



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ALUMNO: Juan Ignacio Corazza

LEGAJO: 09881

CARRERA: Ingeniería Civil

PROYECTO: Estudio preliminar de la estabilidad de la presa El Carrizal.

EMPRESA O INSTITUCIÓN: Área Geotecnia – IMERIS – FING - UNCuyo

TUTOR DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN: Ms. Ing. Arnaldo M. Barchiesi

PERIODO DE PRÁCTICA: Del 15/03/2015 al 16/06/2015

AÑO: 2015

Contenido

1	Datos del alumno.....	3
2	Datos de la empresa	3
3	Introducción	4
4	Presentación del lugar de trabajo	5
4.1	Descripción del Laboratorio de Estructuras	5
4.2	Descripción del Área Geotecnia.....	7
5	Objetivos de la PPS.....	8
6	Desarrollo de las Prácticas Profesionales.....	8
6.1	Trabajo experimental en laboratorio	8
6.1.1	Realización de ensayos de consolidación unidimensional.....	8
6.1.2	Realización de ensayos triaxiales.....	11
6.2	Trabajo de gabinete	12
6.3	Trabajo de investigación	15
6.3.1	Breve descripción del tema	15
6.3.2	Desarrollo del trabajo experimental en la UniNa.....	16
6.3.3	Desarrollo de tecnología similar en la UNCuyo	20
7	Conclusiones y comentarios personales.....	22
8	Recomendaciones.....	22
9	Agradecimientos	23
10	Bibliografía	23

1 Datos del alumno

Nombre y Apellido: CORAZZA, JUAN IGNACIO

Fecha de Nacimiento: 17 de Julio de 1991

Documento: D.N.I. N° 35.876.915

Nacionalidad: Argentino

Estado Civil: Soltero

Domicilio: Granaderos 2257 Mendoza Ciudad

Teléfono: 0261-4232282

E-mail: juani_corazza177@hotmail.com

Carrera: Ingeniería Civil

Legajo: 09881

2 Datos de la empresa

Nombre: Área Geotecnia del Instituto de Mecánica Estructural y Riesgo Sísmico de la
Facultad de Ingeniería

Dirección: Centro Universitario s/n

Teléfono: 0261 4135000

3 Introducción

La realización de la Práctica Profesional constituye un punto de fundamental importancia en la formación académica del estudiante de ingeniería. Esta permite poner en juego gran parte de los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas que conforman el plan de estudio.

En el presente informe se abordará el desarrollo de los distintos trabajos realizados en el marco de las Prácticas Profesionales del autor, llevadas a cabo en el Área Geotecnia del Instituto de Mecánica Estructural y Riesgo Sísmico de la Facultad de Ingeniería, a cargo del Ms. Ing. Arnaldo Barchiesi.

Para comenzar se hará una breve descripción del lugar de trabajo, para luego abordar los diversos ámbitos en los que se desarrolló la práctica.

El trabajo realizado puede categorizarse en tres aspectos: Mediciones en laboratorio, investigación, y trabajo de gabinete, cuya descripción constituye el objetivo principal de este informe.

4 Presentación del lugar de trabajo

4.1 Descripción del Laboratorio de Estructuras

El Instituto de Mecánica Estructural y Riesgo Sísmico, conocido por sus siglas como IMERIS, es uno de los mayores laboratorios dedicados al análisis de estructuras de América del Sur.

El instituto se emplaza en el predio de la Universidad Nacional de Cuyo, constituyendo el cuarto edificio perteneciente a la Facultad de Ingeniería. El IMERIS se encuentra actualmente bajo la dirección del Ingeniero Carlos Llopiz.

Las investigaciones llevadas a cabo en el laboratorio se orientan al estudio del comportamiento de las estructuras. Estas son sometidas a sollicitaciones, principalmente de esfuerzo sísmico, y se compara su respuesta experimental con las predicciones analíticas. Por su parte, también se ensayan distintos materiales entre los que se pueden mencionar metales, maderas, hormigones, mampuestos y geomateriales. Los ensayos de estos últimos se llevan a cabo en el Área Geotecnia, lugar donde se desarrollaron las prácticas del autor y que se presentará con mayor detalle en el párrafo siguiente.

Además de las áreas dispuestas para ensayos, el edificio cuenta con aulas para el dictado de cursos de posgrado y oficinas donde se realizan proyectos de investigación a cargo de profesionales y alumnos.



Figura 1: Ingreso al Instituto de Mecánica Estructural y Riesgo Sísmico

El organigrama institucional se presenta en la Figura 2. Puede apreciarse una organización de tipo descendente, dividida en áreas de trabajo. La dirección actual se encuentra a cargo del Ms. Ing. Carlos Llopiz, secundado por el Dr. Ing. Francisco Crisafulli en el rol de subdirector. Por su parte las áreas de trabajo se dividen en:

- Dinámica Experimental
- Modelación y Análisis
- Geotecnia
- Geología y Sismología
- Ensayos Estructurales
- Materiales Estructurales
- Diagnóstico y Refuerzo de Estructuras
- Administración
- Personal Técnico
- Personal de Seguridad
- Personal de Mantenimiento



Figura 2: Esquema organizativo del personal del IMERIS.

La línea de organización correspondiente al área geotecnia en particular está encabezada por el Jefe de Área y culmina en el personal técnico del laboratorio. El actual Jefe de Área es el Ms. Ing. Arnaldo Barchiesi, quien además se ha desempeñado como tutor del practicante autor del presente informe. El personal técnico del laboratorio se compone del Sr. Antolín Porras y el Ing. Luis Mazzocato, en carácter de personal permanente, y ocasionalmente alumnos colaboradores, entre los que se incluyen estudiantes de intercambio y posgrado.

4.2 Descripción del Área Geotecnia

Desde el punto de vista de la ingeniería, el suelo puede comportarse como material de soporte de las estructuras, como material de construcción, o constituir la propia estructura de la obra. Es por esta razón que la caracterización de los parámetros de comportamiento de los suelos es de importancia fundamental en casi todos los ámbitos en los que se desarrolla la ingeniería civil.

Dentro del Área Geotecnia se llevan a cabo los estudios del suelo para determinar los parámetros antes mencionados. Los ensayos realizados apuntan a conocer la composición del suelo, su densidad, humedad, compactación y compacidad, consolidación y resistencia al corte. La Figura 3 muestra algunos de los ensayos que se realizan en el laboratorio.



Figura 3: Ensayos realizados en laboratorio. IZQ: Densidad, CEN: Triaxial, DER: Compactación Proctor

5 Objetivos de la PPS

El objetivo general de la Práctica Profesional Supervisada es la inserción laboral como joven profesional. De esta manera pueden desglosarse objetivos puntuales tendientes a lograr tal objetivo general:

- Tomar contacto y conocer las características de un trabajo real de la ingeniería civil.
- Integrar un equipo de trabajo.
- Aplicar conocimientos y habilidades aprendidos en el ámbito académico.
- Demostrar capacidad para la resolución de problemas, evaluación de alternativas y propuestas de resolución.

Cabe mencionar además los objetivos personales propuestos por el autor al realizar la Práctica Profesional:

- Afianzar los conceptos adquiridos e incorporar nuevos conocimientos dentro de un campo de aplicación de interés personal como lo es la Geotecnia.
- Establecer vínculos profesionales con ingenieros del medio, para crear posibilidades de inserción laboral y desarrollo de proyectos interdisciplinarios a posteriori.

6 Desarrollo de las Prácticas Profesionales

6.1 Trabajo experimental en laboratorio

La primera actividad del autor dentro del Laboratorio de Geotecnia consistió en la colaboración en ensayos triaxiales y de consolidación de distintas muestras de suelo. Además de participar en la preparación y montaje de los ensayos, el trabajo principal consistió en el desarrollo de planillas en formato Excel para la interpretación de los resultados.

6.1.1 Realización de ensayos de consolidación unidimensional

Los ensayos de consolidación consisten en colocar una muestra de suelo fino, inalterada o remoldeada, en forma de pastilla dentro de una celda cerrada. Esta celda se sumerge en agua y se la somete a ciclos de carga y descarga para determinar el comportamiento del suelo y su historia de cargas (preconsolidación). Los ciclos de carga

consisten en la aplicación de una fuerza vertical constante, a través de una pesa, que se mantiene durante 24 horas como mínimo. La probeta es cargada sucesivamente con pesos crecientes en relación 1:2, es decir, cada nueva carga es el doble de la anterior. Los ciclos de descarga, por el contrario, consisten en retirar sucesivamente la carga de la probeta y dejarla recuperando volumen durante 24 horas.

El objetivo del ensayo consiste en determinar el régimen y la magnitud de la consolidación de un suelo, cuando está confinado lateralmente y se carga y drena axialmente. Además puede determinarse el coeficiente de permeabilidad del suelo y sus características expansivas.

La Figura 4 muestra un esquema del ensayo (Braja Das, 1999), mientras que la Figura 5 muestra las distintas partes del equipo de ensayo.

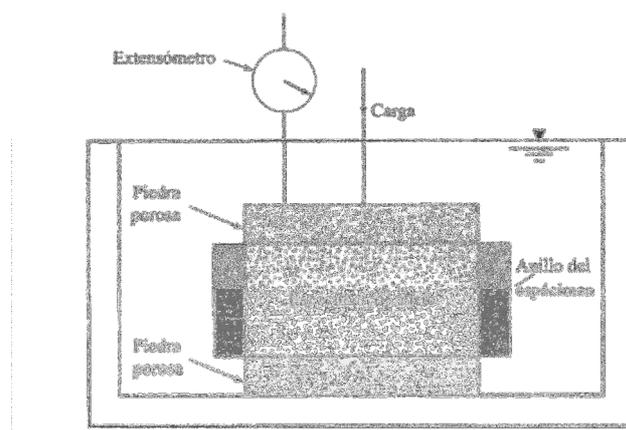


Figura 4: Esquema del ensayo de consolidación unidimensional (Das, Braja M., 1999)



Figura 5: Montaje del ensayo de consolidación unidimensional en laboratorio. IZQ y CEN: Probeta, DER: Pesas para aplicar carga.

Para cada escalón de carga, al final de la consolidación, se obtiene la curva asiento-tiempo a partir de la cual se pueden obtener los parámetros del modelo teórico de consolidación unidimensional c_v (coeficiente de consolidación), E_m (módulo edométrico) y k (permeabilidad). Para esto se observa durante cada ciclo de carga la deformación del flexímetro en distintos instantes de tiempo, controlados por cronómetro. En los ciclos de descarga sólo se mide la deformación inicial y final.

6.1.1.1 Resultados obtenidos de la experiencia

Las Figura 6 y Figura 7 muestran las curvas de consolidación para un ensayo realizado sobre muestras tomadas en Ezeiza.

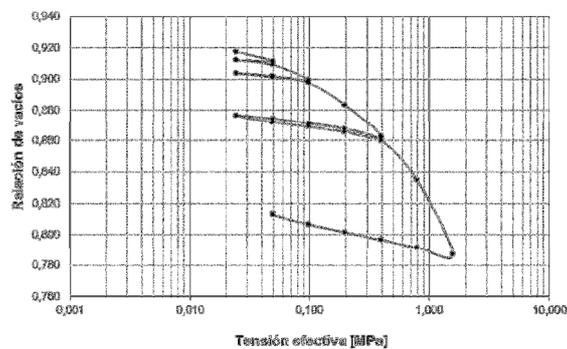


Figura 6: Curva relación de vacíos vs. tensión efectiva para caracterizar la consolidación de la probeta.

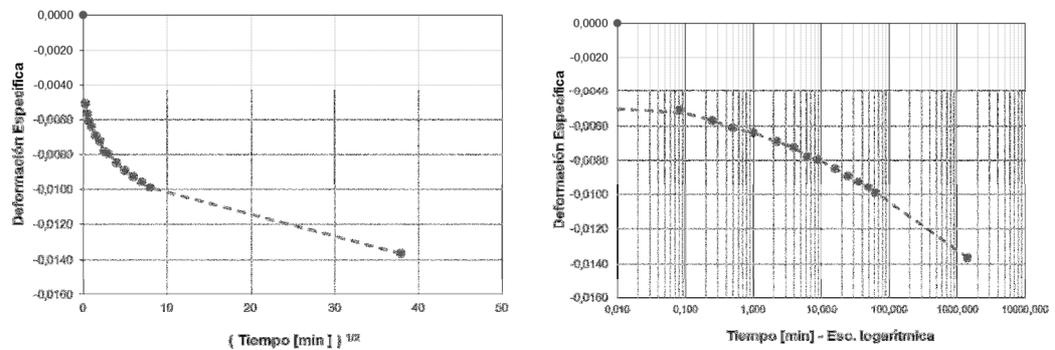


Figura 7: Curvas deformación vs. tiempo para caracterizar los coeficientes de consolidación según el método de Taylor y Casagrande

Durante la fase de volcamiento de datos, se pudo visualizar en las planillas que los ensayos presentaban errores en las curvas asiento-tiempo que dificultaban la caracterización de los parámetros buscados. Esto puede deberse a condiciones no previstas del suelo, o a un error en el método de medición.

Para controlar esta situación actualmente se está realizando un ensayo piloto en el que se ha dejado a la probeta consolidando bajo una carga constante por el tiempo necesario hasta que el flexímetro deje de acusar una deformación apreciable. Hasta el

momento no se ha podido concluir con la consolidación de la probeta, lo que parece indicar que el suelo puede tener componentes solubles que escapan con el agua de drenado, incrementando así la pérdida de volumen durante la consolidación.

6.1.2 Realización de ensayos triaxiales

La resistencia al corte de un suelo puede caracterizarse según el modelo de Mohr-Coulomb, que postula que la falla del material se produce por una combinación crítica de esfuerzo cortante y normal, y no necesariamente por alcanzarse el valor máximo de uno u otro. Terzaghi posteriormente demostró que el modelo es válido cuando se consideran los esfuerzos efectivos en la masa del suelo, ya que el agua presente en los poros no es capaz de resistir esfuerzos cortantes. De esta manera puede expresarse la resistencia al corte de un suelo como:

$$\tau = c' + \sigma' \cdot \tan(\phi)$$

Donde c' es la cohesión y ϕ es el ángulo de fricción interna del suelo.

El objetivo perseguido con los ensayos triaxiales es el de encontrar la combinación de esfuerzos que llevan a la falla del material, permitiendo caracterizar los parámetros de resistencia al corte mencionados anteriormente.

El equipo de ensayo consiste en una cámara cilíndrica que puede llenarse con agua para aplicar presión de confinamiento. Una prensa hidráulica impulsa un vástago que permite aplicar una presión desviadora en sentido vertical. Las probetas se preparan de forma cilíndrica, de esbeltez igual a 2, recubiertas por una membrana impermeable, con posibilidad de colocar piedras porosas en la base y parte superior de la probeta, para permitir el drenaje. La probeta se ubica dentro de la cámara y se somete a presiones diametrales, debidas al agua en la cámara, y axiales mediante el vástago.

Los ensayos se realizaron sobre muestras de suelo grueso que se destinaría a confeccionar el paquete estructural de un tramo de la ruta 150 en la provincia de San Juan. La presión de cámara se aplicó a través de un sistema hidráulico manual que se ayuda en el uso de columnas de mercurio. Para la implementación de la tensión desviadora se empleó una prensa hidráulica de gran capacidad.

6.1.2.1 Resultados obtenidos de la experiencia

Debido a una falla en la prensa hidráulica sólo pudo realizarse el montaje de uno de los ensayos, sin poder llegar a obtener resultados satisfactorios. La Figura 8 muestra la interpretación de los resultados obtenidos de ensayos sobre probetas anteriores a la realización de la práctica, cargados sobre las planillas confeccionadas.

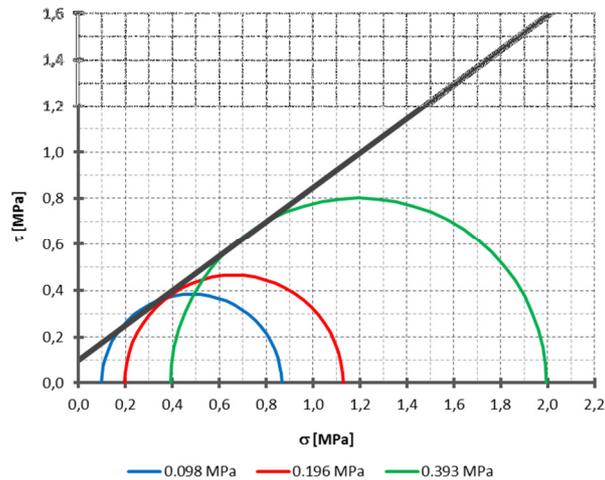


Figura 8: Curva característica del ensayo de corte triaxial. A partir de la recta envolvente de los círculos de falla pueden determinarse los parámetros efectivos de resistencia al corte c' y ϕ .

6.2 Trabajo de gabinete

La mayor parte de la actividad práctica se desarrolló en el contexto del estudio preliminar de la estabilidad de la presa El Carrizal ante un incremento del nivel de embalse. Este trabajo fue encargado por el Departamento General de Irrigación a la Universidad Nacional de Cuyo, que actuó a través del Área Geotecnia de la Facultad de Ingeniería.

Las actividades realizadas por el autor dentro de este trabajo fueron:

- Colaboración en la revisión de la documentación disponible
- Reconstrucción y verificación del método de cálculo original de verificación de estabilidad
- Verificación de estabilidad para el nivel nuevo proyectado, con el método original
- Verificación de estabilidad con el uso de software especializado, para nivel actual y proyectado
- Colaboración en la elaboración de documentación

Para la primera parte se contó con la memoria original de la presa El Carrizal (Agua y Energía, 1964), junto con una versión digitalizada de los capítulos y planos de interés. La revisión consistió en buscar datos dentro de la memoria sobre los estudios de suelo realizados, los parámetros del suelo que se manejaron, y los cálculos de estabilidad que se llevaron a cabo para el diseño de la presa.

En la segunda parte se reconstruyó el cálculo original. Las verificaciones originales de estabilidad aplicaban el método de Bishop simplificado para el talud de aguas arriba y el de Culmann para el talud aguas abajo. Se tuvo que asumir una gran cantidad de hipótesis debido a información necesaria no declarada en la memoria, principalmente parámetros del suelo y datos geométricos. Para esta etapa se debió confeccionar una planilla de cálculo y apoyarse en diagramas realizados en AutoCAD.

Al llegar a los mismos resultados que los cálculos originales se pudieron usar las mismas planillas desarrolladas para hacer las verificaciones preliminares de estabilidad para el embalse con el nivel nuevo proyectado. Esto permitió tener comparabilidad entre los resultados, por haber sido obtenidos con el mismo procedimiento.

La cuarta etapa fue la más importante y la que mayor cantidad de tiempo demandó. En esta parte se empleó el paquete de programas GEOSTUDIO para la determinación de las condiciones de flujo de la presa y el cálculo de la estabilidad.

Primeramente se verificaron nuevamente las situaciones originales de cálculo para ajustar los parámetros del programa y poder tener una base de comparación de los métodos a aplicar.

Para los nuevos cálculos hubo que determinar las condiciones de flujo de la presa para distintas situaciones, especialmente embalse lleno (a nivel actual y proyectado) y desembalse. Estas determinaciones permitieron inferir una configuración aceptable de la línea piezométrica para estimar más razonablemente el efecto de la presión de poros en los cálculos de estabilidad, puesto que en los cálculos originales y los reconstruidos se utilizó un método de estimación aproximada de estas presiones. La modelación del proceso de desembalse permitió además, verificar y recomendar una velocidad de desembalse apropiada para la operación. La Figura 9 muestra la interface utilizada para calcular las condiciones hidráulicas de la presa.

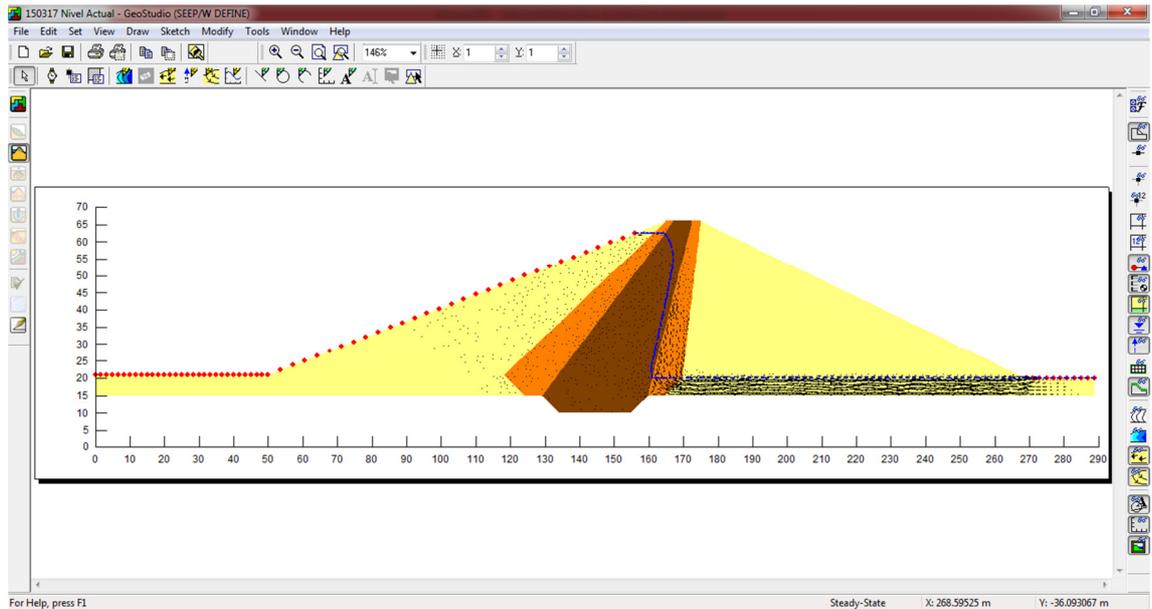


Figura 9: Interface SEEP/W utilizada para determinar las condiciones de flujo dentro del cuerpo de la presa.

Una vez obtenidas las distintas configuraciones de presiones en el cuerpo de la presa se realizaron las verificaciones de estabilidad, en las que se evaluó el riesgo de falla por deslizamiento en las siguientes situaciones:

- Talud de aguas arriba ante desembalse desde nivel normal.
- Talud de aguas arriba ante embalse lleno a nivel normal, con y sin sismo.
- Talud de aguas abajo ante embalse lleno a nivel normal, con y sin sismo.
- Talud de aguas arriba ante desembalse desde nivel nuevo proyectado.
- Talud de aguas arriba ante embalse lleno a nivel nuevo proyectado, con y sin sismo.
- Talud de aguas abajo ante embalse lleno a nivel nuevo proyectado, con y sin sismo.

Los factores de seguridad obtenidos en estas determinaciones involucraron superficies de falla no consideradas en el proyecto original. En la Figura 10 puede apreciarse uno de los círculos de falla encontrados con el software.

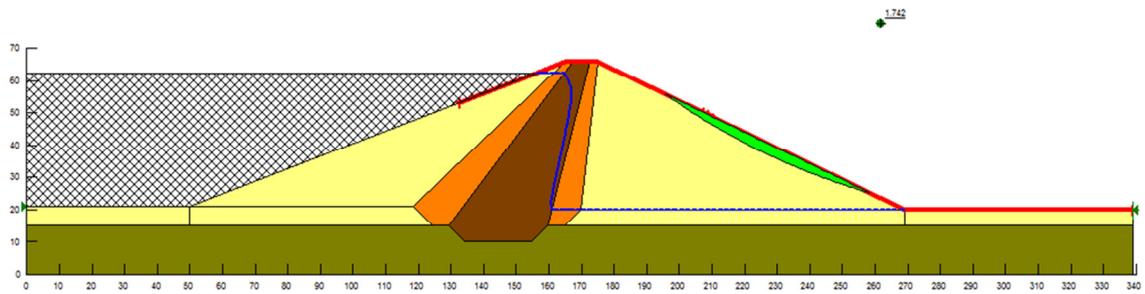


Figura 10: Superficie de falla calculada con la interfase SLOPE/W sobre el talud de aguas abajo de la presa.

Sobre las verificaciones se realizó un análisis de sensibilidad de los parámetros de los suelos modelados, para establecer la influencia relativa de cada uno de ellos en la estabilidad de la presa. Esto se realizó debido a que los parámetros del suelo que se utilizaron en los cálculos originales del proyecto fueron estimados sin haber realizado la totalidad de los ensayos correspondientes. Esta situación conllevó a la recomendación sobre la necesidad de realizar estudios más profundos antes de tomar una determinación sobre el recrecimiento del nivel del embalse.

6.3 Trabajo de investigación

6.3.1 Breve descripción del tema

El comportamiento mecánico de los suelos ante esfuerzos cíclicos de corte puede caracterizarse a partir de dos parámetros: El módulo de rigidez a corte “G” y el amortiguamiento viscoso equivalente “D”, ambos variables con la magnitud de la deformación en cortante “ γ ”.

Para un rango de deformaciones pequeñas, tanto la rigidez G como el amortiguamiento D presentan su máximo y mínimo valor, respectivamente. A partir de un valor particular de deformación, la rigidez decae y el amortiguamiento aumenta.

La medición precisa de estos parámetros en el rango de pequeñas a medianas deformaciones es de importancia fundamental para predecir el comportamiento mecánico de los suelos bajo cargas de trabajo. Para esto hay disponible una buena cantidad de equipamiento de laboratorio y procedimientos experimentales tanto estáticos como dinámicos.

El desarrollo de un aparato de ensayos de columna resonante se enmarca en el proyecto de investigación de los Efectos de Sitio Sísmicos en el Área Urbana del Gran Mendoza. Como ya se ha declarado anteriormente, la medición de parámetros dinámicos

en suelos cobra vital importancia para lograr definir una microzonación sísmica del área. Es por esta razón que un equipo que permita realizar tales mediciones supone una herramienta lo suficientemente adecuada para alcanzar el objetivo principal del proyecto.

El trabajo realizado por el autor en el ámbito de investigación consistió en la realización de mediciones de parámetros dinámicos de suelos con el equipamiento disponible en la Universidad Federico II de Nápoles (UniNa), Italia, y la colaboración al desarrollo de un aparato de similares prestaciones para el Área Geotecnia.

6.3.2 Desarrollo del trabajo experimental en la UniNa

6.3.2.1 Breve descripción del equipamiento utilizado

El equipamiento de columna resonante y torsión cíclica disponible en el laboratorio se presenta en la Figura 11, acompañado de un corte esquemático con identificación de sus partes.

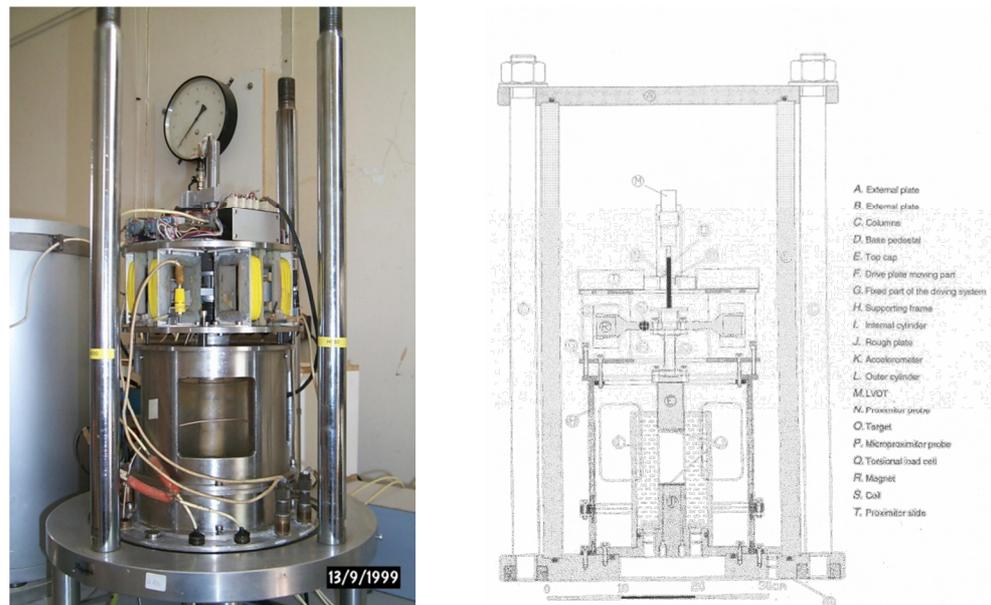


Figura 11: Aparato para ensayos de columna resonante y torsión cíclica.

El aparato consiste básicamente en un pedestal donde se coloca la probeta a ensayar, de 1" de diámetro por 3" de alto, y la cabeza excitatriz conformada por un sistema de cuatro bobinas fijas e imanes móviles, todo esto inserto dentro de un cilindro metálico con tapa hermética que permite la realización del ensayo con presión de confinamiento.

El sistema mecánico de carga permite aplicar una excitación torsional a la probeta, controlada mediante software específico (LabView®) y monitoreada por un sistema

electrónico compuesto de osciloscopio, voltímetro, transductores varios (presión, deformación axial y torsional) que puede verse en la Figura 12.

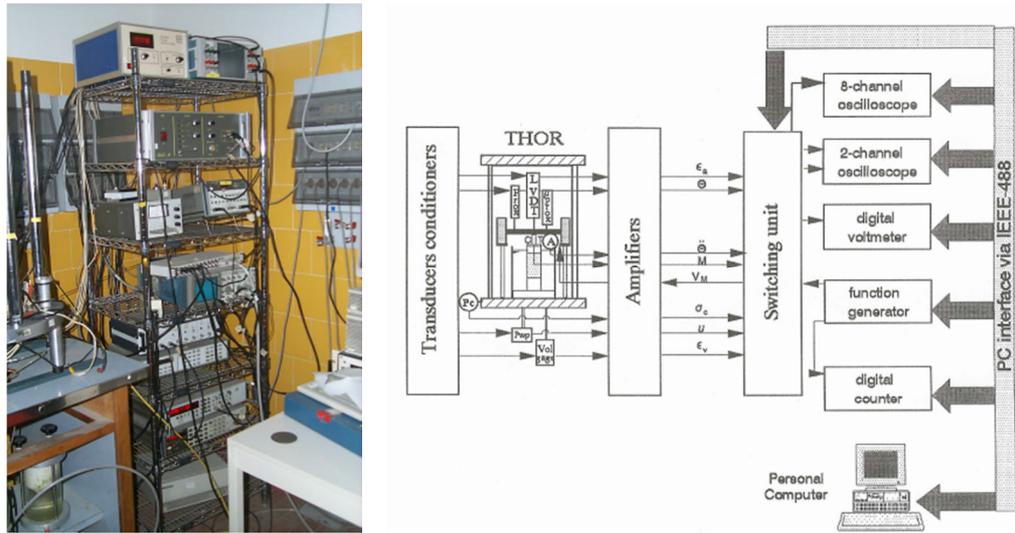


Figura 12: Sistema de control electrónico.

6.3.2.2 Procedimiento de ensayo

Las pruebas fueron realizadas sobre muestras inalteradas de suelo de la zona de Lagonegro, provincia de Potenza, Italia. Dicha zona se caracteriza por una alternancia de estratos de margas arcillosas en parte tectonizada con estratos blandos de limo y arcilla con nódulos calcínicos. La Tabla 1 muestra las características de cada muestra ensayada.

Tabla 1: Detalle de las muestras ensayadas.

Prueba	Sondeo	Muestra	Profundidad	Presión	Pruebas Ejecutadas
LG01	IN7	C4	14,0m – 14,5m	150 kPa	RC-TS
LG02	PZ6	C3	11,0m – 11,5m	150 kPa	RC-TS
-	IN11	C1	4,0 – 4,5m	SIN PROBETAS	
LG03	IN5	C1	3,0m – 3,5m	150 kPa	RC-TS
LG04	PZ5	C3	19,2m – 19,7m	200 kPa	RC-TS
LG05	PZ6	C3	11,0m – 11,5m	250 kPa	RC-TS
LG07	PZ5	C3	19,2m – 19,7m	300 kPa	RC-TS

Se coloca cuidadosamente la probeta en el pedestal de la celda RCTS, y sobre ella se asienta el elemento “Top cap”. Como la prueba se realiza en condiciones de saturación parcial, se logra el aislamiento de la probeta del aire a presión en la cámara a través de un

sistema de dos membranas de látex, con un film de aluminio entre ellas, y un cilindro interior que se llena con agua hasta un par de centímetros por encima de la probeta.

Posteriormente se monta el sistema mecánico de carga, compuesto de bobinas fijas e imanes móviles de neodimio, y los transductores de deformación axial y tangencial, del tipo LVDT y sensores de proximidad de alta sensibilidad, respectivamente.

Una vez realizadas las conexiones de los componentes eléctricos (bobinas excitatrices y transductores de medición), se sella la celda herméticamente y se aplica la presión de confinamiento deseada con un compresor y un sistema de control electromecánico.

En estas condiciones, la probeta se deja en fase de consolidación isótropa por al menos 24 horas, midiendo las presiones de poro y cámara, así como también la deformación axial y volumétrica. Durante esta fase, se introducen los datos geométricos y de densidad de la probeta como entrada en el software de excitación y control. Se define un programa sistemático de ensayos a frecuencia variable en rango elástico para obtener los parámetros G_0 y D_0 iniciales alternados con sucesivos registros de las lecturas de los transductores para hacer el seguimiento del comportamiento del material. En esta fase se puede apreciar la influencia de la presión de confinamiento sobre los parámetros iniciales, como se muestra más adelante en la Figura 14.

Finalizada la fase de consolidación isótropa, se procede a caracterizar el comportamiento del material para distintos niveles de deformación, a través de una sucesión de pruebas de columna resonante a frecuencia variable (rango de frecuencias y nivel de deformación introducido por el usuario), y torsión cíclica a frecuencia constante, cuya esquematización se presenta en la Figura 13.

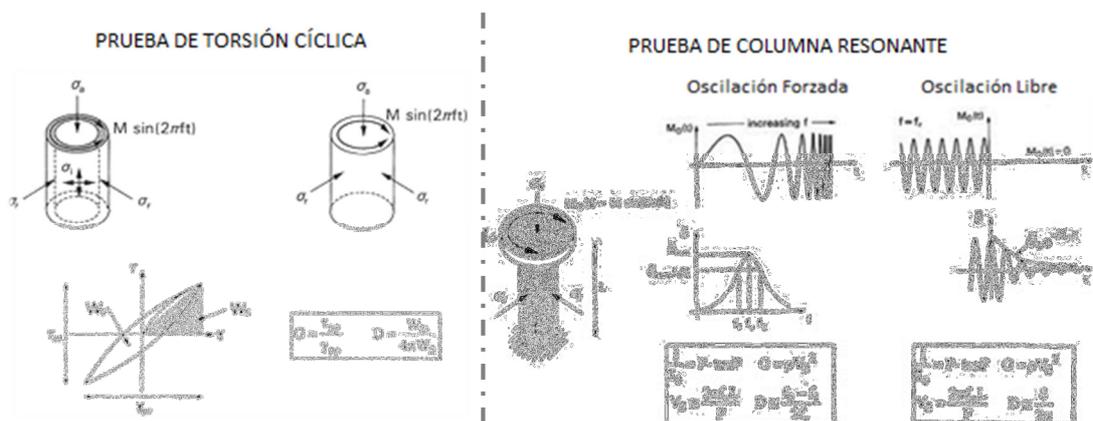


Figura 13: Esquemas teóricos del proceso de ensayo. Izquierda: Torsión cíclica. Derecha: Columna resonante.

6.3.2.3 Resultados

Los resultados obtenidos sobre las muestras ensayadas se resumen en los gráficos de las Figura 14, Figura 15, Figura 16 y Figura 17.

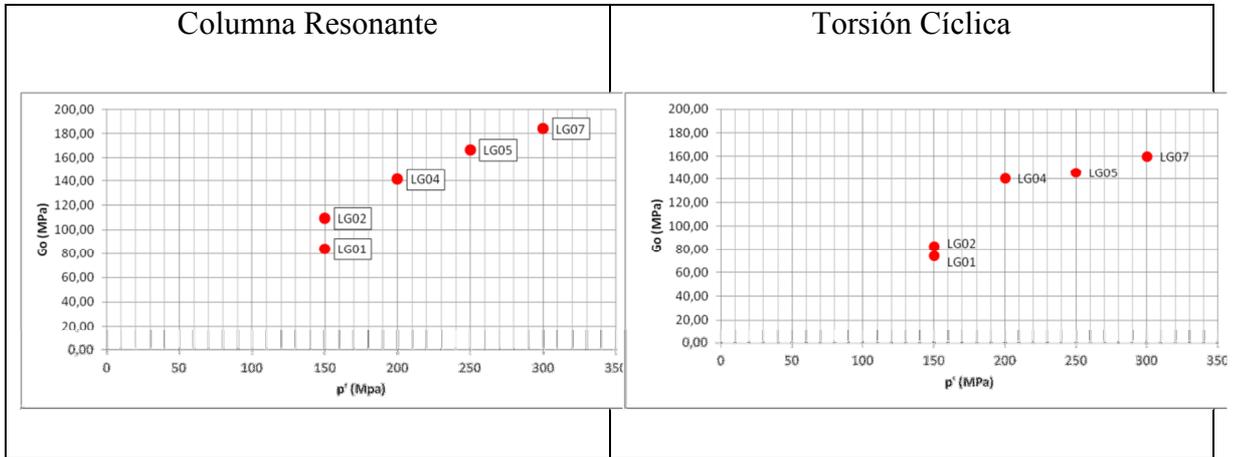


Figura 14: Influencia del estado tensional sobre el módulo de rigidez a corte inicial

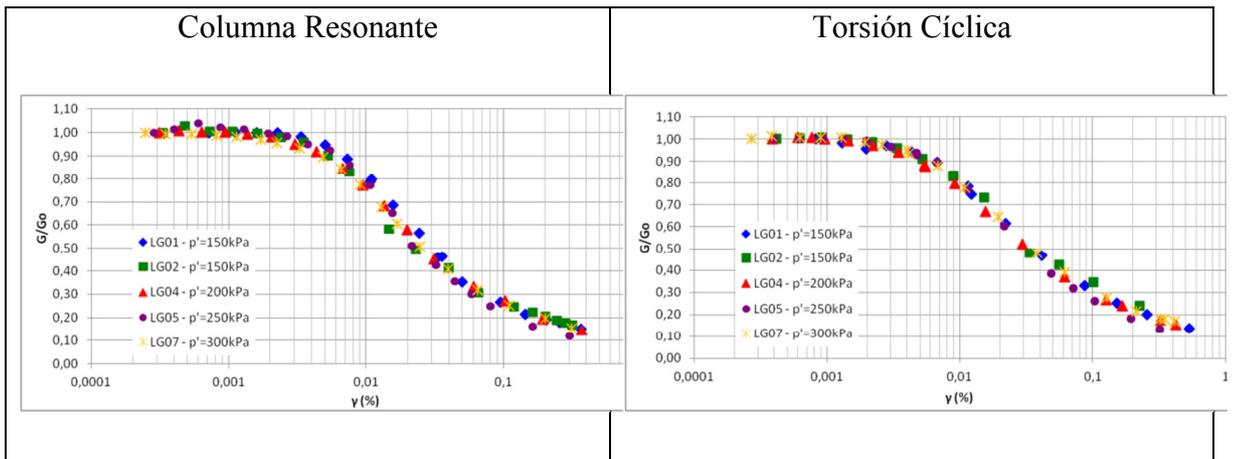


Figura 15: Curvas de decaimiento del módulo de rigidez a corte.

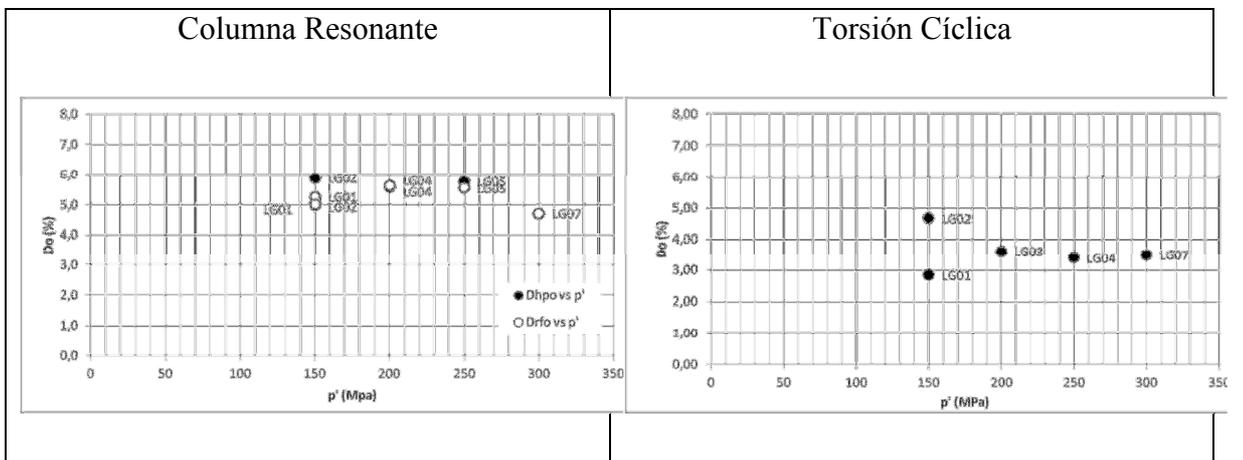


Figura 16: Influencia del estado tensional sobre el factor de amortiguamiento inicial.

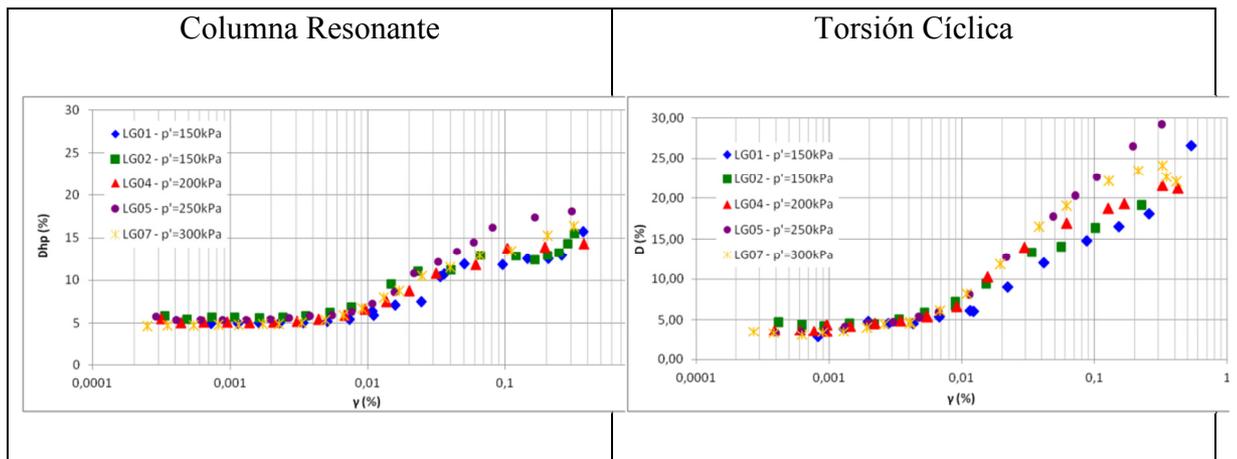


Figura 17: Curvas de crecimiento del factor de amortiguamiento.

6.3.3 Desarrollo de tecnología similar en la UNCuyo

6.3.3.1 Descripción del estado actual del equipamiento

En la actualidad el Laboratorio de Geotecnia de la Universidad Nacional de Cuyo cuenta con un equipo de ensayos de columna resonante aún en la fase final de su desarrollo, pero con capacidad suficiente para obtener resultados preliminares que deben ser verificados con instrumentos patrones y ensayos convencionales de caracterización de suelos.

El equipo consta de una celda de acrílico, con base y tapa de aluminio, que permite alojar una probeta de 10 cm de diámetro por 20 cm de alto. El mecanismo de aplicación de cargas consiste en un sistema de 3 imanes fijos en la parte exterior de la tapa de la celda, alineados con sendas bobinas adosadas a un vástago que atraviesa la tapa y remata en un plato rugoso que entra en contacto con la parte superior de la probeta a ensayar. Los imanes pueden girarse 90° para permitir la alternancia entre excitación axial y torsional. La Figura 18 muestra el equipamiento descrito.

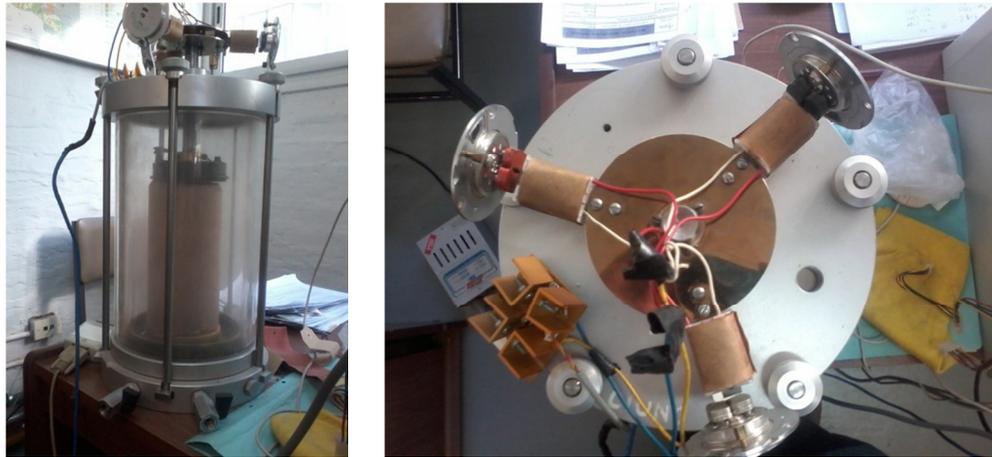


Figura 18: Equipo de columna resonante. IZQ: Vista de frente. DER: Detalle de la tapa y la cabeza excitatriz.

El control de la excitación de la probeta se lleva a cabo mediante software, con una etapa de amplificación externa. El programa permite ingresar la frecuencia de excitación, que será constante, el tiempo de ensayo y el nivel de potencia de la señal de salida (preamplificación). El registro del movimiento se realiza mediante un acelerómetro inserto en el plato rugoso de carga, enviando la señal a una placa adquisidora de datos que permite visualizar el movimiento a través de un software específico de graficación.

Por el momento no es posible realizar los ensayos con presión de confinamiento, debido a que el acoplamiento eléctrico entre el acelerómetro dentro de la celda y la placa adquisidora de datos fuera de ella no garantiza estanqueidad, y no se disponen de elementos para aplicar presión controlada ni medirla. Otro inconveniente técnico que se presenta es la falta de adherencia entre el plato rugoso y la probeta de suelo, ya que el conjunto plato-vástago-bobinas no tiene peso suficiente para proporcionar una fuerza friccional adecuada. Esto se manifiesta como un deslizamiento relativo entre el plato de carga y la probeta.

Actualmente se están corrigiendo los inconvenientes mencionados para poder dejar al equipo en condiciones para realizar ensayos piloto y poder efectuar una calibración apropiada.

7 Conclusiones y comentarios personales

El plan de estudios de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo no contempla una orientación de los estudiantes en el ámbito de la Mecánica de Suelos. Sin embargo, y como se mencionó en el apartado 4.2, en la mayor parte de las actividades en las que se pueden desarrollar los ingenieros la geotecnia cobra un papel fundamental tanto en las consideraciones de diseño como de construcción.

Es el campo de la geotecnia el que mayor interés ha despertado en mí durante el cursado de la carrera, por lo que realizar mis prácticas profesionales en el Laboratorio de Geotecnia me ha sido de gran utilidad.

La fortaleza más destacable que poseía al momento de comenzar las prácticas fue el adecuado conocimiento teórico de los métodos de ensayo. Curiosamente esto constituyó también la mayor debilidad, ya que no contaba con la experiencia práctica para realizarlos. A lo largo del desarrollo de las PPS pude ir ganando esa experiencia faltante y que ahora constituye un fuerte complemento a los conocimientos teóricos aprendidos durante el cursado de la carrera.

Un punto positivo a nivel personal es la experiencia que me ha dejado la conformación de equipos de trabajo, tanto en Mendoza como en Nápoles. Más allá de la relación estrictamente laboral e institucional, he podido desarrollarme en un ámbito de remarcable calidez humana, lo cual me ha resultado muy motivador.

La posibilidad que tuve de realizar trabajos en el laboratorio de la Universidad de Nápoles me ha permitido ver la forma de trabajar que se tiene en otros lugares, y poder comparar las debilidades y fortalezas con las que se cuenta en la Universidad de Cuyo.

8 Recomendaciones

Si bien el Laboratorio de Geotecnia cuenta con equipamiento adecuado para la realización de ensayos, la forma de medición permanece rudimentaria. Esto se agrava aún más por la escasez de personal con que cuenta el laboratorio. Por este motivo considero adecuado que se pensara en conseguir instrumentos digitales de medición y registro, con posibilidad de conectarse a una computadora para poder volcar los datos de forma más efectiva, limitando la influencia de errores humanos en el proceso.

En el desarrollo de la práctica, y tal como se menciona en el apartado 7, el contraste entre conceptos teóricos y experiencia práctica es muy acentuado. Esta situación se podría mejorar aumentando los contenidos prácticos en las distintas asignaturas, con aplicaciones a situaciones reales y casos concretos, para que no sólo las PPS, sino también la inserción laboral al egresar de la facultad sea más provechosa.

En resumen, la experiencia vivida durante la realización de las prácticas profesionales en el Laboratorio de Geotecnia me ha resultado muy útil, por lo que recomiendo que se motive más a los alumnos a acercarse a este campo de aplicación de la ingeniería.

9 Agradecimientos

Al Ms. Ing. Arnaldo Barchiesi, por la tutela ofrecida y la confianza que puso en mí para la realización de trabajos de gran importancia.

Al Sr. Antolín Porras y al Ing. Luis Mazzocato, por la paciencia al explicar y la calidez con la que me incluyeron al grupo de trabajo.

A los profesores y alumnos del departamento de Ingeniería Geotécnica de la Universidad Federico II de Nápoles, por la posibilidad brindada para poder viajar a Italia, y por la ayuda y el buen trato que me proporcionaron durante mi estadía.

10 Bibliografía

Agua y Energía Eléctrica – Gerencia de Ingeniería – Departamento Irrigación Mendoza, 1963 “Estudio de Obras para Embalse “El Carrizal” Río Tunuyán Provincia de Mendoza.

Das, Braja M., “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”, Thomson Learning, 1999.

D’Onofrio, A. et al, “A New Torsional Shear Device”, Geotechnical Testing Journal, GTJODJ, Vol. 22, N°2, Junio 1999, pp. 101-111.