 10.5 Estados de pico y dilatancia.
 - 10.6 Variación de la resistencia de pico con el estado inicial.
 - 10.7 Resumen.

- Capítulo 11. Comportamiento del suelo antes de la rotura.
- 11.1 Introducción.
 - 11.2 Zona de suelos normalmente consolidada o ligeramente sobreconsolidada y zona muy sobreconsolidada.
 - 11.3 Superficie de fluencia de los estados de suelo.
 - 11.4 Comportamiento elástico en el interior de la superficie de fluencia.
 - 11.5 Carga sin drenaje sobre la superficie de límite (fluencia).
 - 11.6 Relación de tensión (q/p) y dilatancia ($d\varepsilon_v/d\varepsilon_s$).
 - 11.7 Reblandecimiento del suelo más allá de los estados de pico y el desarrollo de las superficies de fluencia.
 - 11.8 Resumen.

- Capítulo 12. Cam clay.
- 12.1 Introducción.
 - 12.2 Características básicas del modelo Cam clay.
 - 12.3 Superficie límite de estados de suelos para el modelo Cam clay ordinario.
 - 12.4 Cálculo de deformaciones plásticas.

Atkinson, J. (1993), *An introduction to the mechanics of soils and foundations*

- 12.5 Fluencia y endurecimiento.
- 12.6 Ecuaciones constitutivas completas del modelo Cam clay ordinario.
- 12.7 Aplicación de Cam clay en diseño.
- 12.8 Resumen.

Capítulo 13. Rigidez del suelo.

- 13.1 Introducción.
- 13.2 Cam clay y la rigidez del suelo.
- 13.3 Relaciones rigidez-deformación para suelos.
- 13.4 La deformación en el terreno.
- 13.5 Medida de la rigidez del suelo en ensayos de laboratorio.
- 13.6 Rigidez del suelo frente pequeñas y muy pequeñas deformaciones.
- 13.8 Resumen.

Capítulo 14. Consolidación.

- 14.1 Mecanismo básico de consolidación.
- 14.2 Teoría unidimensional de la consolidación.
- 14.3 Las isocronas.
- 14.4 Propiedades de las isocronas.
- 14.5 Solución para la consolidación unidimensional de acuerdo a isocronas parabólicas.
- 14.6 Otras soluciones a la consolidación.
- 14.7 Determinación de c_v con el ensayo edométrico.
- 14.8 Proceso de carga lento y consolidación.
- 14.9 Resumen.

Capítulo 15. Formación y estructura de los suelos naturales.

- 15.1 Características de los suelos naturales.
- 15.2 Formación de suelos naturales: compresión e hinchamiento unidimensional.
- 15.3 Edad del suelo y procesos evolutivos.
- 15.4 Vibración y compactación.
- 15.5 Consolidación secundaria.
- 15.6 Cementación.
- 15.7 Fenómenos meteorológicos en la formación de suelos.
- 15.8 Cambios en la salinidad del agua intersticial.
- 15.9 Resumen.

Capítulo 16. Reconocimiento del terreno.

- 16.1 Introducción.
- 16.2 Objetivos del reconocimiento.
- 16.3 Planificación y ejecución del reconocimiento.
- 16.4 Catas, sondeos y tomamuestras.
- 16.5 Ensayos in situ.

- 16.6 Variación de las propiedades del suelo con la profundidad.
- 16.7 Reconocimiento del agua freática y obtención de la permeabilidad.
- 16.8 Informes del reconocimiento.
- 16.9 Resumen.

Capítulo 17. Flujo estacionario.

- 17.1 Estados del agua freática.
- 17.2 Problemas prácticos del flujo de agua freática.
- 17.3 Principios del flujo estacionario.
- 17.4 Flujo por una red de flujo simple.
- 17.5 Red de flujo para filtración bidimensional.
- 17.6 Tubificación y erosión.
- 17.7 Filtración a través de suelos anisótropos.

Capítulo 18. Estudio de la estabilidad de estructuras geotécnicas a través de métodos límite.

- 18.1 Introducción.
- 18.2 Teoremas de colapso plástico.
- 18.3 Mecanismos compatibles de superficies de deslizamiento.
- 18.4 Trabajo realizado por tensiones internas y por las cargas exteriores.
- 18.5 Límite superior de la carga de hundimiento de una cimentación.
- 18.6 Estados tensionales en equilibrio en discontinuidades.
- 18.7 Límite inferior de la carga de hundimiento de una cimentación.
- 18.8 Obtención de cotas superiores e inferiores empleando abanicos.
- 18.9 Solución exacta de la capacidad portante de una cimentación superficial.
- 18.10 Resumen.

Capítulo 19. Método de equilibrio límite.

- 19.1 Teoría del método de equilibrio límite.
- 19.2 Soluciones simples con equilibrio límite.
- 19.3 Análisis de la cuña de Coulomb.
- 19.4 Círculo de deslizamiento simple para analizar una carga no drenada.
- 19.5 Método del círculo de deslizamiento para una carga drenada. El método de las rebanadas.
- 19.6 Otros métodos de equilibrio límite.
- 19.7 Soluciones de equilibrio límite.
- 19.8 Resumen.

Capítulo 20. Estabilidad de taludes.

- 20.1 Introducción.
- 20.2 Tipos de inestabilidades.
- 20.3 Cambios de tensiones en taludes.

- 20.4 Influencia del agua en estabilidad de taludes.
- 20.5 Elección de los parámetros resistentes y del factor de seguridad.
- 20.6 Estabilidad de taludes infinitos.
- 20.7 Estabilidad de cortes verticales.
- 20.8 Ábacos adimensionales para analizar la estabilidad de taludes.
- 20.9 Comportamiento de excavaciones simples.
- 20.10 Resumen.

Capítulo 21. Empujes y estabilidad de estructuras de contención.

- 21.1 Introducción.
- 21.2 Tipos de estructuras de contención.
- 21.3 Fallos de las estructuras de contención.
- 21.4 Cambio de las tensiones en el terreno cerca de estructuras de contención.
- 21.5 Influencia del agua sobre las estructuras de contención.
- 21.6 Cálculo de empujes en condiciones drenadas.
- 21.7 Cálculo de empujes en condiciones no drenadas.
- 21.8 Estabilidad global.
- 21.9 Elección de los parámetros resistentes y el factor de seguridad.
- 21.10 Resumen.

Capítulo 22. Capacidad portante y asientos de cimentaciones superficiales.

- 22.1 Tipos de cimentaciones.
- 22.2 Comportamiento de las cimentaciones.
- 22.3 Cambio de tensiones debido a las cimentaciones.
- 22.4 Capacidad portante de cimentaciones superficiales.
- 22.5 Elección de los parámetros resistentes y del factor de carga para cimentaciones.
- 22.6 Cimentaciones sobre arena.
- 22.7 Cimentaciones sobre suelo elástico.
- 22.8 Asiento en condiciones unidimensionales.
- 22.9 Resumen.

Capítulo 23. Cimentaciones profundas: pilotes.

- 23.1 Tipos de pilotes.
- 23.2 Resistencia de punta de un pilote aislado.
- 23.3 Resistencia de fuste.
- 23.4 Ensayos de pilotes y las fórmulas de hinca.
- 23.5 Capacidad de un grupo de pilotes.
- 23.6 Resumen.

Capítulo 24. Modelización por centrifugación.

- 24.1 Modelos en ingeniería.
- 24.2 Regla de escala y análisis dimensional.
- 24.3 Modelos a escala en geotecnia.
- 24.4 Objetivos de los modelos.
- 24.5 Centrifugadoras geotécnicas.
- 24.6 Control e instrumentación de modelos centrífugos.
- 24.7 Resumen.

3. Contenidos

Según el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo los contenidos de este libro son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Estructura del globo terrestre.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Formación de los suelos.
 - La estratigrafía.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Parámetros de relación entre las fases: obtención.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Ecuaciones constitutivas.
 - Principios de la teoría de elasticidad.
 - Principios de la teoría de plasticidad.

Atkinson, J. (1993), *An introduction to the mechanics of soils and foundations*

- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Descripción de los ensayos de carga.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato de corte simple.
 - El aparato triaxial.
 - Realización de un ensayo triaxial.
 - Tipos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión isótropa.
 - Representación matemática de la compresión isótropa.
 - Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
 - Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
 - Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
 - El modelo Cam-Clay.
 - Rigidización del suelo.
 - Evolución tensional de un suelo según su proceso de formación.
- Análisis global del terreno.
 - Teoremas de colapso plástico.
 - Equilibrio límite.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
- Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
- Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
- Sifonamiento.
- Capilaridad en suelos.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método de las rebanadas.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
- Empuje de tierras.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
- Estructuras de contención rígidas.

- Tipologías de estructuras de contención rígidas.
- Causas del colapso de estructuras de contención.
- Acciones a considerar en un muro.
- El factor de seguridad (valores, variaciones...).
- Estructuras de contención flexibles.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Modelos reducidos.

Comparando este listado y el presentado en el capítulo introductorio, que recogía todos los conceptos definidos a través del análisis de todos los libros, destacan varios aspectos. En primer lugar la ausencia de temas dedicados al comportamiento del suelo no saturado, por ser, junto con el de cimentaciones semiprofundas, los únicos bloques de contenidos en los que han sido ordenados en el listado original que no aparecen en este libro. Esto corrobora lo comentado en el apartado introductorio, que se trata realmente de un libro de geotecnia, no simplemente de mecánica del suelo.

En segundo lugar destacan los pocos contenidos que aparecen en los temas dedicados a ingeniería geotécnica, más enfocados al análisis geotécnico de las estructuras que al proyecto de éstas. Así se notan a faltar la mayoría de contenidos relacionados con el proyecto, por ejemplo no se abordan aspectos como la metodología del proyecto de cimentaciones o de estructuras de contención.

Por el contrario en la primera parte del libro, la dedicada a mecánica del suelo, aun sin tratarse con mucha profundidad, aparecen la mayoría de los contenidos, notándose sólo a faltar algunos aspectos puntuales y el único tema más general que queda sin tratar es el de análisis global del terreno en servicio.

Los contenidos de esta primera parte son una de las virtudes de este libro ya que se abordan temas como los modelos de estado crítico, en cuanto a comportamiento tensión-deformación de suelo saturado, o los teoremas de colapso plástico, en cuanto análisis global del terreno, nada habituales en libros de este tipo.

Por último es destacable la presencia de un capítulo dedicado a las modelos en centrífuga, un tema muy específico y de difícil justificación su presencia.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente.

1. Introducción a la ingeniería geotécnica.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
2. Principios de Mecánica.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.
3. Fundamentos del comportamiento de los materiales.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Ecuaciones constitutivas.
 - Principios de la teoría de elasticidad.
 - Principios de la teoría de plasticidad.
4. Estructura de la Tierra.
 - Estructura del globo terrestre.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Formación de los suelos.
 - La estratigrafía.
5. Clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
6. Presión intersticial, tensión efectiva y drenaje.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.

Atkinson, J. (1993), *An introduction to the mechanics of soils and foundations*

- Concepto de carga drenada y no drenada.
 - Capilaridad en suelos.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Ley de Darcy: definición.
7. Ensayos de laboratorio.
- Parámetros de relación entre las fases: obtención.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Descripción de los ensayos de carga.
 - El edómetro.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato de corte simple.
 - El aparato triaxial.
 - Realización de un ensayo triaxial.
8. Compresión e hinchamiento.
- Resultado de muestras sometidas a compresión isótropa.
 - Representación matemática de la compresión isótropa.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
9. Resistencia de los suelos.
- Tipos de rotura.
 - Resistencia al corte no drenada.
10. Estados de pico.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
11. Comportamiento del suelo antes de la rotura.
- Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
 - Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
12. Cam clay.
- Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
 - El modelo Cam-Clay.
13. Rigidez del suelo.
- Rigidización del suelo.
14. Consolidación.
- Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
15. Formación y estructura de los suelos naturales.
- Evolución tensional de un suelo según su proceso de formación.
16. Reconocimiento del terreno.
- Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
17. Flujo estacionario.
- Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Sifonamiento.
18. Estudio de la estabilidad de estructuras geotécnicas a través de métodos límite.
- Teoremas de colapso plástico.
19. Método de equilibrio límite.
- Equilibrio límite.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Método de las rebanadas.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
20. Estabilidad de taludes.
- Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
21. Empujes y estabilidad de estructuras de contención.
- Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.

- Causas del colapso de estructuras de contención.
 - Acciones a considerar en un muro.
 - El factor de seguridad (valores, variaciones...).
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
22. Capacidad portante y asientos de cimentaciones superficiales.
- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
- Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
23. Cimentaciones profundas: pilotes.
- Definición y tipologías.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
24. Modelización por centrifugación.
- Modelos reducidos.

Este listado de contenidos, presentados en el orden en el que aparecen en el libro se puede simplificar aunando los capítulos en grandes bloques temáticos de la siguiente manera:

- Temas preliminares.
 1. Introducción a la ingeniería geotécnica.
 2. Principios de Mecánica.
 3. Fundamentos del comportamiento de los materiales.
 4. Estructura de la Tierra.
 5. Clasificación de los suelos.
- Comportamiento mecánico de los suelos.
 6. Presión intersticial, tensión efectiva y drenaje.
 7. Ensayos de laboratorio.
 8. Compresión e hinchamiento.
 9. Resistencia de los suelos.
 10. Estados de pico.
 11. Comportamiento del suelo antes de la rotura.
 12. Cam clay.
 13. Rigidez del suelo.
 14. Consolidación.
- Reconocimiento del terreno
 15. Formación y estructura de los suelos naturales.
 16. Reconocimiento del terreno.
- El agua en el terreno.
 17. Flujo estacionario.
- Análisis global del terreno.
 18. Estudio de la estabilidad de estructuras geotécnicas a través de métodos límite.
 19. Método de equilibrio límite.
- Ingeniería geotécnica.
 20. Estabilidad de taludes.
 21. Empujes y estabilidad de estructuras de contención.
 22. Capacidad portante y asientos de cimentaciones superficiales.
 23. Cimentaciones profundas: pilotes.

Atkinson, J. (1993), *An introduction to the mechanics of soils and foundations*

- Modelos en geotecnia.
 24. Modelización por centrifugación.

Este esquema que resume el orden en el que aparecen los contenidos en el libro sintetizándolos en siete bloques, se puede intentar comprimirlo más e igualarlo a la de la mayoría de los libros analizados aunando los bloques intermedios en uno, así quedarían los siguientes tres grandes bloques:

1. Introducción o temas preliminares.
2. Mecánica de suelos.
3. Ingeniería geotécnica.

Pero esta reagrupación tiene dos defectos. El primero, y más llamativo, que en esos bloques intermedios aunados bajo el nombre de mecánica de suelos existe un titulado reconocimiento del terreno colocado justo entre el de comportamiento mecánico de los suelos y el del agua en el terreno, que contiene dos capítulos. Uno dedicado al reconocimiento del terreno, tema más propio de los temas de ingeniería geotécnica pero que está colocado a tres capítulos de esos temas. El otro titulado *Formación y estructura de los suelos naturales* que es un tema, a juzgar por el título, más propio del bloque de temas preliminares, aunque no es así porque analiza la formación desde el punto de vista del comportamiento tenso – deformacional.

El hecho de unir en el orden ambos temas, primero el de la estructura de los suelos naturales y posteriormente el de reconocimiento tiene cierto interés, porque uno de los objetivos del reconocimiento es identificar la estructura del suelo; unirlos puede ser positivo y en ello este libro es innovador.

El otro defecto de la reagrupación presentada está en los temas preliminares, en los que se introducen dos capítulos dedicados a recordar los principios de la mecánica y del comportamiento de los materiales. Éstos, aún ser realmente temas preliminares, tendrían más sentido cerca de los capítulos de comportamiento mecánico de los suelos y no con los capítulos *Estructura de la Tierra y Clasificación de los suelos* separándolos de ellos.

Visto ya que el libro cumple la estructura típica (Temas preliminares / Mecánica del suelo / Ingeniería geotécnica) salvo los aspectos presentados, se analizan cada uno de los bloques por separado.

El primer gran bloque tiene un primer objetivo doble, presentar la geotecnia para lo que emplea el primer capítulo y presentar el suelo para lo que utiliza los dos últimos capítulos (4 y 5). El segundo objetivo es presentar las bases de la mecánica y del comportamiento de los materiales para entender posteriormente el comportamiento del suelo. Este objetivo se desarrolla en los capítulos 2 y 3. Como se ha comentado con anterioridad la estructura de este capítulo ganaría coherencia si se invirtiese la ordenación de los capítulos 2 y 3 con los 4 y 5.

El segundo gran bloque, obviando el problema de los dos capítulos intermedios de reconocimiento y estructura de los suelos naturales que deberían estar en el último bloque, explica en primer lugar el comportamiento tensión - deformación y la resistencia del terreno, luego consolidación, flujo de agua en el terreno y por último análisis global del terreno en rotura.

El primer capítulo de este bloque se dedica a explicar el concepto de tensión intersticial y efectiva, pero además se aprovecha y se introducen los conceptos de carga drenada y no drenada y consolidación, sólo a efecto de introducción, este capítulo es muy positivo para que desde un primer momento el lector sea consciente de la principal problemática del estudio del comportamiento del suelo.

El orden en el que se explican los conceptos de comportamiento mecánico de los suelos es curioso e innovador, ya que en primer lugar se explica el comportamiento del suelo bajo compresión isótropa y confinada, posteriormente se estudian los modelos de rotura y, por último, el comportamiento del suelo antes de rotura.

Tras estos temas se desarrolla el tema de la consolidación, antes del de flujo, ello es posible porque la ley de Darcy y el concepto de gradiente hidráulico se han introducido con anterioridad. En este aspecto este libro también es novedoso, ya que normalmente siempre se explica la consolidación tras explicar flujo, este libro puede invertir esta costumbre por haber introducido los conceptos imprescindibles de flujo para poder desarrollar la teoría de la consolidación unidimensional con anterioridad.

Tras el capítulo de flujo se desarrollan los capítulos dedicados al análisis global del terreno en rotura, estos estarían mejor situados tras los de comportamiento mecánico de los suelos, para darles continuidad.

El último bloque de este libro, ingeniería geotécnica, sin tener en cuenta el último capítulo de modelos en geotecnia un poco fuera de lugar, trata los temas de estabilidad de taludes, estructuras de contención y cimentaciones, en este orden que se acaban de enumerar. El hecho que el primero de los temas que se aborda sea el de taludes, es la mejor manera de dar continuidad al libro al cambiar del bloque de mecánica de suelos al de ingeniería geotécnica, ya que el bloque de mecánica de suelos finaliza con un capítulo dedicado a los métodos de equilibrio límite. Una vez definido como primer tema del bloque el de taludes parece correcto seguirle con el de estructuras de contención, por estar ambos relacionados. La situación de los temas dedicados a cimentaciones, tras los anteriores, únicamente presenta el problema que las estructuras de contención requieren de la comprobación de hundimiento uno de los temas centrales del capítulo de cimentaciones superficiales. En este caso este inconveniente no existe ya que, como se ha comentado, en estos temas de estructuras geotécnicas no se abordan aspectos de proyecto, simplemente se analiza el comportamiento de ellas.

5. Enfoque

Tal y como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil dada la naturaleza de la materia que se expone, definir un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se han abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *experimentación – fenómeno - teoría – práctica*, aunque en este caso en el apartado de teoría no se demuestra la relación entre la tensión efectiva y las tensiones intergranulares sino se comenta las dificultades e inconvenientes de realizar esa demostración.

Las explicaciones relativas a la consolidación son *fenómeno – teoría*, faltando las partes de experimentación y práctica. Lo mismo sucede en el caso la presión de hundimiento.

Se observa que los tres enfoques no coinciden, pero en general puede afirmarse que los dos últimos son muy representativos, en general en el libro se muestra en primer lugar el fenómeno y posteriormente la teoría, obviando casi siempre la experimentación. Esto corrobora las explicaciones del autor en el prólogo, en el que dice no haber presentado en el libro ningún resultado real de laboratorio deliberadamente por tratarse de un texto docente para estudiantes universitarios, ya que esta práctica, presentar directamente un comportamiento idealizado, consigue un texto más sencillo, claro y directo, en general más útil para el alumno.

6. Estructura

En primer lugar, en la siguiente página se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

El único análisis individualizado que se puede hacer de la estructura de este libro, antes de comparar con el resto de textos analizados es que este libro está muy estructurado como lo demuestra un índice de páginas por apartado de 1.3 muy homogéneo a lo largo de todo él. Y también se trata de un libro muy ilustrado como lo demuestra un índice de aproximadamente una figura por página.

Atkinson, J. (1993), *An introduction to the mechanics of soils and foundations*

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Introducción a la ingeniería geotécnica.	9	8	6	0	0	0
2. Principios de Mecánica.	9	9	10	2	4	4
3. Fundamentos del comportamiento de los materiales.	14	6	16	1	2	0
4. Estructura de la Tierra.	8	7	4	0	0	0
5. Clasificación de los suelos.	11	10	5	3	4	3
6. Presión intersticial, tensión efectiva y drenaje.	11	10	11	4	4	3
7. Ensayos de laboratorio.	13	11	10	4	5	4
8. Compresión e hinchamiento.	10	7	12	2	2	1
9. Resistencia de los suelos.	17	11	18	4	4	4
10. Estados de pico.	11	7	18	3	3	5
11. Comportamiento del suelo antes de la rotura.	10	8	12	3	3	3
12. Cam clay.	6	8	5	1	2	0
13. Rigidez del suelo.	10	8	10	0	0	0
14. Consolidación.	12	9	11	2	2	1
15. Formación y estructura de los suelos naturales.	7	9	7	0	0	0
16. Reconocimiento del terreno.	13	9	8	0	0	0
17. Flujo estacionario.	10	8	10	2	2	2
18. Estudio de la estabilidad de estructuras geotécnicas a través de métodos límite.	19	10	20	6	3	8
19. Método de equilibrio límite.	12	8	14	4	4	5
20. Estabilidad de taludes.	17	10	19	1	2	1
21. Empujes y estabilidad de estructuras de contención.	13	10	15	4	3	3
22. Capacidad portante y asentos de cimentaciones superficiales.	14	9	15	3	5	3
23. Cimentaciones profundas: pilotes.	6	6	6	0	0	0
24. Modelización por centrifugación.	8	7	4	0	0	0

Atkinson J.H. y Bransby P.L. (1978), *The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics*

Atkinson, J.H. y Bransby, P.L. (1978), *The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics.*
McGraw-Hill, Londres.

1. Introducción

Este libro, publicado por primera vez en 1977, trata los aspectos básicos de la mecánica del suelo, concentrándose en el comportamiento mecánico de los suelos saturados, y no cubre aspectos prácticos de la ingeniería geotécnica.

Basado en las enseñanzas impartidas en la Cambridge University en los años setenta y en las investigaciones sobre el comportamiento de los suelos desarrolladas durante las décadas de los sesenta y setenta, los autores presentan el libro especialmente para cubrir la primera parte de un curso básico de geotecnia en ingeniería civil y para alumnos de postgraduado que deseen familiarizarse con los modelos de estado crítico.

Siendo verdad que cubre los aspectos a impartir en la primera parte de un curso de geotecnia de ingeniería civil, también lo es que lo hace con mucha más profundidad que la estrictamente necesaria o la habitual en ese contexto, en especial los temas dedicados al comportamiento tenso-deformacional de los suelos saturados. Esto lo demuestra el hecho que uno de sus autores, John Atkinson, publicase en 1993 el libro *An introduction to mechanics of soils and foundations through critical states mechanics*, que también lo presenta como un libro de texto para alumnos de geotecnia de ingeniería civil y trata en su primera parte los mismos temas abordados en la publicación que nos ocupa pero con mucha menos profundidad.

2. Índice

Capítulo 1. El suelo desde la óptica ingenieril.

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Los materiales ingenieriles y su comportamiento.
- 1.3 El significado de suelo en ingeniería.
- 1.4 El origen de los suelos naturales.
- 1.5 Tamaño, forma y graduación de las partículas de suelos.
- 1.6 Los efectos superficiales.
- 1.7 Relaciones básicas entre las fases de los suelos.
- 1.8 Densidad relativa de arenas y arcillas.
- 1.9 Ensayos de clasificación de suelos.
- 1.10 Medición del peso específico y la humedad.
- 1.11 Medición de la granulometría.
- 1.12 Ensayos de los límites de Atterberg.
- 1.13 Resumen.

Capítulo 2. Tensiones y deformaciones en suelos.

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Tensión y deformación normal.
- 2.3 Deformación y tensión de corte.
- 2.4 El suelo como un continuo.
- 2.5 Presión intersticial y tensión total.
- 2.6 El principio de tensiones efectivas.
- 2.7 El significado de las tensiones efectivas.

2.8 Significado del principio de tensiones efectivas.

- 2.9 Debate del principio de tensiones efectivas.
- 2.10 Incrementos de tensión y deformación.
- 2.11 Resumen.

Capítulo 3. Estado de tensión y deformación en suelos.

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Estados de tensión bidimensionales.
- 3.3 El círculo de Mohr de tensiones.
- 3.4 Tensiones y planos principales.
- 3.5 Círculos de Mohr en tensiones totales y efectivas.
- 3.6 Estado bidimensional de deformación plana.
- 3.7 Generalidades sobre la deformación plana.
- 3.8 Deformación normal y de corte.
- 3.9 Representación de un estado de deformación.
- 3.10 Deformación de corte pura y deformación de corte ingenieril.
- 3.11 El círculo de Mohr en deformaciones.
- 3.12 Deformaciones y planos principales.
- 3.13 Círculos de Mohr para incrementos de tensión y deformación.
- 3.14 Resumen.

Capítulo 4. Trayectorias e invariantes de tensiones y deformaciones.

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Trayectorias de tensiones.
- 4.3 Trayectorias de tensiones con ejes σ_1' : σ_3' y σ_1 : σ_3 .
- 4.4 Trayectorias de tensiones con ejes t' : s' y t : s .
- 4.5 Invariantes de tensiones.
- 4.6 Trayectorias de tensiones con q' : p' y q : p .
- 4.7 Invariantes de deformación.
- 4.8 Trayectorias de deformaciones.
- 4.9 Deformaciones volumétricas.
- 4.10 Relación entre los parámetros de tensiones y deformaciones.
- 4.11 Comportamiento tenso-deformacional de un suelo elástico.
- 4.12 Resumen.

Capítulo 5. Ensayos de laboratorio de suelos.

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Exigencias a los ensayos de carga de suelos.
- 5.3 Condiciones de contorno.
- 5.4 Control de carga.
- 5.5 Control de presión intersticial y drenaje.
- 5.6 Clasificación de los ensayos de los suelos.
- 5.7 El aparato triaxial.
- 5.8 El edómetro.
- 5.9 El aparato de corte directo.
- 5.10 El aparato de corte simple.
- 5.11 Resumen.

Capítulo 6. El flujo de agua en suelos.

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Presión intersticial y altura piezométrica.
- 6.3 Velocidad de flujo.
- 6.4 Gradiente hidráulico.
- 6.5 Ley de Darcy.
- 6.6 Fuerzas de filtración.
- 6.7 Gradiente hidráulico crítico para flujo ascendente vertical.
- 6.8 Red de flujo para flujo unidimensional.
- 6.9 Flujo bidimensional.
- 6.10 Función potencial $\phi(x,y)$.
- 6.11 Función de flujo $\psi(x,y)$.
- 6.12 Evaluación del caudal a través de una red de flujo.
- 6.13 Redes de flujo cuadrangulares.
- 6.14 Condiciones de contorno.
- 6.15 Construcción de redes de flujo.
- 6.16 Otros métodos de resolución.
- 6.17 Flujo a través de suelos anisótropos, estratificados y no uniformes.
- 6.18 Flujo a través de estratos.

- 6.19 Flujo a través de suelo anisótropo.
- 6.20 Flujo a través del contorno entre dos suelos.
- 6.21 Resumen.

Capítulo 7. Compresibilidad.

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Compresibilidad y consolidación: un modelo simple.
- 7.3 Ensayo de compresión isotropa.
- 7.4 La presión de cola.
- 7.5 Compresión secundaria.
- 7.6 Compresión isotropa de arcillas.
- 7.7 Una idealización del comportamiento bajo compresión isotropa de arcillas.
- 7.8 Sobreconsolidación.
- 7.9 Posibles estados de compresión isotropa.
- 7.10 Representación matemática de la compresión isotropa.
- 7.11 Compresión isotropa en arenas.
- 7.12 Compresión unidimensional. El ensayo edométrico.
- 7.13 Variación de K_0 en ensayos edométricos.
- 7.14 Compresión unidimensional en arcillas.
- 7.15 Compresión unidimensional e isotropa en arcillas.
- 7.16 Coeficiente de compresibilidad volumétrica.
- 7.17 Índice de compresión c_c e índice de hinchamiento c_s .
- 7.18 Resumen.

Capítulo 8. Consolidación unidimensional.

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Teoría de la consolidación unidimensional.
- 8.3 Isocronas.
- 8.4 Condiciones de contorno para la consolidación unidimensional.
- 8.5 Factor temporal T_v .
- 8.6 Grado de consolidación U_t .
- 8.7 Solución aproximada para la consolidación unidimensional mediante isocronas parabólicas.
- 8.8 Solución exacta.
- 8.9 Determinación de c_v en el edómetro.
- 8.10 Resumen.

Capítulo 9. Ensayos de corte.

- 9.1 Introducción.
- 9.2 Aparatos de ensayo de corte.
- 9.3 Ensayos simples con el aparato triaxial.
- 9.4 Resultados típicos de ensayos.
- 9.5 Modelos de comportamiento. Resumen de los puntos principales.

Atkinson J.H. y Bransby P.L. (1978), *The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics*

Capítulo 10. La línea de estados críticos y la superficie de Roscoe.

- 10.1 Introducción.
- 10.2 Familias de ensayos no drenados.
- 10.3 Familias de ensayos drenados.
- 10.4 La línea de estados críticos.
- 10.5 Planos drenados y no drenados.
- 10.6 La superficie de Roscoe.
- 10.7 La forma de la superficie de Roscoe.
- 10.8 La superficie de Roscoe como una superficie de estados límite.
- 10.9 Resumen.

Capítulo 11. El comportamiento de muestras sobreconsolidadas la superficie de Hvorslev.

- 11.1 Introducción.
- 11.2 Ensayos drenados.
- 11.3 La superficie de Hvorslev.
- 11.4 La línea de estados críticos.
- 11.5 La superficie completa de estados límite.
- 11.6 Cambios de volumen y de presión intersticial.
- 11.7 Resumen.

Capítulo 12. El comportamiento de las arenas.

- 12.1 Introducción.
- 12.2 La línea de estados críticos para arenas.
- 12.3 Gráfico normalizado.
- 12.4 El efecto de la dilatación.
- 12.5 Consecuencias del modelo de Taylor.
- 12.6 Resumen.

Capítulo 13. Comportamiento del suelo antes del fallo.

- 13.1 Introducción.

13.2 Deformaciones plásticas y elásticas: *wall elastic*.

- 13.3 Cálculo de deformaciones elásticas.
- 13.4 Cálculo de deformaciones elásticas para cargas no drenadas en términos de tensiones totales.
- 13.5 Fundamentos de la teoría de la plasticidad.
- 13.6 Plasticidad para suelos.
- 13.7 Cam-clay.
- 13.8 Resumen.

Capítulo 14. Ensayos de suelos habituales y modelos de estados críticos.

- 14.1 Introducción.
- 14.2 El criterio de fallo de Mohr-Coulomb.
- 14.3 Compresión unidimensional.
- 14.4 Resistencia al corte no drenada.
- 14.5 Estados de tensiones generales.
- 14.6 Parámetros de presión intersticial para ensayos no drenados.
- 14.7 Variación de c_u con la profundidad.
- 14.8 Interpretación de los ensayos de clasificación.
- 14.9 Resumen.

Capítulo 15. Parámetros del suelo para diseño.

- 15.1 Introducción.
- 15.2 Elección de los métodos de análisis.
- 15.3 Elección de los parámetros resistentes.
- 15.4 Estados mojados y secos.
- 15.5 Resistencia residual.
- 15.6 Idealización de los materiales.
- 15.7 El método de las trayectorias de tensiones.
- 15.8 Resumen.

Capítulo 16. Conclusiones.

3. Contenidos

Empleando el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo, los contenidos del libro analizado son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Definición de suelo.
 - Formación de los suelos.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Ecuaciones constitutivas.
 - Principios de la teoría de elasticidad.

- Principios de la teoría de plasticidad.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Descripción de los ensayos de carga.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato de corte simple.
 - El aparato triaxial.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión isotropa.
 - Representación matemática de la compresión isotropa.
 - Resultados de muestras de arcillas normalmente consolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
 - Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
 - Resultados de muestras de arcillas sobreconsolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
 - Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
- Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- El modelo Cam-Clay.
- Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales).
- Concepto de carga drenada y no drenada.
- Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.
- Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.
- Variación de c_u con la profundidad.
- El método de las trayectorias de tensiones.
- Introducción al comportamiento de las arenas.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
 - Sifonamiento.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.

Del índice del libro presentado en el apartado anterior y de este listado de contenidos se desprende, como se anunciaba en el primer apartado de este capítulo, que se trata de un libro exclusivo de teoría de mecánica del suelo, en el que no aparecen temas dedicados a la ingeniería geotécnica y en el que de los temas tratados no se explica la aplicación práctica que tienen. Por ejemplo, se detecta la ausencia de un capítulo dedicado a calcular las tensiones en el interior de un estrato de terreno, dando sentido práctico a todas las explicaciones relacionadas con el estado tensional del terreno.

Además por la profundidad con que se aborda el contenido de los capítulos se distinguen claramente dos partes en este libro:

- La primera compuesta por los capítulos iniciales, del 1 al 8, en el que se tratan los temas básicos de un curso de mecánica de suelos, clasificación de suelos, principio de tensiones efectivas, flujo, etc.

Atkinson J.H. y Bransby P.L. (1978), *The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics*

En el que los temas, en su mayoría, se abordan con rigor pero poca profundidad, poca profundidad comparada con la siguiente parte en el que los temas se desarrollan con mucho detalle.

En esta parte la mayoría de sus capítulos están dedicados en exclusiva a un tema de mecánica del suelo, así hay un capítulo dedicado a flujo otro a consolidación, etc.

La excepción de estos comentarios a esta parte la forman los tres capítulos dedicados a las tensiones y las deformaciones, en los que se explica con todo detalle las herramientas para representar los estados tensionales, deformacionales y su evolución, como los círculos de Mohr, los invariantes y las trayectorias.

- La segunda parte está compuesta por el resto de capítulos, en ellos se aborda el estudio del comportamiento tenso-deformacional y la rotura del suelo, estos temas son tratados con mucha profundidad.

En esta parte cada capítulo no constituye por si solo una pieza de la mecánica del suelo, sino son piezas elementales para desarrollar la teoría de estados críticos.

El tratamiento diferenciado de estas dos partes es debido a que el verdadero objetivo de este libro en cuanto a contenidos es la explicación con detalle de los modelos de estados críticos, a los que se dedica la segunda parte del libro, esto lo corrobora el propio título del libro: *The Mechanics of soil, an introduction of critical state soil mechanics*.

Así, la primera parte del libro simplemente se desarrolla como una introducción donde se exponen brevemente, pero de forma concisa, los contenidos necesarios para abordar la segunda.

Entendidos los objetivos de este libro no se detecta la ausencia de ningún contenido necesario para llegar a ellos, y el único comentario negativo posible es la mezcla de las profundidades al tratar los diferentes contenidos expuestos, pero está perfectamente justificada por el objetivo principal de la publicación.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los diferentes capítulos del libro, con los contenidos listados en el apartado anterior que trata cada uno de ellos. De esta manera se muestra el orden en el que son tratados los conceptos presentados anteriormente:

- | | |
|---|---|
| <p>1. El suelo desde la óptica ingenieril.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de suelo. - Formación de suelos. - Granulometría: definición y clasificación de los suelos. - Parámetros de relación entre las fases: del suelo: definición y relaciones. - Límites de Atterberg: definición. <p>2. Tensiones y deformaciones en suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de tensión y deformación. - Definición de tensión total y presión intersticial. - Principio de tensiones efectiva. <p>3. Estado de tensión y deformación en suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de estado tensional y deformacional. - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensional. - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr. - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr. | <p>4. Trayectorias e invariantes de tensiones y deformaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Invariantes y trayectorias de tensiones y deformaciones. - Ecuaciones constitutivas. - Principios de la teoría de elasticidad. <p>5. Ensayos de laboratorio de suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción general de los ensayos de carga. - Concepto de carga drenada y no drenada. - El aparato triaxial. - El edómetro. - El aparato de corte directo. - El aparato de corte simple. <p>6. El flujo de agua en suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad de agua y caudal unitario. - Altura piezométrica. - Ley de Darcy: definición. - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D. - Sifonamiento. - Ecuación de flujo: formulación. - Ecuación de flujo: presentación de los métodos de resolución. - Ecuación de flujo: resolución mediante redes de flujo. |
|---|---|

- Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Ecuación de flujo: resolución en suelo estratificado.
 - Ecuación de flujo: resolución con anisotropía.
7. Compresibilidad.
- Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Consolidación secundaria.
 - Resultados de muestras sometidas a compresión isótropa.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Representación matemática de la compresión isótropa.
 - Resultados de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Definición de K_0 .
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
8. Consolidación unidimensional.
- Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
9. Ensayos de corte.
- Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Comportamiento cualitativo de muestras sometidas a ensayos triaxiales.
10. La línea de estados críticos y la superficie de Roscoe.
- Resultados muestras de arcillas normalmente consolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
- Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
11. El comportamiento de muestras sobreconsolidadas la superficie de Hvorslev.
- Resultados muestras de arcillas sobreconsolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
 - Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.
12. El comportamiento de las arenas.
- Introducción al comportamiento de las arenas.
13. Comportamiento del suelo antes del fallo.
- Comportamiento elástico de los suelos.
 - Principios de la teoría de plasticidad.
 - Comportamiento plástico de los suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
 - El modelo Cam-clay.
14. Ensayos de suelos habituales y modelos de estados críticos.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en las condiciones triaxiales).
 - Cálculo de incrementos de presión intersticial en situaciones no drenadas.
 - Variación de c_u con la profundidad.
 - Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.
15. Parámetros de suelo para diseño.
- Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.
 - El método de las trayectorias de tensiones.

Este listado de contenidos, presentados en el orden en el que aparecen en el libro se puede simplificar aunando los capítulos en grandes bloques temáticos de la siguiente manera:

- Introducción o temas preliminares.
 1. El suelo desde la óptica ingenieril.
- Tensiones y deformaciones.
 2. Tensiones y deformaciones en suelos.
 3. Estado de tensión y deformación en suelos.
 4. Trayectorias e invariantes de tensiones y deformaciones.

Atkinson J.H. y Bransby P.L. (1978), *The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics*

- Descripción de los ensayos de corte.
 5. Ensayos de laboratorio de suelos.

- Flujo de agua en el terreno.
 6. El flujo de agua en suelos.

- Compresibilidad.
 7. Compresibilidad.

- Consolidación.
 8. Consolidación unidimensional.

- Comportamiento tenso-deformacional y rotura.
 9. Ensayos de corte.
 10. La línea de estados críticos y la superficie de Roscoe.
 11. El comportamiento de muestras sobreconsolidadas la superficie de Hvorslev.
 12. El comportamiento de las arenas.
 13. Comportamiento del suelo antes del fallo.
 14. Ensayos de suelos habituales y modelos de estados críticos.
 15. Parámetros de suelo para diseño.

Este esquema tan simple muestra de nuevo la clara vocación de este libro de explicar el comportamiento tenso-deformacional de los suelos y las dos partes comentadas anteriormente. Por ello, a continuación, el orden en el que se suceden los diferentes conceptos se analiza en primer lugar atendiendo a los grandes temas de la mecánica del suelo presentados en este esquema, y en segundo lugar, aprovechando la vocación del libro de explicar los modelos de estado crítico, se analiza el orden de los conceptos que conforman la explicación del tema del comportamiento tenso-deformacional y la rotura. Por último se comentan algunos aspectos destacados importantes no contemplados en los análisis anteriores.

Para iniciar el análisis del ordenamiento de los grandes temas de mecánica del suelo presentados en el esquema anterior puede verse como prescindiendo del primer capítulo (en el que se presenta sucintamente el suelo y sus parámetros clasificatorios) y los capítulos de flujo y consolidación, se lee el orden lógico de explicación de los elementos necesarios para desarrollar las teorías de comportamiento tenso-deformacional y rotura de los suelos, objetivo principal del libro. Así, en primer lugar se explican el concepto de estado tensional y deformacional y las herramientas para trabajar con ellos, en segundo los ensayos de laboratorio con el resultado de los cuales se formularán los modelos que se presentarán más tarde, posteriormente, en los apartados titulados en el listado como compresibilidad y comportamiento tenso-deformacional y rotura, se presentan los resultados de los ensayos, comentando e interpretando los aspectos más significativos que no requieren aplicar la teoría de plasticidad, ya que esta se recuerda luego, para finalmente formular los modelos. Este orden es impecable por lo que únicamente se debe analizar la situación de los capítulos de flujo y consolidación. La posición del primer capítulo (*El suelo desde la óptica ingenieril*) no requiere ser analizada ya que al tratarse de un capítulo introductorio no tiene alternativas a su posición.

En el orden de este libro, presentado en los esquemas anteriores, el capítulo de flujo se sitúa entre las descripciones de los ensayos de laboratorio y las primeras presentaciones e interpretaciones de sus resultados. En este orden puede verse puntos negativos, ya que se aleja el capítulo de la descripción de los ensayos del primero en el que se emplean sus resultados interponiendo un capítulo (flujo) que no tiene ninguna relación directa con ellos, pudiéndose colocar éste antes del de ensayos o antes del primero dedicado a tensiones y deformaciones sin perturbar en nada el orden.

Las dos situaciones alternativas para el capítulo de flujo presentan a su vez aspectos negativos, aunque mejoran el problema comentado. La primera, entre las explicaciones de tensiones y las descripciones de los ensayos, interrumpe el transcurso de explicaciones presentado anteriormente para desarrollar las explicaciones del comportamiento mecánico de los suelos. La segunda, antes de los capítulos dedicados a

tensiones no permite explicar con claridad el concepto de sifonamiento por no haberse enunciado todavía el principio de tensiones efectivas.

Respecto al capítulo de consolidación, situado entre las interpretaciones de los ensayos de compresibilidad (isótropa y edométrica) y las de los ensayos triaxiales, presenta un aspecto positivo y uno negativo. El positivo es enlazar todos los conceptos de comportamiento unidimensional en un paquete, pues solamente se desarrolla la teoría de consolidación unidimensional. El aspecto negativo es que se puede perder la visión de que la consolidación es el acoplamiento de la deformación y del flujo más allá del caso unidimensional. Este posible problema es tenido en cuenta por los autores y constantemente hacen mención de ello, en especial en el penúltimo capítulo (*Parámetros de suelo para diseño*).

Finalizado el análisis del orden en el que se suceden en el libro los grandes temas de la mecánica del suelo, se estudia el orden de los conceptos que conforman la explicación del comportamiento tenso-deformacional y la rotura. Este orden se puede esquematizar de la siguiente forma:

- Definición de estado tensional y deformacional y sus herramientas de trabajo (el círculo de Mohr, invariantes y trayectorias).
- Principios de la teoría de elasticidad.
- Resultados e interpretación de muestras sometidas a compresión isótropa y unidimensional.
- Resultados de muestras de arcillas normalmente consolidadas sometidas a triaxiales de compresión e interpretación de los mismos definiendo la línea de estados críticos y la superficie de Roscoe.
- Resultados de muestras de arcillas sobreconsolidadas sometidas a triaxiales de compresión e interpretación de los mismos definiendo la línea de estados críticos y la superficie de Hvorslev.
- Comportamiento elástico de los suelos y cálculo de deformaciones elásticas.
- Principios de la teoría de plasticidad.
- Comportamiento plástico de los suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
- El modelo Cam-clay.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- Resistencia al corte no drenada.
- Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en las condiciones triaxiales).
- Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.

El esquema presentado, como ya se apuntaba anteriormente, es correcto. En primer lugar se explica el concepto de tensión y deformación. Posteriormente se exponen los resultados de los ensayos de laboratorio y se interpretan cualitativamente, e incluso cuando de forma sencilla permiten la formulación de modelos matemáticos para su representación se formulan. Primero se interpretan los ensayos de compresibilidad, explicando así el concepto de sobreconsolidación, y posteriormente los triaxiales diferenciando entre las muestras normalmente consolidadas, de más fácil interpretación expuestas en primer lugar, de las muestras sobreconsolidadas. Una vez presentados todos los resultados de ensayos se formula las deformaciones elásticas detectadas en la interpretación de los mismos, posteriormente tras explicar los principios de la teoría de la plasticidad, se hace lo mismo con las deformaciones plásticas. Por último se formula el modelo Cam-clay. A continuación se relaciona la modelización clásica de la rotura a través del criterio de Mohr-Coulomb y la resistencia al corte no drenada con los modelos formulados, permitiendo esta relación extender los modelos de comportamiento presentados para compresión triaxial a estados de tensión generales. Por último se relaciona la situación drenada y la no drenada.

Este orden es correcto y difícil de encontrar errores, únicamente se le pueden presentar alternativas como la de explicar la teoría de la plasticidad antes de presentar los ensayos para así poder interpretar comportamientos de superficie de fluencia o de endurecimiento durante su análisis y no a posteriori.

Otros aspectos a considerar del ordenamiento de los conceptos expuestos en este libro son los dos siguientes:

- La situación de la definición del coeficiente de empuje al reposo que se explica en el tema de compresibilidad al tratar el comportamiento unidimensional del terreno, ya que esto es una alternativa a su situación más habitual, durante la explicación del cálculo del estado tensional en el terreno, pues esto no se explica en este libro.

Atkinson J.H. y Bransby P.L. (1978), *The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics*

- La explicación del cálculo de los incrementos de presión intersticial desarrollado al final de las explicaciones del comportamiento tenso-deformacional del suelo, como un elemento independiente del resto de explicaciones.

5. Enfoque

Tal y como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil dada la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se han abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas y a la teoría de la consolidación, no a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales ya que no se aborda el tema en el libro. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *fenómeno – práctica*. Y en el caso de la consolidación *fenómeno – teoría – práctica*.

Pero estos dos ejemplos, en este caso en concreto, no son muy representativos, porque de nuevo en el estudio del enfoque se vuelven a denotar las dos partes anteriormente comentadas (la primera compuesta por los capítulos iniciales, del 1 al 8, en el que se tratan los temas básicos de un curso de mecánica de suelos y la segunda compuesta por el resto de capítulos, en los que se aborda el estudio del comportamiento tenso-deformacional y la rotura del suelo). Mientras que la primera parte tiene un enfoque más descriptivo y conciso, en el que prevalece la explicación del fenómeno acompañada según el caso de la teoría o de la práctica, en la segunda parte el enfoque es tipo *experimentación – fenómeno – teoría*.

El enfoque de esta segunda parte se ha podido comprobar en las explicaciones del apartado anterior.

Pese a coexistir ambos estilos, el que caracteriza el libro es el segundo. Y este enfoque es el que hace que este sea uno de los mejores libros para iniciarse en el conocimiento de los modelos de estado crítico.

6. Estructura

En primer lugar, en la siguiente página, se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo □ntroductoria de este anejo. En este análisis, como en los anteriores se ha prescindido del capítulo 16 por tratarse de simplemente una página y media escrita a modo de resumen.

El análisis general de los indicadores globales se realiza en el último capítulo a través de una comparación con el resto de los textos analizados.

Pero un análisis individualizado corrobora la diferencia entre los grupos de capítulos del 1 al 8 y el resto, que se ha apuntado anteriormente. Se ha explicado que la primera parte del libro simplemente se desarrolla como una introducción donde se exponen brevemente, pero de forma concisa, los contenidos necesarios para abordar la segunda, verdadero objetivo de la publicación, en la que los conceptos se desarrollaban con mucha más profundidad.

El valor de los indicadores para cada una de las partes es el presentado en la siguiente tabla.

Capítulos	Nº pág /capítulo	Nº pág./apartado	Nº fig./capítulo
1 – 8	20.25	1.46	10.75
9 – 15	28	3.75	22.30

El número de páginas por capítulo de las dos partes, aún diferente, hace comparables el resto de indicadores, en los que se ve que las diferencias de profundidad a la hora de abordar los contenidos en cada una de ellas son una realidad. Mientras en la primera para explicar cada uno de los conceptos desarrollados en un apartado no se le dedica ni una página y media en la segunda más de tres y media. Al igual sucede con los gráficos, mientras que en la primera parte para ilustrar las explicaciones se emplean 10.75 por capítulo en la segunda más del doble.

	Teoría			Ejemplos o ejercicios con solución		
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. El suelo desde la óptica ingenieril.	12	13	1	2	3	0
2. Tensiones y deformaciones en suelos.	7	11	1	5	5	5
3. Estado de tensión y deformación en suelos.	13	15	9	4	3	5
4. Trayectorias e invariantes de tensiones y deformaciones.	16	12	9	5	4	3
5. Ensayos de laboratorio de suelos.	15	11	12	4	3	3
6. El flujo de agua en suelos.	23	21	22	8	6	6
7. Compresibilidad.	23	18	20	3	2	2
8. Consolidación unidimensional.	17	10	12	5	4	3
9. Ensayos de corte.	16	5	16	0	0	0
10. La línea de estados críticos y la superficie de Roscoe.	20	9	28	5	3	1
11. El comportamiento de muestras sobreconsolidadas la superficie de Hvorslev.	20	7	25	4	3	1
12. El comportamiento de las arenas.	25	6	23	3	2	1
13. Comportamiento del suelo antes del fallo.	26	8	17	3	2	0
14. Ensayos de suelos habituales y modelos de estados críticos.	40	9	35	10	6	4
15. Parámetros de suelo para diseño.	18	8	12	5	2	2



Berry, P.L. y Reid, D. (1993), *Mecánica de suelos*. McGraw-Hill, Santafé de Bogotá.

1. Introducción

Este libro es presentado por sus autores como un “texto introductorio a la mecánica de suelos escrito principalmente para estudiantes de pregrado que estén tomando un curso de grado elemental en ingeniería civil o disciplinas relacionadas”.

Aunque esta obra se titule *Mecánica de suelos* su contenido va más allá de la esa materia y se adentra en la ingeniería geotécnica. Esto lo demuestra el hecho que los cuatro últimos capítulos, de los nueve en que está estructurado el texto, traten sobre muros de contención, taludes, cimentaciones, estabilidad de cimentaciones, reconocimiento del terreno y mejora del terreno.

2. Índice

Capítulo 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos utilizados en ingeniería.

- 1.1 Formación geológica y naturaleza de los suelos.
- 1.2 Origen y tipos de depósitos de suelo.
- 1.3 Estructura de los depósitos de arcilla.
- 1.4 Propiedades físicas de los suelos.
- 1.5 Clasificación y descripción de los suelos.

Capítulo 2. Esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo.

- 2.1 Principio de tensiones efectivas.
- 2.2 Esfuerzos en un punto de una masa de suelo.
- 2.3 Esfuerzos debidos al peso propio.
- 2.4 Esfuerzos debidos a cargas aplicadas.
- 2.5 Asentamientos basados en la teoría de la elasticidad.

Capítulo 3. Teoría de la filtración y del flujo de aguas.

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Teoría del flujo estacionario.
- 3.3 Flujo de filtración ascendente.
- 3.4 Flujo bajo estructuras de contención.
- 3.5 Flujo a través de presas de tierra.
- 3.6 Flujo radial en acuíferos confinados.
- 3.7 Flujo radial en acuíferos no confinados.

Capítulo 4. Teoría de la consolidación y el análisis de asentamientos.

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Teoría de Terzaghi para la consolidación vertical.
- 4.3 Ensayo de consolidación vertical.

4.4 Análisis de asentamientos.

4.5 Teoría de la consolidación radial.

4.6 Ensayo de consolidación radial.

4.7 Diseño de drenajes verticales de arena.

4.8 Precarga.

4.9 Influencia de la macroestructura de los depósitos de arcilla en el valor medio de c_v .

Capítulo 5. Teoría de la resistencia al corte.

5.1 Ecuación de falla de Coulomb.

5.2 Ensayo de corte directo.

5.3 Ensayo de compresión triaxial.

5.4 Dirección del plano de falla y relación entre esfuerzos principales y parámetros de resistencia al corte.

5.5 Parámetros de presión intersticial.

5.6 Uso de los parámetros de resistencia al corte en esfuerzos totales y efectivos.

Capítulo 6. Presión lateral de tierras y muros de contención.

6.1 Introducción.

6.2 Estados activo y pasivo de Rankine.

6.3 Estado en reposo.

6.4 Muros de gravedad y en voladizo.

6.5 Muros encribados.

6.6 Muros de gaviones.

6.7 Muros de tierra armada.

6.8 Muros tablestacados.

6.9 Excavaciones apuntaladas.

6.10 Muros pantallas.

Capítulo 7. Estabilidad de taludes.

7.1 Introducción.

7.2 Estabilidad de taludes infinitos.

- 7.3 Estabilidad de cortes.
- 7.4 Estabilidad de terraplenes.
- 7.5 Estabilidad de presas de tierra.

Capítulo 8. Estabilidad de cimentaciones.

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Capacidad portante de cimentaciones superficiales en arcilla.
- 8.3 Capacidad portante de cimentaciones superficiales en arena.
- 8.4 Ensayos de penetración in situ y ensayos de placa.

- 8.5 Procedimiento de diseño de cimentaciones superficiales en arena.
- 8.6 Capacidad portante de pilotes en arcilla.
- 8.7 Capacidad portante de pilotes en arena.

Capítulo 9. Investigación del subsuelo y métodos de mejoramiento del terreno.

- 9.1 Investigación del subsuelo.
- 9.2 Compactación de suelos.
- 9.3 Estabilización química e inyecciones.
- 9.4 Geotextiles y geomembranas.

3. Contenidos

Empleando el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo, los contenidos del libro analizado son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Definición de suelo.
 - Formación de los suelos.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - Mineralogía de las arcillas.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
- Representación matemática de la compresión unidimensional.
- Obtención de la presión de preconsolidación.
- El aparato de corte directo.
- Presentación de resultados de corte directo.
- El aparato triaxial.
- Realización de un ensayo triaxial.
- Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- Resistencia al corte no drenada.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Estados de Rankine.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Sifonamiento.
 - Hidráulica de pozos.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Consolidación radial.
 - Determinación de c_v en el edómetro.

Berry, P.L. y Reid, D. (1993), *Mecánica de suelos*

- Otros ensayos de consolidación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Compactación en obra.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Método del círculo de rozamiento.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
- Cálculo de contribución por punta.
- Cálculo de contribución por fuste.
- El efecto grupo.
- Empuje de tierras.
 - Empuje en reposo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Cálculo de muros de tierra armada.
- Estructuras de contención flexibles.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Instrumentación.
 - Mejora del terreno.

Este listado de contenidos certifica la afirmación realizada en el apartado de introducción en la que se dice que pese al título de la obra (*Mecánica de Suelos*) su contenido abarca, aparte de temas de mecánica de suelos, temas de ingeniería geotécnica.

Si se compara el listado de contenidos acabado de mostrar y el presentado en el capítulo introductorio, que recoge todos los conceptos definidos a través del análisis de todos los libros para poder compararlos, a primera vista surgen dos comentarios. En primer lugar, que esta obra presenta contenidos de la mayoría de los grupos en los que se han clasificado estos listados, concretamente los únicos grupos de contenidos de los que no hay ningún concepto en esta obra son cimentaciones semiprofundas y cimentaciones especiales, ambos temas muy específicos y ausentes en la mayoría de libros con objetivos docentes a nivel de pregrado. El segundo comentario que surge rápidamente al comparar ambos listados es que pese a presentarse conceptos de la mayoría de los grupos sólo se presentan los básicos de cada uno de ellos, sólo en determinadas ocasiones se entra en aspectos más concretos. Por ejemplo, el análisis global del terreno se trata, hecho muy positivo porque este tema es importante para la docencia ya que el alumno ve como todo lo estudiado a escala de laboratorio se aplica a escala geotécnica, pero solamente se tratan la distribución de tensiones y deformaciones bajo carga en medio elástico y los estados de Rankine ligados al cálculo de empujes.

En la segunda observación realizada al comparar el listado global de contenidos y el del libro se dice que se presentan, en esta obra, conceptos básicos de cada tema y sólo en determinadas ocasiones se entra en aspectos puntuales. Un análisis más profundo revela que estos aspectos más puntuales siempre son temas ligados a la práctica. Por ejemplo en el capítulo dedicado al agua en el terreno se dedica gran parte de él a

exponer aspectos de hidráulica de pozos más propios de un curso de hidrología subterránea de pregrado que de geotecnia o mecánica de suelos. Otro ejemplo está en el capítulo donde se abordan los conceptos relativos a la consolidación, en él se desarrolla la teoría de la consolidación radial y se acompaña de un apartado dedicado al diseño de drenes verticales y de ejemplos en los que se muestra la utilidad de estos, solos o junto con precargas, para acelerar procesos de consolidación.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los diferentes capítulos del libro, con los contenidos listados en el apartado anterior que trata cada uno de ellos. De esta manera se muestra el orden en el que son tratados los conceptos presentados anteriormente:

1. Propiedades físicas y químicas de los suelos utilizados en ingeniería.
 - Definición de suelo.
 - Formación de los suelos.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
2. Esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
3. Teoría de la filtración y del flujo de aguas.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Sifonamiento.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Hidráulica de pozos.
4. Teoría de la consolidación y el análisis de asentamientos.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - El edómetro.
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Consolidación radial.
 - Otros ensayos de consolidación.
5. Teoría de la resistencia al corte.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - El aparato de corte directo.
 - Presentación de resultados de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Realización de un ensayo triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
6. Presión lateral de tierras y muros de contención.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Estados de Rankine.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Definición de K_0 .
 - Empuje en reposo.

Berry, P.L. y Reid, D. (1993), *Mecánica de suelos*

- Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Cálculo de muros de tierra armada.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.
7. Estabilidad de taludes.
- Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Método de las rebanadas.
8. Estabilidad de cimentaciones.
- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
- Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Definición de tensión admisible.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
9. Investigación del subsuelo y métodos de mejoramiento del terreno.
- Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Instrumentación.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Compactación en obra.
 - Mejora del terreno.

Como se ha comentado con anterioridad este libro tiene capítulos de mecánica de suelos y de ingeniería geotécnica, concretamente se puede dividir como se muestra en el siguiente esquema, a la vez que se simplifica el listado anterior para iniciar su análisis.

- Temas preliminares.
 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos utilizados en ingeniería.
- Mecánica de suelos.
 2. Esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo.
 3. Teoría de la filtración y del flujo de aguas.
 4. Teoría de la consolidación y el análisis de asentamientos.
 5. Teoría de la resistencia al corte.
- Ingeniería geotécnica.
 6. Presión lateral de tierras y muros de contención.
 7. Estabilidad de taludes.
 8. Estabilidad de cimentaciones.
 9. Investigación del subsuelo y métodos de mejoramiento del terreno.

El único problema a la hora de realizar esta separación de los contenidos está en el capítulo 4 (Teoría de la consolidación y el análisis de asentamientos). En este capítulo se mezclan tres temas: la consolidación, el comportamiento tenso-deformacional en el caso unidimensional y la aplicación de este último tema y la teoría de elasticidad al cálculo de asientos de cimentaciones. Mezclar temas diferentes en un solo capítulo siempre es negativo porque les resta generalidad, pero en este caso, si cabe, lo es más por dos razones. En primer lugar porque desligar las explicaciones relativas al cálculo de asientos en cimentaciones del capítulo de cimentaciones impide tener, al finalizar este, la visión conjunta del proyecto de una cimentación y de las herramientas para realizar el mismo. En segundo lugar porque unir las explicaciones del comportamiento tenso-deformacional en el caso unidimensional con las del fenómeno de la consolidación, sólo justificable porque la teoría matemática que se explica para representar este fenómeno sea la unidimensional y su desarrollo requiera esa relación tenso-deformacional, es un error; ya que tiende a confundir al lector al serle difícil desligar los dos fenómenos. Esto último en este caso es especialmente

crítico ya que los autores formulan la teoría de Terzaghi antes que explicar el comportamiento tenso-deformacional unidimensional.

Una vez analizada la separación del contenido de este libro en los tres bloques presentados en el esquema anterior se pasa a analizar el orden en el interior de cada uno de ellos. Respecto los temas preliminares no existe ningún comentario ya que los contenidos presentados están perfectamente ordenados.

Al analizar un bloque de mecánica de suelos siempre es crítico el orden escogido entre las explicaciones del principio de tensiones efectivas, las del flujo de agua en terreno saturado, las del fenómeno de la consolidación y las del comportamiento tenso-deformacional en suelos. El principio de tensiones efectivas debería explicarse como inicio del comportamiento tenso-deformacional, ya que es la base de ello, también debe explicarse antes de flujo para entender la importancia de calcular las presiones intersticiales y poder explicar sin problemas el fenómeno del sifonamiento. Las explicaciones relativas a flujo deben exponerse antes que las de consolidación y estas, a su vez, después del comportamiento tenso-deformacional. Todas estos ordenes son imposibles de concretarse a la vez, por ello es interesante analizar como lo resuelve cada libro. En este caso se ha decidido comenzar con un capítulo que reúne las explicaciones del principio de tensiones efectivas rodeadas de los conceptos básicos de mecánica de medios continuos que se explican en la obra y la distribución de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico. Este capítulo es seguido por uno dedicado al flujo en el terreno, éste a su vez por el ya comentado anteriormente capítulo 4 (Teoría de la consolidación y el análisis de asentamientos) y el bloque finaliza con un capítulo dedicado a la resistencia al corte de los suelos.

En este orden de las condiciones anteriores no se verifican dos. La primera es la unión entre el principio de tensiones efectivas y el conjunto de explicaciones referentes al comportamiento tenso-deformacional y, la segunda, la situación de las explicaciones referentes a la consolidación al final de las del comportamiento tenso-deformacional. La primera discrepancia está bastante bien resuelta porque aunque la explicación del principio de tensiones efectivas se separa del resto de capítulos que tratan el comportamiento tenso-deformacional, hecho necesario para poder explicarse antes que ellos el capítulo dedicado al flujo, se le da la entidad propia para poder ser un capítulo y poderse hacer ejercicios, convirtiéndolo así en una unidad de aprendizaje útil para el lector. Esta entidad se consigue rodeando las explicaciones del principio de tensiones efectivas de las de los conceptos básicos de mecánica de medios continuos y de la de distribución de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico. Respecto a la segunda discrepancia es mucho más negativa, agravado por los problemas ya presentados anteriormente con relación al capítulo en el que se explica el fenómeno de la consolidación. Así se puede concluir el análisis del bloque de mecánica de suelos reiterando que aunque la situación del principio de tensiones efectivas no es la ideal esta muy bien resuelta, y que el principal problema presentado en este bloque son las explicaciones del fenómeno de la consolidación que se mezcla en un capítulo a las del comportamiento tensión-deformación en el caso unidimensional y se antepone al capítulo donde estas se desarrollan con más profundidad.

El bloque dedicado a los temas de ingeniería geotécnica, como puede leerse en los esquemas anteriores y en el índice del libro, se inicia con un capítulo dedicado a las estructuras de contención, continúa con uno de taludes, posteriormente se desarrolla uno de cimentaciones, abarcando las superficiales y las profundas, y finaliza con uno en el que se unen explicaciones relativas a reconocimiento del terreno, instrumentación y mejora del terreno haciendo hincapié en la compactación. La unión de los capítulos de estructuras de contención y taludes es positiva ya que son dos estructuras geotécnicas con puntos en común. Quizá se podría haber invertido el orden entre ambos ya que el cálculo de estructuras de contención implica la comprobación a rotura global propia de taludes, pero en este caso ello no es importante porque por desgracia no se explica esta comprobación. El orden relativo del conjunto de estos dos capítulos comentados (estructuras de cimentación y taludes) respecto el de cimentaciones es discutible pero no trascendental, en principio parece más lógico anteponer el tema de cimentaciones, ya que el cálculo de muros requiere la comprobación al hundimiento, pero ello de nuevo no es crítico porque esta comprobación no se explica. El factor negativo en este bloque se encuentra en el último capítulo, en él se mezclan varios temas de ingeniería geotécnica. En este caso el hecho de mezclar temas no es tan grave como en el criticado capítulo 4, porque son muy independientes. Pero en este caso el punto negativo está en que se mezcla aspectos siempre presentes en un proyecto geotécnico (reconocimiento del

terreno) con otros cuya aparición en la práctica es más puntual (mejora del terreno e instrumentación). Por ello como mínimo deberían separarse estos dos bloques. Ello también facilitaría mejorar el orden, porque es bueno comenzar los temas de ingeniería del terreno con un capítulo de reconocimiento del terreno, en primer lugar porque respeta el orden del proyecto geotécnico, ya que un buen reconocimiento siempre es el primer paso, y en segundo lugar porque al explicar los ensayos in situ es fácil repasar los parámetros explicados en el bloque de mecánica del suelo y así ligar los dos bloques. Pero así como la situación de los desarrollos relacionados con el reconocimiento del terreno es clara, la de las explicaciones relativas a instrumentación y mejora del terreno no tanto, por ello el ligar estos tres aspectos en un único capítulo dificulta su posición. En definitiva se puede concluir que pese a las posibles mejoras en el último capítulo el orden dentro del bloque de ingeniería geotécnica es correcto.

5. Enfoque

Como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil debido a la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se ha abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *teoría – fenómeno*, en el de la consolidación *fenómeno – teoría – práctica* y en el de la presión de hundimiento *fenómeno – teoría – práctica*.

Las explicaciones del principio de tensiones efectivas discrepan del enfoque identificado en los otros dos casos estudiados que, en reglas generales, coinciden con el planteamiento de los autores explicado en el prólogo del libro del que a continuación se transcribe un fragmento:

“El libro ha evolucionado (...) y ofrece una nueva perspectiva de la materia que refleja la amplia experiencia docente obtenida a lo largo de este periodo y los muchos comentarios y sugerencias útiles recibidos de generaciones sucesivas de estudiantes. Estos factores se combinaron para dar forma a la filosofía del enfoque adoptada para presentar cada tema, la cual es

- a) identificar los problemas ingenieriles correspondientes a cada tema y establecer con claridad los requerimientos de una teoría apropiada,
- b) desarrollar la teoría correspondiente, y
- c) ilustrar la aplicación mediante ejemplos resueltos que representen problemas típicos de los que se encuentran en la práctica de la ingeniería.”

Pese a la intención de los autores hay que destacar que en los temas de ingeniería del terreno el enfoque a un y seguir el esquema presentado se extiende mucho más en la parte práctica, incluso en algunos casos obviando la teoría.

6. Estructura

En primer lugar, en la siguiente página se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

	Teoría			Ejemplos o ejercicios con solución		
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Propiedades físicas y químicas de los suelos utilizados en ingeniería.	38	5	8	9	8	0
2. Esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo.	25	5	20	6	8	2
3. Teoría de la filtración y del flujo de aguas.	29	7	13	22	14	8
4. Teoría de la consolidación y el análisis de asentamientos.	36	9	24	15	13	6
5. Teoría de la resistencia al corte.	20	6	12	4	8	1
6. Presión lateral de tierras y muros de contención.	40	10	20	30	24	18
7. Estabilidad de taludes.	19	5	10	28	10	13
8. Estabilidad de cimentaciones.	26	7	9	10	11	6
9. Investigación del subsuelo y métodos de mejoramiento del terreno.	41	4	18	0	0	0

Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), *Curso práctico de mecánica de suelos*



Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), *Curso práctico de mecánica de suelos*. Ediciones Omega S.A., Barcelona.

1. Introducción

Es preciso anotar antes de iniciar el análisis de este libro que pese a su título *Curso práctico de mecánica de suelos*, se trata de un libro teórico, no en balde J.A. Jiménez Salas en la presentación de la edición española explica que el sentido verdadero de *Curso práctico* es el de “curso de teorías contrastadas por su aplicación a los casos reales”.

Según sus autores el objetivo de este libro, expresado en su introducción, es familiarizar al lector con la mecánica de suelos, darle una idea de los razonamientos utilizados y proporcionarle los procedimientos de cálculo de las obras en los casos más sencillos.

Una de las cuestiones que hacen muy interesante el análisis de este libro, aparte del tratarse de un texto con fines docentes al nivel de iniciación a la geotecnia, es que este libro para muchos arquitectos actualmente en activo (los formados en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona durante la década de los setenta) es su libro de consulta, con el que se formaron y al que acuden frente problemas que no son capaces de solucionar con las herramientas más simples que emplean en el día a día para solventar sus problemas geotécnicos.

2. Índice

El índice de este libro es muy extenso transcribirlo íntegramente proporcionaría una información equivalente a la de los listados presentados en los siguientes apartados. Por ello sólo se ha transcrito el primer nivel de apartados inferior al capítulo, ya que con ello es suficiente para verificar los objetivos destinados a este apartado presentados en el capítulo introductoria de este anejo, concretamente este apartado ha de permitir tener una referencia exacta al libro a analizar y permitir que el lector se haga una primera idea de los contenidos y el orden en los que se exponen los mismos.

Capítulo 1. Características físicas de los suelos.

- 1.1 Generalidades.
- 1.2 Descripción y medida de las propiedades físicas de los suelos.
- 1.3 Compactación.
- 1.4 Estructura de los suelos.
- 1.5 Propiedades de las partículas finas.
- 1.6 Identificación y clasificación de los suelos.

Capítulo 2. El agua en el suelo.

- 2.1 Ley de Darcy.
- 2.2 Hidráulica subterránea.
- 2.3 Tensiones efectivas.
- 2.4 Capilaridad.
- 2.5 Efecto del hielo en el agua.

Capítulo 3. Cálculo práctico de los asientos. Compresibilidad y teoría de la consolidación.

- 3.1 Cálculo de asientos.
- 3.2 Cálculo de las tensiones efectivas dentro del macizo.
- 3.3 Coeficiente de balasto.

3.4 Compresibilidad.

3.5 Consolidación.

3.6 Asientos diferenciales y asientos admisibles.

Capítulo 4. Plasticidad y resistencia al corte.

4.1 Elementos de plasticidad.

4.2 Ensayos de corte.

4.3 Resultados experimentales en los medios incoherentes.

4.4 Resultados experimentales en medios coherentes.

4.5 Significación y cometido de los ensayos.

Capítulo 5. Equilibrio plástico.

5.1 Tensor de tensiones.

5.2 Equilibrio de Rankine.

5.3 Equilibrio de Boussinesq.

5.4 Medios no pesados.

5.5 Estados correspondientes.

Capítulo 6. Muros de contención.

- 6.1 Cuña de deslizamiento y empuje.
- 6.2 Empuje sobre muros de gravedad.
- 6.3 Estabilidad de los muros de gravedad.
- 6.4 Muros de contención de hormigón armado.

Capítulo 7. Pantallas de tablestacas.

- 7.1 Tablestacas y leyes de empujes.
- 7.2 Cálculo clásico de pantallas de tablestacas.
- 7.3 Nuevos métodos de cálculo de pantallas ancladas.
- 7.4 Condición de sifonamiento.
- 7.5 Entibación de excavaciones.

Capítulo 8. Pantallas continuas.

- 8.1 Utilización de las pantallas continuas.
- 8.2 Tixotropía del lodo bentonítico.
- 8.3 Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.
- 8.4 Patología de las continuas.

Capítulo 9. Cimentaciones superficiales.

- 9.1 Zapatas y losas.
- 9.2 Factores de capacidad portante.
- 9.3 Cálculo de cimentaciones superficiales.

- 9.4 Reparto de tensiones bajo cimentaciones.
- 9.5 Proyectos de cimentaciones.

Capítulo 10. Cimentaciones profundas.

- 10.1 Pilotes y pozos.
- 10.2 Fórmulas de hinca.
- 10.3 Ensayos de carga de pilotes in situ.
- 10.4 Determinación estática de la carga portante.
- 10.5 Penetrómetro y cimentaciones profundas.
- 10.6 Grupos de pilotes.

Capítulo 11. Taludes y diques.

- 11.1 Deslizamientos del terreno.
- 11.2 Cálculo de la estabilidad de los taludes.
- 11.3 Influencia de las corrientes de agua en la estabilidad de los taludes.
- 11.4 Terraplenes, diques y presas.

Capítulo 12. Reconocimiento de terrenos.

- 12.1 Ensayos *in situ*.
- 12.2 Scissomètre, rhéotest, presiómetro.
- 12.3 Ensayos de hinca.
- 12.4 Penetrómetro estático.
- 12.5 Patología de las cimentaciones.

3. Contenidos

A través del listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo y tal como en el se explica a continuación se presentan los contenidos del libro analizado.

- Temas preliminares.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Mineralogía de las arcillas.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.
 - Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Principios de la teoría de elasticidad.
 - Principios de la teoría de plasticidad.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Resultados triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.

Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), *Curso práctico de mecánica de suelos*

- Resultados de triaxiales típicos.
- Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
- Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- Ensayo de compresión simple.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
 - Método de las características.
 - Estados de Rankine.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Sifonamiento.
 - Hidráulica de pozos.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Planificación del reconocimiento.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Distribución de presiones en el plano de cimentación.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
 - Pruebas de carga.
- Cimentaciones especiales.
 - Patología de cimentaciones.
- Empuje de tierras.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje en muros en L.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.

- Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
- El factor de seguridad (valores, variaciones...).
- Estructuras de contención flexibles.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Métodos de cálculo semiempíricos.
 - Ejecución de pantallas de hormigón.
- Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.
- Tablestacas: tipologías y ejecución.
- Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
- Seguridad frente levantamiento del fondo.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Acción de la helada.
 - Congelación de terrenos.
 - Presas.

Comparando este listado con el original (el presentado en el capítulo introductorio de este anejo en el que se recogen los contenidos de todos los libros analizados) se puede afirmar que se trata de un libro muy completo. En él se abordan todos los grandes bloques de contenidos referentes a mecánica del suelo y la mayoría de los referentes a ingeniería geotécnica; incluso algunos muy específicos como congelación del terreno o patologías de cimentaciones (aunque estos últimos se tratan con poca profundidad).

Donde existen más ausencias son en el bloque de contenidos de temas preliminares, falta por ejemplo una introducción a la geotecnia o explicaciones relativas al origen y a la formación de los suelos, que no son especialmente graves ya que podrían clasificarse como temas adicionales.

En cuanto a los temas de mecánica del suelo se detectan principalmente dos ausencias. La primera es respecto a los modelos de estados críticos, que no se puede considerar falta ya que en el libro aparece una alusión al trabajo de la Universidad de Cambridge pero en el momento de su primera edición, en francés, estos trabajos no estaban publicados. La segunda ausencia es la de explicaciones del comportamiento mecánico del suelo no saturado, ya que únicamente aparece una mención al tema de la compactación en el primer capítulo (*Características físicas de los suelos*).

En los temas referentes a ingeniería geotécnica no se detectan ausencias importantes, sino todo lo contrario, entendiéndose que se trata de un libro para la introducción a la geotecnia es muy completo. En él incluso aparece un tema muy novedoso en un libro de estas características como es del comportamiento del lodo bentonítico.

Finalmente se puede completar este análisis de contenidos diciendo que en general se trata de un libro muy completo, al que únicamente se le puede criticar la heterogeneidad en los conceptos tratados en temas similares. Por ejemplo, sorprende que los autores dediquen medio capítulo a explicar los métodos constructivos de pantallas y no dediquen ni una página a los métodos constructivos de pilotes. Esta heterogeneidad también se refleja en los temas dedicados a cimentaciones, mientras que para las superficiales se dedica un apartado a su proyecto, en las profundas el tema de proyecto no aparece, ni se explica como calcular la carga que se le transmite a un pilote.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los diferentes capítulos del libro, con los contenidos listados en el apartado anterior que trata cada uno de ellos. De esta manera se muestra el orden en el que son tratados los conceptos presentados anteriormente:

1. Características físicas de los suelos.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Mineralogía de las arcillas.
- Límites de Atterberg: definición.
- Límites de Atterberg: obtención.
- Ensayo de compresión simple.
- Sistemas de clasificación de suelos.
2. El agua en el suelo.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.

Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), *Curso práctico de mecánica de suelos*

- Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Hidráulica de pozos.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Sifonamiento.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Acción de la helada.
 - Congelación de terrenos.
3. Cálculo práctico de los asientos compresibilidad y teoría de la consolidación.
- Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Consolidación secundaria.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Asientos admisibles.
4. Plasticidad y resistencia al corte.
- Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.
 - Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones.
- Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Principios de la teoría de elasticidad.
 - Principios de la teoría de plasticidad.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
 - Resultados triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
 - Definición de K_0 .
5. Equilibrio plástico.
- Estados de Rankine.
 - Método de las características.
6. Muros de contención.
- Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - El factor de seguridad (valores, variaciones...).
 - Empuje activo: método de Culmann
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
 - Empuje en muros en L.
7. Pantallas de tablestacas.
- Tablestacas: tipologías y ejecución.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Métodos de cálculo semiempíricos.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.
8. Pantallas continuas.
- Ejecución de pantallas de hormigón.
 - Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.
9. Cimentaciones superficiales.
- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de hundimiento.

- Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Distribución de presiones en el plano de cimentación.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
10. Cimentaciones profundas.
- Definición y tipologías.
 - Fórmulas de hinca.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
- Cálculo de contribución por fuste.
 - Pruebas de carga.
 - El efecto grupo.
11. Taludes y diques.
- Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Método de las rebanadas.
 - Presas.
12. Reconocimiento del terreno.
- Planificación del reconocimiento.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Patología de cimentaciones.

Este listado de contenidos presentados según el orden en el que se desarrollan en el libro se puede simplificar aunando los capítulos en grandes bloques temáticos, facilitando así el inicio del análisis de este ordenamiento.

- Temas preliminares.
 1. Características físicas de los suelos.
- El agua en el terreno.
 2. El agua en el suelo.
- Comportamiento mecánico de los suelos.
 3. Cálculo práctico de asentos. Compresibilidad y teoría de la consolidación.
 4. Plasticidad y resistencia al corte.
- Análisis global del terreno.
 5. Equilibrio plástico.
- Estructuras de contención.
 6. Muros de contención.
 7. Pantallas de tablestacas.
 8. Pantallas continuas.
- Cimentaciones.
 9. Cimentaciones superficiales.
 10. Cimentaciones profundas.
- Taludes.
 11. Taludes y diques.
- Reconocimiento del terreno.
 12. Reconocimiento de terrenos.

Este esquema, compuesto por ocho grupos de capítulos, se puede sintetizar en tres grandes bloques:

1. Introducción o temas preliminares.
2. Mecánica de suelos, correspondiente a los grupos anteriores: el agua en el suelo, comportamiento mecánico de los suelos y análisis global del terreno.

Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), *Curso práctico de mecánica de suelos*

3. Ingeniería geotécnica, con el resto de grupos, todos ellos dedicados al cálculo de estructuras geotécnicas concretas y aspectos particulares del proyecto geotécnico.

Esta estructura más general, compuesta por tres grandes bloques de conocimientos con características diferentes pero relacionados entre sí, es similar a la de la mayoría de bibliografía analizada.

A continuación se analizan los objetivos de cada una de estas partes y se analiza el orden de sus contenidos.

El primer bloque, introducción, tiene un solo objetivo, presentar el suelo, para ello se emplea un único capítulo en el que se explican sus propiedades y clasificaciones.

El segundo bloque está compuesto por los siguientes capítulos:

- *El agua en el terreno*. En él se desarrolla en primer lugar la ecuación de flujo, los métodos de resolución y su aplicabilidad, posteriormente se explica el concepto de tensión efectiva para acto seguido explicar el concepto de sifonamiento y, por último y escuetamente, se habla de la capilaridad y el efecto del hielo en el suelo.
- *Cálculo práctico de asientos. Compresibilidad y teoría de la consolidación*. Primeramente, se introduce la teoría de la elasticidad para el cálculo de tensiones en el interior de una masa de suelo y de asientos. Luego se entra en el cuerpo del capítulo, en el que se explica la relación tensión – deformación en el caso unidimensional y la teoría de la consolidación.
- *Plasticidad y resistencia al corte*. Este capítulo consta de tres partes; en la primera se explican los conceptos básicos de mecánica de medios continuos necesarios para el desarrollo del resto del capítulo, en la segunda los ensayos de laboratorio para ensayar a rotura el suelo y sus resultados, y en la tercera se deducen las reglas generales del comportamiento del suelo.
- *Equilibrio plástico*. Se explican diferentes métodos de análisis global del terreno en rotura.

Es evidente la relación entre los cuatro capítulos y sus contenidos, por ello es interesante estudiar como están ordenados. El orden de los tres últimos, sin profundizar mucho en sus contenidos, no da lugar a discusión, en primer lugar se explica la relación tensión – deformación, posteriormente los criterios de rotura, ya que es el orden real de sucesos en un proceso de carga, y una vez conocido como se comporta un punto del terreno se extiende a la masa de suelo, en su análisis global. Pero si se entra en los contenidos, es criticable que el estudio de las relaciones tenso – deformacionales y la consolidación se explique bajo la óptica del cálculo de asientos, ya que el lector pierde de vista su aplicabilidad en otras situaciones. El hecho de no independizar la consolidación en un capítulo aparte tampoco es bueno, porque siempre el lector la relacionará con el caso unidimensional.

La situación del capítulo dedicado al estudio del agua en el terreno también es correcta, ya que es necesario conocer la ecuación de flujo para formular la teoría de la consolidación, pero introduce un punto contradictorio, la explicación de la tensión efectiva. Esta parece propia de los temas dedicados al comportamiento mecánico del terreno, pero si se antepone a ellos el tema de flujo debe explicarse en él, para lograr dos objetivos, comprender la necesidad del estudio del flujo en el cálculo de la presión intersticial y para poder explicar fácilmente el fenómeno del sifonamiento.

Así la situación del tema dedicado al agua en el terreno parece correcta, pero no la de su apartado dedicado a la tensión efectiva (intercalado entre el apartado dedicado al flujo en el terreno y el de sifonamiento), ya que para lograr los dos objetivos por los que debe incluirse en el tema del agua ha de colocarse al principio del capítulo, y no tras la explicación de la ecuación de flujo. Si se coloca al principio cuando se desarrolla la ecuación de flujo y su resolución el lector ya sabe que ello es necesario para el cálculo de presiones intersticiales, fundamentales para el cálculo de la tensión efectiva, aparte de la mera necesidad de conocer como se mueve el agua en el terreno.

El tercer gran bloque, ingeniería geotécnica, trata como se ha presentado anteriormente diversos temas, en primer lugar el cálculo de estructuras de contención, posteriormente el de cimentaciones y finalmente taludes y reconocimiento del terreno. Respecto su ordenación se puede hacer dos críticas; en primer lugar parecería más adecuado colocar correlativamente los capítulos dedicados a estructuras de contención y taludes, ya que aun tratándose de estructuras geotécnicas diferentes existen similitudes entre ellas que se pueden aprovechar en sus explicaciones y ello es más sencillo si los dos temas están seguidos. La segunda nota a la ordenación de los capítulos es la colocación al final del bloque del capítulo dedicado al

reconocimiento del terreno, ya que lo más lógico parece que sea al principio por dos razones; primero para que cuando se hacen las alusiones, en los capítulos de cálculo de cimentaciones, a los ensayos *in situ* con cuyos resultados se pueden calcular presiones admisibles, etc. ya se hayan estudiado esos ensayos, y en segundo lugar para que el orden del bloque siga el del proyecto geotécnico.

Es curioso también la situación de las explicaciones relacionadas con las patologías de cimentaciones, en el capítulo de reconocimiento, aunque el objetivo de ello sea concienciar al lector de la importancia del reconocimiento.

Respecto a los capítulos dedicados al cálculo de cimentaciones, es muy positivo la separación en dos de los temas referentes a superficiales y a profundas, el aspecto negativo es haber separado completamente los temas referentes al cálculo de asientos, explicados en el segundo bloque junto con el comportamiento mecánico del suelo, ya que ello hace perder al lector la visión global del proyecto de una cimentación superficial.

La separación del tema de estructuras de contención flexibles en dos capítulos, uno dedicado al cálculo de tablestacas, en el que se explican los métodos de cálculo de pantallas, y otro a pantallas de hormigón, en el que se desarrolla su método constructivo y el comportamiento del lodo bentonítico, es original de este libro. Ello puede ser positivo, por ejemplo por el hecho de separar en dos capítulos lo que sino podría convertirse en un macro capítulo, pero presenta el inconveniente de presentar los métodos de cálculo asociados sólo a las tablestacas.

5. Enfoque

Como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil debido a la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se ha abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *fenómeno – teoría*, en el de la consolidación *experimentación – fenómeno – teoría – práctica* y en el de la presión de hundimiento *fenómeno – teoría – práctica*.

Sólo con estos tres ejemplos puede observarse que la heterogeneidad comentada en el apartado destinado al análisis de los contenidos se repite en esta ocasión. Siendo muy difícil clasificar el enfoque del libro en general.

6. Estructura

En primer lugar, en la siguiente página se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

Costet, J. y Sanglerat, G. (1975), *Curso práctico de mecánica de suelos*

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Características físicas de los suelos.	40	25	16	2	6	0
2. El agua en el suelo.	48	24	16	2	10	0
3. Cálculo práctico de asentos. Compresibilidad y teoría de la consolidación.	56	20	34	6	11	2
4. Plasticidad y resistencia al corte.	77	16	31	1	3	0
5. Equilibrio plástico.	46	21	22	0	0	0
6. Muros de contención.	46	22	31	2	3	1
7. Pantallas de tablestacas.	44	22	31	2	4	2
8. Pantallas continuas.	34	13	17	0	0	0
9. Cimentaciones superficiales.	66	20	31	2	7	1
10. Cimentaciones profundas.	29	15	13	0	0	0
11. Taludes y diques.	75	15	30	0	0	0
12. Reconocimiento de terrenos.	60	24	33	0	0	0



Holtz, R.D. y Kovacs, W.D. (1981), *An introduction to geotechnical engineering*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

1. Introducción

Aunque el título de esta obra pueda dar a pensar que se trata de un texto destinado a la ingeniería geotécnica, solamente aborda aspectos de mecánica de suelos. Concretamente sus autores, el profesor R.D. Holtz de la Universidad de Washington y el profesor W.D. Kovacs de la Universidad de Rhode Island, presentan esta obra en su prólogo como un texto de aprendizaje destinado al seguimiento de un primer curso de geotecnia de una serie de dos, usualmente situados en el tercer y cuarto curso de la carrera de Ingeniería Civil en Estados Unidos. En el primer curso se explica el comportamiento del suelo frente acciones genéricas y se dan las primeras herramientas para predecir ese comportamiento y el segundo curso se destina al diseño de cimentaciones y estructuras de contención de tierras.

Debe tenerse en cuenta que al tratarse de un texto escrito para la docencia en un marco muy concreto, como se acaba de ver, permite entre otras cosas que los autores puedan suponer unos conocimientos básicos de mecánica, resistencia de materiales y geología en los lectores. Este hecho se verá en el siguiente análisis, concretamente en el análisis de contenidos.

2. Índice

Capítulo 1. Introducción a la Ingeniería Geotécnica.

- 1.1 Ingeniería Geotécnica.
- 1.2 La singular naturaleza de los suelos y las rocas.
- 1.3 Aproximación al estudio de la Ingeniería Geotécnica.
- 1.4 Alcance de este libro.
- 1.5 Formación de suelos y naturaleza de sus constituyentes.
- 1.6 Desarrollo histórico de la Ingeniería Geotécnica.
- 1.7 Notas sobre los símbolos y las unidades.

Capítulo 2. Propiedades índice y clasificatorias de suelos.

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Definiciones básicas y relaciones entre fases.
- 2.3 Resolución de problemas de fases.
- 2.4 Textura de los suelos.
- 2.5 El tamaño de los granos y su distribución.
- 2.6 Forma de las partículas.
- 2.7 Límites de Atterberg e índices de consistencia.
- 2.8 Actividad.

Capítulo 3. Clasificaciones de suelos.

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Sistema unificado de clasificación de suelos.
- 3.3 Sistema de clasificación de suelos AASHTO.
- 3.4 Comparación de los sistemas de clasificaciones unificado y AASHTO.

Capítulo 4. Minerales arcillosos y estructura de suelos.

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Minerales arcillosos.
- 4.3 Identificación de minerales arcillosos.
- 4.4 Superficie específica.
- 4.5 Interacción entre el agua y los minerales arcillosos.
- 4.6 Interacción de partículas de arcilla.
- 4.7 Estructura y fábrica de suelos.
- 4.8 Fábrica de suelos cohesivos.
- 4.9 Fábrica de suelos muy cohesivos.

Capítulo 5. Compactación.

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Compactación.
- 5.3 Teoría de compactación.
- 5.4 Propiedades y estructura de suelos cohesivos compactados.
- 5.5 Equipos y procedimientos de compactación en campo.

- 5.6 Control y especificaciones de la compactación en campo.
- 5.7 Proyecto de compactación de suelos.

Capítulo 6. El agua en los suelos I: capilaridad, contracción, hinchamiento, acción de la helada.

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Capilaridad.
- 6.3 El fenómeno de la contracción en suelos.
- 6.4 Importancia ingenieril de la contracción y el hinchamiento.
- 6.5 Acción de la helada.

Capítulo 7. El agua en los suelos II: permeabilidad, filtración, tensiones efectivas.

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Dinámica de fluidos.
- 7.3 Ley de Darcy para flujo a través de medio poroso.
- 7.4 Medida de la permeabilidad.
- 7.5 Tensión efectiva o intergranular.
- 7.6 Relación entre la tensión horizontal y la tensión vertical.
- 7.7 Altura piezométrica y flujo unidimensional.
- 7.8 Fuerzas de filtración, sifonamiento y licuefacción.
- 7.9 Redes de flujo: flujo bidimensional.
- 7.10 El método de los fragmentos.
- 7.11 Condiciones de filtro.

Capítulo 8. Consolidación y asentos de consolidación.

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Componentes del asiento.
- 8.3 Compresibilidad de suelos.
- 8.4 El edómetro.
- 8.5 Presión de preconsolidación; suelo normalmente consolidado y sobreconsolidado.
- 8.6 Comportamiento de suelos naturales en ensayos edométricos.
- 8.7 Cálculo del asiento.
- 8.8 Factores que afectan a la determinación de la presión de preconsolidación.
- 8.9 Predicción de las curvas de consolidación en campo.
- 8.10 Perfiles de suelos.
- 8.11 Valores típicos y métodos aproximados para su estimación de los índices de compresión.
- 8.12 Distribución de tensiones.

Capítulo 9. Evaluación del tiempo de consolidación.

- 9.1 Introducción.

- 9.2 El proceso de consolidación.
- 9.3 Teoría de la consolidación unidimensional de Terzaghi.
- 9.4 Determinación del coeficiente de consolidación c_v .
- 9.5 Determinación del coeficiente de permeabilidad.
- 9.6 Valores típicos de c_v .
- 9.7 Evaluación del asiento secundario.
- 9.8 Ejemplo de evaluación del tiempo de asiento.

Capítulo 10. El círculo de Mohr, teorías de rotura y trayectorias de tensiones.

- 10.1 Introducción.
- 10.2 Tensiones en un punto.
- 10.3 Relaciones tensión-deformación y criterios de rotura.
- 10.4 El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- 10.5 Ensayos para determinar la resistencia al corte de suelos.
- 10.6 Trayectorias de tensiones.

Capítulo 11. Resistencia al corte de arenas y arcillas.

- 11.1 Introducción.
- 11.2 Ángulo de reposo de arenas.
- 11.3 Comportamiento de arenas saturadas durante procesos de corte drenados.
- 11.4 Efectos del índice de poros y la presión de confinamiento sobre el cambio de volumen.
- 11.5 Comportamiento de arenas saturadas durante procesos de corte no drenados.
- 11.6 Factores que afectan a la resistencia al corte de arenas.
- 11.7 El coeficiente de empuje al reposo para arenas.
- 11.8 Licuefacción y comportamiento frente ciclos de carga de arenas saturadas.
- 11.9 Características tenso-deformacionales y resistentes de suelos cohesivos saturados.
 - 11.9.1 Ensayo consolidado no drenado (CD).
 - 11.9.2 Valores típicos de los parámetros de resistencia drenada.
 - 11.9.3 Uso de los parámetros drenados en ingeniería práctica.
 - 11.9.4 Ensayo consolidado no drenado (CU).
 - 11.9.5 Valores típicos de los parámetros de resistencia no drenada.
 - 11.9.6 Uso de los valores de los ensayos parámetros no drenados en ingeniería práctica.

Holtz, R.D. y Kovacs, W.D. (1981), *An introduction to geotechnical engineering*

- | | |
|--|---|
| <p>11.9.7 Ensayo no consolidado no drenado (UU).</p> <p>11.9.8 Valores típicos de los parámetros obtenidos en ensayos UU.</p> <p>11.9.9 Ensayo de compresión simple.</p> <p>11.9.10 Otros procedimientos para determinar la resistencia al corte no drenada.</p> <p>11.9.11 Sensitividad.</p> <p>11.9.12 Uso de los parámetros medidos en ensayos UU en la ingeniería práctica.</p> <p>11.9.13 Problemas especiales de resistencia al corte en suelos cohesivos.</p> <p>11.10 Parámetros de presión intersticial.</p> <p>11.11 El coeficiente de empuje al reposo para arcillas.</p> | <p>11.12 Trayectoria de tensiones durante procesos de carga no drenada – arcillas normalmente consolidadas.</p> <p>11.13 Trayectoria de tensiones durante procesos de carga no drenada – arcillas sobreconsolidadas consolidadas.</p> <p>11.14 Aplicaciones de las trayectorias de tensiones en la ingeniería práctica.</p> <p>Apéndice A. Aplicación del sistema internacional de unidades a la Ingeniería Geotécnica.</p> <p>Apéndice B-1. Derivación de la ecuación de Laplace.</p> <p>Apéndice B-2. Derivación y solución de la teoría de la consolidación unidimensional de Terzaghi.</p> <p>Apéndice B-3. Parámetros de presión intersticial.</p> |
|--|---|

3. Contenidos

Según el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo los contenidos de este libro son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Repaso de la historia de la geotecnia.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Formación de los suelos.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Textura de los suelos.
 - Forma de las partículas.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - El aparato de corte directo.
 - Presentación de resultados de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Realización de un ensayo triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.

- Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- Ensayo de compresión simple.
- Introducción al comportamiento de las arenas.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: método de los fragmentos.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Presión capilar y succión.
 - Drenes. Condiciones de filtro.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Estructura de los suelos compactados.
 - Compactación en obra.
 - Hinchamiento de suelos parcialmente saturados.
- Cimentaciones superficiales.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Acción de la helada.
 - Estudio de cargas dinámicas.

Comparando este listado y el presentado en el capítulo de introducción, que recogía todos los conceptos definidos a través del análisis de todos los libros, destaca en primer lugar la ausencia de todos los bloques de contenidos de ingeniería geotécnica. La única excepción a esto es el bloque de contenidos referentes a cimentaciones superficiales, pero de él únicamente aparecen los métodos de cálculo de asientos. Esto es evidentemente coherente con lo presentado en la introducción de este capítulo, en la que se ha explicado que el ámbito de este libro es la mecánica de suelos pese al título.

En segundo lugar también se nota la ausencia de la mayor parte de los contenidos reunidos bajo el nombre de conceptos básicos de mecánica de medios continuos. Solamente se define tensión y estado tensional, se explica la representación de este último a través del círculo de Mohr, se definen algunos invariantes y se explica el concepto de trayectoria de tensiones. Realmente estos conceptos son los únicos estrictamente necesarios para seguir las explicaciones del libro, sólo se nota a falta de una pequeña introducción a los principios de la teoría de la elasticidad. Pero debe tenerse en cuenta que esta publicación está enmarcada en un escenario docente donde los alumnos han aprendido los conceptos de mecánica de medios continuos al llegar a la asignatura que cubre este libro, tal como se ha explicado en la introducción de este capítulo.

Hay que destacar que excepto en los contenidos clasificados como temas preliminares y propiedades y clasificación de los suelos, en los que se desarrollan con más o menos profundidad gran parte de sus posibles contenidos según el listado original, en el resto de temas únicamente, salvo alguna excepción, se desarrollan los temas básicos. Así del listado de contenidos de un bloque únicamente se desarrollan los básicos, prescindiendo de los que introducen más complejidad o son más específicos. Por ejemplo en el caso del agua en el terreno no se trabaja la resolución de la ecuación de flujo en caso de terreno estratificado, ni en el de terreno anisótropo, o de relaciones tensión-deformación únicamente se explica el caso unidimensional.

Por último mencionar que existen algunos aspectos tratados en el libro que no son habituales en textos de objetivos homólogos a este (la docencia universitaria), como por ejemplo el estudio de la acción de la helada. Pero el más sorprendente es el estudio del terreno frente acciones dinámicas cíclicas.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los diferentes capítulos del libro, con los contenidos listados en el apartado anterior que trata cada uno de ellos. De esta manera se muestra el orden en el que son tratados los conceptos presentados anteriormente:

1. Introducción a la Ingeniería Geotécnica.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Formación de los suelos.
 - Repaso de la historia de la geotecnia.
2. Propiedades índice y clasificatorias de suelos.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Textura de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Forma de las partículas.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
3. Clasificaciones de suelos.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
4. Minerales arcillosos y estructura de suelos.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
5. Compactación.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Estructura de los suelos compactados.
 - Compactación en obra.
6. El agua en los suelos I: capilaridad, contracción, hinchamiento, acción de la helada.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Hinchamiento de suelos parcialmente saturados.
 - Acción de la helada.
7. El agua en los suelos II: permeabilidad, filtración, tensiones efectivas.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
- Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
- Definición de tensión total y presión intersticial.
- Principio de tensiones efectivas.
- Definición de K_0 .
- Sifonamiento.
- Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
- Ec. de flujo: metodo de los fragmentos.
- Drenes. Condiciones de filtro.
8. Consolidación y asentos de consolidación.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - Cálculo de asentos por el método edométrico.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Cálculo de asentos por métodos elásticos.
9. Evaluación del tiempo de consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
10. El círculo de Mohr, teorías de rotura y trayectorias de tensiones.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - El aparato de corte directo.
 - Presentación de resultados de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos. <p>11. Resistencia al corte de arenas y arcillas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización de un ensayo triaxial. - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb. - Resistencia al corte no drenada. - Resultados de triaxiales típicos. - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos. | <ul style="list-style-type: none"> - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos. - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura. - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas. - Ensayo de compresión simple. - Introducción al comportamiento de las arenas. - Estudio de cargas dinámicas. |
|--|---|

Este listado de contenidos presentados según el orden en el que se desarrollan en el libro se puede simplificar aunando los capítulos en grandes bloques temáticos, facilitando así el inicio del análisis de este ordenamiento.

- Temas preliminares.
 1. Introducción a la Ingeniería Geotécnica.
 2. Propiedades índice y clasificatorias de suelos.
 3. Clasificaciones de suelos.
 4. Minerales arcillosos y estructura de suelos.
- Compactación.
 5. Compactación.
- El agua en el terreno.
 6. El agua en los suelos I: capilaridad, contracción, hinchamiento, acción de la helada.
 7. El agua en los suelos II: permeabilidad, filtración, tensiones efectivas.
- Comportamiento mecánico de los suelos 1.
 8. Consolidación y asentamientos de consolidación.
- Consolidación.
 9. Evaluación del tiempo de consolidación.
- Comportamiento mecánica de los suelos 2.
 10. El círculo de Mohr, teorías de rotura y trayectorias de tensiones.
 11. Resistencia al corte de arenas y arcillas.

Este esquema podría simplificarse más diferenciando dos partes, la formada por los capítulos preliminares (1-4) y el resto a partir del capítulo 6 (incluido) que recogen los aspectos más propios de la mecánica de suelos propiamente dicha. En la frontera de estos dos bloques está el capítulo de compactación (capítulo 5), que evidentemente no es un capítulo preliminar, pero tampoco se trata de un tema propio de la mecánica de suelos, ya que se aborda desde un punto de vista muy práctico.

La situación de un capítulo dedicado a la compactación en un libro en el que no se explica, ni a modo de introducción, el comportamiento mecánico del suelo no saturado siempre es comprometida y difícil de encajar en el hilo argumental. En un libro que aborda a parte de la mecánica de suelos también la ingeniería geotécnica se situaría, normalmente, junto con los temas de ingeniería geotécnica. Pero en este libro esta opción no es posible y la situación escogida por los autores sólo podría tener una alternativa, al final del libro, entendiéndose como una introducción al comportamiento mecánico del suelo no saturado tras estudiar el saturado o como un primer tema de ingeniería geotécnica. La opción de los autores presenta una ventaja pedagógica, ya que el presentar un tema de marcado carácter práctico antes de iniciar el desarrollo de los capítulos de mecánica de suelos, más teóricos, puede hacer motivar al estudiante haciéndole ver un aspecto aplicado de la materia que estudia.

Como se ha comentado, prescindiendo del capítulo 5, el esquema anteriormente presentado puede dividirse en dos partes:

1. Temas preliminares: capítulos 1-4.
2. Mecánica del suelo: capítulos 6-11.

Del bloque denominado temas preliminares sorprende la existencia de un capítulo dedicado, casi en exclusiva, a la mineralogía de las arcillas, nada habitual en un libro de sus características. Respecto al orden de los capítulos de este bloque, únicamente se podría plantear una alternativa convirtiendo el capítulo 4 (Minerales arcillosos y estructura de suelos) en 2, pero ello no presenta ninguna ventaja adicional y sí un inconveniente, ya que tras el primer capítulo el lector todavía no sabe que son unas arcillas y ello debería incluirse en él.

El segundo bloque de este libro, mecánica de suelo, se inicia con dos capítulos dedicados al agua en el terreno. El hecho de separar todos los contenidos referentes a este tema en dos capítulos, uno recogiendo todos los aspectos del flujo en terreno saturado y otro con el resto situado en primer lugar, es positivo ya que sino se habría generado un macro capítulo y dado que los contenidos permiten separarse correctamente es más positivo dividir los contenidos en capítulos lo menores posibles, pero sin perder la homogeneidad de tamaños de capítulos.

El aspecto negativo de esta forma de iniciar un bloque de mecánica de suelos es que se ha tenido que incluir en los temas referentes al agua las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, separándolas de su lugar natural con los temas de comportamiento mecánico del suelo. Esta inclusión del principio de tensiones efectivas es debido a la dificultad de explicar el fenómeno del sifonamiento sino se conoce el concepto de tensión efectiva.

Pero ya que es necesario incluir el principio de tensiones efectivas en los temas del agua en el terreno sería mejor comenzar el tema dedicado al flujo en terreno no saturado con él, ya que así se inicia la lectura del capítulo concienciando al lector de la importancia de estudiar el nivel de presiones intersticiales en el terreno. Esto no se hace en este libro y ello es un aspecto negativo.

Al capítulo dedicado al flujo en terreno saturado le sigue uno dedicado principalmente al comportamiento tensión-deformación en el caso unidimensional. Este capítulo presenta aspectos negativos ya que las explicaciones del tema principal se introducen conjuntamente con el fenómeno de la consolidación y se desarrollan bajo la perspectiva del cálculo de asentos, lo que hace que al final del capítulo también se expongan algunas fórmulas elásticas para el cálculo de éstos.

Ambos aspectos son negativos. El tema de los asentos porque resta generalidad a las explicaciones del comportamiento unidimensional y hace introducir las fórmulas elásticas sin haber explicado correctamente el comportamiento elástico del terreno. Respecto al tema de la consolidación es si cabe más negativo, porque hace asociar el fenómeno de la consolidación al del comportamiento tenso-deformacional en el caso unidimensional, restándole toda su generalidad y además facilita la situación a continuación de un capítulo dedicado a la consolidación.

La situación de un capítulo dedicado a la consolidación entre el destinado al comportamiento tensión-deformación en el caso unidimensional y los que estudian el comportamiento en otros esquema de carga, es negativa por la razón presentada en el parágrafo anterior.

El capítulo dedicado a la consolidación es seguido por uno destinado a introducir todas las herramientas, tanto teóricas como experimentales, para el estudio del comportamiento tenso-deformacional y la rotura del suelo (Capítulo 10 El círculo de Mohr, teorías de rotura y trayectorias de tensiones). Salta a la vista que su situación tras las explicaciones relativas al comportamiento unidimensional no es muy lógica. Ello es debido, como los desordenes denotados anteriormente, a la visión de los autores que los fenómenos que suceden en el edómetro son una unidad didáctica en el aprendizaje de la mecánica del suelo independientemente del resto de temas dedicados al estudio del comportamiento mecánico del suelo. Ello es muy negativo ya que dificulta la visión global del comportamiento del terreno.

Las explicaciones relativas a la mecánica del suelo finalizan, y con ellas el libro, con un capítulo dedicado a estudiar el comportamiento del terreno en los ensayos triaxiales y la rotura del terreno. Evidentemente la situación de este capítulo no da lugar a ninguna crítica.

5. Enfoque

Tal y como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil dada la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se han abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas y a la teoría de la consolidación, no a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales ya que no se aborda el tema en el libro. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *fenómeno – práctica – teórico*. Y en el caso de la consolidación *fenómeno – práctica*.

El segundo de los dos enfoques estudiados muestra la voluntad de los autores expresada en el prólogo de hacer un libro poniendo el énfasis sobre la práctica. Ello también lo demuestra el hecho que algunas demostraciones teóricas, como la de la teoría de la consolidación de Terzaghi, se releguen a una apéndice.

6. Estructura

En primer lugar se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

	Teoría			Ejemplos o ejercicios con solución		
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Introducción a la Ingeniería Geotécnica.	9	7	0	0	0	0
2. Propiedades índice y clasificatorias de suelos.	21	8	9	10	7	8
3. Clasificaciones de suelos.	23	4	7	3	2	1
4. Minerales arcillosos y estructura de suelos.	31	6	26	0	0	0
5. Compactación.	48	7	28	4	4	1
6. El agua en los suelos I: capilaridad, contracción, hinchamiento, acción de la helada.	28	5	17	2	4	0
7. El agua en los suelos II: permeabilidad, filtración, tensiones efectivas.	45	11	21	29	21	15
8. Consolidación y asientos de consolidación.	61	12	26	23	22	8
9. Evaluación del tiempo de consolidación.	27	8	12	21	12	8
10. El círculo de Mohr, teorías de rotura y trayectorias de tensiones.	34	6	26	19	10	9
11. Resistencia al corte de arenas y arcillas.	122	27	82	28	19	17

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

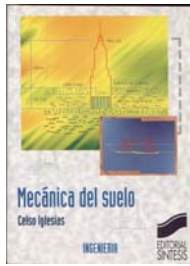
Pero a simple vista surge un comentario, la extensión del último capítulo en comparación al resto. Mientras que el capítulo más largo de los diez primeros tiene 61 páginas, el onceavo y último capítulo tiene 122, más del doble. Los problemas de generar este capítulo con este tamaño tan exagerado en comparación al resto se reflejan en la estructura de subapartados, mientras que en el resto de capítulos no se pasa de un primer nivel, en este se llega a un segundo nivel.

Holtz, R.D. y Kovacs, W.D. (1981), *An introduction to geotechnical engineering*

Evidente este problema no es solucionable reduciendo los contenidos de este capítulo, pero sí separando sus contenidos, tal como se realiza con los contenidos relativos al estudio del agua en el terreno, como se comento en el análisis del ordenamiento.

También se ha de destacar el esfuerzo de los autores presentando al final de cada capítulo un listado de enunciados de ejercicios sin solución, el número de los cuales se presenta en la siguiente tabla. Estos no se han reflejado en la tabla anterior porque de cara a hacer un análisis conjunto con esos datos, desde el punto de vista de su utilidad docente, los ejercicios sin solución són en parte inútiles, ya que el sentido práctico de los estudiantes hace que no los empleen para el aprendizaje de una materia, como se apuntaba en el capítulo introductorio de este anejo.

Número de ejercicios sin solución.											
Capítulo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ejercicios sin solución	0	37	6	8	17	21	48	50	36	35	105



Iglesias, C. (1997), *Mecánica del suelo*. Editorial Síntesis.

1. Introducción

Este documento es un libro de texto, ajustado al programa de la asignatura de Mecánica de Suelos de 4º curso de la intensificación de construcción de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid, de la cual el autor del libro, Celso Iglesias Pérez (Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos), es profesor.

El objetivo principal de esta obra es que los alumnos puedan ampliar las explicaciones de clase y preparar los temas antes de su exposición. Así, este libro no va dirigido al investigador puro ni al profesional de una oficina de proyectos de geotecnia, sino a estudiantes e ingenieros que deseen familiarizarse con los principios básicos, la terminología, los tipos de ensayos y los métodos de cálculo más habituales de la mecánica del suelo, sin adentrarse en el campo de la ingeniería de cimentaciones, según el autor demasiado amplio para ser descrito de forma adecuada en un único volumen.

El autor en su introducción explica que su libro *Mecánica del Suelo* y la asignatura homónima que imparte además de proporcionar al estudiante de ingeniería una serie de conocimientos prácticos sobre el comportamiento del suelo y reforzar algunos conocimientos teóricos que ya se deberían poseer, por ejemplo de matemáticas, mecánica de medios continuos o de fluidos, constituye un elemento educativo de lo que se puede denominar criterio del ingeniero, permitiendo orientar la mentalidad de los futuros ingenieros hacia el uso de modelos abstractos para la interpretación de la realidad física.

2. Índice

El índice de este libro es muy extenso, transcribirlo íntegramente proporcionaría una información equivalente a la de los listados presentados en los siguientes apartados. Por ello sólo se ha transcrito el primer nivel de apartados inferior al capítulo, ya que con ello es suficiente para verificar los objetivos destinados a este apartado presentados en el capítulo introductorio. La excepción a esto son los capítulos 6 y 7, en los que por tratar el siempre difícil tema de comportamiento mecánico de los suelos se han reproducido los subapartados para poder analizarlos mejor.

Capítulo 1. Historia de la Mecánica del Suelo.

- 1.1 Definición de Mecánica del Suelo.
- 1.2 Los orígenes de la Mecánica del Suelo.
- 1.3 El nacimiento de la Mecánica del Suelo moderna.
- 1.4 Evolución posterior a los años veinte.
- 1.5 La Mecánica del Suelo en España.
- 1.6 La Mecánica del Suelo en Francia.
- 1.7 La Mecánica del Suelo en Inglaterra.

Capítulo 2. Problemas planteados por el terreno en la construcción.

- 2.1 La Mecánica del Suelo en la construcción.
- 2.2 Problemas planteados por el terreno en la construcción.
- 2.3 Problemas especiales de la ingeniería de suelos.
- 2.4 Geotecnia ambiental.

2.5 Proceso de resolución de los problemas de construcción.

Capítulo 3. Constitución y propiedades físicas del suelo.

- 3.1 El terreno.
- 3.2 Clasificación de las rocas
- 3.3 Clasificación de los suelos.
- 3.4 Esquema geotécnico de Madrid.
- 3.5 Elementos constitutivos de un suelo.
- 3.6 Aptitud de los suelos como terreno de cimentación.
- 3.7 La estratificación del terreno.
- 3.8 La homogeneidad del terreno.

Capítulo 4. Parámetros que definen las propiedades físicas de los suelos.

- 4.1 Pesos específicos de un suelo.

- 4.2 Pesos específicos de los materiales constituyentes.
- 4.3 Porosidad e índice de poros.
- 4.4 Humedad y grado de saturación de un suelo.
- 4.5 Relación entre los parámetros que definen un suelo.
- 4.6 Importancia de los parámetros adimensionales.

- Capítulo 5. Identificación de la estructura de los suelos.
- 5.1 La estructura de los suelos y su comportamiento.
- 5.2 Los ensayos de identificación de suelos.
- 5.3 Ensayos propios de los suelos granulares.
- 5.4 Ensayos propios de los suelos cohesivos.
- 5.5 Clasificación de los suelos.

- Capítulo 6. La mecánica de medios continuos aplicada a los suelos.
- 6.1 Nociones generales.
 - 6.1.1 Concepto de tensión.
 - 6.1.2 Círculo de Mohr.
 - 6.1.3 Método del polo.
 - 6.1.4 Las ecuaciones de equilibrio indefinido.
 - 6.1.5 Cálculo analítico del círculo de Mohr.
- 6.2 La mecánica de medios continuos.
 - 6.2.1 Ecuaciones de campo.
 - 6.2.2 Concepto de deformación.
- 6.3 Algunas nociones de resistencia de materiales.
 - 6.3.1 Orígenes.
 - 6.3.2 Elasticidad.
 - 6.3.3 Deformaciones planas.
 - 6.3.4 Tensiones planas.
 - 6.3.5 Leyes de elasticidad lineal en tres dimensiones.
- 6.4 Relaciones tensión-deformación.
 - 6.4.1 Aplicación de la elasticidad lineal.
 - 6.4.2 Viscosidad y viscoelasticidad.
 - 6.4.3 Plasticidad.
- 6.5 Modelos elásticos utilizados en Mecánica del Suelo.
 - 6.5.1 Semiespacio de Boussinesq.
 - 6.5.2 Capa elástica sobre capa rígida.
 - 6.5.3 Semiespacio heterogéneo general.
 - 6.5.4 Semiespacio de Winkler.
 - 6.5.5 Modelos de Fröhlich.
- 6.6 Principio de Terzaghi.
 - 6.6.1 Concepto de tensión efectiva.
 - 6.6.2 El significado de las tensiones efectivas.
- 6.7 Integración de las ecuaciones de equilibrio.
 - 6.7.1 Suelo indefinido con superficie horizontal.
 - 6.7.2 Ejemplo de cálculo de tensiones efectivas.
 - 6.7.3 Cimentaciones en Ciudad de México.
 - 6.7.4 Concepto de cimentación flotante.
 - 6.7.5 Suelo indefinido con superficie horizontal.
- 6.8 Leyes de comportamiento de suelos.
 - 6.8.1 Comportamiento del agua.
 - 6.8.1 Comportamiento del esqueleto sólido del suelo.
- 6.9 Trayectorias e invariantes tenso-deformacionales.
 - 6.9.1 Trayectorias de tensiones.
 - 6.9.2 Invariantes tensionales.
 - 6.9.3 Trayectorias de deformación.
 - 6.9.4 Deformaciones volumétricas en un suelo.
 - 6.9.5 Correspondencia entre parámetros de tensión y deformación.
- 6.10 Comportamiento del esqueleto de los suelos granulares.
 - 6.10.1 Comportamiento sometido al tensor esférico.
 - 6.10.2 Comportamiento sometido al tensor desviador.
 - 6.10.3 Rotura de suelos granulares.
 - 6.10.4 Conclusiones para los suelos granulares.
- 6.11 Comportamiento del esqueleto de los suelos cohesivos.
 - 6.11.1 Factores que influyen en el comportamiento.
 - 6.11.2 Fuerzas de contacto entre partículas.
 - 6.11.3 La fluencia de los suelos cohesivos.
 - 6.11.4 Comportamiento sometido al tensor esférico.
 - 6.11.5 Comportamiento sometido al tensor desviador.
 - 6.11.6 Conclusiones para los suelos cohesivos.

- Capítulo 7. Ensayos de laboratorio para determinar la ley de comportamiento.
- 7.1 Justificación teórica de los ensayos de laboratorio.
- 7.2 Ensayos de corte directo.
- 7.3 Ensayo triaxial.
- 7.4 Ensayo edométrico.
- 7.5 Ensayo de compresión isotropa.
- 7.6 Ensayo de compresión simple.
- 7.7 Definición de la rotura de un suelo.
- 7.8 Resistencia al corte de los suelos granulares.
 - 7.8.1 Curva intrínseca de un suelo granular.

Iglesias, C. (1997), *Mecánica del suelo*

- 7.8.2 Factores que influyen en el ángulo de rozamiento interno.
 - 7.8.3 Ángulo de un talud natural.
 - 7.8.4 Orientación del plano de rotura en un ensayo triaxial.
 - 7.8.5 Resistencia al corte.
 - 7.8.6 Densidad crítica.
 - 7.8.7 Importancia del concepto de densidad crítica.
 - 7.9 Resistencia al corte de los suelos cohesivos.
 - 7.9.1 La recuperación del estado natural.
 - 7.9.2 Ensayo consolidado drenado (CD).
 - 7.9.3 Ensayo no consolidado-no drenado (UU).
 - 7.9.4 Ensayo consolidado-no drenado (CU).
 - 7.9.5 Ensayo de compresión simple.
 - 7.9.6 Conclusiones relativas a los ensayos.
 - 7.9.7 Resistencia al corte.
 - 7.10 Los coeficientes de presión intersticial.
 - 7.10.1 Las presiones intersticiales en el ensayo triaxial.
 - 7.10.2 Valores del coeficiente B.
 - 7.10.3 Valores del coeficiente A.
 - 7.10.4 El coeficiente A en suelos dilatantes.
 - 7.11 Deformaciones en un suelo elástico lineal isótropo
- Capítulo 8. Hidráulica de suelos.
- 8.1 Introducción.
 - 8.2 Hipótesis generales.
 - 8.3 Permeabilidad y ley de Darcy.
 - 8.4 Resolución de los flujos permanentes bidimensionales.
 - 8.5 Fuerzas de filtración.
 - 8.6 Medida del coeficiente de permeabilidad en suelos.
 - 8.7 Fenómenos capilares en suelos no saturados.
- Capítulo 9. La teoría de la consolidación.
- 9.1 Introducción.
 - 9.2 Descripción cualitativa del fenómeno de consolidación.
 - 9.3 Modelo matemático de la consolidación unidimensional.
- 9.4 El ensayo edométrico.
 - 9.5 Compresibilidad de los suelos.
 - 9.6 Diferentes tipos de ensayos edométricos.
 - 9.7 Otros esquemas de consolidación.
- Capítulo 10. Los ensayos *in situ*.
- 10.1 Encuadre de los ensayos *in situ*.
 - 10.2 Generalidades sobre los ensayos en Mecánica de Suelos.
 - 10.3 Ensayos de rotura.
 - 10.4 Ensayos de deformación.
 - 10.5 Ensayos autoperforadores.
 - 10.6 Ensayos de carga.
 - 10.7 Ensayos de permeabilidad *in situ*.
- Capítulo 11. La instrumentación en geotecnia.
- 11.1 Introducción.
 - 11.2 Aparatos de medida *in situ*.
 - 11.3 Medida de asentos.
 - 11.4 Medida de presiones intersticiales.
 - 11.5 Medida de presiones.
 - 11.6 Medida de la carga soportada por codales o tirantes.
 - 11.7 Medidas sobre modelos reducidos.
 - 11.8 Reconocimientos geofísicos.
- Capítulo 12. La geotecnia de carreteras.
- 12.1 Introducción.
 - 12.2 Firmes de carreteras.
 - 12.3 La compactación de los suelos.
 - 12.4 Ensayo CBR.
 - 12.5 Estudio Proctor-CBR.
 - 12.6 Control de compactación.
 - 12.7 Estabilización de suelos y gravas tratadas.
 - 12.8 El hielo en las calzadas.
 - 12.9 Aplicaciones prácticas de la geotecnia de carreteras.
- Capítulo 13. Cálculo de asentos.
- 13.1 Método de la trayectoria de tensiones.
 - 13.2 Cálculo de tensiones en los suelos.
 - 13.3 Cálculo de asiento en los suelos.

3. Contenidos

A través del listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo y tal como en el se explica a continuación se presentan los contenidos del libro analizado.

- Temas preliminares.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Repaso de la historia de la geotecnia.
 - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.
- Definición de suelo.
- Definición de roca.
- Tipos de roca.
- Formación de los suelos.
- Clasificación de los suelos según su formación.

- La estratigrafía.
- Mineralogía de las arcillas.
- Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Parámetros de relación entre las fases: obtención.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Ecuaciones de equilibrio.
 - Ecuaciones constitutivas.
 - Principios de la teoría de elasticidad.
 - Principios de la teoría de plasticidad.
 - Viscosidad y viscoelasticidad.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - El aparato de corte directo.
 - Presentación de resultados de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Tipos de rotura.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- Resistencia al corte no drenada.
- Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- Ensayo de compresión simple.
- El método de las trayectorias de tensiones.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Permeabilidad: suelo anisótropo.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Sifonamiento.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Presión capilar y succión.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Consolidación radial.
 - Otros esquemas de consolidación.
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Otros ensayos de consolidación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.

Iglesias, C. (1997), *Mecánica del suelo*

- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los ensayos in situ.
- Cimentaciones superficiales.
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.
- Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...).
- Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Instrumentación.
 - Geotecnia de carreteras.
 - Modelos reducidos.

Este listado de contenidos certifica el título del libro, ya que su mayoría son temas de mecánica del suelo, habiendo muy pocos de ingeniería geotécnica. Estos son simplemente cuatro y son tratados o sin mucha profundidad o están muy unidos con la mecánica de suelo. Son concretamente los siguientes:

- Reconocimiento del terreno. De este tema únicamente se describen los métodos de ensayo in situ, sin explicar los métodos de sondeos ni de obtención de muestras, y sin desarrollar los aspectos más aplicados como la planificación del reconocimiento y la redacción del informe geotécnico.
- Cimentaciones superficiales. Se explican simplemente el cálculo de asientos, sin tratar las tipologías y funciones de las cimentaciones ni el cálculo de cargas de hundimiento. De esta forma el tema queda totalmente incompleto y podría decirse que hace ridícula la existencia del capítulo dedicado al cálculo de asientos, únicamente se entiende como ejemplo de aplicación de las relaciones tensión – deformación explicadas, pero de ser así debería haberse explicado junto a ellos y como tal (ejemplo de aplicación).
- Instrumentación. Este tema que está, como tantos otros aspectos, en el límite entre la ingeniería geotécnica y la mecánica de suelos, en este libro se trata desde una óptica más propia de la mecánica de suelos, como lo demuestra que el autor lo describa en su prólogo como la herramienta para la *verificación de las de las teorías de la Mecánica del Suelo*.
- Ingeniería de carreteras. La existencia de tema propios de la ingeniería de carreteras como la descripción de las funciones y las tipologías de firmes, el ensayo CBR o la estabilización de suelos, sólo se entiende como la intención de desarrollar los contenidos relacionados con el comportamiento mecánico de los suelos no saturados, concretamente la compactación, en un entorno eminentemente práctico.

Un aspecto destacable de los contenidos de este libro es la profundidad con la que se desarrollan los temas preliminares, que ocupan aproximadamente una cuarta parte del libro. Concretamente, sorprende la importancia que le da el autor al conocimiento de la historia de la ciencia a tratar, al que destina el primer capítulo (*Historia de la Mecánica del Suelo*), y todavía más la importancia que se le da a la descripción de los problemas geotécnicos planteados en obras singulares, a lo que dedica el segundo capítulo del libro (*Problemas planteados por el terreno en la construcción*), el más extenso de los dedicados a temas preliminares.

Un segundo aspecto sorprendente en los contenidos es la profundidad y la cantidad de temas que se abordan de mecánica de medios continuos, casi gratuitamente porque la mayoría de ellos el autor no los aplica a aspectos de la mecánica de suelos. Así por ejemplo entre otros contenidos de mecánica de medios continuos se explican los principios de la teoría de plasticidad y los de viscosidad y viscoelasticidad, sin embargo del comportamiento tenso-deformacional del suelo únicamente se explica cualitativamente el comportamiento general de los suelos y la representación matemática del comportamiento unidimensional, sin entrar en la modelización de la plastificación de los suelos.

Por último destaca la cantidad de temas complejos que se abordan, aunque sea a simple modo de presentación, de los que no se suele hablar en libros como este con objetivos docentes para cursos básicos. Unos ejemplos de esto son la explicación del método de las diferencias finitas para la resolución de los problemas de flujo o la teoría de la consolidación tridimensional.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente.

1. Historia de la Mecánica del Suelo.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Repaso de la historia de la geotecnia.
2. Problemas planteados por el terreno en la construcción.
 - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.
3. Constitución y propiedades físicas del suelo.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Tipos de roca.
 - Formación de los suelos.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
 - La estratigrafía.
4. Parámetros que definen las propiedades físicas de los suelos.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
5. Identificación de la estructura de los suelos.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Parámetros de relación entre las fases: obtención.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
6. La mecánica de medios continuos aplicada a los suelos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.
 - Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones.
 - Ecuaciones de equilibrio.
- Ecuaciones constitutivas.
- Principios de la teoría de elasticidad.
- Principios de la teoría de plasticidad.
- Viscosidad y viscoelasticidad.
- Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
- Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
- Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
- Definición de tensión total y presión intersticial.
- Principio de tensiones efectivas.
- Estado tensional en terreno horizontal.
- Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
- Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
7. Ensayos de laboratorio para determinar la ley de comportamiento.
 - El aparato de corte directo.
 - Presentación de resultados de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - El edómetro.
 - Tipos de rotura.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Ensayo de compresión simple.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
8. Hidráulica de suelos.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Permeabilidad: suelo anisótropo.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.

Iglesias, C. (1997), *Mecánica del suelo*

- Sifonamiento.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Presión capilar y succión.
9. La teoría de la consolidación.
- Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Otros ensayos de consolidación.
 - Otras teorías unidimensionales.
 - Consolidación radial.
10. Los ensayos *in situ*.
- Presentación de los ensayos in situ.
11. La instrumentación en geotecnia.
- Instrumentación.
 - Modelos reducidos.
12. La geotecnia de carreteras.
- Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Geotecnia de carreteras.
13. Cálculo de asientos.
- El método de las trayectorias de tensiones.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.
 - Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...).
 - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
 - Asientos admisibles.

A continuación se presentan los diferentes capítulos del libro agrupados en función de los temas que abordan cada uno, obteniéndose el siguiente esquema:

- Temas preliminares.
 1. Historia de la Mecánica del Suelo.
 2. Problemas planteados por el terreno en la construcción.
 3. Constitución y propiedades físicas del suelo.
 4. Parámetros que definen las propiedades físicas de los suelos.
 5. Identificación de la estructura de los suelos.
- Comportamiento mecánico de los suelos.
 6. La mecánica de medios continuos aplicada a los suelos.
 7. Ensayos de laboratorio para determinar la ley de comportamiento.
- El agua en el terreno.
 8. Hidráulica de los suelos.
- Consolidación.
 9. La teoría de la consolidación.
- Ingeniería geotécnica.
 10. Los ensayos *in situ*.
 11. La instrumentación en geotecnia.
 12. La geotecnia de carreteras.
 13. Cálculo de asientos.

El esquema presentado se puede sintetizar, como en la mayoría de los libros básicos de geotecnia y los dedicados a la docencia, en tres grandes bloques:

- Introducción o temas preliminares.
- Mecánica de suelos, correspondiente a los grupos anteriores: comportamiento mecánico de los suelos, el agua en el suelo y consolidación.
- Ingeniería geotécnica.

En este libro el primer bloque es mucho más extenso que en la mayoría de libros de características semejantes, como se anunciaba en el apartado anterior. En él, en primer lugar, se explica a través de dos capítulos, respectivamente, un resumen de la historia de la Mecánica del Suelo y las dificultades geotécnicas que caracterizaron una serie de obras singulares. A continuación, se dedica un capítulo a la clasificación de los suelos según su origen y a la composición química de los mismos. Por último se emplean dos capítulos a presentar las propiedades físicas de los suelos, como obtenerlas y los sistemas de clasificación de suelos en función de ellas. Desde el punto de vista de su orden este bloque es absolutamente correcto.

El segundo bloque, que recoge las explicaciones referentes al comportamiento mecánico del suelo, flujo de agua en el terreno y consolidación, presenta una innovadora ordenación como respuesta a la cuestión de dónde colocar la explicación del principio de tensiones efectivas. Esta cuestión surge porque, si como normalmente se hace, se explica la consolidación dentro de los capítulos dedicados al comportamiento mecánico del suelo, se hace necesario anteponer a ellos los temas dedicados al agua en el terreno, para que al llegar a los apartados de la consolidación esté explicada la ecuación de flujo. Pero si se coloca en primer lugar el capítulo de hidráulica subterránea y luego los de comportamiento mecánico del suelo, el principio de tensión efectivas, que parece propio de los segundos, debe explicarse en el primero, si se quiere que el lector sea consciente de toda la importancia del estudio del flujo y comprenda fácilmente el fenómeno del sifonamiento.

Frente esta cuestión, este libro, en primer lugar aborda en un capítulo el comportamiento tenso – deformacional del suelo y en él explica el principio de Terzaghi, como corresponde, luego dedica otro capítulo a explicar los ensayos de laboratorio para determinar las leyes de comportamiento frente rotura y a explicar estas, posteriormente introduce el capítulo de hidráulica de suelos, para por último con la ecuación de flujo explicada, desarrollar en un capítulo aparte la teoría de consolidación. De esta forma soluciona todos los problemas planteados anteriormente en relación con la explicación del principio de tensiones efectivas, pero separa la consolidación de los temas de comportamiento mecánico de suelos.

Se trata de una solución innovadora, y de ella es especialmente positivo el orden en sí, aunque tenga el aspecto negativo de la situación del tema de la consolidación, y el hecho de dedicar un capítulo exclusivamente a la consolidación, ya que con ello se consigue dar la generalidad que tiene este fenómeno, causante de los asentos diferidos en cimentaciones pero a la vez provocar acciones especiales sobre los pilotes.

Lo positivo de dedicar un capítulo exclusivamente a la consolidación se ve anulado por el hecho que la explicación del comportamiento tenso-deformacional en el caso unidimensional se explica en el propio capítulo de consolidación, en vez de en el de comportamiento mecánico del suelo, y posteriormente del desarrollo de la teoría de la consolidación unidimensional, lo que dificulta la comprensión de la ecuación constitutiva introducida en ella.

El tercer bloque trata los siguientes cuatro temas: ensayos *in situ*, instrumentación geotécnica, la geotecnia de carreteras y el cálculo de asentos. Los pocos temas tratados y su diversidad, hacen difícil analizar el orden dentro de este bloque.

5. Enfoque

Tal y como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil dada la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se han abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas y a la teoría de la consolidación, no a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales ya que no se aborda el tema en el libro. Definiendo el

Iglesias, C. (1997), *Mecánica del suelo*

enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *fenómeno – teoría – práctica*. Y en el caso de la consolidación *fenómeno – teoría*. Ambas explicaciones coinciden en la estructura inicial (*fenómeno – teoría*) y que en ambos casos se le da mucha importancia a la teoría, dedicándole unos desarrollos mucho más amplios que en el resto de libros comparables por sus objetivos similares.

En general el enfoque de este libro se caracteriza por perderse en los desarrollos matemáticos y otros más propios de mecánica de medios continuos o resistencia de materiales, y no hacer suficiente hincapié en aspectos más conceptuales, pero más importantes, de la mecánica de suelos. Por ejemplo se desarrolla el método de las diferencias finitas para la resolución de la ecuación de la consolidación en medios estratificados, con todas las expresiones matriciales, sumatorios e integrales requeridas, pero al desarrollar la teoría de la consolidación de Terzaghi se introduce la ecuación constitutiva que relaciona las tensiones efectivas y las variaciones de volumen sin haberse explicado previamente. Otro ejemplo de esta falta de concordancia es en el capítulo dedicado al flujo, en él se llega a solucionar analíticamente el movimiento rotatorio irrotacional o el flujo bajo una presa impermeable sobre un semiespacio poroso, pero apenas se explica como realizar una red de flujo manualmente.

Esto corrobora lo visto en el apartado de contenidos, en el que se anunciaba que el autor daba casi más importancia a conceptos de mecánica de medios continuos que a los temas dedicados a mecánica de suelos en el capítulo dedicado al comportamiento mecánico de los suelos.

6. Estructura

A continuación se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Historia de la Mecánica del Suelo.	21	7	2	0	0	0
2. Problemas planteados por el terreno en la construcción.	53	18	30	0	0	0
3. Constitución y propiedades físicas del suelo.	27	26	13	0	0	0
4. Parámetros que definen las propiedades físicas de los suelos.	8	6	2	0	0	0
5. Identificación de la estructura de los suelos.	22	23	14	0	0	0
6. La mecánica de medios continuos aplicada a los suelos.	54	55	46	0	0	0
7. Ensayos de laboratorio para determinar la ley de comportamiento.	30	29	21	0	0	0
8. Hidráulica de los suelos.	77	32	51	0	0	0
9. La teoría de la consolidación.	76	37	49	0	0	0
10. Los ensayos <i>in situ</i> .	73	22	27	0	0	0
11. La instrumentación en geotecnia.	30	26	14	0	0	0
12. La geotecnia de carreteras.	28	35	12	0	0	0
13. Cálculo de asientos.	70	27	48	0	0	0

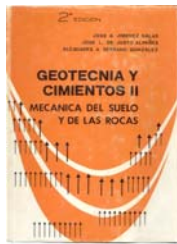
Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

Pero a simple vista surge un comentario, el nulo número de ejemplos o de ejercicios resueltos. Esto demuestra lo comentado en el apartado anterior, el enfoque teórico del texto.

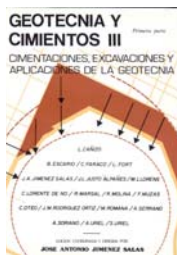
Jiménez, J.A. et al. (1971-80), *Geotecnia y cimientos*



Jiménez, J.A. y Justo, J.L. (1971), *Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas*. Editorial Rueda, Madrid.



Jiménez, J.A., Justo, J.L. y Serrano, A.A. (1974), *Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas*. Editorial Rueda, Madrid.



Jiménez, J.A. et al. (1980), *Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia*. Editorial Rueda, Madrid.

1. Introducción

En el presente capítulo se analizan conjuntamente, como si de una única obra se tratase, los tres libros cuyas referencias bibliográficas completas se muestran a continuación.

- Jiménez Salas, José Antonio; de Justo Alpañes, José Luis (1971). **Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas**. Ed. Rueda, Madrid.
- Jiménez Salas, José Antonio; de Justo Alpañes, José Luis; Serrano González, Alcibiades Ángel (1974). **Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas**. Ed. Rueda, Madrid.
- Jiménez Salas, José Antonio; del Cañizo Perate, Luis; Escairo Ubarri, Ventura; Faraco Muñoz, Carlos; Fort Lopez-Tello, Luis; de Justo Alpañes, José Luis; Llorens Alcón Manuel; Lorente de No, Carlos; Marsal Monzón, Ricardo; Molina Fernández, Rodrigo; Muzas Labad, Fernando; Oteo Mazo, Carlos; Rodríguez Ortiz, José María; Romana Ruiz, Manuel; Serrano González, Alcibiades Ángel; Soriano Peña, Antonio; Uriel Ortiz, Angel; Uriel Romero; Santiago (1980). **Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia**. Ed. Rueda, Madrid.

La decisión de realizar el análisis conjunto responde a la voluntad de sus autores, expresada a través del coordinador y director de la obra (José Antonio Jiménez Salas) en los prólogos de los tres libros, el que concretamente al conjunto de los tres libros se refiere como la obra *Geotecnia y Cimientos*.

La magnitud de esta obra se ve en los siguientes análisis pero a modo introductorio vasta mencionar sus más de 3700 páginas, donde se repasan en profundidad todos los fundamentos teóricos y las aplicaciones prácticas de la geotecnia.

Con este volumen es difícil creer las palabras de sus autores en el prólogo del primer libro, en el que justifican la coincidencia entre el título de la obra, *Geotecnia y Cimientos*, con el de una de las cátedras de la Escuela de Ingenieros Superiores de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, con el argumento que una de las finalidades de la obra es de proveer de un texto las explicaciones de dicha cátedra, presentando de esta manera la obra como texto de estudio para las carreras de ingeniero superior y arquitecto. La realidad

es que esta obra se aleja del dominio de los textos de utilidad docente y se acerca al de los manuales como se verá en los próximos análisis.

Es necesario destacar la importancia de esta obra en la comunidad de ingenieros civiles de España, para los que pese a su mayor o menor utilidad es el texto de referencia de la materia que trata, la geotecnia. Ello lo demuestra, como se puede ver en el capítulo de introducción de este anejo, que siempre este presente alguno de los volúmenes de esta obra en las bibliografías recomendadas de las asignaturas geotécnicas de las escuelas de ingeniería civil, tanto técnica como superior, en España.

Por último y antes de finalizar esta introducción al análisis de la más extensa obra de geotecnia escrita en España, es necesario destacar la importancia de su director y coordinador, José Antonio Jiménez Salas (1916-2000), cuya figura representa la consolidación de la geotecnia en España, y es por muchos considerado piedra angular de la geotecnia en España debido a su prolifera vida profesional dedicada a la transmisión y creación de conocimientos de esta materia.

2. Índice

Jiménez, J.A. y Justo, J.L (1971). **Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas.** Ed. Rueda, Madrid.

Capítulo 1. Suelo y roca. Geotecnia. Origen del suelo. Procesos de cementación.

- 1.1 El globo terrestre.
- 1.2 Suelo y roca. La Geotecnia.
- 1.3 Origen de los suelos. Erosión.
- 1.4 Erosión física.
 - 1.4.1 Los cambios de temperaturas. La insolación.
 - 1.4.2 El crecimiento de cristales.
 - 1.4.3 La actividad orgánica.
 - 1.4.4 Las tensiones de la corteza terrestre.
 - 1.4.5 La gravedad.
 - 1.4.6 Transporte y erosión.
- 1.5 Erosión química.
 - 1.5.1 Hidratación.
 - 1.5.2 Hidrólisis.
 - 1.5.3 Disolución.
 - 1.5.4 Oxidación.
- 1.6 El perfil del suelo.
- 1.7 Diaclasas.
- 1.8 Profundidad hasta la que puede llegar la erosión "in situ".
- 1.9 Tiempo necesario para la formación del suelo.
- 1.10 Procesos de cementación.

Capítulo 2. Granulometría de los suelos.

- 2.1 Clasificación de las partículas de los suelos por su tamaño.
- 2.2 Representación de los resultados del análisis granulométrico.
- 2.3 Clasificación de los métodos de análisis granulométrico. Sedimentación.
 - 2.3.1 Método de Robinson o de la pipeta.
 - 2.3.2 Método de Bouyoucos-Casagrande o del densímetro.
 - 2.3.3 Limitaciones de los métodos basados en la ley de Stokes.

2.3.4 La dispersión de las partículas.

- 2.4 Estudio de las curvas granulométricas. Diámetros característicos. Coeficiente de uniformidad.
- 2.5 Interpretación general de los resultados del análisis granulométrico.

Capítulo 3. Propiedades elementales: porosidad, índice de poros, peso específico, humedad, grado de saturación, índice de densidad, equivalente de arena.

- 3.1 Porosidad. Índice de poros.
- 3.2 Peso específico. Densidad.
- 3.3 Peso específico de las partículas de un suelo.
- 3.4 Peso específico de un suelo.
 - 3.4.1 Determinación del peso específico del suelo en el laboratorio.
 - 3.4.2 Determinación "in situ" del peso específico seco.
- 3.5 Peso específico de una roca. Cálculo de su porosidad.
- 3.6 Humedad. Grado de saturación.
- 3.7 Relaciones entre las diversas magnitudes definidas.
- 3.8 Métodos rápidos para la determinación de la humedad y el peso específico "in situ".
- 3.9 Métodos nucleares para la determinación de la humedad y la densidad "in situ".
 - 3.9.1 Determinación de la densidad de un suelo por medio de rayos gamma.
 - 3.9.2 Determinación de la humedad de un suelo por medio de neutrones de alta energía.
 - 3.9.3 Comparación entre los métodos nucleares y los convencionales.
- 3.10 Índice de densidad.
- 3.11 Equivalente de arena (E.A.).

Capítulo 4. Límites de Atterberg. Gráfico de Casagrande. Índice de fluidez. Propiedades físico-químicas de las arcillas. Actividad. Suceptibilidad y tixotropía.

- 4.1 Estados de consistencia de los suelos. Límites de Atterberg.
 - 4.1.1 Límite líquido.
 - 4.1.2 Límite plástico.
 - 4.1.3 Índice de plasticidad.
 - 4.1.4 Gráfico de plasticidad de Casagrande.
 - 4.1.5 Límite de retracción.
- 4.2 Índice de fluidez.
- 4.3 Minerales arcillosos.
- 4.4 Tipos de enlace.
- 4.5 Caolinita.
- 4.6 Haloyisita.
- 4.7 Grupo de la montmorillonita (esmectitas).
- 4.8 Vermiculita.
- 4.9 Illita.
- 4.10 Sepiolita y atapulgita.
- 4.11 Identificación de minerales arcillosos.
- 4.12 Iones de cambio.
- 4.13 Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
 - 4.13.1 La capa doble.
 - 4.13.2 Las fuerzas en los contactos.
 - 4.13.3 Acción conjunta de las fuerzas que actúan sobre las partículas de arcilla. Suspensiones. Estructura floculada y dispersa.
 - 4.13.4 Plasticidad de las arcillas y de otros minerales.
 - 4.13.5 Peso específico de las partículas arcillosas. Agua adsorbida.
 - 4.13.6 Densidad media del agua en las arcillas.
- 4.14 Actividad de las arcillas.
- 4.15 Suceptibilidad. Tixotropía.

Capítulo 5. El agua en el terreno.

Permeabilidad. Principio de presión efectiva. Tensión superficial.

- 5.1 Procedencia del agua en el terreno.
- 5.2 Situación del agua en el terreno. Nivel freático.
- 5.3 Movimiento de un fluido a través del suelo. Ley de Darcy.
- 5.4 Límites de validez de la ley de Darcy.
 - 5.4.1 Flujos laminar y turbulento. Importancia de las fuerzas de inercia.
 - 5.4.2 La ley de Darcy en suelos parcialmente saturados.
 - 5.4.3 Cumplimiento de la ley de Darcy en materiales arcillosos saturados.

5.4.5 Variación de la permeabilidad física al cambiar el fluido permanente.

5.4.6 Anisotropía respecto a la permeabilidad en suelos naturales.

- 5.5 Efecto de amasado sobre el coeficiente de permeabilidad de los suelos.
- 5.6 Determinación de la permeabilidad en el laboratorio. Permeámetros.
- 5.7 Estimación del coeficiente de permeabilidad de una arena saturada por medios indirectos.
- 5.8 Valores del coeficiente de permeabilidad.
- 5.9 Presión intergranular y presión neutra o intersticial. Presión efectiva. Ley de Terzaghi. Peso específico sumergido.
- 5.10 Sifonamiento. Fuerzas de filtración.
- 5.11 Tensión superficial.
- 5.12 Capilaridad. Ascensión del agua por tubos capilares.
- 5.13 Ascensión capilar del agua en los suelos.
- 5.14 Presión capilar en el suelo. Succión. pF.
- 5.15 Relación entre la presión de vapor y la curvatura del menisco.
- 5.16 Dispositivos experimentales para la medida de la succión en el laboratorio.
- 5.17 Variación de la succión con la humedad del suelo.
- 5.18 Electroósmosis.

Capítulo 6. Compresibilidad e hinchamiento de los suelos sin deformación lateral.

- 6.1 Compresibilidad de la arcilla.
- 6.2 El edómetro.
- 6.3 El ensayo edométrico. Muestras alteradas e inalteradas.
- 6.4 Representación de la curva edométrica. Curva edométrica de muestras de suelo amasadas con una humedad correspondiente al límite líquido.
- 6.5 Curvas edométricas de muestras inalteradas, y amasadas sin cambio de humedad. Presión de preconsolidación. Curva de compresión en el terreno. Arcillas normalmente consolidadas y sobreconsolidadas. Corrección de Schmertmann.
- 6.6 Determinación de la presión de preconsolidación a partir de la curva edométrica.
- 6.7 Procesos de sobreconsolidación.
- 6.8 Curva de compresión en el terreno en suelos sobreconsolidados, según Schmertmann.

- 6.9 Recomendaciones para obtener una buena curva de compresión en el terreno a partir de la curva edométrica.
- 6.10 Representación de la curva edométrica en función de la deformación unitaria.
- 6.11 Líneas de regresión que ligan los índices de compresión e hinchamiento con otras magnitudes.
- 6.11.1 Regla de Skempton.
- 6.11.2 Relación entre el índice de compresión y la humedad natural.
- 6.11.3 Recta de regresión entre c_c y ω_L para suelos españoles.
- 6.11.4 Línea de regresión entre c_c y ω para suelos españoles.
- 6.11.5 Estimación de c_s .
- 6.12 Módulo edométrico y módulo de deformación.
- 6.13 Teoría de la consolidación.
- 6.14 Teoría de Terzaghi-Fröhlich.
- 6.14.1 Ecuación diferencial de la consolidación unidimensional.
- 6.14.2 Ecuación diferencial de la consolidación primaria en forma adimensional.
- 6.14.3 Resolución de la ecuación diferencial de la consolidación unidimensional.
- 6.14.4 Grado de consolidación medio.
- 6.15 Teoría de la consolidación unidimensional de Davis y Raymond.
- 6.16 Teoría de la consolidación unidimensional cuando no se mantiene la hipótesis de pequeñas deformaciones.
- 6.17 Obtención del coeficiente de consolidación a partir de la curva deformación-tiempo. Ajuste de las curvas.
- 6.17.1 Método logarítmico de Casagrande.
- 6.17.2 Método de Taylor o de la raíz cuadrada en el tiempo.
- 6.18 Variación de c_v durante el proceso de carga. Influencia del amasado en c_v .
- 6.19 Valores de c_v .
- 6.20 Influencia de las piedras porosas en el valor de c_v obtenido a partir de ensayos de laboratorio.
- 6.21 Métodos rápidos para obtener la curva edométrica.
- 6.22 Consolidación secundaria.
- 6.23 Consolidación inicial.
- 6.24 Ensayos de consolidación con velocidad de deformación constante.
- 6.25 Ensayos de consolidación con gradiente controlado.
- 6.26 Arcillas expansivas.
- 6.27 Hinchamiento provocado por la presencia de sulfato sódico y de otras sales.
- 6.28 Hinchamiento provocado por la helada en climas templados.
- 6.29 Compresibilidad de los materiales granulares.
- Capítulo 7. Compactación de suelos. Deformación de suelos parcialmente saturados. Transferencia de humedad en suelos parcialmente saturados.
- 7.1 Compactación de suelos.
- 7.2 El ensayo Proctor.
- 7.3 El compactador manual de Harvard.
- 7.4 Otros métodos de compactación.
- 7.5 Estructura de los suelos compactados.
- 7.6 Colapso de los suelos.
- 7.7 Compresibilidad de los suelos parcialmente saturados.
- 7.8 Factores que influyen en la deformabilidad de un suelo compactado.
- 7.9 Compresibilidad sin drenaje en suelos parcialmente saturados.
- 7.10 Permeabilidad al agua y al aire en suelos parcialmente saturados.
- 7.11 Consolidación de los suelos parcialmente saturados.
- 7.12 Hinchamiento de los suelos parcialmente saturados.
- 7.13 El aparato de Lambe.
- 7.14 Relación entre el hinchamiento de un suelo y la succión.
- 7.15 Suelos cuasisaturados y suelos húmedos.
- 7.16 Fundamento del fenómeno de la compactación.
- 7.17 Transferencia de humedad en suelos parcialmente saturados.
- Capítulo 8. Resistencia y deformación.
- 8.1 Rozamiento entre cuerpos sólidos.
- 8.2 Criterio de rotura de Coulomb.
- 8.3 Tensiones en un punto. La envolvente de Mohr. El criterio de rotura de Mohr-Coulomb. El círculo de Mohr.
- 8.4 Convenio de signos. Estudio del círculo de Mohr.
- 8.5 Las tensiones octaédricas.
- 8.6 El tensor de deformaciones. El círculo de Mohr de deformaciones. Los incrementos de deformación.
- 8.7 Medida de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos y rocas en el laboratorio.
- 8.8 Ensayos de corte directo.

- 8.8.1 Ensayos con drenaje en el aparato de corte directo.
 - 8.8.2 Ensayos consolidado-sin drenaje y sin drenaje en el aparato de corte directo en suelos saturados.
 - 8.9 Aparatos de corte anular.
 - 8.10 Aparatos de corte simple.
 - 8.11 Aparatos triaxiales.
 - 8.12 El aparato triaxial común.
 - 8.13 Aplicación de la tensión desviadora en el ensayo triaxial.
 - 8.14 Medida de secciones de la probeta en el ensayo triaxial. Medida del cambio de volumen. Relación altura-diámetro.
 - 8.15 Condiciones de drenaje del ensayo triaxial.
 - 8.15.1 Ensayo con drenaje.
 - 8.15.2 Ensayos con consolidación previa y rotura sin drenaje en suelos saturados. Medida de presiones intersticiales.
 - 8.15.3 Ensayos triaxiales sin drenaje en suelos saturados.
 - 8.15.4 En ensayo de compresión simple.
 - 8.16 Ensayos con drenaje sin deformación lateral.
 - 8.17 Aparatos triaxiales para la aplicación de tres tensiones principales distintas.
 - 8.18 Trayectoria de tensiones.
 - 8.19 Ensayos de compresión y de extensión. Deformación axial durante la aplicación de la tensión desviadora.
 - 8.20 Tipos de rotura.
 - 8.21 Fricción en las placas.
 - 8.22 Ventajas e inconvenientes de los ensayos de tensión y deformación controlada.
 - 8.23 Influencia de la razón de cambio de volumen en el fenómeno de corte.
 - 8.23.1 Valores de ϕ_f .
 - 8.23.2 Relación entre los ángulos de rozamiento de pico en los distintos ensayos.
 - 8.23.3 Curvatura de la envolvente de Mohr.
 - 8.23.4 Comparación de los ensayos con drenaje y consolidados-sin drenaje en suelos y rocas saturados.
 - 8.24 Ángulo de rozamiento y cohesión verdaderos.
 - 8.25 Los coeficientes de presión intersticial.
 - 8.25.1 Valores de B.
 - 8.25.2 Valores de a. Coeficiente A.
 - 8.26 Influencia de las tensiones en las envolventes en presiones totales y efectivas.
 - 8.27 Criterios de rotura en suelos y otros materiales. Influencia de la tensión principal intermedia.
 - 8.28 Resistencia a la tracción con drenaje de los suelos y otros materiales.
 - 8.29 Relación entre los ejes principales de tensión y de incremento de deformación.
 - 8.30 Superficie de rotura.
 - 8.31 Influencia de la trayectoria de las tensiones en la resistencia al corte sin drenaje de una arcilla saturada cuando no hay cambio de humedad.
 - 8.32 Teorías tensión-deformación.
 - 8.32.1 Teoría de Cambridge.
 - 8.33 Comportamiento elástico de suelos y rocas.
 - 8.34 Anisotropía de los suelos y de las rocas.
 - 8.35 Comparación entre los ensayos de corte con drenaje en materiales granulares secos y saturados. Causas del rozamiento interno.
 - 8.36 Influencia del tiempo en la resistencia al corte de las arcillas.
 - 8.37 El principio de presión efectiva en sólidos porosos saturados.
 - 8.38 Influencia del tamaño de la muestra en la resistencia al corte.
 - 8.39 Parámetros efectivos en diversos suelos y rocas.
 - 8.40 Comportamiento de los suelos bajo esfuerzos dinámicos.
 - 8.41 Influencia de diversos factores físico-químicos en la resistencia al corte.
 - 8.42 Medida de la permeabilidad de un suelo en un aparato triaxial.
 - 8.43 La resistencia al corte sin drenaje de un suelo saturado.
- Capítulo 9. Suelos parcialmente saturados sometidos a esfuerzos cortantes.
- 9.1 El principio de presión efectiva respecto a la resistencia al esfuerzo cortante en suelos parcialmente saturados.
 - 9.2 Los coeficientes de presión intersticial en suelos parcialmente saturados.
 - 9.3 Ensayos de corte en suelos parcialmente saturados.
 - 9.3.1 Ensayos sin drenaje.
 - 9.3.2 Saturación con contrapresión.
 - 9.3.3 Medida de la presión del agua y la presión del aire en suelos parcialmente saturados durante el ensayo triaxial.
 - 9.3.4 Obtención del coeficiente χ .
 - 9.3.5 Influencia del grado de saturación en c' y ϕ' .

9.4 Influencia de las condiciones de compactación en la resistencia al corte y la humedad de un suelos cohesivo.

Capítulo 10. Tipos de suelos.

10.1 Clasificaciones.

10.2 Clasificaciones según la composición.

10.2.1 Grupos GW y SW.

10.2.2 Grupos GP y SP.

10.2.3 Grupos GM, SM, GC, y SC.

10.2.4 Casos intermedios.

10.2.5 Suelos turbosos. Determinación de la materia orgánica.

10.3 Clasificaciones genéticas.

Apéndice I. Series de tamices para análisis granulométricos.

Apéndice II. Propiedades físicas del agua destilada.

Apéndice III. Justificación teórica del método del densímetro.

Apéndice IV. Propiedades de algunos suelos nacionales y extranjeros.

Apéndice V. Piedras porosas.

Apéndice VI. Datos de hinchamiento de algunos suelos españoles.

Jiménez, J.A., Justo J.L. y Serrano, A.A. (1974). **Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas**. Ed. Rueda, Madrid.

Capítulo 1. Redes de filtración.

1.1 Aspectos geotécnicos del movimiento del agua en el terreno.

1.2 La ecuación de Laplace en la filtración.

1.2.1 Red de filtración plana.

1.2.2 Fundamentos de la solución analítica.

1.3 Propiedades de las redes de corriente.

1.4 Cálculo del caudal.

1.5 Empleo de modelos.

1.6 Dibujo de la red a mano alzada, por tanteos.

1.7 Zonas de diversa permeabilidad.

1.8 Métodos numéricos.

1.8.1 Comprobación de los potenciales.

1.9 La superficie libre. Puntos singulares. Influencia de la capilaridad.

1.10 Situación aproximada de la línea de saturación.

1.10.1 Dique trapezoidal. Casos de resolución analítica exacta.

1.11 Filtración en tres dimensiones.

1.11.1 Caso axilsimétrico.

1.12 Anisotropía.

1.12.1 Direcciones principales.

1.12.2 Elipsoide de permeabilidades.

1.12.3 Transformación de Samsiöe.

1.12.4 Alternancia de capas.

1.13 Hidráulica de los pozos.

1.13.1 El radio de influencia.

1.13.2 Caudal en función del rebajamiento. Caudal específico. Pozo no anegado. Zona de surgencia libre.

1.14 Ensayo de bombeo permanente. Fórmulas de Thiem.

1.15 Ensayo de bombeo en régimen transitorio.

1.15.1 Casos de alimentación y de cuenca cerrada.

1.15.2 Ensayos de recarga.

1.16 Pozo incompleto.

1.17 Grupos de pozos.

1.17.1 Procedimiento simplificado.

1.17.2 Casos complicados. Ecuación general de la superficie libre. Analogía eléctrica.

1.18 Ensayos en taladros.

1.18.1 Los ensayos Lefranc.

1.18.2 El ensayo Lefranc con carga variable.

1.18.3 Ensayos Lugeon.

1.18.4 Ensayos Schneebeli de permeabilidad al aire.

Capítulo 2. Ecuaciones constitutivas.

2.1 Conceptos mecánicos.

2.1.1 Principios fundamentales.

2.1.2 Ecuaciones de equilibrio interno.

2.1.3 Ecuaciones constitutivas.

2.1.4 Condiciones de contorno.

2.2 Elasticidad.

2.2.1 Elasticidad general.

2.3 Elasticidad lineal.

2.3.1 Potencial elástico.

2.3.2 Elasticidad isótropa y anisótropa.

2.4 Plasticidad.

2.4.1 Introducción.

2.4.2 Criterio de plasticidad.

2.4.3 Rigidización.

2.4.4 Ley de fluencia.

2.5 Viscosidad.

2.5.1 Fluidos.

2.5.2 Viscoelasticidad.

Capítulo 3. El sólido elástico.

3.1 Introducción.

- 3.1.1 Modelos teóricos.
 - 3.1.2 Modelos elásticos.
 - 3.1.3 Asientos.
 - 3.2 El espacio elástico homogéneo e isótropo.
 - 3.2.1 Introducción.
 - 3.2.2 Carga concentrada puntual.
 - 3.2.3 Carga puntual aplicada en el interior de un espacio elástico infinito.
 - 3.2.4 Carga puntual aplicada sobre la superficie de un semiespacio elástico infinito (semiespacio de Boussinesq).
 - 3.2.5 Carga puntual en el interior de un semiespacio elástico infinito.
 - 3.3 Carga lineal.
 - 3.3.1 Carga lineal en el espacio elástico infinito.
 - 3.3.2 Carga lineal aplicada sobre la superficie de un semiespacio elástico infinito.
 - 3.3.3 Carga lineal aplicada en el interior de un semiespacio elástico infinito.
 - 3.4 Cargas repartidas.
 - 3.4.1 Cargas rígidas y flexibles.
 - 3.4.2 Carga en faja infinita distribuida uniformemente.
 - 3.4.3 Carga en faja infinita distribuida triangularmente.
 - 3.4.4 Otros casos de carga en superficie.
 - 3.4.5 Carga circular.
 - 3.4.6 Carga rectangular.
 - 3.4.7 Métodos generales de cálculo de tensiones.
 - 3.5 Semiespacio con anisotropía transversal.
 - 3.5.1 Definición y propiedades.
 - 3.5.2 Carga aislada vertical en la superficie del semiespacio.
 - 3.5.3 Otros casos de carga.
 - 3.6 Capa elástica homogénea sobre base rígida.
 - 3.6.1 Introducción.
 - 3.6.2 Carga aislada puntual.
 - 3.6.3 Carga lineal.
 - 3.6.4 Carga en faja.
 - 3.6.5 Carga circular.
 - 3.6.6 Carga rectangular.
 - 3.6.7 Superficie de carga general.
 - 3.7 Semiespacio elástico heterogéneo.
 - 3.7.1 Modelos con heterogeneidad lineal.
 - 3.8 Modelos de Fröhlich.
 - 3.9 Sistemas de varias capas deformables.
 - 3.10 Efecto de una capa dura en la superficie del terreno sobre los asientos.
 - 3.11 Carga rígida sobre semiespacio elástico homogéneo.
 - 3.11.1 Introducción.
 - 3.11.2 Cimentaciones de rigidez infinita sobre el semiespacio de Boussinesq.
 - 3.11.3 Cimentaciones de rigidez no infinita.
- Capítulo 4. El sólido plástico.
- 4.1 Introducción.
 - 4.1.1 Evolución del proceso de plastificación.
 - 4.1.2 El cálculo de la solución plástica.
 - 4.1.3 Macizos bidimensionales.
 - 4.2 Análisis del estado límite.
 - 4.2.1 Teoremas del estado límite. Soluciones incompletas.
 - 4.2.2 Aplicaciones de los teoremas límite.
 - 4.3 Método de las características. Campo de tensiones.
 - 4.3.1 Sistemas hiperbólicos.
 - 4.3.2 Aplicación a materiales tipo Mohr-Coulomb.
 - 4.3.3 Método de Sokolovski.
 - 4.3.4 Métodos de las características. Medios de Mohr-Coulomb sin peso.
 - 4.3.5 Propiedades generales de las líneas características.
 - 4.3.6 Validez del método de las características.
 - 4.3.7 Método gráfico de Josselin de Jong para medios coulombianos.
 - 4.4 Método de las características. Campo de velocidades.
 - 4.4.1 Definiciones.
 - 4.4.2 Hiperbolicidad del campo de velocidades.
 - 4.4.3 Campos de velocidad derivados de la regla de la normalidad.
 - 4.4.4 Campos simples.
 - 4.5 Método de los campos asociados.
 - 4.5.1 Introducción.
 - 4.5.2 El desarrollo del método de los campos asociados.
 - 4.5.3 Aplicación al caso de un muro en empuje pasivo girando alrededor de su pie.
 - 4.5.4 Discusión de la hiperbolicidad en medios rigidizables.
 - 4.6 Estado de Rankine.
 - 4.6.1 Definición del estado de Rankine.
 - 4.6.2 Estado de Rankine en un medio coulombiano incoherente.
 - 4.6.3 Estado de Rankine en un medio coulombiano coherente.
 - 4.7 La teoría de Cambridge.
 - 4.7.1 Distribución aproximada de tensiones totales bajo una carga en

faja definida en un material puramente cohesivo elastoplástico.

Capítulo 5. Ensayos in situ.

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Ensayo de molinete.
- 5.3 Ensayos de corte in situ.
- 5.4 Ensayos de placa de carga.
- 5.5 Determinación de las tensiones propias del terreno.
 - 5.5.1 Método de relajación.
 - 5.5.2 Otros métodos.
 - 5.5.3 Medida de las tensiones propias en suelos.
- 5.6 Penetrómetros estáticos.
 - 5.6.1 Correlaciones empíricas de los resultados.
 - 5.6.2 Teorías sobre la resistencia a la penetración de la punta.
- 5.7 Penetrómetros dinámicos.
 - 5.7.1 El S.P.T. (*Standard Penetration Test*).
 - 5.7.2 Interpretación de los resultados de penetración dinámica.
- 5.8 Dilatómetros.
 - 5.8.1 Dilatómetro para roca.
 - 5.8.2 Interpretación de los resultados.
- 5.9 Penetrómetros mixtos y otros aparatos especiales.

Capítulo 6. Consolidación de las masas del suelo.

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Incremento de presión intersticial producidos en un suelo sometido a una carga sin drenaje.
- 6.3 Consolidación unidimensional para distintos pasos de distribución de la presión intersticial inicial.
- 6.4 Carga variable con el tiempo.
- 6.5 Consolidación unidimensional cuando el suelo no es homogéneo.
- 6.6 Consolidación unidimensional de una capa de arcilla cuyo espesor aumenta con el tiempo.
- 6.7 Drenes de arenas verticales.
- 6.8 Consolidación tridimensional.
- 6.9 Métodos numéricos.
- 6.10 Determinación del coeficiente de consolidación.

Capítulo 7. Coeficiente de seguridad. Estabilidad a corto y a largo plazo.

- 7.1 El coeficiente de seguridad en Geotecnia.
- 7.2 Estabilidad a corto y a largo plazo.

- 7.3 Método de las presiones efectivas y de las presiones totales. Importancia de las deformaciones.
- 7.4 Rotura progresiva.
- 7.5 Estabilidad de obras construidas sobre arcillas blandas y medias.
- 7.6 Estabilidad de desmontes y taludes naturales sobre arcillas blandas y medias.
- 7.7 Estabilidad a corto plazo en arcillas blandas y medias.
- 7.8 Arcillas sobreconsolidadas, lutitas y rocas.
- 7.9 Estabilidad de obras construidas de arcillas firmes y duras.
- 7.10 Estabilidad a corto plazo en desmontes, en arcillas sobreconsolidadas fisuradas.
- 7.11 Estabilidad a corto plazo en desmontes, taludes naturales y muros de contención sin anclar en arcillas sobreconsolidadas, lutitas y rocas.

Capítulo 8. Fenómenos de inestabilidad de taludes.

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Desprendimientos.
- 8.3 Corrimientos.
- 8.4 Deslizamientos.
 - 8.4.1 Deslizamiento plano.
 - 8.4.2 Deslizamientos a través de superficies curvas o quebradas.
 - 8.4.3 Deslizamiento hacia aguas arriba en presas con núcleo inclinado de arcilla y espaldones permeables.
- 8.5 Flujo de arcilla.
- 8.6 Corrimientos provocados por la licuefacción.
- 8.7 Reptación.
- 8.8 Deslizamientos en embalses.
- 8.9 Taludes normalizados.
- 8.10 Taludes en materiales granulares.
- 8.11 Taludes en roca sana y dura no estratificada.
- 8.12 Los desmontes en roca estratificada o con direcciones preferentes de diaclasas.
- 8.13 Taludes de diques en canales.
- 8.14 Protección contra los desprendimientos.
- 8.15 Protección de taludes.
- 8.16 Corrección de corrientes.

Capítulo 9. Cálculos de estabilidad al deslizamiento.

- 9.1 Introducción.
- 9.2 Métodos de cálculo de estabilidad de taludes.
- 9.3 Deslizamiento paralelo al talud.
- 9.4 Deslizamiento plano en taludes finitos.

- 9.5 Deslizamiento a través de círculos en taludes finitos, en terrenos dotados sólo de cohesión.
- 9.6 Taludes finitos en terrenos con rozamiento interno.
- 9.6.1 Método de la espiral logarítmica.
- 9.6.2 Método del círculo de rozamiento. Ábaco de Taylor para suelos con rozamiento interno.
- 9.6.3 Método de Bishop.
- 9.7 Superficies de deslizamiento de formas cualquiera. Método de Morgenstern y Price.
- 9.8 Taludes parcialmente sumergidos.
- 9.9 Estabilidad a corto plazo de un talud en arcilla normalmente consolidada.
- 9.10 Tracción en un talud. Grietas de tracción.
- 9.11 Taludes en roca.
- 9.12.1 Representación de las litoclasas. Estudio de su distribución.
- 9.12.2 Condición necesaria para la inestabilidad de una cuña de roca.
- 9.12.3 Comprobación de la estabilidad de una cuña de roca.
- 9.12.4 Estudio estadístico de la inestabilidad posible.
- Capítulo 10. Empuje de tierras sobre estructuras rígidas.
- 10.1 Introducción.
- 10.2 Influencia de las deformaciones de una estructura de contención rígida sobre los empujes.
- 10.3 Rozamiento entre tierras y muro.
- 10.4 Empuje en reposos. Estructuras de contención sometidas a desplazamientos pequeños.
- 10.5 Empujes producidos por sobrecargas concentradas sobre estructuras de contención sometidas a desplazamientos pequeños.
- 10.6 Empuje activo sobre suelos sin cohesión.
- 10.6.1 Teoría de Coulomb para el cálculo del empuje activo en suelos con cohesión.
- 10.6.2 Método de Culman.
- 10.6.3 Empuje activo de Coulomb en el caso de trasdós plano y superficie libre plana exenta de sobrecarga.
- 10.6.4 Distribución de empuje.
- 10.6.5 Método gráfico de Poncelet para hallar el plano de deslizamiento.
- 10.6.6 Trasdós quebrado.
- 10.6.7 Trasdós curvo.
- 10.6.8 Sobrecargas.
- 10.6.9 Empuje sobre muros en L y muros con estabilizador.
- 10.6.10 Muros paralelos.
- 10.6.11 Método de la espiral logarítmica.
- 10.6.12 Comparación entre diversos métodos de cálculo del empuje activo.
- 10.7 El empuje activo de suelos cohesivos.
- 10.8 Empuje pasivo sobre suelos sin cohesión.
- 10.9 Ábacos para el cálculo del empuje pasivo.
- 10.10 Métodos de la espiral logarítmica para el cálculo del empuje pasivo.
- 10.11 Empuje pasivo tridimensional.
- 10.12 Terreno estratificado.
- 10.13 Método semiempírico de Terzaghi y Peck para el cálculo del empuje activo.
- 10.13.1 Campo de aplicación.
- 10.13.2 Clasificación de los terrenos.
- 10.13.3 Empleo de los ábacos.
- Capítulo 11. Empuje de tierras sobre estructuras flexibles.
- 11.1 Empujes sobre entibaciones.
- 11.2 Pantallas en voladizo.
- 11.3 Tablestacados anclados en materiales granulares.
- 11.4 Tablestacados anclados en arcilla.
- 11.4.1 Estabilidad a corto plazo de tablestacados anclados en arcilla saturada.
- 11.4.2 Estabilidad a largo plazo de tablestacados anclados en arcilla saturada.
- Capítulo 12. Estructuras de contención.
- 12.1 Introducción.
- 12.2 Muros de gravedad.
- 12.2.1 Muros de semigravedad.
- 12.3 Muros con contrafuertes en el intradós.
- 12.4 Muros en L.
- 12.5 Muros con contrafuertes en el trasdós.
- 12.6 Plataformas estabilizadoras. Muros de bóvedas horizontales.
- 12.7 Muros-jaula.
- 12.8 Muros arriostrados y anclados.
- 12.9 La tierra armada.
- 12.10 Relleno del muro.
- 12.11 Drenaje.
- 12.12 Efecto de la helada.
- 12.13 Eliminación de las presiones de filtración.
- 12.14 Comprobación de un muro.
- 12.14.1 Tipo de empuje a considerar.
- 12.14.2 Peso del muro y sobrecarga sobre el mismo.

- 12.14.3 Empuje pasivo de las tierras al pie del muro. Reducción parabólica.
 - 12.14.4 Relación en la base del muro. Subpresión.
 - 12.14.5 Lista de las comprobaciones a efectuar.
 - 12.14.6 Coeficiente de seguridad al vuelco.
 - 12.14.7 Coeficiente de seguridad al deslizamiento por la base del muro.
 - 12.14.8 Comprobación de paso de la resultante por el núcleo central.
 - 12.14.9 Coeficiente de seguridad respecto a la fluencia del terreno.
 - 12.14.10 Estabilidad general del conjunto.
 - 12.14.11 Resistencia estructural
 - 12.14.12 Datos previos para el proyecto.
 - 12.15 Dimensionamiento de muros de hormigón armado.
 - 12.15.1 Esfuerzos a tener en cuenta para el cálculo estructural.
 - 12.15.2 Dimensionamiento de un muro en L por el método de Hairsine.
- Capítulo 13. Carga de hundimiento en cimentaciones superficiales.
- 13.1 El hundimiento de las cimentaciones.
 - 13.2 Expresión de la carga de hundimiento bajo carga vertical y centrada en cimentación en faja.
 - 13.3 Coeficientes de forma.
 - 13.4 Algunos casos especiales de cimentación sobre suelos arcillosos saturados.
 - 13.5 Influencia de una capa rígida situada a escasa profundidad.
 - 13.6 Terreno compuesto de dos capas diferentes.
 - 13.7 Influencia del nivel freático.
 - 13.8 Cimentaciones bajo carga excéntrica.
 - 13.9 Influencia de la resistencia del terreno situado por encima del plano de cimentación.
 - 13.10 Carga inclinada.
 - 13.11 Base inclinada.
 - 13.12 Cimentación situada sobre un talud.
 - 13.13 Cimentación situada en la coronación de un talud.
 - 13.14 Fórmula general de Brinch Hansen.
 - 13.15 Cimentación en roca.
 - 13.15.1 Carga admisible, a partir de las teorías de rotura frágil.
- Capítulo 14. El asiento de las cimentaciones superficiales.
- 14.1 Introducción.
 - 14.2 Asiento de cimentaciones superficiales sobre arcillas.
 - 14.3 Método edométrico.
 - 14.4 Método de Skempton-Bjerrum.
 - 14.4.1 Asiento inmediato.
 - 14.4.2 Asientos de consolidación.
 - 14.4.3 Asiento final.
 - 14.5 El método de la trayectoria de tensiones.
 - 14.6 Método elástico.
 - 14.7 Método de Cambridge.
 - 14.8 Cimentaciones flotantes.
 - 14.9 Presión de preconsolidación. Línea de límite elástico.
 - 14.10 Consolidación secundaria. Asiento de reptación.
 - 14.11 Precompresión del terreno.
 - 14.12 Asientos en arcillas parcialmente saturadas.
 - 14.13 Cálculo de asientos en arcillas a partir de ensayos in situ.
 - 14.14 Asientos diferenciales.
 - 14.15 Asientos de las arenas.
 - 14.16 Cálculo de asientos en arena a partir del ensayo de placa de carga.
 - 14.17 Cálculo de asientos en arena a partir del ensayo de penetración normal.
 - 14.18 Cálculo de asientos en arena a partir del ensayo del cono holandés.
 - 14.19 Precompresión de las arenas.
- Capítulo 15. Carga de hundimiento y asiento de pilotes.
- 15.1 La cimentación por pilotaje.
 - 15.1.1 El pilotaje de madera.
 - 15.1.2 El pilotaje de hormigón.
 - 15.1.3 El pilote metálico.
 - 15.1.4 Pilotes mixtos y compuestos.
 - 15.2 La resistencia del pilote aislado.
 - 15.2.1 Resistencia estructural.
 - 15.2.2 Carga de hundimiento.
 - 15.2.3 Determinación de la resistencia por la punta.
 - 15.2.4 Resistencia por el fuste en terrenos granulares.
 - 15.2.5 Resistencia por el fuste en suelos cohesivos. Movilización de la misma, en relación con la de la resistencia por la punta.
 - 15.3 Teoría del pilote aislado como inclusión en el semiespacio elástico.
 - 15.3.1 Caso de adhesión perfecta.
 - 15.3.2 Caso de adhesión limitada.
 - 15.4 Resultados experimentales. Pruebas de carga y su interpretación.

Jiménez, J.A. et al. (1971-80), *Geotecnia y cimientos*

- 15.4.1 Interacción pilote-terreno.
Tensiones cautivas.
 - 15.4.2 Cálculo numérico de los asientos de un pilote.
 - 15.4.3 Procedimiento de Vésic para el cálculo del asiento de un pilote.
 - 15.4.4 Pruebas de carga.
 - 15.4.5 Interpretación de las pruebas de carga.
- Capítulo 16. Reconocimiento del terreno.
- 16.1 Documentación.
 - 16.2 Reconocimiento superficial.
 - 16.3 Reconocimiento del terreno en su interior.
 - 16.4 Métodos que permiten la visión del terreno in situ.
 - 16.5 Sondeos con toma de muestras alteradas.
 - 16.6 Sondeos con toma de muestras inalteradas.
 - 16.6.1 Perturbación de las muestras.
 - 16.6.2 Tomamuestras abiertos.
 - 16.6.3 Tomamuestras de pistón fijo.
 - 16.6.4 Transporte y almacenamiento de las muestras.
 - 16.7 Sondeos a rotación.
 - 16.7.1 Sondeos con barrena.
 - 16.7.2 Sondeos a rotación con corona.
 - 16.8 Toma de muestras en suelos incoherentes por debajo del nivel freático.
 - 16.9 Métodos geofísicos.
 - 16.9.1 Métodos eléctricos.
 - 16.9.2 Métodos sísmicos.
- Capítulo 17. Instrumentación.
- 17.1 Introducción.
 - 17.2 Medida de desplazamientos.
 - 17.2.1 Medidas de desplazamientos verticales.
 - 17.2.2 Medidas de desplazamientos horizontales o inclinados.
 - 17.3 Medida de presiones intersticiales.
 - 17.4 Respuesta de un piezómetro.
 - 17.5 Piezómetros abiertos.
 - 17.6 Piezómetros cerrados.
 - 17.7 Piezómetros cerrados hidráulicos.
 - 17.7.1 Desaireación.
 - 17.7.2 Tubos.
 - 17.7.3 Colocación de las puntas en el terreno.
 - 17.7.4 Piezómetros hidráulicos cerrados en roca.
 - 17.8 Ensayos de permeabilidad bajo carga constante.
 - 17.9 Piezómetros en diafragma.
 - 17.9.1 Piezómetros eléctricos.
 - 17.9.2 Piezómetros de fluido.
 - 17.10 Comparación de diversos tipos de piezómetro.
 - 17.11 Medida de succiones elevadas.
 - 17.12 Medida de la carga soportada por codales o tirantes.
 - 17.13 Medida de presiones.
- Apéndice I. Tablas para el cálculo de tensiones y deformaciones.
- Apéndice II. Monogramas Newmark para el cálculo de asientos.
- Apéndice III. Método tentativo de ensayo de penetración y toma de muestras de suelo con tubo testigo hendido longitudinalmente. A.S.T.M. 1586-64 T.
- Apéndice IV. Gráficos de espirales logarítmicas.

Jiménez, J.A. et al. (1980). **Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia.** Ed. Rueda, Madrid.

- Capítulo 1. Cimentaciones superficiales.
- 1.1 Vigas flotantes.
 - 1.1.1 Introducción.
 - 1.1.2 Método del coeficiente de balasto.
 - 1.1.3 Estimación del coeficiente de balasto.
 - 1.1.4 Determinación de las ecuaciones diferenciales.
 - 1.1.5 Resolución de algunos casos particulares de vigas infinitas y semiinfinitas.
 - 1.1.6 Vigas de longitud finita.
 - 1.1.7 Viga continua sobre apoyos elásticos.
 - 1.2 Zapatas.
 - 1.2.1 Introducción.
 - 1.2.2 Disposiciones constructivas.
 - 1.2.3 Precauciones durante la construcción.
 - 1.2.4 Planteamiento general del problema del cálculo estructural.
 - 1.2.5 Comprobaciones estructurales.
 - 1.3 Losas.
 - 1.3.1 Introducción.
 - 1.3.2 Asiento de cimentaciones sobre losas.

- 1.3.3 Levantamiento del fondo de la excavación durante la ejecución de la cimentación.
 - 1.3.4 Proyecto de cimentaciones sobre losas.
 - 1.3.5 Comprobaciones estructurales.
- Capítulo 2. Cimentaciones semiprofundas.
- 2.1 Cimentaciones por pozos.
 - 2.1.1 Generalidades.
 - 2.1.2 Tipos de pozos.
 - 2.1.3 Cálculo de pozos o pilares de fundación.
 - 2.2 Cimentación con cajones indios y de aire comprimido.
 - 2.2.1 Cimentaciones con cajones indios.
 - 2.2.2 Cajones de aire comprimido.
- Capítulo 3. Pilotajes.
- 3.1 Proyecto y construcción.
 - 3.1.1 Proyectos y construcción de pilotajes.
 - 3.1.2 Normas y reglamentos.
 - 3.1.3 Procedimientos constructivos especiales.
 - 3.1.4 Criterios para la selección del tipo de pilotes.
 - 3.2 La hincada dinámica de pilotes.
 - 3.2.1 El equipo de hincada.
 - 3.3 Grupos de pilotes verticales.
 - 3.3.1 Introducción.
 - 3.3.2 Influencia del proceso constructivo.
 - 3.3.3 Métodos empíricos de estimación del efecto de grupo.
 - 3.3.4 Análisis teóricos.
 - 3.3.5 Efecto de grupo en arcillas.
 - 3.3.6 Efecto de grupo en arenas.
 - 3.3.7 Recapitulación.
 - 3.3.8 Grupos de pilotes de distintas direcciones.
 - 3.3.9 Planteamiento del problema elástico.
 - 3.3.10 Construcción de la matriz de rigidez del pilotaje.
 - 3.3.11 Solución del problema elástico.
 - 3.3.12 Centro elástico y ejes principales.
 - 3.3.13 El caso especial de pilotajes planos.
 - 3.4 Interacción pilotes-terreno: Acciones laterales exteriores.
 - 3.4.1 Problemática.
 - 3.4.2 Métodos de cálculo en servicio.
 - 3.4.3 Método práctico de cálculo en servicio.
 - 3.4.4 Situación de rotura.
 - 3.4.5 Métodos mixtos.
 - 3.4.6 Esfuerzos alternativos y dinámicos.
- 3.5 Interacción pilotes-terreno: Acciones internas.
 - 3.5.1 Acciones internas.
 - 3.5.2 Rozamiento negativo. Morfología y magnitud.
 - 3.5.3 Métodos de estimación global y reducción del rozamiento negativo.
 - 3.5.4 Métodos de estimación de esfuerzos máximos inducidos por empujes laterales.
 - 3.5.5 Influencia de la deformabilidad en la estimación de empujes laterales.
 - 3.5.6 Empujes horizontales debidos a fenómenos de inestabilidad.
 - 3.5.7 Problemas de inestabilidad estructural.
- Capítulo 4. Mejora del terreno de cimentación.
- 4.1 Precarga.
 - 4.1.1 Introducción.
 - 4.1.2 Control del asiento de consolidación primaria.
 - 4.1.3 Control del asiento de consolidación secundaria.
 - 4.1.4 Precarga con drenes verticales.
 - 4.1.5 Proyecto de precarga con drenes verticales.
 - 4.1.6 Tipos de drenes verticales.
 - 4.1.7 Control durante la construcción.
 - 4.1.8 Conclusiones.
 - 4.2 Procedimientos de mejora y consolidación del terreno.
 - 4.2.1 Introducción.
 - 4.2.2 Vibroflotación.
 - 4.2.3 Terra-probe.
 - 4.2.4 Consolidación dinámica.
 - 4.2.5 Compactación por explosiones.
 - 4.2.6 Pilotes de compactación.
- Capítulo 5. Cimentaciones en terrenos expansivos o colapsables.
- 5.1 Introducción.
 - 5.2 Problema general de la cimentación sobre arcillas expansivas.
 - 5.3 Clasificación de las soluciones constructivas.
 - 5.4 Metodología de proyecto.
 - 5.5 El proyecto de la cimentación. La solución palafito.
 - 5.6 La cimentación flotante.
 - 5.7 La estabilización de arcillas expansivas. La inundación. La sustitución.
 - 5.8 Los suelos colapsables.
- Capítulo 6. Casos especiales de cimentación.

- 6.1 Cimentación de torres y edificios de gran altura.
 - 6.1.1 Introducción.
 - 6.1.2 Tipos de cimentaciones para edificios de gran altura.
 - 6.1.3 Problemas especiales de las cimentaciones de los edificios altos.
 - 6.1.4 Cimentaciones de torres de gran altura.
 - 6.2 Cimentación de puentes o estribos.
 - 6.2.1 Introducción.
 - 6.2.2 Tipos de cimentaciones.
 - 6.2.3 Estribo de puentes.
 - 6.2.4 Impacto de buques.
 - 6.2.5 Socavación.
 - 6.3 Cimentación de tanques.
 - 6.3.1 Generalidades.
 - 6.3.2 Tipos de cimentaciones.
 - 6.3.3 Cálculo de las cargas de hundimiento para cimentaciones de tanques flexibles.
 - 6.3.4 Cálculo de asientos.
 - 6.3.5 Diseño del anillo perimetral.
- Capítulo 7. Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.
- 7.1 Cimentación de máquinas.
 - 7.1.1 Introducción.
 - 7.1.2 Vibraciones de modelos discretos de 1 y 2 grados de libertad.
 - 7.1.3 Determinación de constantes para modelos discretos.
 - 7.1.4 Estudio de algunos casos particulares.
 - 7.1.5 Resumen del estado actual de conocimientos.
 - 7.2 Nociones generales sobre sismicidad.
 - 7.2.1 Magnitud.
 - 7.2.2 Intensidad.
 - 7.2.3 Atenuación.
 - 7.2.4 Sismicidad mundial y española.
 - 7.2.5 Análisis del riesgo sísmico.
 - 7.2.6 Espectro de respuesta.
 - 7.3 Propiedades dinámicas de los suelos.
 - 7.3.1 Rigidez dinámica.
 - 7.3.2 Amortiguamiento.
 - 7.3.3 Licuefacción y movilidad cíclica.
 - 7.4 Ensayos de campo y laboratorio.
 - 7.4.1 Ensayos de campo.
 - 7.4.2 Ensayos de columna de resonancia.
 - 7.4.3 Ensayos de torsión cíclica.
 - 7.4.4 Ensayo triaxial cíclico.
 - 7.4.5 Corte simple cíclico.
 - 7.4.6 Ensayos de mesa vibrante.
 - 7.5 Modelos matemáticos de comportamiento dinámico.
 - 7.5.1 El modelo lineal viscoso equivalente.
 - 7.5.2 Modelos matemáticos de la licuefacción.
 - 7.6 Análisis de la respuesta del suelo.
 - 7.6.1 Fenómenos de amplificación.
 - 7.6.2 Interacción suelo-estructura.
 - 7.6.3 El análisis modal.
 - 7.6.4 La integración directa.
 - 7.6.5 Solución en el dominio de frecuencias.
 - 7.6.6 Ejemplos de interacción.
 - 7.7 Análisis del potencial de licuefacción.
 - 7.7.1 Métodos empíricos basados en el S.P.T.
 - 7.7.2 Método del número de ciclos equivalente.
 - 7.7.3 Método del daño acumulado.
 - 7.7.4 Métodos numéricos.
 - 7.8 Análisis de la estabilidad de obras de tierra.
 - 7.8.1 Experiencia pasada.
 - 7.8.2 Método estático equivalente.
 - 7.8.3 Cálculo dinámico.
 - 7.8.4 Método simplificado.
- Capítulo 8. Patología de las cimentaciones.
- 8.1 Efecto de la construcción de cimentaciones sobre las estructuras vecinas.
 - 8.1.1 Introducción.
 - 8.1.2 La construcción de pilotes y tablestacados.
 - 8.1.3 El drenaje de excavaciones.
 - 8.1.4 Movimientos producidos por la excavación.
 - 8.2 Fenómenos de subsidencia. Cimentaciones en las zonas afectadas.
 - 8.2.1 Fenomenología.
 - 8.2.2 Métodos semiempíricos de estimación de movimientos.
 - 8.2.3 Estimación por métodos numéricos.
 - 8.2.4 Repercusión en edificios próximos.
 - 8.3 Recalces.
 - 8.3.1 Introducción.
 - 8.3.2 Refuerzo y apoyo provisional de la estructura existente.
 - 8.3.3 Transferencia de cargas de la cimentación primitiva al apoyo provisional.
 - 8.3.4 Construcción de las nuevas cimentaciones.
 - 8.3.5 Transferencia de las cargas a la nueva cimentación.
 - 8.3.6 Procedimientos especiales de recalce.
 - 8.3.7 Recalces por medio de inyecciones.

- 8.3.8 Micropilotes.
 - 8.3.9 Empleo de pretensado en recalces.
 - 8.3.10 Pilotes de control.
- Capítulo 9. Excavaciones en roca. Voladura.
- 9.1 Mecanismo de explosión.
 - 9.2 Formación de cráteres.
 - 9.3 Transmisión de la onda de choque.
 - 9.4 Resumen de reglas de diseño de voladuras.
 - 9.5 Daños causados por voladuras.
 - 9.6 Efectos de la detonación.
 - 9.7 Proyección de rocas.
 - 9.8 Daños en edificaciones próximas a causa de las vibraciones.
 - 9.9 Sensibilidad del hombre a las vibraciones.
 - 9.10 Daños en la roca remanente.
- Capítulo 10. Tablestacas y entibaciones.
- 10.1 Tablestacas. Materiales. Otras aplicaciones.
 - 10.2 Tablestacas de madera.
 - 10.3 Tablestacas de hormigón armado.
 - 10.4 Tablestacas metálicas.
 - 10.5 Cálculo de pantallas de tablestacas.
 - 10.6 Entibaciones. Introducción.
 - 10.7 Sistemas de entibación.
 - 10.8 Empuje sobre las entibaciones.
 - 10.9 Rotura del fondo.
- Capítulo 11. Ataguías celulares.
- 11.1 Introducción.
 - 11.2 Tipología.
 - 11.3 Elementos estructurales.
 - 11.4 Diseño.
 - 11.5 Permeabilidad y drenaje.
 - 11.6 Ejecución.
- Capítulo 12. Pantallas de hormigón.
- 12.1 Introducción.
 - 12.2 Ejecución de pantallas.
 - 12.3 Excavación del recinto.
 - 12.4 Proyecto y ejecución de obras de pantalla.
- Capítulo 13. Anclajes.
- 13.1 Introducción.
 - 13.2 Características de los anclajes.
 - 13.3 Capacidad resistente.
 - 13.4 Proyecto y ejecución de sistemas anclados.
- Capítulo 14. Agotamientos. Rebajamientos de nivel freático. Electroósmosis.
- 14.1 Agotamiento.
 - 14.2 Cálculo de la seguridad frente al sifonamiento.
 - 14.3 Procedimiento de rebajamiento del nivel freático.
 - 14.4 Pozos de descarga o sangradores.
 - 14.5 Drenaje por vacío.
 - 14.6 Electroósmosis.
 - 14.7 Estabilización electroquímica.
- Capítulo 15. Geotecnia vial.
- 15.1 Terraplenes y pedraplenes.
 - 15.1.1 Introducción.
 - 15.1.2 Proyecto.
 - 15.1.3 Materiales.
 - 15.1.4 Construcción.
 - 15.2 Tratamiento de taludes. Lucha contra la erosión.
 - 15.2.1 Principales fallos de taludes.
 - 15.2.2 Preparación del proyecto de prevención o corrección de fallos en taludes.
 - 15.2.3 Clasificación de las medidas de consolidación de taludes.
 - 15.2.4 Predicción de fallos.
 - 15.2.5 Bases de cálculo para el proyecto de medidas de consolidación de taludes.
 - 15.2.6 Fichas técnicas de las principales medidas específicas de consolidación de taludes.
 - 15.2.7 Degradación del terreno por la erosión.
 - 15.2.8 Mejora de la estructura del suelo.
 - 15.2.9 Fijación de dunas.
 - 15.3 Suelo reforzado.
 - 15.3.1 Generalidades.
 - 15.3.2 Métodos de refuerzo de suelos.
 - 15.3.3 Tierra armada.
- Capítulo 16. El frío, la helada, congelación de terrenos.
- 16.1 Introducción.
 - 16.2 Propiedades físicas de los suelos congelados.
 - 16.3 Congelación natural.
 - 16.4 Estabilización del terreno por congelación.
 - 16.5 Características mecánicas del suelo congelado.
 - 16.6 Proyecto de ejecución de un tratamiento de congelación.
- Capítulo 17. Obras subterráneas.
- 17.1 Túneles.
 - 17.1.1 Introducción.
 - 17.1.2 Análisis del sistema túnel-terreno.
 - 17.1.3 Sostenimiento de la cavidad.
 - 17.1.4 Drenaje e impermeabilización.
 - 17.1.5 Túneles especiales.
 - 17.2 Grandes excavaciones subterráneas.
 - 17.2.1 Introducción.

- 17.2.2 Aplicaciones.
- 17.2.3 Procedimientos constructivos.
- 17.2.4 Diseño y cálculo.
- 17.3 Tubos y galerías enterradas.
 - 17.3.1 Introducción.
 - 17.3.2 Tipología y clasificación de las construcciones enterradas.
 - 17.3.3 Formas de instalación y de apoyo.
 - 17.3.4 Acciones sobre las tuberías enterradas.
 - 17.3.5 Patologías de las conducciones enterradas.
 - 17.3.6 Galerías.
- Capítulo 18. Presas.
 - 18.1 Presas de materiales sueltos.
 - 18.1.1 Introducción.
 - 18.1.2 Tipos de presas.
 - 18.1.3 Los problemas en el proyecto de una presa de materiales sueltos.
 - 18.1.4 Los materiales.
 - 18.1.5 Tensiones y deformaciones en el cuerpo de una presa.
 - 18.1.6 Estabilidad estática de la presa.
 - 18.1.7 Estabilidad interna.
 - 18.1.8 Estabilidad dinámica.
 - 18.1.9 Algunos aspectos del diseño definitivo de la presa.
 - 18.2 Presas mineras.
 - 18.2.1 Introducción.
 - 18.2.2 Balsas mineras.
 - 18.2.3 Propiedades de los lodos mineros.
 - 18.2.4 Estabilidad de las balsas mineras.
 - 18.2.5 Escombreras.
- Capítulo 19. Silos.
 - 19.1 Generalidades.
 - 19.2 Empujes en paredes y presiones verticales.
 - 19.3 Formas y construcción de silos.
 - 19.4 Causas de los fracasos y averías más corrientes.
- Capítulo 20. Obras marítimas.
 - 20.1 Características geotécnicas de los fondos marítimos y peculiaridades del reconocimiento.
 - 20.2 Muelles de atraque.
 - 20.3 Dragados. Tipos de dragas.
 - 20.4 Cajones flotantes.
 - 20.5 Construcción de cajones flotantes.
 - 20.6 Algunos aspectos del diseño de cajones flotantes.
 - 20.7 Transporte y fondeo.
 - 20.8 Preparación del cemento.
 - 20.9 Uniones entre cajones flotantes.
 - 20.10 Estabilidad naval de los cajones flotantes.
 - 20.11 Diques secos y esclusas de navegación. Introducción.
 - 20.12 Aspectos geotécnicos y funcionales de los diques secos.
 - 20.13 Aspectos geotécnicos del proyecto y la construcción de diques secos.
 - 20.14 Ideas generales sobre el reconocimiento del terreno para el proyecto de diques secos.
 - 20.15 Aspectos fundamentales del trabajo estructural de los diques secos.
 - 20.16 Clasificación tipológica de los diques secos.
 - 20.17 Exclusas de navegación.
- Capítulo 21. Terramecánica. Locomoción extraviaria.
 - 21.1 Introducción.
 - 21.2 Interacción entre rueda y terreno.
 - 21.3 Utilización de penetrómetros.
- Capítulo 22. Cartografía geotécnica y evaluación del terreno.
 - 22.1 Introducción.
 - 22.2 Clasificación de los mapas geotécnicos.
 - 22.3 Aspectos metodológicos.
 - 22.4 Aplicaciones de la cartografía geotécnica.
- Capítulo 23. Métodos numéricos en la geotecnia.
 - 23.1 Introducción.
 - 23.2 Métodos numéricos.
 - 23.3 Modelos numéricos.
 - 23.4 Modelos de comportamiento elemental.
 - 23.5 Aplicaciones.

3. Contenidos

Según el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo los contenidos de este libro son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Estructura del globo terrestre.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Tipos de roca.
 - Formación de los suelos.

- Clasificación de los suelos según su formación.
- La estratigrafía.
- Mineralogía de las arcillas.
- Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Parámetros de relación entre las fases: obtención.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.
 - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.
 - Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
 - Ecuaciones de equilibrio.
 - Ecuaciones constitutivas.
 - Principios de la teoría de elasticidad.
 - Principios de la teoría de plasticidad.
 - Viscosidad y viscoelasticidad.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Descripción de los ensayos de carga.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - El aparato de corte directo.
- Presentación de resultados de corte directo.
 - El aparato de corte anular.
 - El aparato de corte simple.
 - El aparato triaxial.
 - Realización de un ensayo triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Tipos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
 - Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
 - El modelo Cam-Clay.
 - Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales).
 - Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.
 - Ensayo de compresión simple.
 - Triaxiales verdaderos.
 - Efectos de la anisotropía.
 - Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.
 - Variación de c_u con la profundidad.
 - El método de las trayectorias de tensiones.
 - Introducción al comportamiento de las arenas.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
 - Teoremas de colapso plástico.
 - Método de las características.
 - Estados de Rankine.
- El agua en el terreno.
 - Nivel freático.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Nivel piezométrico.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Validez de la ley de Darcy.

- Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
- Permeabilidad: suelos estratificados.
- Permeabilidad: suelo anisótropo.
- Permeabilidad: obtención en laboratorio.
- Permeabilidad: obtención in situ.
- Permeabilidad: representatividad de su valor.
- Ec. de flujo: formulación.
- Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
- Ec. de flujo: resolución analítica.
- Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
- Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
- Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
- Superficie libre.
- Sifonamiento.
- Hidráulica de pozos.
- Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
- Capilaridad en suelos.
- Presión capilar y succión.
- Drenes. Condiciones de filtro.
- Rebajamiento del nivel freático.
- Electroósmosis.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Otras teorías unidimensionales.
 - Consolidación radial.
 - Otros esquemas de consolidación.
 - Variación del parámetro c_v .
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
 - Otros ensayos de consolidación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - El ensayo Harvard.
 - Estructura de los suelos compactados.
 - Compactación en obra.
 - Colapso de los suelos.
 - Hinchamiento de suelos parcialmente saturados.
 - Compresibilidad de suelos no saturados.
 - Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método del círculo de rozamiento.
 - Método de las rebanadas.
 - Método de Morgenstern.
 - Ábacos.
 - Tracción en un talud.
 - Tratamiento de taludes.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Distribución de presiones en el plano de cimentación.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - El factor de seguridad (valores, variaciones...).
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.
 - Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...).
 - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
 - Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
 - Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.
 - Particularidades del proyecto de losas.
- Cimentaciones semiprofundas.
 - Cimentación por pozos.
 - Cimentación por cajones.

- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Elección del tipo de pilote.
 - Distribución de cargas dentro del grupo.
 - Cálculo frente resistencia estructural.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
 - Pruebas de carga.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
 - Cálculo frente fricción negativa.
 - Cálculo frente acciones horizontales.
 - Grupos de pilotes en distintas direcciones.
- Cimentaciones especiales.
 - Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.
 - Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.
 - Edificios de gran altura.
 - Puentes y estribos.
 - Depósitos.
 - Patología de cimentaciones.
- Empuje de tierras.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.
 - Empuje en reposo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje en muros en L.
 - Empuje en muros paralelos.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Empuje pasivo: método de la espiral logarítmica.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Causas del colapso de estructuras de contención.
- Metodología del proyecto de muros.
- Acciones a considerar en un muro.
- Herramientas para el dimensionamiento previo.
- Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
- Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
- El factor de seguridad (valores, variaciones...).
- Cálculo de muros de tierra armada.
- Detalles constructivos.
- Estructuras de contención flexibles.
 - Metodología del proyecto de pantallas.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.
 - Métodos de cálculo semiempíricos.
 - Ejecución de pantallas de hormigón.
 - Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.
 - Tablestacas: tipologías y ejecución.
 - Tablestacas: protección contra la corrosión.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Instrumentación.
 - Mejora del terreno.
 - Excavaciones en roca. Voladura.
 - Ataguías celulares.
 - Anclajes.
 - Geotecnia de carreteras.
 - Acción de la helada.
 - Congelación de terrenos.
 - Obras subterráneas.
 - Presas.
 - Silos.
 - Obras marítimas.
 - Terramecánica.
 - Estudio de cargas dinámicas.
 - Métodos numéricos en la geotecnia.

Este listado no representa totalmente el conjunto de los contenidos de esta obra, principalmente porque la mayoría de los contenidos listados se desarrollan en ella con mucha más profundidad que en el resto de textos analizados. Este problema se debe a que el objetivo principal con el que se ha confeccionado el

listado de contenidos, como se ha expuesto en el capítulo introductorio, es disponer de una herramienta para poder analizar conjuntamente los contenidos de todos los libros. Así, el engrandecer este listado desdoblado contenidos ya especificados genéricamente para representar contenidos que únicamente aparecen en este libro es inútil, ya que no aporta información necesaria para verificar los objetivos con los que se ha confeccionado el listado general.

Pese a ello el análisis de los contenidos de este libro no ha sido inútil, sino todo lo contrario, porque, como se explica a continuación, a servido para enriquecer el listado. Esto se ha conseguido sintetizando los temas tratados con profundidad en esta obra y que no se tratan en el resto de textos analizados en un único contenido. Unos ejemplos de ello son la mayoría de los contenidos agrupados en el listado general bajo el nombre de *Otros estudios geotécnicos*. Esto ha enriquecido enormemente el listado general, sin caer en el error de presentar un enorme listado en el que gran parte de los contenidos únicamente aparecen sólo en un libro.

Aunque la principal aportación de este análisis de contenidos es el enriquecimiento del listado general a continuación se analizan las ausencias y las presencias más destacadas, como en el resto de análisis de contenidos presentados para las diferentes obras estudiadas en este anejo.

Respecto las presencias en una obra de este volumen son destacables infinidad de aportaciones, desde la descripción de muchos procesos experimentales en el primer volumen hasta la mayoría de los temas prácticos abordados en el tercer volumen, son tantos los temas tratados con detalle en esta obra, como se ha comentado anteriormente, que su enumeración es inútil.

Respecto las ausencias se pueden diferenciar varios grupos. En primer lugar aquellas que seguramente no se han incluido en esta obra por considerarse básicas, son las siguientes.

- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de tensión y deformación.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
- El agua en el terreno.
 - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D

El siguiente grupo de ausencias realmente si aparecen en la obra, pero al contrario que el resto, con muy poca profundidad, en especial en comparación con las dos obras de Atkinson, (Atkinson, 1993 y Atkinson-Bransby 1978). Por ello y ya que son los contenidos que principalmente caracterizan esas dos obras no se han tenido en cuenta en esta. Este grupo de ausencias lo forman los siguientes contenidos.

- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Representación matemática de la compresión isótropa.
 - Resultados de muestras de arcillas normalmente consolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
- Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
- Resultados de muestras de arcillas sobreconsolidadas sometidas a triaxiales de compresión.
- Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.

El resto de contenidos ausentes, mostrados a continuación, son más difíciles de clasificar según la razón de su falta. Todos ellos pueden conformar un último grupo.

- Temas preliminares.
 - Repaso de la historia de la geotecnia.
 - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.
- El agua en el terreno.
 - Ec. de flujo: método de los fragmentos.
- Reconocimiento del terreno.
 - Planificación del reconocimiento.

- El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.
- Cimentaciones superficiales.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
- Cimentaciones sobre rellenos.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Modelos reducidos.

4. Ordenamiento de los contenidos.

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente.

Jiménez, J.A. y Justo, J.L. (1971). **Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas.** Ed. Rueda, Madrid.

1. Suelo y roca. Geotecnia. Origen del suelo. Procesos de cementación.
 - Estructura del globo terrestre.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.
 - Formación de los suelos.
 - La estratigrafía.
2. Granulometría de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
3. Propiedades elementales: porosidad, índice de poros, peso específico, humedad, grado de saturación, índice de densidad, equivalente de arena.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Parámetros de relación entre las fases: obtención.
4. Límites de Atterberg. Gráfico de Casagrande. Índice de fluidez. Propiedades físico-químicas de las arcillas. Actividad. Suceptibilidad y tixotropía.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
5. El agua en el terreno. Permeabilidad. Principio de presión efectiva. Tensión superficial.
 - Nivel freático.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
- Nivel piezométrico.
- Ley de Darcy: definición.
- Validez de la ley de Darcy.
- Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
- Permeabilidad: suelos estratificados.
- Permeabilidad: suelo anisótropo.
- Permeabilidad: obtención en laboratorio.
- Permeabilidad: representatividad de su valor.
- Definición de tensión total y presión intersticial.
- Principio de tensiones efectivas.
- Sifonamiento.
- Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
- Capilaridad en suelos.
- Presión capilar y succión.
- Electroósmosis.

 6. Compresibilidad e hinchamiento de los suelos sin deformación lateral.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - El fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Otras teorías unidimensionales.
 - Variación del parámetro c_v .
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
 - Otros ensayos de consolidación.

Jiménez, J.A. et al. (1971-80), *Geotecnia y cimientos*

7. Compactación de suelos. Deformación de suelos parcialmente saturados. Transferencia de humedad en suelos parcialmente saturados.

- Definición de la compactación.
- El ensayo Proctor.
- El ensayo Harvard.
- Estructura de los suelos compactados.
- Colapso de los suelos.
- Hinchamiento de suelos parcialmente saturados.

8. Resistencia y deformación.

- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
- Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.
- Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.
- Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones.
- El aparato de corte directo.
- concepto de carga drenada y no drenada.
- Presentación de resultados de corte directo.
- El aparato de corte anular.
- El aparato de corte simple.
- El aparato triaxial.
- Realización de un ensayo triaxial.
- Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
- Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.
- Ensayo de compresión simple.

- Tipos de rotura.
- Resistencia al corte no drenada.
- Definición de K_0 .
- Triaxiales verdaderos.
- Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
- Resultados de triaxiales típicos.
- Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
- Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
- Introducción al comportamiento de las arenas.
- Descripción de los ensayos de carga.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- Comportamiento elástico de los suelos.
- Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas.
- El modelo Cam-Clay.
- Efectos de la anisotropía.
- Estudio de cargas dinámicas.
- Variación de c_u con la profundidad.

9. Suelos parcialmente saturados sometidos a esfuerzos cortantes.

- Compresibilidad de suelos no saturados.
- Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.

10. Tipos de suelos.

- Sistemas de clasificación de suelos.
- Clasificación de los suelos según su formación.

Jiménez, J.A., Justo J.L. y Serrano, A.A. (1974). **Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas**. Ed. Rueda, Madrid.

1. Redes de filtración.

- Ec. de flujo: formulación.
- Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
- Ec. de flujo: resolución analítica.
- Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
- Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
- Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
- Superficie libre.
- Hidráulica de pozos.
- Permeabilidad: obtención in situ.

- Principios de la teoría de elasticidad.
- Principios de la teoría de plasticidad.
- Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales).
- Viscosidad y viscoelasticidad.

3. El sólido elástico.

- Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
- Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.

4. El sólido plástico.

- Teoremas de colapso plástico.
- Método de las características.
- Estados de Rankine.

2. Ecuaciones constitutivas.

- Ecuaciones de equilibrio.
- Ecuaciones constitutivas.

- 5. Ensayos in situ.
 - Presentación de los ensayos in situ.
- 6. Consolidación de las masas del suelo.
 - Otras teorías unidimensionales.
 - Consolidación radial.
 - Otros esquemas de consolidación.
- 7. Coeficiente de seguridad. Estabilidad a corto y a largo plazo.
 - El factor de seguridad (valores, variaciones...).
 - Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.
- 8. Fenómenos de inestabilidad de taludes.
 - Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Tratamiento de taludes.
- 9. Cálculos de estabilidad al deslizamiento.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método del círculo de rozamiento.
 - Método de las rebanadas.
 - Método de Morgenstern.
 - Ábacos.
 - Tracción en un talud.
- 10. Empuje de tierras sobre estructuras rígidas.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.
 - Empuje en reposo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje en muros en L.
 - Empuje en muros paralelos.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Empuje pasivo: método de la espiral logarítmica.
- 11. Empuje de tierras sobre estructuras flexibles.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
- Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
- 12. Estructuras de contención.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Cálculo de muros de tierra armada.
 - Causas del colapso de estructuras de contención.
 - Metodología del proyecto de muros.
 - El factor de seguridad (valores, variaciones...).
 - Acciones a considerar en un muro.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
 - Detalles constructivos.
- 13. Carga de hundimiento en cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hasen.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
- 14. El asiento de las cimentaciones superficiales.
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.
 - Cálculo de asientos por otros métodos Schmertmann, Janbu...
 - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
 - Método de las trayectorias de tensiones.
- 15. Carga de hundimiento y asiento de pilotes.
 - Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Cálculo frente resistencia estructural.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.

Jiménez, J.A. et al. (1971-80), *Geotecnia y cimientos*

- Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Pruebas de carga.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
- 16. Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - 17. Instrumentación.
 - Instrumentación.

Jiménez, J.A. et al. (1980). **Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia.** Ed. Rueda, Madrid.

1. Cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Distribución de presiones en el plano de cimentación.
 - Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto
 - Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.
 - Particularidades del proyecto de losas.
2. Cimentaciones semiprofundas.
 - Cimentación por pozos.
 - Cimentación por cajones.
3. Pilotajes.
 - Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Elección del tipo de pilote.
 - Distribución de cargas dentro del grupo.
 - Cálculo frente fricción negativa.
 - Cálculo frente acciones horizontales.
 - Grupos de pilotes en distintas direcciones.
4. Mejora del terreno de cimentación.
 - Mejora del terreno.
5. Cimentaciones en terrenos expansivos o colapsables.
 - Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.
6. Casos especiales de cimentación.
 - Edificios de gran altura.
 - Puentes y estribos.
 - Depósitos.
7. Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.
 - Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.
8. Patología de las cimentaciones.
 - Patología de cimentaciones.
9. Excavaciones en roca. Voladura.
 - Excavaciones en roca. Voladura.
10. Tablestacas y entibaciones.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.
 - Métodos de cálculo semiempíricos.
 - Tablestacas: tipologías y ejecución.
 - Tablestacas: protección contra la corrosión.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.
11. Ataguías celulares.
 - Ataguías celulares.
12. Pantallas de hormigón.
 - Metodología del proyecto de pantallas.
 - Ejecución de pantallas de hormigón.
13. Anclajes.
 - Anclajes.
14. Agotamientos. Rebajamientos de nivel freático. Electroósmosis.
 - Rebajamiento del nivel freático.
 - Electroósmosis.
15. Geotecnia vial.
 - Compactación en obra.
 - Tratamiento de taludes.
 - Geotecnia de carreteras.

- | | |
|--|--|
| <p>16. El frío, la helada, congelación de terrenos.
- Acción de la helada.
- Congelación de terrenos.</p> <p>17. Obras subterráneas.
- Obras subterráneas.</p> <p>18. Presas.
- Presas.</p> <p>19. Silos.
- Silos.</p> | <p>20. Obras marítimas.
- Obras marítimas.</p> <p>21. Terramecánica. Locomoción extraviaria.
- Terramecánica.</p> <p>22. Cartografía geotécnica y evaluación del terreno.</p> <p>23. Métodos numéricos en la geotecnia.
- Métodos numéricos en la geotecnia.</p> |
|--|--|

Este esquema del orden en el que se presentan los contenidos es de difícil análisis debido a su extensión. Por ello en primer lugar es mejor analizar el orden de los contenidos a través del estudio de las tres partes en las que han dividido los autores voluntariamente su obra. Estas tres partes corresponden a los tres volúmenes de la obra, que a continuación se listan con los subtítulos con los que han sido caracterizados por sus autores.

- Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas.
- Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas.
- Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia.

En el volumen inicial se tratan en primer lugar aspectos preliminares (introducción a la geotecnia, definición de suelo, propiedades de los suelos, etc.) y en segundo lugar temas propios de mecánica de suelos, pero presentando únicamente de ellos los ensayos de laboratorio con los que se aborda su estudio, los resultados de los mismos y las propiedades de los suelos que se deducen de ellos.

En la primera mitad del segundo volumen se presentan los mismos temas de mecánica de suelos tratados en el primer volumen, pero pasando de la escala de laboratorio a la geotécnica. En la segunda mitad se desarrollan temas de ingeniería geotécnica, concretamente aspectos básicos, en comparación con los tratados en el tercer volumen, de estructuras de contención y cimentaciones.

El tercer volumen se reserva para abordar en cada uno de sus capítulos un aspecto concreto de ingeniería geotécnica.

Para ilustrar esta distribución de los contenidos, a continuación se presentan el orden en el que se abordan las explicaciones que hacen referencia a la presencia y al flujo de agua en el suelo a lo largo de los tres volúmenes.

- Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas.
Capítulo 5. El agua en el terreno. Permeabilidad. Principio de presión efectiva. Tensión superficial.

<ul style="list-style-type: none"> - Nivel freático. - Velocidad del agua y caudal unitario. - Altura piezométrica. - Nivel piezométrico. - Ley de Darcy: definición. - Validez de la ley de Darcy. - Permeabilidad: factores que influyen en su valor. - Permeabilidad: suelos estratificados. - Permeabilidad: suelo anisótropo. - Permeabilidad: obtención en laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Permeabilidad: representatividad de su valor. - Definición de tensión total y presión intersticial. - Principio de tensiones efectivas. - Sifonamiento. - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...). - Capilaridad en suelos. - Presión capilar y succión. - Electroósmosis.
---	--
- Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas.
Capítulo 1. Redes de filtración.
 - Ec. de flujo: formulación.

Jiménez, J.A. et al. (1971-80), *Geotecnia y cimientos*

- Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
 - Superficie libre.
 - Hidráulica de pozos.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
- Geotecnia y cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia. Capítulo 14. Agotamientos. Rebajamientos de nivel freático. Electroósmosis.
 - Rebajamiento del nivel freático.
 - Electroósmosis.
- Capítulo 16. El frío, la helada, congelación de terrenos.
- Acción de la helada.
 - Congelación de terrenos.

Este ordenamiento de los contenidos es ilustrado por el director y principal autor de esta obra, J. A. Jiménez Salas, en el prólogo del segundo volumen de la siguiente manera:

“... existen, sin duda, centros de atención preferente para cada uno de los tres volúmenes de la obra. El primero tiende a darnos el conocimiento, basado esencialmente en la experimentación, de las reacciones del material. El tercero el de los recursos tecnológicos para dirigir estas reacciones en el sentido de nuestra utilidad. Y éste que hoy presentamos es el nudo entre los otros dos, el intérprete, en el sentido etimológico más profundo.”

El principal inconveniente de seguir este ordenamiento para la docencia de la geotecnia es dificultar la visión global de los temas, especialmente de los de mecánica de suelos. Respecto los de ingeniería geotécnica no es tan problemático, salvo algunos aspectos concretos, porque en el segundo volumen se abordan aspectos básicos, aproximadamente equivalentes a los tratados en la mayoría de libros estudiados que abordan aspectos de ingeniería geotécnica, y en el tercer tomo se reservan temas más concretos y puntuales.

Respecto los puntos contenidos en el tercer tomo que mejorarían el orden presentándose en el segundo son básicamente los siguientes cuatro:

- Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
- Distribución de presiones en el plano de cimentación.
- Metodología del proyecto de pilotaje.
- Distribución de cargas dentro del grupo.

Incorporando simplemente estos contenidos dentro del segundo tomo se conseguiría dar en él todas las herramientas para el proyecto de sencillas cimentaciones superficiales y profundas, al igual que se hace con las estructuras de contención rígidas.

Una vez analizado el orden según las partes presentadas por los autores se estudia cada una de ellas individualmente.

Para iniciar el análisis del primer tomo a continuación se presenta un esquema del mismo.

- Temas preliminares.
 1. Suelo y roca. Geotecnia. Origen del suelo. Procesos de cementación.
 2. Granulometría de los suelos.
 3. Propiedades elementales: porosidad, índice de poros, peso específico, humedad, grado de saturación, índice de densidad, equivalente de arena.
 4. Límites de Atterberg. Gráfico de Casagrande. Índice de fluidez. Propiedades físico-químicas de las arcillas. Actividad. Suceptibilidad y tixotropía.
- Mecánica de suelos.
 5. El agua en el terreno. Permeabilidad. Principio de presión efectiva. Tensión superficial.
 6. Compresibilidad e hinchamiento de los suelos sin deformación lateral.

- 7. Compactación de suelos. Deformación de suelos parcialmente saturados. Transferencia de humedad en suelos parcialmente saturados.
- 8. Resistencia y deformación.
- 9. Suelos parcialmente saturados sometidos a esfuerzos cortantes.
- Temas preliminares.
 - 10. Tipos de suelos.

Evidentemente el primer problema del orden presentado es la posición del último capítulo, descolgada de los cuatro primeros junto con los que debería estar. En los capítulos clasificados como temas preliminares no se observan más anomalías, simplemente destacar que los autores han decidido tratar el tema de la mineralogía de las arcillas, siempre difícil de situar, en un capítulo a parte junto con los límites de Atterberg. Respecto los temas de mecánica de suelos, en ellos se pueden detectar más problemas. Por ejemplo el tratamiento conjunto de las explicaciones de la relación tensión-deformación en el caso unidimensional y de las del fenómeno de la consolidación. Pero en este caso estos problemas son, en parte, justificables ya que en este tomo se aborda simplemente la parte experimental de los temas, así en el ejemplo anterior siempre se explica sobre resultados del edómetro, ello le da coherencia al ordenamiento adoptado de acuerdo con el planteamiento general del volumen.

Para el análisis del segundo volumen se presenta, como en el caso anterior, en primer lugar un pequeño esquema del orden de sus capítulos.

- Mecánica de suelos.
 - 1. Redes de filtración.
 - 2. Ecuaciones constitutivas.
 - 3. El sólido elástico.
 - 4. El sólido plástico.
 - 5. Ensayos in situ.
 - 6. Consolidación de las masas del suelo.
- Ingeniería geotécnica.
 - 7. Coeficiente de seguridad. Estabilidad a corto y a largo plazo.
 - 8. Fenómenos de inestabilidad de taludes.
 - 9. Cálculos de estabilidad al deslizamiento.
 - 10. Empuje de tierras sobre estructuras rígidas.
 - 11. Empuje de tierras sobre estructuras flexibles.
 - 12. Estructuras de contención.
 - 13. Carga de hundimiento en cimentaciones superficiales.
 - 14. El asiento de las cimentaciones superficiales.
 - 15. Carga de hundimiento y asiento de pilotes.
 - 16. Reconocimiento del terreno.
 - 17. Instrumentación.

Uno de los hechos en el orden de los contenidos de este segundo tomo más destacables, por innovador, es el capítulo empleado para la transición entre los temas de mecánica de suelos y de ingeniería geotécnica, el capítulo 7, titulado *Coeficiente de seguridad. Estabilidad a corto y a largo plazo*. Normalmente para realizar esta transición se emplean los temas de reconocimiento del terreno y ensayos in situ, sin embargo en esta obra los autores han optado por introducir la ingeniería geotécnica teorizando sobre el factor de seguridad y el empleo y modelo de la situación drenada y no drenada.

Otro aspecto a destacar, consecuencia del anterior, es la situación del tema de reconocimiento del terreno, al final del tomo, junto con el de instrumentación, ello es una buena alternativa a la situación habitual en el papel de transición a la ingeniería geotécnica desde la mecánica de suelos. La situación del capítulo dedicado a los ensayos in situ, normalmente junto el de reconocimiento del terreno, es más discutible, ya que se podría pensar en colocarlo al lado del dedicado al reconocimiento del terreno, pero su situación

Jiménez, J.A. et al. (1971-80), *Geotecnia y cimentos*

tampoco es tan desafortunada, ya que después de explicar el comportamiento global del terreno introduce los ensayos que se pueden hacer a esa masa para obtener los parámetros que la caracterizan.

Respecto la tercera parte de la obra la heterogeneidad de los temas tratados hace difícil plantear un orden alternativo, ya que es prácticamente imposible establecer un hilo argumental para ordenarlos.

5. Enfoque.

Tal y como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil dada la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar en todos los análisis se muestra el enfoque con que se han abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y al cálculo de la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *teoría – fenómeno*, en el de la consolidación *experimentación – fenómeno – teoría* y en el caso de la presión de hundimiento *fenómeno – experimentación – teoría*.

Ninguna de las tres explicaciones analizadas coincide en su enfoque, precisamente ello es la característica principal en lo que se refiere al enfoque de esta obra, la heterogeneidad. Ésta se debe en primer lugar a los muchos autores que tiene y, en segundo, al propio planteamiento del orden en el que se exponen los contenidos, analizado anteriormente. Así, por ejemplo, en la parte de mecánica de suelo del primer volumen se prioriza el enfoque experimental y en esa misma parte del segundo volumen el teórico.

Los autores de esta obra en el prólogo del primer volumen definen y justifican el enfoque que intentaron adoptar en la redacción del libro de la siguiente manera.

“Sostenemos el criterio de que, en esta época de avances sin precedentes, la formación del Técnico Superior debe llegar a profundizar todo lo posible en los principios básicos. Solamente éstos pueden construir puntos de apoyo permanentes para poder extender y seguir la acelerada evolución de la Ciencia y la Técnica.

Así pues, hemos dado a la exposición un carácter fundamental y de rigor científico. Pero, al mismo tiempo, se ha previsto que el libro puede ser también de utilidad a quien desee especializarse en estas materias, por lo cual se le ha dado una amplitud que lo aproxima a un verdadero tratado, en el que puede encontrarse introducción y guía en la formidable masa de resultados de la investigación más moderna.”

Cabe destacar, por último, que los autores conscientes de la heterogeneidad de los contenidos de la obra, que abarcan desde las teorías más fundamentales hasta aspectos tan concretos como un método óptico desarrollado en el Laboratorio del Transporte para la medición del área de la sección deformada de la probeta de un ensayo triaxial, en los dos primeros tomos los contenidos más complementarios a las teorías fundamentales se han identificado en la presentación tipográfica con un tamaño de letra inferior.

6. Estructura.

En la siguiente página se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

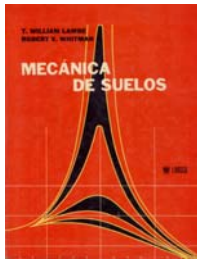
Un primer análisis de los datos de esta tabla, revela al igual que el análisis del enfoque, la heterogeneidad de la obra, seguramente causada principalmente por la cantidad de autores que han intervenido en su redacción y por la heterogeneidad de los temas abordados. Respecto esta última causa es evidente que es difícil estructurar de forma homogénea un capítulo dedicado a la cartografía geotécnica que uno dedicado al análisis experimental del comportamiento tenso-deformacional de los suelos.

Algunos datos reveladores de esta heterogeneidad son la existencia de capítulos de más de doscientas páginas frente otros que no superan la veintena, capítulos con un promedio superior a dieciocho páginas por apartado frente otros con apenas una. Esta heterogeneidad también se refleja en la ilustración de los capítulos, aunque en menor medida, existen capítulos con promedios de más de una figura por página y otros en los que el promedio es de una figura cada cuatro páginas. En los datos reflejados en esta tabla en los que no existe heterogeneidad, sino todo lo contrario la homogeneidad es absoluta, es en los referentes a la inclusión en el texto de ejercicios prácticos resueltos, no se ha incluido ninguno en toda la obra.

Jiménez, J.A. et al. (1971-80), *Geotecnia y cimientos*

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Suelo y roca. Geotecnia. Origen del suelo. Procesos de cementación.	27	25	19	0	0	0
2. Granulometría de los suelos.	17	12	10	0	0	0
3. Propiedades elementales: porosidad, índice de poros, peso específico, humedad, grado de saturación, índice de densidad, equivalente de arena.	23	16	9	0	0	0
4. Límites de Atterberg. Gráfico de Casagrande. Índice de fluidez. Propiedades físico-químicas de las arcillas. Actividad. Suceptibilidad y tixotropía.	39	27	27	0	0	0
5. El agua en el terreno. Permeabilidad. Principio de presión efectiva. Tensión superficial.	42	28	23	0	0	0
6. Compresibilidad e hinchamiento de los suelos sin deformación lateral.	67	41	30	0	0	0
7. Compactación de suelos. Deformación de suelos parcialmente saturados. Transferencia de humedad en suelos parcialmente saturados.	35	17	21	0	0	0
8. Resistencia y deformación.	125	73	77	0	0	0
9. Suelos parcialmente saturados sometidos a esfuerzos cortantes.	13	9	10	0	0	0
10. Tipos de suelos.	10	8	2	0	0	0
1. Redes de filtración.	72	39	45	0	0	0
2. Ecuaciones constitutivas.	65	41	20	0	0	0
3. El sólido elástico.	128	54	132	0	0	0
4. El sólido plástico.	115	60	76	0	0	0
5. Ensayos in situ.	83	28	52	0	0	0
6. Consolidación de las masas del suelo.	36	10	16	0	0	0
7. Coeficiente de seguridad. Estabilidad a corto y a largo plazo.	27	11	9	0	0	0
8. Fenómenos de inestabilidad de taludes.	40	19	33	0	0	0
9. Cálculos de estabilidad al deslizamiento.	54	19	34	0	0	0
10. Empuje de tierras sobre estructuras rígidas.	70	28	49	0	0	0
11. Empuje de tierras sobre estructuras flexibles.	30	6	18			
12. Estructuras de contención.	45	30	51	0	0	0
13. Carga de hundimiento en cimentaciones superficiales.	44	16	32	0	0	0
14. El asiento de las cimentaciones superficiales.	37	22	11	0	0	0
15. Carga de hundimiento y asiento de pilotes.	153	49	121	0	0	0
16. Reconocimiento del terreno.	24	17	14	0	0	0
17. Instrumentación.	26	21	13	0	0	0
1. Cimentaciones superficiales.	159	20	58	0	0	0
2. Cimentaciones semiprofundas.	89	19	64	0	0	0
3. Pilotajes.	231	36	122	0	0	0
4. Mejora del terreno de cimentación.	45	16	31	0	0	0

5. Cimentaciones en terrenos expansivos o colapsables.	116	8	66	0	0	0
6. Casos especiales de cimentación.	98	17	75	0	0	0
7. Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.	109	48	45	0	0	0
8. Patología de las cimentaciones.	109	21	94	0	0	0
9. Excavaciones en roca. Voladura.	22	10	14	0	0	0
10. Tablestacas y entibaciones.	95	9	90	0	0	0
11. Ataguías celulares.	23	6	15	0	0	0
12. Pantallas de hormigón.	16	4	11	0	0	0
13. Anclajes.	11	4	4	0	0	0
14. Agotamientos. Rebajamientos de nivel freático. Electroósmosis.	48	8	29	0	0	0
15. Geotecnia vial.	153	19	87	0	0	0
16. El frío, la helada, congelación de terrenos.	17	6	11	0	0	0
17. Obras subterráneas.	194	18	146	0	0	0
18. Presas.	145	16	89	0	0	0
19. Silos.	24	4	15	0	0	0
20. Obras marítimas.	147	17	144	0	0	0
21. Terramecánica. Locomoción extraviaria.	18	3	17	0	0	0
22. Cartografía geotécnica y evaluación del terreno.	58	4	32	0	0	0
23. Métodos numéricos en la geotecnia.	75	4	18	0	0	0



Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), *Mecánica de suelos*.
Editorial Limusa S.A., México.

1. Introducción

A pesar del título de la obra sus contenidos van más allá de la mecánica de suelos estricta y se adentran al mundo de la ingeniería geotécnica. Así, como ejemplo, en sus páginas se abordan aspectos relacionados con las cimentaciones superficiales y profundas y con las estructuras de contención.

Sus autores presentan este libro como un “libro de texto para un curso de introducción a la mecánica de suelos”. Aunque reconocen haber incluido en él un material mucho más abundante del que podría o debería impartirse en un curso introductorio. Esta ampliación se presenta con el objetivo de permitir al profesor elegir los temas más adecuados para complementar las explicaciones de los principios fundamentales.

El análisis de este libro es especialmente interesante porque el orden en el que se presentan sus contenidos es muy innovador, se escapa de la típica estructura formada por tres bloques (temas preliminares, mecánica de suelos o ingeniería geotécnica) y presenta una ordenación en cinco bloques. El primer bloque es una introducción a la mecánica de suelos, en el segundo se presentan las propiedades intrínsecas de este material, desarrollándose el estudio del suelo a nivel partícula y de las propiedades indentificativas de una masa de suelo. Los tres últimos bloques repiten un mismo esquema (comportamiento tensión–deformación, cálculo de empujes y estructuras de contención y cálculo de cimentaciones superficiales), pero en el tercer bloque se desarrolla para suelo seco, en el cuarto para suelo saturado y procesos de carga drenados y en el quinto para suelo saturado pero procesos de carga no drenados.

2. Índice

Como se ha anunciado en el apartado anterior, y como se ve en los siguientes análisis, este libro presenta un ordenamiento especial. Por ello se ha preferido no reproducir el índice íntegro sino, en primer lugar, se presenta el índice pero únicamente hasta el nivel de capítulos, y posteriormente un resumen de estos. De esta forma se consiguen mejor los objetivos buscados en este apartado.

2.1 Índice

PARTE I. INTRODUCCIÓN.

Capítulo 1. Problemas planteados por el terreno en la ingeniería civil.

Capítulo 2. Introducción al comportamiento del suelo.

PARTE II. LA NATURALEZA DEL SUELO.

Capítulo 3. Características de los conjuntos de partículas.

Capítulo 4. Características de las partículas de un suelo.

Capítulo 5. Presiones normales entre partículas de suelo.

Capítulo 6. Resistencia al deslizamiento tangencial entre partículas de suelo.

Capítulo 7. Formación de los suelos.

PARTE III. EL SUELO SECO.

Capítulo 8. Esfuerzos en una masa de suelo.

Capítulo 9. Pruebas de laboratorio para determinar las propiedades esfuerzo-deformación.

Capítulo 10. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo-deformacional.

Capítulo 11. Resistencia al esfuerzo cortante de los suelos granulares.

Capítulo 12. Relaciones esfuerzo-deformación.

Capítulo 13. Estructuras de retención y taludes.

- Capítulo 14. Cimentaciones superficiales.
- Capítulo 15. Solicitaciones dinámicas del terreno.

PARTE IV. SUELOS CON AGUA-REGIMEN ESTÁTICO O FLUJO ESTABLECIDO.

- Capítulo 16. El concepto de esfuerzo efectivo.
- Capítulo 17. Flujo unidimensional.
- Capítulo 18. Flujo bidimensional.
- Capítulo 19. Permeabilidad de los suelos y condiciones filtro.
- Capítulo 20. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo-deformación con drenaje.
- Capítulo 21. Resistencia al corte con drenaje.
- Capítulo 22. Relaciones esfuerzo-deformación en procesos con drenaje.
- Capítulo 23. Estructuras de retención de tierras en condiciones con drenaje.
- Capítulo 24. Estudio de taludes en condiciones de drenaje.
- Capítulo 25. Cimentaciones superficiales en condiciones de drenaje.

PARTE V. SUELOS CON FLUJO DE AGUA EN REGIMEN VARIABLE.

- Capítulo 26. Presiones intersticiales producidas en procesos de carga sin drenaje.
- Capítulo 27. Teoría de la consolidación.
- Capítulo 28. Comportamiento esfuerzo - deformación con o sin drenaje.
- Capítulo 29. Resistencia al corte sin drenaje.
- Capítulo 30. Relaciones esfuerzo - deformación en condiciones de carga sin drenaje.
- Capítulo 31. Estructuras de retención y estabilidad de taludes en condiciones sin drenaje.
- Capítulo 32. Cimentaciones superficiales en condiciones de carga sin drenaje.
- Capítulo 33. Cimentaciones profundas.
- Capítulo 34. La mejora de las condiciones del suelo.

2.2 Resumen

PARTE I. INTRODUCCIÓN.

El propósito de esta primera parte es despertar el interés del alumno que inicia el estudio de la mecánica de suelos, y señalarle algunos conceptos realmente fundamentales de esta materia.

Capítulo 1. Problemas planteados por el terreno en la ingeniería civil.

A través de ejemplos se presenta un amplio cuadro de los problemas de ingeniería civil que pueden abordarse con éxito mediante los principios de la mecánica de suelo, como son el cálculo de cimentaciones o el empleo del suelo como material de construcción en presas o carreteras.

Capítulo 2. Introducción al comportamiento del suelo.

Se presenta de forma general y resumida el comportamiento de un suelo homogéneo, con el objetivo de mostrar que el comportamiento del suelo difiere de los materiales estudiados en mecánica de sólidos y fluidos.

Así en primer lugar se explica que el suelo es un sistema de partículas, y se presenta ello como el origen de las diferencias de la mecánica de suelos con la mecánica de sólidos y fluidos. A continuación se presenta la deformación del suelo como resultado de las deformaciones individuales de las partículas más el deslizamiento relativo entre ellas que implica un reordenamiento. Por último se introducen los efectos debidos a que los huecos entre partículas estén rellenos de agua, la interacción química afectando a la transmisión de esfuerzos en los puntos de contacto, la interacción física cuando circula el agua modificando la magnitud de las fuerzas en los puntos de contacto entre partículas, y la contribución al reparto de cargas (consolidación).

PARTE II. LA NATURALEZA DEL SUELO.

- Capítulo 3. Características de los conjuntos de partículas.

Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), *Mecánica de suelos*

Como su nombre indica se presentan los parámetros que caracterizan una masa de suelo, relaciones entre fases, granulometría, límites de Atterberg, etc. Finaliza con la presentación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Capítulo 4. Características de las partículas de un suelo.

Se examinan las características de las partículas individualmente, desde dos puntos de vista, la morfología (tamaño, forma, redondez, textura superficial y color) y la composición (naturaleza y disposición de los átomos).

En el análisis de la composición se presta especial atención a las partículas de arcilla.

Capítulo 5. Presiones normales entre partículas de suelo.

En este y el siguiente capítulo se estudian las tensiones que se desarrollan entre partículas contiguas y la forma en que estas tensiones modifican la naturaleza del contacto entre partículas. Concretamente en este capítulo se aborda el problema de las tensiones normales que actúan entre pequeñas partículas (arcillosas) que no se encuentran en contacto.

Capítulo 6. Resistencia al deslizamiento tangencial entre partículas de suelo.

Continuando con el análisis de las tensiones entre partículas en este capítulo se estudian las tensiones normales y tangenciales entre partículas en contacto. Así se analiza el mecanismo de resistencia al deslizamiento tangencial entre partículas individuales, exponiendo en primer lugar las leyes básicas de la fricción y posteriormente su aplicación en minerales de forma granular y laminar, separadamente.

Capítulo 7. Formación de los suelos.

Se explica los tres procesos de formación de suelo (sedimentario, residual o relleno artificial) y se introducen los métodos de reconocimiento, poniendo especial atención a los penetrómetros y a la representación e interpretación de los datos en perfiles o cortes estratigráficos.

PARTE III. EL SUELO SECO.

En esta parte se establecen algunos principios básicos referentes al comportamiento tensión - deformación del esqueleto de un suelo, considerando los casos en los que no existe una interacción apreciable entre el esqueleto mineral y el fluido intersticial, como sucede en los suelos secos.

Capítulo 8. Esfuerzos en una masa de suelo.

En primer lugar se define el concepto de tensión total, aplicando el concepto tradicional de tensión al sistema discontinuo del suelo.

Posteriormente se estudia el estado tensional debido al peso propio de un suelo horizontal, definiendo el coeficiente de empuje al reposo.

A continuación se presentan las soluciones elásticas como única alternativa, pese sus hipótesis de partida, para el cálculo de las tensiones producidas por cargas aplicadas al terreno.

El capítulo finaliza con la presentación de dos herramientas para representar el estado tensional en un punto, el círculo de Mohr y el plano p-q, y la utilidad de este último para representar sucesivos estados tensionales (trayectoria de tensiones).

Capítulo 9. Pruebas de laboratorio para determinar las propiedades esfuerzo - deformación.

Se describen las características principales y el modo de empleo de los siguientes equipos de laboratorio: edómetro, triaxial y corte directo.

Capítulo 10. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo - deformacional.

Se explica el mecanismo de deformación y las características más importantes del comportamiento tensión-deformación de los suelos granulares, exponiendo los resultados típicos que se obtienen de ensayos edométricos y triaxiales, y explicando el porqué de esos resultados de forma cualitativa con la ayuda de modelos sencillos de sistemas de partículas esféricas.

Capítulo 11. Resistencia al esfuerzo cortante de los suelos granulares.

En primer lugar se explica el criterio de rotura de Mohr-Coulomb y su aplicabilidad a suelos granulares. Posteriormente se ve a través de él y sus parámetros la influencia en la resistencia de la presión de confinamiento, la relación de vacíos inicial (presentando entonces el ángulo de rozamiento residual), la influencia de las condiciones de carga y la composición (granulometría y angulosidad).

Capítulo 12. Relaciones esfuerzo - deformación.

Se desarrollan los conceptos básicos de la teoría de la elasticidad y la obtención de los parámetros elásticos a través del ensayo triaxial, haciendo hincapié en el carácter aproximado de este método.

También se describe el modelo de comportamiento de compresión confinada definiendo a_v , c_c y m_v .

Capítulo 13. Estructuras de retención y taludes.

El objetivo de este capítulo es exponer los métodos utilizados para calcular el empuje activo y la resistencia pasiva, y como estos se emplean en el proyecto de estructuras de contención.

Así se desarrolla la teoría de Rankine y el método de las cuñas y su aplicación a muros, los métodos de cálculo de entibaciones apuntaladas y una breve introducción sobre la estabilidad de taludes en suelos granulares secos.

Capítulo 14. Cimentaciones superficiales.

Tras introducir el concepto y las tipologías de cimentaciones superficiales se desarrollan los criterios para su proyecto y las herramientas básicas para la realización de este (cálculo de la carga última y de asentos).

Capítulo 15. Solicitaciones dinámicas del terreno.

Se trata de una introducción a la dinámica de suelos, a través de una pequeña explicación de los conceptos básicos de la dinámica y la presentación de algunos métodos prácticos para tratar ciertos problemas de cálculo de cimentaciones y compactación de suelos mediante cargas dinámicas.

PARTE IV. SUELOS CON AGUA - REGIMEN ESTÁTICO O FLUJO ESTABLECIDO.

En esta parte se introducen los conceptos necesarios para comprender la interacción física del agua intersticial sobre el suelo. Considerando específicamente los casos en que las presiones intersticiales en una masa de suelo vienen determinadas por las que existan en los contornos de dicha masa y son independientes de las cargas aplicadas.

Capítulo 16. El concepto de esfuerzo efectivo.

Se define el concepto de tensión efectiva y el principio de tensiones efectivas, dando una interpretación física del mismo. También se explica de forma simplificada el concepto de capilaridad.

Capítulo 17. Flujo unidimensional.

En primer lugar se presenta la ley de Darcy y los conceptos de caudal unitario (*velocidad de flujo* según los autores) y altura piezométrica (*carga de agua*), para luego desarrollar el cálculo de presiones intersticiales y efectivas en un suelo con flujo de agua unidimensional. Por último se abarca el problema del sifonamiento.

Capítulo 18. Flujo bidimensional.

En este capítulo se considera el flujo bidimensional, incluyendo los casos de suelo no homogéneo y anisótropo, a través del siguiente esquema:

- Se explica el concepto de red de flujo de forma intuitiva, utilizando un caso de flujo unidimensional como los tratados en el capítulo anterior.
- Se da la solución de varios problemas bidimensionales, mediante una red de flujo.
- Se obtiene la ecuación de flujo a través de un suelo.
- Se utiliza la ecuación de flujo para estudiar la filtración de un fluido a través de un suelo anisótropo.

Capítulo 19. Permeabilidad de los suelos y condiciones filtro.

Se explica la forma de determinar la permeabilidad, los factores que influyen en

Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), *Mecánica de suelos*

ella y, por último, se introduce el tema de los filtros.

Capítulo 20. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo - deformación con drenaje.

Este capítulo repite la estructura del 10, exponiendo en primer lugar los mecanismos de deformación del suelo y posteriormente los resultados típicos que se obtienen en edómetros y triaxiales, pero incluyendo la influencia del agua sobre el comportamiento del suelo y explicando las diferencias entre los resultados en arcillas y en arenas.

Capítulo 21. Resistencia al corte con drenaje.

En el capítulo 11 se expusieron los conceptos fundamentales de la teoría de la resistencia. Dado que siempre que las tensiones se expresen en efectivas los conceptos del capítulo 11 son aplicables a suelos granulares saturados, este capítulo amplía el 11 estudiando la resistencia de las arcillas y comparando ésta con la de las arenas.

Capítulo 22. Relaciones esfuerzo - deformación en procesos con drenaje.

Como en el capítulo anterior, puesto que el comportamiento tensión-deformación de un suelo granular seco y uno saturado es semejante, salvo que las tensiones se han de expresar en efectivas, y ello ya fue estudiado en el capítulo 12, este capítulo se centra en el comportamiento de las arcillas saturadas en procesos con drenaje.

Se presta especial atención al comportamiento en compresión confinada, y a los factores que hacen que la relación tensión-deformación se aleje de un comportamiento elástico y lineal.

Capítulo 23. Estructuras de retención de tierras en condiciones con drenaje.

En primer lugar se analiza el efecto del agua y de los drenes en terrenos sin cohesión. Y posteriormente se estudia el cálculo de empujes sobre estructuras de contención en terrenos cohesivos.

Capítulo 24. Estudio de taludes en condiciones de drenaje.

Este capítulo amplía bastante la introducción al cálculo de taludes hecha en el capítulo 13. Se inicia estudiando casos teóricos de taludes infinitos para comprender los mecanismos resistentes de esta tipología de obra, y posteriormente se desarrollan los métodos de las dovelas y de las cuñas.

Capítulo 25. Cimentaciones superficiales en condiciones de drenaje.

Se trata el cálculo de cimentaciones superficiales sobre arena saturada y sobre terrenos cohesivos siguiendo el mismo esquema que el capítulo 14.

PARTE V. SUELOS CON FLUJO DE AGUA EN REGIMEN VARIABLE.

Esta parte culmina las dos que le preceden repitiendo de nuevo su estructura, pero abordando el estudio de aquellos casos en que la presión intersticial queda afectada por las cargas aplicadas al terreno.

Capítulo 26. Presiones intersticiales producidas en procesos de carga sin drenaje.

Este capítulo comienza definiendo y diferenciando claramente los siguientes fenómenos, tan relacionados entre sí, el valor de los incrementos de presión producidos por una carga sin drenaje y la disipación de estas presiones.

Posteriormente se dan las herramientas para el cálculo de esos incrementos de presión para diferentes tipos de carga (edométrica, uniaxial, isótropa y triaxial).

Capítulo 27. Teoría de la consolidación.

Se estudia la forma y los efectos de la disipación de las presiones intersticiales producidas por una carga sin drenaje, desarrollando la formulación de las ecuaciones básicas de la teoría de la consolidación y dando diversas soluciones de carácter práctico.

Capítulo 28. Comportamiento esfuerzo - deformación con o sin drenaje.

Este capítulo se concentra en el comportamiento con y sin drenaje de las arcillas y la relación entre los comportamientos tensión-deformación para ambos tipos de carga.

En primer lugar se analiza la similitud de los comportamientos con y sin drenaje en un ensayo de compresión confinada y posteriormente se extiende en el análisis de los resultados de multitud de ensayos triaxiales.

Capítulo 29. Resistencia al corte sin drenaje.

Se estudia la magnitud de la resistencia al corte sin drenaje en diversos casos, y los factores que influyen en ella como la humedad o la presión de preconsolidación.

Capítulo 30. Relaciones esfuerzo-deformación en condiciones de carga sin drenaje.

Se explica como obtener el módulo de deformación en condiciones no drenadas para diversos casos de carga, y la gran variabilidad de este parámetro explicando como afectan toda una serie de factores sobre él.

Capítulo 31. Estructuras de retención y estabilidad de taludes en condiciones sin drenaje.

En primer lugar se explica cálculo de empujes en condiciones no drenadas a partir de las expresiones presentadas en el capítulo 23. Posteriormente se comenta la relación entre los empujes en condiciones drenadas y no drenadas, y cuando deben realizarse los cálculos en unas u otras.

Finalmente se exponen varios tipos de problemas prácticos como la estabilidad de presas o el vaciado rápido de las mismas.

Capítulo 32. Cimentaciones superficiales en condiciones de carga sin drenaje.

Este capítulo finaliza el tema de las cimentaciones superficiales iniciado en el 14 y continuado en el 25. En el 14 se estudia con detalle el comportamiento sobre suelo seco y en el 25 sobre terreno saturado con comportamiento drenado.

En este se amplía lo visto, siguiendo el esquema de los capítulos anteriores, estudiando el caso de cimentaciones que se comportan como cargas sin drenaje.

Capítulo 33. Cimentaciones profundas.

Este capítulo únicamente pretende identificar los fenómenos fundamentales de mecánica de suelos implicados en el comportamiento de las cimentaciones profundas. De esta manera se inicia con el estudio de la capacidad de carga de un pilote aislado, luego se presentan los mecanismos de hincada y las fórmulas de hincada y, finalmente, se comenta brevemente la capacidad de carga de un grupo y el fenómeno de la fricción negativa.

Capítulo 34. La mejora de las condiciones del suelo.

Se trata en su mayor parte la compactación del terreno estudiando su realización en campo, los ensayos de laboratorio para su control y su influencia sobre las tensiones y las propiedades del terreno.

En su parte final se explica brevemente en que consisten las precargas y el drenaje como sistema de mejora del terreno.

3. Contenidos

Según el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo los contenidos de este libro son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.
 - Formación de los suelos.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - La estratigrafía.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
- Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
- Textura de los suelos.
- Forma de las partículas.
- Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
- Límites de Atterberg: definición.
- Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de estado tensional y deformacional.

Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), *Mecánica de suelos*

- Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
- Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
- Principios de la teoría de elasticidad.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Realización de un ensayo triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Tipos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión isotropa.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
 - Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.
 - El método de las trayectorias de tensiones.
 - Introducción al comportamiento de las arenas.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Estados de Rankine.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
- Altura piezométrica.
- Ley de Darcy: definición.
- Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
- Validez de la ley de Darcy.
- Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
- Permeabilidad: obtención en laboratorio.
- Permeabilidad: obtención in situ.
- Ec. de flujo: formulación.
- Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
- Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
- Sifonamiento.
- Capilaridad en suelos.
- Presión capilar y succión.
- Drenes. Condiciones de filtro.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Otros esquemas de consolidación.
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Estructura de los suelos compactados.
 - Compactación en obra.
 - Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método de las rebanadas.
 - Ábacos.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.

- Herramientas para el dimensionamiento previo.
- Definición y tipologías de hundimiento.
- Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
- Asientos admisibles.
- Cálculo de asientos por el método edométrico.
- Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
 - Pruebas de carga.
 - Cálculo frente fricción negativa.
- Empuje de tierras.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Metodología del proyecto de muros.
 - Acciones a considerar en un muro.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
- Estructuras de contención flexibles.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Mejora del terreno (precarga y drenaje).
 - Estudio de cargas dinámicas.

Comparando este listado con el original (el presentado en el capítulo introductorio de este anejo en el que se recogen todos los contenidos de todos los libros analizados) se puede afirmar que se trata de un libro muy completo. En él se abordan todos los grandes bloques de contenidos referentes a mecánica del suelo y la mayoría de los referentes a ingeniería geotécnica; incluso algunos muy específicos como el estudio de cargas dinámicas. Los únicos grupos de contenidos que no aparecen en este libro del listado general son los titulados cimentaciones semiprofundas y cimentaciones especiales, ausentes en la mayoría de libros analizados.

En los denominados temas preliminares se notan a faltar los contenidos más básicos e introductorios, como las definiciones de geotecnia y de suelo.

En cuanto a los temas de mecánica del suelo sólo se detecta una ausencia, los contenidos referentes a los modelos de estados crítico. Realmente no puede considerarse como ausencia ya que esas teorías son posteriores a la publicación de este libro.

Por último, respecto los temas referentes a ingeniería geotécnica, puede verse que sólo se tratan aspectos básicos, suficientes para transmitir el comportamiento de las estructuras que se estudian pero no tanto para abordar su proyecto completo.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente.

PARTE I. INTRODUCCIÓN.

1. Problemas planteados por el terreno en la ingeniería civil.
 - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.
 - Definición y tipologías de cimentaciones.
2. Introducción al comportamiento del suelo.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.

- Sifonamiento.
- Definición del fenómeno de la consolidación.
- Modelo reológico.

PARTE II. LA NATURALEZA DEL SUELO.

3. Características de los conjuntos de partículas.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.

Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), *Mecánica de suelos*

- Límites de Atterberg: definición.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
4. Características de las partículas de un suelo.
- Forma de las partículas.
 - Textura de los suelos.
 - Mineralogía de las arcillas.
5. Presiones normales entre partículas de suelo.
- Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
6. Resistencia al deslizamiento tangencial entre partículas de suelo.
- Leyes básicas de la fricción.
 - Fricción entre las partículas de suelo.
7. Formación de los suelos.
- Formación de los suelos.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - La estratigrafía.
- PARTE III. EL SUELO SECO.
8. Esfuerzos en una masa de suelo.
- Definición de tensión total.
 - Definición de K_0 .
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Definición de estado tensional.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - Invariantes y trayectorias de tensión.
9. Pruebas de laboratorio para determinar las propiedades esfuerzo-deformación.
- El edómetro.
 - El aparato triaxial.
 - Tipos de rotura.
 - El aparato de corte directo.
10. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo-deformacional.
- Resultado de muestras sometidas a compresión isótropa.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
11. Resistencia al esfuerzo cortante de los suelos granulares.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
12. Relaciones esfuerzo-deformación.
- Principios de la teoría de elasticidad.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos, mediante la teoría de elasticidad.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
13. Estructuras de retención y taludes.
- Metodología del proyecto de muros.
 - Estados de Rankine.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Acciones a considerar en un muro.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Análisis de taludes infinitos.
14. Cimentaciones superficiales.
- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - El método de las trayectorias de tensiones.
 - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
15. Solicitaciones dinámicas del terreno.
- Estudio de cargas dinámicas.
- PARTE IV. SUELOS CON AGUA-REGIMEN ESTÁTICO O FLUJO ESTABLECIDO.
16. El concepto de esfuerzo efectivo.
- Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Capilaridad en suelos.
 - Presión capilar y succión.

17. Flujo unidimensional.
- Ley de Darcy: definición.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
 - Sifonamiento.
 - Validez de la ley de Darcy.
18. Flujo bidimensional.
- Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
19. Permeabilidad de los suelos y condiciones filtro.
- Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Drenes. Condiciones de filtro.
20. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo-deformación con drenaje.
- Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - Resultados de triaxiales típicos.
21. Resistencia al corte con drenaje.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
22. Relaciones esfuerzo-deformación en procesos con drenaje.
- Principios de la teoría de elasticidad.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos, mediante la teoría de elasticidad.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
23. Estructuras de retención de tierras en condiciones con drenaje.
- Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
24. Estudio de taludes en condiciones de drenaje.
- Análisis de taludes infinitos.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Método de las rebanadas.
 - Roturas planas.
25. Cimentaciones superficiales en condiciones de drenaje.
- Asientos admisibles.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
- PARTE V. SUELOS CON FLUJO DE AGUA EN REGIMEN VARIABLE.
26. Presiones intersticiales producidas en procesos de carga sin drenaje.
- Concepto de carga drenada y no drenada.
 - Modelo reológico.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
27. Teoría de la consolidación.
- Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Otros esquemas de consolidación.
 - Determinación de c_v en el edómetro.
 - Consolidación secundaria.
28. Comportamiento esfuerzo - deformación con o sin drenaje.
- Resultado de muestras sometidas a compresión isotrópica.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.
29. Resistencia al corte sin drenaje.
- Resistencia al corte no drenada.
 - Estudio de cargas dinámicas.
30. Relaciones esfuerzo - deformación en condiciones de carga sin drenaje.

Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), *Mecánica de suelos*

- Principios de la teoría de elasticidad.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos, mediante la teoría de elasticidad.
 - Comportamiento elástico de los suelos.
31. Estructuras de retención y estabilidad de taludes en condiciones sin drenaje.
- Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Método de las rebanadas.
 - Ábacos.
 - Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.
32. Cimentaciones superficiales en condiciones de carga sin drenaje.
- Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
- El método de las trayectorias de tensiones.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
33. Cimentaciones profundas.
- Definición y tipologías.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - Fórmulas de hinca.
 - Pruebas de carga.
 - El efecto grupo.
 - Cálculo frente fricción negativa.
34. La mejora de las condiciones del suelo.
- Definición de la compactación.
 - Compactación en obra.
 - El ensayo Proctor.
 - Estructura de los suelos compactados.
 - Mejora del terreno (precarga y drenaje).

De un primer y simple análisis de este completo esquema del orden en el que se desarrollan los contenidos destaca la existencia de muchos contenidos que aparecen en varias ocasiones. Por ejemplo el contenido denominado *Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos* aparece en los capítulos 14, 25 y 32. Ello se debe, como se ha anunciado en el apartado introductorio y como puede observarse en este esquema, que el ordenamiento de este libro es un muy particular, dividido en cinco partes de las que tres repiten un mismo esquema de contenidos.

La primera parte es una introducción a la mecánica de suelos, en la que se presenta esta disciplina, algunos de los problemas ingenieriles que a través de ella pueden resolverse y, de forma general, se presenta el comportamiento del suelo para mostrar la diferencia entre la mecánica de fluidos y de sólidos y la de suelos. En esta parte se introducen de forma simplificada, pero muy didáctica los conceptos de tensión efectiva y consolidación, ya que son necesarios para que el lector entienda la estructura del libro, en especial de las tres últimas partes.

En la segunda parte, titulada *La naturaleza del suelo*, se presentan las propiedades intrínsecas de este material, así se explican las propiedades identificativas de una masa de suelo y de las partículas del suelo, también se explica la formación de los suelos y, por último, las tensiones que se generan entre partículas contiguas.

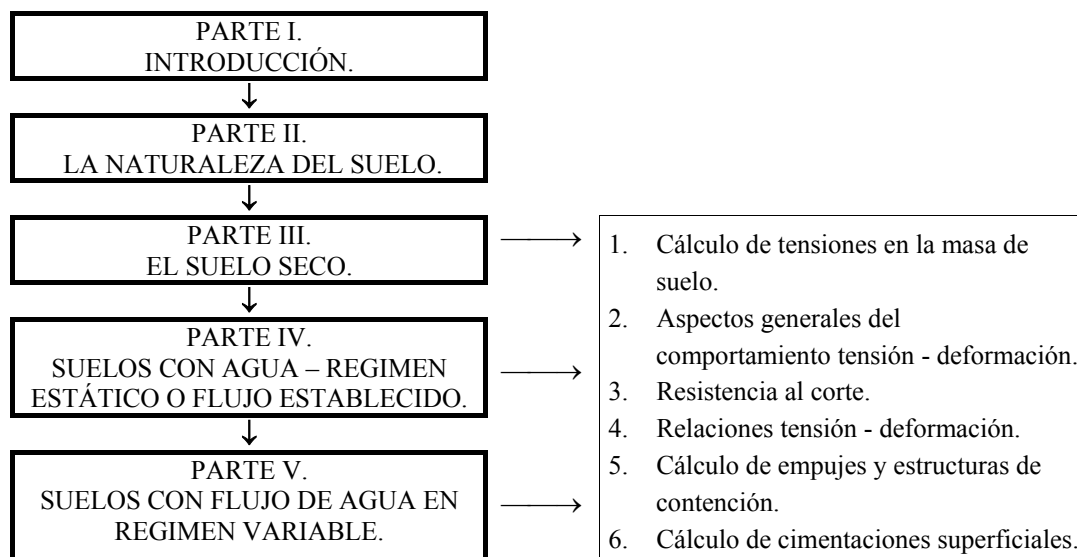
Las tres últimas partes abordan los temas de mecánica de suelos y los de ingeniería geotécnica, siguiendo las tres el esquema mostrado a continuación:

1. Cálculo de tensiones en la masa de suelo.
2. Aspectos generales del comportamiento tensión – deformación.
3. Resistencia al corte.
4. Relaciones tensión – deformación.
5. Cálculo de empujes y estructuras de contención.
6. Cálculo de cimentaciones superficiales.

Todos estos temas se desarrollan por triplicado porque en la tercera parte se tratan suponiendo el suelo seco, en la cuarta el suelo saturado con el proceso de carga drenado y en la quinta el suelo saturado pero con el proceso de carga no drenado.

A parte de estos seis temas en cada parte se incluyen algunos más específico de ella, por ejemplo en la cuarta parte se explican las leyes del flujo de agua en el terreno y en la quinta la teoría de la consolidación. Los temas de cimentaciones profundas y mejora del terreno se explican al final del libro, en la quinta parte.

Así la estructura general de este libro se puede representar de la siguiente manera:



Del ordenamiento de este libro lo que merece especial atención son las tres últimas partes, ya que las dos primeras responden a los estándares. La división de los temas de mecánica de suelos e ingeniería geotécnica en tres presenta una respuesta original a uno de los problemas más complejos a los que debe hacer frente la docencia de la geotecnia, la comprensión de las diferencias y las similitudes entre el comportamiento del suelo en procesos drenados y no drenados.

En este libro se afronta esta cuestión diferenciando el estudio de todos los conceptos de la geotecnia para cada tipo de estado. De esta manera, como se ha visto, en primer lugar se trata el comportamiento del suelo seco, posteriormente el del saturado con respuesta drenada y, por último, el saturado con respuesta no drenada. Así temas como las relaciones tensión – deformación o el cálculo de cimentaciones superficiales se tratan por triplicado.

Esto que en principio puede parecer una respuesta adecuada al problema docente planteado, puede acabar generando dos problemas. En primer lugar que el lector entienda cada una de las situaciones como aisladas, sin relación entre ellas, y aprenda comportamientos independientes, sin saber relacionarlos entre ellos. El segundo problema es que el hecho de dedicar tres capítulos diferentes y separados a temas iguales, no facilita que el lector tenga una visión global del problema, lo que es especialmente grave en los temas dedicados a cimentaciones superficiales y estructuras de contención. El mismo problema, pero al revés, sucede con los temas que únicamente aparecen en una parte, como el de cimentaciones profundas, que el lector puede llegar a entender que únicamente se emplean en la situación que representa esa parte.

Así el ordenamiento de este libro no parece del todo correcto, pero alerta de la importancia del problema docente explicado, y la necesidad de resolverlo.

Por último conviene analizar el orden interno de las tres últimas partes, en especial de los seis puntos que coinciden en las tres, presentados en el esquema anterior. De ello el único aspecto a destacar es la división del estudio de la relación tensión-deformación en dos capítulos separados por uno dedicado a la resistencia al corte. El hecho de separar en un capítulo el resultado de los ensayos y en otro la modelación matemática del comportamiento observado en los ensayos, es positiva, pero el interponer entre medio las explicaciones referentes a resistencia no lo es tanto.

5. Enfoque

Como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil debido a la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se ha abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las

Lambe, T.W. y Whitman, R.V. (1972), *Mecánica de suelos*

partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *fenómeno – teoría*, en el de la consolidación *experimentación – fenómeno – teoría – práctica* y en el de la presión de hundimiento *fenómeno – teoría – práctica*.

Sólo con estos tres ejemplos puede observarse que la heterogeneidad comentada en el apartado destinado al análisis de los contenidos se repite en esta ocasión. Siendo muy difícil clasificar el enfoque del libro en general.

6. Estructura

En primer lugar se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Problemas planteados por el terreno en la ingeniería civil.	15	6	19	0	0	0
2. Introducción al comportamiento del suelo.	6	6	6	1	2	0
3. Características de los conjuntos de partículas.	10	5	5	0	0	0
4. Características de las partículas de un suelo.	12	3	11	0	0	0
5. Presiones normales entre partículas de suelo.	7	6	16	0	0	0
6. Resistencia al deslizamiento tangencial entre partículas de suelo.	9	6	6	0	0	0
7. Formación de los suelos.	22	8	17	0	0	0
8. Esfuerzos en una masa de suelo.	12	7	11	7	9	15
9. Pruebas de laboratorio para determinar las propiedades esfuerzo-deformación.	7	5	8	0	0	0
10. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo-deformacional.	14	6	24	0	0	0
11. Resistencia al esfuerzo cortante de los suelos granulares.	12	6	14	1	2	2
12. Relaciones esfuerzo-deformación.	9	5	10	1	6	0
13. Estructuras de retención y taludes.	23	10	33	10	14	20
14. Cimentaciones superficiales.	26	12	26	5	17	5
15. Solicitaciones dinámicas del terreno.	10	4	18	0	0	0
16. El concepto de esfuerzo efectivo.	7	6	5	3	3	4
17. Flujo unidimensional.	24	11	17	0	0	0
18. Flujo bidimensional.	9	6	7	5	5	5
19. Permeabilidad de los suelos y condiciones filtro.	14	5	13	0	0	0
20. Aspectos generales del comportamiento esfuerzo-deformación con drenaje.	8	5	11	0	0	0
21. Resistencia al corte con drenaje.	11	8	16	1	3	3
22. Relaciones esfuerzo-deformación en procesos con drenaje.	8	4	5	1	1	1

23. Estructuras de retención de tierras en condiciones con drenaje.	13	5	17	13	10	27
24. Estudio de taludes en condiciones de drenaje.	16	10	19	6	6	10
25. Cimentaciones superficiales en condiciones de drenaje.	9	6	8	5	8	6
26. Presiones intersticiales producidas en procesos de carga sin drenaje.	15	9	16	0	0	0
27. Teoría de la consolidación.	14	8	18	2	5	6
28. Comportamiento esfuerzo - deformación con o sin drenaje.	12	8	17	3	6	4
29. Resistencia al corte sin drenaje.	13	10	20	2	3	2
30. Relaciones esfuerzo - deformación en condiciones de carga sin drenaje.	9	5	8	0	0	0
31. Estructuras de retención y estabilidad de taludes en condiciones sin drenaje.	14	9	8	5	5	8
32. Cimentaciones superficiales en condiciones de carga sin drenaje.	13	11	17	0	0	0
33. Cimentaciones profundas.	15	7	12	1	3	0
34. La mejora de las condiciones del suelo.	9	9	11	0	0	0

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.



Rodríguez, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982), *Curso aplicado de cimentaciones*. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid.

1. Introducción

Este libro, el único analizado que sólo aborda aspectos de ingeniería geotécnica, nació para proporcionar a los participantes de un curso de cimentaciones, organizado por el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, un texto con una información muy superior a la que podía transmitirse oralmente, de modo que tras el curso pudieran disponer de un manual de consulta cuyas líneas principales se habrían expuesto a lo largo del curso. Pero durante su redacción se pensó principalmente en el gran número de colegiados que no podrían seguir el curso, así como en los alumnos de la Cátedra de Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid que carecían de un texto con el que seguir las lecciones de dicha asignatura. Así sus contenidos pueden considerarse como una referencia a la hora de estudiar las necesidades de conocimientos en el campo de la geotecnia por parte de los arquitectos.

Sus autores presentan el enfoque de este libro como eminentemente práctico, pero sin querer prescindir del encuadre teórico adecuado al nivel de formación de los arquitectos superiores, evitando una exposición tipo receta o formulario. Por ello el marco teórico de las explicaciones de este libro también puede considerarse como referencia a la hora de estudiar la profundidad teórica con la que deben abordarse las explicaciones de mecánica de suelos e ingeniería geotécnica en la formación de arquitectos.

2. Índice

Capítulo 1. Reconocimiento del terreno y propiedades de los suelos.

1. Introducción al problema geotécnico.
2. El estudio geotécnico.
 - 2.1 Tipos de estudios geotécnicos.
 - 2.2 Antecedentes e información previa.
 - 2.3 Técnicas de reconocimiento.
 - 2.4 Tomas de muestras.
 - 2.5 Ensayos de laboratorio.
3. Planificación de los reconocimientos.
 - 3.1 Estudios de evaluación.
 - 3.2 Estudios para construcción.
4. Determinación de propiedades geotécnicas.
5. El informe geotécnico.
 - 5.1 Estudios de evaluación.
 - 5.2 Estudios para construcción.

Apéndice: Precios unitarios orientativos para la ejecución de estudios geotécnicos (1984).

Capítulo 2. Cimentaciones superficiales I. Análisis geotécnico.

1. Introducción.
2. Bases de cálculo.
3. Parámetros de cálculo.
4. Valores empíricos de las presiones de trabajo.

5. Determinación de la presión de hundimiento.
 - 5.1 Definición de hundimiento.
 - 5.2 Determinación teórica de la presión de hundimiento.
 - 5.2.1 Fórmula general.
 - 5.2.2 Factores que modifican la fórmula general.
6. Problemas especiales de capacidad portante.
 - 6.1 Terrenos estratificados.
 - 6.2 Interacción entre zapatas.
 - 6.3 Cimentaciones en la proximidad de taludes.
7. Aplicaciones a suelos reales.
 - 7.1 Cimentaciones en arcilla.
 - 7.2 Cimentaciones en arenas y suelos granulares.
 - 7.3 Cimentaciones sobre gravas, bolos, etc.
 - 7.4 Cimentaciones sobre otros tipos de suelos.
8. Presiones admisibles. Coeficientes de seguridad.
9. Asientos en las cimentaciones.
 - 9.1 Introducción.
 - 9.2 Tipos de asientos.
 - 9.3 Métodos de cálculo de asientos.

- 9.4 Asientos admisibles.
- 10. Cimentaciones en roca.
 - 10.1 Capacidad portante.
 - 10.2 Asientos.
- Apéndice: Tensiones y asientos en el semiespacio elástico.
- Capítulo 3. Cimentaciones superficiales II. Aspectos estructurales y constructivos.
 1. Introducción.
 2. Tipología de cimentaciones superficiales.
 3. Acciones sobre las cimentaciones.
 4. Dimensionado en planta del cimiento.
 - 4.1 Zapatas rectangulares. Caso general.
 - 4.2 Zapatas rectangulares. Carga vertical y momento en una sola dirección.
 - 4.3 Zapatas rectangulares. Carga vertical centrada.
 - 4.4 Zapatas con planta no rectangular.
 - 4.5 Otras comprobaciones.
 - 4.6 Zapatas combinadas.
 - 4.6.1 Zapata común a varios pilares.
 - 4.6.2 Zapata de medianería.
 - 4.6.2.1 Zapata de medianería con viga centradora.
 - 4.6.2.2 Zapata de medianería con colaboración del forjado o viga superior.
 - 4.7 Zapatas continuas o corridas.
 5. Cálculo estructural del cimiento.
 - 5.1 Zapatas de hormigón en masa.
 - 5.2 Zapatas de hormigón armado.
 - 5.2.1 Zapatas rígidas de hormigón armado.
 - 5.2.2 Zapatas flexibles de hormigón armado.
 - 5.2.2.1 Cálculo a flexión.
 - 5.2.2.2 Comprobación de la adherencia de las armaduras.
 - 5.2.2.3 Cálculo a cortante y punzonamiento.
 - 5.3 Zapatas combinadas.
 6. Cimientos semiprofundos.
 - 6.1 Cimentación por pozos.
 - 6.2 Cimentación con pedestales intermedios.
 7. Vigas riostras o de atado.
 8. Aspectos constructivos.

- Capítulo 4. Cimentaciones superficiales III. Zapatas corridas y losas de cimentación.
 1. Introducción y tipología.
 2. Cálculo de zapatas corridas.
 - 2.1 Zapatas rígidas.
 - 2.2 Solución general de la zapata flexible infinita sobre apoyo elástico.

- 2.3 Zapatas corridas de longitud finita.
- 2.4 Otras soluciones prácticas.
- 3. Determinación del coeficiente de balasto.
 - 3.1 Coeficiente de balasto para placas de $0.30 \times 0.30 \text{ m}^2$ (K_{30}).
 - 3.2 Coeficiente de balasto para cimentaciones reales.
 - 3.3 Correlaciones con otros parámetros.
- 4. Condiciones de rigidez y problemas de interacción terreno-estructura.
 - 4.1 Criterios de rigidez.
 - 4.2 Rigidez del sistema cimiento-estructura.
 - 4.3 Selección del modelo de cálculo.
- 5. Cálculo de losas.
 - 5.1 Losas rígidas.
 - 5.2 Losas de rigidez intermedia.
 - 5.3 Losas flexibles.
- 6. Aspectos de diseño y constructivos.

- Capítulo 5. Cimentaciones por pilotaje I. Aspectos geotécnicos.
 1. Introducción.
 2. Tipos de pilotes.
 3. Otros tipos de cimentación profunda.
 4. Condiciones de utilización.
 5. Forma de trabajo y sollicitaciones de los pilotes.
 6. Cálculo de los pilotes.
 7. Carga de hundimiento del pilote aislado.
 8. Fórmulas de hinca.
 9. Grupo de pilotes – Carga de hundimiento.
 10. Asientos de pilotes y grupos de pilotes.
 11. Distribución de cargas en grupos de pilotes.
 12. Pilotes sometidos a sollicitaciones especiales.
 - 12.1 Rozamiento negativo.
 - 12.2 Cargas laterales.
 - 12.3 Empujes laterales transmitidos a través del terreno.

- Capítulo 6. Cimentaciones por pilotaje II. Aspectos estructurales y constructivos.
 1. Introducción.
 2. Materiales de diseño estructural.
 3. Condiciones de ejecución. Control.
 4. Otros elementos constructivos.
 - 4.1 Encepados.
 - 4.2 Vigas riostras.
 5. Normativa.
- Apéndice: Características nominales de pilotes comerciales.

- Capítulo 7. Empujes de tierras y estructuras de contención.
 1. Introducción.
 2. Tipos de estructuras de contención.

3. El empuje de tierras.
 - 3.1 Estados límites.
 - 3.2 Empuje activo.
 - 3.3 Empuje pasivo.
4. El proyecto y construcción de estructuras rígidas: muros.
 - 4.1 Condiciones generales para el proyecto.
 - 4.2 Muros en L y T.
 - 4.3 Tierra armada.
 - 4.4 Detalles constructivos.
5. Estructuras flexibles.
 - 5.1 Características generales de ejecución.
 - 5.2 Tipos de soportes laterales.
6. El proyecto de pantallas continuas.
 - 6.1 Consideraciones generales.
 - 6.2 Pantallas en voladizo.
 - 6.3 Pantallas con un apoyo.
 - 6.4 Pantallas con varios apoyos.
 - 6.5 Estabilidad global del conjunto pantalla-anclaje.
 - 6.6 Disposición de anclajes.
 - 6.7 Entibaciones.
 - 6.8 Seguridad frente al sifonamiento.
 - 6.9 Seguridad frente al levantamiento de fondo.
 - 6.10 Normativa española.

Capítulo 8. Criterios para la elección de cimentaciones.

1. Introducción.
2. Influencia tipológica entre la cimentación y el edificio.
3. Influencia del tipo de edificio.
4. Condicionantes económicos.
5. Condicionantes impuestos por los edificios próximos.
6. Condicionantes de utilización de los distintos tipos de cimentaciones.
 - 6.1 Cimentaciones por zapatas.
 - 6.2 Cimentaciones por losa.
 - 6.3 Cimentaciones por pozos.
 - 6.4 Cimentaciones por pilotaje.
 - 6.5 Otras soluciones.
7. Influencia del nivel freático.
8. Cimentaciones en terrenos heterogéneos.
9. Casos especiales de cimentación.
 - 9.1 Rellenos artificiales gruesos.
 - 9.2 Rellenos artificiales compactados.
 - 9.3 Terrenos problemáticos.
 - 9.4 Cimentaciones en zonas sísmicas.
 - 9.5 Cimentaciones en zonas de subsidencia.

3. Contenidos

Según el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo los contenidos de este libro son los siguientes.

- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Planificación del reconocimiento.
 - El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
- Distribución de presiones en el plano de cimentación.
- Definición y tipologías de hundimiento.
- Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
- Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
- Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
- Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
- El factor de seguridad (valores, variaciones...).
- Asientos admisibles.
- Cálculo de asientos por el método edométrico.
- Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
- Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
- Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.
- Particularidades del proyecto de losas.

- Cimentaciones semiprofundas.
 - Cimentación por pozos.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Elección del tipo de pilote.
 - Distribución de cargas dentro del grupo.
 - Cálculo frente resistencia estructural.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
 - Cálculo frente fricción negativa.
 - Cálculo frente acciones horizontales.
 - Grupos de pilotes en distintas direcciones.
- Cimentaciones especiales.
 - Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.
 - Cimentaciones sobre rellenos.
 - Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.
- Empuje de tierras.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
- Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
- Empuje pasivo: métodos anteriores.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Metodología del proyecto de muros.
 - Acciones a considerar en un muro.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
 - Detalles constructivos.
- Estructuras de contención flexibles.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Metodología del proyecto de pantallas.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.
 - Ejecución de pantallas de hormigón.
 - Tablestacas: tipologías y ejecución.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.

Este listado en primer lugar permite certificar la afirmación presentada en el apartado introductorio en la que se anuncia que se trata de un libro en el que exclusivamente se abordan temas de ingeniería geotécnica.

Pero los contenidos acabados de presentar, basados en el listado general mostrado en el capítulo introductorio de este anejo, no muestran toda la realidad del libro que se analiza. Esto se debe fundamentalmente por dos razones que radican en la propia idiosincrasia del listado, concretamente se debe recordar que el objetivo del mismo es disponer de una herramienta para poder analizar conjuntamente los contenidos de todos los libros.

Así, el primer problema, de muy poca importancia, es que no se han reflejado en el listado los breves repases de los fundamentos de mecánica de suelos que se hacen a lo largo del libro en diferentes ocasiones, ya que, por ejemplo, marcar como contenido la teoría de la consolidación de Terzaghi cuando simplemente se hace un repaso de ella no es comparable a cuando se desarrolla completamente. Algunos ejemplos de estos conceptos de mecánica de suelos desarrollados muy brevemente se encuentran antes de la explicación del método edométrico donde se repasa muy brevemente el comportamiento tensión-deformación de los suelos en el caso unidimensional y la teoría de la consolidación, u otro ejemplo se sitúa previamente a explicar el concepto de seguridad frente levantamiento del fondo en excavaciones donde se desarrolla la seguridad frente sifonamiento.

El segundo problema que provoca la falta de representatividad del anterior listado de contenidos se debe a que no se han reflejado aquellos contenidos que únicamente se tratan en este libro. Estos contenidos se podrían resumir en los siguientes cuatro aspectos:

- Riostras y vigas centradoras.
- Cálculo estructural de zapatas.
- Cálculo de encepados.
- Análisis detallado de la elección del tipo de cimentación

De los cuatro contenidos los tres primeros responden al cálculo estructural de cimentaciones, lo que en parte justifica su ausencia en el resto de libros y en el listado de contenidos. Respecto el último su ausencia no está justificada, ya que se trata de un tema muy interesante. Por ello, este contenido se debe tener en cuenta en análisis posteriores.

Una vez analizada la representatividad del listado anterior debe analizarse el listado en si mismo (los contenidos del libro). Un análisis de este, evidentemente, en primer lugar muestra, como se ha comentado en repetidas ocasiones, que se trata de un libro exclusivamente de ingeniería geotécnica. En segundo lugar destaca la profundidad con la que se desarrollan los aspectos ligados a cimentaciones, incluyendo, como se ha visto, su cálculo estructural y un análisis con detalle sobre la elección del tipo de cimentación. La lástima es que la profundidad alcanzada en el tema de cimentaciones no sea homogénea a la alcanzada en el tema de estructuras de contención de las que no se explica, por ejemplo, ni su cálculo estructural, ni se aprovecha para, en un marco tan adecuado, explicar como trabajan estas estructuras cuando reciben cargas exteriores y a la vez deben trabajar como estructuras de cimentación, situación tan habitual en los proyectos de edificación.

Por último y pese al anterior comentario negativo hay que destacar la riqueza de contenidos de este libro, principalmente de aspecto práctico y ligado al proyecto de cimentaciones, siendo sus autores uno de los pocos que se han atrevido a unir en un único volumen aspectos geotécnicos y estructurales de cimentaciones.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente. Se han tenido en cuenta los cuatro contenidos, comentados en el final del apartado anterior, que no constan en el listado general.

1. Reconocimiento del terreno y propiedades de los suelos.

- Presentación de los métodos de reconocimiento.
- Presentación de los ensayos in situ.
- Planificación del reconocimiento.
- El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.

2. Cimentaciones superficiales I. Análisis geotécnico.

- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
- Definición de tensión admisible.
- Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
- Herramientas para el dimensionamiento previo.
- Definición y tipologías de hundimiento.
- Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.

- Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
- Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
- Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
- Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
- El factor de seguridad (valores, variaciones...).
- Cálculo de asientos por el método edométrico.
- Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Asientos admisibles.
- Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.

3. Cimentaciones superficiales II. Aspectos estructurales y constructivos.

- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.

- Distribución de presiones en el plano de cimentación.
 - Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.
 - Riostras y vigas centradoras.
 - Cálculo estructural de zapatas.
 - Cimentación por pozos.
4. Cimentaciones superficiales III. Zapatas corridas y losas de cimentación.
- Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
 - Particularidades del proyecto de losas.
5. Cimentaciones por pilotaje I. Aspectos geotécnicos.
- Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - Fórmulas de hinca.
 - El efecto grupo.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
 - Distribución de cargas dentro del grupo.
 - Grupos de pilotes en distintas direcciones.
 - Cálculo frente fricción negativa.
 - Cálculo frente acciones horizontales.
6. Cimentaciones por pilotaje II. Aspectos estructurales y constructivos.
- Cálculo frente resistencia estructural.
 - Cálculo de encepados.
7. Empujes de tierras y estructuras de contención.
- Acciones a considerar en un muro.
- Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Metodología del proyecto de muros.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
 - Detalles constructivos.
 - Ejecución de pantallas de hormigón.
 - Tablestacas: tipologías y ejecución.
 - Metodología del proyecto de pantallas.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.
8. Criterios para la elección de cimentaciones.
- Elección del tipo de cimentación
 - Elección del tipo de pilote.
 - Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.
 - Cimentaciones sobre rellenos.
 - Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.

Este listado de contenidos, presentados en el orden en el que aparecen en el libro se puede simplificar aunando los capítulos en grandes bloques temáticos de la siguiente manera:

- Reconocimiento del terreno.
 1. Reconocimiento del terreno y propiedades de los suelos.
- Cimentaciones 1.
 2. Cimentaciones superficiales I. Análisis geotécnico.
 3. Cimentaciones superficiales II. Aspectos estructurales y constructivos.
 4. Cimentaciones superficiales III. Zapatas corridas y losas de cimentación.

Rodríguez, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1989), *Curso aplicado de cimentaciones*

5. Cimentaciones por pilotaje I. Aspectos geotécnicos.
 6. Cimentaciones por pilotaje II. Aspectos estructurales y constructivos.
- Estructuras de contención.
 7. Empujes de tierras y estructuras de contención.
 - Cimentaciones 2.
 8. Criterios para la elección de cimentaciones.

Este esquema resume el orden en el que aparecen los contenidos, y prescindiendo del último capítulo este orden es correcto. Se inicia de forma acertada con el tema de reconocimiento, ya que sigue el orden del proyecto geotécnico que siempre se inicia con un reconocimiento y, además, es un buen capítulo para iniciar un libro de ingeniería geotécnica ya que facilita el repaso de conocimientos de mecánica de suelos a medida que se muestran los métodos para obtener los parámetros del terreno necesarios para el proyecto geotécnico.

Al tema de reconocimiento sigue todo un bloque de capítulos dedicados a cimentaciones, y a este uno de estructuras de contención. Podría pensarse que el orden de ambos bloques es indistinto pudiéndose invertir, por la independencia de sus contenidos. Pero el orden presentado en este libro presenta una ventaja respecto al invertido, pues las estructuras de contención requieren aparte de sus comprobaciones propias (como la de vuelco) la de hundimiento propia de cimentaciones, así es mejor abordar primeramente el tema de cimentaciones y al tratar las estructuras de contención no hay que adelantar conocimientos propios de otros temas.

En definitiva el único problema en el orden es la posición del último capítulo, que debería invertirse con el de estructuras de contención, aunando todos los temas de cimentaciones en único bloque.

Si se analiza cada uno de bloques identificados el único que merece especial atención es el de cimentaciones, ordenado con buen criterio. En él se han separado por capítulos los contenidos referentes a cimentaciones superficiales de los de profundas y, a su vez, en cada uno de ellos se han separado los aspectos geotécnicos de los estructurales. Además en el caso de las cimentaciones superficiales se ha añadido un tercer capítulo en el que se ha tratado el proyecto de losas y vigas flotantes, ello es especialmente adecuado ya que se tratan de dos tipologías con unos métodos de cálculo específicos y mejor separarlos de las teorías generales referentes a zapatas.

5. Enfoque

Tal y como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil dada la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello al realizar el análisis del enfoque en primer lugar a modo de ejemplo, para todos los libros analizados, se muestra el enfoque con que se han abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En este caso este análisis previo únicamente se puede hacer con la explicación de la presión de hundimiento, ya que las otras dos cuestiones no se tratan en el libro. El enfoque al abordar las explicaciones de la cuestión de hundimiento es del tipo *fenómeno – práctica*.

Se puede pensar que este único análisis no aporta información, ya que es poco representativo, pero precisamente es muy representativo y este libro se caracteriza por ese enfoque, que representa casi la totalidad de las explicaciones.

Este enfoque es presentado y justificado por sus autores en la presentación del libro de la siguiente manera:

“Planteando este Curso con un enfoque eminente práctico, no por ello se ha querido prescindir del encuadre teórico adecuado al nivel de formación de los Arquitectos superiores, evitando una exposición tipo receta o formulario, tan al uso en numerosos cursillos.

(...)

La información recogida comprende un gran número de tablas, ábacos y fórmulas de aplicación directa en el proyecto de cimentaciones y que habitualmente se encuentran dispersas en numerosos libros y artículos, gran parte de los cuales no se han traducido al castellano. Se ha procurado

asimismo una presentación muy concisa, evitando acumular teorías y explicaciones que, con una innecesaria erudición, habrían contribuido a crear confusión respecto a la línea a seguir en un problema dado.”

6. Estructura

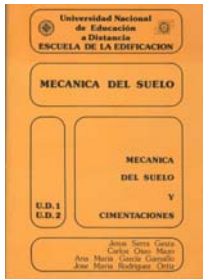
En primer lugar se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

	Teoría			Ejemplos o ejercicios con solución		
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Reconocimiento del terreno y propiedades de los suelos.	27	14	11	0	0	0
2. Cimentaciones superficiales I. Análisis geotécnico.	40	27	38	0	0	0
3. Cimentaciones superficiales II. Aspectos estructurales y constructivos.	57	29	70	0	0	0
4. Cimentaciones superficiales III. Zapatas corridas y losas de cimentación.	29	19	40	0	0	0
5. Cimentaciones por pilotaje I. Aspectos geotécnicos.	23	15	26	0	0	0
6. Cimentaciones por pilotaje II. Aspectos estructurales y constructivos.	9	7	6	0	0	0
7. Empujes de tierras y estructuras de contención.	35	25	45	0	0	0
8. Criterios para la elección de cimentaciones.	15	19	3	0	0	0

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

Pero a simple vista surgen varios comentarios. En primer lugar la ausencia de ejemplos, sorprendente dado el enfoque eminentemente práctico del libro. Y en segundo lugar la heterogeneidad del tamaño de los capítulos, con uno de menos de diez páginas y otro con más de cincuenta, lo que comporta al querer mantener homogéneo el tamaño de los apartados que en los capítulos más largos se llegue a un cuarto nivel de subapartados y en otros no se pase del segundo.

J Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*



Serra J., Oteo, C., García A.M. y Rodríguez J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*. Fundación Escuela de la Edificación, Madrid.

1. Introducción

Este libro está publicado por la Fundación Escuela de la Edificación, que es una institución docente constituida con el objetivo primordial de “formar profesionales capaces de dar una respuesta a las necesidades del sector de la edificación”, y con este objetivo tiene suscritos convenios de colaboración con la Universidad Nacional de Educación a Distancia y con la Universidad Politécnica de Madrid para impartir su Programa de Estudios Superiores de la Edificación y varios másters, entre ellos el Máster de Estructuras de la Edificación.

En este contexto, esta publicación, editada por primera vez en 1986, recoge los temas que se imparten en la asignatura de Mecánica del Suelo y Cimentaciones de los diferentes programas de la Fundación Escuela de la Edificación. En ella se exponen los fundamentos básicos de la mecánica del suelo, así como los principios del cálculo de los distintos tipos de cimentaciones y estructuras de contención, completándolo con unos temas monográficos dedicados a problemas específicos de cimentaciones.

Así sus contenidos pueden considerarse como una referencia a la hora de estudiar las necesidades en el campo de la geotecnia de los profesionales técnicos dedicados a la edificación.

2. Índice

Los contenidos de este libro están muy estructurados, en primer lugar se dividen en unidades didácticas (UD), estas a su vez en capítulos y estos en temas. Como último eslabón de la estructura, estos últimos se subdividen en apartados y subapartados. Todo ello hace que el índice completo sea muy largo y poco clarificador de los contenidos, que a los efectos de este documento es lo importante. Por ello se ha preferido no reproducir el índice íntegro sino, en primer lugar, se presenta el índice pero únicamente hasta el nivel de temas y, posteriormente, un resumen de estos. De esta forma se consiguen mejor los objetivos buscados en este apartado.

2.1 Índice

U.D. 1 MECÁNICA DEL SUELO.

Capítulo 1. Los suelos. Tipos de suelos. Propiedades de los mismos.

Tema 1. Naturaleza y origen de las rocas y de los suelos.

Tema 2. Propiedades elementales de los suelos.

Tema 3. Propiedades fisicoquímicas de las arcillas.

Tema 4. Práctica sobre granulometría, pesos específicos, estados de consistencia y clasificación de los suelos.

Capítulo 2. Tensiones en el terreno. Compresibilidad y consolidación de los suelos.

Tema 5. Tensiones en el terreno (I).

Tema 6. Tensiones en el terreno (II).

Tema 7. Práctica sobre tensiones verticales, tensiones efectiva y neutra, tensiones horizontales.

Tema 8. Compresibilidad de los suelos.

Tema 9. Consolidación de los suelos.

Tema 10. Práctica sobre compresibilidad y consolidación.

Capítulo 3. Resistencia al corte de los suelos. Reconocimiento del terreno.

Tema 11. Resistencia al corte de los suelos (I).

Tema 12. Resistencia al corte de los suelos (II).

Tema 13. Práctica sobre resistencia al corte.

Tema 14. Reconocimiento del terreno (I).

- Tema 15. Reconocimiento del terreno (II).
- Tema 16. Práctica sobre reconocimiento.

U.D. 2 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.

Capítulo 4. Empujes de tierras. Métodos de cálculo. Excavaciones.

- Tema 17. Empujes de tierras (I).
- Tema 18. Empujes de tierras (II).
- Tema 19. Práctica sobre cálculo de empujes.
- Tema 20. Excavaciones.
- Tema 21. Flujo de agua en torno a excavaciones.
- Tema 22. Estabilidad de taludes.
- Tema 23. Práctica sobre excavaciones, entibaciones y taludes.

Capítulo 5. Muros de contención. Pantallas.

- Tema 24. Muros de contención (I).
- Tema 25. Muros de contención (II).
- Tema 26. Práctica sobre cálculo de muros.
- Tema 27. Estructuras de retención flexibles (I).
- Tema 28. Estructuras de retención flexibles (II).
- Tema 29. Práctica sobre cálculo de pantallas.

U.D. 3 CÁLCULO DE CIMENTACIONES.

Capítulo 6. Cimentaciones superficiales (I).

- Tema 30. Cimentaciones superficiales.
- Tema 31. Tensiones en el semiespacio elástico.
- Tema 32. Cálculo de asentos en cimentaciones superficiales.
- Tema 33. Práctica sobre dimensionado de zapatas en suelo granular y suelo cohesivo.
- Tema 34. La zapata aislada.
- Tema 35. Práctica de cálculo de zapata aislada.
- Tema 36. Zapatas de medianería.
- Tema 37. Práctica de cálculo de zapata de medianería y combinada.

Capítulo 7. Cimentaciones superficiales (II).

- Tema 38. Zapatas corridas.
- Tema 39. Práctica de zapata corrida.
- Tema 40. Losas de cimentación.
- Tema 41. Práctica de cálculo de losa.
- Tema 42. Cimentaciones por pilotaje.
- Tema 43. Grupos de pilotes. Encepados y riostras.
- Tema 44. Práctica de cálculo de pilotaje.

Capítulo 8. Cimentaciones sobre arcillas expansivas y rellenos. Introducción a la patología de cimentaciones. Recalces. Mejora del terreno.

- Tema 45. Cimentaciones en arcillas expansivas.
- Tema 46. Construcciones sobre rellenos.
- Tema 47. Patología de las cimentaciones.
- Tema 48. Recalces.
- Tema 49. Mejora y tratamiento del terreno.

2.2 Resumen

U.D. 1 MECÁNICA DEL SUELO.

En esta primera parte se describen los principios generales de la mecánica del suelo, los distintos tipos de suelos y sus comportamientos mecánicos y de deformación.

Capítulo 1. Los suelos. Tipos de suelos. Propiedades de los mismos.

Tema 1. Naturaleza y origen de las rocas y de los suelos.

Se describe muy brevemente la composición del globo terrestre y los tipos de rocas y suelos según su formación, junto con la definición de términos empleados en estas clasificaciones como

J Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*

erosión y transporte. El tema finaliza con un corto apartado destinado al anuncio de la existencia de agua en el suelo y su problemática.

Tema 2. Propiedades elementales de los suelos.

Este tema abarca dos grandes temas, la granulometría (definición, ensayos, representación de resultados y clasificación de suelos en función de ella) y la definición de los parámetros que relacionan las fases del suelo.

Tema 3. Propiedades fisicoquímicas de las arcillas.

Tras una breve introducción a la problemática de las arcillas, se presentan las unidades básicas que conforman los minerales arcillosos y los tipos de estructura en que se ordenan las partículas de arcilla.

Luego se definen los límites de Atterberg, su obtención y su empleo como parámetro clasificador a través del gráfico de Casagrande.

Por último se presenta la clasificación de suelos según Casagrande.

Tema 4. Práctica sobre granulometría, pesos específicos, estados de consistencia y clasificación de los suelos.

Capítulo 2. Tensiones en el terreno. Compresibilidad y consolidación de los suelos.

Tema 5. Tensiones en el terreno (I).

Después de explicar el concepto de tensión efectiva, el tema trata el cálculo de tensiones verticales en terrenos horizontales, estratificados y con nivel freático horizontal y, tras definir altura piezométrica, flujo descendente y ascendente; aprovechando este último caso para definir el problema del sifonamiento.

Así este tema también es una introducción al flujo unidimensional.

Tema 6. Tensiones en el terreno (II).

Este tema expone en primer lugar el cálculo de tensiones horizontales definiendo el coeficiente de empuje al reposo y la relación de éste con los parámetros elásticos. Luego se explica el cálculo de tensiones sobre cualquier plano a través del círculo de Mohr. Finaliza con una introducción al problema tensión-deformación en la mecánica de suelos.

Tema 7. Práctica sobre tensiones verticales, tensiones efectiva y neutra, tensiones horizontales.

Tema 8. Compresibilidad de los suelos.

Este tema trata la relación tensión-deformación en compresión confinada. Así, primeramente se presenta el edómetro y sus resultados, luego los parámetros que definen el comportamiento del suelo bajo este tipo de estado de carga, y por último se estudia el empleo de estos parámetros en el cálculo de asientos.

Tema 9. Consolidación de los suelos.

Se explica el concepto de consolidación (a través de la analogía del muelle), la teoría de Terzaghi-Fröhlich y como determinar experimentalmente el coeficiente de consolidación.

Tema 10. Práctica sobre compresibilidad y consolidación.

Capítulo 3. Resistencia al corte de los suelos. Reconocimiento del terreno.

Tema 11. Resistencia al corte de los suelos (I).

En primer lugar, muy brevemente, se introduce el concepto de rotura, su relación con el proceso tensión-deformación y las posibles formas de definirlo. A continuación se presenta el criterio de Mohr-Coulomb, el significado de sus parámetros y el ensayo de corte directo para su determinación, también se analiza el comportamiento de los suelos cohesivos frente cargas rápidas y lentas.

Tema 12. Resistencia al corte de los suelos (II).

Se presenta el aparato triaxial, los diferentes ensayos que se pueden realizar con él y como obtener de ellos los parámetros de resistencia.

Tema 13. Práctica sobre resistencia al corte.

Tema 14. Reconocimiento del terreno (I).

Se presenta la necesidad del reconocimiento del terreno en el marco de un proyecto de cimentaciones y se describen, de forma sucinta, los tipos de estudios geotécnicos, la información previa necesaria para su planificación y las técnicas de reconocimiento (catas, pozos, sondeos, ensayos de sondeos como SPT o presiómetro, pruebas de penetración y métodos geofísicos).

Tema 15. Reconocimiento del terreno (II).

Presentadas las técnicas de reconocimiento en el tema anterior en este se tratan únicamente dos cuestiones: la planificación de los reconocimientos (definiendo los factores que influyen y dando criterios prácticos) y la redacción del informe geotécnico.

Tema 16. Práctica sobre reconocimiento.

U.D. 2 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.

En esta segunda parte se exponen los distintos tipos de empujes de tierras, sus métodos de cálculo, la problemática de las excavaciones y el estudio de muros de contención, pantallas y taludes.

Capítulo 4. Empujes de tierras. Métodos de cálculo. Excavaciones.

Tema 17. Empujes de tierras (I).

El tema, y con él la unidad didáctica, se inicia presentando la necesidad de generar discontinuidades verticales en el terreno, como ello requiere ejecutar obras de fábrica y que el cálculo de éstas precisa el saber calcular los empujes que ejerce el terreno sobre ellas.

A continuación se muestra la relación entre el movimiento de la estructura y el tipo de empuje (activo, reposo y pasivo). Y tras explicar brevemente que el empuje en reposo se calcula con el coeficiente de empuje al reposo, inicia la materia del empuje activo explicando su mecanismo de generación y dos métodos de cálculo: Rankine (incluyendo terreno inclinado) y Coulomb.

Tema 18. Empujes de tierras (II).

Se explica como emplear ante problemas con sobrecargas en superficie y nivel freático en el trasdós el método de Coulomb, el cálculo de empujes en suelos cohesivos a través de la teoría de Rankine, y una pequeña introducción al cálculo y empleo de empujes pasivo.

Tema 19. Práctica sobre cálculo de empujes.

Tema 20. Excavaciones.

Tras una breve introducción a los problemas geotécnicos que llevan vinculadas las excavaciones, se exponen en primer lugar los tipos de entibaciones y un método para su cálculo, luego se muestran las tablestacas como solución frente excavaciones bajo el nivel freático y, por último, se comenta el problema del levantamiento de fondo.

Tema 21. Flujo de agua en torno a excavaciones.

Se desarrolla la ecuación general del flujo de agua y se explica el método de la red de flujo para su resolución y su aplicación al cálculo de la seguridad de las excavaciones frente al sifonamiento.

Tema 22. Estabilidad de taludes.

Se presenta de forma genérica el procedimiento de análisis del equilibrio límite y, posteriormente, se aplica al caso de talud indefinido, talud finito con rotura plana y talud finito con rotura circular, explicando cuando aplicar cada caso.

Tema 23. Práctica sobre excavaciones, entibaciones y taludes.

Capítulo 5. Muros de contención. Pantallas.

Tema 24. Muros de contención (I).

Se expone de forma general el comportamiento de un muro y los tipos de estructuras de contención, para luego centrarse en el proyecto de un muro, en especial en las comprobaciones al vuelco y al deslizamiento.

Tema 25. Muros de contención (II).

Se explica la necesidad de realizar las comprobaciones de capacidad portante del terreno y de estabilidad global, dando las pautas para su verificación. También se dan unas orientaciones sobre las comprobaciones estructurales y el predimensionado.

Tema 26. Práctica sobre cálculo de muros.

Tema 27. Estructuras de retención flexibles (I).

En primer lugar se describen los diferentes tipos de estructuras de contención flexibles y el procedimiento constructivo de las pantallas continuas de hormigón. Posteriormente se analizan las acciones sobre una pantalla en voladizo y se presenta en método simplificado para su cálculo.

Tema 28. Estructuras de retención flexibles (II).

J Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*

Este segundo tema dedicado a estructuras de contención flexibles aborda el tema de las pantallas ancladas, explicando dos métodos para calcular pantallas con un solo apoyo, un método para pantallas con varios apoyos y la comprobación de estabilidad global del conjunto pantalla-anclaje.

Tema 29. Práctica sobre cálculo de pantallas.

U.D. 3 CÁLCULO DE CIMENTACIONES.

En esta unidad didáctica se exponen los diferentes tipos de sistemas de cimentación con sus correspondientes métodos de cálculo, así como los problemas específicos de las cimentaciones sobre arcillas expansivas y rellenos. La unidad didáctica se completa con unos temas dedicados a patologías de cimentaciones, recalces y mejora del terreno.

Capítulo 6. Cimentaciones superficiales (I).

Tema 30. Cimentaciones superficiales.

Tras definir el concepto de cimentación superficial y las tipologías de zapatas, se explica la metodología del proyecto de cimentaciones y se extiende ampliamente en el cálculo de la presión de hundimiento.

Tema 31. Tensiones en el semiespacio elástico.

Este tema consta básicamente de la presentación de una serie de soluciones elásticas de distribución de tensiones y deformaciones.

Este catálogo de soluciones está precedido por una introducción compuesta por un breve comentario sobre el rango de empleo de la teoría elástica en mecánica de suelos, la definición del semiespacio de Boussinesq y los parámetros a emplear en función del comportamiento del suelo.

Tema 32. Cálculo de asientos en cimentaciones superficiales.

Se definen los tipos de asientos y se enuncian los métodos de cálculo, explicando el elástico, (el edómetro se da por explicado en los temas 8 y 9). El tema finaliza con una interesante explicación sobre los criterios de asientos admisibles.

Tema 33. Práctica sobre dimensionado de zapatas en suelo granular y suelo cohesivo.

Tema 34. La zapata aislada.

Explicados los métodos generales de cálculo de cimentaciones en los temas anteriores, en este se abordan tres temas particularizados para la zapata aislada: las acciones a considerar en su proyecto, el cálculo de la distribución de presiones transmitida al terreno suponiendo una distribución plana y su cálculo estructural.

Tema 35. Práctica de cálculo de zapata aislada.

Tema 36. Zapatas de medianería.

Como el tema 34 este continua abordando temas específicos, concretamente se presenta la problemática de las zapatas de medianería, varias de sus soluciones y las particularidades del cálculo de zapatas combinadas.

Tema 37. Práctica de cálculo de zapata de medianería y combinada.

Capítulo 7. Cimentaciones superficiales (II).

Tema 38. Zapatas corridas.

El objetivo de este tema es el cálculo de las presiones transmitidas al terreno por una zapata continua. Se explica el método de Winkler (coeficiente de balasto) y se presentan algunas soluciones elásticas de carácter práctico.

Tema 39. Práctica de zapata corrida.

Tema 40. Losas de cimentación.

Después de explicar el concepto de losa de cimentación, su campo de aplicación y sus tipologías, se dan los criterios para abordar el dimensionamiento de su canto y su cálculo estructural.

Tema 41. Práctica de cálculo de losa.

Tema 42. Cimentaciones por pilotaje.

En primer lugar se definen los pilotes y su campo de aplicación general y, tras definir las tipologías, el campo de aplicación particular de cada una. Por último se explica el cálculo de la carga de hundimiento del pilote aislado, para diferentes tipos de terrenos.

Tema 43. Grupos de pilotes. Encepados y riostras.

Este tema consta de dos partes diferenciadas, la primera dedicada a aspectos geotécnicos y la segunda a estructurales. En la primera se explica el cálculo de la carga de hundimiento y de asentos en grupos de pilotes y la limitación de tensión de trabajo en los pilotes por motivos estructurales pero controlada por el diseño geotécnico.

En la segunda parte se explica el dimensionamiento de los encepados y las vigas riostra, controlado por aspectos estructurales en su totalidad.

Tema 44. Práctica de cálculo de pilotaje.

Capítulo 8. Cimentaciones sobre arcillas expansivas y rellenos. Introducción a la patología de cimentaciones. Recalces. Mejora del terreno.

Tema 45. Cimentaciones en arcillas expansivas.

Tras presentar la problemática de estas arcillas y los tipos de daños que pueden ocasionar, se dan una serie de recomendaciones para el proyecto de las diferentes tipologías de cimentaciones sobre este tipo de suelo.

Tema 46. Construcciones sobre rellenos.

En primer lugar se presentan los problemas existentes al cimentar sobre un relleno, luego los métodos de reconocimiento y una introducción a los métodos de estimación de asentos a emplear en ellos. Por último se presenta una larga lista de métodos constructivos para evitar los problemas propios de construcción sobre rellenos.

Tema 47. Patología de las cimentaciones.

En este tema se exponen los puntos del análisis metodológico de patologías de cimentaciones como base para la definición de soluciones de reparación o recalce. Estos puntos son inventario y control de daños, recopilación de antecedentes, reconocimiento y prospecciones, análisis de la patología observada e interpretación geotécnica.

Tema 48. Recalces.

Tras definir recalce y sus tipologías, se exponen toda una serie de técnicas constructivas para su materialización.

Tema 49. Mejora y tratamiento del terreno.

En este tema, tras explicar de forma general el campo de aplicación de las técnicas de mejora, se describen brevemente los siguientes procesos: sustitución, precarga, aumento de la compacidad e inyecciones.

3. Contenidos

Según el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo los contenidos de este libro son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Estructura del globo terrestre.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Tipos de roca.
 - Formación de los suelos.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - Mineralogía de las arcillas.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.

J Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*

- Representación matemática de la compresión unidimensional.
- Obtención de la presión de preconsolidación.
- El aparato de corte directo.
- Presentación de resultados de corte directo.
- El aparato triaxial.
- Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- Resistencia al corte no drenada.
- Ensayo de compresión simple.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
- El agua en el terreno.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Sifonamiento.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Planificación del reconocimiento.
 - El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método del círculo de rozamiento.
 - Ábacos.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Distribución de presiones en el plano de cimentación.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
 - Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.
 - Particularidades del proyecto de losas.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Cálculo frente resistencia estructural.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
- Cimentaciones especiales.
 - Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.
 - Cimentaciones sobre rellenos.
 - Patología de cimentaciones.
- Empuje de tierras.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.
 - Empuje en reposo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann.
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.

- Metodología del proyecto de muros.
- Acciones a considerar en un muro.
- Herramientas para el dimensionamiento previo.
- Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
- Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
- Detalles constructivos.
- Estructuras de contención flexibles.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Metodología del proyecto de pantallas.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
- Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
- Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
- Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.
- Ejecución de pantallas de hormigón.
- Métodos de materialización de las entibaciones.
- Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
- Seguridad frente levantamiento del fondo.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Mejora del terreno

En este listado se observa como los contenidos, en general son muy amplios y, tratados con más o menos profundidad, abarcan desde la definición y clasificación de los suelos a las patologías de cimentaciones. Pero, entre otras, se detectan las ausencias de los siguientes temas:

- Relaciones tensión-deformación diferentes del caso unidimensional, ni siquiera se presenta de forma cualitativa el comportamiento de una muestra bajo esfuerzos desviadores.
- Comportamiento global del terreno frente rotura.
- Aspectos básicos del comportamiento de los suelos no saturados como la compactación.

Todas las ausencias destacadas son temas relacionados con la mecánica de suelos, y es que los temas dedicados a esta parte abarcan lo mínimo indispensable, indispensable para poder abordar con éxito las explicaciones de ingeniería geotécnica, en especial el cálculo de cimentaciones y estructuras de contención. Así en los temas de ingeniería geotécnica no se detectan faltas importantes, si no todo lo contrario, se tratan algunos aspectos poco habituales en libros de docencia comparables a éste, como patologías de cimentaciones o mejora del terreno.

Todo esto se puede interpretar dado el objetivo del libro, formar profesionales para el campo de la edificación (ver apartado 1), que los autores entienden que los temas relacionados con geotecnia que van a abordar en su mayoría los técnicos dedicados a la edificación son aspectos relacionados con cimentaciones y estructuras de contención. Y por ello no requieren una enseñanza más amplia de mecánica del suelo que les permita tener los conocimientos para enfrentarse a otros problemas, sino que requieren los estrictamente necesarios para entender las teorías específicas que abordan esas dos cuestiones que les van a afectar (el cálculo de cimentaciones y estructuras de contención).

Otro aspecto referente a los contenidos diferente de los comentados, es la ausencia de temas básicos propios de medios continuos más que de geotecnia, pero que en la mayoría de libros de esta materia se desarrollan para cubrir los posibles déficits de estos conocimientos que pueda tener el lector. Así se notan en falta las definiciones de tensión y deformación o los principios de la teoría de elasticidad.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente.

U.D. 1 MECÁNICA DEL SUELO.

1. Los suelos. Tipos de suelos. Propiedades de los mismos.

Tema 1. Naturaleza y origen de las rocas y de los suelos.

- Estructura del globo terrestre.
- Tipos de roca.
- Definición de suelo.
- Formación de los suelos.

- Clasificación de los suelos según su formación.

Tema 2. Propiedades elementales de los suelos.

- Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
- Granulometría: obtención.
- Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.

J Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*

- Tema 3. Propiedades fisicoquímicas de las arcillas.
- Mineralogía de las arcillas.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Tema 4. Práctica sobre granulometría, pesos específicos, estados de consistencia y clasificación de los suelos.
2. Tensiones en el terreno. Compresibilidad y consolidación de los suelos.
- Tema 5. Tensiones en el terreno (I).
- Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - Altura piezométrica.
 - Sifonamiento.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
- Tema 6. Tensiones en el terreno (II).
- Definición de K_0 .
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
- Tema 7. Práctica sobre tensiones verticales, tensiones efectiva y neutra, tensiones horizontales.
- Tema 8. Compresibilidad de los suelos.
- El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Cálculo de asentos por el método edométrico.
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
- Tema 9. Consolidación de los suelos.
- Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Determinación de c_v en el edómetro.
- Tema 10. Práctica sobre compresibilidad y consolidación.
3. Resistencia al corte de los suelos.
- Reconocimiento del terreno.
- Tema 11. Resistencia al corte de los suelos (I).
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - El aparato de corte directo.
 - Presentación de resultados de corte directo.
- Tema 12. Resistencia al corte de los suelos (II).
- El aparato triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Ensayo de compresión simple.
- Tema 13. Práctica sobre resistencia al corte.
- Tema 14. Reconocimiento del terreno (I).
- Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
- Tema 15. Reconocimiento del terreno (II).
- Planificación del reconocimiento.
 - El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.
- Tema 16. Práctica sobre reconocimiento.
- U.D. 2 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.
4. Empujes de tierras. Métodos de cálculo.
- Excavaciones.
- Tema 17. Empujes de tierras (I).
- Acciones a considerar en un muro.
 - Descripción general de los empujes activo, en reposo y pasivo.
 - Empuje en reposo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
- Tema 18. Empujes de tierras (II).
- Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
- Tema 19. Práctica sobre cálculo de empujes.
- Tema 20. Excavaciones.
- Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.
- Tema 21. Flujo de agua en torno a excavaciones.
- Altura piezométrica.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Sifonamiento.
- Tema 22. Estabilidad de taludes.

- Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método del círculo de rozamiento.
 - Ábacos.
- Tema 23. Práctica sobre excavaciones, entibaciones y taludes.

5. Muros de contención. Pantallas.

- Tema 24. Muros de contención (I).
- Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Acciones a considerar en un muro.
 - Metodología del proyecto de muros.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
- Tema 25. Muros de contención (II).
- Comprobación frente hundimiento y estabilidad global
 - Herramientas para el dimensionamiento previo.
 - Detalles constructivos.
- Tema 26. Práctica sobre cálculo de muros.
- Tema 27. Estructuras de retención flexibles (I).
- Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Ejecución de pantallas de hormigón.
 - Acciones a considerar en una pantalla.
 - Metodología del proyecto de pantallas.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
- Tema 28. Estructuras de retención flexibles (II).
- Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.
- Tema 29. Práctica sobre cálculo de pantallas.

U.D. 3 CÁLCULO DE CIMENTACIONES.

6. Cimentaciones superficiales (I).

- Tema 30. Cimentaciones superficiales.
- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de hundimiento.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
- Tema 31. Tensiones en el semiespacio elástico.

- Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
- Tema 32. Cálculo de asientos en cimentaciones superficiales.
- Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
- Tema 33. Práctica sobre dimensionado de zapatas en suelo granular y suelo cohesivo.
- Tema 34. La zapata aislada.
- Distribución de presiones en el plano de cimentación.
- Tema 35. Práctica de cálculo de zapata aislada.
- Tema 36. Zapatas de medianería.
- Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.
- Tema 37. Práctica de cálculo de zapata de medianería y combinada.

7. Cimentaciones superficiales (II).

- Tema 38. Zapatas corridas.
- Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
 - Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
- Tema 39. Práctica de zapata corrida.
- Tema 40. Losas de cimentación.
- Particularidades del proyecto de losas.
- Tema 41. Práctica de cálculo de losa.
- Tema 42. Cimentaciones por pilotaje.
- Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - Fórmulas de hinca.
- Tema 43. Grupos de pilotes. Encepados y riostras.
- El efecto grupo.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
 - Cálculo frente resistencia estructural.
- Tema 44. Práctica de cálculo de pilotaje.

- #### 8. Cimentaciones sobre arcillas expansivas y rellenos. Introducción a la patología de cimentaciones. Recalces. Mejora del terreno.
- Tema 45. Cimentaciones en arcillas expansivas.
- Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.
- Tema 46. Construcciones sobre rellenos.
- Cimentaciones sobre rellenos.

J Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*

Tema 47. Patología de las cimentaciones.	- Patología de cimentaciones.
- Patología de cimentaciones.	Tema 49. Mejora y tratamiento del terreno.
Tema 48. Recalces.	- Mejora del terreno.

Este listado de contenidos presentados en el orden en el que aparecen en el libro se puede simplificar aunando los capítulos en grandes bloques temáticos para un primer análisis de la siguiente manera:

- Temas preliminares.
 1. Los suelos. Tipos de suelos. Propiedades de los mismos. (U.D. 1)
- Comportamiento mecánico de los suelos.
 2. Tensiones en el terreno. Compresibilidad y consolidación de los suelos. (U.D. 1)
 3. Resistencia al corte de los suelos. Reconocimiento del terreno. (U.D. 1)
- Reconocimiento del terreno.
 3. Resistencia al corte de los suelos. Reconocimiento del terreno. (U.D. 1)
- Estructuras de contención.
 4. Empujes de tierras. Métodos de cálculo. Excavaciones. (U.D. 2)
 5. Muros de contención. Pantallas. (U.D. 2)
- Cálculo de cimentaciones.
 6. Cimentaciones superficiales (I). (U.D. 3)
 7. Cimentaciones superficiales (II). (U.D. 3)
 8. Cimentaciones sobre arcillas expansivas y rellenos. Introducción a la patología de cimentaciones. Recalces. Mejora del terreno. (U.D. 3)

Un primer análisis, sin entrar en detalle, tanto en este esquema como del listado primero permite identificar los siguientes tres grandes bloques de contenidos:

1. Temas preliminares o introducción. (UD1)
2. Mecánica del suelo. (UD 1)
3. Ingeniería geotécnica. (UD1, UD2 y UD3)

El hecho que estos bloques de contenidos no coincidan con las unidades didácticas, entidades completas de aprendizaje de contenidos homogéneos en cuanto cantidad y materia, refleja de nuevo lo apuntado en el apartado anterior, que el énfasis del libro es la parte de ingeniería geotécnica, que abarca dos unidades completas y parte de la restante.

El orden en el que se presentan estos tres bloques es correcto y difícil de alterar ya que responde a la lógica de presentar en primer lugar el material de trabajo (el suelo), posteriormente las leyes de comportamiento de éste y, por último, la aplicación de éstas a los proyectos y a la construcción de elementos relacionados con el terreno.

El primer bloque presenta dos defectos en su ordenamiento, en primer lugar el de intercalar entre las explicaciones de los parámetros propiamente clasificatorios de los diferentes tipos de suelos (granulometría e índices de Atterberg) los que relacionan las fases de un suelo, que toman infinitos valores dentro de un mismo suelo. Sería mejor separarlos explicando en primer lugar unos y seguidamente los otros.

El segundo defecto es que también entre las explicaciones de los parámetros comentados se intercala un apartado dedicado a la mineralogía de las arcillas, éste es un tema sin ninguna relación aparente con las explicaciones de los parámetros identificativos del terreno, sean del tipo que sean, y debería colocarse en otra situación. Pero es necesario recordar que este tema, mineralogía de las arcillas, siempre es difícil de situar dentro de un libro de geotecnia y que por tratarse los límites de Atterberg de un parámetro propio de suelos con finos, tampoco es muy descabellado unirlos.

En el segundo bloque de conocimientos que se ha identificado (mecánica del suelo) se detecta la ausencia de un tema o capítulo dedicado al flujo de agua en el terreno. En este bloque sólo se explica el flujo unidimensional, en el capítulo de tensiones en el terreno como ejemplo de cálculo de presión intersticial tras la definición de tensión efectiva y para explicar la importancia de esta a través del fenómeno del sifonamiento. Es en el tercer bloque, en un capítulo dedicado al cálculo de empujes del terreno, taludes y excavaciones, donde se continúan las explicaciones del flujo de agua en el terreno, con el desarrollo del flujo bidimensional, en un tema titulado *Flujo de agua entorno a excavaciones*. Esta manera de ordenar

los conocimientos dedicados al flujo de agua en el terreno hace perder la generalidad de un tema tan importante, pero corrobora lo ya detectado anteriormente que los autores tratan de explicar el mínimo de mecánica de suelo para explicar lo máximo de los temas aplicados que requiere saber un técnico en edificación. Así el estudio del flujo bidimensional se centra en el flujo de agua entorno a excavaciones y se explica como un tema aplicado relacionado con excavaciones, como puede ser también el de entibaciones, y como tal se desarrolla en la parte de ingeniería geotécnica.

El tercer bloque tiene tres grandes partes que se presentan en el siguiente orden: reconocimiento del terreno, estructuras de contención y cimentaciones. Respecto a este orden la situación del reconocimiento en primer lugar no permite ninguna crítica, ya que hace prevalecer el orden del proyecto geotécnico y es uno de los mejores temas para hacer de nexo entre el bloque de mecánica del suelo e ingeniería geotécnica, ya que en él reaparecen muchos de los conceptos anteriormente explicados al desarrollar las técnicas para obtener los parámetros que gobiernan los modelos presentados en el bloque de mecánica del suelo.

Respecto a las otras dos partes, debería alterarse su orden ya que una de las comprobaciones a realizar en las estructuras de contención es la estabilidad al hundimiento que requiere para su realización técnicas de cálculo propias de cimentaciones. Así convendría en primer lugar desarrollar los temas de cimentaciones y en segundo los de estructuras de contención.

Respecto al orden interno de cada una de las partes, en la dedicada a estructuras de contención existe un poco de desorden, ya que entre los temas dedicados al empuje de tierras y los de estructuras de contención, que parece lógico que tengan que ir seguidos, se intercalan uno dedicado a la estabilidad de taludes y otro a excavaciones, en el que concretamente se explica el cálculo de entibaciones y el tema, mencionado anteriormente, de flujo entorno excavaciones. Es evidente que de los temas intercalados el dedicado a entibaciones requiere haber explicado previamente las teorías de empuje del terreno, y que debido al enfoque que se le da al tema de flujo relacionándolo con las excavaciones queda ligado al tema de entibaciones. Teniendo esto último en cuenta parece que el orden de los capítulos ganaría sentido con estos dos temas colocados tras los que explican el cálculo de estructuras de contención. Es más difícil decidir la colocación del tema dedicado a taludes, pero una posibilidad, bastante lógica, sería colocarlo con anterioridad a los temas de empujes y estructuras de contención, porque el cálculo de estas últimas requiere una comprobación a la estabilidad global que se realiza con técnicas de cálculo de taludes.

Las partes dedicadas a reconocimiento y cimentaciones no presentan graves problemas de ordenamiento. El de la parte de cimentaciones es el correcto. En primer lugar al abordar el cálculo de las cimentaciones superficiales se explican los conceptos generales (cálculo de presión de hundimiento, de asientos y de la metodología del proyecto) y, posteriormente, se entra en las particularidades de los diferentes tipos de cimentaciones superficiales. Luego se explica el cálculo de cimentaciones profundas, que como único punto negativo presenta que en los temas que lo hacen están en un capítulo titulado *Cimentaciones superficiales (II)*. Y para finalizar la unidad didáctica se tratan temas generales de cimentaciones, no específicos de ninguna tipología.

El único aspecto a comentar de estos temas, a parte del título del capítulo de los temas dedicados a pilotes, es que se dedica un tema a explicar el cálculo de tensiones en el semiespacio elástico y otro al método de Winkler. Estos temas de utilidad más allá del cálculo de cimentaciones deberían explicarse en la parte de mecánica del suelo. Su colocación en los capítulos dedicados a cimentaciones reafirman lo visto con anterioridad, que en este libro se explican los mínimos conceptos de mecánica de suelo en general, y todos aquellos que se pueden asociar a una tarea del cálculo de cimentaciones o estructuras de contención se explican al explicar estas.

5. Enfoque

Como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil debido a la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se ha abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

J Serra, J., Oteo, C., García, A.M. y Rodríguez, J.M. (1986), *Mecánica del suelo y cimentaciones*

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *teoría – práctica*, en el de la consolidación *fenómeno – práctica* y en el de la presión de hundimiento *fenómeno – teoría – práctica*.

Aunque a la vista del enfoque de las tres explicaciones estudiadas podría pensarse que se trata de un libro con un enfoque muy heterogéneo, se trata de un libro en el que predominan los enfoques formados por las partes de la explicación denominadas *fenómeno y práctica*. Así se trata de un libro nada demostrativo, en el que los modelos abordados no se demuestran ni se desarrollan, primeramente se exponen sus principios y posteriormente se explica como solucionar problemas con ellos y su aplicabilidad.

6. Estructura

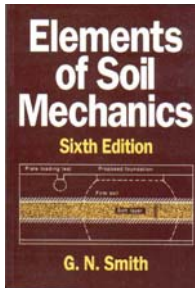
Como se ha comentado en el segundo apartado de este capítulo, y se ha podido observar en el análisis anterior, la estructura de este libro es muy peculiar, formada por unidades didácticas, capítulos, temas, apartados y subapartados. Por ello para realizar la tabla que permite hacer un análisis conjunto de las estructuras de los diferentes libros analizados, en la que en el resto de libros para cada capítulo se muestra el número de páginas, apartados y figuras dedicados a explicar conceptos y a presentar ejercicios solucionados o con solución, en este caso toda esta información se muestra para los temas y capítulos, principalmente porque en este caso la unidad estructuradora de contenidos denominada tema adquiere el mismo papel que en el resto de libros el capítulo.

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
T 1. Naturaleza y origen de las rocas y de los suelos.	9	9	3	1	6	0
T 2. Propiedades elementales de los suelos.	13	17	6	1	6	0
T 3. Propiedades fisicoquímicas de las arcillas.	11	10	7	1	6	0
T 4. Práctica	0	0	0	14	1	5
Capítulo 1. Los suelos. Tipos de suelos. Propiedades de los mismos.	33	36	16	17	19	5
T 5. Tensiones en el terreno (I).	13	11	9	2	5	1
T 6. Tensiones en el terreno (II).	8	3	6	3	6	4
T 7. Práctica	0	0	0	10	1	5
T 8. Compresibilidad de los suelos.	17	11	11	1	6	0
T 9. Consolidación de los suelos.	12	6	5	1	4	0
T 10. Práctica	0	0	0	12	1	6
Capítulo 2. Tensiones en el terreno. Compresibilidad y consolidación de los suelos.	50	31	31	29	23	16
T 11. Resistencia al corte de los suelos (I).	12	10	11	1	6	0
T 12. Resistencia al corte de los suelos (II).	7	6	6	3	5	3
T 13. Práctica	0	0	0	10	1	8
T 14. Reconocimiento del terreno (I).	18	12	6	2	6	0
T 15. Reconocimiento del terreno (II).	12	9	0	0	0	0
T 16. Práctica	0	0	0	14	1	6
Capítulo 3. Resistencia al corte de los suelos. Reconocimiento del terreno	49	37	23	30	19	17
T 17. Empujes de tierras (I).	11	5	6	2	6	0
T 18. Empujes de tierras (II).	6	4	5	3	5	0
T 19. Práctica	0	0	0	19	1	9
T 20. Excavaciones.	14	5	12	2	7	0

T 21. Flujo de agua en torno a excavaciones.	13	6	8	2	5	0
T 22. Estabilidad de taludes.	18	9	13	2	5	0
T 23. Práctica	0	0	0	13	1	7
Capítulo 4. Empujes de tierras. Métodos de cálculo.	62	29	44	43	30	16
Excavaciones.						
T 24. Muros de contención (I).	9	4	5	2	6	0
T 25. Muros de contención (II).	10	4	8	2	6	0
T 26. Práctica	0	0	0	13	10	11
T 27. Estructuras de retención flexibles (I).	14	4	8	2	8	0
T 28. Estructuras de retención flexibles (II).	8	6	6	2	6	0
T 29. Práctica	0	0	0	13	1	7
Capítulo 5. Muros de contención. Pantallas.	41	18	27	34	37	18
T 30. Cimentaciones superficiales.	20	18	10	4	6	2
T 31. Tensiones en el semiespacio elástico.	20	32	16	4	5	1
T 32. Cálculo de asentos en cimentaciones superficiales.	9	8	3	6	6	1
T 33. Práctica	0	0	0	14	1	3
T 34. La zapata aislada	49	19	32	5	4	1
T 35. Práctica	0	0	0	12	1	5
T 36. Zapatas de medianería.	17	10	11	8	6	7
T 37. Práctica	0	0	0	27	1	12
Capítulo 6. Cimentaciones superficiales (I).	115	87	72	80	30	32
T 38. Zapatas corridas.	14	12	9	4	7	4
T 39. Práctica de zapata corrida.	0	0	0	14	1	8
T 40. Losas de cimentación	13	8	10	2	5	0
T 41. Práctica	0	0	0	19	1	10
T 42. Cimentaciones por pilotaje.	13	11	6	2	6	1
T 43. Grupos de pilotes. Encepados y riostras.	12	11	6	2	5	1
T 44. Práctica de cálculo de pilotaje	0	0	0	17	1	5
Capítulo 7. Cimentaciones superficiales (II).	52	42	31	60	26	29
T 45. Cimentaciones en arcillas expansivas.	22	11	11	1	6	0
T 46. Construcciones sobre rellenos.	12	6	3	2	6	0
T 47. Patología de las cimentaciones.	19	7	17	0	0	0
T 48. Recalces.	21	8	12	3	7	0
T 49. Mejora y tratamiento del terreno.	12	10	6	2	5	0
Capítulo 8. Cimentaciones sobre arcillas expansivas y rellenos. Introducción a la patología de cimentaciones.	86	42	49	8	24	0
Recalces. Mejora del terreno.						

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

Pero un rápido análisis individual de la estructura de este libro, a través de los datos presentados en la tabla, muestra en primer lugar, como se ha comentado anteriormente, una alta estructuración llegando a un promedio en su unidad estructural más baja de una página y media por apartado. En segundo lugar se observa que su contenido está muy enriquecido con ejercicios resueltos. Las medias en este aspecto son de 26 ejercicios por capítulo y más de cuatro por tema. Este número tan elevado de ejercicios resueltos ayuda notablemente a conseguir los objetivos docentes del libro.



Smith, G.N. (1990), *Elements of soil mechanics*. BSP Professional Books, London.

1. Introducción

Este libro es presentado por sus editores como un texto destinado a la docencia de la geotecnia, abarcando desde la definición de suelo a conceptos ligados con el proyecto de cimentaciones y estructuras de contención. Su vocación docente se justifica en parte por la experiencia del autor, profesor del departamento de ingeniería civil de la Universidad Heriot-Watt de Edimburgo, con otros libros publicados para la enseñanza de ingenieros civiles, como *Probability and Statistics in Civil Engineering*. Este texto se editó por primera vez en 1968, pero aquí se analiza su sexta edición, publicada en 1990, y que poco tiene que ver con la original. Su autor a mantenido al día su libro reescribiendo algunas secciones e incluyendo numeroso material nuevo. Esto lo demuestra el ser uno de los pocos libros pensados para la docencia que incluye la teoría de estados críticos o temas de suelos no saturados diferentes a los de compactación.

2. Índice

Capítulo 1. Clasificación e identificación de las propiedades de los suelos.	La tensión tangencial. Presión de contacto.
Definición de suelo en agricultura y en ingeniería.	
Contenido mineral de los suelos.	Capítulo 5. Estabilidad de taludes.
Clasificación de los suelos.	Materiales granulares.
Sistemas de clasificación de los suelos.	Suelos con dos componentes de resistencia.
Propiedades de los suelos.	
Capítulo 2. El agua en el suelo.	Capítulo 6. Empujes de tierras.
El agua subterránea.	Introducción.
Flujo de agua a través de suelo.	Empuje de tierras activo y pasivo.
Redes de flujo.	Parámetros de diseño para diferentes tipos de suelos.
Presas de tierras.	Empuje de tierras en reposo.
Otros métodos para resolver problemas de flujo.	Valores operativos de ϕ y c' para el cálculo de empujes pasivos.
Capítulo 3. Resistencia al corte del suelo.	Capítulo 7. Estructuras de contención de tierras.
Introducción.	Principales tipos de estructuras de contención de tierras.
Tensión efectiva.	Causas comunes de fallo de estructuras de contención.
Determinación de los parámetros de resistencia al corte.	Cálculo de estructuras de contención.
La presión intersticial coeficientes A y B.	Tierra armada.
El comportamiento del suelo sometido a esfuerzos de corte.	
Resistencia residual en suelos.	Capítulo 8. Capacidad portante de suelos.
Capítulo 4. Principios del análisis tensional.	Conceptos relacionados con el cálculo de cimentaciones.
Introducción.	Tipos de cimentaciones.
El estado tensional de un punto dentro de una masa de suelo.	Métodos analíticos para determinar la presión de hundimiento de una cimentación.

Ensayos *in situ* para determinar la presión de hundimiento de una cimentación.
Pilotes.

Capítulo 9. Asientos de cimentaciones, compresibilidad de suelos.

Asientos de una cimentación.
Asiento instantáneo.
Asiento de consolidación.
Trayectorias de tensiones.
Asientos admisibles.

Capítulo 10. Evolución de los asientos de una cimentación.

Analogía del asiento de consolidación.
Distribución del exceso inicial de presión intersticial, u_i .
Teoría de la consolidación de Terzaghi.
Determinación mediante métodos numéricos de la velocidad de consolidación.

Capítulo 11. Compactación y aspectos de mecánica de suelos para el diseño de carreteras.

Ensayo de compactación en laboratorio de la British Standard.
Humedad de compactación *in situ*.
Sobrecompactación.

Especificación de la densidad de compactación en el campo.

Ensayos *in situ* para el control de los trabajos de ejecución.

Diseño de carreteras.

Valoración de la resistencia y la deformabilidad de la explanada.

Capítulo 12. Succión en suelos parcialmente saturados.

Introducción.

Suelos parcialmente saturados.

Técnicas de ensayo para suelos parcialmente saturados.

Cambios de presión intersticial en suelos parcialmente saturados sometidos a cambios en la presión aplicada en su contorno y bajo condiciones no drenadas.

Capítulo 13. Teoría de estados críticos.

Capítulo 14. Reconocimiento y mejora del terreno.

Perfil del suelo.

Métodos de reconocimiento del terreno.

El procedimiento de reconocimiento.

Mejora del terreno.

3. Contenidos

Según el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo los contenidos de este libro son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Definición de suelo.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - Mineralogía de las arcillas.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Definición de estado tensional y deformacional.
 - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.
 - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Estado tensional en terreno horizontal.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Tipos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
 - Representación matemática de la compresión isótropa.

Smith, G.N. (1990), *Elements of soil mechanics*

- Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
- Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.
- Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales).
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
- El agua en el terreno.
 - Nivel freático.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
 - Sifonamiento.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Presión capilar y succión.
 - Drenes. Condiciones de filtro.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Consolidación radial.
 - Determinación de c_v en el edómetro.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Compactación en obra.
 - Compresibilidad de suelos no saturados.
- Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Roturas planas.
 - Método de las rebanadas.
 - Ábacos.
 - Tracción en un talud.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Asientos admisibles.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.
 - Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...).
 - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
 - Particularidades del proyecto de vigas flotantes.
- Cimentaciones profundas.
 - Definición y tipologías.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Pruebas de carga.
 - Cálculo frente fricción negativa.

- Empuje de tierras.
 - Empuje en reposo.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Causas del colapso de estructuras de contención.
- Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
- Cálculo de muros de tierra armada.
- Estructuras de contención flexibles.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Mejora del terreno.
 - Geotecnia de carreteras.
 - Métodos numéricos en la geotecnia.

Este listado en primer lugar permite certificar la afirmación presentada en el apartado introductorio en la que se anuncia que se trata de un libro de geotecnia. Pese a que el título de la obra únicamente hace referencia a la mecánica de suelos puede observarse que en el libro se tratan también temas de ingeniería geotécnica.

Comparando este listado y el presentado en el capítulo introductorio, que recogía todos los conceptos definidos a través del análisis de todos los libros, se observa rápidamente que se trata de un libro muy completo en el que se abarcan temas cuya presencia es poco habitual en libros destinados a la docencia de la geotecnia al nivel de iniciación. De estos temas especialmente destacan la introducción a las teorías de estados críticos, el estudio del comportamiento mecánico del suelo no saturado un poco más allá de la compactación y una extensa explicación sobre la aplicación de métodos numéricos sencillos a la resolución de la ecuación de consolidación.

En un análisis general los bloques con más ausencias son las siguientes:

- Temas preliminares.

De este bloque únicamente se desarrolla muy brevemente la definición de suelo, la clasificación de estos según su formación y una introducción a la mineralogía de las arcillas, por lo que hay muchos temas que no se abarcan. Entre ellos destaca la definición de mecánica de suelos o por ejemplo ya que se introduce el tema de la mineralogía de las arcillas se podría también introducir el tema de las fuerzas físico-químicas actuantes entre partículas de arcilla.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.

De éste conjunto de contenidos sólo se trata la definición de estado tensional, la representación de este mediante el círculo de Mohr y la definición de invariante y trayectoria de tensiones.
- Análisis global del terreno.

En el bloque de contenidos de análisis global del terreno sólo se desarrollan contenidos relacionados con el análisis en servicio, faltan todos los de rotura.

Todos estos bloques ausentes pertenecen a la parte de mecánica de suelos, en la de ingeniería geotécnica a parte de contenidos muy específicos no se detectan ausencias importantes, sólo la falta de explicaciones relacionados con la metodología de proyecto de las estructuras geotécnicas que se abarcan. Se explican las herramientas del proyecto pero no la forma de emplearlas todas en conjunto. Esto es un error que deja los temas de ingeniería geotécnica un poco cojos, inacabados, ya que faltan las explicaciones que den coherencia al empleo de todos los modelos de cálculo explicados.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente.

1. Clasificación e identificación de las propiedades de los suelos.

- Definición de suelo.

Smith, G.N. (1990), *Elements of soil mechanics*

- Clasificación de los suelos según su formación.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
2. El agua en el suelo.
- Nivel freático.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Altura piezométrica.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: obtención in situ.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Sifonamiento.
 - Drenes. Condiciones de filtro.
 - Flujo a través de presas de tierras.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
3. Resistencia al corte del suelo.
- Definición de estado tensional y deformacional.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - El aparato de corte directo.
 - El aparato triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - Tipos de rotura.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
 - Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales).
 - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
4. Principios del análisis tensional.
- Estado tensional en terreno horizontal.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
5. Estabilidad de taludes.
- Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Análisis de taludes infinitos.
 - Tracción en un talud.
 - Método de las rebanadas.
 - Ábacos.
 - Roturas planas.
6. Empujes de tierras.
- Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann.
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje en reposo.
 - Definición de K_0 .
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
7. Estructuras de contención de tierras.
- Tipologías de estructuras de contención rígidas.
 - Tipologías de estructuras de contención flexibles.
 - Causas del colapso de estructuras de contención.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.
 - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.
 - Cálculo de muros de tierra armada.
8. Capacidad portante de suelos.
- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.
 - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Definición y tipologías de pilotes.
 - Descripción de los métodos constructivos de pilotes.

- Pruebas de carga.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - Cálculo frente fricción negativa.
 - El efecto grupo.
9. Asientos de cimentaciones, compresibilidad de suelos.
- Cálculo de asientos por métodos elásticos.
 - Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...).
 - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Cálculo de asientos por el método edométrico.
 - Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.
 - Invariantes y trayectorias de tensiones.
 - Trayectoria de tensiones en el edómetro.
 - Definición de tensión admisible.
 - Asientos admisibles.
10. Evolución de los asientos de una cimentación.
- Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
- Determinación de c_v en el edómetro.
 - Métodos numéricos en la geotecnia (aplicación a la determinación del grado de consolidación).
 - Consolidación radial.
11. Compactación y aspectos de mecánica de suelos para el diseño de carreteras.
- Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
 - Compactación en obra.
 - Geotecnia de carreteras.
12. Succión en suelos parcialmente saturados.
- Presión capilar y succión.
 - Compresibilidad de suelos no saturados.
 - Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.
13. Teoría de estados críticos.
- Representación matemática de la compresión isótropa.
 - Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.
 - Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.
14. Reconocimiento y mejora del terreno.
- Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.
 - Mejora del terreno.

Este listado de contenidos, presentados en el orden en el que aparecen en el libro se puede simplificar aunando los capítulos en grandes bloques temáticos de la siguiente manera:

- Temas preliminares.
 1. Clasificación e identificación de las propiedades de los suelos.
- El agua en el terreno.
 2. El agua en el suelo.
- Comportamiento mecánico de los suelos.
 3. Resistencia al corte del suelo.
 4. Principios del análisis tensional.
- Ingeniería geotécnica.
 5. Estabilidad de taludes.
 6. Empujes de tierras.
 7. Estructuras de contención.
 8. Capacidad portante de los suelos.

Smith, G.N. (1990), *Elements of soil mechanics*

9. Asientos de cimentaciones, compresibilidad de los suelos.
 10. Evolución de los asientos de una cimentación.
 11. Compactación y aspectos de mecánica de suelos para el diseño de carreteras.
- Otros (capítulos añadidos en la sexta edición).
 12. Succión y suelos parcialmente saturados.
 13. Teoría de estados críticos.
 14. Reconocimiento y mejora del terreno.

En un primer análisis del esquema acabado de presentar es fácil observar que los tres últimos capítulos del libro, agrupados en el esquema anterior con el nombre de *otros*, tratan temas dispares unos con otros, sin estar alineados con la estructura general del libro. Ello es producto de la forma escogida por el autor para ampliar los contenidos del libro en su sexta edición, 21 años después de la primera. Así en la última edición aparte de ampliar los capítulos existentes en las anteriores, se añaden otros capítulos con nuevos temas, pero colocados al final del libro, fuera de la estructura general.

Comentado este primer aspecto negativo del orden del libro se prosigue el análisis del mismo, pero prescindiendo de los tres últimos capítulos del libro, por estar fuera de la estructura del mismo y no aportar nada al estudio del ordenamiento de los contenidos de un libro básico de geotecnia.

Así los conjuntos de capítulos presentados en el apartado anterior, pueden agruparse a su vez en los siguientes:

1. Introducción o temas preliminares.
2. Mecánica de suelos, correspondiente a las partes anteriores el agua en el suelo y comportamiento mecánico del suelo.
3. Ingeniería geotécnica.

Esta estructura general, en la que respecto la anterior simplemente se han unido los dos conjuntos intermedios, es la común en la mayoría de la bibliografía analizada.

El primer bloque, introducción, tiene un único objetivo presentar el suelo, para ello emplea un único capítulo en el que explica sus propiedades y clasificaciones.

El segundo bloque trata tres temas en el siguiente orden: el flujo de agua en suelo saturado, la resistencia del suelo y el análisis tensional. El explicar el flujo de agua antes de la definición de tensión efectiva (situada en el capítulo de resistencia), limita la comprensión por parte del lector de la importancia de ese capítulo, ya que todavía no es consciente de la trascendencia que tiene en el estudio del terreno los cambios de la presión intersticial.

El anteponer el tema dedicado a la resistencia del terreno al del análisis tensional, obliga a anticipar en él muchos conceptos propios del capítulo de tensiones, como la definición de tensión efectiva o las herramientas para caracterizar el estado tensional de un punto. Esto se observa en el contenido del capítulo *Principios del análisis tensional*, en el que únicamente se explica el cálculo de tensiones en una masa de suelo a través de las fórmulas elásticas y la forma de la ley de tensiones en el contacto suelo - estructura.

Así y dado que las explicaciones relativas a las relaciones tensión – deformación y a la teoría de la consolidación se reservan para el tema de cimentaciones, aspecto negativo por restarles generalidad, a continuación se muestra el ordenamiento de esta parte del libro que parecería más lógico:

1. Principios del análisis tensional, incluyendo la definición de tensión efectiva, del círculo de Mohr, etc.
2. Resistencia al corte del suelo.
3. El agua en el suelo.

Los capítulos que forman el tercer bloque, ingeniería geotécnica, tratan tres temas claramente diferenciados, taludes y estructuras de contención, cimentaciones y mecánica de suelos aplicada al diseño de carreteras.

Taludes y estructuras de contención se tratan a lo largo de tres capítulos con contenidos claramente diferenciados y perfectamente ordenados, en primer lugar se dedica uno exclusivamente al cálculo de

taludes, le sigue otro en el que se explican diferentes teorías para el cálculo de los empujes de tierras y en el último se explica el proceso de cálculo de muros y pantallas.

Las cimentaciones también son tratadas a lo largo de tres capítulos pero en este caso sus contenidos y orden ya no son tan perfectos. En el primero tras exponer los diferentes tipos de cimentaciones existentes, se explica el cálculo de la carga de hundimiento de cimentaciones superficiales y de grupos de pilotes. En el segundo se explican las relaciones tensión – deformación aplicadas al cálculo de asientos, prestando especial atención al caso unidimensional estudiado a través del edómetro. Y en el último se desarrolla la teoría de la consolidación, como herramienta para valorar la evolución de los asientos en el tiempo. Este orden y estos contenidos tienen principalmente dos errores; en primer lugar el explicar en temas de cálculo de estructuras concretas teorías generales de la mecánica del suelo, ya que a esas alturas de un libro generalista simplemente debería explicarse como aplicar las teorías generales desarrolladas con anterioridad, y no ellas en si mismas, porque entonces se pierde de vista su validez en otros casos. El segundo error es explicar en un mismo capítulo conceptos referentes a cimentaciones superficiales y a profundas, a la vez que se separan conceptos del cálculo de cimentaciones superficiales en diferentes capítulos, ello impide que el lector obtenga la visión global de todas las herramientas a emplear en el cálculo de una cimentación y la metodología del proyecto de las mismas.

Tras los temas de taludes, estructuras de contención y cimentaciones se dedica uno a la mecánica de suelos aplicada al diseño de carreteras, en el que se explica básicamente la compactación de suelos parcialmente saturados. Esto es una forma innovadora de introducir el tema de la compactación en un libro en el que no se va hacer ninguna referencia más a suelos parcialmente saturados ya que permite a la vez dar unas nociones de los ensayos y la forma de valorar la resistencia y deformabilidad de la explanada.

5. Enfoque

Como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil debido a la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se ha abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *fenómeno*, en el de la consolidación *fenómeno – teoría – práctica* y en el de la presión de hundimiento *fenómeno – teoría – práctica*.

Estos tres ejemplos muestran el enfoque general del libro basado en la explicación del fenómeno, esta es apoyada en ciertos temas de la teoría y en otros de la experimentación, y casi siempre que se puede de la práctica.

6. Estructura

En primer lugar, en la siguiente página se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

Pero este libro tiene una particularidad que merece ser comentada a nivel individual. Los apartados no están numerados, así la jerarquía entre ellos solamente queda identificada por la tipografía del título, ello es muy negativo ya que dificulta el situar contenidos dentro de la estructura de capítulos muy extensos.

El número de apartados reflejado en la tabla, que proporciona un promedio de más de seis hojas por apartado (muy elevado en comparación con el resto de libro) ha sido obtenido de contar los apartados presentados por el autor en el índice del libro, pero esos apartados están mucho más estructurados mediante títulos intermedios, lo que dificulta la interpretación de los datos presentados en la tabla.

En definitiva y previo un análisis conjunto la estructura de este libro, en lo que se refiere apartados es un muy mal ejemplo.

Smith, G.N. (1990), *Elements of soil mechanics*

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Clasificación e identificación de las propiedades de los suelos.	23	5	8	11	17	4
2. El agua en el suelo.	38	5	26	11	20	7
3. Resistencia al corte del suelo.	38	6	31	14	16	10
4. Principios del análisis tensional.	11	4	10	7	12	6
5. Estabilidad de taludes.	28	2	21	19	19	14
6. Empujes de tierras.	32	5	26	13	13	5
7. Estructuras de contención.	19	4	14	7	4	4
8. Capacidad portante de los suelos.	38	5	23	7	14	1
9. Asientos de cimentaciones, compresibilidad de los suelos.	28	5	11	14	12	6
10. Evolución de los asientos de una cimentación.	25	4	20	9	12	2
11. Compactación y aspectos de mecánica de suelos para el diseño de carreteras.	35	7	14	5	8	3
12. Succión y suelos parcialmente saturados.	21	4	12	11	7	6
13. Teoría de estados críticos.	18	1	15	2	3	1
14. Reconocimiento y mejora del terreno.	16	4	5	1	1	0

Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*



Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. Editorial El Ateneo, Barcelona.

1. Introducción

La introducción a este libro requiere en primer lugar una especial referencia a sus autores, debido a su excelencia. Karl Terzagui es considerado universalmente como el padre de la mecánica de suelos por la publicación de su libro *Erdbaumechanik* en 1925. Terzaghi no sólo inicio la mecánica de suelos sino que hasta su muerte ejerció una profunda influencia en esta ciencia gracias a su incesante actividad investigadora. El Dr. Peck se inició en el estudio de la mecánica de suelo de la mano de Terzaghi y a los veintitrés años ya representó a éste durante la fase inicial de la construcción del Metropolitano de Chicago. El Dr. Peck ha dedicado sus esfuerzos a la aplicación de la mecánica de suelos al proyecto y construcción de obras, así como a la obtención y presentación de los resultados de investigación de forma adecuada para el uso directo por el ingeniero practicante.

La obra analizada en este capítulo se gestó inicialmente como complemento al libro de Terzaghi *Theoretical Soil Mechanics* de 1943. Concretamente para explicar la aplicación en la ingeniería práctica de todas las teorías en él desarrolladas. Pero finalmente esta obra es totalmente independiente de la anterior, ya que sus autores decidieron iniciarla con unos capítulos en los que se exponen los principios fundamentales de las teorías de la mecánica de suelos. Consiguiendo así, independizando esta obra de la anterior, que fuera de utilidad para estudiantes e ingenieros en ejercicio. Así se trata de una obra completa de geotecnia.

Este libro fue publicado por primera vez en 1947 y en 1967 apareció una segunda edición renovada y ampliada. En el siguiente apartado se reproducen los índices de las traducciones de estas dos ediciones, pudiendo observar las diferencias, los años de publicación de estas traducciones son 1958 y 1972. Ello es interesante por tratarse de un libro que se puede clasificar de poseer un valor histórico en la difusión de la mecánica de suelos. Pero los análisis de contenidos, ordenamiento y estructura se realizarán sobre la segunda edición.

Por último y antes de comenzar el análisis de este libro, es preciso decir que es doblemente difícil analizar críticamente un libro escrito por Terzaghi con una primera edición en 1947. En primer lugar por el autor, considerado por muchos el padre de la geotecnia moderna, y en segundo lugar por el año, ya que pertenece a los albores de la difusión de los conocimientos de la mecánica de suelos. Ambas razones dan un valor histórico a esta obra que dificulta enormemente el mostrarse crítico con ella.

2. Índice

2.1 Índice de la primera edición

PARTE A. PROPIEDADES ÍNDICES DE LOS SUELOS.

Capítulo 1. Propiedades índices de los suelos.

- 1.1 Importancia práctica de las propiedades índice.
- 1.2 Principales tipos de suelos.
- 1.3 Tamaño y forma de las partículas de los suelos.
- 1.4 Propiedades de las fracciones muy finas de los suelos.
- 1.5 Análisis mecánico o granulométrico de los suelos.
- 1.6 Clasificación de los suelos en función de sus características granulométricas.

- 1.7 Agregados de suelos.
- 1.8 Consistencia y sensibilidad de las arcillas.
- 1.9 Requerimientos mínimos para una descripción adecuada de los suelos.

Capítulo 2. Propiedades hidráulicas y mecánicas de los suelos.

- 2.1 Significado de las propiedades hidráulicas y mecánicas de los suelos.
- 2.2 Permeabilidad de los suelos.
- 2.3 Tensión efectiva, tensión neutra, gradiente hidráulico crítico.
- 2.4 Compresibilidad de estratos confinados de suelo.

- 2.5 Consolidación de capas de arcillas.
- 2.6 Resistencia al corte de los suelos.
- 2.7 Ensayos de compresión triaxial.
- 2.8 Comportamiento al corte de arena fluida y arcilla blanda.
- 2.9 Tensiones y deformaciones en los suelos.
- 2.10 Efecto de las vibraciones sobre los suelos.

Capítulo 3. Drenaje de los suelos.

- 3.1 Napa freática, humedad del suelos, fenómenos capilares.
- 3.2 Formas y tipos de drenaje.

PARTE B. MECÁNICA TEÓRICA DE LOS SUELOS.

Capítulo 4. Equilibrio plástico de los suelos.

- 4.1 Hipótesis fundamentales.
- 4.2 Estados de equilibrio plástico.
- 4.3 Teoría de Rankine de empuje de tierras.
- 4.4 Influencia de la rugosidad del muro en la forma de la superficie de deslizamiento.
- 4.5 Teoría de Coulomb del empuje activo contra muros de sostenimiento.
- 4.6 Punto de aplicación del empuje.
- 4.7 Empuje pasivo en el caso de superficies de contacto rugosas.
- 4.8 Capacidad de carga de zapatas de fundación poco profundas.
- 4.9 Capacidad de carga de pilares de fundación y de pilotes.
- 4.10 Estabilidad de taludes.
- 4.11 Empuje de la tierra contra entibaciones de excavaciones a cielo abierto.
- 4.12 Efecto de arco en los suelos.

Capítulo 5. Asentamientos y presiones de contacto.

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Presiones verticales en el suelo situado debajo de las zonas cargadas.
- 5.3 Asentamiento de fundaciones.
- 5.4 Presión de contacto y teorías de reacción de la subrasante.

Capítulo 6. Hidráulica de los suelos.

- 6.1 Alcance y objeto de los problemas hidráulicos.

2.2 Índice de la segunda edición

PARTE A. PROPIEDADES ÍNDICES DE LOS SUELOS.

Capítulo 1. Propiedades índices de los suelos.

- 1.1 Importancia práctica de las propiedades índice.
- 1.2 Principales tipos de suelos.

- 6.2 Cálculo de la filtración.
- 6.3 Sifonaje.
- 6.4 Teoría de la consolidación.
- 6.5 Estabilidad de diques de tierra.

PARTE C. PROBLEMAS DEL PROYECTO Y DE LA CONSTRUCCIÓN.

Capítulo 7. Exploración del suelo.

- 7.1 Propósito y alcance de la exploración del suelo.
- 7.2 Métodos de exploración del suelo.
- 7.3 Programa para la exploración del suelo.

Capítulo 8. Empuje de tierras y estabilidad de taludes.

- 8.1 Muros de sostenimiento.
- 8.2 Drenaje de excavaciones.
- 8.3 Entibación de excavaciones a cielo abierto.
- 8.4 Estabilidad de laderas y de taludes de desmontes y excavaciones.
- 8.5 Compactación de suelos.
- 8.6 Proyecto de terraplenes, malecones y diques de tierra.
- 8.7 Estabilidad de la base de terraplenes y diques de tierra.

Capítulos 9. Fundaciones.

- 9.1 Fundaciones de estructuras.
- 9.2 Fundaciones sobre zapatas.
- 9.3 Plateas de fundación.
- 9.4 Fundaciones sobre pilotes.
- 9.5 Pilares de fundación.
- 9.6 Fundaciones de diques.
- 9.7 Seguridad contra el sifonaje.

Capítulo 10. Asentamientos debidos a causas no comunes.

- 10.1 Asentamientos debidos a los procesos constructivos.
- 10.2 Asentamientos producidos por la depresión de la napa.
- 10.3 Asentamientos causados por las vibraciones.
- 10.4 Asentamientos debidos al deterioro del hormigón de la fundación.

- 1.3 Tamaño y forma de las partículas de los suelos.
- 1.4 Propiedades de las fracciones muy finas de los suelos.
- 1.5 Análisis mecánico o granulométrico de los suelos.

Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*

- 1.6 Agregados de suelos.
- 1.7 Consistencia y sensibilidad de las arcillas.
- 1.8 Clasificación de los suelos.
- 1.9 Requerimientos mínimos para una descripción adecuada de los suelos.

Capítulo 2. Propiedades hidráulicas y mecánicas de los suelos.

- 2.1 Significado de las propiedades hidráulicas y mecánicas de los suelos.
- 2.2 Permeabilidad de los suelos.
- 2.3 Tensión efectiva, tensión neutra, gradiente hidráulico crítico.
- 2.4 Compresibilidad de estratos confinados de suelo.
- 2.5 Consolidación de capas de arcillas.
- 2.6 Tensiones y deformaciones de los suelos.
- 2.7 Condiciones de rotura de suelos.
- 2.8 Resistencia al corte de suelos no cohesivos.
- 2.9 Resistencia al corte de suelos cohesivos.
- 2.10 Efecto de las vibraciones sobre los suelos.

Capítulo 3. Drenaje de los suelos.

- 3.1 Napa freática, humedad del suelos, fenómenos capilares.
- 3.2 Formas y tipos de drenaje.

PARTE B. MECÁNICA TEÓRICA DE LOS SUELOS.

Capítulo 4. Hidráulica de los suelos.

- 4.1 Alcance y objeto de los problemas hidráulicos.
- 4.2 Cálculo de la filtración.
- 4.3 Sifonaje.
- 4.4 Teoría de la consolidación.

Capítulo 5. Equilibrio plástico de los suelos.

- 5.1 Hipótesis fundamentales.
- 5.2 Estados de equilibrio plástico.
- 5.3 Teoría de Rankine de empuje de tierras.
- 5.4 Influencia de la rugosidad del muro en la forma de la superficie de deslizamiento.
- 5.5 Teoría de Coulomb del empuje activo contra muros de sostenimiento.
- 5.6 Punto de aplicación del empuje.
- 5.7 Empuje pasivo en el caso de superficies de contacto rugosas.
- 5.8 Capacidad de carga de zapatas de fundación poco profundas.
- 5.9 Capacidad de carga de pilares de fundación y de pilotes.
- 5.10 Estabilidad de taludes.
- 5.11 Estabilidad de diques de tierra.
- 5.12 Empuje de la tierra contra entibaciones de excavaciones a cielo abierto.

- 5.13 Efecto de arco en los suelos.

Capítulo 6. Asentamientos y presiones de contacto.

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Presiones verticales en el suelo situado debajo de las zonas cargadas.
- 6.3 Asentamiento de fundaciones.
- 6.4 Presión de contacto y teorías de reacción de la subrasante.

PARTE C. PROBLEMAS DEL PROYECTO Y DE LA CONSTRUCCIÓN.

Capítulo 7. Exploración del suelo.

- 7.1 Propósito y alcance de la exploración del suelo.
- 7.2 Métodos de exploración del suelo.
- 7.3 Programa para la exploración del suelo.

Capítulo 8. Empuje de tierras y estabilidad de taludes.

- 8.1 Muros de sostenimiento.
- 8.2 Drenaje de excavaciones.
- 8.3 Entibación de excavaciones a cielo abierto.
- 8.4 Estabilidad de laderas y de taludes de desmontes y excavaciones.
- 8.5 Compactación de suelos.
- 8.6 Proyecto de terraplenes, malecones y diques de tierra.
- 8.7 Estabilidad de la base de terraplenes y diques de tierra.

Capítulos 9. Fundaciones.

- 9.1 Fundaciones de estructuras.
- 9.2 Fundaciones sobre zapatas.
- 9.3 Plateas de fundación.
- 9.4 Fundaciones sobre pilotes.
- 9.5 Pilares de fundación.

Capítulo 10. Asentamientos debidos a causas no comunes.

- 10.1 Asentamientos debidos a los procesos constructivos.
- 10.2 Asentamientos producidos por la depresión de la napa.
- 10.3 Asentamientos causados por las vibraciones.

Capítulo 11. Presas y fundaciones de las presas.

- 11.1 Presas de tierra.
- 11.2 Presas de escollera.
- 11.3 Presas de hormigón fundadas sobre sedimentos.
- 11.4 Supervisión de los embalses durante la construcción.

Capítulo 12. Observaciones de comportamiento.

- 12.1 Propósito y amplitud de las observaciones de comportamiento
- 12.2 Medición de desplazamientos.

- 12.3 Medición de empujes de tierra.
- 12.4 Medición de la presión de poros.
- 12.5 Registro de las observaciones de obra y del terreno.

3. Contenidos

Empleando el listado presentado en el capítulo introductorio de este anejo, los contenidos del libro analizado son los siguientes.

- Temas preliminares.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Textura de los suelos.
 - Forma de las partículas.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.
- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
 - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
 - Definición de tensión total y presión intersticial.
 - Principio de tensiones efectivas.
 - Definición de K_0 .
 - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
 - Concepto de carga drenada y no drenada.
 - El edómetro.
 - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
 - Representación matemática de la compresión unidimensional.
 - Obtención de la presión de preconsolidación.
 - El aparato triaxial.
 - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
 - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
 - Resistencia al corte no drenada.
 - Resultados de triaxiales típicos.
 - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
- Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
- Resultado de muestras sometidas a compresión isotropa.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- Ensayo de compresión simple.
- Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.
- Análisis global del terreno.
 - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
 - Estados de Rankine.
- El agua en el terreno.
 - Nivel freático.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Permeabilidad: suelos estratificados.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución con anisotropía.
 - Sifonamiento.
 - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
 - Capilaridad en suelos.
 - Drenes. Condiciones de filtro.
 - Rebajamiento del nivel freático.
- Consolidación.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Modelo reológico.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
 - Consolidación secundaria.

Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*

- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
- Reconocimiento del terreno.
 - Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Planificación del reconocimiento.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
 - Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Método del círculo de rozamiento.
 - Método de las rebanadas.
- Cimentaciones superficiales.
 - Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Particularidades del proyecto de losas.
- Cimentaciones semiprofundas.
 - Cimentación por cajones.
- Cimentaciones profundas.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Fórmulas de hinca.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
- Empuje de tierras.
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann.
 - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
- Estructuras de contención rígidas.
 - Metodología del proyecto de muros.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
 - Detalles constructivos.
- Estructuras de contención flexibles.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.
- Otros estudios geotécnicos.
 - Instrumentación.
 - Presas.
 - Estudio de cargas dinámicas.

En el apartado introductorio se apuntaba que pese a iniciarse la redacción de este libro con la intención de redactar un texto de ingeniería geotécnica éste acaba siendo una obra completa de geotecnia, ello lo demuestra el listado de contenidos acabado de presentar. En él se puede observar como aparecen temas tanto de ingeniería geotécnica como de mecánica de suelos.

Si se compara este listado y el presentado en el capítulo introductorio, que recoge todos los conceptos definidos a través del análisis de todos los libros, destacan varias ausencias. En primer lugar se notan a faltar temas preliminares, sorprende que en una obra de esta envergadura no se consuma ningún apartado en definir suelo, ni en explicar la formación de éste. En segundo lugar destaca la ausencia de conceptos básicos de mecánica de medios continuos, de éstos sólo se explica la representación del estado tensional con el círculo de Mohr. Aunque la ausencia de algunos de estos conceptos, como los principios de la teoría de la elasticidad o plasticidad, tampoco es de extrañar ya que no se emplean en ninguna explicación en los apartados dedicados al comportamiento tenso-deformacional de los suelos. En relación con estos temas, evidentemente dado la fecha de publicación de este libro, no se desarrollan aspectos relacionados con los modelos de estado crítico, esto no puede considerarse una ausencia ya que el desarrollo de estos es posterior a la redacción de esta obra. De todas las ausencias destacadas hasta el momento, ninguna ha sido de aspectos propios de mecánica de suelos, y es que en este sentido solamente hay la de temas relacionados con el comportamiento mecánico de suelos no saturados. Respecto los temas de ingeniería

geotécnica solamente hay una ausencia importante: no se aborda ningún tema relacionado con las estructuras de contención flexibles, excepto el cálculo de entibaciones.

Pero salvo esta ausencia hay que destacar la riqueza de esta obra en cuanto a los temas de ingeniería geotécnica, prueba de ello son los apartados dedicados a la estabilidad de laderas con un gran número de casos analizados, el dedicado a la estabilidad de la base de terraplenes o el destinado al proyecto de losas de cimentación. En este sentido también destacan el capítulo dedicado a las presas y sus cimentaciones y, muy especialmente por su originalidad, el dedicado a asientos debidos a causas no comunes, concretamente a procesos constructivos, a la depresión del nivel freático y a los causados por vibraciones. Se puede concluir este análisis destacando la riqueza de esta obra, que aborda aspectos muy concretos como los presentados, no tiene ninguna gran ausencia de temas de mecánica de suelos y sólo se nota a faltar en los de ingeniería geotécnica el estudio de las estructuras de contención flexibles.

4. Ordenamiento de los contenidos

A continuación se presentan los capítulos del libro con los contenidos listados en el apartado anterior que se tratan en cada uno. De esta manera se muestra el orden en el que se exponen esos contenidos presentados anteriormente.

PARTE A. PROPIEDADES ÍNDICES DE LOS SUELOS.

1. Propiedades índices de los suelos.

- Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
- Mineralogía de las arcillas.
- Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
- Granulometría: obtención.
- Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
- Límites de Atterberg: definición.
- Límites de Atterberg: obtención.
- Sistemas de clasificación de suelos.

2. Propiedades hidráulicas y mecánicas de los suelos.

- Altura piezométrica.
- Velocidad del agua y caudal unitario.
- Ley de Darcy: definición.
- Permeabilidad: obtención en laboratorio.
- Permeabilidad: suelos estratificados.
- Drenes. Condiciones de filtro.
- Definición de tensión total y presión intersticial.
- Principio de tensiones efectivas.
- Sifonamiento.
- El edómetro.
- Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional.
- Representación matemática de la compresión unidimensional.
- Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.
- Obtención de la presión de preconsolidación.
- Definición del fenómeno de la consolidación.

- Modelo reológico.
- Consolidación secundaria.
- El aparato triaxial.
- Resultado de muestras sometidas a compresión isotropa.
- Concepto de carga drenada y no drenada.
- Resultados de triaxiales típicos.
- Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos.
- Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos.
- Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.
- Ensayo de compresión simple.
- Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.
- Resistencia al corte no drenada.
- Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.
- Estudio de cargas dinámicas.

3. Drenaje de los suelos.

- Nivel freático.
- Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).
- Capilaridad en suelos.
- Desecación de suelos.

PARTE B. MECÁNICA TEÓRICA DE LOS SUELOS.

4. Hidráulica de los suelos.

- Ec. de flujo: formulación.
- Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
- Ec. de flujo: resolución con anisotropía.

Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*

- Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Sifonamiento.
 - Definición del fenómeno de la consolidación.
 - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).
5. Equilibrio plástico de los suelos.
- Estados de Rankine.
 - Definición de K_0 .
 - Empuje activo: método de Rankine.
 - Empuje activo: método de Coulomb.
 - Empuje activo: método de Culmann
 - Empuje pasivo: métodos anteriores.
 - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.
 - Definición de carga de hundimiento y sus componentes.
 - Fórmulas de hinca.
 - Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.
 - Método del círculo de rozamiento.
 - Método de las rebanadas.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Seguridad frente levantamiento del fondo.
6. Asentamientos y presiones de contacto.
- Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.
 - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.
- PARTE C. PROBLEMAS DEL PROYECTO Y DE LA CONSTRUCCIÓN.
7. Exploración del suelo.
- Presentación de los métodos de reconocimiento.
 - Presentación de los ensayos in situ.
 - Planificación del reconocimiento.
8. Empuje de tierras y estabilidad de taludes.
- Metodología del proyecto de muros.
- Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.
 - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.
 - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.
 - Detalles constructivos.
 - Rebajamiento del nivel freático.
 - Métodos de materialización de las entibaciones.
 - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.
 - Tipologías de inestabilidades.
 - Causas de inestabilidades.
 - Definición de la compactación.
 - El ensayo Proctor.
9. Fundaciones.
- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.
 - Definición de tensión admisible.
 - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.
 - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.
 - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.
 - Particularidades del proyecto de losas.
 - Cálculo de contribución por punta.
 - Cálculo de contribución por fuste.
 - El efecto grupo.
 - Cálculo de asientos de pilotes.
 - Metodología del proyecto de pilotaje.
 - Cimentación por cajones.
10. Asentamientos debidos a causas no comunes.
- Asientos producidos por procesos constructivos, descensos del nivel freático y vibraciones.
11. Presas y fundaciones de las presas.
- Presas.
12. Observaciones de comportamiento.
- Instrumentación.

Un rápido análisis del listado acabado de presentar transmite rápidamente la sensación de heterogeneidad en los conceptos tratados en los primeros capítulos de este libro, concretamente los dedicados a mecánica de suelos. Por ejemplo sólo en el capítulo dos se abordan aspectos de flujo, relaciones tensión deformación y consolidación.

Ello se debe a la peculiar forma escogida por los autores de ordenar los contenidos de este libro, que corresponde al siguiente esquema formado por tres partes principales:

- A. Propiedades Físicas de los Suelos.

- B. Mecánica Teórica de los Suelos.
- C. Problemas del proyecto y de la construcción.

La parte A trata de las propiedades físicas y mecánicas de probetas homogéneas de suelos inalterados y de suelos amasados. Para ello emplea tres capítulos. El primero se ocupa de los procedimientos utilizados para diferenciar los distintos suelos y los distintos estados dentro de un mismo suelo. El segundo, trata las propiedades hidráulicas y mecánicas de los suelos y de los métodos experimentales utilizados para determinar valores numéricos representativos de esas propiedades, para ello explica las leyes básicas del comportamiento de los suelos, así al hablar de permeabilidad explica la ley de Darcy o antes de hablar del coeficiente de compresibilidad volumétrica se explican los resultados tensión – deformación del ensayo edométrico. El tercer capítulo estudia los procesos físicos relacionados con el drenaje de los suelos.

La parte B explica las bases de las teorías necesarias para resolver problemas ingenieriles. Así en su primer capítulo (*Hidráulica de suelos*) se explica el flujo de agua en terreno saturado y la teoría de la consolidación. En el segundo, *Equilibrio plástico de los suelos*, se explican métodos para el cálculo de empujes del terreno, la carga de hundimiento de zapatas, de pilotes y el cálculo de taludes. El tercero y último capítulo de esta parte, *Asentamientos y presiones de*, se explica justamente lo que enuncia su título.

La parte C, *Problemas del proyecto y de la construcción*, se inicia con un capítulo dedicado al reconocimiento del terreno, y luego se dedica uno al cálculo de muros y taludes en el que se aplican los conocimientos de las partes anteriores, al igual que en el siguiente en el que se explica el cálculo de cimentaciones. En esta parte todos los temas abordados son de ingeniería geotécnica.

El principal inconveniente de seguir este ordenamiento para la docencia es que dificulta la visión global de los temas, al dividir las explicaciones de un mismo tema en varias partes. Así las explicaciones de mecánica de suelos, como por ejemplo las de flujo y consolidación, están separadas entre la parte A y la B y las de ingeniería geotécnica entre la B y la C, por ejemplo en el capítulo 5, *Equilibrio plástico de los suelos* (parte B), se explican las teorías de empujes de tierras y de cálculo de presiones de hundimiento, conceptos que posteriormente en los capítulos 8 y 9, respectivamente *Empuje de tierras y estabilidad de taludes* y *Fundaciones*, se utilizan de nuevo.

El orden de las explicaciones de mecánica de suelos, en parte, es fruto de extraplar la forma en la que habitualmente se explica el comportamiento tenso-deformacional de los suelos (primero los resultados de ensayos de laboratorio y posteriormente su extensión a toda una masa de suelo) a los temas de flujo y consolidación. Así en la parte A se abordan estos aspectos desde los resultados de laboratorio y en la B desde la masa global de terreno.

La separación de temas de ingeniería geotécnica se da al considerar el cálculo en sí de la presión de hundimiento o de los empujes del terreno como una rama del comportamiento global del terreno fuera de las explicaciones de cimentaciones y muros respectivamente.

Comentado los inconvenientes y razones de la estructura general de esta obra, un último análisis interesante desde el punto de vista del ordenamiento, es ver como los dos primeros capítulos de la parte A siguen uno de los esquemas habituales en las partes de mecánica del suelo:

- Permeabilidad.
- Tensión efectiva.
- Compresibilidad de estratos confinados.
- Consolidación de capas de arcilla.
- Resistencia al corte.
- Ensayos de compresión triaxial.

Esto mismo se puede observar en la parte B, lo que demuestra que la forma de presentar los conceptos de mecánica de suelos es más o menos la tradicional pero separando los temas en dos partes, la dedicada a la parte más de laboratorio de la parte de mecánica de suelos más aplicada.

Un aspecto muy positivo relacionado con el orden de esta obra es que los autores, en el prólogo, aconsejen como leer el libro concretamente dicen: “...se aconseja que el ingeniero no especializado

Terzagui, K. y Peck, R.B. (1958), *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*

empiece a leer el libro por la Parte C y recurra a las Partes A y B sólo para referencia...” con ello se consigue que un mismo manual sirva a dos tipos de estudiantes o lectores.

Antes de finalizar este análisis es preciso apuntar que este tipo de ordenamiento general, caracterizado por sus tres partes, original de los autores de esta obra, fue el escogido por J.A. Jiménez Salas para su obra, ya analizada en este anejo, y que tanto la obra ahora analizada de Terzaghi y Peck como la de Jiménez Salas y sus colaboradores son dos de las tres obras más recomendadas en las bibliografías de las asignaturas geotécnicas de las escuelas de ingeniería y arquitectura españolas.

5. Enfoque

Como se ha explicado en el capítulo de introducción de este anejo, es extremadamente difícil debido a la naturaleza de la materia que se expone, dar con un único adjetivo que defina el enfoque de un libro de geotecnia. Por ello a modo de ejemplo en primer lugar se muestra el enfoque con que se ha abordado las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la teoría de la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. Definiendo el enfoque según el orden en el que aparezcan las partes de la explicación definidas en el capítulo de introducción de este anejo como fenómeno, experimentación, teoría y práctica.

En el caso de la tensión efectiva se trata de un enfoque tipo *experimentación – fenómeno*, en el de la consolidación *fenómeno – experimentación – teoría* y en el de la presión de hundimiento *fenómeno – teoría – práctica*.

Ninguna de las tres explicaciones analizadas coincide en su enfoque, precisamente ello es la característica principal en lo que se refiere al enfoque de esta obra, la heterogeneidad. Ésta se debe principalmente al orden en el que se exponen los contenidos, analizado en el apartado anterior. Así aunque en toda la obra se trabaja mucho el fenómeno, en la parte A se prioriza el enfoque experimental, en la B el teórico y en la C el práctico.

6. Estructura

En primer lugar se presenta la tabla con la información necesaria para analizar la estructura del libro, tal y como se anunciaba en el capítulo introductorio de este anejo.

	Teoría		Ejemplos o ejercicios con solución			
	Páginas	Apartados	Figuras	Páginas	Ejem. o ejerc.	Figuras
1. Propiedades índices de los suelos.	41	9	12	1	6	0
2. Propiedades hidráulicas y mecánicas de los suelos.	83	10	39	3	18	0
3. Drenaje de los suelos.	20	2	12	1	4	0
4. Hidráulica de los suelos.	27	4	11	2	12	0
5. Equilibrio plástico de los suelos.	78	13	42	5	39	0
6. Asentamientos y presiones de contacto.	17	4	10	2	9	0
7. Exploración del suelo.	72	3	30	0	0	0
8. Empuje de tierras y estabilidad de taludes.	110	7	44	0	0	0
9. Fundaciones.	100	5	25	0	0	0
10. Asentamientos debidos a causas no comunes.	19	3	12	0	0	0
11. Presas y fundaciones de las presas.	38	4	12	0	0	0
12. Observaciones de comportamiento.	53	5	29	0	0	0

Dada la imposibilidad de analizar los datos presentados en la tabla anterior de forma individual, estos se comentan en el análisis conjunto presentado en el último capítulo.

Pero a simple vista surgen varios comentarios. En primer lugar la ausencia de ejemplos en los capítulos a dedicados a ingeniería geotécnica. Y en segundo la heterogeneidad del tamaño de los capítulos, con uno de menos de veinte páginas y otro con más de cien.

ANÁLISIS CONJUNTO

1. Introducción

En los capítulos anteriores de este anejo se han analizado de forma individual los contenidos, el orden en que éstos se exponen y el enfoque de las explicaciones, según lo expuesto en el capítulo de introducción, de doce libros, también escogidos según lo explicado en el mismo capítulo. Además de estos análisis en los capítulos anteriores se ha dado una información adicional sobre la estructura de los mismos, concretamente se ha facilitado una tabla en la que para cada capítulo muestra el número de páginas, apartados y figuras dedicados a explicar conceptos y el número de ejemplos y ejercicios con solución que se presentan en él, así como el de páginas y figuras empleados en ellos.

En este capítulo se presenta un análisis conjunto de todos estos aspectos (contenidos, ordenamiento, enfoque y estructura) con el principal objetivo de mostrar las tendencias en estos temas en la bibliografía existente y presentar sus ventajas e inconvenientes. Este análisis debe permitir para que en el caso de escribir un nuevo libro que aborde aspectos generales de la geotecnia, se disponga de una herramienta que permita valorar las virtudes y los defectos de los libros ya existentes, pudiendo aprender de ellos.

2. Contenidos

Como se ha explicado en el capítulo de introducción y se ha podido ver en el resto, el análisis de contenidos se ha realizado a través de la confección de una lista de contenidos de referencia, que permite describir la materia tratada en todos los libros empleando siempre los mismos conceptos.

A continuación se muestra para todos los contenidos del listado que libros los tratan y el número total de de ellos que los desarrolla. Esta información se muestra a través de tablas, cada una de ellas recoge un grupo de contenidos que desarrollan un mismo tema, evidentemente éstos coinciden con los bloques en los que se han agrupado los contenidos en todos los análisis anteriores y en la presentación del listado completo en el capítulo de introducción.

A continuación se presenta el índice de estas tablas.

Tabla 1 Temas preliminares.....	168
Tabla 2 Propiedades y clasificación de los suelos.....	168
Tabla 3 Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.....	169
Tabla 4 Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.....	169
Tabla 5 Análisis global del terreno.....	172
Tabla 6 El agua en el terreno.....	172
Tabla 7 Consolidación.....	173
Tabla 8 Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.....	174
Tabla 9 Reconocimiento del terreno.....	175
Tabla 10 Taludes e inestabilidad de laderas.....	175
Tabla 11 Cimentaciones superficiales.....	176
Tabla 12 Cimentaciones semiprofundas.....	177
Tabla 13 Cimentaciones profundas.....	177
Tabla 14 Cimentaciones especiales.....	178
Tabla 15 Empuje de tierras.....	178
Tabla 16 Estructuras de contención rígidas.....	179
Tabla 17 Estructuras de contención flexibles.....	179
Tabla 18 Otros estudios geotécnicos.....	180

Tabla 1 Temas preliminares.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.	X				X	X	X						4
Repaso de la historia de la geotecnia.					X	X							2
Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.						X		X					2
Estructura del globo terrestre.	X						X			X			3
Definición de suelo.	X	X	X	X	X	X	X			X	X		9
Definición de roca.	X			X	X	X	X						5
Tipos de roca.						X				X			7
Formación de los suelos.	X	X	X		X	X	X	X		X			8
Clasificación de los suelos según su formación.			X			X	X	X		X	X		6
La estratigrafía.	X					X	X	X					4
Mineralogía de las arcillas.			X	X	X	X	X	X		X	X	X	9
Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.					X	X	X	X				X	5

Tabla 2 Propiedades y clasificación de los suelos.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Granulometría: definición y clasificación de los suelos.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Granulometría: obtención.			X	X	X	X	X			X		X	7
Textura de los suelos.					X			X					2
Forma de las partículas.					X			X					2
Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Parámetros de relación entre las fases: obtención.	X					X	X						3
Límites de Atterberg: definición.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Límites de Atterberg: obtención.	X			X	X	X	X			X	X	X	8
Sistemas de clasificación de suelos.	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	10

Análisis conjunto

Tabla 3 Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Definición de tensión y deformación.	X	X	X	X	X	X							6
Definición de estado tensional y deformacional.	X	X	X	X		X		X			X		7
Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales.	X	X	X	X									4
Representación del estado tensional con el círculo de Mohr.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Representación del estado tensional con el tensor de tensiones.				X		X	X						3
Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr.	X	X					X						3
Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones.				X			X						2
Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.	X	X		X	X	X	X	X			X		8
Ecuaciones de equilibrio.						X	X						2
Ecuaciones constitutivas.	X	X				X	X						4
Principios de la teoría de elasticidad.	X	X		X		X	X	X		X			7
Principios de la teoría de plasticidad.	X	X		X		X	X						5
Viscosidad y viscoelasticidad.						X	X						2

Tabla 4 Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Definición de tensión total y presión intersticial.	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	10
Principio de tensiones efectivas.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Definición de K_0 .	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	10
Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación.	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	10

Análisis conjunto

Tabla 4 (cont.) Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peek (1958)	TOTAL
Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe.	X	X									X		3
Resultados de muestras de arcillas sobreconsolidadas sometidas a triaxiales de compresión.		X											1
Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev.	X	X									X		3
Comportamiento elástico de los suelos.	X	X					X	X					4
Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas.	X	X					X						3
Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.		X	X	X	X	X	X	X			X	X	9
El modelo Cam-Clay.	X	X					X						3
Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales).		X					X				X		3
Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación.		X					X	X					3
Ensayo de compresión simple.				X	X	X	X			X		X	6
Triaxiales verdaderos.							X						1
Efectos de la anisotropía.							X						1
Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales.		X					X					X	3
Rigidización del suelo.	X												1
Evolución tensional de un suelo según su proceso de formación.	X												1
Variación de c_u con la profundidad.		X					X						2
El método de las trayectorias de tensiones.		X				X	X	X					4
Introducción al comportamiento de las arenas.		X			X		X	X					4

Tabla 5 Análisis global del terreno.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico.						X	X		X		X	X	5
Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto.				X		X	X		X	X		X	6
Teoremas de colapso plástico.	X						X						2
Equilibrio límite.	X												1
Método de las características.				X			X						2
Estados de Rankine.			X	X			X	X				X	5

Tabla 6 El agua en el terreno.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Nivel freático.							X				X	X	3
Velocidad del agua y caudal unitario.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Altura piezométrica.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Ley de Darcy: definición.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.	X	X						X					3
Validez de la ley de Darcy.				X	X	X	X	X					5
Permeabilidad: factores que influyen en su valor.	X			X		X	X	X					5
Permeabilidad: suelos estratificados.		X		X		X	X				X	X	6
Permeabilidad: suelo anisótropo.						X	X						2
Permeabilidad: obtención en laboratorio.	X			X	X	X	X	X			X	X	8
Permeabilidad: obtención in situ.	X			X		X	X	X			X		6
Permeabilidad: representatividad de su valor.							X						1
Ec. de flujo: formulación.		X	X	X		X	X	X		X	X	X	9

Análisis conjunto

Tabla 6 (cont.) El agua en el terreno.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.		X				X	X	X		X	X		6
Ec. de flujo: resolución analítica.				X		X	X					X	4
Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Ec. de flujo: resolución con anisotropía.	X	X	X	X			X				X	X	7
Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.		X					X				X		3
Ec. de flujo: método de los fragmentos.					X								1
Superficie libre.						X	X						2
Sifonamiento.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Hidráulica de pozos.			X	X			X						3
Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...).				X	X	X	X			X	X		6
Capilaridad en suelos.	X			X	X	X	X	X			X		7
Presión capilar y succión.						X	X	X			X		4
Drenes. Condiciones de filtro.					X			X			X	X	4
Rebajamiento del nivel freático.							X					X	2
Electroósmosis.							X					X	2

Tabla 7 Consolidación.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Definición del fenómeno de la consolidación.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Modelo reológico.		X		X	X	X	X	X		X	X	X	9
Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución).	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	11
Otras teorías unidimensionales.							X						1
Consolidación radial.			X			X	X				X		4
Otros esquemas de consolidación.						X	X	X					3

Tabla 7 (cont.) Consolidación.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Variación del parámetro c_v .							X						1
Determinación de c_v en el edómetro.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		10
Consolidación secundaria.		X		X	X		X	X				X	6
Otros ensayos de consolidación.			X			X							2

Tabla 8 Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Definición de la compactación.			X	X	X	X	X	X			X	X	8
El ensayo Proctor.			X	X	X	X	X	X			X	X	8
El ensayo Harvard.							X						1
Estructura de los suelos compactados.					X		X	X					3
Compactación en obra.			X		X		X	X			X		5
Colapso de los suelos.							X						1
Hinchamiento de suelos parcialmente saturados.					X		X						2
Compresibilidad de suelos no saturados.							X						1
Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados.							X	X			X		3

Análisis conjunto

Tabla 9 Reconocimiento del terreno.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Presentación de los métodos de reconocimiento.	X		X	X			X	X	X	X	X	X	9
Presentación de los ensayos in situ.	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	10
Planificación del reconocimiento.				X					X	X		X	4
El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.									X	X	X		3

Tabla 10 Taludes e inestabilidad de laderas.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Tipologías de inestabilidades.	X			X			X					X	4
Causas de inestabilidades.	X			X			X					X	4
Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento.	X		X	X			X	X		X	X	X	8
Análisis de taludes infinitos.	X		X				X	X		X	X		6
Roturas planas.	X						X	X		X	X		5
Método del círculo de rozamiento.							X			X	X	X	4
Método de las rebanadas.	X		X				X	X			X	X	6
Método de Morgenstern.							X						1
Ábacos.							X	X		X	X		4
Tracción en un talud.							X				X	X	3
Tratamiento de taludes.							X						1

Tabla 11 Cimentaciones superficiales.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peek (1958)	TOTAL
Definición y tipologías de cimentaciones superficiales.	X		X	X				X	X	X	X	X	8
Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales.				X			X	X	X	X		X	6
Definición de tensión admisible.	X		X	X			X		X		X	X	7
Herramientas para el dimensionamiento previo.								X	X				2
Distribución de presiones en el plano de cimentación.				X			X		X	X			4
Definición y tipologías de hundimiento.	X			X			X	X	X	X			6
Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen.				X			X		X	X	X		5
Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos.	X		X	X			X	X	X		X	X	8
Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados.							X		X		X	X	4
Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ.	X		X	X			X		X		X	X	7
El factor de seguridad (valores, variaciones...).	X						X		X				3
Asientos admisibles.				X		X	X	X	X	X	X		7
Cálculo de asientos por el método edométrico.	X		X			X	X	X	X	X	X		8
Cálculo de asientos por métodos elásticos.	X		X	X		X	X	X	X	X	X		9
Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun.						X	X				X		3
Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...).						X	X				X		3
Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ.						X	X	X	X		X		5
Particularidades del proyecto de vigas flotantes.							X		X	X			3
Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.							X		X	X			3
Particularidades del proyecto de losas.							X		X	X		X	4

Análisis conjunto

Tabla 12 Cimentaciones semiprofundas.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Cimentación por pozos.							X		X				2
Cimentación por cajones.							X					X	2

Tabla 13 Cimentaciones profundas.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Definición y tipologías.	X			X			X	X	X	X	X		7
Descripción de los métodos constructivos de pilotes.							X		X	X	X		4
Metodología del proyecto de pilotaje.							X		X	X		X	4
Elección del tipo de pilote.							X		X				2
Distribución de cargas dentro del grupo.							X		X				2
Cálculo frente resistencia estructural.							X		X	X			3
Definición de carga de hundimiento y sus componentes.	X		X	X			X	X	X	X	X	X	9
Cálculo de contribución por punta.	X		X	X			X	X	X	X	X	X	9
Cálculo de contribución por fuste.	X		X	X			X	X	X	X	X	X	9
El efecto grupo.	X		X	X			X	X	X	X	X	X	9
Fórmulas de hinca.	X			X			X	X	X	X		X	7
Pruebas de carga.				X			X	X			X		4
Cálculo de asientos de pilotes.							X		X	X		X	4
Cálculo frente fricción negativa.							X	X	X		X		4
Cálculo frente acciones horizontales.							X		X				2
Grupos de pilotes en distintas direcciones.							X		X				2

Tabla 14 Cimentaciones especiales.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez et al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables.							X		X	X			3
Cimentaciones sobre rellenos.									X	X			2
Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos.							X		X				2
Edificios de gran altura.							X						1
Puentes y estribos.							X						1
Depósitos.							X						1
Patología de cimentaciones.				X			X			X			3

Tabla 15 Empuje de tierras.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez et al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo.	X						X		X	X			4
Empuje en reposo.			X				X			X	X		4
Empuje activo: método de Rankine.			X	X			X	X	X	X	X	X	8
Empuje activo: método de Coulomb.	X			X			X	X	X	X	X	X	8
Empuje activo: método de Culmann.				X			X			X	X	X	5
Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores.				X			X		X	X	X	X	6
Empuje en muros en L.				X			X						2
Empuje en muros paralelos.							X						1
Empuje pasivo: métodos anteriores.			X				X	X	X	X	X	X	7
Empuje pasivo: método de la espiral logarítmica.							X						1

Análisis conjunto

Tabla 16 Estructuras de contención rígidas.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peek (1958)	TOTAL
Tipologías de estructuras de contención rígidas.	X		X				X		X	X	X		6
Causas del colapso de estructuras de contención.	X						X				X		3
Metodología del proyecto de muros.							X	X	X	X		X	5
Acciones a considerar en un muro.	X						X	X	X	X			5
Herramientas para el dimensionamiento previo.							X		X	X			3
Comprobación frente vuelco y deslizamiento.			X	X			X	X	X	X	X	X	8
Comprobación frente hundimiento y estabilidad global.				X			X		X	X		X	5
El factor de seguridad (valores, variaciones...).	X			X			X						3
Cálculo de muros de tierra armada.			X				X				X		3
Detalles constructivos.							X		X	X		X	4

Tabla 17 Estructuras de contención flexibles.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peek (1958)	TOTAL
Tipologías de estructuras de contención flexibles.	X		X						X	X	X		5
Metodología del proyecto de pantallas.							X		X	X			3
Acciones a considerar en una pantalla.	X								X	X			3
Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo.			X	X			X		X	X	X		6
Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo.			X	X			X		X	X	X		6
Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje.							X		X	X			3
Métodos de cálculo semiempíricos.				X			X						2

Tabla 17 (cont.) Estructuras de contención flexibles.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Ejecución de pantallas de hormigón.				X			X		X	X			4
Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico.			X	X									2
Tablestacas: tipologías y ejecución.				X			X		X				3
Tablestacas: protección contra la corrosión.							X						1
Métodos de materialización de las entibaciones.							X	X	X	X		X	5
Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.			X	X			X	X	X	X		X	7
Seguridad frente levantamiento del fondo.				X			X		X	X		X	5

Tabla 18. Otros estudios geotécnicos.

Contenido	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez el al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)	TOTAL
Instrumentación.			X			X	X					X	4
Mejora del terreno			X				X	X		X	X		5
Excavaciones en roca. Voladura.							X						1
Ataguías celulares.							X						1
Anclajes.							X						1
Geotecnia de carreteras.						X	X				X		3
Acción de la helada.				X	X								2
Congelación de terrenos.				X			X						2
Obras subterráneas.							X						1
Presas.				X			X					X	3
Silos.							X						1
Obras marítimas.							X						1
Terramecánica.							X						1
Estudio de cargas dinámicas.					X		X	X				X	4
Métodos numéricos en la geotecnia.							X				X		2
Modelos reducidos.	X					X							2

Análisis conjunto

A modo de síntesis de toda la información presentada en las tablas anteriores a continuación se muestran todos los contenidos agrupados en tres categorías en función del número de veces que aparecen en los libros analizados. En el caso de los temas preliminares y de mecánica de suelos como se abordan en once libros de los doce analizados, ya que existe uno exclusivamente dedicado a la ingeniería geotécnica (Rodríguez-Serra-Oteo, 1989), los grupos se definen a través de los siguientes intervalos del número de apariciones 1-4, 5-7 y 8 o más. En el caso de los contenidos de ingeniería geotécnica al existir tres libros dedicados sólo a mecánica de suelos los intervalos son 1-3, 4-5 y 6 o más. Estos tres grupos se podrían denominar a modo de referencia como contenidos muy pocas veces desarrollados, alguna vez desarrollados y desarrollados habitualmente, respectivamente, y permiten observar para cada grupo temático que contenidos consideran más importantes los autores estudiados, al coincidir mayoritariamente en su exposición.

Toda esta información, mostrada a continuación, no requiere un análisis específico, y junto con el listado de contenidos en si mismo constituye una herramienta fundamental para la elección de los contenidos de una futura publicación.

De nuevo esta información se muestra a través de tablas, cada una dedicada a un conjunto temático de contenidos. A continuación se muestra en índice de estas tablas que se presentan a continuación de él.

Tabla 19 Clasificación de los contenidos de temas preliminares.....	181
Tabla 20 Clasificación de los contenidos de propiedades y clasificación de los suelos.....	182
Tabla 21 Clasificación de los contenidos de conceptos básicos de mecánica de medios continuos.....	182
Tabla 22 Clasificación de los contenidos de comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.....	182
Tabla 23 Clasificación de los contenidos de análisis global del terreno.....	183
Tabla 24 Clasificación de los contenidos del agua en el terreno.....	184
Tabla 25 Clasificación de los contenidos de consolidación.....	184
Tabla 26 Clasificación de los contenidos de comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.....	184
Tabla 27 Clasificación de los contenidos de reconocimiento del terreno.....	185
Tabla 28 Clasificación de los contenidos de taludes e inestabilidad de laderas.....	185
Tabla 29 Clasificación de los contenidos de cimentaciones superficiales.....	185
Tabla 30 Clasificación de los contenidos de cimentaciones semiprofundas.....	185
Tabla 31 Clasificación de los contenidos de cimentaciones profundas.....	186
Tabla 32 Clasificación de los contenidos de cimentaciones especiales.....	186
Tabla 33 Clasificación de los contenidos de empuje de tierras.....	186
Tabla 34 Clasificación de los contenidos de estructuras de contención rígidas.....	186
Tabla 35 Clasificación de los contenidos de estructuras de contención flexibles...	187
Tabla 36 Clasificación de los contenidos de otros estudios geotécnicos.....	187

Tabla 19 Clasificación de los contenidos de temas preliminares.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo. - Repaso de la historia de la geotecnia. - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia. - Estructura del globo terrestre. - La estratigrafía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de roca. - Tipos de roca. - Clasificación de los suelos según su formación. - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de suelo. - Formación de los suelos. - Mineralogía de las arcillas.

Tabla 20. Clasificación de los contenidos de propiedades y clasificación de los suelos.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Textura de los suelos. - Forma de las partículas. - Parámetros de relación entre las fases: obtención. 	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría: obtención. 	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría: definición y clasificación de los suelos. - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones. - Límites de Atterberg: definición. - Límites de Atterberg: obtención. - Sistemas de clasificación de suelos.

Tabla 21. Clasificación de los contenidos de conceptos básicos de mecánica de medios continuos.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Definición de estados tensionales y deformacionales bidimensionales. - Representación del estado tensional con el tensor de tensiones. - Representación del estado deformacional con el círculo de Mohr. - Representación del estado deformacional con el tensor de deformaciones. - Ecuaciones de equilibrio. - Ecuaciones constitutivas. - Viscosidad y viscoelasticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de tensión y deformación. - Definición de estado tensional y deformacional. - Principios de la teoría de elasticidad. - Principios de la teoría de plasticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Representación del estado tensional con el círculo de Mohr. - Invariantes y trayectorias de tensión y deformación.

Tabla 22. Clasificación de los contenidos de comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de los ensayos de carga. - El aparato de corte anular. - El aparato de corte simple. - Realización de un ensayo triaxial. - Resultado de muestras sometidas a compresión isotropa. - Representación matemática de la compresión isotropa. - Resultados de muestras de arcillas normalmente consolidadas sometidas a triaxiales de compresión. - Modelo de comportamiento de muestras normalmente consolidadas: línea de estados críticos y superficie de Roscoe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estado tensional en terreno horizontal. - Concepto de carga drenada y no drenada. - Obtención de la presión de preconsolidación. - Presentación de resultados de corte directo. - Tipos de rotura. - Resultados de triaxiales típicos. - Trayectorias de tensiones en los triaxiales típicos. - Ensayo de compresión simple. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de tensión total y presión intersticial. - Principio de tensiones efectivas. - Definición de K_0. - Presión de preconsolidación y grado de sobreconsolidación. - El edómetro. - Resultado de muestras sometidas a compresión unidimensional. - Representación matemática de la compresión unidimensional. - El aparato de corte directo. - El aparato triaxial. - Resultados de triaxiales interpretados simplemente como ensayos de rotura.

Análisis conjunto

Tabla 22 (cont.) Clasificación de los contenidos de comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Resultados de muestras de arcillas sobreconsolidadas sometidas a triaxiales de compresión. - Modelo de comportamiento de muestras sobreconsolidadas: línea de estados críticos y superficie de Hvorslev. - Comportamiento elástico de los suelos. - Comportamiento plástico de suelos y cálculo de deformaciones plásticas. - El modelo Cam-Clay. - Estados de tensiones generales (generalización del comportamiento observado en condiciones triaxiales). - Relación entre la situación drenada y no drenada, modelado y empleo de cada situación. - Triaxiales verdaderos. - Efectos de la anisotropía. - Relación de los índices de Atterberg y los parámetros tenso-deformacionales. - Rigidización del suelo. - Evolución tensional de un suelo según su proceso de formación. - Variación de c_u con la profundidad. - El método de las trayectorias de tensiones. - Introducción al comportamiento de las arenas. 		<ul style="list-style-type: none"> - El criterio de rotura de Mohr-Coulomb. - Resistencia al corte no drenada. - Interpretación cualitativa de los triaxiales típicos. - Cálculo de presión intersticial en situaciones no drenadas.

Tabla 23. Clasificación de los contenidos de análisis global del terreno.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Teoremas de colapso plástico. - Equilibrio límite. - Método de las características. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tensiones en el contacto estructura - terreno: medio elástico. - Tensiones en el contacto estructura - terreno: coeficiente de balasto. - Estados de Rankine. 	<ul style="list-style-type: none"> - Distribuciones de tensiones y deformaciones bajo cargas en medio elástico.

Tabla 24. Clasificación de los contenidos del agua en el terreno.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Nivel freático. - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D. - Permeabilidad: suelo anisótropo. - Permeabilidad: representatividad de su valor. - Ec. de flujo: resolución analítica. - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado. - Ec. de flujo: método de los fragmentos. - Superficie libre. - Presión capilar y succión. - Drenes. Condiciones de filtro. - Rebajamiento del nivel freático. - Electroósmosis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Validez de la ley de Darcy. - Permeabilidad: factores que influyen en su valor. - Permeabilidad: suelos estratificados. - Permeabilidad: obtención in situ. - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución. - Ec. de flujo: resolución con anisotropía. - Hidráulica de pozos. - Capilaridad, fenómeno físico (tensión superficial, ascensión capilar...). - Capilaridad en suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidad del agua y caudal unitario. - Altura piezométrica. - Ley de Darcy: definición. - Permeabilidad: obtención en laboratorio. - Ec. de flujo: formulación. - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo. - Sifonamiento.

Tabla 25. Clasificación de los contenidos de consolidación.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Otras teorías unidimensionales. - Consolidación radial. - Otros esquemas de consolidación. - Variación del parámetro c_v. - Otros ensayos de consolidación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consolidación secundaria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición del fenómeno de la consolidación. - Modelo reológico. - Teoría unidimensional de Terzaghi (planteamiento y solución). - Determinación de c_v en el edómetro.

Tabla 26. Clasificación de los contenidos de comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.

Grupo I (1-4)	Grupo II (5-7)	Grupo III (8 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - El ensayo Harvard. - Estructura de los suelos compactados. - Colapso de los suelos. - Hinchamiento de suelos parcialmente saturados. - Compresibilidad de suelos no saturados. - Resistencia al esfuerzo cortante de suelos parcialmente saturados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compactación en obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de la compactación. - El ensayo Proctor.

Análisis conjunto

Tabla 27. Clasificación de los contenidos de reconocimiento del terreno.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
- El informe geotécnico: definición y pautas de redacción.	- Planificación del reconocimiento.	- Presentación de los métodos de reconocimiento. - Presentación de los ensayos in situ.

Tabla 28. Clasificación de los contenidos de taludes e inestabilidad de laderas.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
- Método de Morgenstern. - Tracción en un talud. - Tratamiento de taludes.	- Tipologías de inestabilidades. - Causas de inestabilidades. - Roturas planas. - Método del círculo de rozamiento. - Ábacos.	- Planteamiento general del método de superficie de deslizamiento. - Análisis de taludes infinitos. - Método de las rebanadas.

Tabla 29. Clasificación de los contenidos de cimentaciones superficiales.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
- Herramientas para el dimensionamiento previo. - El factor de seguridad (valores, variaciones...) - Cálculo de asientos por el método de Skempton-Bjerrun. - Cálculo de asientos por otros métodos (Schmertmann, Janbu...) - Particularidades del proyecto de vigas flotantes. - Particularidades del proyecto de zapatas combinadas.	- Distribución de presiones en el plano de cimentación. - Cálculo de la presión de hundimiento por Brinch Hansen. - Cálculo de la presión de hundimiento en terrenos estratificados. - Cálculo de asientos a partir de ensayos in situ. - Particularidades del proyecto de losas.	- Definición y tipologías de cimentaciones superficiales. - Metodología del proyecto de cimentaciones superficiales. - Definición de tensión admisible. - Definición y tipologías de hundimiento. - Cálculo de la presión de hundimiento por otros métodos. - Cálculo de la presión de hundimiento a partir de ensayos in situ. - Asientos admisibles. - Cálculo de asientos por el método edométrico. - Cálculo de asientos por métodos elásticos.

Tabla 30. Clasificación de los contenidos de cimentaciones semiprofundas.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
- Cimentación por pozos. - Cimentación por cajones		

Tabla 31. Clasificación de los contenidos de cimentaciones profundas.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Elección del tipo de pilote. - Distribución de cargas dentro del grupo. - Cálculo frente resistencia estructural. - Cálculo frente acciones horizontales. - Grupos de pilotes en distintas direcciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de los métodos constructivos de pilotes. - Metodología del proyecto de pilotaje. - Pruebas de carga. - Cálculo de asientos de pilotes. - Cálculo frente fricción negativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición y tipologías. - Definición de carga de hundimiento y sus componentes. - Cálculo de contribución por punta. - Cálculo de contribución por fuste. - El efecto grupo. - Fórmulas de hinca.

Tabla 32. Clasificación de los contenidos de cimentaciones especiales.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Cimentaciones sobre terrenos expansivos o colapsables. - Cimentaciones sobre rellenos. - Cimentaciones sometidas a efectos dinámicos. - Edificios de gran altura. - Puentes y estribos. - Depósitos. - Patología de cimentaciones. 		

Tabla 33. Clasificación de los contenidos de empuje de tierras.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Empuje en muros en L. - Empuje en muros paralelos. - Empuje pasivo: método de la espiral logarítmica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Descripción general de los empujes activo, en reposos y pasivo. - Empuje en reposo. - Empuje activo: método de Culmann. 	<ul style="list-style-type: none"> - Empuje activo: método de Rankine. - Empuje activo: método de Coulomb. - Método aproximado para el cálculo de cargas exteriores. - Empuje pasivo: métodos anteriores.

Tabla 34. Clasificación de los contenidos de estructuras de contención rígidas.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Causas del colapso de estructuras de contención. - Herramientas para el dimensionamiento previo. - El factor de seguridad (valores, variaciones...). - Cálculo de muros de tierra armada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Metodología del proyecto de muros. - Acciones a considerar en un muro. - Comprobación frente hundimiento y estabilidad global. - Detalles constructivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipologías de estructuras de contención rígidas. - Comprobación frente vuelco y deslizamiento.

Análisis conjunto

Tabla 35. Clasificación de los contenidos de estructuras de contención flexibles.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Metodología del proyecto de pantallas. - Acciones a considerar en una pantalla. - Método simplificado de cálculo de pantallas con varios niveles de anclaje. - Métodos de cálculo semiempíricos. - Estabilidad de una zanja llena de lodo bentonítico. - Tablestacas: tipologías y ejecución. - Tablestacas: protección contra la corrosión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipologías de estructuras de contención flexibles. - Ejecución de pantallas de hormigón. - Métodos de materialización de las entibaciones. - Seguridad frente levantamiento del fondo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Método simplificado de cálculo de pantallas en voladizo. - Métodos simplificados de cálculo de pantallas con un apoyo. - Métodos de cálculo de empujes sobre entibaciones.

Tabla 36. Clasificación de los contenidos de otros estudios geotécnicos.

Grupo I (1-3)	Grupo II (4-5)	Grupo III (6 o más)
<ul style="list-style-type: none"> - Excavaciones en roca. - Voladura. - Ataguías celulares. - Anclajes. - Geotecnia de carreteras. - Acción de la helada. - Congelación de terrenos. - Obras subterráneas. - Presas. - Silos. - Obras marítimas. - Terramecánica. - Métodos numéricos en la geotecnia. - Modelos reducidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentación. - Mejora del terreno. - Estudio de cargas dinámicas. 	

3. Ordenamiento de los contenidos

En este apartado se analizan las diferentes formas en que los autores han ordenado, en sus obras, los contenidos estudiados en el apartado anterior. Concretamente se identifican las diferentes alternativas en ese ordenamiento y se presentan las virtudes y defectos de cada una de ellas.

En primer lugar se estudia la organización general de las obras en grandes bloques temáticos. La mayoría de autores escogen un sistema basado en tres partes, la primera dedicada a temas introductorios o preliminares, la segunda a mecánica de suelos y la tercera a ingeniería geotécnica. Pero algunos modifican esta estructura desdoblado algunas de estas partes, por ejemplo unos dividen la de mecánica de suelos en dos, una abordando todos los temas desde su estudio en laboratorio y la otra desarrollando de cada tema las teorías generales aplicables a escala geotécnica. Todas estas alternativas se presentan junto con la primera opción y se analizan sus ventajas e inconvenientes. Como, de forma unitaria o desdoblada, todos estos sistemas presentan correlativamente los temas introductorios, los de mecánica de suelos y los de ingeniería geotécnica, tras el análisis anterior se estudian las diferentes posibilidades de ordenamiento de los contenidos de cada una de estas tres partes por separado. También se realiza un análisis individual de la forma de realizar la transición entre la parte de mecánica de suelos y la de ingeniería geotécnica.

Cada uno de los análisis o estudios presentados corresponde a uno de los siguientes subapartados que se desarrollan a continuación:

- 3.1 Ordenamiento general de los libros.
- 3.2 Orden de los temas preliminares.
- 3.3 Orden de los temas de mecánica de suelos.
- 3.4 Transición de los temas de mecánica de suelos a los de ingeniería geotécnica.
- 3.5 Orden de los capítulos de ingeniería geotécnica.

3.1 Ordenamiento general de los libros

Como primer nivel de análisis del ordenamiento de los contenidos de los libros, tal como se ha anunciado en la anterior introducción, se toma el estudio del orden de los grandes grupos temáticos en los que se reúnen los capítulos.

La mayoría de los libros analizados responden al esquema presentado en la figura 1, en el cual se pueden agrupar todos los contenidos en tres grandes partes. En la primera se presenta la geotecnia y los problemas ingenieriles que se pueden resolver con ella, se explica la formación de los suelos, su composición mineralógica, sus propiedades físicas y los sistemas de clasificarlos. Así se trata de una presentación de la disciplina geotécnica y su material de trabajo, el suelo. En la segunda parte se tratan los contenidos de mecánica de suelos. Y en la tercera se desarrollan los aspectos aplicados de la geotecnia, temas de ingeniería geotécnica.

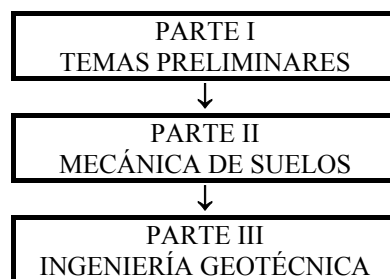


Figura 1.

Este sistema de ordenamiento general es totalmente consistente, mostrando en primer lugar una serie de temas introductorios, posteriormente la base teórica de la disciplina a estudiar, la mecánica de suelos, explicando tema por tema sin desdoblarlos como se verá a continuación que plantean algunos autores, y, por último, desarrollando la aplicación de las teorías generales a la resolución de problemas ingenieriles.

Un sistema alternativo al anterior es el de los libros de Terzaghi y Peck y de Jiménez Salas. En ellos de nuevo los contenidos se agrupan en tres partes, las mostradas en la figura 2, Terzaghi y Peck las

Análisis conjunto

denominan *propiedades índices de los suelos* a la primera, *mecánica teórica de los suelos* a la segunda y *problemas del proyecto y la construcción* a la tercera, Jimenez Salas alternativamente *propiedades de los suelos y de las rocas*, *mecánica del suelo y de las rocas y cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia*, respectivamente.

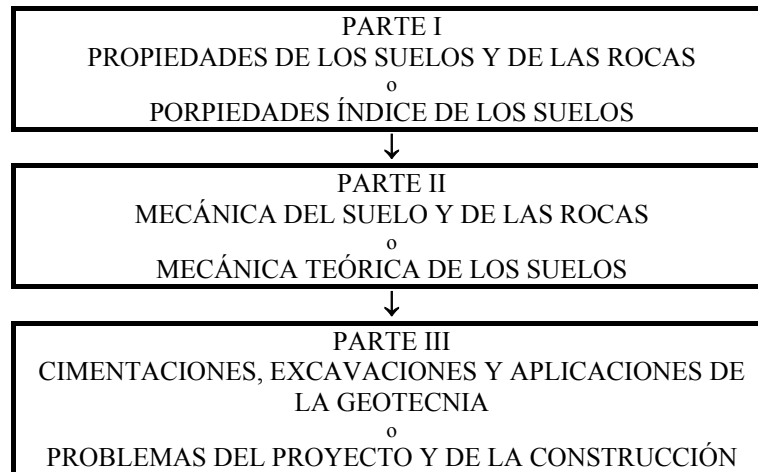


Figura 2.

En el primer bloque, a parte de abordar aspectos preliminares a modo de introducción, se desarrollan los temas de mecánica de suelos presentando únicamente de ellos los ensayos de laboratorio con los que se estudian los resultados de los mismos y las propiedades de los suelos que de ellos se deducen. En la segunda parte se presentan los mismos temas de mecánica de suelos pero pasando de la escala de laboratorio a la geotécnica. Así se desarrollan las teorías de mecánica de suelos aplicables a toda una masa de suelo, en principio las necesarias para resolver aspectos ingenieriles. La última parte, como sus dos denominaciones especifican claramente, se reserva para estudiar todos los contenidos de ingeniería geotécnica.

A modo de ejemplo y para finalizar la presentación de este modelo de organización de los capítulos de un libro de geotecnia, se presentan algunos de los contenidos del tema de flujo clasificados según la parte en la que correspondería su explicación en este modelo:

- I. Propiedades de los suelos y de las rocas o propiedades índice de los suelos.
 - Velocidad del agua y caudal unitario.
 - Altura piezométrica.
 - Ley de Darcy: definición.
 - Ley de Darcy: aplicación a problemas 1D.
 - Validez de la ley de Darcy.
 - Permeabilidad: factores que influyen en su valor.
 - Permeabilidad: obtención en laboratorio.
 - Permeabilidad: representatividad de su valor.
- II. Mecánica del suelo y de las rocas o mecánica teórica de suelos.
 - Ec. de flujo: formulación.
 - Ec. de flujo: presentación de los métodos de resolución.
 - Ec. de flujo: resolución analítica.
 - Ec. de flujo: resolución mediante redes de flujo.
 - Ec. de flujo: resolución en suelo estratificado.
 - Sifonamiento.
- III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia o problemas de la construcción.
 - Drenes. Condiciones de filtro.
 - Rebajamiento del nivel freático.
 - Electroósmosis.

El principal inconveniente de seguir este ordenamiento para la docencia de la geotecnia es dificultar la visión global de los temas, especialmente de los de mecánica de suelos, aunque de los de ingeniería geotécnica también, porque en las dos obras que presentan este esquema aspectos como el cálculos de la presión de hundimiento o el desarrollo de las teorías de empuje del terreno se consideran temas de mecánica del suelos, así se introducen en la segunda parte, pero su utilidad en el proyecto de cimentaciones y de estructuras de contención, respectivamente, no se ve hasta la tercera.

La última propuesta de ordenamiento general de los capítulos de un libro de geotecnia viene de la obra de Lambe y Whitman. Su esquema se muestra en la figura 3 y consta de cinco bloques. El primer bloque es una introducción a la mecánica de suelos, en el segundo se presentan las propiedades intrínsecas del suelo, desarrollándose su estudio a nivel partícula y de las propiedades indentificativas de una masa de suelo. Los tres últimos bloques repiten un mismo esquema (comportamiento tensión–deformación, cálculo de empujes y estructuras de contención y cálculo de cimentaciones superficiales), pero en el tercer bloque se desarrolla para suelo seco, en el cuarto para suelo saturado y procesos de carga drenados y en el quinto para suelo saturado pero procesos de carga no drenados. En cada una de las tres últimas partes se incluyen, en el esquema común presentado, algunos temas más específicos de cada una, por ejemplo en la cuarta parte se explican las leyes del flujo de agua en el terreno y en la quinta la teoría de la consolidación.

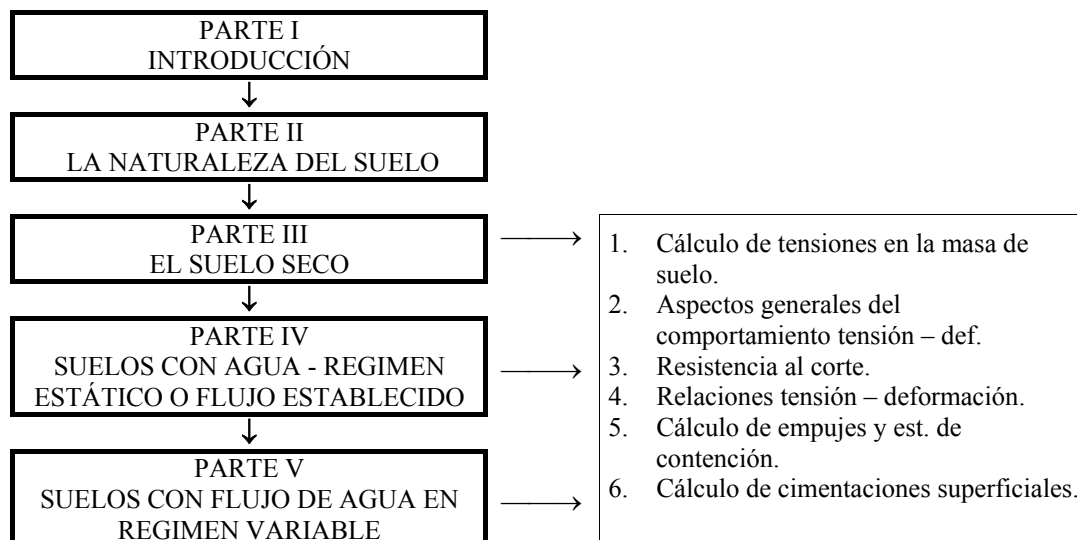


Figura 3.

Del ordenamiento de este libro lo que merece especial atención son las tres últimas partes, ya que en ellas se presenta una respuesta original a uno de los problemas más complejos a los que debe hacer frente la docencia de la ingeniería geotécnica, la comprensión de las diferencias y similitudes entre el comportamiento del suelo en procesos drenados y en no drenados.

Pero, este ordenamiento que en principio puede parecer una respuesta adecuada al problema docente planteado, puede ser contraproducente si el lector entiende cada una de las situaciones como aisladas, sin relacionarlas entre ellas y aprende comportamientos independientes. Otro problema, en la misma dirección, es que el hecho de dedicar tres capítulos diferentes y separados al mismo tema, no facilita que el lector tenga una visión global del problema, lo que es especialmente grave en los temas dedicados a cimentaciones superficiales y estructuras de contención. El mismo problema, pero al revés, sucede con los temas que únicamente aparecen en una parte, como el de cimentaciones profundas que exclusivamente se trata en la última parte, el lector puede llegar a entender que sólo se emplean en la situación que representa esa parte. Así a parte de alertar de la importancia del problema de la comprensión de las explicaciones ligadas a los procesos drenados y no drenados y de la necesidad de resolverlo, este ordenamiento general no presenta ninguna virtud respecto los anteriores.

Análisis conjunto

A continuación se muestran los grupos temáticos de materias a tratar en un libro de geotecnia, con los que se ha trabajado en el análisis de contenidos del apartado anterior, clasificados en temas preliminares, de mecánica de suelos o de ingeniería geotécnica, según la opinión mayoritaria de los autores analizados. Pese a que esta clasificación siga el esquema de ordenamiento general presentado anteriormente en primer lugar, en ella también se han tenido en cuenta los libros que no lo siguen, ya que en ellos las partes de mecánica de suelos e ingeniería geotecnia se mantienen aunque en el ordenamiento de Terzaghi-Peck y Jiménez Salas se desdoblan las explicaciones de mecánica de suelos y en la de Lambe-Whitman se triplican tanto las de mecánica de suelos como las de ingeniería geotécnica.

Así los contenidos mayoritarios de los tres grandes grupos temáticos empleados por casi todos los autores son:

Parte I. Temas preliminares o introductorios.

- Temas preliminares.
- Propiedades y clasificación de los suelos.

Parte II. Mecánica de suelos.

- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
- Análisis global del terreno.
- El agua en el terreno.
- Consolidación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.

Parte III. Ingeniería geotécnica

- Reconocimiento del terreno.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
- Cimentaciones superficiales.
- Cimentaciones semiprofundas.
- Cimentaciones profundas.
- Cimentaciones especiales.
- Empuje de tierras.
- Estructuras de contención rígidas.
- Estructuras de contención flexibles.
- Otros estudios geotécnicos.

Estos contenidos asociados a cada uno de los tres bloques son los presentados por la mayoría de los libros, pero existen algunos autores que cambian de situación algunos temas, a continuación se presentan estos casos:

- El libro de Atkinson (1993) dedica en el primer bloque (Temas preliminares) un capítulo a recordar los principios de la mecánica y otro al comportamiento de los materiales, en el que se desarrollan conceptos básicos de mecánica de medios continuos. Estos, aún ser realmente temas preliminares, tienen más sentido tratarlos cerca de los capítulos de comportamiento mecánico de los suelos, como lo hacen la mayoría de los autores y no separados de ellos.
- En el libro de Costet-Sanglerat (1975) y el de Berry-Reid (1993) en los capítulos dedicados al comportamiento mecánico del suelo, concretamente en aquellos en que se explica la relación tensión - deformación en el caso unidimensional, se tratan aspectos prácticos del cálculo de asientos. Esto tiene dos problemas, el primero es perder la visión global del proyecto de una cimentación, ya que los conceptos que en él intervienen se explican diseminados por todo el texto, ya que el cálculo de la presión de hundimiento se mantiene en el tercer bloque. El segundo es que se pueden perder de vista las muchas más aplicaciones de las teorías de relación tensión - deformación, aparte de la del cálculo de asientos de zapatas.

- El libro de Smith (1990) presenta el problema inverso, explica la relación tensión - deformación en el caso unidimensional y la consolidación junto con las explicaciones propias del cálculo de asentos en el tercer bloque. Esto igualmente es un error porque induce al lector a pensar que la consolidación sólo aparece en el caso de cimentaciones superficiales.
- Atkinson (1993) presenta el tema de la formación de los suelos junto con el de reconocimiento del terreno, normalmente tratados por los autores como un tema preliminar y uno de ingeniería geotécnica respectivamente, en el bloque de mecánica de suelos. El hecho de presentar los dos temas juntos puede ser positivo ya que como uno de los objetivos del reconocimiento es identificar la estructura del terreno, saber como se ha formado ésta ayuda a la interpretación de los resultados. Además explicar los procesos de formación de suelos tras los temas de comportamiento mecánico de los suelos, permite explicar la evolución tensional de los suelos durante su formación. Pero el hecho que esta última información no sea importante en los estudios geotécnicos como se ha visto en el análisis de contenidos y que la situación de estos temas en medio de los de mecánica de suelos interrumpe el flujo natural de las explicaciones de éstos, desaconseja la opción de ordenamiento presentada en este libro.
- Uno de los temas en los que hay más desacuerdo entre autores respecto su situación es en el de comportamiento mecánico del suelo no saturado. Ello se debe a que muchas veces los contenidos de este tema se reducen a las explicaciones relativas a la compactación. En los casos en los que se abordan otros temas, aparte de éste tan específico, no hay ninguna duda, su situación es en el bloque de mecánica de suelos, pero ello sólo ocurre en la obra de Jiménez Salas, y se sitúa concretamente en su primera parte. Cuando del comportamiento mecánico del suelo no saturado solamente se aborda el tema de compactación aparecen dos alternativas en su situación. En primer lugar en el bloque de temas preliminares, esta opción se muestra en el libro de Holt-Kovacs (1981), al tratarse éste de una obra íntegramente dedicada a la mecánica del suelo la opción de los autores presenta una ventaja pedagógica, ya que el presentar un tema de marcado carácter práctico antes de iniciar el desarrollo de los capítulos de mecánica de suelos, más teóricos, puede hacer motivar al estudiante haciéndole ver un aspecto aplicado de la materia que estudia. Pero aparte de esta ventaja no existe ninguna otra razón más que justifique esta opción. La segunda alternativa es la situación del tema de compactación en el bloque de ingeniería geotécnica, ello tiene razón de ser cuando este contenido se presenta como una aplicación de la geotécnica a la construcción de carreteras. Así en Iglesias (1999) existe un capítulo denominado *Geotecnia vial* o en Smith (1990) uno titulado *Compactación y aspectos de mecánica de suelos para el diseño de carreteras*.
- Un último contenido, mucho más concreto, sobre el que no existe consenso en su situación es en la explicación del coeficiente de empuje al reposo. Existen autores que optan por explicar este concepto tras el principio de tensiones efectivas abriendo un apartado dedicado al estado tensional del terreno (Serra et al., 1986). Otros lo introducen al explicar el comportamiento tenso-deformacional en el caso unidimensional (Atkinson-Bransby, 1978). Y por último, los hay que esperan al bloque de ingeniería geotécnica y desarrollan este concepto en los capítulos dedicados al cálculo de empujes (Berry-Reid, 1993). La complejidad de la situación de este apartado se hace patente al ver todas estas posibilidades existentes. La mejor opción es su inclusión en los apartados dedicados al estado tensional del terreno, pero es importante tener en cuenta que esta situación es compatible con la última presentada. En muchos libros al explicar los empujes del terreno solamente desarrollan las explicaciones relativas al empuje pasivo y al activo, olvidándose del empuje en reposo al cual se ven sometidas muchas estructuras.

3.2 Orden de los temas preliminares

Todos los contenidos posibles a tratar en este bloque, según el listado de contenidos utilizado a lo largo de todos los análisis presentados en este anejo, son los siguientes:

- Temas preliminares.
 - Definición de geotecnia y/o mecánica del suelo.

Análisis conjunto

- Repaso de la historia de la geotecnia.
 - Breve descripción de algunos problemas resueltos por la geotecnia.
 - Estructura del globo terrestre.
 - Definición de suelo.
 - Definición de roca.
 - Tipos de roca.
 - Formación de los suelos.
 - Clasificación de los suelos según su formación.
 - La estratigrafía.
 - Mineralogía de las arcillas.
 - Fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla.
- Propiedades y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: definición y clasificación de los suelos.
 - Granulometría: obtención.
 - Textura de los suelos.
 - Forma de las partículas.
 - Parámetros de relación entre las fases: definición y relaciones.
 - Parámetros de relación entre las fases: obtención.
 - Límites de Atterberg: definición.
 - Límites de Atterberg: obtención.
 - Sistemas de clasificación de suelos.

El orden más lógico de exponer estos contenidos, que es el seguido por todos los autores excepto por Lambe-Whitman, es presentar en primer lugar la materia de la que trata el libro y le da título, dentro de esta explicación evidentemente es necesario definir suelo, aunque sea de forma somera. A continuación es el momento de desarrollar, si se quiere, una breve historia de la evolución de esa materia y presentar ejemplos reales de su aplicabilidad. Una vez presentada la disciplina y su utilidad es el momento de describir más concretamente su material de estudio, el suelo. En primer lugar, desde una óptica más geológica, definiendo sus procesos de formación y su clasificación según éstos. Y, en segundo lugar desde una óptica ingenieril, a través de la explicación de los parámetros de relación entre fases, la granulometría, los límites de Atterberg y los sistemas de clasificación según estos últimos parámetros.

La excepción a este orden es el libro de Lambe-Whitman, en él se introduce en los temas preliminares un capítulo dedicado a introducir el comportamiento del terreno en el que se exponen de forma resumida conceptos como el principio de tensiones efectivas, el sifonamiento o la consolidación. Y, a continuación de este capítulo, se antepone las explicaciones relativas a la descripción de los suelos desde una óptica ingenieril a las de la geológica. Este sistema de ordenamiento no tiene ninguna virtud y únicamente se entiende en el marco de la peculiar estructura de este libro, explicada anteriormente.

Dentro del orden perfectamente establecido y seguido por todos los autores excepto por Lambe-Whitman, tal como se acaba de ver, existe un grupo de contenidos con los que no existe unanimidad sobre su situación, son los referentes a la mineralogía de las arcillas y a las fuerzas físico-químicas actuantes entre las partículas de arcilla. Básicamente en los libros en que se abordan se observan tres alternativas en su situación, la primera en capítulos dedicados a la formación de los suelos y su composición, en los que se abordan junto con la formación de los suelos y la clasificación según ésta, como en Iglesias (1999). La segunda opción es junto con las explicaciones relativas a los límites de Atterberg, ésta es la presente en la obra de Jiménez Salas y en Serra et al. (1986). Por último en Holtz-Kovacs (1981) se tratan con tanta profundidad estos contenidos que con ellos solos se genera un capítulo situado al final de los temas introductorios, tras explicar los parámetros de relación entre fases, la granulometría, los límites de Atterberg y los sistemas de clasificación según estos últimos parámetros.

Una última observación sobre el ordenamiento de los temas preliminares surge de la obra de Iglesias (1999), en ella se desarrollan en un capítulo independiente las explicaciones de los parámetros de relación entre fases y en otro las relativas a la granulometría, los límites de Atterberg y los sistemas de

clasificación según estos últimos parámetros. Esto presenta un aspecto positivo, separa las propiedades identificativas de los tipos de suelos, de las que simplemente caracterizan el estado de un mismo tipo de suelo en función de por ejemplo la cantidad de agua que tenga.

3.3 Orden de los temas de mecánica de suelos

Los temas a tratar en este bloque, tal como se han presentado anteriormente, son los siguientes:

- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo saturado.
- Análisis global del terreno.
- El agua en el terreno.
- Consolidación.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.

El ordenamiento de estos grupos de contenidos no es nada fácil, en especial la posición relativa entre las explicaciones del agua en el terreno, las de consolidación y las de comportamiento tensión-deformación en suelo saturado, y concretamente dentro de este último grupo hay que diferenciar entre la explicación del principio de tensiones efectivas y el resto, como se verá más adelante.

Respecto el resto de temas su situación no es tan problemática:

- Conceptos básicos de mecánica de medios continuos.
Normalmente, estos contenidos los autores los introducen a medida que los requieren, así aparecen junto con las explicaciones del comportamiento tensión – deformación del suelo saturado.
- Análisis global del terreno.
Los contenidos de este tema, como en el caso anterior, los autores no los constituyen como un bloque, por si solos, dentro del de mecánica de suelos, de forma que permita discutir su situación. Normalmente se sitúan en el caso de comportamiento en servicio junto con el comportamiento tensión-deformación y el comportamiento global en rotura junto con los temas de ingeniería geotécnica. No obstante al final de este apartado se realiza un pequeño análisis de su posición.
- Comportamiento tensión - deformación, suelo no saturado.
Como se ha comentado en el apartado dedicado al ordenamiento general de los libros, estos contenidos sólo en un libro analizado se tratan dentro del bloque mecánica de suelos, así que su orden dentro de él no se puede analizar.

A continuación se exponen los factores a tener en cuenta en el ordenamiento de las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, el resto de contenidos sobre el comportamiento tensión-deformación de suelos saturados, el agua en el terreno y consolidación. Los siguientes factores responden a una lógica rigurosa, en la que cada apartado incluye la materia relativa a la misma temática, basada en definiciones y conceptos previamente explicados, pero como se verá todos no se pueden satisfacer a la vez. Estos factores son:

- El principio de tensiones efectivas debería explicarse en el capítulo dedicado al comportamiento mecánico del suelo, por ser su base.
- El capítulo de consolidación debería estar tras el de comportamiento mecánico del terreno, así podría entenderse más claramente el proceso en si, así como el tránsito entre la situación no drenada o a corto plazo y la drenada o a largo plazo.
- El capítulo dedicado al agua en el terreno debe desarrollarse antes que el dedicado a la consolidación, pues para explicar esta es necesario haberse explicado la teoría de flujo de agua.
- El principio de tensiones efectivas debe explicarse con anterioridad al flujo de agua, para poder comprender parte de la necesidad del estudio del flujo de agua en el terreno (concretamente el cálculo de las presiones intersticiales) y poder explicar correcta y fácilmente el fenómeno del sifonamiento.

El no poder satisfacer todas estas condiciones a la vez, hacen que la mayoría de autores ordene los cuatro grupos de forma diferente. Si prescindimos de donde se colocan los conceptos relacionados con el principio de tensiones efectivas, se han detectado tres posibilidades de ordenar los tres grupos restante:

Análisis conjunto

- La presentada por la mayoría de los autores, que explica en primer lugar el flujo de agua en el suelo, posteriormente el comportamiento mecánico de los suelos y por último la consolidación. Esta no tiene, en principio, ningún problema con los cuatro factores antes desarrollados.
- La presentada por Atkison (1993) que explica en primer lugar el comportamiento mecánico de los suelos, luego la consolidación y por último el flujo de agua en el terreno. El hecho de explicar consolidación antes del flujo el autor lo consigue porque ha introducido en capítulos anteriores la ley de Darcy y el concepto de gradiente hidráulico. Esto no es positivo ya que esos conceptos son propios del tema de flujo, y no es hasta él cuando los desarrolla con profundidad, así hace uso de ellos sin estar bien explicados.
- La última forma detectada corresponde a la del libro de Iglesias (1999), que tras el comportamiento mecánico de los suelos explica el flujo de agua y por último la consolidación. El único defecto que presenta esta ordenación es la de separar el tema de consolidación del de comportamiento mecánico del suelo.

La forma más adecuada es la presentada por la mayoría de los autores (Flujo → Comportamiento Mecánico → Consolidación), a continuación se presenta la forma de incluir en ella el principio de tensiones efectivas, básicamente se han detectado tres:

- Una primera opción es incluir el principio de tensiones efectivas en el capítulo dedicado al flujo de agua en el terreno. Ésta presenta el inconveniente que lo aleja de su situación natural con los capítulos dedicados al comportamiento mecánico del terreno. Un segundo problema es que el hecho que aparezca en el interior de un capítulo dedicado al agua en el terreno, quizá haga que el lector no preste suficientemente importancia al principio básico de la mecánica de suelos. Esta opción es presentada por Costet-Sanglerat (1975) y por Holtz (1981).
- La segunda opción es la de incluirlo en los capítulos dedicados al comportamiento mecánico de los suelos. Esto hace, como se explicaba anteriormente, que no se comprenda parte de la necesidad del estudio del flujo de agua en el terreno (concretamente el cálculo de las presiones intersticiales) y dificulta la explicación del fenómeno del sifonamiento, al desarrollarse el capítulo de flujo antes que la explicación del principio de tensiones efectivas. Está opción es la presentada por Smith (1990).
- La última posibilidad, presentada por Atkinson (1993), Atkinson-Bransby (1978) y por Berry-Reid (1993), se trata de anteponer al tema de flujo uno dedicado al principio de tensiones efectivas, junto con explicaciones relativas al cálculo de tensiones y otras características importantes y diferenciales del comportamiento mecánico del suelo. Esta parece la solución correcta, ya que su único problema es alejar las explicaciones del principio de tensiones efectivas de los temas dedicados al comportamiento mecánico de los suelos, pero lo hace dándole mucha importancia a su explicación.

Dentro del análisis de las diferentes formas de llevar a la práctica el ordenamiento más común entre los autores de las explicaciones correspondientes al flujo de agua en el terreno, el comportamiento mecánico del suelo y la consolidación, que se trata precisamente del mismo orden en el que se acaban de presentar los tres temas, debe estudiarse como se tratan las explicaciones de la consolidación. Existen básicamente dos formas de hacerlo, incluyéndolas en el tema del comportamiento mecánico de los suelos, junto al desarrollo del comportamiento del suelo bajo compresión confinada, o en un tema a parte. De ambas posibilidades evidentemente es mucho mejor la segunda, pues la primera resta generalidad a un tema tan importante como la consolidación, e incluso puede hacer que el lector entienda como una misma teoría el modelo de comportamiento bajo compresión confinada y la propia teoría de la consolidación, incluso llegando a confundir su aparato matemático.

Analizados todos los posibles ordenamientos de las explicaciones más difíciles de situar en el bloque de mecánica de suelos, sólo queda analizar como sitúan los autores analizados las explicaciones relativas al comportamiento global del terreno. En cuatro obras se dan suficiente autonomía a estos contenidos para formar capítulos con ellos, son las de Atkinson (1993), Smith (1990), Jiménez Salas y Terzaghi-Peck (1958). Atkinson (1993) finaliza el bloque de mecánica de suelos con dos capítulos dedicados a los dos métodos de análisis global en rotura que trata. Smith (1990) también cierra su parte de mecánica de suelos con un capítulo dedicado al análisis global, pero en este caso en servicio, concretamente se titula *Principio del análisis tensional*. Jiménez Salas y Terzaghi-Peck dentro del segundo bloque de su ordenamiento global tan particular dedican un capítulo al análisis global en servicio y otro al de rotura, y

además algunos aspectos vuelven a explicarlos en su tercer bloque cuando son de utilidad en algún tema de ingeniería geotecnia.

La mayoría del resto de autores las explicaciones relativas al estudio global en servicio las desarrollan en los capítulos dedicados al comportamiento mecánico del suelo saturado, en especial aquellos autores que en la parte de mecánica de suelos crean capítulos en los que explican asentamientos, compresibilidad y consolidación, como Berry-Reid (1993), Costet-Sanglerat (1975) y Holtz-Kovacs (1981). Rodríguez-Serra-Oteo (1989) y Serra et al. (1986) prefieren desarrollar estas explicaciones en los capítulos de ingeniería del terreno dedicados al cálculo de asentamientos de cimentaciones superficiales y al proyecto de losas y vigas flotantes.

Para finalizar este análisis, la opción mayoritaria de muchos autores de desarrollar las explicaciones relativas a los estados de Rankine en los temas dedicados a estructuras de contención.

3.4 Transición de los temas de mecánica de suelos a los de ingeniería geotécnica

Los libros analizados presentan tres formas de realizar la transición entre los temas de mecánica de suelos y los de ingeniería geotécnica, estos corresponden al empleo de los temas empuje de tierras y estructuras de contención, taludes y reconocimiento del terreno. A continuación se presentan en que casos y que virtudes y defectos presentan cada una de estas opciones:

- Empuje de tierras y estructuras de contención.

En los tres libros en que es empleada esta opción (Berry-Reid, 1993; Costet-Sanglerat, 1975; Lambe-Whitman, 1972) el capítulo que cierra la parte de mecánica de suelos trata temas de resistencia del terreno, así la transición se plantea en términos de la explicación de los empujes del terreno, tema situado en la frontera, considerado por muchos como propio de la mecánica de suelos por ser un aspecto concreto del comportamiento global del terreno en rotura y por otros de ingeniería del terreno por ser un aspecto aplicado al cálculo de un tipo de estructura geotécnica.

- Taludes.

Las obras que utilizan este tema finalizan la parte dedicada a mecánica de suelos con capítulos dedicados al comportamiento global del terreno, en el caso de Atkinson (1993) temas de rotura global y en el de Smith (1990) de comportamiento en servicio. Así en ambos casos el tema de taludes, que puede considerarse una aplicación concreta de aspectos de rotura global del terreno se presenta como una continuación natural a los temas de mecánica de suelos desarrollados por estas obras.

- Reconocimiento del terreno.

Las obras que inician las explicaciones de ingeniería del terreno con estos contenidos son Rodríguez-Serra-Oteo (1989), Serra et al. (1986) y Terzaghi-Peck (1958). En este caso, a diferencia de los anteriores, este tema no da una continuidad a las explicaciones de mecánica de suelos, pero presenta dos virtudes, en primer lugar el iniciar el bloque de ingeniería geotécnica con el mismo tema con el que se inician los proyectos de ingeniería del terreno y en segundo lugar que permite repasar aquellos aspectos fundamentales del comportamiento del terreno a medida que se explican los ensayos in situ con los que se obtienen los parámetros de proyecto. Además, iniciar con este tema los desarrollos de ingeniería geotécnica es una forma muy clara de mostrar las diferencias entre el enfoque más científico de los temas de mecánica de suelos del enfoque más técnico de éstos, como por ejemplo a través de una brevísimas comparación entre los ensayos in situ y los de laboratorio.

A parte de estas tres formas de realizar la transición entre los temas de mecánica de suelos y los de ingeniería geotécnica, seguidas por más de un autor de los analizados, en la obra de Jiménez Salas se plantea una forma diferente muy original. Ésta consiste en interponer un capítulo, dedicado a la explicación de los conceptos de factor de seguridad y análisis de estabilidad a corto y a largo plazo, entre el último capítulo propiamente de mecánica de suelos, dedicado a la consolidación, y el primero de ingeniería geotécnica en el que se desarrollan los fenómenos de inestabilidad de taludes. Las explicaciones relativas al factor de seguridad son una buena idea para romper con el enfoque más científico de la parte de mecánica de suelos e introducir la orientación más técnica de las explicaciones de ingeniería geotécnica. Al igual sucede con el estudio del análisis de estabilidad a corto y largo plazo, además éste es un tema ligado a las explicaciones de mecánica de suelos de difícil comprensión y muy importante, por todo ello es muy adecuado dedicarle unas explicaciones específicas a él.

3.5 Orden de los capítulos de ingeniería geotécnica

Los temas a tratar en este bloque, tal como se ha presentado anteriormente, son:

- Reconocimiento del terreno.
- Cimentaciones superficiales.
- Cimentaciones semiprofundas.
- Cimentaciones profundas.
- Cimentaciones especiales.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
- Empuje de tierras.
- Estructuras de contención rígidas.
- Estructuras de contención flexibles.
- Otros estudios geotécnicos.

Pero para al estudio de su ordenamiento se puede resumir en los siguientes:

- Reconocimiento del terreno.
- Cimentaciones: superficiales, semiprofundas, profundas y especiales.
- Taludes e inestabilidad de laderas.
- Estructuras de contención: empuje de tierras, rígidas y flexibles.
- Otros estudios geotécnicos.

En el ordenamiento de estos aspectos la mayoría de autores coinciden en presentar los temas de taludes junto con los de estructuras de contención, bien antes o después, y en presentar aquellos apartados que incluye el título *otros estudios geotécnicos*, como mejora del terreno o instrumentación, al final del bloque. Habiendo diferencias entre las posiciones relativas que se representan en la figura 4 y a continuación se desarrollan sus ventajas e inconvenientes.

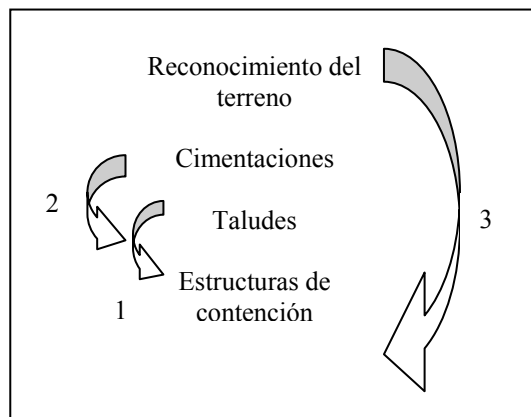


Figura 4.

1. Posición relativa entre las explicaciones de taludes y estructuras de contención.

Pocos son los aspectos que pueden hacer decidir el orden más conveniente entre estos dos temas. Uno de éstos es la inclusión en las comprobaciones de cálculo de estructuras de contención la rotura global que emplea las mismas herramientas de cálculo que coincide en método con la comprobación principal en el cálculo de taludes. Así teniendo en cuenta este aspecto, y sin entrar en consideraciones sobre el tema antecedente y el precedente a estos dos, parece mejor situar en primer lugar el tema de taludes al de estructuras de contención.

2. Posición relativa entre los temas de cimentaciones y los de estructuras de contención junto las de taludes.

Al tratarse de temas muy independientes, de nuevo, existen pocos factores que ayuden a decidir objetivamente cual de los dos debe explicarse primero. Uno de éstos es que el cálculo de estructuras de contención requiere la comprobación de hundimiento que se explica en el capítulo de zapatas superficiales, así parece lógico colocar en primer lugar los capítulos dedicados a las cimentaciones.

3. Colocación al inicio o al final del tema reconocimiento del terreno.

En el apartado anterior se han presentado dos ventajas de iniciar el bloque de ingeniería del terreno con el tema de reconocimiento, estas eran en primer lugar que su desarrollo era idóneo para repasar los aspectos fundamentales de mecánica de suelos, aspecto muy interesante al iniciar este bloque, y en segundo lugar que de esta manera el orden del bloque sigue el del proyecto geotécnico. Además su situación en primer lugar permite en los temas referidos a estructuras geotécnicas desarrollar los métodos de cálculo basado en los ensayos in situ, ya que estos han sido explicados con anterioridad. La situación al final del bloque solamente tiene un punto a favor, que permite conocer al desarrollar los temas de planificación del reconocimiento los diferentes parámetros que requieren para su cálculo las estructuras geotécnicas.

4. Enfoque

En los capítulos anteriores se ha analizado el enfoque de las explicaciones relativas al principio de tensiones efectivas, a la consolidación y a la presión de hundimiento de cimentaciones superficiales. A continuación, en la tabla 37, se resume el resultado de estos análisis, mostrando el orden en el que se suceden las diferentes partes de las explicaciones, definidas con anterioridad y denominadas fenómeno, teoría, experiencia y práctica.

Tabla 37 Comparativa de los enfoques empleados en las explicaciones del principio de tensiones efectivas, la consolidación y la presión de hundimiento (F, fenómeno; E, teoría; P, práctica, E, experiencia).

Obra	Tensiones efectivas	Consolidación	Presión de hundimiento
Atkinson (1993)	E→F→T→P	F→T	F→T
Atkinson-Bransby (1978)	F→P	F→T→P	-
Bewrry-Reid (1993)	T→F	F→T→P	F→T→P
Costet-Sanglerat (1975)	F→T	E→F→T→P	F→T→P
Holtz-Kovacs (1981)	F→P→T	F→P	-
Iglesias (1999)	F→T→P	F→T	-
Jiménez Salas	T→F	E→F→T	F→E→T
Lambe-Whitman (1972)	F→T	E→F→T→P	F→T→P
Rodríguez-Serra-Oteo (1989)	-	-	F→P
Serra et al. (1986)	T→P	F→P	F→T→P
Smith (1990)	F	F→T→P	F→T→P
Terzaghi-Peck (1958)	E→F	F→E→T	F→T→P

Puede observarse que el enfoque más utilizado es el caracterizado por iniciar la explicación definiendo el fenómeno, continuar desarrollando la teoría para modelar el fenómeno y finalizar exponiendo la práctica. Este enfoque es totalmente lógico y parece el más pedagógico, sin tener en cuenta la ausencia en las explicaciones de la experimentación.

En los datos de la tabla 37 también se observa que la parte de las explicaciones dedicada a la experimentación es la menos utilizada. Ello demuestra la coincidencia de muchos autores con la idea expresada por Atkinson en el prólogo de su obra (Atkinson, 1993). En él justifica el no presentar datos reales de laboratorio presentando directamente el comportamiento idealizado para conseguir un texto más sencillo, claro y directo, lo que en general cree lo hace más útil para el alumno.

Análisis conjunto

5. Estructura

Los datos recopilados sobre la estructura de los libros permiten realizar análisis en dos direcciones, primeramente sobre parámetros como el número de páginas por capítulo o el número de páginas por figura, y en segundo lugar sobre el porcentaje de obra destinado a cada bloque de contenidos.

Respecto los parámetros que pueden ser de interés, éstos son los destinados a medir el grado de estructuración de la obra (páginas/capítulo y páginas/apartado), en segundo lugar aquellos que son indicadores del grado de ilustración (figuras/capítulo y páginas/figura) y, por último, los indicadores sobre el número de ejemplos como el número de éstos por capítulo. En la tabla 38 se muestra el resultado de los parámetros referidos a capítulos, ya que éstos han sido la unidad sobre las que se han tomado los datos representados en los capítulos anteriores, de esta forma sólo de ellos se puede calcular la varianza directamente. En la tabla 39 se muestran los parámetros calculados indirectamente, como medias, por lo que únicamente se puede ofrecer su valor.

Tabla 38 Valores de los parámetros referidos a capítulos.

Obra	Páginas/Capítulo		Figuras/Capítulo		Ejemplos/Capítulo	
	Media	Varianza	Media	Varianza	Media	Varianza
Atkinson (1993)	11.25	11.41	11.08	24.34	2.25	2.98
Atkinson-Bransby (1978)	18.31	73.96	15.12	101.85	3.00	3.06
Berry-Reid (1993)	30.44	72.77	14.88	32.86	10.66	41.25
Costet-Sanglerat (1975)	51.75	234.38	25.41	62.81	3.66	16.24
Holtz-Kovacs (1981)	40.81	928.76	2.09	467.44	9.18	68.76
Iglesias (1997)	43.77	588.02	25.30	323.23	0.00	0.00
Jiménez Salas et al.	68.98	2832.16	44.62	1534	0.00	0.00
Lambe-Whitman (1972)	12.55	24.8	13.79	42.41	3.17	18.63
Rodríguez el al. (1989)	29.37	225.12	29.87	524.41	0.00	0.00
Serra et al. (1986)	61	724	36.62	317.98	26.00	37.71
Smith (1990)	26.43	79.03	16.85	59.67	11.28	35.29
Terzagui-Peck (1958)	54.83	1080.88	23.16	176.70	7.33	134.33

Tabla 39 Valores de otros indicadores sobre la estructura y la ilustración de las obras.

Obra	Páginas/Apartado	Páginas/Figura
Atkinson (1993)	1.32	1.01
Atkinson-Bransby (1978)	1.78	1.21
Berry-Reid (1993)	4.64	2.04
Costet-Sanglerat (1975)	2.62	2.03
Holtz-Kovacs (1981)	4.44	1.76
Iglesias (1997)	1.65	1.73
Jiménez Salas et al.	3.30	1.54
Lambe-Whitman (1972)	1.80	0.91
Rodríguez el al. (1989)	1.51	0.98
Serra et al. (1986)	1.52	1.66
Smith (1990)	6.06	1.56
Terzagui-Peck (1958)	9.54	2.36

De un análisis de los datos representados en las tablas anteriores difícilmente se pueden extraer conclusiones interesantes para los objetivos de este trabajo, dadas las enormes variaciones existentes entre obras, únicamente se puede entrar en comparaciones relativas entre libros y en valoraciones subjetivas sobre el óptimo de algunos de estos parámetros tan dependientes del contenido que se explica en cada capítulo. Así simplemente se puede emplear todos estos datos como una información adicional.

Respecto los porcentajes del total de las obras dedicados a cada bloque de contenidos, en la tabla 40 se muestran los destinados a cada uno de los tres bloques identificables con mayor o menor facilidad en la mayoría de las obras, que son temas introductorios o preliminares, mecánica de suelos e ingeniería geotécnica. En estos datos se observa una gran diversidad que dificulta, como en el caso anterior su análisis.

El siguiente paso en la misma dirección sería estudiar el porcentaje dedicado a cada uno de los grupos de contenidos definidos para cada uno de los tres bloques. La definición de los datos que deben permitir este estudio es compleja ya que muchos de estos grupos de contenidos se presentan mezclados entre si en un mismo capítulo y en ocasiones en más de uno. En la tabla 41 se muestra esta información pero únicamente para dos grupos de contenidos, uno del bloque de mecánica de suelos, el agua en el terreno, y otro de ingeniería geotécnica, reconocimiento del terreno. La diversidad mostrada por estos datos desaconseja la obtención del resto y su posterior análisis, ya que no van a permitir llegar a conclusiones relevantes de utilidad para este trabajo. Así, de nuevo en este caso, los datos presentados se tienen que tomar como una información adicional de carácter complementario y orientativo, simplemente.

Tabla 40 Porcentaje de las obras destinados a los bloques principales de contenidos.

Parte	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez et al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)
I. Temas preliminares o introductorios	10	4	14	6	19	23	3	15	0	7	6	6
II. Mecánica de suelos	64	96	40	37	81	42	23	50	0	14	41	34
III. Ingeniería geotécnica	26	0	46	57	0	35	74	35	100	79	53	60

Tabla 41. Porcentaje de las obras destinados a el agua en el terreno y a reconocimiento del terreno.

Grupo de contenidos	Atkinson (1993)	Atkinson-Bransby (1978)	Berry-Reid (1993)	Costet-Sanglerat (1975)	Holtz-Kovacs (1981)	Iglesias (1997)	Jiménez Salas et al.	Lambe-Whitman (1972)	Rodríguez et al. (1989)	Serra et al. (1986)	Smith (1990)	Terzagui-Peck (1958)
El agua en el terreno	3.7	7.8	10.6	7.7	16.3	13.5	4.7	11.0	0.0	4.1	10.3	8.7
Reconocimiento del terreno	4.8	0.0	7.6	10.0	0.0	12.8	3.1	3.5	11.5	6.1	4.3	12.0