

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



**ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA Y
APRENDIZAJE DE UN CURSO DE LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS EN MODALIDAD VIRTUAL**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN
DOCENCIA UNIVERSITARIA**

AUTOR

Juan Pablo Zamora Beyk

ASESOR

Francisco Aurelio Rumiche Zapata

Junio, 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mi esposa Patricia por alentarme en todo momento durante las clases de maestría y en la elaboración de esta tesis. A mis hijos, Olivia y Adrián, que sin saberlo aún por su inocencia, son los motores que me impulsan día a día para tratar de ser un buen padre.

A mis padres y hermanos, por siempre estar presentes con sus buenos deseos e intenciones.

Un agradecimiento muy especial a la profesora Martha Santivañez, por su paciencia, motivación y apoyo en la redacción de esta tesis. Del mismo modo, a Francisco Rumiche por sus consejos en la elaboración del trabajo.

Agradecer también a los profesores y jefes de práctica del área de geotecnia de la universidad, quienes en todo momento me han brindado sus opiniones acerca del curso investigado y han colaborado con su participación en las entrevistas.

Finalmente agradecer a mis profesores y compañeros de la Maestría en Docencia Universitaria de quienes me he contagiado su vocación por la docencia y sus ganas por generar cambios en la educación nacional.

RESUMEN

La investigación del presente trabajo consiste en establecer las estrategias didácticas para un curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual. Actualmente debido a la emergencia sanitaria no es posible realizar el laboratorio en la modalidad presencial, por lo que se hace imprescindible realizarlo de forma virtual manteniendo la calidad en el contenido educativo. Para ello, se hace una investigación acerca de las metodologías eficaces de enseñanza de cursos de laboratorio en universidades del mundo, así como una indagación de la problemática del curso actual. De forma general, la problemática del curso es que no existe retroalimentación y en consecuencia afecta el desarrollo de la habilidad de análisis e interpretación de datos con el fin de emitir conclusiones acertadas en los informes. A partir de esta investigación se establece que el curso debe contemplar estrategias de trabajo colaborativo y evaluación formativa para la elaboración de informes, dando énfasis a la retroalimentación oral, así como la implementación de plataformas virtuales con recursos en línea. El objetivo del uso de estas estrategias es verificar su beneficio en el desarrollo de la habilidad de análisis e interpretación de datos para la redacción de conclusiones con juicios de ingeniería en los informes de laboratorio. El método de investigación que se usa es el de investigación acción y se busca comprobar la eficacia de la estrategia de aprendizaje colaborativo, revisar los beneficios de la retroalimentación oral en el desarrollo de los informes y examinar la contribución de los recursos en línea en el aprendizaje. Para recopilar información se usan instrumentos como el diario docente, entrevistas, encuestas y análisis documental de informes. Se concluye que los recursos en línea (videos de ensayos, material del curso, clases grabadas y evaluaciones) son favorables en el aprendizaje de los alumnos, asimismo la retroalimentación oral contribuye en la mejora de la redacción de conclusiones en los informes a partir del análisis e interpretación de los resultados de ensayos de laboratorio.

Palabras clave: laboratorio de suelos, modalidad virtual, aprendizaje colaborativo, evaluación formativa, retroalimentación oral

ÍNDICE

	Pág.
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Índice	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Introducción	1
CAPÍTULO I: ANÁLISIS Y REFLEXIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE	3
1.1 Análisis del contexto universitario y del programa académico	3
1.1.1 Modelo Educativo de la Universidad	3
1.1.2 Perfil del Egresado de Ingeniería Civil	5
1.1.3 Naturaleza Disciplinar del Curso Laboratorio de Mecánica de Suelos	8
1.2 Tendencias en la enseñanza de laboratorio de mecánica de suelos	9
1.2.1 Generalidades	9
1.2.2 Experiencias en la Enseñanza del Laboratorio	10
1.3 Indagación acerca de la problemática del curso	13
1.3.1 Organización	13
1.3.2 Resultados de la Indagación	14
1.4 Estrategias para la enseñanza y aprendizaje de un laboratorio en modalidad virtual	16
1.4.1 Educación Virtual	16
1.4.2 Aprendizaje Colaborativo	17
1.4.3 Evaluación Formativa y Retroalimentación Oral	18
1.5 Innovación en la docencia universitaria	21
1.6 Problematización	22
CAPÍTULO II: PROYECTO DE INNOVACIÓN	23
2.1 Resumen del proyecto y datos generales	23
2.1.1 Título del Proyecto	23
2.1.2 Resumen del proyecto	23
2.1.3 Problema priorizado	26
2.1.4 Cursos asociados al proyecto	26
2.1.5 Área disciplinar	26
2.1.6 Población beneficiada	26
2.1.7 Fecha de inicio y fin	26
2.2 Justificación de la importancia del proyecto de innovación	27

2.3	Objetivos del proyecto de innovación	29
2.3.1	Objetivo General	29
2.3.2	Objetivos Específicos	29
2.4	Descripción narrativa de la propuesta de innovación	30
2.4.1	Recursos Multimedia	30
2.4.2	Formación de Grupos	34
2.4.3	Secuencia Didáctica	35
2.4.4	Evaluación	43
2.4.5	Cronograma	44
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO		45
3.1	Pregunta de investigación y objetivos	45
3.2	Método de investigación	45
3.3	Proceso de investigación	48
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS		51
4.1	Conformación de Grupos	51
4.2	Recursos en Línea	52
4.3	Retroalimentación Oral	54
CAPÍTULO V: BUENAS PRÁCTICAS PARA LA MEJORA DE LA DOCENCIA UNIVERSITARIA		61
5.1	Conclusiones a Partir de los Resultados	61
5.2	Reflexiones sobre la Innovación Realizada y la Mejora de la Práctica	62
5.3	Recomendaciones para un Curso de Laboratorio en Modalidad Semipresencial	65
Referencias		68
Anexos		72
Anexo A. Entrevista a Profesores		
Anexo B. Grupo Focal con Jefes de Práctica		
Anexo C. Encuesta a Alumnos de Octavo Semestre		
Anexo D. Declaración de Trabajo Grupal		
Anexo E. Rúbrica		
Anexo F. Evaluación entre Pares		
Anexo G. Diario Docente		
Anexo H. Entrevista a Profesor IA		
Anexo I. Encuesta Laboratorio 2021-0		
Anexo J. Evidencia de Informe		

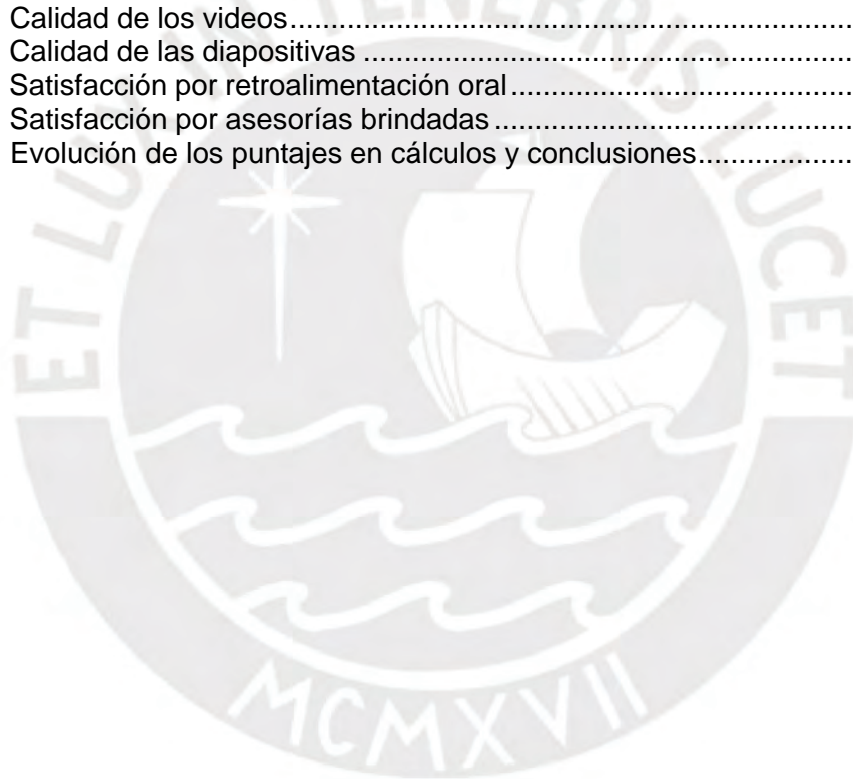
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Resultados de Aprendizaje en un Curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos (adaptación de Derbidge & Fiegel, 2020)	28
Tabla N° 2. Distribución del trabajo para grupos de cuatro alumnos	42
Tabla N° 3. Distribución del trabajo para grupos de cinco alumnos.....	42
Tabla N° 4. Cronograma de Actividades.....	44



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Componentes para el desarrollo del laboratorio (adaptado de Jaksa et al, 2016)	12
Figura N° 2. Estrategias para la retroalimentación	20
Figura N° 3. Pantalla principal del curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual	31
Figura N° 4. Pantalla de la primera sesión del laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual	31
Figura N° 5. Vista de uno de los videos de ensayos alojados en la plataforma virtual	32
Figura N° 6. Vista de una clase magistral grabada	33
Figura N° 7. Carátula de la última edición de la Guía de Ensayos del Laboratorio de Mecánica de Suelos	34
Figura N° 8. Pregunta Tipo del Cuestionario de Evaluación de Informe CEI	37
Figura N° 9. Preguntas Tipo de la Evaluación de procedimientos de Ensayos EPE	39
Figura N° 10. Etapas Generales del Método de Investigación - Acción	47
Figura N° 11. Evaluación entre Pares	52
Figura N° 12. Calidad de los videos	53
Figura N° 13. Calidad de las diapositivas	54
Figura N° 14. Satisfacción por retroalimentación oral	57
Figura N° 15. Satisfacción por asesorías brindadas	57
Figura N° 16. Evolución de los puntajes en cálculos y conclusiones	58



INTRODUCCIÓN

Hoy en día, en el país y el mundo, estamos viviendo una emergencia sanitaria para prevenir y controlar el COVID-19. Es por este motivo, que las universidades del mundo han decidido que las clases sean realizadas en modalidad virtual.

El desarrollo de clases en modalidad virtual es un gran desafío para los docentes, ya que los cursos y laboratorios se deben rediseñar para adecuarlos a este entorno, de tal forma que se alcancen los objetivos de aprendizaje sin menguar en la calidad del contenido educativo.

El presente informe está enfocado en un curso de laboratorio de mecánica de suelos, el cual es un curso obligatorio en el plan de estudios de la especialidad de ingeniería civil. Este laboratorio tiene un rol muy importante en la formación del estudiante, ya que ofrece oportunidades para trabajar y resolver problemas en equipos, tal cual se hace en el mundo real y en la profesión de la ingeniería civil (Jaksa, 2016).

A la emergencia sanitaria que se vive, hay que sumarle que la especialidad de ingeniería civil es una de las carreras universitarias con mayor demanda a nivel nacional. Esto ha llevado a tener en los últimos años un incremento considerable en el número de alumnos en las clases y laboratorios a nivel de pregrado. Por otro lado, el acceso a internet, uso de dispositivos móviles (laptops, tablets, smartphones, entre otros) y la facilidad para grabar videos han transformado la educación superior (Jaksa, 2020). Por lo tanto, los modelos tradicionales de enseñanza están siendo cuestionados y requieren una revisión y renovación de las estrategias didácticas.

Son estas circunstancias y la vocación como docente las que me motivan a investigar acerca de las tendencias mundiales de enseñanza de laboratorio de mecánica de suelos e indagar sobre la problemática existente en el laboratorio de la universidad, con el fin de plantear un proyecto de innovación enfocado en las estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje en un entorno virtual.

El presente trabajo está estructurado en cinco grandes capítulos:

En el primer capítulo, Análisis y Reflexión de la Práctica Docente, se presenta una descripción del modelo educativo de la universidad, del perfil del egresado de ingeniería civil y descripción del curso de laboratorio de mecánica de suelos. Asimismo, dentro de este capítulo se muestran las tendencias en la enseñanza de

laboratorio de mecánica de suelos y experiencias exitosas de tres universidades extranjeras. Luego se realiza una indagación para determinar la problemática del curso. En esta indagación participaron docentes, jefes de práctica y más de cien alumnos que han llevado y aprobado el curso de laboratorio. A partir de la indagación se proponen acciones para la mejora del curso.

Definidas las acciones de mejora, se realiza una revisión de literatura técnica y se proponen estrategias para la enseñanza y aprendizaje en cursos de laboratorio en modalidad virtual, basadas en aprendizaje colaborativo y evaluación formativa, haciendo énfasis en la retroalimentación oral. Finalmente se determina la problemática del curso sobre la cual se hará el proyecto de innovación.

El segundo capítulo describe el proyecto de innovación que se trabajará en el curso de laboratorio. Se justifica su importancia, objetivos y se presenta una descripción narrativa de la propuesta de innovación, en la que se incluyen en detalle las estrategias a emplear, las secuencias didácticas, la forma de evaluación y el cronograma.

Una vez aplicado el proyecto de innovación en el curso, se define el diseño metodológico, que se explica en el tercer capítulo de la tesis. Se establece la pregunta de investigación y objetivos, y luego se define el método de investigación. En el presente trabajo se usa el método de investigación acción y en su proceso se aplican instrumentos tales como el diario docente, entrevistas, encuestas y análisis documental de los informes presentados por los alumnos.

El cuarto capítulo consiste en el análisis de los resultados, el cual se basa en los objetivos de investigación, y se busca comprobar la eficacia de la estrategia de aprendizaje colaborativo, revisar los beneficios de la retroalimentación oral en el desarrollo de los informes y examinar la contribución de los recursos en línea en el aprendizaje significativo de los alumnos del curso.

Finalmente, en el quinto capítulo se reflexiona acerca de las buenas prácticas para la mejora de la docencia universitaria. En este capítulo se presentan las conclusiones de la investigación, reflexiones sobre la innovación realizada y se presentan recomendaciones para un curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad semi presencial.

CAPÍTULO I: ANÁLISIS Y REFLEXIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE

1.1 ANÁLISIS DEL CONTEXTO UNIVERSITARIO Y DEL PROGRAMA ACADÉMICO

1.1.1 Modelo Educativo de la Universidad

El Diccionario de la Real Academia Española (2020), señala que competencia significa “pericia, aptitud o idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado”.

En ese sentido, el modelo educativo en las últimas décadas ha empezado a cambiar: dejando uno tradicional para pasar a uno por competencias. Este cambio se hizo más necesario y relevante a partir de las transformaciones que pasaban en el Perú y en el mundo como múltiples avances tecnológicos, crisis climáticas y el agotamiento de los recursos naturales, diversas crisis políticas y sociales, la aparición de la COVID-19, entre otros. De ese modo, lo que se busca es que el alumnado al salir de las aulas tenga las competencias para resolver los grandes problemas que demanda su profesión y en consecuencia los de la sociedad.

Frente a esto, debido a los contextos en que se desarrolla la humanidad es necesario considerar un modelo educativo basado en competencias a partir del énfasis en “los procesos cognitivo-conductuales como comportamientos socio afectivos (aprender a aprender, aprender a ser y convivir), las habilidades cognoscitivas y socio afectivas (aprender a conocer), psicológicas, sensoriales y motoras (aprender a hacer)” como sostiene el docente José García (2011). Aquello permite llevar a cabo una tarea o actividad; de ese modo, el aprendizaje debe ser producto de la interdisciplinariedad y multidimensionalidad que demande el compromiso del alumnado en sus propios contextos sociales.

Por otro lado, diversos autores han definido el término competencias en el área educativa, los cuales sirven para fines del presente estudio. Así, Perrenoud (2008) sostiene que “una competencia permite hacer frente regular y adecuadamente, a un conjunto o familia de tareas y de situaciones, haciendo apelación a las nociones, a

los conocimientos, a las informaciones, a los procedimientos, los métodos, las técnicas y también a las otras competencias específicas”. Igualmente, en la misma línea, Pérez y Ángel proponen que la competencia son “el conjunto de habilidades, actitudes, valores, emociones y motivaciones que cada sujeto o grupo, colocan en acción en un contexto determinado para satisfacer las demandas particulares en cada situación” (2007). Es decir, para los autores, el ser humano desarrolla y demuestra sus capacidades para resolver conflictos particulares y sociales en determinados contextos.

A partir de lo expuesto, se puede aplicar un modelo basado en competencias en la formación superior, ya que el campus universitario es un espacio público donde se busca adquirir conocimientos para resolver y debatir sobre los problemas de la ciudadanía para la búsqueda de convivir en un mejor entorno y el crecimiento del desarrollo humano. Además, aquello se materializa en proyectos de investigación y en la inserción del mercado laboral.

De ese modo, a partir de las competencias debe realizarse una renovación y actualización de la enseñanza universitaria en función de las demandas sociales. Rocha (2016) lo expone de esta manera:

Estas consideraciones resultan importantes debido al giro conceptual que encierra la aplicación del modelo de competencias, de un sistema centrado en el profesor, a un enfoque centrado en el alumno. Se quiere acabar así con la nefasta forma tradicional de impartir la educación dentro de las aulas universitarias en las que el profesor, profesaba una verdad y depositaba el conocimiento en los estudiantes para ser repetido y evaluado desde una perspectiva memorística. El caso es que, con el modelo de competencias, lo que se persigue realmente en el ámbito universitario es generar un proceso formativo pedagógico y constructivo en el que los estudiantes vivan, se apropien y convivan con la experiencia de trabajar con autonomía, de forma colaborativa y construyendo su aprendizaje significativo, haciendo del aula de clase un espacio de calidad educativa.

La universidad, materia de este trabajo, plantea un modelo académico basado en competencias. El estudiante, durante su etapa en pregrado, adquiere competencias genéricas, las que son transversales y transferibles a todo el alumnado de la universidad; y específicas, relacionadas directamente a su carrera universitaria. A continuación, se cita las competencias genéricas de la universidad:

1. Aprendizaje autónomo: gestiona su proceso de aprendizaje de manera autónoma y permanente.
2. Ética y ciudadanía: actúa con responsabilidad ética y ciudadana, reconociendo y respetando la diversidad, la autonomía y la dignidad de los demás.
3. Comunicación eficaz: comunica eficazmente ideas con claridad, coherencia y consistencia, usando un lenguaje formal, oral o escrito.
4. Razonamiento lógico-matemático: utiliza el razonamiento lógico-matemático para interpretar información o solucionar problemas académicos y de la vida cotidiana.
5. Investigación: investiga de manera crítica, reflexiva y creativa y presenta formalmente sus resultados.
6. Trabajo en equipo: trabaja colaborativamente en equipos disciplinarios y pluridisciplinarios.
7. Participación en proyectos: contribuye en el diseño e implementación de proyectos que aporten responsablemente al desarrollo social, ambiental, cultural o científico.

A partir de estas competencias genéricas, se desarrollan las habilidades que se ven plasmadas en el perfil del egresado de cada una de las especialidades de la universidad.

Como se había mencionado en el capítulo de introducción, el laboratorio forma parte de la especialidad de ingeniería civil. En el siguiente capítulo se analizan las habilidades del perfil del egresado de la especialidad.

1.1.2 Perfil del Egresado de Ingeniería Civil

El perfil del egresado describe las habilidades que el estudiante adquiere al finalizar su carrera de pregrado en la especialidad. Las habilidades son las siguientes:

- a) La habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.
- b) La habilidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud pública, la

seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.

- c) La habilidad para comunicarse de manera efectiva con un rango de audiencias.
- d) La habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y emitir juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
- e) La habilidad para desempeñarse eficazmente en un equipo cuyos miembros en conjunto proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos.
- f) La habilidad para desarrollar y llevar a cabo una experimentación apropiada, analizar e interpretar datos, y usar juicios de ingeniería para emitir conclusiones.
- g) La habilidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos, según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas.
- h) Gestión de proyectos: La capacidad de demostrar el conocimiento y la comprensión de los principios de gestión en ingeniería y la toma de decisiones económicas, y su respectiva aplicación.

Respecto al curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos y en base al sílabo vigente, en el curso se desarrollan cinco habilidades del egresado de ingeniería civil. Las dos primeras están relacionadas a las habilidades adquiridas para resolver problemas y aplicar diseños de ingeniería (habilidades a y b), luego tenemos las enfocadas en la comunicación eficaz y el trabajo en equipo (habilidades c y e), y finalmente la que está relacionada a la experimentación y análisis de datos (habilidad f).

Es pertinente indicar que de acuerdo con Jaksa et al. (2012) el curso de laboratorio de mecánica de suelos es importante y necesario por las siguientes razones:

- Refuerzan los conceptos tratados en clases teóricas.
- Permiten a los estudiantes comparar los resultados de experimentos con la teoría.

- Permiten a los alumnos observar el comportamiento de los suelos en los ensayos.
- Se desarrollan habilidades experimentales.
- Permiten relacionar los resultados de los ensayos con aplicaciones en el mundo real.
- Permiten a los estudiantes tratar con la ambigüedad y error de resultados, propio de los ensayos.
- Se desarrollan las habilidades de trabajo en equipo y comunicación.

Se puede ver que tanto las habilidades del curso y las razones de la importancia del curso de laboratorio de mecánica de suelos indicadas por el Profesor Jaksa tienen mucha relación entre sí, ya que coinciden en el desarrollo de las habilidades de trabajo en equipo, comunicación y experimentación.

Cabe mencionar que el sílabo del curso ha sido desarrollado para un laboratorio en modalidad presencial, por lo que se requiere una nueva evaluación de las habilidades descritas en el sílabo vigente y su pertinencia para la formación en una modalidad no presencial.

El curso de laboratorio de mecánica de suelos a investigar se desarrollará en una modalidad no presencial, haciendo uso de un entorno virtual, debido a la pandemia del COVID-19.

De todas maneras, sea en un entorno presencial o virtual, el curso de laboratorio debe contribuir a que el alumno desarrolle habilidades para resolver problemas utilizando el razonamiento lógico matemático y principios de ingeniería. Además, debe colaborar a alcanzar la habilidad de análisis e interpretación de datos con el fin de emitir conclusiones acertadas.

En este nuevo entorno virtual, la competencia de trabajo en equipo adquiere gran importancia, ya que, para lograr buenos resultados en el curso, los estudiantes desarrollan habilidades de liderazgo, inclusión, comunicación asertiva, negociación y coordinación entre ellos.

Se considera que, en este nuevo entorno, se desarrolla también el aprendizaje autónomo, el cual involucra que el estudiante desarrolle estrategias de aprendizaje para los nuevos conocimientos impartidos.

1.1.3 Naturaleza Disciplinar del Curso Laboratorio de Mecánica de Suelos

El curso Laboratorio de Mecánica de Suelos se encuentra dentro del área disciplinar de la carrera de ingeniería civil y pertenece a los cursos del área de geotecnia.

El curso es obligatorio, cuenta con 1.00 crédito y se encuentra en el séptimo semestre de la carrera. Tiene como requisitos haber aprobado el curso de laboratorio de geología y haber cursado o cursar simultáneamente el curso de mecánica de suelos.

El laboratorio consiste en cinco sesiones de cuatro horas cada una en la que se lleva a cabo los siguientes ensayos:

- Primera Sesión: peso específico del suelo, contenido de humedad, peso específico relativo de los sólidos y análisis granulométrico por tamizado.
- Segunda Sesión: análisis granulométrico por sedimentación, límites líquido y plástico y compactación tipo Proctor.
- Tercera Sesión: densidad en el campo usando el cono de arena demostración de relación soporte de California (CBR).
- Cuarta Sesión: consolidación unidimensional y permeabilidad con carga variable.
- Quinta Sesión: compresión simple, corte directo y ensayos triaxiales.

El curso, en su modalidad presencial presentaba la siguiente estructura:

- a) Evaluación de Procedimientos de Ensayo (EPE), a fin de constatar que se hayan efectuado las lecturas correspondientes de los ensayos. La evaluación era escrita, tomaba 20 minutos y tenía un puntaje de cinco puntos.
- b) Cuestionario de Evaluación del Informe (CEI) correspondiente a los ensayos de la sesión anterior. Básicamente consiste en ejercicios de aplicación de los cálculos realizados y en las observaciones y conclusiones del informe. La evaluación era escrita, tomaba 20 minutos y tenía un puntaje de cuatro puntos.
- c) Clasificación Visual Manual de los Suelos (CVM), en el cual el estudiante realizaba la descripción y clasificación en forma visual-manual de tres muestras de suelo asignadas al momento de la práctica. Se tomaba 30 minutos, era evaluada y tenía un puntaje de tres puntos.

- d) En el tiempo restante los estudiantes ponían en práctica sus conocimientos y ejecutaban los ensayos en forma grupal, bajo la supervisión de los jefes de práctica y técnicos de laboratorio. El tiempo empleado era de 160 minutos.

Luego de cada sesión de laboratorio, cada estudiante tenía que desarrollar un informe de los ensayos realizados (IL). Este informe era calificado por los jefes de práctica y tenía un puntaje de ocho puntos.

Cabe indicar que en esta modalidad presencial la función de los jefes de práctica es la de supervisar la ejecución de ensayos de laboratorio y clasificación visual manual de los suelos CVM, así como de corregir informes IL y evaluaciones EPE y CEI.

El promedio del curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos se calculaba como la media aritmética de las cinco notas de las sesiones. No se anulaba ninguna de las notas.

Esta estructura del laboratorio se mantuvo por muchos años, con algunas variaciones ligeras, sobre todo en los puntajes de las evaluaciones. Definitivamente en un entorno virtual se debe reformular esta estructura y establecer una nueva, acorde con la situación actual en la que los estudiantes no asisten presencialmente al laboratorio de mecánica de suelos.

En este nuevo entorno virtual, no se realizarán los ensayos en el laboratorio ni la clasificación visual manual de los suelos, ya que en esta parte los estudiantes manipulan los suelos y equipos, y definitivamente es imposible realizarlo de forma virtual.

1.2 TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

1.2.1 Generalidades

De acuerdo con Wirth, Jiang, Da Silva, Vecchia, Evans y Romero (2017) se sostiene que a nivel mundial y a partir del nuevo enfoque por competencias, los formatos de los cursos de geotecnia están cambiando ya que se está dejando la forma tradicional de enseñanza por una más intensiva, en la cual se incluyen sesiones interactivas. El reto es demandante para los profesores, pero se deben ir actualizando poco a poco.

Se requieren nuevas metodologías de enseñanza, las cuales destaquen el rol activo del alumno. Los cursos deben incorporar tecnologías avanzadas, fomentar el

pensamiento crítico, responsabilidad social y fortalecer habilidades blandas (Wirth et al, 2017).

En general, los cursos de geotecnia a nivel mundial, en los cuales se incluye el laboratorio de mecánica de suelos, requieren que los sílabos sean nuevamente evaluados, de tal manera que puedan estar acorde a las competencias que el mundo de hoy exige en los ámbitos económicos, ambientales y sociales.

Respecto a las competencias, Atkinson (2012) indica que una de las habilidades que se debe adquirir es la de describir los suelos y rocas en términos ingenieriles, y esta habilidad debe ser adquirida durante la etapa de la carrera de ingeniería civil a nivel pregrado. Airey, Café y Drury (2012), sostienen que en un curso de laboratorio de mecánica de suelos se debería lograr que los alumnos aprendan los conceptos teóricos y prácticos de mecánica de suelos, que desarrollen habilidades científicas (observación, deducción e interpretación), y otras habilidades generales como el trabajo en equipo, desarrollo de informes y resolución de problemas. También, Rodríguez (2017) concluye en su investigación que las prácticas de laboratorio potencian la formación de habilidades experimentales en los estudiantes.

1.2.2 Experiencias en la Enseñanza del Laboratorio

A continuación, se describen algunas experiencias en la enseñanza del curso de laboratorio de mecánica de suelos en diferentes universidades del mundo. Todas estas experiencias están dadas en un entorno presencial, sin embargo, la información que se recoge es muy valiosa ya que se puede adaptar a entornos semi presenciales y virtuales, como es el caso de este trabajo de investigación.

Las experiencias que se toman son de la Universidad de Sidney (Airey et al, 2012), Universidad Politécnica Estatal de California (Kitch & Coduto, 2010) y la Universidad de Adelaida (Jaksa, 2012).

En la Universidad de Sidney (Airey et al, 2012), se utilizan recursos en línea para la evaluación. Esta consiste en el desarrollo de una prueba previo al laboratorio y en la elaboración de un informe.

La prueba de entrada, previo al inicio de las sesiones, tiene diez preguntas relacionadas a conceptos teóricos y a cálculos numéricos. La solución de las preguntas no son difíciles pero requieren que el alumno haya revisado y estudiado los videos y documentos almacenados en una plataforma virtual. Los resultados indican que el uso de los recursos en línea ha mejorado el desempeño de los alumnos durante las sesiones de laboratorio, ya que llegan mejor preparados, con

las ideas claras de lo que van a hacer y entendiendo los conceptos teóricos de los ensayos.

Al finalizar la sesión de laboratorio, los estudiantes deben desarrollar un informe. Este trabajo solamente debe ser desarrollado por dos estudiantes. Como cada sesión cuenta con diez estudiantes y en total son cinco sesiones, al finalizar el curso todos los alumnos habrán desarrollado un informe. Años atrás todos los alumnos estaban obligados a presentar un informe por sesión, sin embargo, se evidenció que los alumnos hacían poco esfuerzo en producir buenos informes y los copiaban de otros años, por lo que se decidió cambiar la estrategia.

En la Universidad Politécnica Estatal de California, de acuerdo con Kitch & Coduto (2010), se reestructuró el curso de laboratorio. El cambio principal fue el uso de videos y pruebas en línea previo a los laboratorios. Estos cambios mejoraron el conocimiento de los alumnos durante las sesiones de laboratorio y también los resultados del curso comparados con otros años.

Del mismo modo, el Profesor Jaksa (2012), en la Universidad de Adelaida utiliza en el curso de laboratorio de suelos módulos para aprendizaje interactivo (interactive learning modules ILM), los cuales permiten que los estudiantes revisen el material (videos y lecturas) antes del inicio del laboratorio cuantas veces lo requieran hasta que puedan entender la lección.

Además, otra de las ventajas del uso de estos módulos es que los alumnos pueden estudiar el tiempo que vean conveniente y en el lugar que quieran. Esta autonomía que tienen los estudiantes se ve reflejado en el compromiso y dedicación a la hora del laboratorio presencial, lo cual se ha evidenciado favorablemente en las encuestas que brindan los alumnos al final del curso.

La propuesta de Jaksa et al. (2016), que ha sido llevada a cabo satisfactoriamente en las universidades de Sidney y Adelaida, se resumen en tres componentes o módulos para el desarrollo de los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos.

- **El primer módulo es de introducción a los ensayos de laboratorio**, en este módulo se incluyen los resultados de aprendizaje deseados, el contexto del ensayo en el mundo real y sus principales aplicaciones. Además, se incluye el sustento teórico del ensayo, el equipo a utilizar, procedimiento del ensayo, ejemplo del cálculo y fórmulas. También se incluye una evaluación de entrada

y requerimientos para el informe escrito. Este módulo incorpora videos, animaciones y en general material multimedia que llama el interés del alumno. Toda esta información se encuentra dentro de una plataforma virtual de aprendizaje.

- **El segundo módulo es el desarrollo de los ensayos**, para lo cual se elaboran videos de los ensayos de laboratorio, de tal forma que el alumno los vea previo al inicio de la clase presencial de laboratorio. Además, se sugiere que durante las clases de laboratorio los alumnos trabajen en grupos de tres o cuatro alumnos.
- **El tercer módulo es el post laboratorio**, el cual incorpora material multimedia dentro de una plataforma virtual de aprendizaje. Este módulo incluye los resultados de los ensayos de todos los grupos, una evaluación de salida, informe escrito de los ensayos del laboratorio realizado y la respectiva retroalimentación.

La propuesta de Jaksa et al (2016), que ha sido llevada a cabo en las universidades de Sidney y Adelaida, se resume en la siguiente figura:

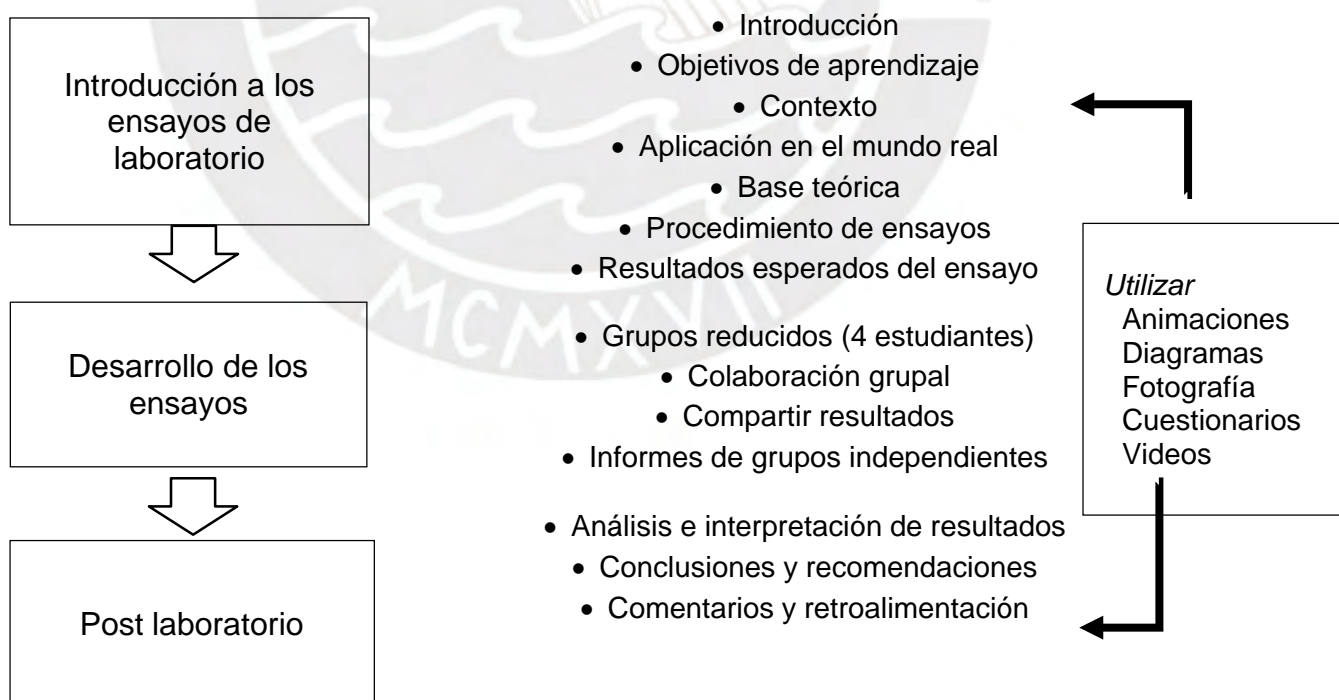


Figura N° 1. Componentes para el desarrollo del laboratorio (adaptado de Jaksa et al, 2016)

A estas experiencias en las universidades, se agrega la conclusión obtenida por Nikolic (2015), en su investigación acerca de la enseñanza de laboratorios de ingeniería, en la que remarca que los recursos en línea tienen un impacto positivo en el aprendizaje del estudiante y en su experiencia durante el laboratorio. Los estudiantes son más productivos y están más concentrados en alcanzar los objetivos de aprendizaje de los experimentos. De igual manera, Moussai (2008), indica que el uso de videos y/o simulaciones por computadora mejoran la calidad del aprendizaje y reducen el tiempo de explicación de ensayos de laboratorio comparados con los métodos tradicionales basados en lecturas, figuras y en la propia imaginación del estudiante.

Como se puede observar, existe un factor común, el cual es el uso de recursos en líneas alojados en alguna plataforma virtual. Por lo tanto, es imprescindible que los cursos de laboratorio de mecánica de suelos cuenten con estos recursos, por lo que serán parte del proyecto de innovación del presente trabajo.

Además, se tomará de modelo la experiencia de la Universidad de Sidney para el desarrollo de los informes de los ensayos de laboratorio, en la cual los estudiantes deben trabajar en grupo para el desarrollo de este, en vez de hacerlo de forma individual.

1.3 INDAGACIÓN ACERCA DE LA PROBLEMÁTICA DEL CURSO

1.3.1 Organización

Para indagar acerca de la problemática del curso se realizaron entrevistas, grupos focales y una encuesta. Se utilizaron video conferencias para las entrevistas y grupos focales, y una aplicación web para realizar la encuesta.

Se entrevistó a dos profesores del área de geotecnia, quienes fueron coordinadores del laboratorio en otros semestres. Luego, se realizó un grupo focal con cinco jefes de práctica del laboratorio. Finalmente, se encuestó a ciento cinco alumnos de pregrado de ingeniería civil, quienes ya aprobaron el curso de laboratorio.

Las preguntas elaboradas para las entrevistas, grupos focales y encuesta se dividen en las siguientes categorías:

- a) Infraestructura, equipos y herramientas: se indaga acerca del estado de las mesas de trabajo, espacio para desarrollar los ensayos, iluminación, antigüedad y funcionamientos de los equipos.
- b) Desempeño de jefes de práctica: se indaga acerca del criterio para su elección, valoración del desempeño, experiencia en docencia, experiencia profesional, motivaciones intrínsecas.
- c) Ensayos de laboratorio: se averigua si son los adecuados para un curso de pregrado o si se requieren adicionar otros ensayos de laboratorio para un mejor dominio de los conceptos teóricos.
- d) Evaluación del curso: se averigua si el EPE (evaluación de procedimientos de ensayos), IL (Informe de laboratorio individual), CEI (cuestionario de evaluación del informe) y CVM (clasificación visual-manual) son considerados como idóneos para la evaluación del curso.
- e) Uso del manual de laboratorio: se indaga si el contenido de la guía de laboratorio es adecuado para el aprendizaje y desarrollo de los ensayos.
- f) Desarrollo de habilidades: se pregunta si se alcanzan las habilidades especificadas en el sílabo, sobre todo las que conciernen a habilidades blandas, clasificación de suelos, y análisis e interpretación de resultados de los ensayos.

Los instrumentos de indagación, así como las respuestas, se encuentran a detalle en los anexos.

1.3.2 Resultados de la Indagación

Los profesores entrevistados indican que debe existir una renovación de los equipos para los ensayos especiales, es decir, para los ensayos de consolidación, corte directo y compresión no confinada. Además, que para el ensayo triaxial, se debería mostrar alguna simulación para que los estudiantes lo comprendan mejor.

Respecto a la evaluación del curso, ambos profesores están de acuerdo que se debe elaborar una rúbrica para la corrección de los informes de laboratorio. Además, indican que debe haber retroalimentación luego de que los estudiantes clasifiquen

manualmente los suelos, aunque son conscientes que en esta etapa virtual es algo que no se puede desarrollar, pero sugieren se pueda implementar para un curso presencial o semipresencial, ya que permitiría que se alcance mejor esta habilidad.

Los jefes de práctica tienen la misma opinión que los profesores respecto a la renovación de equipos para ensayos especiales y sugieren que los nuevos jefes de práctica deben tener alguna capacitación antes del inicio del curso.

Sobre el desarrollo del informe, los jefes de práctica sugieren que estos se deben desarrollar de forma grupal y no de forma individual como se viene desarrollando hasta el momento y que se debe establecer una rúbrica para la calificación del informe. Además, son conscientes que deben mejorar en la retroalimentación a los alumnos para que se alcancen las competencias del curso.

Otro comentario importante que dan los jefes de práctica es que sugieren que se presenten videos de procedimientos de ensayos de laboratorio de cada una de las sesiones, de tal forma que los alumnos vayan mejor preparados. También sugieren que las evaluaciones se pueden desarrollar en una plataforma virtual, y así tener más tiempo para que los alumnos desarrollen los ensayos en el laboratorio.

En la encuesta a los alumnos se pudo evidenciar que la gran mayoría se encuentran disconformes con los desempeños de los jefes de práctica, básicamente indican que esperan que ellos compartan sus experiencias reales en la aplicación de los ensayos y la gran mayoría no tienen experiencia profesional en el rubro de la geotecnia.

En las demás preguntas, los alumnos están conformes con el contenido y desarrollo del laboratorio. Sin embargo, varios alumnos indican que es necesario la retroalimentación de los jefes de práctica, ya que casi es nula, sobre todo en la clasificación visual manual de los suelos. Otro comentario a resaltar es que varios alumnos sugieren que se deban mostrar videos de los ensayos de laboratorio.

A partir de estos resultados de la indagación con los profesores, jefes de práctica y alumnos se proponen las siguientes acciones para la reestructuración y mejora del curso, a través de una innovación:

- Renovación de equipos para ensayos especiales.
- Elaboración de rúbrica para corrección de informe y que sea grupal.
- Mejora en la retroalimentación de parte de los jefes de práctica.

- Presentación de videos de los ensayos.
- Virtualización de las evaluaciones.

Respecto a la primera acción esta tiene un carácter administrativo, por lo que no será tomada en cuenta en el proyecto de innovación. Sin embargo, se pone en evidencia que es necesaria de acuerdo a la investigación e indagación realizada.

Las otras cuatro acciones sí serán tomadas en cuenta para el proyecto de innovación en el curso de laboratorio de mecánica de suelos.

1.4 ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE UN LABORATORIO EN MODALIDAD VIRTUAL

1.4.1 Educación Virtual

En el presente capítulo se va a definir las principales características de la educación virtual y las ventajas que ofrece frente a la modalidad presencial. Para este capítulo se toma de referencia la investigación de Martínez (2008).

De acuerdo con esta investigadora, la educación virtual es una modalidad en la cual múltiples participantes pueden interactuar en el mismo ambiente audiovisual en tiempo real (síncrona) o de forma diferida (asíncrona). Para el desarrollo de esta modalidad se debe considerar las siguientes dimensiones: tiempo, lugar, espacio, interacción, tecnología y autocontrol. Una de las ventajas de la modalidad virtual, es que en las tres primeras dimensiones, el alumno busca el momento, lugar y espacio más oportuno para desarrollar sus actividades de aprendizaje. Las otras tres dimensiones son propias de la educación virtual y el alumno utiliza las tecnologías de información y comunicación que estén a su alcance para interactuar con docentes y compañeros de clase, estableciendo su propio control.

El centro de las actividades en la educación virtual es el alumno y no el docente, y se fundamenta en el autoaprendizaje, es decir que el aprendizaje se considera como un proceso en la que el estudiante construye el conocimiento paso a paso, utilizando como medio las tecnologías de información y comunicación. El rol del docente es clave para que el alumno alcance la competencia de autonomía y se convierte en un tutor en línea, en la que resuelve dudas, asesora, corrige trabajos y brinda retroalimentación por medios textuales, como el chat o correo electrónico, o por medios audiovisuales, como las videoconferencias.

Por lo tanto, para cursos de laboratorio en general en modalidad virtual es imperioso crear una plataforma virtual aprovechando las tecnologías de información y comunicación posibles y que el docente o jefe de práctica sea consciente de su rol como orientador con el fin de que el estudiante de ingeniería civil adquiera las competencias establecidas en el sílabo del laboratorio y agregarle la competencia de autonomía en su aprendizaje.

1.4.2 Aprendizaje Colaborativo

El curso de laboratorio de mecánica de suelos se trabaja de forma grupal, sea en un entorno presencial o virtual. En un entorno presencial, es claro que los estudiantes realizan en grupo los ensayos de laboratorio. En el entorno virtual, y como se ha visto en los capítulos anteriores, el informe debe ser elaborado de forma grupal.

En su forma más básica, el aprendizaje colaborativo es la actividad de pequeños grupos desarrolladas en una clase, en la cual se desarrolla el proceso de socialización de las personas del grupo. Si la comunicación entre los miembros del grupo desarrolla las mentes de las personas, entonces se fomentan habilidades de trabajo en equipo.

De acuerdo con la Vicerrectoría Académica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2012), se ha encontrado que los alumnos aprenden más usando el aprendizaje colaborativo, ya que recuerdan por mucho más tiempo los contenidos y desarrollan habilidades de pensamiento crítico, además que se sienten más confiados y aceptados por ellos mismos y por los demás integrantes del grupo.

Los elementos del aprendizaje colaborativo son los siguientes:

1. **Cooperación:** los alumnos se apoyan entre sí para cumplir los objetivos del trabajo, y no tienen éxito al menos que todo el grupo lo tenga.
2. **Responsabilidad:** cada estudiante es responsable de la parte individual de la tarea que le corresponde.
3. **Comunicación:** los integrantes del grupo intercambian información y se brindan retroalimentación para lograr mejores resultados.
4. **Trabajo en equipo:** se resuelven problemas en grupo y se desarrollan habilidades de liderazgo, comunicación, toma de decisiones y solución de conflictos.

5. **Autoevaluación:** Los integrantes del grupo se evalúan periódicamente e identifican las oportunidades de mejora en los trabajos asignados.

Durante un trabajo grupal los objetivos de aprendizaje de las tareas planteadas son alcanzados de una forma más eficiente gracias a la colaboración y aporte de los integrantes del grupo.

En el aprendizaje colaborativo el docente adquiere una gran responsabilidad como guía de los estudiantes, para lo cual se requiere una comunicación clara y un monitoreo continuo de las actividades realizadas en los grupos.

Los alumnos que cursan el laboratorio de mecánica de suelos, se encuentran en una etapa de formación y aún no están habituados a trabajar en equipo, por lo que esta estrategia favorece el desarrollo de actitudes como responsabilidad, empatía, puntualidad, respeto y pensamiento crítico. Además, el trabajar en grupo prepara a los estudiantes de ingeniería civil a afrontar el mundo laboral, ya que por lo general se trabaja en equipo y en conjunto con diversos profesionales.

Se considera que para el curso de laboratorio de mecánica de suelos la estrategia de aprendizaje colaborativo será eficaz y se debe implementar para el desarrollo del informe de laboratorio de cada sesión, en la que cada integrante del grupo asume un rol específico para el cumplimiento satisfactorio del trabajo.

Para la formación de grupos se siguen los criterios establecidos por la Vicerrectoría Académica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2012), en el cual se ha evidenciado que los equipos más efectivos son aquellos que han sido formados por el profesor y no por los estudiantes. En el presente proyecto, el docente, una semana antes del inicio de la primera sesión, forma grupos de cuatro a cinco estudiantes en base a su promedio de calificaciones.

1.4.3 Evaluación Formativa y Retroalimentación Oral

Un modelo educativo basado en competencias requiere un cambio en el proceso de evaluación, cambiando del tradicional proceso de evaluación sumativo a uno formativo.

El proceso de evaluación formativo tiene como objetivo mejorar el aprendizaje del estudiante y el funcionamiento del proceso de enseñanza y aprendizaje (Lopez, 2006, citado por Pérez, 2008). Los sistemas de evaluación formativa que promueven el

aprendizaje de los estudiantes son: la retroalimentación durante el proceso (feedback), posibilidad de mejora, autoevaluación y evaluación de pares, y la reflexión.

Para llevar a cabo este proceso de evaluación debe quedar bien claro para docentes y estudiantes los requisitos, criterios de evaluación, procedimientos e instrumentos de evaluación, instrumentos de calificación y criterios de calificación (Pérez & Taberner, 2008).

Como se mencionó, uno de los sistemas de evaluación formativo es la retroalimentación durante el proceso, y esto concuerda con Hattie (2009), quien señala que la retroalimentación (feedback) es una de las más poderosas estrategias para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

En ese sentido, la retroalimentación “consiste en brindar información, orientar, formular preguntas y valorar las tareas que realizan los alumnos, sus productos, sus desempeños” (Anijovich, 2004). Asimismo, el autor señala que antes, en el modelo educativo tradicional, la retroalimentación no era considerada, porque no se mencionaba ni se informaba sobre su aprendizaje al alumno; por el contrario, tan solo se le daba una calificación aprobada o desaprobada.

Del mismo modo, el Ministerio de Educación de Argentina indica que “se denomina retroalimentación a la información que el docente, y en ocasiones los compañeros, dan a un alumno durante el proceso mismo de aprendizaje, para que este pueda saber si está realizando bien su tarea, si está aprendiendo correctamente y, también, para que pueda mejorar su tarea actual y sus tareas futuras” (2009).

Además, para que la retroalimentación sea útil y eficaz se necesitan tres importantes variables, las cuales las explica Gordon (2010). Estas son i) Motivo, porque el aprendiz lo necesita; ii) Oportunidad, porque el aprendiz la recibe en el momento de utilizarla; y iii) Medios, porque el aprendiz está dispuesto a usarla y es capaz de hacerlo. Así, la retroalimentación puede darse antes, durante o finalizando el trabajo del alumno.

Asimismo, Wilson (s.f) propone ciertas estrategias para que la retroalimentación sea más aprovechada y beneficiosa por el alumnado. Estas estrategias las representa en una pirámide, la cual indica diferentes características que combinadas dirigen una efectiva retroalimentación.

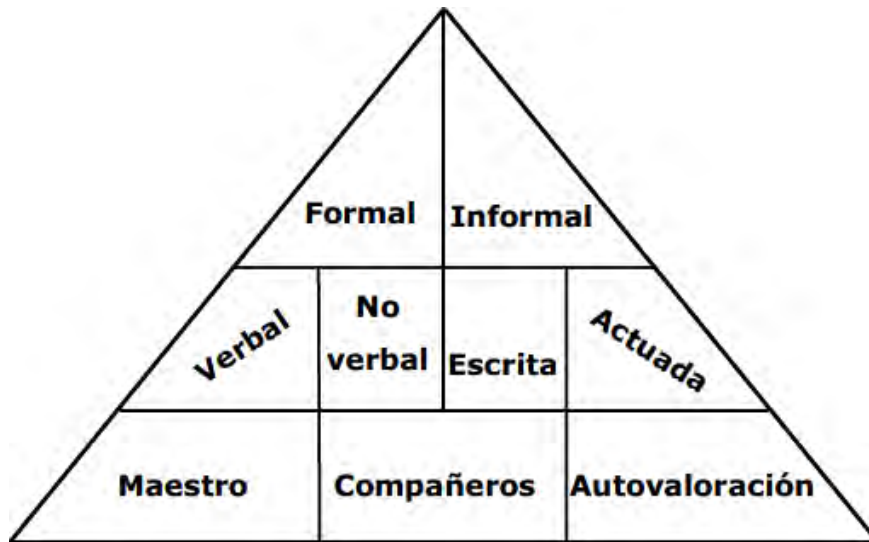


Figura N° 2. Estrategias para la retroalimentación

En relación a la pirámide, la retroalimentación oral aparece en el tipo informal, ya que esta puede ser una conversación breve con el profesor o, incluso, con algún compañero. Según Wilson, este tipo de retroalimentación suele ser muy útil, ya que permite que el estudiante reflexione sobre su proyecto de investigación o tarea. No obstante, el autor añade que hay que buscar un equilibrio entre la retroalimentación formal (notas, calificaciones) y la informal. Además, mezclar formas de retroalimentación tanto escritas como orales permite el desarrollo de conocimiento del alumno.

Por otro lado, se investigó acerca del uso de la retroalimentación en el desarrollo de laboratorio de mecánica de suelos y se encontraron algunas experiencias exitosas. Por ejemplo, Chalmers et al. (2018) concluyeron que la retroalimentación oral es más beneficiosa y positiva, que la típica que se hace colocando comentarios en los informes, ya que las observaciones pueden ser explicadas en una atmosfera más informal y es mejor percibida por los estudiantes.

A partir de la investigación del Profesor Chalmers, Pinho-Lopes & Powrie (2020), profesores del área de geotecnia de la Universidad de Southampton, iniciaron la aplicación de la retroalimentación oral en los informes que realizaban los estudiantes en laboratorio de mecánica de suelos. Esta retroalimentación se efectuaba durante la ejecución de los ensayos de laboratorio. Se llamaba a los grupos un momento y se les explicaba acerca de sus aciertos y errores en la elaboración de los informes. Los

resultados percibidos por estos profesores, es que la retroalimentación oral, cara a cara con los alumnos, es recomendable para grupos pequeños y que estas conversaciones son productivas, tanto para estudiantes como para instructores. Concluyeron que los alumnos se sienten más valorados y motivados en su aprendizaje.

Tomando el ejemplo de esta experiencia exitosa, la retroalimentación oral será parte del proceso de evaluación del curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual, usando para ello videoconferencias síncronas con los estudiantes. Además, al trabajar en grupo, considero importante la evaluación entre pares, y también formará parte del proyecto de innovación.

1.5 INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA

Innovar en educación es mejorar la calidad educativa, motivar a los alumnos, fomentar la creatividad, facilitar la investigación y desarrollar nuevos aprendizajes.

De acuerdo con García & Gros (2013) la innovación se debe orientar a la transformación de las universidades. Para lograrlo, se requiere analizar las relaciones existentes entre la investigación, la docencia y la innovación, ya que esta relación marca la principal diferencia entre las universidades. Además, se debe plantear la innovación de la propia estructura académica y del sistema formativo.

Por lo general, utilizamos la palabra innovación para expresar cambios que añaden valor y diferenciación. Sin embargo, hay que tener en cuenta que para algunas organizaciones lo que es innovación, para otras puede ser simplemente una mejora.

La mejora es un cambio en el que se puede predecir los resultados, en cambio la innovación supone una modificación con un riesgo por asumir, ya que los procesos de mejora pueden sufrir cambios sobre la marcha o simplemente no se logra la innovación esperada. Además se debe tener en claro, que los resultados de innovar no siempre se obtienen de forma inmediata.

La capacidad para crear innovación tiene mucho que ver con la posibilidad de trabajar de forma interdisciplinar y de producir investigación, lo cual debe ser uno de los pilares de la universidad de hoy.

Es necesario y obligatorio innovar en la enseñanza universitaria, partiendo desde que la sociedad, las tecnologías y el mundo en general cambian constantemente. Por lo

tanto no podemos quedarnos con la enseñanza tradicional y debemos enfocarnos en poner énfasis en cómo lograr que la tecnología de comunicación y acceso a recursos educativos sea más beneficioso para la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

A partir de la innovación en la enseñanza universitaria se pueden generar competencias para el aprendizaje autónomo que tienen que ver con la independencia, toma de decisiones informada, control del proceso de aprendizaje y cierto dominio en el campo de estudio específico.

Los docentes debemos tener en cuenta que la mayoría de habilidades de los alumnos recién están por emerger en esta etapa de sus vidas por lo que debemos considerar que es responsabilidad de la educación superior trabajar sobre estas habilidades y potenciarlas.

1.6 PROBLEMATIZACIÓN

En base a los resultados de la indagación realizada a los profesores, jefes de práctica y alumnos; a la investigación acerca de las metodologías eficaces de enseñanza y experiencias exitosas en universidades del mundo; y a partir de la experiencia del investigador como profesor del área de geotecnia, ex jefe de práctica y ex alumno del laboratorio, la problemática del curso es la siguiente:

“La inexistente retroalimentación en el curso Laboratorio de Mecánica de Suelos para una modalidad virtual afecta el desarrollo de la habilidad de análisis e interpretación de datos con el fin de emitir conclusiones acertadas en los informes”

Por lo tanto, y en base a la problemática general detectada, el proceso de innovación se llevará a cabo en lo concerniente a la mejora en las metodologías de aprendizaje utilizando estrategias de trabajo colaborativo y evaluación formativa para la elaboración de informes, dando énfasis a la retroalimentación oral, así como la implementación de plataformas virtuales con recursos en línea.

CAPÍTULO II: PROYECTO DE INNOVACIÓN

2.1 RESUMEN DEL PROYECTO Y DATOS GENERALES

2.1.1 Título del Proyecto

Estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje de un curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual.

2.1.2 Resumen del proyecto

El proyecto de innovación consiste en diseñar las estrategias didácticas para el laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual, usando estrategias de aprendizaje colaborativo y evaluación formativa para la elaboración de informes.

Actualmente debido a la emergencia sanitaria no es posible realizar el laboratorio en la modalidad presencial, por lo que se hace imprescindible realizarlo de forma virtual manteniendo la calidad en el contenido educativo.

Previo al inicio del curso se requiere elaborar diversos recursos en línea, tales como videos de los procedimientos de los ensayos de laboratorio, guías de los ensayos, evaluaciones en línea y rúbricas para la calificación de informes. Todas estas herramientas deberán estar alojadas en una plataforma virtual en la cual el alumno tenga acceso en el momento que lo requiera y desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

Los alumnos deben formar grupos antes del inicio del primer laboratorio. Estos grupos son designados por el profesor del curso y se basa en su promedio ponderado de los cursos aprobados del plan de estudios.

Debido a que no se puede asistir presencialmente al laboratorio, en la modalidad virtual se suprime la clasificación visual manual de los suelos y todos los procedimientos de ensayos que se realizaban en las instalaciones del laboratorio. En su lugar se brindan clases con video conferencias síncronas en las que se explican los conceptos teóricos de cada uno de los ensayos, sus procedimientos y su aplicación en la práctica de la ingeniería civil. Además, las clases síncronas permiten presentar ejemplos de cálculos y absolver las dudas que tengan los alumnos luego de atender la clase y de revisar los recursos en línea.

En resumen, la nueva estructura de cada una de las sesiones del laboratorio es la siguiente:

Previo a la sesión de laboratorio:

Los estudiantes deben revisar los videos de los procedimientos de los ensayos de laboratorios que estarán alojados en la plataforma virtual. Además, se espera que hayan leído la guía de ensayos, en la cual se explican los conceptos teóricos, procedimientos de ensayos, cálculo de los resultados y su aplicación en la solución de problemas en la ingeniería civil.

Este estudio es autónomo y no tiene establecido un tiempo específico para su realización. El alumno puede estudiar en el momento que vea conveniente y tomarse el tiempo que requiera.

Durante la sesión de laboratorio:

Cada sesión de laboratorio tiene una duración de 240 minutos. El día de la sesión de laboratorio se establece la siguiente estructura:

- a) Los alumnos se conectan a la plataforma virtual para iniciar el laboratorio. El tiempo de espera es de 10 minutos.
- b) **Cuestionario de evaluación del informe CEI.** Esta evaluación es individual y se debe realizar al inicio de la sesión de laboratorio. Las preguntas son referentes a cálculos, análisis e interpretación de resultados de los ensayos realizados en el informe del laboratorio anterior. Este cuestionario tiene una duración de 25 minutos.

Los alumnos resuelven el cuestionario en la plataforma virtual. Este cuestionario busca desarrollar las habilidades de resolución de problemas de ingeniería, análisis e interpretación de resultados.

Cabe indicar que este cuestionario CEI es evaluado a partir del segundo laboratorio. Al finalizar el curso se establece una fecha y hora para rendir exclusivamente el último cuestionario CEI.

- c) El docente del curso brinda una videoconferencia sincrónica acerca de los fundamentos teóricos y prácticos de los ensayos de laboratorio. Este espacio también se emplea para realizar algunos cálculos y discutir acerca de los

posibles resultados de los ensayos. La estrategia didáctica empleada es la de la clase magistral.

El tiempo empleado en esta clase magistral sirve también para absolver las inquietudes que tengan los estudiantes después de haber visto los videos, leer la guía de ensayos y presenciar la clase.

El tiempo total que se emplea en la clase magistral es de 180 minutos con dos descansos de 10 minutos.

- d) **Evaluación de Procedimientos de Ensayo (EPE).** Los alumnos resuelven el cuestionario con el fin de constatar que se hayan efectuado las lecturas, revisado los videos y despejado las dudas durante la clase sincrónica. Este cuestionario está orientado a resolver preguntas acerca de conceptos teóricos y procedimientos de los ensayos, y tiene una duración de 25 minutos.

Los alumnos resuelven el cuestionario en la plataforma virtual. Este cuestionario busca desarrollar la habilidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos.

Después de la sesión de laboratorio:

Luego de cada sesión de laboratorio, cada uno de los grupos debe elaborar el **Informe de Laboratorio IL**. El docente y jefe de práctica deben brindar las indicaciones, datos y hacer de conocimiento la rúbrica de evaluación a los estudiantes.

Las estrategias didácticas para el proceso de enseñanza y aprendizaje son el aprendizaje colaborativo y la evaluación formativa. Para el desarrollo del informe cada integrante del grupo asumirá una función de tal forma que todos trabajen en la elaboración del informe escrito. La labor de los jefes de práctica será de acompañar el proceso del desarrollo del informe a través de asesorías que podrán ser correos electrónicos o respuestas en foros. Luego de la entrega del informe cada grupo tendrá una videoconferencia en la que el jefe de práctica brinda retroalimentación oral acerca del trabajo realizado.

2.1.3 Problema priorizado

El proyecto de innovación prioriza la mejora de las metodologías de aprendizaje del curso laboratorio de mecánica de suelos, para lo cual se utiliza estrategias de trabajo colaborativo y evaluación formativa para la elaboración de informes, dando énfasis a la retroalimentación oral, así como implementación de plataformas virtuales con recursos en línea.

2.1.4 Cursos asociados al proyecto

El curso asociado al proyecto de innovación es el Laboratorio de Mecánica de Suelos, el cual es obligatorio y pertenece al séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Civil. Además, los logros de la innovación repercuten en los cursos de Mecánica de Suelos que se cursa en el mismo semestre, y también en el curso Ingeniería de Cimentaciones que se lleva en el octavo semestre.

2.1.5 Área disciplinar

El curso es de carácter obligatorio en la carrera de Ingeniería Civil y tiene un (1.0) crédito. Este curso se lleva a la par con el curso de Mecánica de Suelos y forma parte de los cursos del área de geotecnia.

El curso está dividido en cinco sesiones de cuatro horas de duración cada una, las cuales se llevan de forma virtual.

2.1.6 Población beneficiada

El curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos, en el ciclo de verano, cuenta con quince alumnos inscritos divididos en tres grupos de cinco alumnos cada uno. Se realiza el proyecto de innovación con esta población de estudiantes.

Cabe indicar que en un ciclo regular los alumnos inscritos son en promedio ciento treinta y cinco.

2.1.7 Fecha de inicio y fin

El proyecto de innovación se lleva a cabo durante el ciclo de verano 2021-0, el cual inicia el 18 de enero y finaliza el 11 de marzo del 2021.

Las sesiones de laboratorio se llevan cabo en las siguientes fechas:

- Primera Sesión: lunes 25 de enero
- Segunda Sesión: lunes 01 de febrero
- Tercera Sesión: lunes 15 de febrero
- Cuarta Sesión: lunes 22 de febrero
- Quinta Sesión: lunes 01 de marzo

La innovación se aplica en las cinco sesiones del laboratorio, con un total de veinte horas por horario.

2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN

La taxonomía original de Bloom del año 1956 incluía seis niveles de habilidades cognitivas, siendo el conocimiento el nivel más bajo y la evaluación el nivel más alto (Bloom et al, 1956). Anderson et al (2001) propusieron una taxonomía revisada de Bloom, en la cual dividieron en seis nuevos niveles a estas habilidades. Los niveles son los siguientes:

- Nivel 1: recordar.
- Nivel 2: comprender.
- Nivel 3: aplicar.
- Nivel 4: analizar.
- Nivel 5: evaluar.
- Nivel 6: crear.

A partir de estos niveles se puede clasificar los logros esperados en el curso de laboratorio de mecánica de suelos y se observa que estos se encuentran entre la tercera y sexta etapa, lo cual justifica que el laboratorio propicia el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes de ingeniería civil. La tabla N°1 muestra las acciones, resultados de aprendizaje y niveles en la taxonomía revisada de Bloom para un curso de laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla N° 1. Resultados de Aprendizaje en un Curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos (adaptación de Derbidge & Fiegel, 2020)

Acción	Resultados	Nivel
Clasificar...	... diferentes tipos de suelos visual y manualmente	Analizar
Ensayar...	... muestras de suelos para obtener su clasificación SUCS, propiedades físicas y mecánicas	Aplicar
Comparar y contrastar...	... resultados de los ensayos con valores típicos en referencias técnicas	Evaluar
Interpretar y comparar...	... resultados de los ensayos de laboratorio	Analizar
Desarrollar...	... hojas de cálculo para la determinación de resultados y gráficas	Crear
Determinar...	... el efecto de la perturbación de las muestras en los resultados de los ensayos en laboratorio	Evaluar
Preparar...	... un informe técnico de los ensayos de laboratorio	Crear

En la indagación de la problemática realizada con profesores, jefes de práctica y alumnos se evidencia que es necesario la elaboración de una rúbrica para la corrección del informe y una mejora en la retroalimentación de los jefes de práctica.

Al no existir una rúbrica para la evaluación del informe escrito, el criterio para la corrección es subjetivo y variable en todos los horarios, lo cual repercute en la calificación y en el aprendizaje del alumno. Esto también se asocia a la inexistente retroalimentación lo cual no permite al estudiante comprender en lo que debe mejorar.

Otro punto importante evidenciado en la indagación es la necesidad de tener videos de los ensayos de laboratorio previo a la sesión presencial, de tal manera que los alumnos vayan mejor preparados a las sesiones de laboratorio.

Es por estos motivos, que a partir de la indagación, se justifica la importancia del proyecto de innovación del curso en la modalidad virtual.

La revisión de literatura, sobretodo la recolectada en investigaciones científicas de diversos congresos de educación en ingeniería geotécnica, muestra que las estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje están basadas en el aprendizaje colaborativo y la evaluación formativa.

Respecto a la evaluación formativa, y a partir de la investigación de los profesores Chalmers, Pinho-Lopes & Powrie (2020), se ha verificado la efectividad de la retroalimentación oral, la cual dada en un ambiente más informal con los alumnos, permite que estos puedan captar mejor los comentarios y recomendaciones de sus instructores en el laboratorio y luego puedan mejorar su aprendizaje.

Además, como se ha mencionado anteriormente, existen experiencias exitosas en universidades del mundo, tales como la Universidad de Sidney, Universidad Politécnica Estatal de California y la Universidad de Adelaida, en las que se utilizan estrategias didácticas basadas en aprendizaje colaborativo y evaluación formativa, en las cuales los estudiantes han tenido un mejor rendimiento a comparación de otros semestres.

Por último, la innovación se justifica a partir de que la metodología tradicional de enseñanza, en estos momentos es obsoleta, y se requiere poner al alumno como protagonista de su aprendizaje, aprovechando las habilidades digitales que poseen, debido a que han sido formados desde la educación básica con recursos digitales. También, es necesario enseñar, hoy en día, utilizando las diversas tecnologías de información y comunicación, sobre todo en esta coyuntura que nos ha llevado a impartir las clases en modalidad virtual.

2.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN

El proyecto de innovación presenta los siguientes objetivos:

2.3.1 Objetivo General

- Desarrollar la habilidad de análisis e interpretación de datos, con el fin de emitir conclusiones acertadas en los informes, a partir del uso de estrategias didácticas de aprendizaje colaborativo y evaluación formativa.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Elaborar una rúbrica para la evaluación del informe escrito de las sesiones de laboratorio.
- Implementar estrategias de trabajo en equipo para el desarrollo del informe grupal de los ensayos de laboratorio.

- Usar la retroalimentación oral como estrategia para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.
- Implementar recursos en línea (videos, diapositivas, evaluaciones) en una plataforma virtual.

2.4 DESCRIPCIÓN NARRATIVA DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

La propuesta de innovación busca establecer las secuencias didácticas de un curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual, utilizando estrategias de aprendizaje colaborativo y evaluación formativa. Como ya se ha explicado en capítulos anteriores esta propuesta está basada en las tendencias actuales de la enseñanza de laboratorios de mecánica de suelos, en las experiencias exitosas que se han desarrollado en diferentes universidades del mundo y en base a la indagación realizada para determinar la problemática del curso de laboratorio actual.

En el presente capítulo se describen los recursos en línea utilizados, los roles asumidos y la secuencia didáctica de las sesiones del laboratorio, así como las pautas para su ejecución.

2.4.1 Recursos Multimedia

Previo al inicio del curso de laboratorio de mecánica de suelos, los docentes del curso deben implementar recursos multimedia los cuales deben estar alojados en una plataforma virtual, de tal forma que permitan a los estudiantes acceder a la información del curso en el momento que requieran y desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

El uso de recursos multimedia favorece la competencia de aprendizaje autónomo, y permite además que los alumnos lleguen mejor preparados a la clase magistral del laboratorio y luego puedan rendir mejor la evaluación de procedimientos de ensayos EPE.

Los recursos multimedia que se utilizarán en el curso son los siguientes: videos de los procedimientos de los ensayos de laboratorio, guía de los ensayos de laboratorio, sílabo del curso, indicaciones para el desarrollo de informes, calendario del curso, formatos para cada uno de los ensayos de laboratorio, diapositivas de la clase, entre otros.

En la siguiente figura se muestra la pantalla principal del curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual.



Figura N° 3. Pantalla principal del curso de laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual

Para cada una de las sesiones de laboratorio, se elaboran videos de los ensayos y se presentan las diapositivas de clase. En la siguiente figura se muestra la pantalla de la primera sesión de laboratorio.

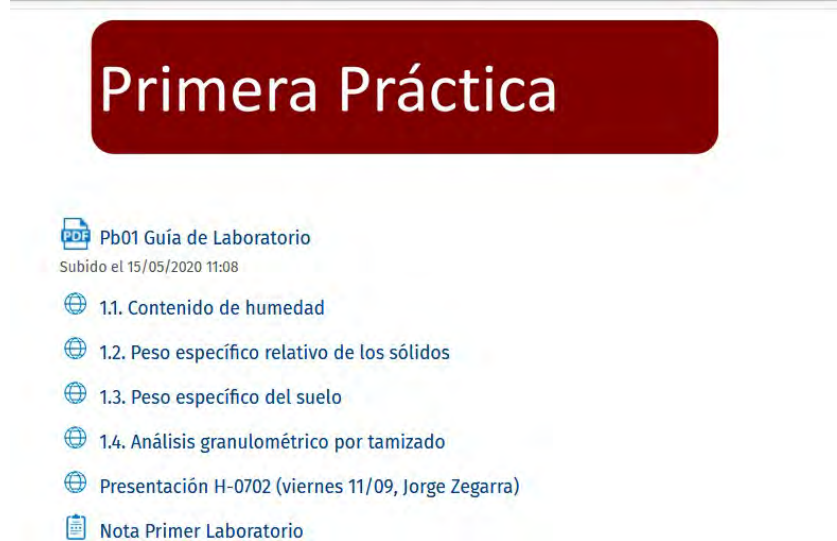


Figura N° 4. Pantalla de la primera sesión del laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual

Los videos de los procedimientos de los ensayos de laboratorio tienen una duración entre uno a cuatro minutos. El objetivo que sean videos de corta duración es justamente para que los alumnos puedan verlo varias veces hasta que comprendan los procedimientos de los ensayos.

Solamente en la quinta sesión para la explicación del ensayo triaxial se tiene un video de más de 15 minutos, debido a que no solo se explica los procedimientos del ensayo sino los conceptos teóricos que se requieren para comprender el ensayo.

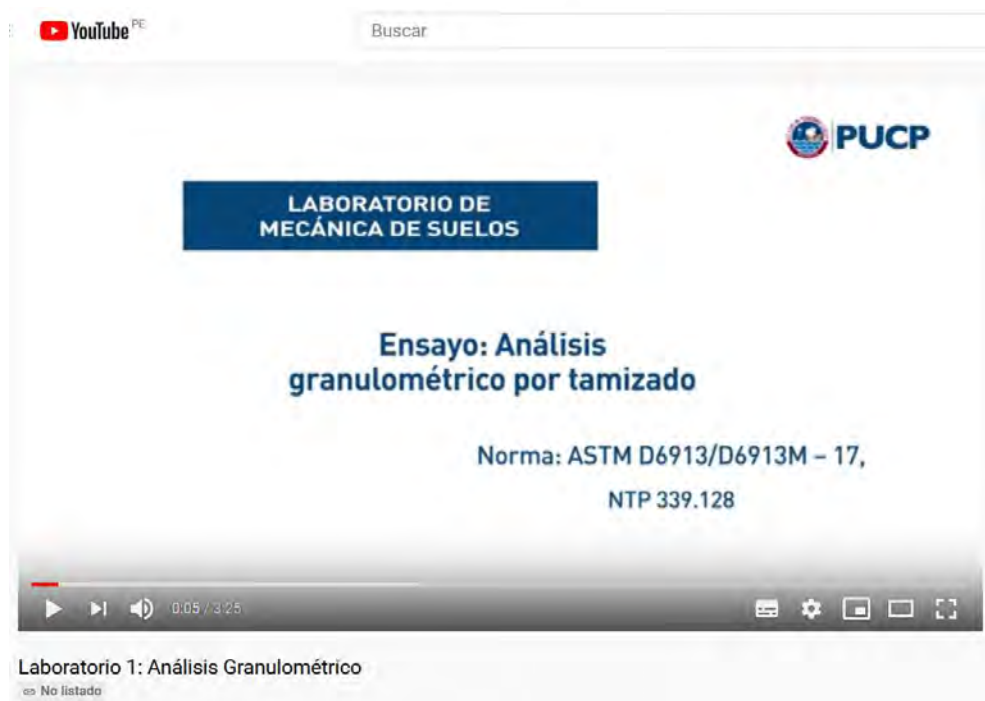


Figura N° 5. Vista de uno de los videos de ensayos alojados en la plataforma virtual

Los videos de la grabación de las clases magistrales, así como las diapositivas también se encuentran alojadas en la plataforma virtual, con el fin que los estudiantes puedan estudiar y elaborar de forma adecuada el informe.

En las diapositivas se encuentra información relacionada a conceptos teóricos, procedimientos de ensayos, importancia de estos, fuentes de error comunes, ejemplos para cálculos y gráficas con resultados.

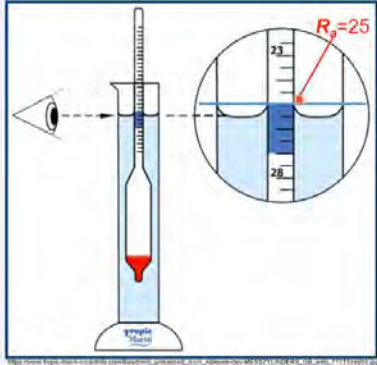
zoom

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

SED

ASTM D7928-17, NTP 339.128

- ✓ Colocar el cilindro en un lugar apropiado y efectuar las lecturas de: 1, 2, 3, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 240 y 1440 minutos.
- ✓ Para ello, insertar cuidadosamente el hidrómetro dentro de la mezcla unos 30 segundos antes de tomar la lectura, para que se estabilice.
- ✓ Retirar con cuidado el hidrómetro, limpiarlo delicadamente con papel y guardarlo en su caja hasta la siguiente lectura.
- ✓ Para fines prácticos, no retirar el hidrómetro durante las primeras 5 lecturas.



00:17:22 / 00:26:37

Velocidad

Figura N° 6. Vista de una clase magistral grabada

Otro de los recursos importantes que se utiliza es la guía de los ensayos de laboratorio, el cual es un manual de ciento quince páginas con todos los procedimientos de los ensayos de laboratorio. Los alumnos deben leer el manual previo al inicio de cada sesión para que estén mejor preparados para la evaluación EPE.

En la indagación realizada, se concluye que esta guía tiene mucha aceptación tanto por jefes de práctica y alumnos. Esta guía es constantemente revisada y actualizada por los docentes del curso. Se considera que es un buen material de enseñanza para cursos de laboratorio de mecánica de suelos.

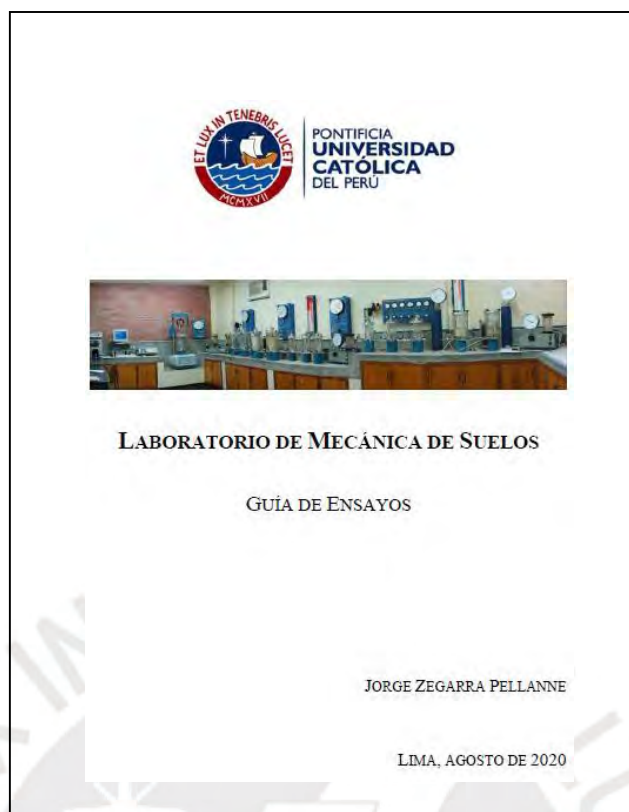


Figura N° 7. Carátula de la última edición de la Guía de Ensayos del Laboratorio de Mecánica de Suelos

2.4.2 Formación de Grupos

Previo al inicio del curso, los alumnos deben formar grupos de cuatro a cinco alumnos como máximo. En anteriores laboratorios se les permitía a los alumnos formar sus propios grupos. Sin embargo, en esta oportunidad se sigue la recomendación de la Vicerrectoría Académica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en la que el docente es quien se encarga de la conformación de los grupos de acuerdo a algún criterio, que puede ser el promedio de notas, género, edad, entre otros.

Para el curso, el criterio para la formación de los grupos será el promedio ponderado de cursos aprobados a la fecha. Un grupo típico estará conformado de la siguiente forma: un alumno con promedio alto, tres alumnos con promedios intermedios y un alumno con promedio bajo.

Esta formación de grupo, permite a los alumnos simular un escenario real de práctica profesional, pues al momento de trabajar casi siempre se realiza con personas que

no se conoce por lo que se desarrollan habilidades de liderazgo, negociación, comunicación y trabajo en equipo.

2.4.3 Secuencia Didáctica

El modelo que se implementa en las sesiones de laboratorio está basado en la propuesta de Jaksa et al. (2016), que lo ha utilizado de forma satisfactoria en las universidades de Sidney y Adelaida. Se presentan tres componentes en el desarrollo de la sesión de laboratorio:

- **Introducción a los ensayos de laboratorio**, el cual se desarrolla previo a la sesión, en el cual los alumnos desarrollan un aprendizaje autónomo a partir de los recursos multimedia alojados en la plataforma virtual.
- **Desarrollo de los ensayos**, el cual se lleva a cabo durante la sesión y está conformado por tres momentos: cuestionario de evaluación del informe CEI, clase magistral de los ensayos y evaluación de procedimientos de ensayo EPE.
- **Post laboratorio**, en el cual se desarrolla el informe de laboratorio IL de forma grupal, acompañado en el proceso por el jefe de práctica quien brinda asesorías, corrige el informe y brinda retroalimentación oral al grupo.

Previo a la sesión de laboratorio:

Los estudiantes revisan los videos de los procedimientos de los ensayos de laboratorio y leen la guía de ensayos que se encuentran en la plataforma virtual.

No existe un tiempo específico para la revisión del material multimedia, ya que se busca que el alumno estudie cuando lo vea conveniente y se tome el tiempo que desee.

Se espera que luego de este aprendizaje autónomo el alumno llegue a la sesión de laboratorio mejor preparado y con inquietudes que puedan ser absueltas por el docente del curso durante la clase magistral. Además si están bien preparados podrán tener un mejor desempeño en la evaluación de procedimientos de ensayos. EPE.

Durante la sesión de laboratorio:

Como ya se había mencionado, el laboratorio consiste en cinco sesiones de cuatro horas cada una en la que se lleva a cabo los siguientes ensayos:

Primera Sesión: peso específico del suelo, contenido de humedad, peso específico relativo de los sólidos y análisis granulométrico por tamizado.

Segunda Sesión: análisis granulométrico por sedimentación, límites líquido y plástico y compactación tipo Proctor.

Tercera Sesión: densidad en el campo usando el cono de arena y demostración de relación soporte de California (CBR).

Cuarta Sesión: consolidación unidimensional y permeabilidad con carga variable

Quinta Sesión: compresión simple, corte directo y ensayos triaxiales.

El día de la sesión, la estructura del laboratorio tiene cuatro momentos claramente establecidos. A continuación, se detalla cada uno de estos para el desarrollo de la sesión de laboratorio:

Cuestionario de evaluación del informe CEI. Esta evaluación es individual y consiste en una evaluación teórica y práctica acerca de los conceptos empleados para desarrollar el informe de laboratorio de la sesión anterior. También se pueden evaluar las observaciones y conclusiones del informe realizado.

Este cuestionario tiene una duración de 25 minutos y se realiza en la plataforma virtual. Para la solución los alumnos pueden emplear el informe desarrollado, diapositivas del curso, la guía del ensayo y sus apuntes de clase. Además, es indispensable que utilicen calculadoras científicas para la solución de los problemas.

Este cuestionario busca desarrollar las habilidades de resolución de problemas de ingeniería, análisis e interpretación de resultados.

Cabe indicar que este cuestionario CEI es evaluado a partir de la segunda sesión, luego de que los alumnos hayan desarrollado el informe de la primera sesión. Para el primer laboratorio este tiempo se emplea brindando indicaciones generales del laboratorio. Al finalizar el curso se establece una fecha y hora para rendir exclusivamente el último cuestionario CEI del quinto laboratorio.

A continuación se muestra una pregunta típica del cuestionario de evaluación de informe CEI:

Pregunta

1

Finalizado

Puntúa 2.00
sobre 2.00



Editar pregunta

Se ha realizado ensayos de humedad w , peso específico g , y peso específico relativo de los sólidos G_s a muestras de suelo del mismo material. Complete el formato de ensayo, el diagrama de fases (estado húmedo) y la tabla de relaciones gravimétricas y volumétricas.

CARACTERÍSTICAS VOLUMÉTRICAS				
Diámetro, cm	3.55	3.57	Peso	147.59 g
Altura, cm	7.93	7.92		
Área, cm ²				
Volumen, cm ³				

PESO DE LA MUESTRA (g)		
Muestra	Inicial	Seca
Cápsula N°	703	
P. Cápsula	22.23	
P. Cáps+Sue	169.82	146.77
P. Suelo		

GRAVEDAD ESPECÍFICA (G_s)		
Picnómetro N°	5	6
Temperatura, °C	20°C	20°C
Corrección a		
W_s : Peso de suelo seco	64.92	65.17
W_1 : Pic+agua+suelo	395.44	386.84
W_2 : Picnómetro+agua	354.62	346.10
$V_s = W_s + W_2 - W_1$		
$G_s = a W_s/V_s$		

DIAGRAMA DE FASES					
78.9	32.43	9.38	A	----	147.59
		23.05	W	23.05	
	46.57		S	124.54	

PROPIEDADES ÍNDICE		
Gravedad Específica, G_s	2.68	
Humedad, w (%)	18.51	
Peso Específico, g (gr/cm ³)	1.87	
Grado de Saturación, S (%)	71.08	
Peso Específico Seco, g_d (gr/cm ³)	1.58	
Peso Esp. Saturado, g_{sat} (gr/cm ³)	1.99	
Peso Esp. Sumergido, g' (gr/cm ³)	0.99	
Porosidad, n	0.41	
Relación de Vacíos, e	0.7	

Figura N° 8. Pregunta Tipo del Cuestionario de Evaluación de Informe CEI

Retroalimentación Oral. Esta es una de las innovaciones en el curso y surge a partir de la problemática de los cursos de laboratorio precedentes, en los cuales existía prácticamente nula retroalimentación.

La retroalimentación oral se dará durante un espacio de 15 minutos ni bien se culmine el cuestionario de evaluación del informe CEI y antes del inicio de la clase magistral.

Durante este espacio se absolverán observaciones efectuadas en los informes de los grupos, así como comentar acerca de los resultados obtenidos en los cálculos. Se hará mucho énfasis a la correcta elaboración de las conclusiones, los cuales tienen que ser coherentes con los objetivos planteados y con los resultados obtenidos de los cálculos. Del mismo modo, se felicitará a los grupos con los mejores trabajos incentivando a seguir con el buen desempeño durante el ciclo.

Clase Magistral. Este es uno de los cambios importantes que se realizan debido al cambio de modalidad de laboratorio. En un curso presencial este espacio se empleaba para que los alumnos desarrollen en las instalaciones del laboratorio los ensayos, sin embargo, debido a que no se puede asistir presencialmente a la universidad, este espacio se reemplaza por una clase magistral brindada por el docente del curso. El tiempo total que se emplea en la clase magistral es de 180 minutos con dos descansos de 10 minutos

El docente del curso brinda una clase mediante una videoconferencia sincrónica en la que explica los fundamentos teóricos y procedimientos de los ensayos. También se realiza algunos cálculos y se discute acerca de los posibles resultados de los ensayos de laboratorio.

Este espacio también es importante ya que se usa para absolver dudas que tengan los estudiantes luego de haber visto los videos, revisado la guía y atender la clase.

El desarrollo de esta clase acerca de ensayos de laboratorio permite descargar horas al curso principal de Mecánica de Suelos (aproximadamente 15 horas), por lo que se aprovecha este tiempo para incluir nuevos temas en el curso o en reforzar algunos temas con los alumnos.

Evaluación de Procedimientos de Ensayo (EPE). Esta evaluación es individual y consiste en la evaluación de conceptos teóricos y procedimientos de los ensayos. Con esta evaluación se puede constatar que los alumnos hayan revisado la guía de ensayos, revisado los videos y despejado las dudas durante la clase sincrónica. La duración del EPE es de 25 minutos.

El EPE tiene una duración de 25 minutos y se realiza en la plataforma virtual. Este cuestionario busca desarrollar la habilidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos.

A continuación se muestran algunas preguntas típicas de la evaluación de procedimientos de ensayo EPE:

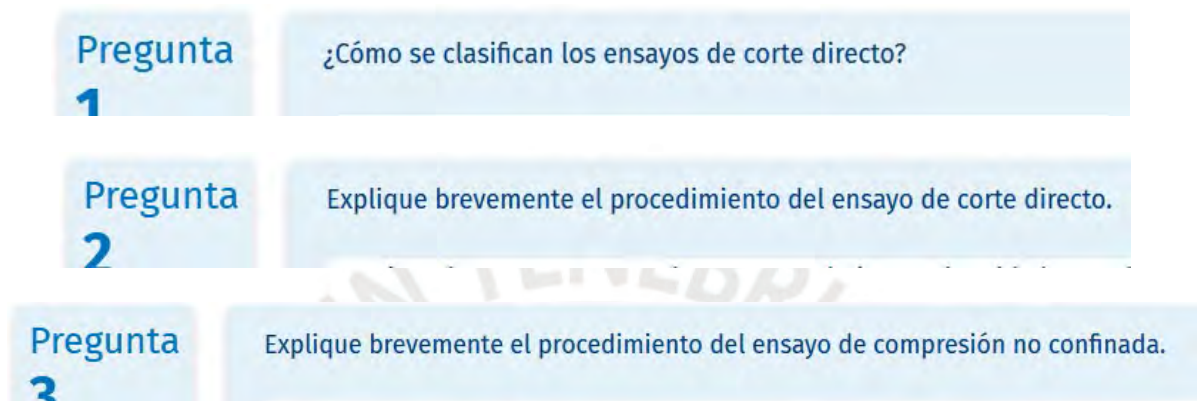


Figura N° 9. Preguntas Tipo de la Evaluación de procedimientos de Ensayos EPE

Después de la sesión de laboratorio:

Una vez culminado la sesión de laboratorio, los grupos deben elaborar el **informe de laboratorio IL**. Para realizar este informe el docente debe brindar todas las indicaciones, datos para los ensayos y hacer de conocimiento la rúbrica para la calificación del informe. Esta información debe estar presente en la plataforma virtual.

Para la elaboración del informe se emplea el aprendizaje colaborativo, y esta estrategia debe asegurar la participación de todos los miembros del grupo. En el caso que alguno de los integrantes del grupo no cumpla con el trabajo asignado, entonces todo el grupo se verá afectado. Del mismo modo, en caso de algún plagio, todos los miembros del grupo asumen la responsabilidad.

El informe de laboratorio se debe realizar empleando un procesador de textos, hojas de cálculo y otras herramientas informáticas según sean necesarias. Al ser informes técnicos se deben escribir en tercera persona.

Los alumnos deben presentar dos archivos: el informe final en formato PDF y la hoja de cálculo en formato XLS para la revisión puntual de algún cálculo que no se haya entendido en el informe escrito.

Los informes finales y las hojas de cálculo se suben a la plataforma virtual hasta un día antes del inicio de la nueva sesión de laboratorio. En el caso de detectarse algún plagio todos los miembros del grupo recibirán nota cero por falta de probidad.

La estructura del informe es la siguiente:

1. **Introducción:** Breve reseña de los objetivos y alcances del trabajo realizado (máximo media página).
2. **Discusión del trabajo:** Descripción concisa de los ensayos realizados. Se debe discutir las limitaciones de los equipos, así como las posibles causas de error. Esta parte del informe no debe ser copia de las separatas, normas o libros (normalmente entre media y una página por ensayo). En esta parte se puede incluir descripciones teóricas y fotos de ensayos.
3. **Cálculos:** Cada grupo recibirá datos de un ensayo completo. No es necesario mostrar todos los cálculos, pero si se tiene que mostrar un ejemplo típico de cada uno. Las unidades a usar serán las indicadas en cada formato. Usualmente es suficiente realizar los cálculos con dos cifras decimales y tres cifras significativas; en aquellos casos en que se requiera de mayor precisión, será explícitamente indicado.
4. **Formatos de cálculo:** Hay dos opciones de presentación de formatos de cálculo en el informe. Si se hacen los cálculos manualmente, se debe llenar todo el formato a mano, incluyendo todos los datos proporcionados y los valores calculados correspondientes. Si se utiliza una hoja de cálculo, se debe adjuntar una impresión (pdf) de dicha hoja.
5. **Gráficos:** Es indispensable incluir gráficos. Igualmente, hay dos opciones de presentarlos: a mano o en computadora. En caso de requerirse algunos trazos auxiliares, estos deberán hacerse con lapicero o lápiz 2B. Los gráficos deben realizarse en escalas tales que permitan apreciar lo que se trata de mostrar. En cada gráfico debe indicarse:
 - a. Título del gráfico,
 - b. Escalas,
 - c. Número de práctica,
 - d. Número de grupo,

e. Fecha de realización.

6. **Conclusiones:** Incluirá una breve reseña de los resultados obtenidos por los diversos grupos y comparación con los valores típicos de suelos semejantes a los analizados. Si los resultados obtenidos no son muy buenos (fuera del rango que le corresponde al tipo de suelo ensayado), se debe hacer un análisis sobre las causas probables de ello. Esta etapa requiere que los grupos intercambien resultados, a fin de poder hacer la comparación con por lo menos otros tres grupos (cada informe contendrá resultados de cuatro grupos).

7. **Declaración de Trabajo Grupal:** Se incluirá el formato (ver anexos) indicando los aportes de cada integrante del grupo.

8. **Cláusula de políticas contra el plagio:** Es obligatorio poner al final del informe el siguiente texto: "Certificamos que este informe ha sido completamente trabajado por nosotros, que no hemos tomado trabajo de los demás, ni copiado y pegado párrafos de informes de ciclos anteriores o del presente ciclo, que no hemos utilizado hojas de cálculo anteriores ni archivos de otras personas. Comprendemos y aceptamos que la violación a cualquiera de las reglas antiplagio de la universidad, así como las contenidas en el documento adjunto al sílabo serán causal de aplicación de todas las sanciones correspondientes, incluyendo anulación del laboratorio (nota N), reducción de 2 puntos en el promedio, y apertura de proceso disciplinario en la Facultad de Ciencias e Ingeniería."

Para poder asegurar que todos los miembros del grupo trabajen en el documento se propone dividir al informe en tres partes: introducción y discusión del trabajo; cálculos y gráficos; y conclusiones.

Las dos primeras partes deberían ser responsabilidad de dos miembros del grupo y en las conclusiones aportan todos, tenido a un solo responsable que se encarga de redactar las conclusiones. Se proponen las siguientes distribuciones del trabajo para grupos de cuatro y cinco alumnos:

Tabla N° 2. Distribución del trabajo para grupos de cuatro alumnos

Parte	Sesiones				
	1er Laboratorio	2do Laboratorio	3er Laboratorio	4to Laboratorio	5to Laboratorio
Introducción y discusión del trabajo	AB	BC	AC	CD	AD
Cálculos y gráficos	CD	AD	BD	AB	BC
Redacta conclusiones	A	B	C	D	A

Nota: A, B, C, D significa alumno A, alumno B, alumno C, alumno D

Tabla N° 3. Distribución del trabajo para grupos de cinco alumnos

Parte	Sesiones				
	1er Laboratorio	2do Laboratorio	3er Laboratorio	4to Laboratorio	5to Laboratorio
Introducción y discusión del trabajo	ABE	BCE	ACD	BCD	ADE
Cálculos y gráficos	CD	AD	BE	AE	BC
Redacta conclusiones	A	B	C	D	E

Nota: A, B, C, D, E significa alumno A, alumno B, alumno C, alumno D, alumno E

Al final del informe, como ya se mencionó, se debe incluir como anexo un documento denominado “Declaración de Trabajo Grupal”, en el cual todos los integrantes especifican las funciones y las labores realizadas. Este documento se incluye como anexo en el presente trabajo.

La labor de los jefes de práctica será de acompañar el proceso del desarrollo del informe a través de asesorías que podrán ser correos electrónicos o respuestas en foros. Estas asesorías se deben realizar durante la semana de elaboración del informe.

Una vez entregado los informes se procede con la retroalimentación acerca del trabajo realizado y brindar pautas para la mejora de los siguientes informes de laboratorio. Esta retroalimentación se realiza durante 15 minutos en las sesiones de laboratorio.

2.4.4 Evaluación

Las evaluaciones individuales EPE y CEI son calificadas en la plataforma virtual por los jefes de práctica. Al ser preguntas con respuestas precisas de conceptos teóricos, procedimientos o de cálculo numérico, no amerita preparar una rúbrica para la calificación de estas evaluaciones.

Para la calificación del informe de laboratorio se presenta una rúbrica, la cual está detallada en los anexos de este trabajo. Como se pudo ver en el capítulo de la indagación de la problemática, se evidenció que no existe una rúbrica para la calificación de los informes y cada jefe de práctica lo califica de acuerdo a su criterio. La consecuencia es una calificación desigual para todos los alumnos con poca o nula retroalimentación.

Este semestre se implementa la evaluación entre pares, para que los integrantes del grupo se evalúen entre sí, en base a una rúbrica, la cual se presenta en los anexos de este trabajo. En el semestre de verano esta evaluación no tendrá puntaje, pero se sugiere que se implemente en los sucesivos semestres, tanto en modalidad virtual como presencial.

La evaluación entre pares se dará luego de la entrega del quinto informe de laboratorio. Esta evaluación se entregará vía correo electrónico al jefe de práctica y se mantendrá en todo momento el anonimato de los alumnos evaluadores.

Los puntajes de los procesos de evaluación son los siguientes:

EPE	Evaluación de procedimientos de ensayos	6 pts
IL	Informe de laboratorio	8 pts
CEI	Cuestionario de evaluación del informe	6 pts

Cabe precisar que para la evaluación se mantienen algunas reglas de los laboratorios de otros semestres, las cuales son las siguientes:

- Sólo pueden participar del IL aquellos alumnos que hayan estado presentes durante la sesión de laboratorio y completado la EPE.
- Sólo pueden rendir el CEI, aquellos alumnos que hayan participado del IL, estado presentes durante la sesión de laboratorio y completado la EPE. Debido a que el CEI indica lo aprendido en cada laboratorio, en caso de tener una nota desaprobatoria en dicha prueba se aplicará un factor de reducción a la calificación del informe (IL), de la manera siguiente: si la nota del CEI es 2.50 (sobre un máximo de 5 puntos), el IL se multiplica por 80%, y si la nota del CEI es 0, el IL se multiplica por 50%, interpolándose linealmente para valores intermedios.

La nota final del curso es el promedio de las cinco notas de las sesiones de laboratorio.

2.4.5 Cronograma

El cronograma para el curso de laboratorio de mecánica de suelos del semestre de verano 2021-0 es el siguiente:

Tabla N° 4. Cronograma de Actividades

Actividades	Sesiones de Laboratorio				
	1er Lab	2do Lab	3er Lab	4to Lab	5to Lab
Clase Magistral	25/01/21	01/02/21	15/02/21	22/02/21	01/03/21
Evaluación de Procedimientos de Ensayos EPE	25/01/21	01/02/21	15/02/21	22/02/21	01/03/21
Cuestionario de Evaluación de Informe CEI	01/02/21	15/02/21	22/02/21	01/03/21	08/03/21
Entrega de Informe de Laboratorio IL	31/01/21	14/02/21	21/02/21	28/02/21	07/03/21
Retroalimentación Oral	-	01/02/21	15/02/21	22/02/21	01/03/21
Evaluación entre Pares	-	-	-	-	07/03/21

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

La pregunta de investigación es la siguiente:

¿De qué forma las estrategias didácticas de aprendizaje colaborativo y evaluación formativa contribuyen en la habilidad de análisis e interpretación de datos, con el fin de emitir conclusiones acertadas en los informes?

Esta pregunta conduce a alcanzar los siguientes objetivos:

- Comprobar la eficacia de la estrategia de aprendizaje colaborativo, en la conformación de grupos y distribución de tareas para la elaboración del informe final, y verificar si afianza la competencia de trabajo en equipo.
- Revisar los beneficios de la retroalimentación oral en el desarrollo de los informes, y constatar si contribuye en la habilidad de emitir conclusiones con juicios de ingeniería a partir del análisis e interpretación de datos de los ensayos.

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación adecuado para alcanzar los objetivos es el de investigación – acción (IA).

Hoy en día, la reflexión e investigación sobre la enseñanza, forma parte de las denominadas “competencias docentes” (Zabalza, 2003). El docente reflexiona acerca de sus concepciones de la enseñanza y es agente de cambio de sus propias prácticas educativas, lo cual es fuente de mejora de la realidad educativa.

Este método es considerado uno de los más connotados de la metodología cualitativa de la investigación, y tiene como base principal a la teoría crítica o sociocrítica. Una característica principal de esta teoría es que el investigador se implica en la solución de sus problemas a partir de la autorreflexión.

El método de investigación acción tiene como objetivo no solo la comprensión, interpretación y reflexión, sino también la transformación de la realidad estudiada (Colunga, García y Blanco, 2013).

Colunga et al (2013) sostienen que el docente debe cultivar sus propios aprendizajes y formación de manera continua, lo cual permite transformar su práctica docente, a partir de la reflexión e investigación como vía de cambio.

Es así, que el método de la investigación-acción destaca el rol del docente como investigador, crítico reflexivo y agente de cambio de sus prácticas educativas. La investigación – acción (IA) permite el perfeccionamiento de la práctica docente, a partir de la detección y solución de problemas en las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Actualmente los docentes deben ser reflexivos con su propia preparación pedagógica y accionar personal en las aulas de clase. Esta reflexión se debe sustentar en la investigación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje empleadas por los docentes.

Zabalza (2005) menciona que se puede investigar si el trabajo en grupos provoca mejores resultados comparado con otras metodologías o si un trabajo basado en problemas mejora los conceptos que los estudiantes tienen de un tema. Este tipo de investigación debe formar parte del quehacer cotidiano del docente para mejorar sus estrategias de enseñanza, ya que es fuente de mejora de la realidad educativa y tiene que constituir una herramienta de trabajo del docente.

Zeichner (2004) sostiene que la investigación acción estimula cambios positivos en la productividad de las escuelas y universidades e incrementa el estatus profesional de la enseñanza en la sociedad.

Para realizar el método de investigación – acción se requieren instrumentos que permitan el análisis de la práctica docente. El más utilizado es la entrevista, el cual se puede realizar en grupos focales o individualmente. También se cuentan con la observación diaria y con el análisis documental (recopilación de trabajos, exámenes, entre otros).

En la investigación acción no solo se registran datos para luego analizarlos, sino también es importante recopilar y analizar los propios juicios, reacciones e impresiones en torno a lo que ocurre en las clases.

Uno de los instrumentos que permite la observación es el diario docente, el cual permite describir, analizar y valorar las acciones en el aula de clase, de forma

consciente, y por lo tanto, permite reflexionar acerca de las estrategias didácticas, que luego sirve para tomar decisiones que transformen o mejoren la práctica docente.

En el presente trabajo, los instrumentos de investigación incluyen una encuesta de satisfacción, entrevista con un profesor, análisis documental de los informes y observaciones durante las sesiones de laboratorio a través del desarrollo de un diario docente.

Kurt Lewin, quien es el creador de este método de investigación, sostenía que el método tiene cuatro fases: planificación, actuación, observación y reflexión.

Una vez definido la problemática sobre la cual se quiere mejorar, se elabora un plan de acción y se pone en marcha. En esta fase se recopilan datos y se observa los efectos de las acciones tomadas, para que finalmente se reflexione acerca de los resultados, lo que conduce a un nuevo ciclo sucesivo de las cuatro fases, en la medida que se introducen nuevas acciones.

Se presenta un esquema general para las etapas del proceso de investigación:

Etapas de la I-A

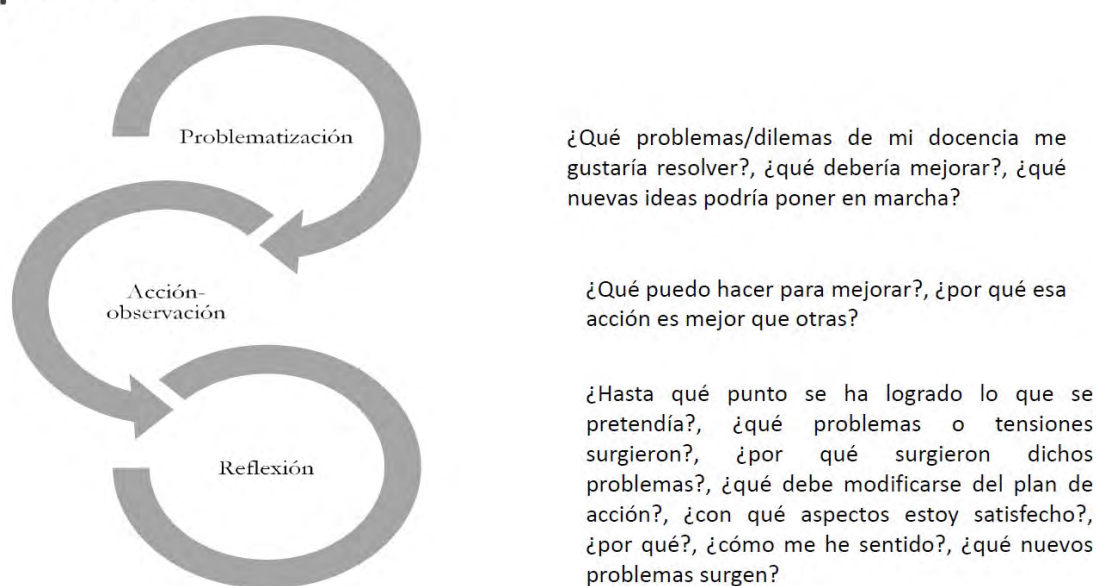


Figura N° 10. Etapas Generales del Método de Investigación - Acción

De acuerdo con Colunga et al (2013), el método implica una interacción permanente entre el docente y alumno a través de intercambio de experiencias, y de este modo se produce una relación constante entre los procesos de enseñanza-aprendizaje e investigación.

Finalmente, un aspecto importante a tener en cuenta en el método de la investigación acción es el respeto por los participantes. La investigación debe ser una experiencia voluntaria y el investigador debe controlar los métodos de recolección y análisis de datos.

3.3 PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Para desarrollar el proceso de investigación se sigue la metodología propuesta por Kurt Lewin, quien sostiene que el método de investigación consta de cuatro fases: planificación, actuación, observación y reflexión.

Previo a la fase de planificación se requiere definir la problemática sobre la cual se quiere hacer la mejora, la cual ha sido definida en el capítulo 1.6 del presente trabajo.

A partir de esta problemática definimos una hipótesis de acción, la cual es la siguiente:

“La implementación de recursos en línea en una plataforma virtual y el uso de estrategias de trabajo colaborativo y evaluación formativa para la elaboración de informes, contribuyen en la competencia de trabajo en equipo y la habilidad de emitir conclusiones con juicios de ingeniería a partir del análisis e interpretación de datos de los ensayos”

Esta hipótesis de acción es una propuesta de mejora y busca una solución a la problemática.

Definida la hipótesis de acción se inicia la planificación, para ello se debe definir las estrategias que permiten desarrollar la propuesta de mejora y las técnicas e instrumentos necesarios para recoger la información pertinente con el fin de analizar los resultados de la propuesta de mejora. Además, se deben establecer los principios éticos que involucra la investigación.

Una vez culminados y revisados las técnicas e instrumentos para recopilar la información inicia la segunda fase de actuación, en la que se pone en marcha la propuesta de mejora. Durante esta etapa se tiene a la fase de observación y se ven los efectos de las acciones realizadas. Como el método de investigación acción es flexible, permite hacer algunos cambios sobre la marcha.

Finalmente tenemos la cuarta fase de reflexión en la que analizamos los resultados de la propuesta de mejora. Estos resultados se analizan en el capítulo 4 del presente trabajo.

A continuación, se describe el proceso de investigación llevado a cabo en el curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos, el cual, ha sido dictado en modalidad virtual durante el semestre de verano entre el 18 de enero y el 11 de marzo del presente año, 2021.

El número total de alumnos inscritos fue de cinco y estuvo a cargo de dos docentes: uno quien se encargaba de la coordinación y de impartir las clases de los ensayos de laboratorio, y quien redacta este trabajo como co-docente, cuya función fue de evaluar los informes escritos de los ensayos y de hacer las retroalimentaciones.

Es importante mencionar, que previo al inicio de la investigación este trabajo contemplaba un curso de al menos quince alumnos, con la conformación de mínimo tres grupos de trabajo. Sin embargo, solo se inscribieron cinco alumnos en el semestre de verano, por lo que se conformó un solo grupo.

Los instrumentos utilizados para analizar los resultados de la propuesta de mejora son los siguientes:

Diario Docente: Este documento se orienta a describir las actividades de enseñanza del docente y ver cómo estas repercuten en el aprendizaje significativo de los estudiantes. También se describen las actividades que realizan los alumnos durante las clases magistrales y sesiones de retroalimentación oral.

Desde la función de co-docente del curso, el diario permitió la observación no solo de los alumnos sino también del docente principal del curso, lo cual permitió analizar y valorar las acciones de manera consciente para tomar decisiones más fundamentadas sobre cambios en la propuesta de mejora.

El detalle del diario docente de cada una de las cinco sesiones de laboratorio se encuentra en los anexos.

Entrevista: El instrumento más utilizado en el método de investigación acción es la entrevista. Al finalizar el curso se realiza una entrevista con el docente del curso. Esta entrevista fue realizada vía videoconferencia.

En esta entrevista se indaga acerca de la efectividad de las estrategias didácticas empleadas para el desarrollo de la clase magistral y acerca de las evaluaciones individuales que rinden los alumnos.

Además se recopila información sobre la estructuración del curso actual, recursos digitales usados en la plataforma virtual, retroalimentación oral, desarrollo de informes, participación en clase de los alumnos y cambios del curso en un escenario presencial.

Las respuestas de la entrevista al profesor se encuentran en los anexos.

Encuesta: Al finalizar el curso se realiza una encuesta a todos los alumnos y se indaga su grado de satisfacción con el proceso de enseñanza del curso. En estas encuestas se indaga también acerca de la percepción de los alumnos acerca de los recursos digitales en la plataforma virtual, la estructura del laboratorio virtual y verificar los beneficios de la retroalimentación oral y asesorías en la elaboración de los informes.

La encuesta se realizó a los cinco alumnos del curso a través de una aplicación web. Los resultados de la encuesta realizada a los alumnos se ubican en los anexos

Análisis documental: Se recopila información de los cinco informes de laboratorio realizados por los alumnos. Se analiza de forma cualitativa la eficacia de la retroalimentación oral y asesorías en la elaboración de los informes. Se espera que la calidad en la presentación y contenido de los documentos mejore progresivamente.

El análisis se basa en la revisión de cinco partes del informe: presentación, introducción, discusión del trabajo, cálculos y conclusiones.

En los anexos se presenta la evidencia de uno de los informes realizados por los alumnos. El informe presentado es el que obtuvo mayor puntaje durante el curso de laboratorio.

Respecto a los principios éticos de la investigación, todos los estudiantes y el docente del curso de laboratorio han participado de forma voluntaria. Durante la primera sesión de laboratorio se les indicó a los alumnos que se tomarán algunos datos para una investigación de tesis de maestría. El docente, así como el coordinador del área de geotecnia también fueron informados con antelación y dieron su visto bueno para la realización de la investigación en el curso. En todo momento se ha respetado el anonimato de los participantes y la confidencialidad de la información recopilada para la investigación.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados del proceso de investigación están basados en los objetivos de investigación, en los cuales se busca comprobar la eficacia de la estrategia de aprendizaje colaborativo, revisar los beneficios de la retroalimentación oral en el desarrollo de los informes y examinar la contribución de los recursos en línea en el aprendizaje.

Para ello el investigador ha recopilado información a través de cuatro instrumentos: el diario docente, entrevista al profesor, encuesta a los alumnos y análisis documental de los informes. Se incluye también a la coevaluación realizada entre los miembros del grupo.

4.1 CONFORMACIÓN DE GRUPOS

Como parte de la innovación en el curso, el docente previo al inicio de clases se encarga de la conformación de grupos de acuerdo a un criterio. Para este curso, el criterio establecido sería el promedio ponderado de notas. Sin embargo, como se ha mencionado previamente solamente cinco alumnos se matricularon en el curso de verano y entonces solo se conformó un solo grupo.

Por lo tanto, en esta oportunidad no se podría comprobar la efectividad de formar grupos de acuerdo al promedio ponderado de notas. Sin embargo, queda como tarea pendiente para el análisis en algún otro curso, pues de acuerdo a la literatura investigada específicamente del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2012), es una estrategia favorable para el aprendizaje de los alumnos.

Al finalizar el curso se enviaron a los alumnos un documento para la evaluación entre pares, el cual contempla cuatro categorías: liderazgo, trabajo en equipo, elaboración de cálculos y gráficos, y escritura y redacción del informe. Los alumnos estaba informados que este instrumento no era parte de la evaluación oficial del curso y que sus fines solamente eran de investigación.

Los resultados se aprecian en el siguiente gráfico:

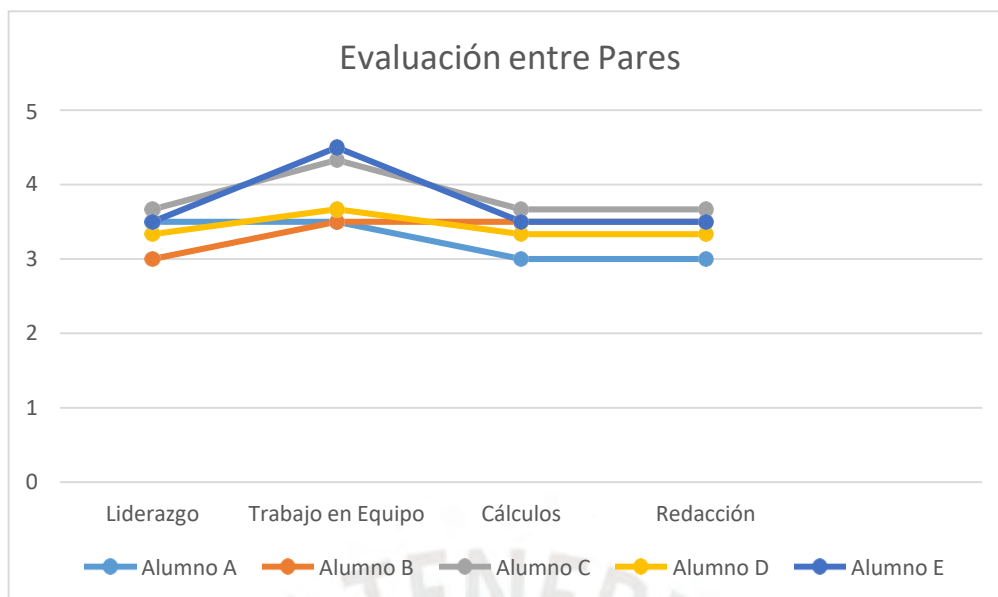


Figura N° 11. Evaluación entre Pares

Para la elaboración del gráfico se han tomado los promedios de los puntajes asignados a cada uno de los alumnos en las cuatro categorías. Los puntajes significan: 1 Mediocre; 2 Malo; 3 Regular; 4 Bueno; 5 Sobresaliente

Como se puede apreciar en la elaboración de cálculos y redacción de informe no existen variaciones considerables de puntajes entre los alumnos, por lo que se puede concluir que consideran que todos trabajaron por igual.

En la competencia de trabajo en equipo se resalta a dos alumnos, por lo que se entiende que han sido los más responsables y colaboradores durante la elaboración de los informes.

También se aprecia que no hubo un líder determinante en el grupo.

4.2 RECURSOS EN LÍNEA

Los recursos en línea utilizados en el curso de laboratorio han sido videos, diapositivas y evaluaciones en línea. Todos estos recursos han sido alojados en la plataforma virtual. Además, las clases son grabadas, por lo que una vez culminadas se alojan en la plataforma, así los alumnos pueden acceder a esta en el momento que deseen.

Se hizo la consulta al profesor del curso acerca de la utilidad y calidad de los recursos en línea y fue enfático en afirmar que hubo un gran progreso en

comparación con el primer semestre virtual. Esta vez los videos han sido mejor editados y las diapositivas han sido revisadas y actualizadas.

Respecto a las evaluaciones en línea el profesor del curso considera que en una modalidad semi presencial y presencial, estas se deben mantener en la plataforma virtual del curso. Lo mismo piensa acerca de los videos y material del curso, que han sido una oportunidad de mejora y que en un semestre no virtual se deberían mantener alojadas en la plataforma para que los alumnos puedan verlas y estudiar previo al inicio de las clases.

Los alumnos fueron consultados en la encuesta acerca de su grado de satisfacción referente a los videos y diapositivas del curso, y como se puede apreciar en las figuras 12 y 13 consideran en gran mayoría que son de calidad y que influyen favorablemente en su aprendizaje.

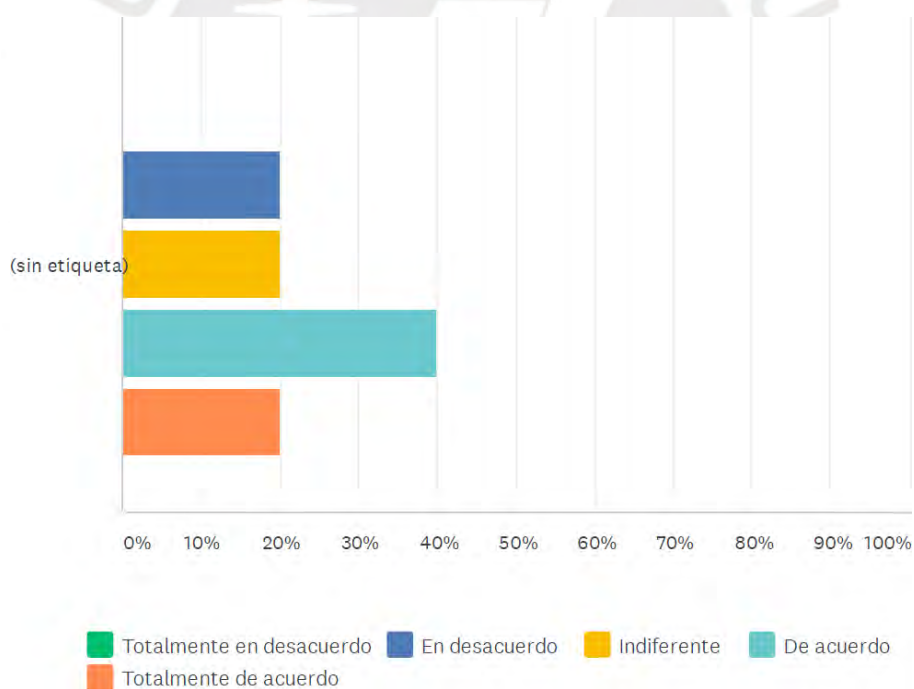


Figura N° 12. Calidad de los videos

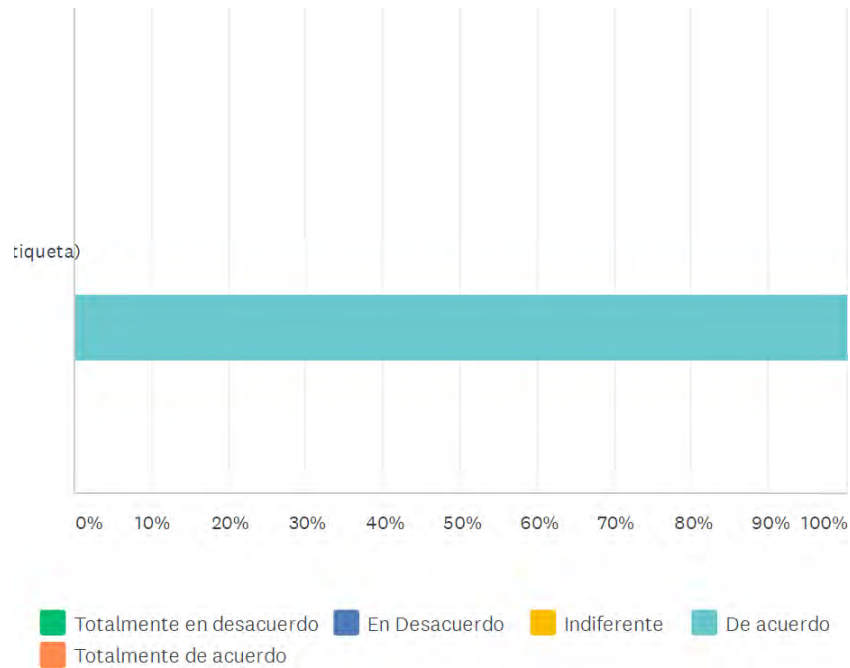


Figura N° 13. Calidad de las diapositivas

Desde mi punto de vista veo también favorable el uso de estos recursos, pues cuando era alumno del mismo curso no se contaba con esa información y la mayoría de veces uno entraba al laboratorio imaginando la ejecución de un ensayo, cuando ahora se puede ver su ejecución, incluso varias veces, antes de la clase de laboratorio.

Al igual que el docente del curso, mi opinión es que estos recursos deben quedarse para futuros laboratorios en modalidades semi presenciales o presenciales.

4.3 RETROALIMENTACIÓN ORAL

La problemática detectada en el curso de laboratorio de mecánica de suelos indica que la retroalimentación ha sido inexistente durante muchos semestres en el curso de laboratorio de mecánica de suelos. Esto ha generado un sin número de reclamos de alumnos que quieren y necesitan saber en qué deben mejorar en sus trabajos.

La falta de retroalimentación no permite el desarrollo de la habilidad de análisis e interpretación de resultados de los ensayos de laboratorio, que luego no se pueden plasmar en la elaboración de conclusiones acertadas en los informes.

Inicialmente se había pensado realizar la retroalimentación fuera del horario de clases, pero luego se planteó hacerlo durante 15 minutos en la clase de laboratorio.

Para la investigación acerca de la efectividad de esta estrategia didáctica se utilizaron el diario docente, la entrevista al profesor, la encuesta a los alumnos y el análisis documental de los informes, por lo que se cuenta con suficiente evidencia para el análisis de los resultados.

Durante la primera retroalimentación brindada, el investigador no sentía el efecto esperado, pues hablar frente a un computador definitivamente no es lo mismo que hacerlo frente a frente a con los alumnos. Se recuerda que las experiencias exitosas con esa estrategia didáctica, detalladas en el capítulo 1.4.3, se habían realizado en laboratorios presenciales. Además durante esta primera sesión, los alumnos en todo momento mantuvieron sus cámaras apagadas, y de esa forma la retroalimentación se hizo muy impersonal, y no es justamente el efecto que se quiere lograr.

En las demás sesiones de laboratorio el investigador pidió a los alumnos prender sus cámaras mientras se daba la retroalimentación. Se pudo notar que el efecto es distinto, pues los alumnos están más atentos y hacen preguntas respecto a los comentarios y observaciones del informe revisado.

Otro punto importante, es que el nivel de cercanía alumno profesor fue aumentando con el transcurrir de las clases, y eso es favorable para una mejor conversación que es justamente lo que busca la retroalimentación oral.

En la última retroalimentación brindada, los alumnos presentaron el informe mejor elaborado pese a que los ensayos procesados son los más complicados del curso. Durante la sesión de retroalimentación, el investigador animó y felicitó a los alumnos a seguir adelante y mantener ese tipo de informes en otros cursos. Cabe indicar que los días previos a la entrega del informe, uno de los alumnos del grupo solicitó al investigador una asesoría por la plataforma Zoom, la cual fue realizada y en la que se resolvieron dudas respecto a cálculos. El resultado final fue muy positivo, pues el informe presentado es de calidad y las conclusiones de este demuestran que se analizaron e interpretaron los datos obtenidos de los ensayos.

El profesor del curso, en la entrevista realizada, considera que la retroalimentación oral brindada ha sido muy beneficiosa, pues ha visto una mejora paulatina en redacción de elaboración de informes, en comparación con los informes realizados en el curso virtual del semestre anterior.

Además, otro punto importante que resalta es que tanto la corrección del informe como la retroalimentación fue oportuna y rápida, lo cual no se daba en los cursos de laboratorio anteriores. Por lo tanto, los alumnos podían conocer las observaciones y comentarios previo a la entrega del siguiente informe, y hacer las correcciones necesarias para una mejor elaboración.

El docente, considera oportuno y necesario, mantener la retroalimentación oral en los siguientes semestres, sean virtuales o presenciales, y darle un tiempo específico en la estructura de las sesiones.

Zeichner (2004) afirma en su investigación que por lo general los proyectos de innovación en educación superior en el que se aplica el método de investigación acción duran pocos meses. Una de las conclusiones de su investigación es que cuando el método se aplica por más de un año se encuentran cambios favorables con salones más activos y espacios para que los estudiantes aprendan más centrados en ellos mismos que en sus docentes.

En la encuesta realizada con los alumnos del curso a final del semestre, se evidencia una favorable aceptación por la retroalimentación oral, como se muestra en la figura N° 14.

Adicionalmente en este curso, el investigador, previo a la entrega de informes brindaba asesorías vía video conferencia o por correo electrónico. Referente a este aspecto, fueron pocas oportunidades en la que los alumnos buscaron esta asesoría. Del mismo modo que la retroalimentación oral, los alumnos consideran que estas asesorías han sido beneficiosas para su aprendizaje, como se observa en la figura N° 15

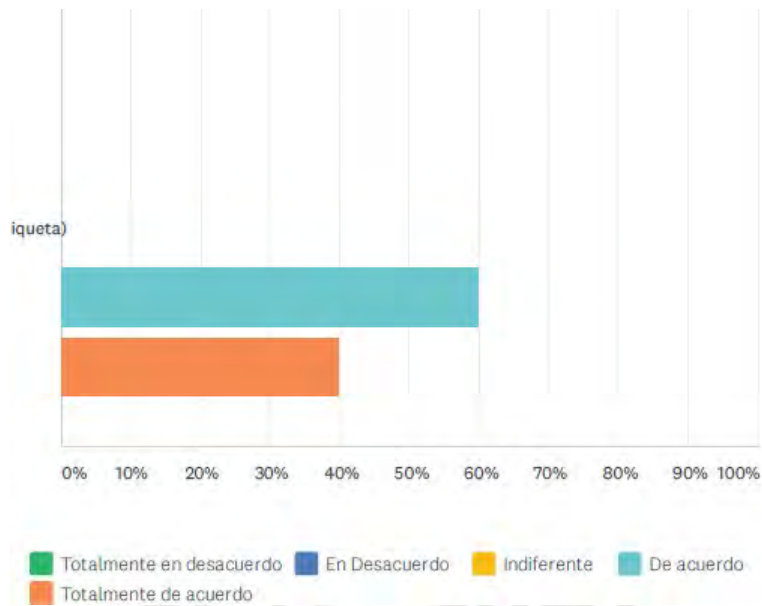


Figura N° 14. Satisfacción por retroalimentación oral

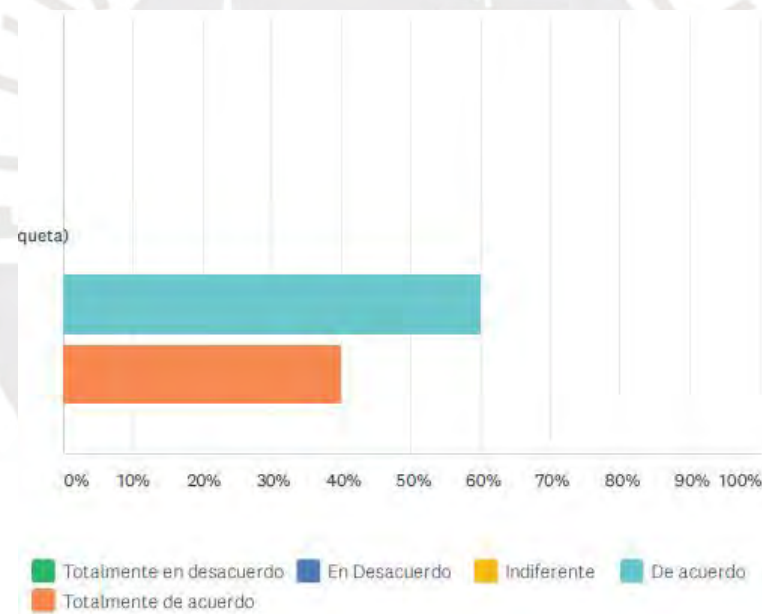


Figura N° 15. Satisfacción por asesorías brindadas

En la encuesta, uno de los comentarios de los alumnos fue el siguiente:

Particularmente fue muy bueno las enseñanzas de ambos profesores y las retroalimentaciones para así mejorar en el siguiente informe de entrega. Aprendí mucho, ya que en las conclusiones de los informes, el profesor nos aconsejaba relacionarlo con la realidad, lo cual fue muy importante y gratificante.

La reflexión personal respecto a los resultados de la investigación sobre la retroalimentación oral, es que efectivamente es favorable en los resultados de aprendizaje de los alumnos. Esta estrategia didáctica definitivamente debe ser aplicada en los sucesivos cursos de laboratorio, y debe ser realizada sobre grupos pequeños por lo que es aplicable en el laboratorio, sea virtual o presencial.

El tiempo empleado de 15 minutos ha sido suficiente para poder presentar a los alumnos los comentarios y observaciones acerca de sus informes. Es necesario también, que en un espacio virtual, los alumnos tengan sus cámaras prendidas y el docente cree un espacio de conversación amigable.

Las observaciones y comentarios realizadas en los informes estuvieron más enfocadas en los cálculos, análisis e interpretación de resultados, y en la revisión de las conclusiones presentadas. Como se observa en la rúbrica elaborada, adjunta en los anexos, los cálculos y conclusiones son los que tienen mayor puntaje en el informe, 2.50 puntos cada una, lo que representa el 62.5% de la nota final del informe.

En la siguiente gráfica observamos la evolución de estos puntajes en los cinco informes de laboratorio presentados:

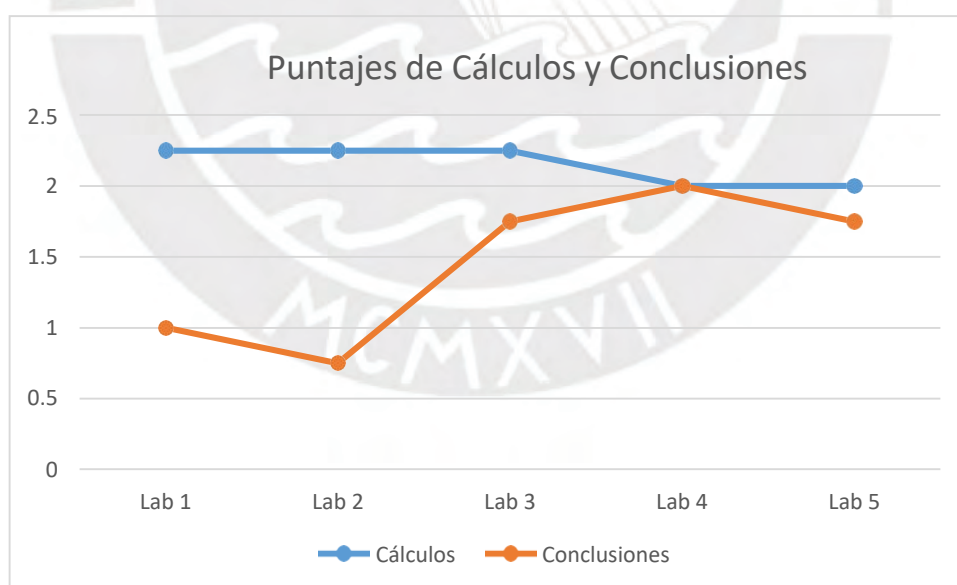


Figura N° 16. Evolución de los puntajes en cálculos y conclusiones

Respecto a la elaboración de cálculos, se puede observar que los puntajes son similares y altos en todos los laboratorios, lo cual se considera no es una novedad,

pues refleja el alto nivel técnico de los alumnos de ingeniería civil, lo que a juicio del investigador se ve reflejado en el desempeño profesional de los egresados de la especialidad. Sin embargo, el puntaje inicial de las conclusiones en el primer laboratorio es baja, lo cual también es común en la mayoría de alumnos de ingeniería pues les cuesta analizar, interpretar y desarrollar conclusiones usando el pensamiento crítico.

Como se puede ver, la mejora en la elaboración de conclusiones ha sido paulatina y es notoria en la figura presentada. El puntaje más alto se alcanza en el cuarto laboratorio, que justamente es la sesión que demanda mayor conocimiento teórico y práctico, por lo que se considera que la retroalimentación oral ha sido favorable en la evolución del desarrollo de conclusiones.

En la investigación referente al análisis documental de informes, se compara las conclusiones emitidas en el primer laboratorio, para el cual no hubo retroalimentación oral, versus el cuarto laboratorio en el que se alcanzó el puntaje más alto y se habían realizado previamente hasta cuatro retroalimentaciones tanto en clases como en asesorías.

A continuación se presentan textualmente una de las conclusiones del primer informe de laboratorio realizado por los alumnos:

Como podemos observar en los cálculos obtenidos, el porcentaje de humedad obtenida es de 29%. El suelo es un material que posee diferentes características en cada zona y profundidad estudiada, por lo que los valores de humedad serán diferentes en cada estudio de suelo que se realice, existen muchos factores que afectan a la humedad, lluvias, napa freática, etc.

Referente a este informe, el objetivo del ensayo es determinar la humedad del suelo. La humedad obtenida es 29%, pero no se analiza ni interpreta el resultado, ni se compara con valores típicos de humedades de suelos.

En contraste se presenta una conclusión del cuarto informe de laboratorio, el cual textualmente dice lo siguiente:

El valor obtenido en los ensayos de laboratorio para la permeabilidad es de $k_{20}=0.0028378$ cm/s. Este valor fue contrastado con el valor teórico obtenido de la ecuación de Hazen; $k=0.0144$ cm/s, el cual se puede obtener mediante el dato del D_{10} . Se observa claramente que los valores difieren; sin embargo, al analizar estos valores

de permeabilidad mediante la tabla 22 propuesta por Terzaghi, se puede determinar que están dentro de un mismo rango de valores. Por ende, de acuerdo a este criterio se concluye que el drenaje de este suelo es bueno y es una mezcla limpia de arena y grava. También se analiza el material mediante la tabla 23, la cual es propuesta por Braja M. Das. De este análisis, se observa que la permeabilidad se encuentra dentro del rango $[10^{-1} \text{ a } 10^{-3}] \text{ cm/s}$. Por ende, se puede afirmar que la formación típica del suelo es de arena gruesa a fina, lo cual verifica la conclusión realizada en base a Terzaghi. Además, se brinda la información que el suelo posee una permeabilidad media.

En esta conclusión los alumnos han analizado e interpretado los resultados de los cálculos, luego los han contrastado con valores de bibliografía y a partir de esta investigación han inferido el tipo de suelo y su uso como material de drenaje.

Este informe realizado por los alumnos, no solo presenta una buena elaboración de cálculos y conclusiones, sino también una mejora en la presentación general del trabajo. La evidencia de este informe se encuentra adjunto en los anexos.

Al igual que la opinión del profesor del curso, se considera que este espacio de retroalimentación, se debería implementar en los cursos de laboratorio de la especialidad, no solo de suelos, sino también en laboratorios de estructuras, geología o hidráulica, pues estimulan el pensamiento crítico y la habilidad para desarrollar conclusiones con juicios de ingeniería.

CAPÍTULO V: BUENAS PRÁCTICAS PARA LA MEJORA DE LA DOCENCIA UNIVERSITARIA

5.1 CONCLUSIONES A PARTIR DE LOS RESULTADOS

En el capítulo previo se analizaron los resultados de la investigación con el fin de comprobar el beneficio de la conformación de grupos, contribución del uso de recursos en línea y sobre todo verificar la efectividad de la retroalimentación oral, para lograr el desarrollo de la habilidad de análisis e interpretación de datos, y desarrollo de conclusiones acertadas en los informes.

Respecto a la conformación de grupos, se había mencionado que inicialmente el proyecto estaba enfocado en un horario con quince alumnos cada uno. Sin embargo, en el semestre de verano, en el cual se realizó la innovación del curso, solamente se inscribieron cinco alumnos, por lo que no se pudo comprobar la efectividad de formar grupos en base al criterio del promedio ponderado de los alumnos.

Sin embargo, la evaluación entre pares tuvo buena acogida entre los alumnos, por lo que debe ser tomada en cuenta en futuros cursos virtuales o presenciales como parte de la evaluación final del curso. La coevaluación favorece el trabajo colaborativo, la responsabilidad y valorar los procesos de evaluación.

Acerca del uso de recursos en línea, tales como videos, diapositivas con los procedimientos de ensayos, manual de laboratorio y evaluaciones, tanto profesores como alumnos, de forma unánime, coinciden que ha sido favorable en el aprendizaje.

Se concluye que estos recursos, deben seguir utilizándose tanto en cursos en modalidad virtual como presencial.

Sobre la retroalimentación oral, se evidencia que ha contribuido a la mejora en la redacción de conclusiones con juicio de ingeniería a partir del análisis e interpretación de los resultados de ensayos de laboratorio.

Esta evidencia se basa en las encuestas de satisfacción de los alumnos al final del semestre, en la entrevista al profesor del curso y en el análisis documental de los informes realizados por los alumnos. Como se puede observar en el capítulo previo, la mejora en la elaboración de los informes ha sido paulatina y obedece a

la inclusión de la retroalimentación como estrategia didáctica para favorecer el aprendizaje significativo de los alumnos.

Por lo tanto, de la misma forma que los recursos en línea, en posteriores cursos de laboratorio, se hace necesario incluir un espacio de al menos quince minutos para brindar esta retroalimentación, ya que estimula el pensamiento crítico y favorece la habilidad para el desarrollo de conclusiones en los informes de laboratorio.

5.2 REFLEXIONES SOBRE LA INNOVACIÓN REALIZADA Y LA MEJORA DE LA PRÁCTICA

La universidad desde hace unos años plantea un modelo educativo basado en competencias y establece diversas competencias genéricas para todos los alumnos de pregrado. Luego, cada especialidad desarrolla un perfil del egresado con habilidades específicas alineadas a estas competencias. Como una primera reflexión puedo indicar que en la práctica aun cuesta trabajar bajo un modelo por competencias, pues en varios cursos todavía se sigue aplicando el modelo tradicional en el que el docente es el centro del proceso enseñanza aprendizaje.

Un claro ejemplo es el laboratorio de mecánica de suelos en modalidad virtual, pues ante la emergencia sanitaria, se tuvo que rediseñar las secuencias didácticas de su contenido, y se estableció una clase magistral para la explicación de los ensayos y una parte práctica para la evaluación de los procedimientos y cálculos. Entonces desde el punto de vista del investigador, se ha convertido en una clase teórica de ensayos, y se ha perdido el espíritu y fin de un laboratorio, el cual es afianzar los conocimientos teóricos en espacios en el cual prime el desarrollo de contenidos prácticos.

Si bien existe un gran esfuerzo con la implementación de los recursos en línea, como los videos de los ensayos, diapositivas, evaluaciones y clases grabadas; estos pueden ser mejor utilizados cambiando la clase magistral por una metodología de aprendizaje invertido (flipped learning).

De acuerdo a la investigación sobre experiencias exitosas de cursos de laboratorio, una de las metodologías eficaces para la enseñanza de laboratorio de mecánica de suelos es el flipped learning o aprendizaje invertido, el cual es definido por AdvanceHE (2018) como “un modelo pedagógico en que la noción

convencional de aprendizaje en el aula es invertido, para lo cual los estudiantes son introducidos al material de aprendizaje antes de la clase presencial, y durante esta, el tiempo se usa para profundizar la comprensión a través de la discusión con compañeros y la resolución de problemas facilitados por los profesores”.

En otras palabras, con este modelo, los alumnos previo a la sesión presencial visualizan una sesión grabada y revisan material proporcionado por el docente, luego durante la sesión se desarrollan actividades y tareas bajo la supervisión y asesoría del docente.

Jaksa (2020), durante la Conferencia Internacional de Educación de Ingeniería Geotécnica, sostiene que el uso del flipped learning facilita el aprendizaje de los alumnos cuando las clases son pequeñas y los docentes pueden abordar los desafíos del aprendizaje individual de cada alumno.

Por lo tanto, se considera que el uso del flipped learning es aplicable al curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos ya que las sesiones son de pocos alumnos y se tienen a dos jefes de práctica que pueden llegar a conocer a los estudiantes y facilitar su aprendizaje individual. Además, todos los ensayos de laboratorio pueden ser grabados, de tal forma que los estudiantes asistan a las sesiones habiendo visto los videos de los ensayos.

En la entrevista con el profesor del curso y desde mi experiencia como codocente en este curso virtual, se ha notado muy poca participación de los alumnos. El profesor del curso sostiene que esto se debe a que los alumnos se sienten decepcionados al no poder asistir presencialmente al laboratorio y poder desarrollar los ensayos con sus propias manos, como se hace en un espacio presencial.

Si bien, ante la emergencia sanitaria, es imposible asistir al laboratorio para realizar los ensayos o clasificar a los suelos, una forma de suplir estas experiencias es a través de simuladores y programas, en el cual los alumnos puedan vivir, de forma virtual, la experiencia de hacer ensayos.

Este es un gran esfuerzo, que no solo implica a los docentes del curso, sino también a personal administrativo y de logística de la universidad, ya que es un proceso que toma tiempo y que no ha podido realizarse durante la emergencia sanitaria.

Cuando se realizó la indagación de la problemática del curso de laboratorio, una de las propuestas de mejora es la renovación de equipos para ensayos especiales. En la investigación realizada se comprobó que este problema no es solo de la universidad sino que es compartido con otros laboratorios de universidades del mundo. De acuerdo con Haque (2001) la virtualización de los laboratorios permite simular ensayos sofisticados y de equipos costosos y pueden ser enseñados a varios alumnos utilizando plataformas virtuales. Respecto a esta acción se puede elaborar una investigación completa acerca de desarrollo de simuladores para la enseñanza de estos ensayos, por lo que puede ser materia de una futura investigación en el campo de la educación en ingeniería geotécnica.

La innovación consiste en mejorar la calidad educativa, motivar a los alumnos, fomentar la creatividad, facilitar la investigación y desarrollar nuevos aprendizajes. El laboratorio de mecánica de suelos es un espacio en el cual se puede innovar en el proceso de enseñanza aprendizaje, es así que el proyecto de innovación del presente trabajo, se basó en mejorar las metodologías de aprendizaje utilizando estrategias de trabajo colaborativo y evaluación formativa para la elaboración de informes, dando énfasis a la retroalimentación oral, así como la implementación de plataformas virtuales con recursos en línea.

Al respecto, se puede afirmar, a partir de la aplicación del proyecto de innovación, que la retroalimentación oral es una estrategia que se debe usar no solo en el laboratorio de mecánica de suelos, sino que es aplicable a cualquier laboratorio, en el que se debe crear un espacio para explicar y comentar a los alumnos acerca de los errores, aciertos y oportunidades de mejora en la elaboración de sus informes.

Es necesario crear un espacio amigable con los alumnos, en el que exista una relación horizontal y que la retroalimentación se convierta en una conversación en la que tanto docentes como alumnos puedan dialogar fluidamente acerca de los resultados de los informes presentados.

Mantener una conversación amigable y fluida con los alumnos, puede parecer una acción fácil de realizar, sin embargo, es difícil tanto para el docente como el alumno, pues las concepciones iniciales que se tienen es de una relación vertical, y es justamente porque se ha sido educado con un modelo tradicional.

La retroalimentación oral, en este curso, ha tenido resultados exitosos, pues la redacción de informes, análisis e interpretación de resultados, y elaboración de conclusiones fue mejorando paulatinamente en las sesiones del curso. Definitivamente es un espacio que se debe quedar para futuros cursos, sea en modalidad virtual o presencial.

Como reflexión final, se ha podido ver en este laboratorio que los alumnos tienen habilidad desarrollando cálculos, lo cual refleja un buen nivel técnico, y a juicio del investigador, es una cualidad que tienen la mayoría de egresados de ingeniería civil de la universidad.

Sin embargo, la redacción de conclusiones y reflexiones a partir del análisis de los resultados de estos cálculos, es una habilidad que a los egresados de la especialidad les cuesta desarrollar. Cambiando el modelo tradicional e innovando en las metodologías de los cursos, se logrará afianzar el pensamiento crítico y la capacidad analítica en los estudiantes de ingeniería, lo cual es de suma importancia para la sociedad actual.

5.3 RECOMENDACIONES PARA UN CURSO DE LABORATORIO EN MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

A partir de los resultados de la investigación y de la aplicación del proyecto de innovación es factible trabajar este laboratorio en una modalidad semi presencial.

Se recomienda usar la metodología del flipped learning en vez de la clase magistral. Es así que los alumnos deben tener videos de los ensayos, clase teórica grabada, diapositivas, manual de laboratorio, rúbrica para evaluación de informe, alojados en una plataforma virtual.

La conformación de grupos debe ser impuesta por el docente en base a algún criterio, el cual puede ser el rendimiento académico o la afinidad por los cursos de geotecnia. Se sugiere que los grupos se formen de acuerdo al rendimiento académico, en el que un grupo este conformado por un alumno con rendimiento académico alto, tres con rendimiento intermedio, y uno con rendimiento bajo.

Antes del inicio de la ejecución de ensayos de laboratorio, es necesario que los alumnos rindan una prueba de evaluación de procedimientos de ensayos. Esta

prueba no debe contener más de cinco preguntas con respuestas de opción múltiple, y debe estar alojada también en la plataforma virtual.

Las preguntas de esta evaluación son parte de un banco de preguntas, por lo que ningún alumno tendrá la misma prueba. Esta evaluación se rinde directamente en la plataforma virtual por lo que es factible desarrollarla usando un dispositivo electrónico. Del mismo modo, la prueba acerca de los cálculos, también podría desarrollarse de forma virtual.

Se recomienda dar mayor énfasis al desarrollo de los informes de laboratorio, los cuales deben ser realizados de forma grupal y deben tener mayor puntaje en la calificación final del laboratorio.

El uso de la virtualización en las evaluaciones permitirá reducir el tiempo de las sesiones, y se podrá implementar espacios para la retroalimentación oral durante las sesiones presenciales de laboratorio. Además se recomienda implementar la evaluación entre pares en dos oportunidades, una después de la segunda sesión de laboratorio y otra después de la última sesión.

Los ensayos de laboratorio deben ser supervisados por jefes de práctica o docentes con cierta experiencia profesional en el rubro de geotecnia, ya que de acuerdo con Moussai (2008), esto genera interés y motivación en los estudiantes.

Como parte de la indagación se encontró que uno de los momentos más importantes del laboratorio es la clasificación visual manual de los suelos, lo cual coincide con lo expuesto por Hachich (2012), profesor de la Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo, quien sostiene que la actividad del laboratorio relacionada a la identificación y clasificación de los suelos es una de las más populares por los alumnos, en la que se trabaja con alegría, motivación y entusiasmo.

Por lo tanto, todas las sesiones de laboratorio deben incluir la clasificación visual manual de los suelos, pues es justamente una de las habilidades técnicas que se quieren desarrollar en el laboratorio y que es imposible hacerlo de forma virtual.

Para los ensayos especiales, como consolidación, CBR, corte directo y triaxiales se sugiere realizarlos de forma virtual con el uso de simuladores y programas de cómputo.

Como recomendaciones adicionales, que podrían ser materia de otra investigación, se podría seguir las indicaciones de Shidlovskaya & Briaud (2016), quienes afirman que la palabra “laboratorio” puede ser tomada como cualquier experiencia en la que los estudiantes aprendan sobre los suelos. Estas experiencias no solo incluyen los ensayos, sino que pueden incluir experiencias en el campo, modelamiento con elementos finitos o conferencias de expertos acerca de proyectos geotécnicos de gran envergadura.

Otra experiencia diferente de laboratorio, de acuerdo con Kitch & Coduto (2010), profesores de la Universidad Politécnica Estatal de California, es que los alumnos participen de la obtención de muestras de suelo en el terreno para luego llevarlas a ensayar en el laboratorio. Luego, los resultados son aplicados en el desarrollo de un proyecto, el cual consiste en recomendar parámetros de cimentación para alguna edificación.



REFERENCIAS

AdvanceHE (2018). Flipped Learning. <https://www.heacademy.ac.uk/knowledge-hub/flipped-learning-0>

Airey, D.W., Cafe, P. & Drury, H. (2012). The use of online resources to support laboratory classes in soil mechanics. Proceedings of Shaking the Foundations of Geo-engineering Education Conf., McCabe, B, Pantazidou, M & Phillips, D (Eds.), pp. 113-120, CRC Press/Balkema, Amsterdam, The Netherlands.

Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., Wittrock, M.C. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Longman, New York, USA.

Anijovich, R. (2004). Una introducción a la enseñanza para la diversidad. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Atkinson, J. (2012). What should geotechnical professionals be able to do? Proceedings of Shaking the Foundations of Geo-engineering Education Conf., McCabe, B, Pantazidou, M & Phillips, D (Eds.), pp. 3-7, CRC Press/Balkema, Amsterdam, The Netherlands.

Bloom, B.S., Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W., Krathwohl, R. (1956). Taxonomy of Educational Objectives, Volume I: The Cognitive Domain, McKay, New York, USA.

Chalmers, C., Mowat, E., Chapman, M. (2018). Marking and providing feedback face-to-face: Staff and student perspectives. Active Learning in Higher Education, 19(1), pp. 35–45.

Colunga, S., García, J. & Blanco, C. (2013). El Docente como Investigador y Transformador de sus Propias Prácticas. La Investigación-Acción en Educación. Universidad de Ciencias Pedagógicas "José Martí". Revista Transformación, enero-junio 2013, 9 (1), pp. 14-23.

Derbidge, N. & Fiegel, G. (2020). Development of an Advanced Field and Laboratory Testing Course for Geotechnical Engineering Students. GEE 2020 - Geotechnical Engineering Education 2020

Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo de la Vicerrectoría Académica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2012). Aprendizaje Colaborativo.

García, I. y Gros, B. Innovar para Enseñar. En Bautista, G. y Escofe (2013) Enseñar y Aprender en la Universidad: Claves y Retos para la mejora. Barcelona: Octaedro Editorial pp. 9-45

García, J. (2011). Modelo educativo basado en competencias: importancia y necesidad. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", vol. 11, núm. 3, septiembre-diciembre, 2011, pp. 1-24

Gordon, S. (2010). Tiempos y pruebas: los usos y abusos de la evaluación. Madrid: Morata

Hachich, W. (2012). Soil mechanics laboratory classes as an integral part of the learning process. Proceedings of Shaking the Foundations of Geo-engineering Education Conf., McCabe, B, Pantazidou, M & Phillips, D (Eds.), pp. 121-129, CRC Press/Balkema, Amsterdam, The Netherlands.

Haque, M.E.. (2001). Interactive animation and visualization in a virtual soil mechanics laboratory. 31 st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference T1C-5

Kitch, W. & Coduto, D. (2010). A project-based introductory geotechnical laboratory course. GeoFlorida 2010: Advances in Analysis, Modeling & Design (GSP 199) © 2010 ASCE, 3227-3236

Hattie, J. (2009). Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge Abingdon, England.

Jaksa, M.B. (2012). Interactive Learning Modules in Geotechnical Engineering. Proceedings of Shaking the Foundations of Geo-engineering Education Conf., McCabe, B, Pantazidou, M & Phillips, D (Eds.), pp. 131-135, CRC Press/Balkema, Amsterdam, The Netherlands.

Jaksa, M.B., Airey, D.W., Kodikara, J.K., Shahin, M.A. & Yuen, S.T.S. (2012). Reinventing Geotechnical Engineering Laboratory Classes. Proceedings of Shaking the Foundations of Geo-engineering Education Conf., McCabe, B, Pantazidou, M & Phillips, D (Eds.), pp. 137-142, CRC Press/Balkema, Amsterdam, The Netherlands.

Jaksa, M.B., Kuo, Y.L., Shahin, M.A., Yuen, S.T.S., Airey, D.W. & Kodikara, J. (2016). Engaging and Effective Laboratory Classes in Geotechnical Engineering. SFGE 2016 - Shaping the Future of Geotechnical Education International Conference on Geo-Engineering Education – TC 306

Jaksa, M.B.. (2020). Reflections on Some Contemporary Aspects of Geotechnical Engineering Education – From Critical State to Virtual Immersion. GEE 2020 - Geotechnical Engineering Education 2020

Martinez, C. (2008). La Educación a Distancia: sus Características y Necesidad en la Educación Actual. Educación Vol. XVII, N°33, pp. 7-27

Ministerio de Educación de Buenos Aires. (2009). La evaluación formativa. Escuela primaria. Recuperado de: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/evaluacioneducativa/evaluacion_formativa.pdf

Moussai, B. (2008). Teaching geotechnical engineering. 1st International Conference on Education and Training in Geo-Engineering Sciences: Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Engineering Geology, Rock Mechanics (ICETGES),

Nikolic, S. (2015). Understanding How Students Use and Appreciate Online Resources in the Teaching Laboratory. International Journal of Online Engineering, 11.

Pease M., Figallo, F. e Ysla, L. (2015) Cognición, neurociencia y aprendizaje. El adolescente en la educación superior. Lima, PUCP, Fondo Editorial.

Pérez, A. & Taberner, B. (2008). Evaluación Formativa y Compartida en la Docencia Universitaria y el Espacio Europeo de Educación Superior: Cuestiones Clave para su Puesta en Práctica. Revista de Educación, 347, pp. 435-451.

Pérez Gómez. Ángel I. (2007). Cuadernos de educación n° 1: La naturaleza de las Competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. Consejería de Educación de Cantabria.

Perfil del egresado | Facultad de Ciencias e Ingeniería. (2016). Retrieved May 9, 2017, from <http://facultad.pucp.edu.pe/ingenieria/carreras/ingenieria-civil/sobre-la-carrera/>

Perrenoud, P. (2008). Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes? Red U. Revista de Docencia Universitaria, número monográfico II “Formación centrada en competencias (II)”, 1-8.

Pinho-Lopes, M. & Powrie, W. (2020). Feedback to Students on Soil Mechanics Laboratory Reports – Why Use Virtual Technology if you Can Have a Productive Real Dialogue? GEE 2020 - Geotechnical Engineering Education 2020

PUCP (2016). Modelo Educativo PUCP. Lima: Fondo Editorial

Real Academia Española. (2020). Diccionario de la lengua española. Recuperado de <https://dle.rae.es/>

Rocha, R. (2016). El modelo educativo basado en competencias para la enseñanza del arte. Educere, 20(66), 215-224.

Rodríguez, A. (2017). Formación investigativa de los estudiantes desde las prácticas de laboratorio. Pedagogía Universitaria, 22, 35-51.

Shidlovskaya, A. & Briaud J.L. (2016). Modern Syllabus for Introduction to Geotechnical Engineering. SFGE 2016 - Shaping the Future of Geotechnical Education International Conference on Geo-Engineering Education – TC 306

Wilson, D. (s.f.). La retroalimentación a través de la pirámide. Recuperado de: <http://www.udesa.edu.ar/files/img/escuela-de-educacion/retroalimentacion.pdf>

Wirth, X., Jiang, N.J., Da Silva, T., Vecchia, G.D., Evans, J., Romero, E. (2017), Undergraduate Geotechnical Engineering Education of the 21st Century. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, Volume 143 Issue 3

Zabalza, M. A. (2003). Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional. Narcea: España.

Zabalza, M. A. (2005). Competencias docentes. Conferencia pronunciada en la Pontificia. Cali: Universidad Javeriana de Cali.

Zeichner, K. (2004). Action Research and the Improvement of Teaching in Colleges and Universities.

ANEXOS





ANEXO A
Entrevista a Profesores

ENTREVISTA A PROFESORES

OBJETIVO: Indagar acerca de la organización de las sesiones, de las evaluaciones y de los resultados de los estudiantes en el curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos. Los resultados de la entrevista serán parte de una indagación con el fin de sustentar la problemática del curso. La identidad de los profesores entrevistados se mantendrá en reserva.

PARTICIPANTES: Dos profesores del área de geotecnia que han sido coordinadores del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS:

1. ¿Qué opina de la infraestructura, equipos y herramientas del laboratorio de suelos de la universidad?

Profesor 1: La infraestructura del laboratorio es adecuada para realizar los ensayos. Respecto a los equipos, los relacionados a ensayos convencionales y simples (granulometría, límites, gravedad específica, Proctor, entre otros), se encuentran en buen estado, sin embargo los equipos para ensayos especiales (consolidación, corte directo, compresión no confinada) requieren renovación.

Profesor 2: Los equipos del laboratorio no son suficientes ya que se comparten con los servicios que se brindan a terceros. Además, se cuidan las calibraciones de los equipos de ensayos especiales, por lo que se evita compartir con los alumnos.

2. ¿Cuáles son los criterios para la elección de los Jefes de Práctica? ¿Qué se valora?

Profesor 1: Los jefes de práctica antiguos tienen prioridad en la elección. Luego, para la elección de un jefe de práctica nuevo se ve el rendimiento académico que ha tenido como alumno en los cursos de Mecánica de Suelos, Laboratorio de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones. Se valora también la experiencia profesional.

Profesor 2: Se valora el desempeño que hayan tenido como alumnos de los cursos previos relacionados a geotecnia. Se valora también su interés en el curso y su integridad. Para la elección se priorizan a los jefes de práctica antiguos y se escogen a pocos nuevos.

3. Al finalizar el curso, ¿qué valora del desempeño de los Jefes de Práctica? ¿En qué pueden mejorar? ¿Por qué?

Profesor 1: Se valora la responsabilidad y puntualidad en las entregas de las calificaciones de los informes y evaluaciones. Además, se valora su desempeño, sobretodo en cómo explican los ensayos.

Profesor 2: Se valora la responsabilidad y respeto a los alumnos. Se puede mejorar en la corrección a tiempo de los informes y evaluaciones.

4. ¿Qué opina acerca de los ensayos impartidos en el curso?

Profesor 1: Son los adecuados para el nivel de pregrado. Agregaría que los alumnos procesen el ensayo triaxial y mostrar alguna simulación del ensayo.

Profesor 2: Son los adecuados.

5. La evaluación del laboratorio consiste en: evaluación de procedimientos de ensayos, informe individual de laboratorio, cuestionario de evaluación del informe y clasificación visual manual de los suelos. ¿Qué opinan al respecto? ¿Modificarían algo?

- a. Evaluación de procedimientos de ensayos.

Profesor 1: Adecuado, ya que obliga a que los alumnos estudien previo al laboratorio. Se pueden mejorar las preguntas.

Profesor 2: Muy importante. No solo deben conocer los procedimientos de los ensayos sino también las normas básicas de seguridad en un laboratorio. Está de acuerdo con retirar al alumno sino alcanza el puntaje mínimo exigido en la evaluación.

- b. Informe individual de laboratorio.

Profesor 1: Adecuado. Prefiere que el informe se realice en forma individual en vez de grupal, ya que el alumno puede aprender de mejor forma.

Profesor 2: Adecuado. Sobre todo da énfasis a la memoria de cálculo y a la elaboración de conclusiones. Considera que se debe mejorar la rúbrica para la corrección de los informes de laboratorio.

c. Cuestionario de evaluación del Informe.

Profesor 1: Adecuado. El alumno debe saber cómo procesar los datos.

Profesor 2: No se debe basar solo en cálculos. Debería haber una reflexión acerca de las conclusiones y de lo que aprendió, solo que considera que la evaluación se puede volver subjetiva.

d. Clasificación visual manual de los suelos.

Profesor 1: Considera que es la evaluación más importante, ya que todo ingeniero civil debe tener una idea de cómo reconocer los suelos.

Profesor 2: Considera que es la evaluación más importante y le parece perfecto que se haga en todas las sesiones.

6. ¿Cuál es la opinión que tienen al respecto del manual de laboratorio y bibliografía del curso?

Profesor 1: Ha ido mejorando a lo largo de los años. Es bastante bueno. Se puede mejorar explicando el procesamiento de los datos obtenidos en los ensayos.

Profesor 2: Está recién actualizado y busca ser una simplificación de las normas. Le parece adecuado.

7. Al finalizar el curso, ¿cuáles considera son las habilidades que los alumnos han logrado adquirir?

Profesor 1: Han aprendido a realizar un ensayo de principio a fin. Considera que los alumnos obtienen una mejor comprensión de los ensayos e interpretación de los resultados. Además que existe una mejora en la habilidad de comunicación escrita. Considera que no se alcanza al 100% de la habilidad de clasificar los suelos, pero si

se logran nociones básicas. También considera que se desarrolla la habilidad de analizar e interpretar resultados.

Profesor 2: Seguir procedimientos, manejar datos y procesarlos para determinar resultados y conclusiones. Considera que no se alcanza en su totalidad la habilidad de clasificar los suelos porque no se presenta retroalimentación a los alumnos. También considera que se desarrolla la habilidad de analizar e interpretar resultados.

8. ¿Qué recomendaciones podría brindar para que los alumnos alcancen estas habilidades?

Profesor 1: Los alumnos deben ser autodidactas. Los jefes de práctica solo deben ser guías para la realización de los ensayos.

Profesor 2: Los alumnos debe informarse mucho más y no limitarse a la guía de ensayos, ya que hoy en día están expuestos a mucha información en la web y pueden buscarlo.

9. De manera general: ¿tiene algo más que agregar para la mejora del curso?

Profesor 1: Todos los jefes de práctica deben estar bien capacitados antes del inicio del curso.

Profesor 2: Tener técnicos disponibles durante el desarrollo de las sesiones.



ANEXO B

Grupo Focal con Jefes de Práctica

GRUPO FOCAL CON JEFES DE PRÁCTICA

OBJETIVO: Indagar acerca del perfil académico y docente de los jefes de práctica, y conocer su percepción general del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Los resultados de la entrevista serán parte de una indagación con el fin de sustentar la problemática del curso.

La identidad de los Jefes de Práctica entrevistados se mantendrá en reserva.

PARTICIPANTES: Cinco jefes de práctica actuales del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS:

1. ¿Qué opina de la infraestructura, equipos y herramientas del laboratorio de suelos de la universidad?

La opinión general es que la infraestructura es muy buena y que los equipos para ensayos especiales son anticuados y requieren renovación.

2. ¿Cuál es su experiencia docente? ¿Alguna vez han llevado alguna capacitación en algún tema relacionado a la docencia? ¿Cuál?

Los jefes de práctica mencionan que cuentan con más de cuatro años de experiencia en promedio en cursos relacionados a la geotecnia. Además mencionan que nunca han recibido alguna capacitación en temas relacionados a la docencia y consideran que los nuevos jefes de práctica deben ser capacitados antes del inicio del curso.

3. ¿Por qué eligieron ser Jefes de Práctica del laboratorio de mecánica de suelos? ¿Cuál fue su motivación?

La opinión general, es que la principal motivación es su gusto por la geotecnia desde que eran alumnos de pregrado.

4. ¿Qué opina acerca de los ensayos impartidos en el curso?

En general, están de acuerdo con los ensayos impartidos durante el curso. Sin embargo, mencionan que se debe mejorar la metodología de enseñanza de los

ensayos de consolidación y sobretodo del triaxial. Sugieren agregar ensayos de expansión y colapso de suelos, y virtualizar con videos ensayos que no puedan realizarse como el triaxial.

5. ¿Cuáles consideran que son los ensayos más fáciles de realizar y los de mayor dificultad? ¿Por qué?

Todos coincidieron que los ensayos más fáciles son los de humedad, gravedad específica y peso unitario. El más difícil de explicar es el ensayo triaxial. Algunos mencionaron también que les cuesta hacerse entender en la explicación de los ensayos de permeabilidad y consolidación.

6. ¿Cómo se preparan antes de las sesiones de laboratorio?

Se preparan básicamente leyendo el manual de laboratorio, y revisan otras fuentes para ensayos que consideran más difíciles como el triaxial, CBR y consolidación. Algunos jefes de práctica mencionaron que van al laboratorio antes de su desarrollo para verificar si las herramientas y muestras de suelo se encuentran preparadas.

7. ¿Qué tipo de experiencias profesionales comparten con los alumnos relacionados a ensayos de laboratorio?

Mencionan que son pocos los jefes de práctica con experiencia profesional en el rubro de geotecnia.

8. La evaluación del laboratorio consiste en: evaluación de procedimientos de ensayos, informe individual de laboratorio, cuestionario de evaluación del informe y clasificación visual manual de los suelos. ¿Qué opinan al respecto? ¿Modificarían algo?

- a. Evaluación de procedimientos de ensayos,

Consideran que es una evaluación necesaria y no están de acuerdo con el puntaje mínimo para el ingreso a laboratorio. Les parece que todos los alumnos deben ingresar a desarrollar los ensayos. Algunos mencionaron que sería importante realizar un banco de preguntas.

b. Informe individual de laboratorio,

Están de acuerdo que el informe es necesario y sugieren que sea grupal. Además mencionan que se debe establecer una estructura clara para el desarrollo del informe, enfatizando en la presentación, redacción, ortografía y conclusiones.

c. Cuestionario de evaluación del Informe,

Los jefes de práctica opinan que es necesario el cuestionario de evaluación del informe. Sin embargo, están de acuerdo en que se debe eliminar el factor de reducción de la nota del informe de laboratorio y que las preguntas deben tener un carácter más práctico. Algunos mencionaron que sería importante realizar un banco de preguntas.

d. Clasificación visual manual de los suelos.

Consideran que es muy importante, pero que debe rediseñarse la evaluación y darle más tiempo. Otro jefe de práctica sugiere que se pueda hacer alguna calicata para la extracción de muestras.

9. ¿Cuál es la opinión que tienen al respecto del manual de laboratorio y bibliografía del curso?

Mencionan que el manual es una buena guía para el desarrollo del laboratorio.

10. Al finalizar el curso, ¿cuáles son las habilidades que los alumnos han logrado adquirir?

Respecto a la habilidad de clasificar los suelos mencionan que se evidencia una mejora progresiva de los alumnos desde el primer laboratorio hasta el último. Además consideran que solo la cuarta parte de los alumnos adquieren la habilidad de análisis e interpretación de los ensayos.

11. ¿Qué recomendaciones podría brindar para que los alumnos alcancen estas habilidades?

Recomiendan que los alumnos no se limiten a la información del manual de laboratorio, sino que busquen mayores referencias. Además, los jefes de práctica son conscientes que deben mejorar en la retroalimentación.

12. De manera general: ¿tiene algo más que agregar para la mejora del curso?

En general mencionan que el tiempo de duración de las evaluaciones debe ser rediseñado y darle mayor énfasis al desarrollo de los ensayos en el laboratorio. Consideran que estas evaluaciones podrían virtualizarse para que se pueda hacer antes de ingresar al laboratorio. Sugieren también que se mantengan los videos de los ensayos en posteriores semestres. También mencionan que la asesoría de un técnico es un fundamental durante el desarrollo de los ensayos, y que tanto jefes de práctica como alumnos deberían usar mandiles y equipo de protección personal.





ANEXO C

Encuesta a Alumnos de Octavo Semestre

ENCUESTA PARA ALUMNOS DE OCTAVO SEMESTRE

OBJETIVO: Indagar acerca de la experiencia, participación y satisfacción en el curso Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PARTICIPANTES: Ciento cinco (105) alumnos de pregrado del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Civil que acaban de aprobar el curso de laboratorio.

CURSO: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Complete este cuestionario usando la escala del 1 al 5, en el cual 1 es la valoración más baja y 5 la valoración más alta.

1. ¿Considera que la infraestructura del laboratorio (mesas de trabajo, espacio para desarrollar los ensayos, iluminación) es adecuada para la realización del curso?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

2. ¿Considera que los equipos y herramientas del laboratorio son adecuados para la realización de los ensayos?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

3. Respecto a la evaluación del curso: ¿considera importante la evaluación de procedimientos de ensayos?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente

- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

4. Respecto a la evaluación del curso: ¿considera importante el informe individual de laboratorio?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

5. Respecto a la evaluación del curso: ¿considera importante el cuestionario de evaluación del Informe?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

6. Respecto a la evaluación del curso: ¿considera importante la clasificación visual manual de los suelos?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

7. ¿Considera que el manual de laboratorio de suelos fue una guía útil para su desempeño en el curso?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo

5 Totalmente en desacuerdo

8. Al finalizar el curso de laboratorio, ¿considera que ha mejorado su habilidad para comunicarse de manera efectiva en grupo?

1 Totalmente en desacuerdo

2 En Desacuerdo

3 Indiferente

4 De acuerdo

5 Totalmente en desacuerdo

9. Al finalizar el curso de laboratorio, ¿considera que ha mejorado su habilidad de liderazgo luego de trabajar en grupo?

1 Totalmente en desacuerdo

2 En Desacuerdo

3 Indiferente

4 De acuerdo

5 Totalmente en desacuerdo

10. Al finalizar el curso de laboratorio, ¿considera que ha alcanzado la habilidad para analizar e interpretar resultados de ensayos de laboratorio?

1 Totalmente en desacuerdo

2 En Desacuerdo

3 Indiferente

4 De acuerdo

5 Totalmente en desacuerdo

11. Al finalizar el curso de laboratorio, ¿considera que ha alcanzado la habilidad para clasificar visual y manualmente cualquier tipo de suelo?

1 Totalmente en desacuerdo

2 En Desacuerdo

3 Indiferente

4 De acuerdo

5 Totalmente en desacuerdo

12. Al finalizar el curso de laboratorio, ¿se siente motivado por especializarse en el área de geotecnia?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

13. ¿Los Jefes de Práctica relacionan los contenidos del curso con sus experiencias profesionales en el campo de geotecnia?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente en desacuerdo

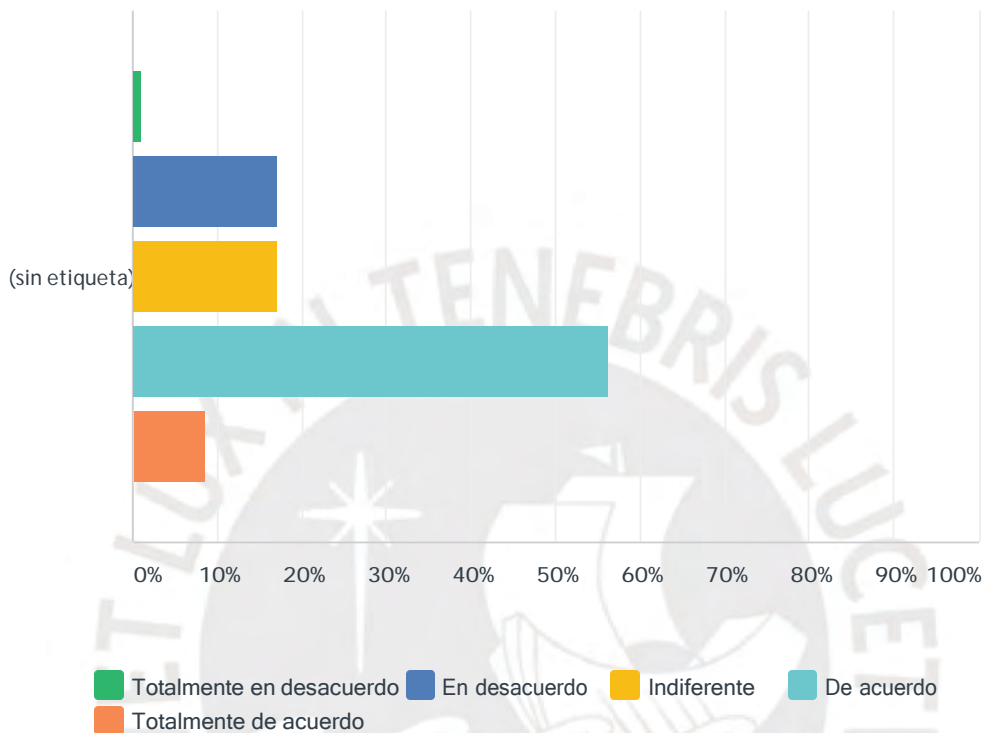
14. En general, ¿considera que el desempeño de los Jefes de Práctica promueven el interés por aprender durante las sesiones de laboratorio?

- Totalmente en desacuerdo
- En Desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

15. Escribe brevemente algún comentario u observación adicional al curso Laboratorio de Mecánica de Suelos.

P1 e, Considera que la infraestructura del laboratorio (mesas de trabajo, espacio para desarrollar los ensayos, iluminaci6n) es adecuada para la realizaci6n del curso?

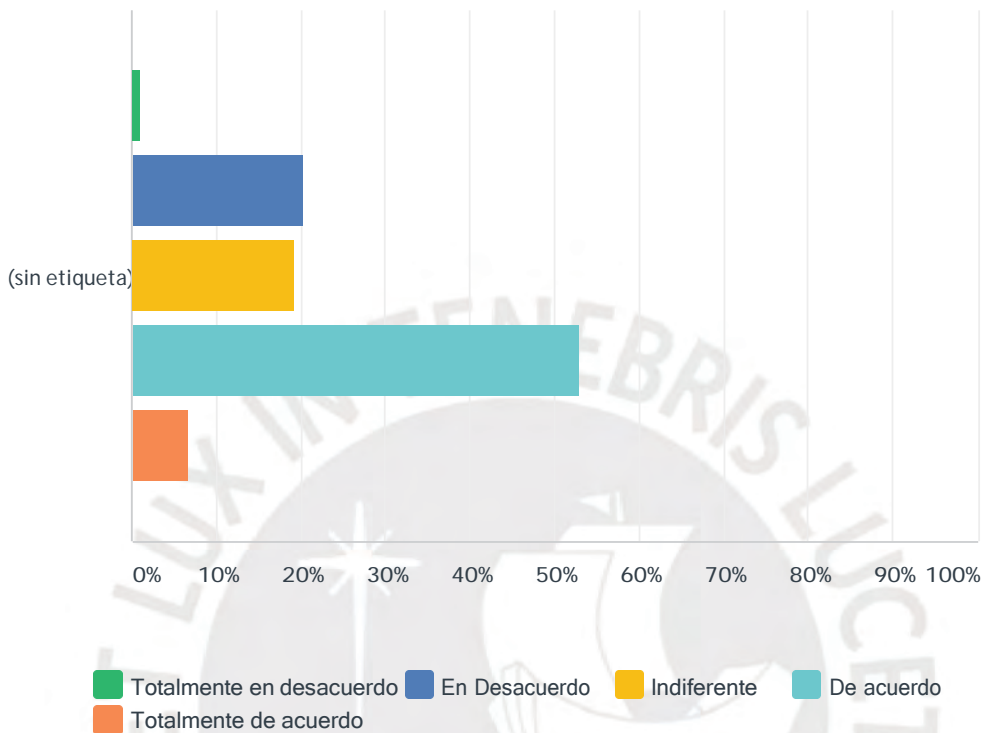
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.95% 1	17.14% 18	17.14% 18	56.19% 59	8.57% 9	105	3.54

P2 e, Considera que los equipos y herramientas del laboratorio son adecuados para la realizaci6n de los ensayos?

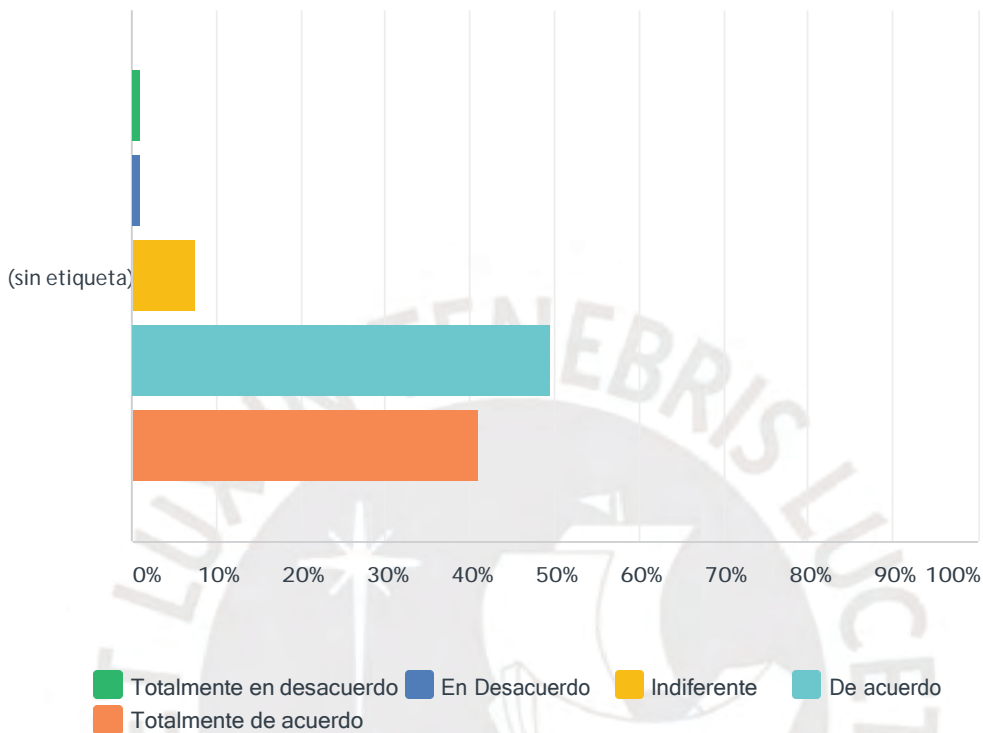
Respondidas: 104 Omitidas: 1



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.96% 1	20.19% 21	19.23% 20	52.88% 55	6.73% 7	104	3.44

P3 Respecto a la evaluaci6n del curso: e,considera importante la evaluaci6n de procedimientos de ensayos?

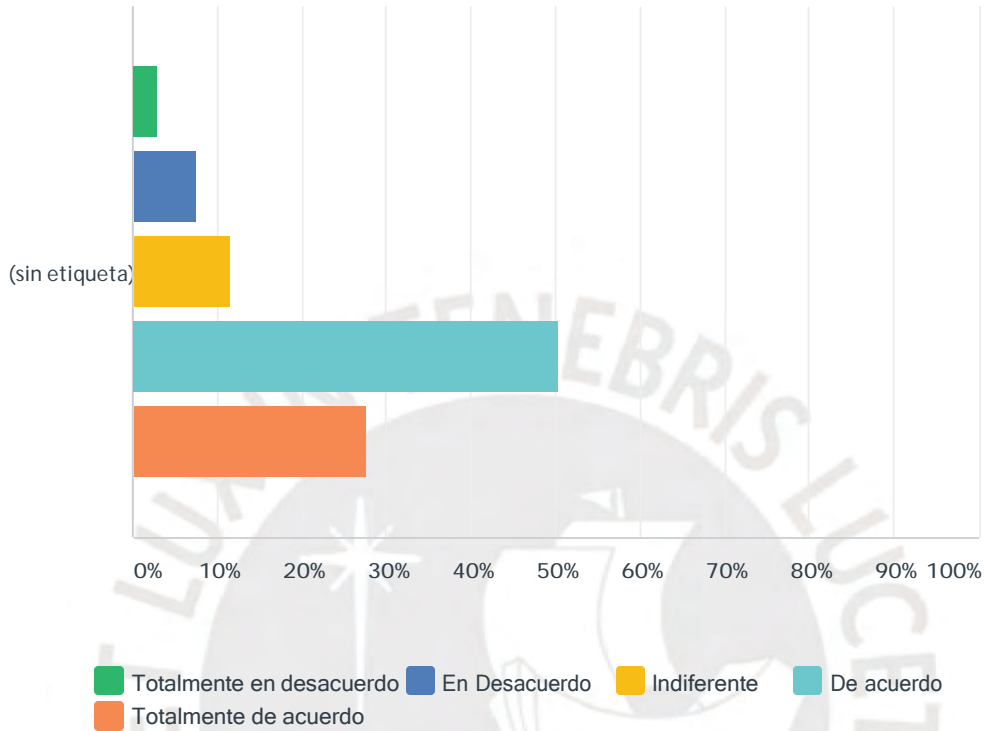
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.95% 1	0.95% 1	7.62% 8	49.52% 52	40.95% 43	105	4.29

P4 Respecto a la evaluación del curso: ¿considera importante el informe individual de laboratorio?

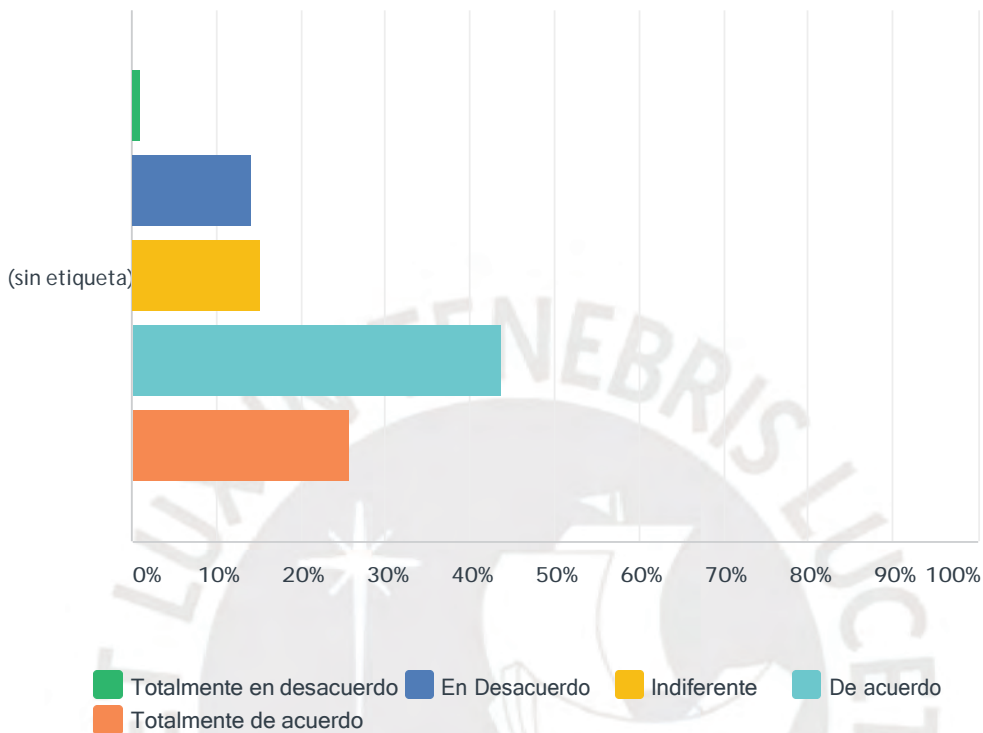
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	2.86% 3	7.62% 8	11.43% 12	50.48% 53	27.62% 29	105	3.92

P5 Respecto a la evaluaci6n del curso: e,considera importante el cuestionario de evaluaci6n del Informe?

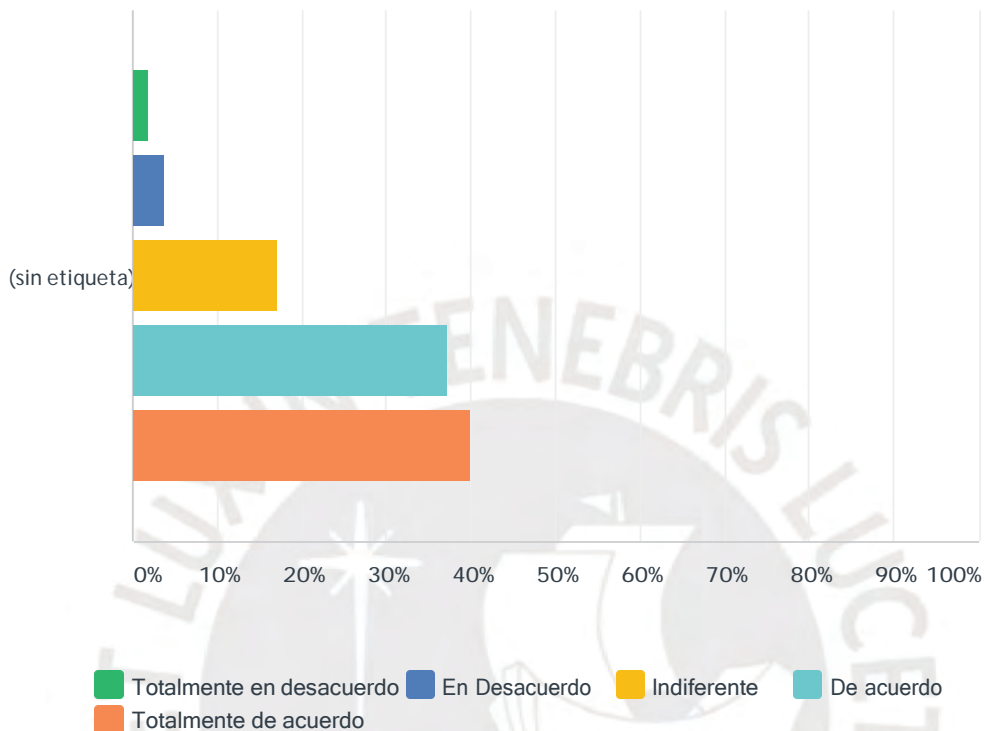
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.95% 1	14.29% 15	15.24% 16	43.81% 46	25.71% 27	105	3.79

P6 Respecto a la evaluaci6n del curso: e,considera importante la clasificaci6n visual manual de los suelos?

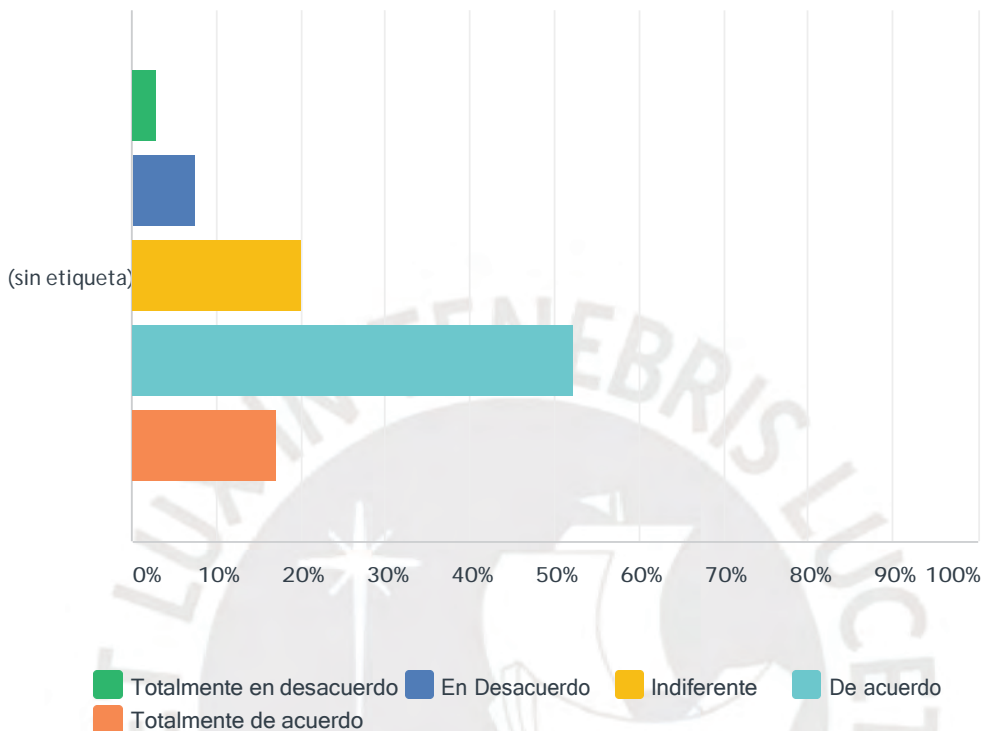
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	1 90%	3 81%	17 14%	37 14%	40 00%	105	4 10

P7 e, Considera que el manual de laboratorio de suelos fue una gufa util para su desempeno en el curso?

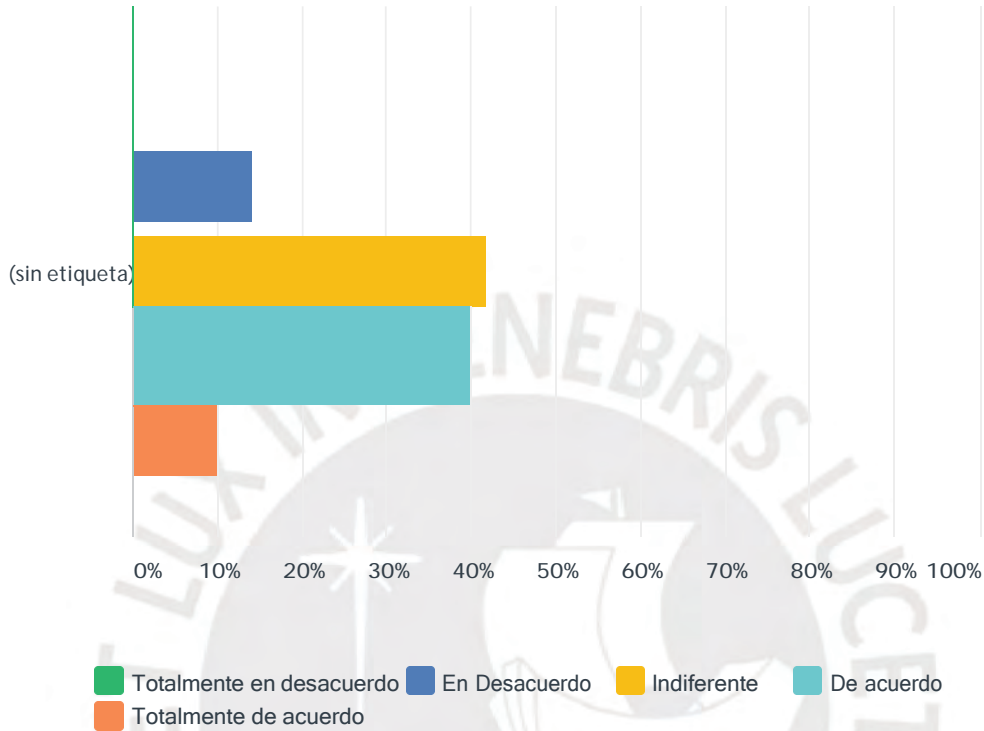
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	2.86% 3	7.62% 8	20.00% 21	52.38% 55	17.14% 18	105	3.73

P8 Al finalizar el curso de laboratorio, e,considera que ha mejorado su habilidad para comunicarse de manera efectiva en grupo?

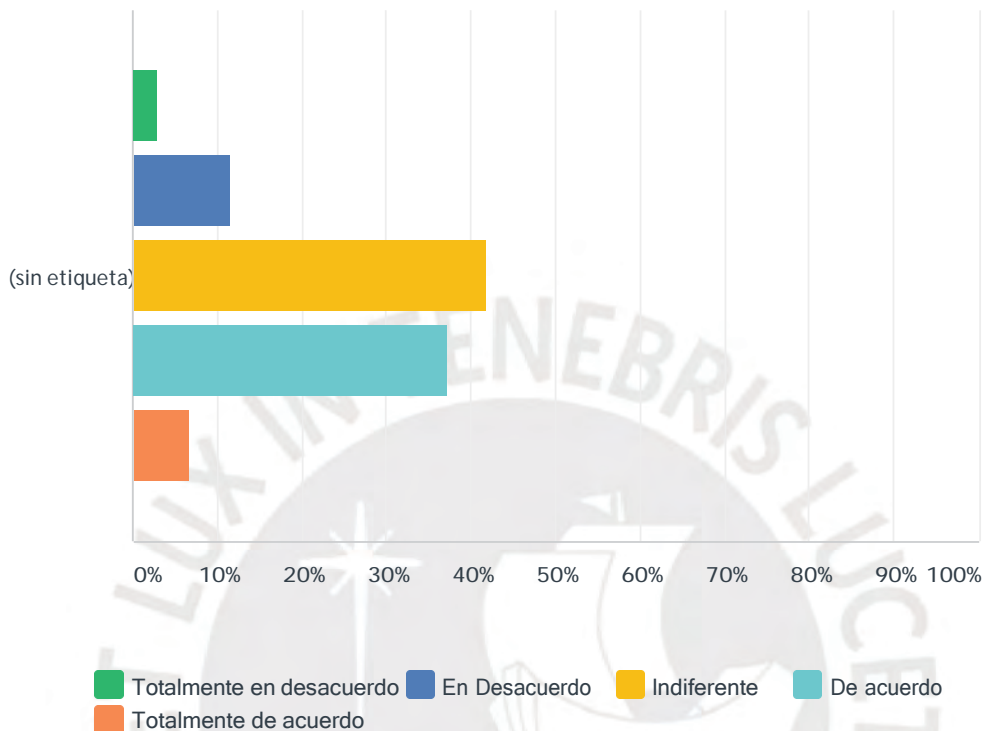
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	1 90% 2	14 29% 15	41 90% 44	32 38% 34	9 52% 10	105	3 33

P9 Al finalizar el curso de laboratorio, e,considera que ha mejorado su habilidad de liderazgo luego de trabajar en grupo?

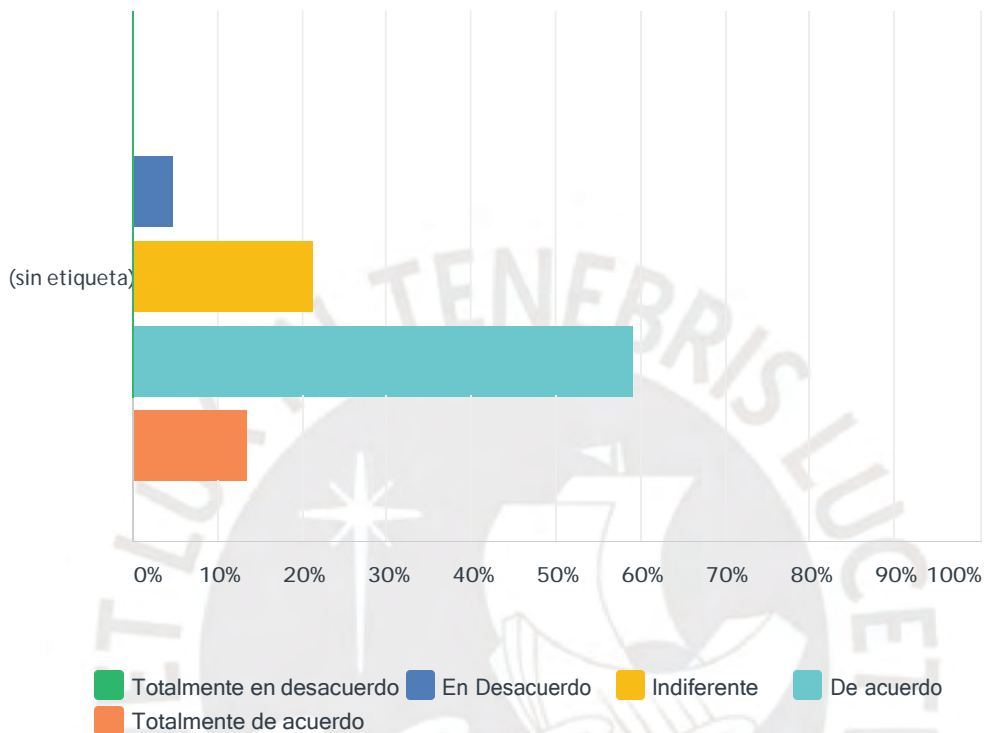
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	2 86%	11 43%	41 90%	37 14%	6 67%	105	3.33
	3	12	44	39	7		

P10 Al finalizar el curso de laboratorio, e,considera que ha alcanzado la habilidad para analizar e interpretar resultados de ensayos de laboratorio?

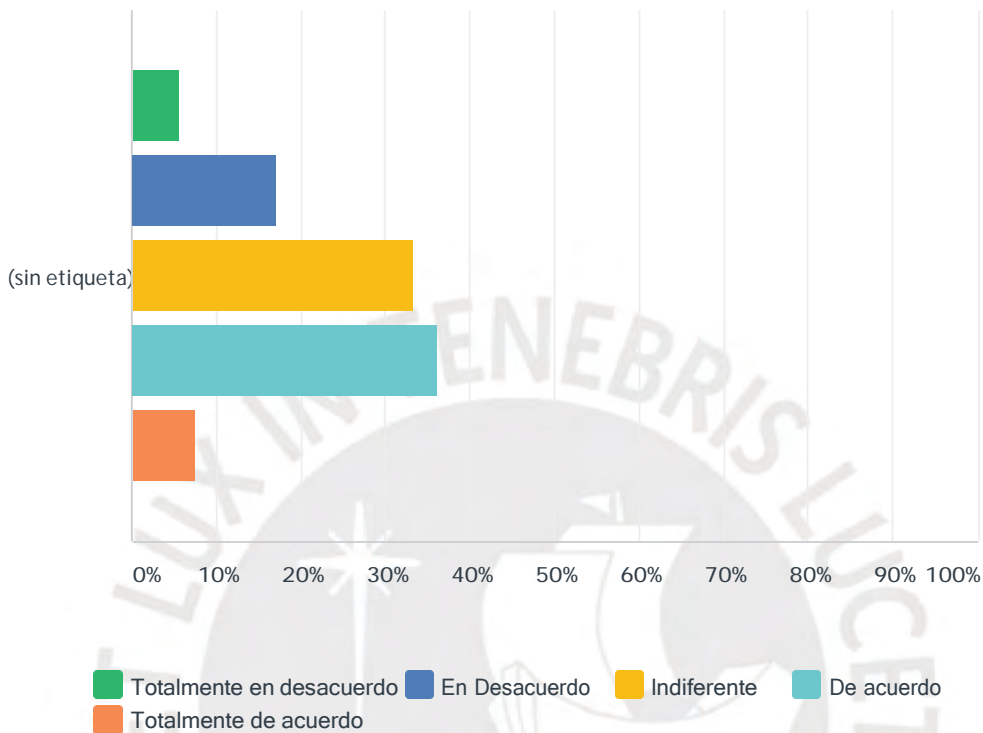
Respondidas: 103 Omitidas: 2



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0 97%	4 85%	21 36%	59 22%	13 59%	103	3 80
	1	5	22	61	14		

P11 Al finalizar el curso de laboratorio, e,considera que ha alcanzado la habilidad para clasificar visual y manualmente cualquier tipo de suelo?

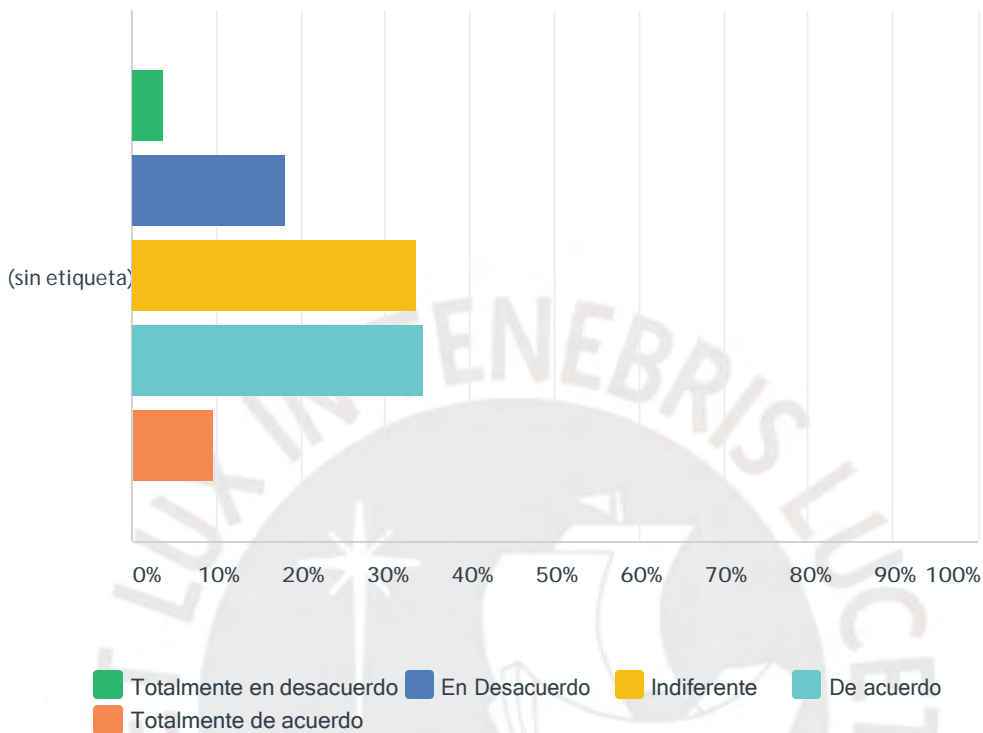
Respondidas: 105 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	5.71% 6	17.14% 18	33.33% 35	36.19% 38	7.62% 8	105	3.23

P12 Al finalizar el curso de laboratorio, e,se siente motivado por especializarse en el area de geotecnia?

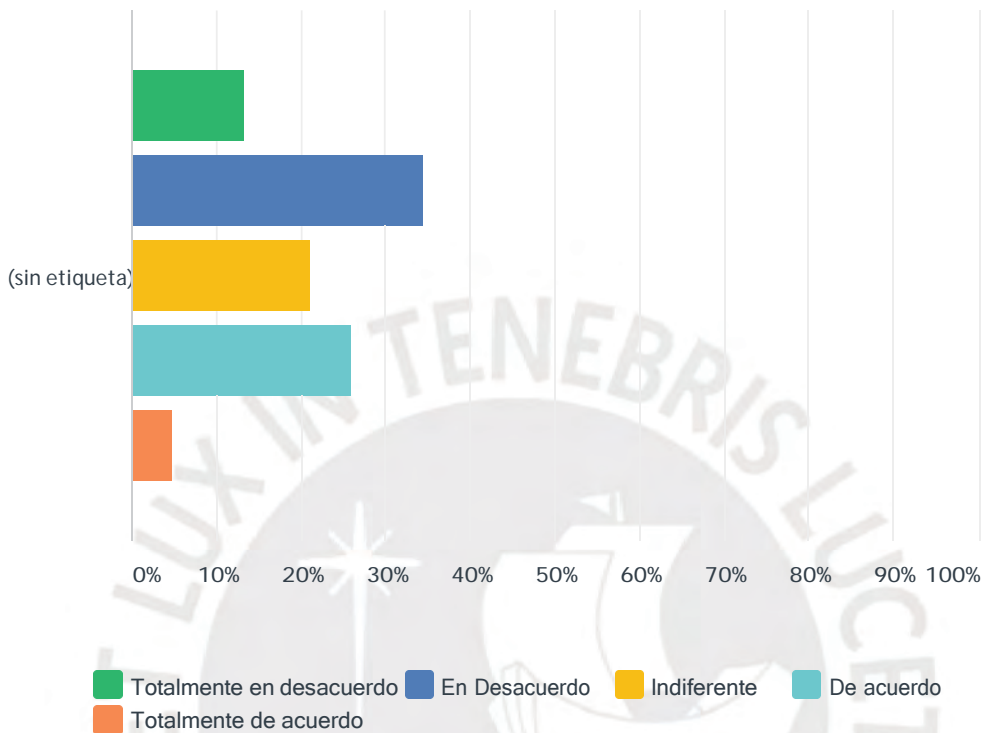
Respondidas: 104 Omitidas: 1



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	3 85%	18 27%	33 65%	34 62%	9 62%	104	3.28
	4	19	35	36	10		

P13 e, Los Jefes de Practica relacionan los contenidos del curso con sus experiencias profesionales en el campo de geotecnia?

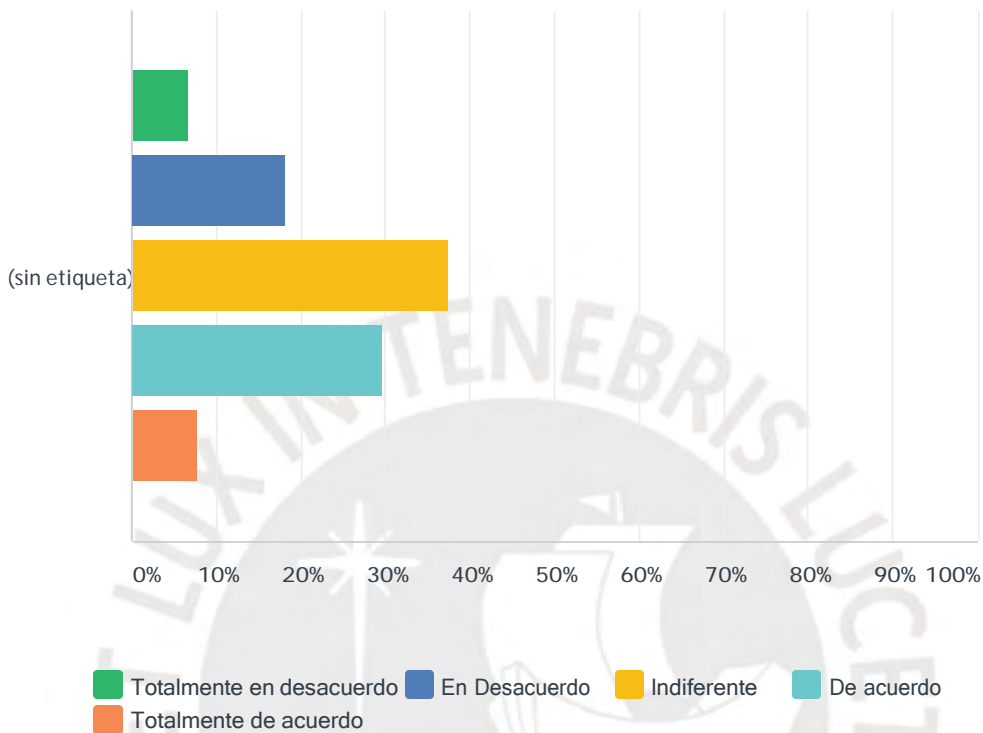
Respondidas: 104 Omitidas: 1



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	13 46%	34 62%	21 15%	25 96%	4 81%	104	2.74
	14	36	22	27	5		

P14 En general, e,considera que el desempeno de los Jefes de Practica promueven el interes por aprender durante las sesiones de laboratorio?

Respondidas: 104 Omitidas: 1



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	6.73% 7	18.27% 19	37.50% 39	29.81% 31	7.69% 8	104	3.13

P15 Escribe brevemente algun comentario u observaci6n adicional al curso Laboratorio de Mecanica de Suelos

Respondidas: 75 Omitidas: 30



#	RESPUESTAS	DATE
1	Deben renovar algunos equipos como mallas que se encuentran en muy mal estado, ademas hacer el labortorio con mas ensayos y dar la posibilidad de ver como se realizan y analizan los ensayos triaxiales	6/1/2020 9:12 PM
2	La gufa podrf mejorarlo mucho dejando de ser tan literal y ser mas ilustrativa y pedagogica	6/1/2020 2:05 PM
3	Creo que la gufa deberfa ser un poco mas especifica en cuanto a calculos, tal como la gufa de hidraulica	6/1/2020 11:40 AM
4	Los informes, sobretodo aquellos dñde se desarrolla mucho excel, es complicado, por lo general se necesita ayuda para ello Deberfan de enseñarnos ello, para estar preparados para realizar un correcto informe	6/1/2020 11:08 AM
5	Los jefes de practica deben ser mas explicativos durante el desarrollo de los procedimientos y no asumir que el alumno ya sabe todo solamente por haber lefdo la gufa	6/1/2020 9:06 AM
6	Apoyarse en videos de ensayos reales en proyectos reales	6/1/2020 9:00 AM
7	La evaluaci6n que decide si entras o no al laboratorio me resulta traumatica porque es demasiada presi6n ademas de que los jp se aprovechan de eso A mf me faltaba 0 25 en esa prueba para pasar al laboratorio porque me falt6 tiempo para escribir y a pesar de que dije oralmente la respuesta Me botaron Me parece de mal gusto que me hayan hecho dar un examen oral para decir que esta bien pero como no lo escribif no importaba y me botaron	6/1/2020 7:51 AM
8	Algunos de los equipos para realizar ensayos no funcionaban	6/1/2020 7:33 AM
9	Deberfa haber un dfa en el que los jps brinden asesorfas sobre los informes Es necesario ya que muchos de mis companeros, me incluyo, necesitabamos de la ayuda de algun jp, ya sea en el armado del excel o en algun vaci6 de conocimiento brindado en el laboratorio, en conclusi6n dudas generales De esta manera los alumnos estarfan mas preparados para presentar un mejor informe	6/1/2020 2:15 AM
10	N	6/1/2020 1:24 AM
11	En general, es un buen laboratorio Pero creo que el leer la gufa, no permite reconocer muy bien c6mo es que se hace el laboratorio, incluso los procedimiento LOS ALUMNOS LO MEMORIZAN PARA EL MOMENTO de la prueba, creo que serfa bueno implementar un video explicativo	6/1/2020 12:53 AM
12	La tensi6n de la prueba de entrada conlleva a que los estudiantes no aprendan el procedimiento, sino solo lo memorizan En consecuencia se termina realizando un ensayo mediocre En mi opini6n, la exigencia es excelente para presionar al estudiante, pero se debe incentivar mas a que se aprendan los temas y no sea solo algo mecanico donde solo importa aprobar	6/1/2020 12:45 AM
13	Por ejemplo en la clasificaci6n visual manual, considero que se deberfa enseñar minimo los 3 primeros laboratorios como clasificar (ya que solo los jps responden a preguntas pero no enseñan) y una pequena evaluaci6n al final de estos Luego en los siguientes laboratorios, evaluados de acuerdo a esos conocimientos Recuerdo que en esa parte del laboratorio, muchos de mis companeros e inclusive yo, teniamos dudas porque en la gufa de la clasificaci6n no es del todo entendible porque no estamos acostumbrados a estar en campo, con una explicaci6n muy detallada por parte de los jps creo que podrf mejorarlo nuestro aprendizaje	6/1/2020 12:14 AM
14	S6lo se podrf mejorarlo la selecci6n de jefes de practica	6/1/2020 12:09 AM
15	A mi parecer, los procedimientos, que son largos en algunos casos, no es importante memorizarlos para poder obtener una nota, sino seguirlos adecuadamente y con cuidado, para que obtener resultados mas 6ptimos	5/31/2020 11:52 PM
16	El curso es pesado pero didactico, quizas serfa mejor para los alumnos que se amplfe el tiempo para presentar el informe a 2 semanas, ya que muchas veces 1 semana era insuficiente por la carga de cursos	5/28/2020 9:23 PM
17	O	5/28/2020 8:42 PM
18	Considero que mis jps fueron muy atentos e interesados en que generemos conocimiento en cada uno de los ensayos, sin embargo, en general todos los laboratorios de la especialidad,	5/28/2020 8:23 PM

me parece que falta organizacion en las devoluciones de los laboratorios ya que nos entregaban las correcciones despues de mas de 2 semanas Considero que el curso en si abarca muchos temas, los cuales personalmente me agradaron, pero segun conversaba con muchos companeros, nos parecia que ya eran muchos temas Sin embargo, considero que el laboratorio de suelos me brido muchisimo conocimiento, de una manera mas cercana a la practica, y bastante a la mano de la teoria en las clases de suelos, tal vez algunas herramientas y ensayos podrian ordenarse y describirse mejor en la guia, pero definitivamente me llevo una gran experiencia, con miras a especializarme en el area

19	Deberfan de haber visitas a obra e implementar el laboratorio con mas materiales	5/28/2020 8:22 PM
20	Actualizar el contenido de las gufas y corregir los errores de coherencia que hay en algunos procedimientos que generan confusi6n	5/28/2020 8:21 PM
21	Indiferente	5/28/2020 8:19 PM
22	No deberfa haber un tope de puntos necesarios para entrar al laboratorio o tener una calificaci6n porque causa ansiedad y no significa que el alumno no haya estudiado la gufa necesariamente, sino que tal vez no entendi6 y memorizar un procedimiento tampoco significa que se haya entendido	5/28/2020 8:19 PM
23	Considero que se podrfia mejorar muchos detalles, desde los materiales (muchos no se encuentran en estado 6ptimo), falta de interes en enseñar en los jefes de practica, falta de motivaci6n por parte de ellos, entre otros	5/28/2020 8:19 PM
24	El curso es genial y pero ldeberian ser mas rigurosos en aprender los conceptos para el curso de Cimentaciones	5/28/2020 8:19 PM
25	Solo en desacuerdo con la elaboraci6n de informes	5/28/2020 8:19 PM
26	El laboratorio es un poco pesado y para realizar la evaluaci6n visual de suelos considero que el tiempo es muy corto	5/28/2020 8:18 PM
27	Lo que se puede mejorar son los equipos, cuando lleve el curso, habfa algunos que eran demasiado viejos y que ya no funcionaban	5/28/2020 8:18 PM
28	una mejor forma de enseñar el ensayo triaxial	5/28/2020 8:18 PM
29	Serfa bueno tener mas tiempo para el manejo de muestras	5/28/2020 8:17 PM
30	Mejor explicaci6n de los jefes de labortorio	5/28/2020 8:16 PM
31	*Tal vez si antes de los laboratorios mandaran una lectura respecto al tema de la experiencia podrfia ayudar a despertar un poco mas de interes	5/28/2020 6:59 PM
32	Algunos equipos podrfan ser mejorados Las evaluaciones del informe en el siguiente Lab puede ser tedioso para los estudiantes; pero necesario, consider6 que estarfa mas equilibrado si el factor de reducci6n se reduzca y por lo tanto se vuelva corta esa prueba, y en el tiempo extra los jps puedan dar una especie de soluci6n mostrada con una explicaci6n, porque en el sistema actual si el alumno no entiende porque fallo se quedara con esa falla, la soluci6n del problema y la explicaci6n lograrfa que el alumno pueda entender y complementar lo que no pudo entender al realizar su informe	5/28/2020 6:55 PM
33	Las guias de laboratorio no tienen una buena explicacion acerca de los ensayos por lonque aveces es dificultoso entenderlos comopletamente y al momento de dar el control es complicado	5/28/2020 3:34 PM
34	Complementar la clasificaci6n visual manual con ejemplos hechos por los Jps; ya que solo se ley6 la guia y se tom6 una prueba al respecto En ese tema ayudarfia bastante que los jps den ejemplos dinamicos con la participaci6n de los alumnos y al final las pruebas individuales	5/28/2020 3:27 PM
35	No le veo el sentido de exigir velocidad en la prueba de entrada Los ejercicios se entienden y pueden desarrollarse sin problemas pero el tiempo es muy corto y hasta falta muchas veces Recomiendo hacer las pruebas de entrada con el objetivo de que el laumno analice Preguntas conceptuales por ejemplo del propio curso de Mecanica de suelos y que se complementen con calculos	5/28/2020 3:25 PM
36	Se deberfa arreglar algun que otro equipo averiado, asf como hacer una remodelaci6n	5/28/2020 3:25 PM
37	Mejorar los tiempos de las evaluaciones	5/28/2020 3:24 PM

38	Serfa beneficioso tener un mayor feedback de los resultados de la clasificación visual manual, de manera que se pueda identificar aciertos y errores	5/28/2020 3:23 PM
39	Creo que se debe mejorar la parte de reconocimiento visual manual	5/28/2020 3:23 PM
40	la gafa de laboratorio deberfa actualizarse muchas veces en los cuestionarios preguntaban acerca de un procedimiento y resulta que difera con el de la gafa en cuanto a la clasificación manual deberfa ser mas explicativo, algunos jp se limitaban a decir q solo estudien de la gafa	5/28/2020 3:22 PM
41	Deberian dar mas de una semana para realizar el informe	5/28/2020 3:22 PM
42	Considero que deberfan ser sesiones mas frecuentes, y de manera que cada sesión no se trabaje individualmente, sino que constituyan un proceso completo de aplicación a la solución de un problema de la vida real	5/28/2020 3:22 PM
43	Los informes conllevan bastante tiempo	5/28/2020 3:22 PM
44	Reforzar y actualizar la calidad de algunos equipos o herramientas antiguas	5/28/2020 3:22 PM
45	Algunos equipos estaban fallando	5/28/2020 3:21 PM
46	deberian JPs con los que se pueda discutir experiencias laborales en el campo de geotecnia para despertar mas interes	5/28/2020 3:21 PM
47	El aspecto de clasificación visual manual era muy incierto, nunca me dijeron cual era mi error o te enseñaban cómo debfa ser el analisis correcto	5/28/2020 3:20 PM
48		5/28/2020 3:20 PM
49	Se podrfia implementar de mejores instrumentos para los ensayos, o en todo caso, mas actualizados	5/28/2020 3:20 PM
50	La verdad me parece un excelente complemento a lo visto en teoria Sin embargo creo que serfa interesante ver pruebas hechas para obras reales	5/28/2020 2:10 AM
51	La clasificación visual manual debe realizarse en un contexto geológico , para saber en que zonas se presencia el suelo que se esta analizando :)	5/28/2020 12:23 AM
52	Personalmente considero importante la actualización de materiales y equipos del laboratorio de suelos Esto con el fin de actualizarse en el area de geotecnia y las nuevas innovaciones en tecnologia se refiere para que los alumnos y personas a cargo del laboratorio tengan mejores equipos con los cuales trabajar, de una manera eficaz y mas precisa	5/27/2020 9:42 PM
53	Deberfan agregar mayor area de trabajo en un futuro, y coordinar de mejor manera las salidas al campo de la universidad para tomar muestras de suelo	5/27/2020 7:09 PM
54	Me hubiera gustado que los jefes de practica relacionaran lo que se hace en laboratorio con su experiencia propia	5/27/2020 6:25 PM
55	Implementación del ensayo nuclear	5/27/2020 6:21 PM
56	A mi parecer la sesión de laboratorio que menos se entiende es la del ensayo CBR Los profesores deberfan enfocarse en mejorar el ensayo de laboratorio de esa sesión Asf mismo, si bien no podemos hacer un ensayo triaxial, podríamos simularlo en computadora como una experiencia virtual	5/27/2020 5:58 PM
57	Considero que son las 4 horas son demasiadas, se podria aplicar una evaluación virtual del procedimiento de los ensayos	5/27/2020 5:28 PM
58	Que mejoren o arreglen los equipos que tienen y que se ensene mejor sobre dilatancia, tenacidad, plasticidad	5/27/2020 5:25 PM
59	Cuando lleve el laboratorio y realizabamos la clasificación visual de las muestras de suelo, no nos daban el resultado de nuestras fichas tampoco una retroalimentación luego de dicha prueba, por lo que nos fue difícil saber si nuestras respuestas estuvieron correctas o no y para darnos cuenta de nuestros errores	5/27/2020 5:08 PM
60	Los informes deben ser solo virtuales	5/27/2020 5:08 PM
61	Hagan al menos una muestra de un ensayo triaxial, no solo indiquen las partes del equipo	5/27/2020 5:08 PM
62	Estoy en desacuerdo con los exámenes de entrada de cada laboratorio, pues son conceptops	5/27/2020 5:05 PM

nuevos que no tenemos claros hasta despues del laboratorio Y en mi opini6n no es justo qie retiren a un alumno del laboratorio por no pasar ese examen, deberfa ser todo lo contrario, si un alumno no pasa la prueba, deberfa ingresar al laboratorio para ampliar sus conocimientos

63		5/27/2020 5:03 PM
64	Algunas maquinas deberfan ser cambiadas debido a que algunas ya estan muy desgastadas Recuerdo que en lugar de papel filtro, usabamos papel de revista Y tambien el consolid6metro estaba malogrado	5/27/2020 5:02 PM
65	Considero que la elaboraci6n del informe y el CEI son muy importantes, porque profundice muchfsimo los temas del curso y el laboratorio cuando los realice, aunque claro eso dependi6 del empeno que puse en la realizaci6n de mis informes Lo que considero que puede mejorar son las gufas porque en muchos casos tuve que acudir a algun libro para entender los procedimientos (por ejemplo en CBR y su utilidad en pavimentos) Serfa buena sugerencia que brinden textos complementarios de libros para profundizar algunos procedimientos que no estan tan claros en las gufas	5/27/2020 5:02 PM
66	Deberfan mejorar la manera de evaluaci6n Reconsiderando el peso de las evaluaciones	5/27/2020 5:02 PM
67	Sf me siento motivado por dedicarme a la geotecnia, pero esto no es debido a haber llevado el laboratorio La gufa de laboratorio no es completamente clara, uno entiende al momento de hacerlo, y este es un problema porque al inicio del lab toman una prueba de entrada que consiste justamente en saber cual sera el procedimiento a realizar Si uno no ha entendido bien, pierde puntaje en la prueba Un video serfa de mucha utilidad	5/27/2020 5:01 PM
68	El desarrollo del informe en algunas des las sesiones fue muy extensa	5/27/2020 5:01 PM
69	Aprendf mas del encargado del laboratorio	5/27/2020 5:00 PM
70	Me gustarfa que haya una mayor interacci6n entre alumnos y jps para ver su perspectiva de su experncia previa y no solamente avanzar y avanzar para cumplir con el laboratorio	5/27/2020 5:00 PM
71	Antes de dar la prueba de entrada no podfa preguntar algunas cosas que no me quedaron claro de la guia	5/27/2020 4:59 PM
72	Maravilloso curso que deberfa tener una segunda parte para lo que no se alcanz6 a ver en la primera	5/27/2020 4:59 PM
73	Los ultimos temas no se llegaban a realizar experimentalmente El JP nos mencion6 que anteriormente en el laboratorio de pavimentos se vefan ensayos de SPT, serfa bueno implemetar esto tambien en el curso	5/27/2020 4:58 PM
74	La CVM podria ser un poco mas promovida y darle un mayor peso Los informes son realmente valiosos y ayudan a entender la parte teorica del curso	5/27/2020 4:58 PM
75	Algunos capftulos de la gufa estan mal redactados, lo que confunde al alumno 2 Aunque resolvamos las operaciones, no siempre recordaremos los valores exactos	5/27/2020 4:05 PM



ANEXO D

Declaración de Trabajo Grupal

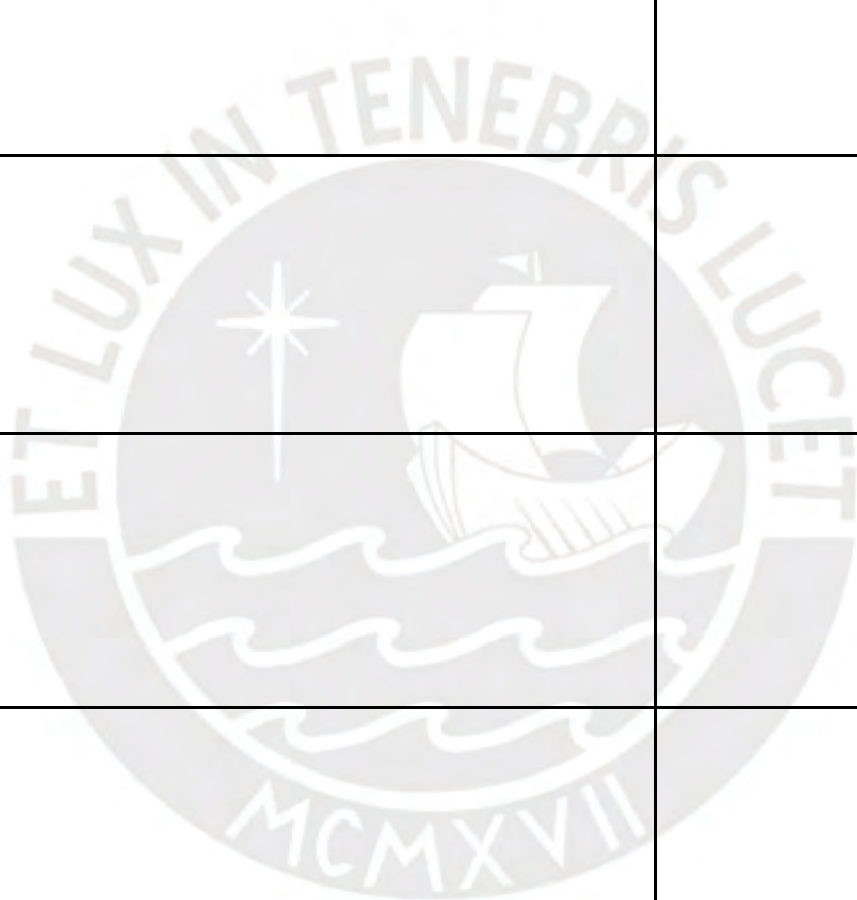
Declaración de Trabajo Grupal

Unidad académica:	Semestre:
Curso y horario:	Profesor:

Título del trabajo:	
Diseño/planificación del trabajo grupal (definir cronograma de trabajo, etc.)	
Funciones (compartición) de cada integrante	Nombre, firma y fecha
Firma del profesor y fecha	

Los miembros del grupo tenemos conocimiento del Reglamento disciplinario aplicable a los alumnos ordinarios de la Universidad, en particular, de las disposiciones contenidas en el sobre el plagio, y otras formas de distorsión de la objetividad de la evaluación académica. En tal sentido, asumimos todos y cada uno de nosotros la responsabilidad sobre el integro de los avances y el trabajo final que serán presentados.

Ejecución del trabajo (definir aportes de cada integrante)	
Labor realizada per cada integrante	Nombre, firma v fecha





ANEXO E
Rúbrica

Descripción

Cada grupo de alumnos, formado al inicio del curso, debe presentar un Informe de Laboratorio de Mecánica de Suelos correspondiente a la sesión realizada. El documento presentado debe cumplir con la estructura y formato de un informe técnico (Índice general, índice de tablas, índice de figuras y Anexos). El informe debe contener como mínimo los siguientes capítulos: Introducción, Discusión del trabajo, Cálculos y Gráficos, Conclusiones y Bibliografía. Adicionalmente se deben adjuntar los formatos de Declaración de trabajo grupal y Cláusula de políticas contra el plagio firmados por todos los integrantes. Las referencias se deben realizar en formato APA.

Criterios a evaluar	Niveles de desempeño				Puntaje
	Deficiente	Medio	Bueno	Excelente	
Presentación y formato del informe Puntaje máximo (1 punto)	No presenta índices, referencias y no mantiene un formato de texto, tablas y/o figuras uniforme. Puntaje (0.25 punto)	El índice del informe se presenta de manera parcial. El documento se encuentra ordenado en general, pero el formato no es consistente. Las referencias no están en formato APA. Puntaje (0.50 punto)	El informe presentado tiene índice general, de tablas y de figuras. El documento se encuentra ordenado y presenta referencias con el formato APA. Puntaje (0.75 punto)	Respeto el formato de informe técnico (Índice general, de tablas, de figuras y anexos). Mantiene el formato del texto, tablas y figuras a lo largo del documento y referencia correctamente. Puntaje (1.00 punto)	
Introducción Puntaje máximo (1 punto)	No se precisan los objetivos y alcances de los ensayos de forma suficiente para desarrollar correctamente el informe. Puntaje (0.25 punto)	Los objetivos y alcances de los ensayos se presentan de forma poco clara. Puntaje (0.50 punto)	La presentación de los objetivos y alcances es suficientemente clara para el desarrollo del informe. Puntaje (0.75 punto)	Presenta de manera clara y concisa los objetivos y alcances de los ensayos de laboratorio. Puntaje (1.00 punto)	
Discusión del trabajo Puntaje máximo (1 punto)	El procedimiento se explica de forma inadecuada, no presenta fuentes de error ni complementa con información sobre los ensayos. Puntaje (0.25 punto)	La explicación del procedimiento es muy general. Se describen algunas causas de error, no se complementa con información relevante. Puntaje (0.50 punto)	El procedimiento se explica de forma correcta y se mencionan causas de error. No se complementa con información relevante para la ejecución de los ensayos Puntaje (0.75 punto)	Se explica excelentemente el procedimiento de los ensayos, se describen las causas de error relevantes para su ejecución y se complementa la información con comentarios sobre las limitaciones de los equipos y otros similares. Puntaje (1.00 punto)	
Cálculos y gráficos Puntaje máximo (2.5 puntos)	No se muestra el procedimiento para realizar los cálculos o es muy errático. La presentación de los gráficos no cumple con lo mínimo esperado para el curso o los valores presentados son incoherentes. Puntaje (0.50 punto)	Se presenta el procedimiento para realizar los cálculos de forma parcial o con errores mínimos. Los gráficos son poco claros. Puntaje (1.25 punto)	Se muestra el procedimiento de los cálculos de forma ordenada. Los gráficos muestran resultados coherentes. Puntaje (2.00 punto)	El procedimiento para realizar los cálculos se muestra de forma clara y ordenada. Los gráficos presentados permiten una muy buena comprensión de los resultados de los ensayos para el posterior análisis. Puntaje (2.50 punto)	
Conclusiones Puntaje máximo (2.5 puntos)	Las conclusiones están desintegradas del contenido del informe. No se comentan los resultados más relevantes. Puntaje (0.50 punto)	Las conclusiones son muy extensas o se desvían del tema principal del informe. Se comentan solo algunos de los resultados obtenidos. Puntaje (1.25 punto)	Las conclusiones presentadas corresponden a la mayoría de los resultados obtenidos, algunas conclusiones no son concisas. Puntaje (2.00 punto)	Las conclusiones presentadas resumen efectivamente el análisis de cada uno de los resultados obtenidos de los ensayos. Puntaje (2.50 punto)	

Escala de evaluación:

	Baja calidad del informe	Mediana calidad del informe	Buena calidad del informe	Excelente calidad del informe
Puntuación	2-4	5	6	7-8



ANEXO F
Evaluación entre Pares

**EVALUACIÓN ENTRE PARES DEL CURSO LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS
SEMESTRE 2021-0**

OBJETIVO: Evaluar la calidad de la contribución de los miembros del grupo en la elaboración de los informes del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos

PARTICIPANTES: Cinco (5) alumnos de pregrado del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Civil del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos 2021-0

NOTA: Esta evaluación es confidencial. En ningún momento se divulgarán los nombres del alumno calificador ni de los alumnos evaluados.

INSTRUCCIONES: Complete la siguiente tabla escribiendo valores del 1 al 5, en el cual 1 es la valoración más baja y 5 la valoración más alta. En la fila en la cual se encuentra su nombre, coloque un guión (-)

- 1 Mediocre
- 2 Malo
- 3 Regular
- 4 Bueno
- 5 Sobresaliente

Alumno	Liderazgo	Trabajo en equipo	Elaboración de cálculos y gráficos	Escritura y redacción del informe	Total (suma)
A	-	-	-	-	-
B	4	5	4	4	17
C	4	5	4	4	17
D	3	5	4	4	16
E	4	5	4	4	17

Pregunta: ¿Considera que se debe implementar la evaluación entre pares en los cursos de laboratorio de mecánica de suelos y que sea parte del cálculo de la nota final? Escriba una X

- (X) Sí
- () No

EVALUACIÓN ENTRE PARES DEL CURSO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
SEMESTRE 2021-0

OBJETIVO: Evaluar la calidad de la contribución de los miembros del grupo en la elaboración de los informes del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos

PARTICIPANTES: Cinco (5) alumnos de pregrado del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Civil del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos 2021-0

NOTA: Esta evaluación es confidencial. En ningún momento se divulgarán los nombres del alumno calificador ni de los alumnos evaluados.

INSTRUCCIONES: Complete la siguiente tabla escribiendo valores del 1 al 5, en el cual 1 es la valoración más baja y 5 la valoración más alta. En la fila en la cual se encuentra su nombre, coloque un guión (-)

- 1 Mediocre
- 2 Malo
- 3 Regular
- 4 Bueno
- 5 Sobresaliente

Alumno	Liderazgo	Trabajo en equipo	Elaboración de cálculos y gráficos	Escritura y redacción del informe	Total (suma)
A	3	4	3	3	13
B	-	-	-	-	-
C	3	4	3	3	13
D	3	4	3	3	13
E	3	4	3	3	13

Pregunta: ¿Considera que se debe implementar la evaluación entre pares en los cursos de laboratorio de mecánica de suelos y que sea parte del cálculo de la nota final? Escriba una X

- (x) Sí
- () No

**EVALUACIÓN ENTRE PARES DEL CURSO LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS
SEMESTRE 2021-0**

OBJETIVO: Evaluar la calidad de la contribución de los miembros del grupo en la elaboración de los informes del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos

PARTICIPANTES: Cinco (5) alumnos de pregrado del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Civil del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos 2021-0

NOTA: Esta evaluación es confidencial. En ningún momento se divulgarán los nombres del alumno calificador ni de los alumnos evaluados.

INSTRUCCIONES: Complete la siguiente tabla escribiendo valores del 1 al 5, en el cual 1 es la valoración más baja y 5 la valoración más alta. En la fila en la cual se encuentra su nombre, coloque un guión (-)

- 1 Mediocre
- 2 Malo
- 3 Regular
- 4 Bueno
- 5 Sobresaliente

Alumno	Liderazgo	Trabajo en equipo	Elaboración de cálculos y gráficos	Escritura y redacción del informe	Total (suma)
A	3	4	3	3	13
B	2	2	3	3	10
C	4	4	4	4	16
D	3	3	3	3	12
E	-	-	-	-	-

Pregunta: ¿Considera que se debe implementar la evaluación entre pares en los cursos de laboratorio de mecánica de suelos y que sea parte del cálculo de la nota final? Escriba una X

- (x) Sí
- () No



ANEXO G
Diario Docente

Fecha: Lunes 25 de enero

Horario: 2:00 – 6:00 pm

Clase: Peso específico del suelo, contenido de humedad, peso específico relativo de los sólidos y análisis granulométrico por tamizado

Acontecimientos Relevantes:

Previo al inicio de clase, y al ser pocos alumnos, el docente invita a los alumnos a presentarse y que mencionen la rama de la ingeniería civil que más les interesa. Se les pide que enciendan la cámara.

Los intereses son variados.

Alumno A: construcción e hidráulica.

Alumno B: estructuras y transporte.

Alumno C: construcción.

Alumno D: construcción y transporte.

Alumno E: construcción y geotecnia.

Luego se hace la presentación del docente y co-docente. Se menciona a los alumnos que la participación del co-docente en el curso será para brindar asesoría previo a la entrega de los informes de laboratorio y que al inicio de cada sesión de laboratorio se les brindará una retroalimentación oral acerca de los resultados del informe presentado.

El co-docente menciona también que tomará algunos datos como parte de una investigación que está realizando para la maestría en docencia universitaria y que toda la información será confidencial y que en ningún momento se divulgarán nombres ni de alumnos ni de docentes. Se pide a los alumnos si es que hay alguna objeción al respecto y finalmente todos estuvieron de acuerdo, incluido el docente.

El docente realiza la presentación del curso, mostrando y leyendo el sílabo, el documento adjunto al sílabo, el calendario de las sesiones y remarca que los informes se deben entregar todos los viernes.

Se explica brevemente en qué consisten las evaluaciones EPE y CEI, y se brindan algunas pautas para la elaboración de los informes.

Al ser solo cinco alumnos, se forma un solo grupo, y se recalca las consideraciones contra el plagio.

Se hace una presentación de la plataforma virtual, se indica los recursos virtuales y se hace una presentación 3D de las instalaciones del laboratorio. Además se dan algunas pautas para la clasificación visual manual de los suelos y que por ser un laboratorio virtual no será posible realizarlas, pero se invita a los alumnos a ir al laboratorio cuando se vuelva a la universidad para que puedan ver y tocar los diferentes tipos de suelo.

Al terminar la presentación, un alumno hizo una pregunta referente acerca de fallas en internet mientras dan las evaluaciones en línea. El docente responde que será bastante comprensivo en esos casos.

A las 2:50 pm se inició oficialmente la clase del ensayo de humedad.

El docente hizo algunas preguntas respecto al ensayo de humedad. Dos alumnos respondieron de forma correcta y dos de forma incorrecta. Luego, un alumno hace una pregunta respecto al ensayo.

A las 3:50 pm se inicia la explicación del ensayo de pesos específico de los sólidos Gs.

Solamente un alumno hizo una pregunta y el mismo alumno respondió algunas consultas que hizo el docente.

A las 4:50 pm se inicia la explicación del ensayo de peso específico del suelo.

Solamente hubo una pregunta de los alumnos acerca del procedimiento.

A las 5:00 pm se da inicio a la explicación del ensayo de granulometría por tamizado. No se realizaron preguntas ya que el docente estaba con el tiempo justo antes de dar inicio a la evaluación de los procedimientos de ensayos.

A las 5:35 pm se inicia la evaluación EPE

Grabando

jpzamora

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

PESO ESPECÍFICO DEL SUELO
ASTM D7263-09 (Reapproved 2018)

RESUMEN DEL ENSAYO

✓ El procedimiento de este ensayo es bastante simple y comprende las siguientes fases:

- Preparación del espécimen de ensayo.
- Determinación del peso del espécimen.
- Medición de las dimensiones del espécimen: volumen
- Cálculo del peso específico.

$$\gamma_T = \frac{W_T}{V_T}$$

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JOSE JOAQUIN RENGIFO

JUAN PABLO ZAMORA

JOSE JOAQUIN RENGIFO

PAUCAR ARIAS, GL.

Sebastian Bendezu...

Manuel Torres

VICTOR ANTONIO...

Christian Ojara

Análisis y Reflexión:

Solamente un alumno presenta interés en geotecnia, lo cual puede ser un indicador que no todos los alumnos se encuentren motivados por el curso.

Respecto al ensayo de humedad, en general los alumnos respondieron de forma acertada a las preguntas que les hizo el docente. En realidad era lo esperado, pues este ensayo es muy sencillo de realizar y no requiere de mucho conocimiento técnico para entenderlo.

En general, esta sesión de laboratorio es bastante sencilla de entender y realizar. No implica muchos conocimientos teóricos para poder entenderlo y se entiende que con los videos alojados en la plataforma virtual más la explicación del docente han sido suficientes para el entendimiento de los ensayos.

Como co-docente considero que las tres horas de clase han sido agotadoras.

Fecha: Lunes 01 de febrero

Horario: 2:00 – 6:00 pm

Clase: Análisis granulométrico por sedimentación, límites líquido y plástico y compactación tipo Proctor

Acontecimientos Relevantes:

El laboratorio inicia con la prueba CEI (cuestionario de evaluación de informe).

Luego, se hizo la primera retroalimentación oral acerca de los resultados del primer informe de laboratorio. Se compartió en la pantalla el informe y se recalcó los puntos importantes a mejorar.

La retroalimentación duró 15 minutos y solo un alumno hizo un comentario acerca de la evaluación que luego fue absuelta por el profesor.

A las 2:50 pm se inicia la explicación del análisis granulométrico por sedimentación. El docente hace una pregunta muy simple y ningún alumno responde, lo cual evidencia una falta de atención ya que la respuesta era restar dos números.

Luego se hacen otras preguntas y los alumnos se ponen más atentos y alguno llega a responder.

A las 4:10 pm se inicia la explicación de los ensayos de límites. El profesor hace preguntas referentes a los ensayos y algunos alumnos responden.

A las 5:10 pm se empieza con la explicación del ensayo Proctor hasta las 5:35 pm aproximadamente, que se da inicio a la evaluación EPE.

The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a slide from a presentation titled 'SEDIMENTACIÓN' with the standard 'ASTM D7928-17, NTP 339.128'. The slide content includes:

- Logo of Universidad Católica del Perú.
- Section: 'Cálculo de R_c '
- Table with columns: PROBETA N°, HIDRÓMETRO N°, INICIO, W_s , %-#10, G_s , a , 2440.00 , T , 21 °C, C_L , G_w , μ , 0.0099 poises, K , 0.0133 , R_w , 5 , R_m , 0.50 .
- Table with columns: Tiempo t (min), t (°C), R_a , R_c , N, N correg., R, L, D (min).
- Equation: $R_c = R_a - R_w + C_L$
- Calculation: $R_c = 28.5 - 5 + 0.12 = 23.62$
- Footer: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

The right side of the screenshot shows a list of participants (8) including Juan Pablo Zam., Jose Joao Re., Jose Joao Rengifo, Roberth Andre Potocino Yar., Benidez Wilson, Sebastian, Manuel Torres, Paucar Arias, Giovanni, and Victor Antonio Quispe Flores.

Análisis y Reflexión:

Respecto a la primera retroalimentación oral debo confesar que no sentí el efecto esperado, ya que en las referencias leídas se mencionaba el face to face y la conversación informal.

Al ser una sesión virtual se pierde esta cercanía con el alumno y también considero que fui muy formal a la hora de darles el feedback. Otro punto adicional es que en todo momento los alumnos estaban con la cámara apagada.

Definitivamente en la próxima sesión pediré que los alumnos prendan las cámaras antes de darles la retroalimentación del informe.

Un inconveniente que se tienen con las clases virtuales es que al estar los alumnos con la cámara apagada no puedes observar si realmente están atendiendo a la clase y esto se vio evidenciado con algunas preguntas muy simples que hizo el profesor.

Además debo confesar que si bien estos son temas que domino y conozco perfectamente me cuesta bastante estar tres horas atendiendo la clase de teoría. Supongo que a los alumnos les pasa lo mismo.



Fecha: Lunes 15 de febrero	Horario: 2:00 – 6:00 pm
Clase: Densidad en el campo usando el cono de arena y demostración de relación soporte de California (CBR)	
<p>Acontecimientos Relevantes:</p> <p>Los alumnos inician el laboratorio respondiendo la evaluación CEI que está en la plataforma virtual.</p> <p>Luego, se inicia la retroalimentación oral acerca del informe presentado. Esta vez se mencionó a los alumnos que enciendan sus cámaras. Durante el feedback dos alumnos hicieron comentarios respecto a algunos puntos de la calificación y el co-docente pudo hacer algunas preguntas.</p> <p>A las 2:55 pm se inició la explicación del ensayo de densidad de campo con cono de arena. Una vez más se hacen preguntas y los alumnos no responden, pese a ser preguntas sencillas de responder, lo que evidencia la falta de atención. Luego el profesor da algunas pistas para que puedan responder y dos alumnos dan con la respuesta.</p> <p>El co-docente hizo varias intervenciones durante la explicación de este ensayo ya que cuenta con bastante experiencia en el uso de este ensayo en diversos proyectos. Los alumnos hicieron algunas preguntas.</p> <p>A las 4:30 pm se da inicio a la explicación del ensayo de CBR. El profesor hace preguntas y ningún alumno responde. Tampoco hay preguntas de parte de los alumnos hacia el profesor.</p> <p>A las 5:30 pm se da inicio a la evaluación EPE.</p>	
<p>Análisis y Reflexión:</p> <p>Esta vez, considero que se pudo hacer una mejor retroalimentación oral. El hecho de que todos estén con la cámara prendida da una sensación de estar hablando frente a frente con los alumnos. Se trató de tener un dialogo más informal, aunque debo reconocer que me cuesta.</p> <p>Durante las clases del docente los alumnos están con la cámara apagada. Al final de la clase le sugerí al docente que les pida a los alumnos que prendan su cámara ya que son solo cinco alumnos y de esa forma ellos estarán más atentos a la clase.</p> <p>Durante las dos primeras sesiones mi intervención durante las clases fue muy poca, debido a que pensaba que podía quitarle protagonismo al docente de la clase. Sin embargo, en esta clase, debido a mi experiencia en el uso del ensayo del cono de arena, pedí permiso al docente para explicar algunas experiencias que he tenido en proyectos reales y creo que tuvo bastante aceptación de los alumnos, pues me hicieron algunas preguntas.</p> <p>Respecto al ensayo de CBR, puedo entender que no hay preguntas debido a que es un ensayo más complejo y quizá difícil de entender con una primera explicación.</p>	

Fecha: Lunes 22 de febrero	Horario: 2:00 – 6:00 pm
-----------------------------------	--------------------------------

Clase: Consolidación unidimensional y permeabilidad con carga variable.

Acontecimientos Relevantes:

El laboratorio inició con la evaluación CEI.

A las 2:35 pm se inició con la retroalimentación oral sobre la entrega del tercer informe. Se encendieron las cámaras y no hubo preguntas.

A las 2:50 pm se inicia la explicación del ensayo de laboratorio de permeabilidad con carga variable. Durante la exposición el profesor hace algunas preguntas y nadie responde. Casi al culminar la explicación uno de los alumnos hace una pregunta acerca de la diferencia entre el ensayo con carga variable y constante, lo cual es una muy buena pregunta.

A las 3:50 pm se inicia la explicación del ensayo de consolidación unidimensional. Durante la charla el profesor realiza algunas preguntas y solo un alumno responde.

The screenshot shows a Zoom meeting with a presentation slide. The slide title is "CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL" and it references "ASTM D2435/D2435M-11, NTP 339.154". The slide content includes:

- ✓ Consolidación es la reducción paulatina de la relación de vacíos que sufre un suelo de baja permeabilidad sometido a cargas de larga duración.
- ✓ Puede atribuirse a la compresión y expulsión del aire contenido en los poros de los suelos parcialmente saturados y a la expulsión de agua.
- ✓ En la Mecánica de Suelos interesa:
 - La magnitud de las compresiones totales que pueden presentarse bajo distintas cargas.
 - La evolución con el tiempo de la compresión del suelo bajo una carga determinada.

The slide also features a diagram of a rectangular soil sample with arrows indicating vertical compression. The Zoom interface on the right shows a grid of participants, including Jose Joadi Rengifo, Juan Pablo Zamora, Manuel Torres, Sebastian Berdez, Quispe Flores, Palucar Arias, G., and Olarte Mayhua.

Análisis y Reflexión:

Respecto a la retroalimentación oral no hubo preguntas. Lo cual me deja un poco preocupado porque no estoy seguro si realmente han entendido en lo que deben mejorar para el siguiente informe.

Particularmente considero que este laboratorio es el más difícil de todos, ya que involucra conocer aspectos teóricos que necesitan de un buen estudio para poder entenderlos ya que los ensayos están ligados a conceptos que pueden ser complicados de entender para un alumno que lo ve por primera vez. Sin embargo, hubo un par de buenas intervenciones de los alumnos, lo cual me demuestra que a veces se subestima el conocimiento del alumno, cuando a uno le parece un tema complicado.

Fecha: Lunes 01 de marzo	Horario: 2:00 – 6:00 pm
Clase: Compresión simple, corte directo y explicación de ensayos triaxiales	
<p>Acontecimientos Relevantes:</p> <p>El laboratorio inició con la evaluación CEI.</p> <p>Finalizado la evaluación se empezó con la retroalimentación oral. Los alumnos prendieron la cámara y el co-docente felicitó a los alumnos por el desempeño en su informe siendo este el más difícil de realizar. No hubo muchas observaciones acerca del informe.</p> <p>La explicación del ensayo de compresión simple inició a las 2:45 pm, luego el de corte directo a las 3:40 pm y finalmente la explicación de ensayos triaxiales a las 4:30 pm. El profesor no hizo preguntas ni tampoco hubo consultas de los alumnos.</p> <p>Previo al inicio de la evaluación EPE, el docente se despidió de los alumnos y les agradeció por su atención en las clases. Luego preguntó si es que había algún comentario acerca del curso en general y uno de los alumnos encendió el micrófono y dijo lo siguiente: “Profesor el curso es interesante pero hay demasiada información para asimilarla en poco tiempo. Se tiene que ver los videos varias veces para entenderlo mejor. Me gustaría ingresar al laboratorio a hacer algunos ensayos cuando retorne las clases presenciales”.</p>	
<p>Análisis y Reflexión:</p> <p>Sinceramente me quedé gratamente sorprendido por la elaboración del informe, ya que en las anteriores entregas, si bien hubo una mejora, no fue muy notoria como este trabajo. De mi experiencia en otros laboratorios, este informe por lo general es el que presenta mayores deficiencias, sobre todo en los cálculos, pero este grupo lo realizó bien.</p> <p>Cabe indicar que durante la semana uno de los alumnos me escribió un email solicitando una asesoría por zoom. Atendí al alumno y le resolví varias consultas. Demostró que había preparado una hoja Excel y tenía alguna duda acerca de unos cálculos que se puedo absolver durante la asesoría.</p> <p>Pude notar también que pude hablarles de forma más informal, lo cual creo que ha permitido que puedan entender mejor mis indicaciones para la elaboración de sus informes.</p> <p>En este último laboratorio noté al docente un poco más apurado en sus explicaciones, quizá porque tenía muchos temas por delante, que ni siquiera hizo preguntas a los alumnos.</p> <p>Respecto al comentario del alumno, sinceramente no me lo esperaba, ya que era uno de los alumnos que participó poco durante el semestre. Con su mensaje siento su frustración de no haber tenido un laboratorio en el cual pueda haber realizado los ensayos con sus propias manos. El aprendizaje es significativo cuando este se puede ver y realizar con sus propias manos. Es probable que los alumnos olviden estos ensayos si es que luego no son vistos nuevamente en su práctica profesional.</p>	



ANEXO H

Entrevista a Profesor IA

ENTREVISTA A PROFESOR DEL CURSO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
EN EL SEMESTRE 2021-0

OBJETIVO: Indagar acerca de la organización de las sesiones, de las evaluaciones y de los resultados de los estudiantes en el curso de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PARTICIPANTES: Profesor del Curso Laboratorio de Mecánica de Suelos

La identidad del profesor entrevistado se mantendrá en reserva.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS:

1. ¿Cuál es su opinión acerca del uso de los videos y diapositivas de los ensayos alojados en la plataforma PAIDEIA? ¿Considera que son de calidad para la enseñanza? ¿Por qué?

Profesor: Piensa que los videos son bastante buenos, además el hecho de grabar la clase permite a los alumnos volver a revisarlos las veces que quiera para entender mejor los ensayos. Del mismo modo, las diapositivas son también de buena calidad.

2. Respecto al tiempo empleado en las clases y evaluaciones, ¿cuál es su opinión? ¿En qué se podría mejorar?

Profesor: El tiempo le parece adecuado tanto para las clases como para las evaluaciones. Se debe mantener la misma estructura en otros laboratorios virtuales.

3. Respecto a la participación de los alumnos durante las clases, ¿qué es lo que ha cambiado comparado a un laboratorio presencial?

Profesor: Le gustaría que los alumnos sean más participativos y que la clase sea más interactiva. En otros cursos de laboratorio virtual es casi siempre lo mismo, existe muy poca participación, en comparación con laboratorios presenciales donde en todo momento los alumnos están participando mientras desarrollan los ensayos de laboratorio.

El profesor piensa que los alumnos no participan porque para la mayoría el laboratorio ha perdido interés al llevarse de forma virtual y se sienten obligados a hacerlo. Incluso algunos alumnos le han mencionado que se sienten decepcionados por llevar el curso de esa manera, ya que quieren ver, tocar y hacer los ensayos con sus manos y la experiencia no es la misma viendo videos.

4. ¿Qué opina acerca de la retroalimentación oral sobre los informes de laboratorio brindado a los alumnos? ¿Ha visto cambios en el desempeño de los alumnos a comparación de otros semestres? ¿Considera que se debería implementar en otros semestres? ¿Por qué?

Profesor: Considera que ha sido muy beneficioso y definitivamente la redacción y elaboración de los informes mejoró. Ha visto cambios comparados al anterior semestre virtual, ya que una de las falencias era que no se tenía una retroalimentación rápida y los alumnos se quejaban de eso, ya que no sabían en qué estaban fallando o en qué tenían que mejorar para el siguiente informe. Considera que la retroalimentación oral se debe implementar en otros semestres virtuales o presenciales, con un tiempo adecuado pensando que habrá más grupos.

5. En un escenario post COVID ¿Cómo organizaría el curso de laboratorio? ¿Qué cambios le haría al curso?

Profesor: En un escenario presencial mantendría las evaluaciones de forma virtual, tanto el EPE como el CEI. Además los videos y diapositivas se mantendrían alojados en la plataforma virtual.

Respecto a los ensayos, considera que todos se deberían hacer en el laboratorio pues justamente esa es la parte en las que más aprenden los alumnos. Además retornaría la clasificación visual manual de suelos como parte de las sesiones.

Cambiaría la forma de evaluación del EPE, haciéndola una prueba virtual de opción múltiple, y así se ganaría tiempo en la corrección, pues al hacerlo en la plataforma virtual, se tendría la nota de inmediato. Este tiempo ganado se podría emplear en dar mayor retroalimentación a los alumnos.



ANEXO I

Encuesta Laboratorio 2021-0

ENCUESTA PARA ALUMNOS DEL CURSO LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
SEMESTRE 2021-0

OBJETIVO: Indagar acerca de la experiencia, participación y satisfacción en el curso Laboratorio de Mecánica de Suelos.

PARTICIPANTES: Cinco (5) alumnos de pregrado del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Civil del curso Laboratorio de Mecánica de Suelos 2021-0

Complete este cuestionario usando la escala del 1 al 5, en el cual 1 es la valoración más baja y 5 la valoración más alta.

1. ¿Considera que los videos de los ensayos alojados en la plataforma PAIDEIA son adecuados para la realización del curso?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

2. ¿Considera que las diapositivas alojadas en la plataforma PAIDEIA son adecuadas para la realización del curso?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

3. Respecto al tiempo de la clase del laboratorio: ¿le parece qué es el adecuado?

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En Desacuerdo
- 3 Indiferente
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

4. Respecto al tiempo para las evaluaciones EPE y CEI: ¿le parece qué son adecuados?

1 Totalmente en desacuerdo

2 En Desacuerdo

3 Indiferente

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

5. ¿Considera que las retroalimentaciones orales acerca del informe de laboratorio brindadas por el profesor al inicio de cada sesión fue beneficioso para su aprendizaje?

1 Totalmente en desacuerdo

2 En Desacuerdo

3 Indiferente

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

6. ¿Considera que las asesorías brindadas por el profesor (zoom y correo) previo a la entrega del informe de laboratorio fue beneficioso para su aprendizaje?

1 Totalmente en desacuerdo

2 En Desacuerdo

3 Indiferente

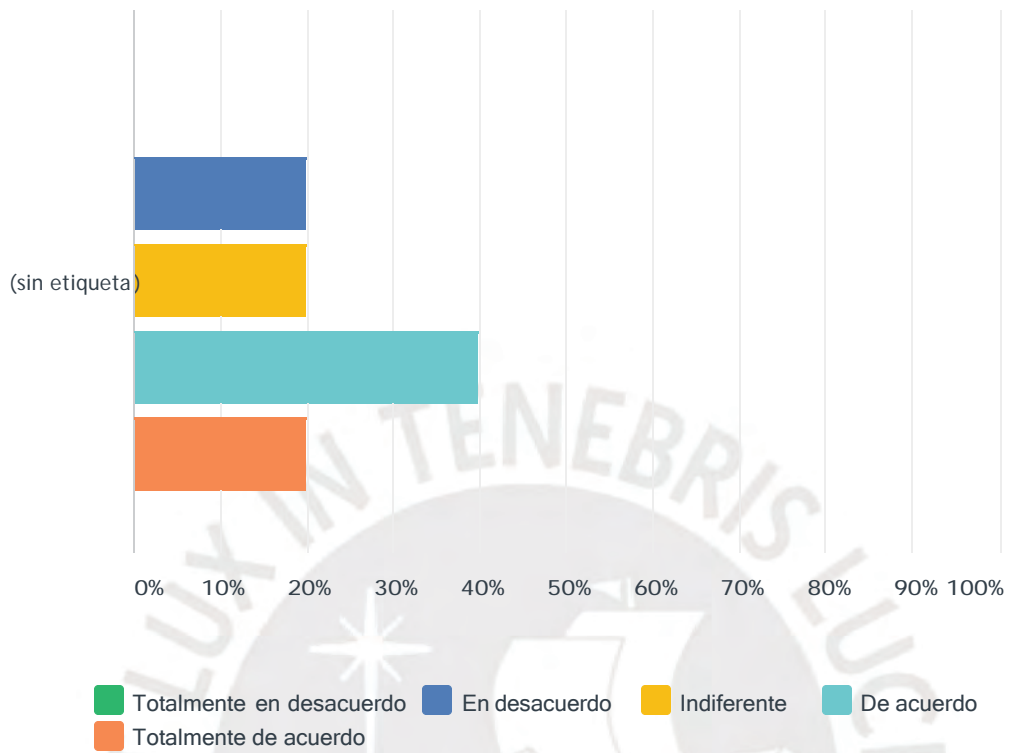
4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

7. Escribe brevemente algún comentario u observación sobre el curso Laboratorio de Mecánica de Suelos del semestre 2021-0

P1 ¿Considera que los videos de los ensayos alojados en la plataforma PAIDEIA son adecuados para la realización del curso?

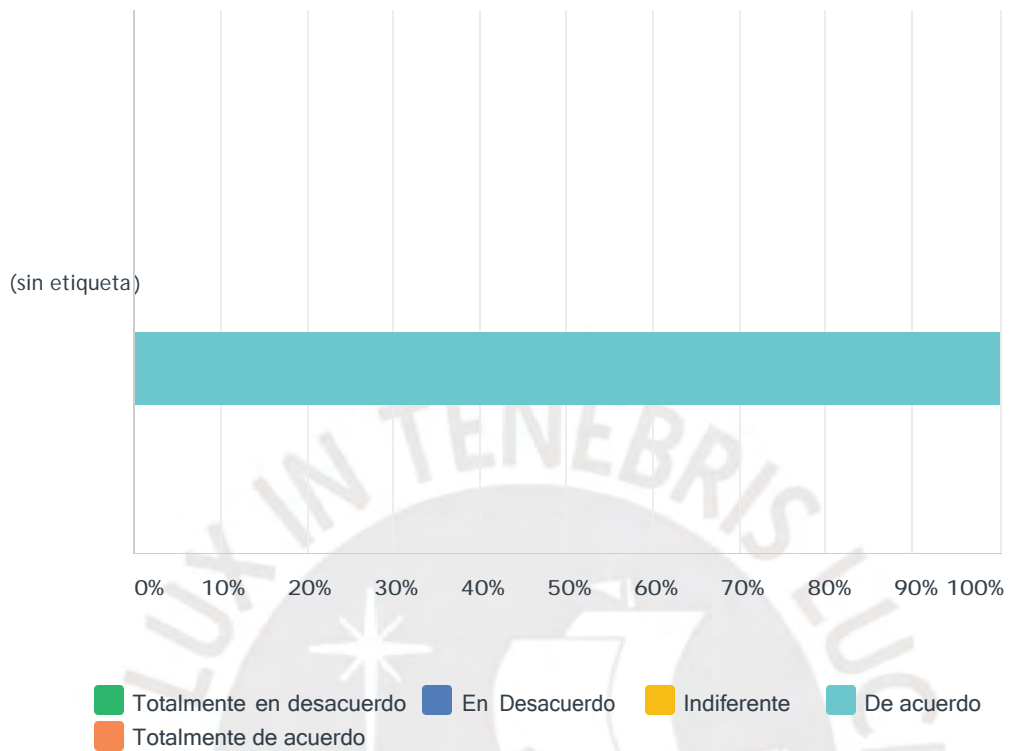
Respondidas: 5 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.00% 0	20.00% 1	20.00% 1	40.00% 2	20.00% 1	5	3.60

P2 ¿Considera que las diapositivas alojadas en la plataforma PAIDEIA son adecuadas para la realización del curso?

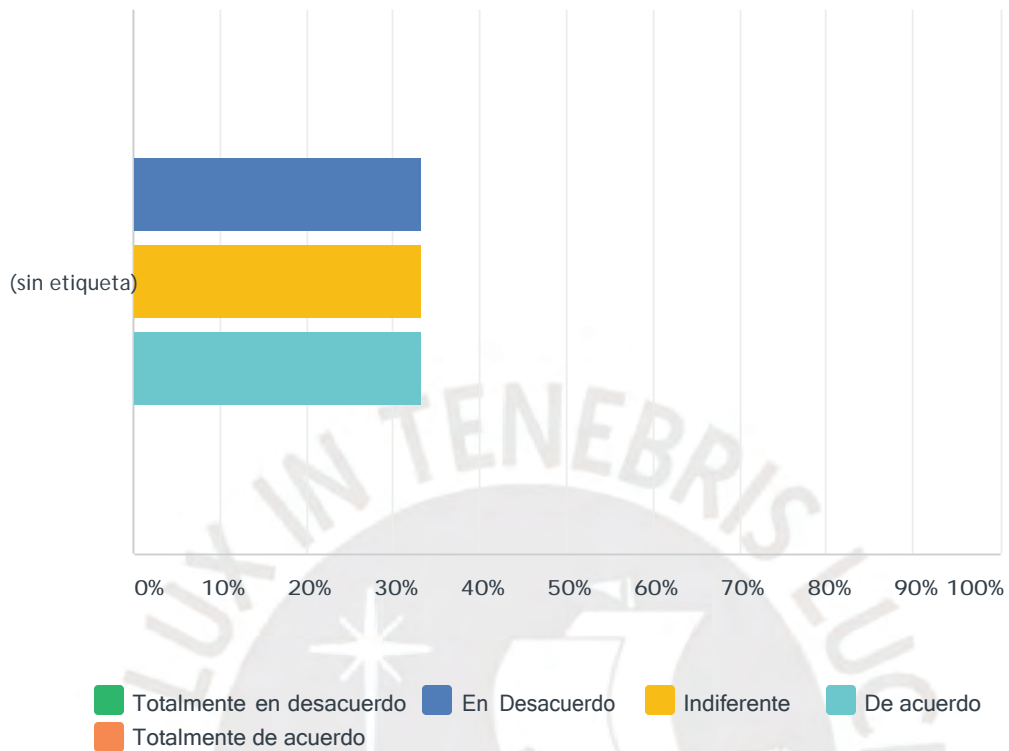
Respondidas: 5 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	100.00% 5	0.00% 0	5	4.00

P3 Respecto al tiempo de la clase del laboratorio: ¿le parece qué es el adecuado?

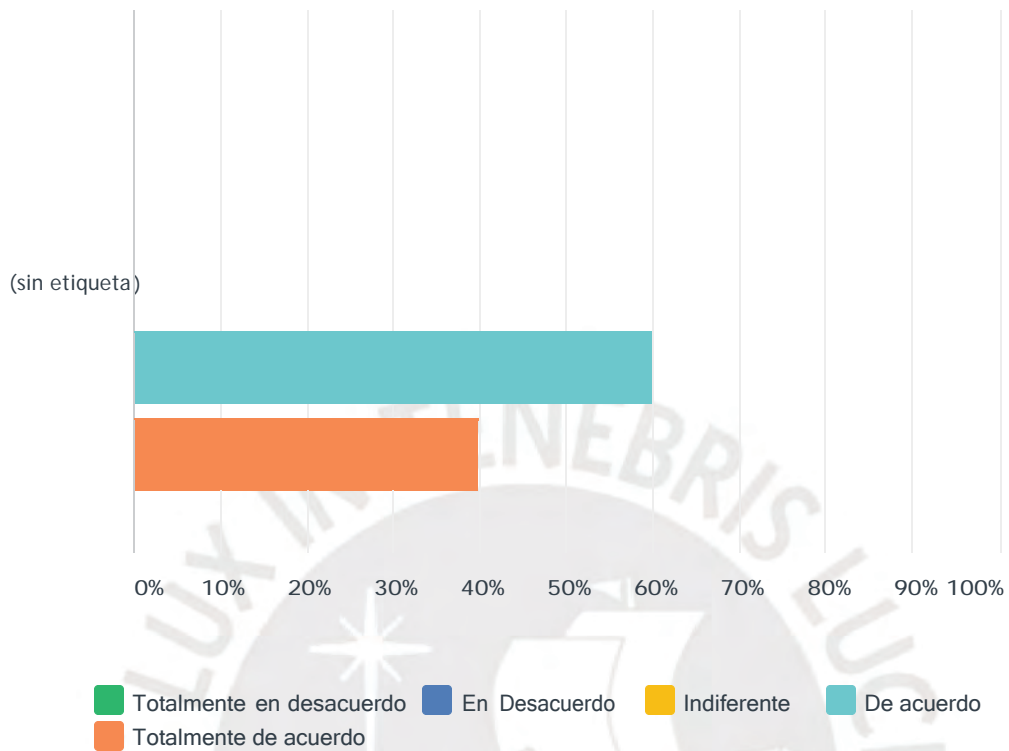
Respondidas: 3 Omitidas: 2



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.00% 0	33.33% 1	33.33% 1	33.33% 1	0.00% 0	3	3.00

P4 Respecto al tiempo para las evaluaciones EPE y CEI: ¿le parece qué son adecuados?

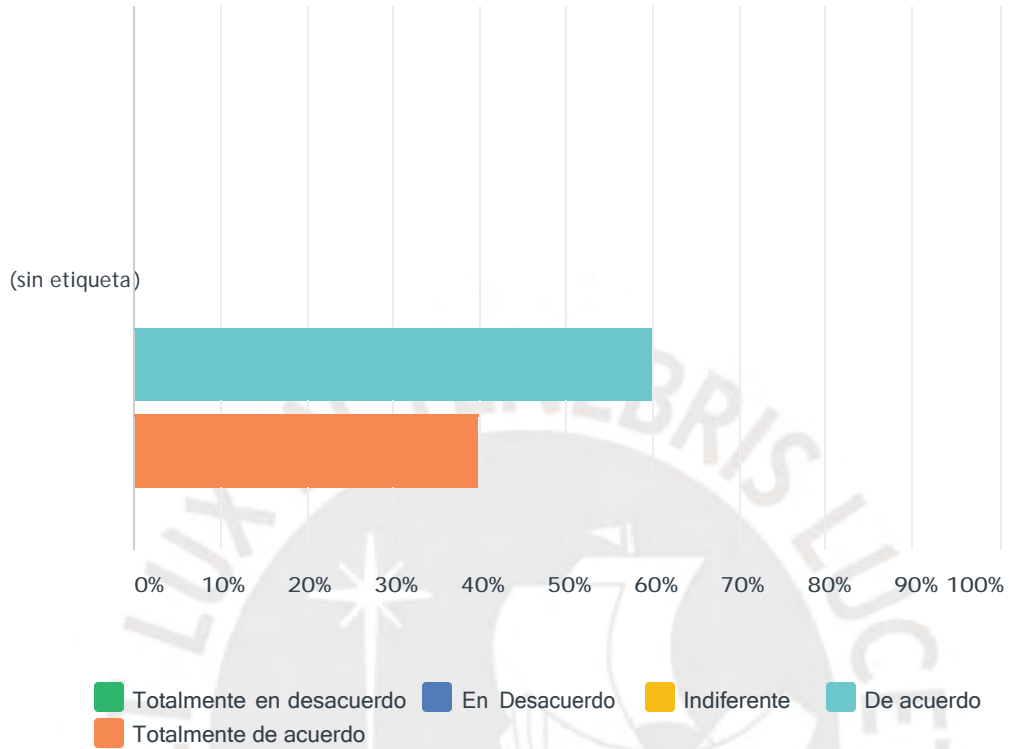
Respondidas: 5 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	60.00% 3	40.00% 2	5	4.40

P5 ¿Considera que las retroalimentaciones orales acerca del informe de laboratorio brindadas por el profesor al inicio de cada sesión fue beneficioso para su aprendizaje?

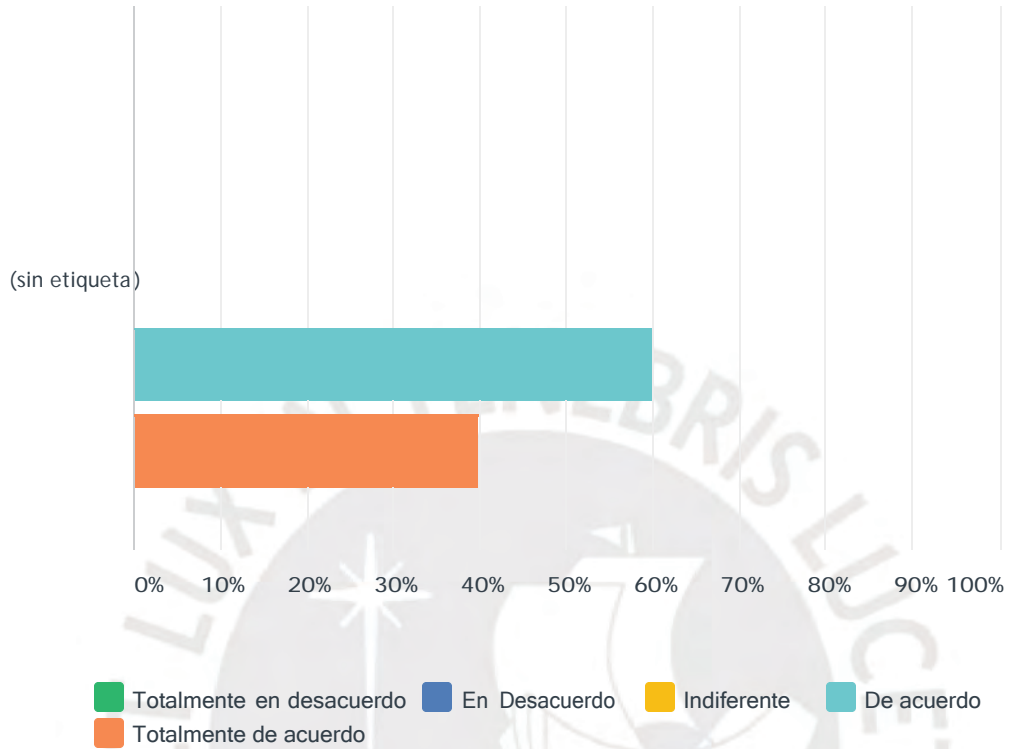
Respondidas: 5 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	60.00% 3	40.00% 2	5	4.40

P6 ¿Considera que las asesorías brindadas por el profesor (zoom y correo) previo a la entrega del informe de laboratorio fue beneficioso para su aprendizaje?

Respondidas: 5 Omitidas: 0



	TOTALMENTE EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	60.00% 3	40.00% 2	5	4.40

P7 Escribe brevemente algún comentario u observación sobre el curso Laboratorio de Mecánica de Suelos del semestre 2021-0

Respondidas: 4 Omitidas: 1

#	RESPUESTAS	DATE
1	ninguna en especial , fue satisfactoria las clases	4/29/2021 11:15 PM
2	Seria mas eficiente ver un video resumen sobre las experiencias y no solo comentar cada paso, pues es complicado seguirle el paso	4/26/2021 10:46 PM
3	Paticularmente fue muy bueno las enseñanzas de ambos profesores y las retromialimentaciones para asi mejorar en el siguiente informe de entrega. Aprendi mucho, ya que en la conclusiones de los informes, el profesor Zamora nos aconsejaba relacionarlo con la realidad, el cual fue muy importante y gratificante.	4/26/2021 12:05 PM
4	Los profesores a cargo realizaron un buen seguimiento a los alumnos	4/26/2021 11:14 AM





ANEXO J

Evidencia de Informe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Grupo: A Horario: 0701 Practica N°:4

Fecha de realización: 22/02/2021

Fecha de entrega : 26/02/2021

Integrantes de grupo:

SE HA BORRADO INTENCIONALMENTE NOMBRES Y CODIGOS DE LA CARATULA Y DE ALGUNAS HOJAS DEL INFORME

NOTA

6.75

(SOBRE 8 PUNTOS)

Firma del Jefe de Practicas

indice

1.	Introducción	4
	1.1 Permeabilidad con carga variable	4
	1.2 Consolidación unidimensional	4
2.	Discusión del trabajo	4
	2.1 Permeabilidad con carga variable	4
	2.2 Consolidación unidimensional	5
3.	Calculos	7
	3.1 Permeabilidad con carga variable	7
	3.2 Consolidación unidimensional	21
4.	Tablas complementarias	34
5.	Conclusiones	36
	5.1 Permeabilidad con carga variable	36
	5.2 Consolidación unidimensional	37
6.	Declaración de trabajo grupal	38
7.	Clausula de politicas contra el plagio	39
8.	Bibliografia	40

Lista de tablas

Tabla 1.	Datos iniciales y resultados del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular la densidad	7
Tabla 2.	Datos iniciales y resultado del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular la humedad	8
Tabla 3.	Diagrama de lases del suelo	9
Tabla 4.	Datos iniciales y resultado del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular el area de la tuberia	10
Tabla 5.	Datos iniciales y resultados del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular la carga hidraulica (h)	11
Tabla 6.	Datos y resultados del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular kt, promedio de kt, desv. estandar	13

Tabla 7.	Dato y resultados del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular nt, y k20	17
Tabla 8.	Propiedades del agua	18
Tabla 9.	Datos para calcular las graficas	19
Tabla 10.	Datos del ensayo de consolidación unidimensional	21
Tabla 11.	Diagrama de lases inicial	22
Tabla 12.	Propiedades indice iniciales	23
Tabla 13.	Diagrama de lases final	23
Tabla 14.	Propiedades indice finales	24
Tabla 15.	Propiedades indices del diagrama inicial y final	24
Tabla 16.	Datos del ensayo de consolidación unidimensional para carga de 3.2 kg/cm ²	25
Tabla 17.	Registro de valores de dial a diferentes tiempos	26
Tabla 18.	Esfuerzos vs Dial, LIH Lie ye	27
Tabla 19.	Datos de ensayo de consolidación unidimensional para carga de 3.2 kg/cm ²	29
Tabla 20.	Resultados obtenidos del grafico de Casagrande	32
Tabla 21.	Resultados obtenidos del grafico de Taylor	34
Tabla 22.	Valores de Ken cm/seg	34
Tabla 23.	Permeabilidad Ken cm/seg	35
Tabla 24.	Coefficiente de consolidación Cv	35
Tabla 25.	Tipo de suelo segUn Cv calculado para la muestra	36

Lista de graficos

Grafico 1.	k20 vs e2	19
Grafico 2.	k20 vs e2/(1 + e)	20
Grafico 3.	k20 vs e3/(1 + e)	20
Grafico 4.	k20 vs log e	21
Grafico 5.	e Vs loga	27
Grafico 6.	Curva de Casagrande	30
Grafico 7.	Curva de Taylor	30
Grafico 8.	Gráfico de C:1 ::1nr nle	2

1. Introducción

1.1 Permeabilidad con carga variable

Se busca analizar, mediante el metodo de carga variable, el coeficiente de permeabilidad (k) de un suelo, lo cual brinda información sobre la facilidad que tiene un fluido de desplazarse a través del suelo. Así al realizar el ensayo, se obtiene la relación entre los valores e vs k.

1.2 Consolidación unidimensional

Se busca obtener los esfuerzos generados a distintas cargas determinadas en el suelo que se confina en un anillo rígido. Con ello, se catcu la el asentamiento total y su variación en el tiempo.

2. Discusión del trabajo

2.1 Permeabilidad con carga variable

El ensayo se realiza en base a las indicaciones propuestas por la norma ASTM D 2434-06. A continuación, se detallara el procedimiento de manera pr8ctica.

En primer lugar, se debe pesar el molde de permeabilidad en una balanza, En seguida, se mide el di8metro y la altura con el uso del limnmetro. Luego, se añade a la muestra la cantidad de agua que se necesite para obtener una humedad del 10%.

Se continua aplicando la compactación requerida segln el tipo de ensayo Proctor. Ademas, se varia el nllmero de golpes par capas. Este proceso se realiza con un martillo de compactación est8ndar.

Al terminar el proceso de compactación y llenado del molde, se precede a enrasar con una regla met8lica. Luego , se pesa y se toma una muestra para calcular el contenido de humedad.

En seguida, se procede a armar el permeámetro. Para ello, sobre la base se coloca una malla de alambre y se cubre con arena de Ottawa. Luego, se acomoda el molde con el suelo y se pone el jebe. Colocar la arena de Ottawa en la parte superior y una malla de alambre en el centro. Además, se cubrirá la parte superior con su respectiva tapa.

Se procede a saturar el suelo de tal manera que se elimine el aire contenido. Este proceso continúa hasta que la bureta marque los 100cm. Luego, se abre el flujo de arriba asfa abajo y se registra el tiempo cada 5 segundos. Estos registros continúan hasta que el agua marque los 25cm.

Finalmente, se mide el área de la bureta. Para ello, se utilizara agua y un recipiente graduado. Además, se registrara la temperatura del fluido.

Fuentes de error:

- ▶ Se debe tener especial cuidado del gas encerrado en la muestra a analizar; puesto que, tiene un efecto considerable en el coeficiente de permeabilidad. Por ende, se debe estar seguro que el contenido de gas sea igual que en su estado natural. (Ing. Silvia Angelone, Ing. Mario Teresa y Mariana Cauhape, 2006)
- ▶ Se debe verificar que el flujo de agua sea adecuado y que la capa de arena gruesa no obstruya el paso del líquido. Puesto que, esto con lleva a un retraso del ensayo y por ende en un registro inadecuado de los datos. (Guía de laboratorio de suelos PUCP, 2021)

2.2 Consolidación unidimensional

El ensayo se realiza en base a las indicaciones propuestas por la norma NTP 339.154. A continuación, se detallara el procedimiento de manera práctica.

Los materiales y equipos utilizados fueron un horno, una capsula, un consolidómetro y un marco de carga, y una balanza. Se obtuvo algunas características del anillo: diámetro, altura y peso. En este caso, la muestra ya se obtuvo tallada. Si no esta tallada, se la puede tallar con la sierra de alambre. Luego, de la muestra que no forma parte del anillo, se obtuvo una porción para hallar el Gs. Se apuntó el valor del peso del anillo con la muestra, asimismo, para armar el consolidómetro se colocó el papel filtro y la

piedra porosa en ambos extremos y el anillo con la muestra se ubicó entre los papeles filtro.

Los alrededores del consolidómetro se llenaron con agua. Una vez que el consolidómetro se ubicó en el marco de carga, el dial de deformación se marcó en 1000×10^{-3} . Esta marca se usa para no tener deformaciones negativas. Luego, se usaron las cargas indicadas por el jefe de práctica; asimismo, se apuntó los valores de deformación en los tiempos de 6, 15, 30 segundos y, 1, 2, 4, 8, 15, 30 y 60 minutos. Después, se pesó la muestra con el anillo y se secó en el horno. Finalmente, se pesó la muestra después del horno y se obtuvo la temperatura del agua que se usó.

Limitaciones de los equipos

- ▶ Las lecturas en el dial se realizan visualmente, esto es una limitación ya que las lecturas obtenidas no serán exactas lo que ocasionaría un pequeño error en los datos.

Fuentes de error

- ▶ Al no realizar un correcto armado del consolidómetro puede producirse filtraciones de agua, esto ocasionaría que los datos obtenidos sean incorrectos.

3. Calculos

3.1 Permeabilidad con carga variable

Para realizar los calculos de densidad, peso del suelo, y volumen utilizaremos la siguiente tabla.

Tabla 1. Datos iniciales y resultados de ensayo de permeabilidad con carga variable para ca/cu/or la densidad

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Diámetro, cm	10.03
Altura, cm	12.4
Volumen, cm ³	979.746
Peso del molde, gr	1810
Peso del molde + suelo, gr	3695
Peso del suelo, gr	1885
Densidad, gr/cm ³	1.924
Área, cm ²	

- ▶ Cálculo de densidad

Utilizaremos la siguiente relación para hallar el peso de suelo:

$$\text{Peso de suelo} = \text{Peso molde+suelo} - \text{Peso molde}$$

Reemplazando los valores de la Tabla 1:

$$\text{Peso de suelo} = 3695 - 1810 = 1885 \text{ gr}$$

Utilizaremos la siguiente fórmula para hallar el volumen del suelo:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H$$

Donde:

D: Diámetro de la muestra en cm

Reemplazando los valores de la Tabla 1 en la fórmula de volumen:

$$V = \frac{\pi \cdot 10.03^2}{4} \cdot 12.4 = 979.746 \text{ cm}^3$$

Utilizaremos la siguiente fórmula para hallar el área de la muestra:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Donde:

D: Diámetro de la muestra en cm

Reemplazando los valores de la Tabla 1 en la fórmula de área:

$$A = \frac{\pi \cdot 10.03^2}{4} = 79.012 \text{ cm}^2$$

Se sabe: $\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de suelo}}{\text{Volumen}}$

Entonces, reemplazando los valores de Peso de suelo y volumen hallados en la relación de la densidad:

$$\text{Densidad} = \frac{1885}{979.746} = 1.924 \text{ gr / cm}^3$$

- ▶ Cálculo de humedad

Tabla 2. Datos iniciales y resultado de ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular la humedad

MUESTRA DE HUMEDAD	
Peso de capsula+suelo húmedo	108.24
Peso de capsula+suelo seco	99.72
Peso de capsula	13.61
Humedad, w	9.89

Utilizaremos la siguiente relación para calcular la humedad:

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso de capsula} + \text{suelo humedo} - \text{Peso de capsula} + \text{suelo seco}}{\text{Peso de capsula} + \text{suelo seco} - \text{Peso de capsula}} \%$$

Entonces, reemplazando los valores de la Tabla 2 en la relación proporcionada, tenemos:

$$\text{Humedad} = \frac{108.24 - 99.72}{99.72 - 13.61} \% = 9.89\%$$

► Cálculo de diagrama de fases

Tabla 3. Diagrama de fases del suelo

DIAGRAMA DE FASES

Vt = 1.536	Vv = 0.536	v = 0.210	A	W = 0.266	Wt = 2.956
	Vs = 1			Ws = 2.69	

Para poder hallar los valores de la tabla 3, realizaremos el siguiente procedimiento:

Asumimos: Vs = 1

Se sabe: Gs = WsNs ; Gs = 2.69

Entonces: Ws = Gs . Vs

Reemplazando valores: Ws = 2.69

Se sabe: ctI=Ww/Ws

Entonces : Ww = w.Ws

Reemplazando los valores: Ww = 9.89%.2.69 = 0.266 gr

Se sabe: Ww + Ws = Wt

Reemplazando los valores: Wt = 0.266 + 2.69 = 2.956 gr

Se sabe: Ww = Vw

Reemplazando valores: Vw = 0.266 cm³

Habiendo calculado la densidad y sabiendo que esta es igual a: Densidad = Wt/Vt

Entonces: Vt = Wt/Densidad

Reemplazando los valores: Vt = 2.956/1.924 = 1.536 cm³

- Sabemos que Vv + Vs = Vt

Entonces: Vv = Vt - Vs

Reemplazando valores: Vv = 1.536 - 1 = 0.536 cm³

- Sabemos que Vv = Va + Vw

Entonces: Va = Vv - Vw

Reemplazando valores: Va = 0.536 - 0.266 = 0.27 cm³

Finalmente completamos la Tabla 3 con todos los valores hallados.

► Cálculo de área de tubería (a)

Tabla 4. Datos iniciales y resultado del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular el área de la tubería

ÁREA DE LA TUBERÍA, a	
Altura inicial, cm	42
Atura final, cm	36
Volumen medido, cm ³	78
Área de la tubería, cm ²	3

Se utiliza la siguiente relación para calcular el área de la tubería (a):

$$a = \frac{\text{volumen}}{dh}$$

Donde:

.dh: Altura inicial - Altura final

Entonces, reemplazando los valores de la tabla 4 en la relación dada:

II

$$a = \frac{42 - 36}{1} = 13 \text{ cm}^2$$

► Cálculo de carga hidráulica (h)

Tabla 5. Datos iniciales y resultados del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular la carga hidráulica (h)

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Lectura L (cm)	Carga hidr. h (cm)	Tiempo, seg		Promedio
		t ₁	t ₂	
100	160.7	0	0	0.0
95	155.7	19	18	18.5
90	150.7	42.9	39.1	41.0
85	145.7	66	61.2	63.6
80	140.7	90.1	84.3	87.2
75	135.7	115.3	108.5	111.9
70	130.7	141.8	133.8	137.8
65	125.7	169.4	160.4	164.9
60	120.7	198.3	188.2	193.3
55	115.7	228.7	217.3	223.0
50	110.7	260.4	247.8	254.1
45	105.7	293.7	279.2	286.5
40	100.7	328.5	313.6	321.1
35	95.7	364.7	347.5	356.1
30	90.7	403.1	385.3	394.2
25	85.7	443	423.6	433.3
20	80.7	484.1	463.7	473.9

Se sabe que la corrección de carga es de 60.7 cm, a cada lectura L, se le adicionara este valor, obteniendo finalmente la carga hidráulica, ejemplo:

Lectura L (cm) = 100 cm

Corrección de carga = 60.7 cm

Carga hidráulica h = 100 + 60.7 = 160.7 cm

Para calcular el tiempo promedio se realizara el siguiente paso:

Sea t₁ = 19 seg y t₂ = 18

Donde:

$$t_{prom} = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Reemplazando los valores de t₁ y t₂:

$$t_{prom} = \frac{19 + 18}{2} = 18.5 \text{ seg}$$

Se realizara este mismo proceso para todas las lecturas dadas en la tabla 5.

► Cálculo de k

Para el cálculo de k utilizaremos la siguiente formula:

$$k = \frac{aL}{A \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)} \quad (1)$$

Donde:

a: Área de la tubería, cm²

L: Altura de la muestra, cm

A: Área de la muestra, cm²

h₁ y h₂: valores de altura tomados, cm

Se halla con ayuda de la tabla 1 el área (A), el cual tiene como valor de 79.012 cm².

Se halla con ayuda de la tabla 4 el área de la tubería (a), el cual tiene un valor de 13

La altura de la muestra (L) se observa en la tabla 1, el valor es de 12.4 cm

Los valores hallados y mencionados con anterioridad serán valores fijos para todos los K_i a hallar.

Para hallar los K_t realizaremos el siguiente procedimiento:

Con h₁ = 160.7 cm

h₂ = 155.7 cm

t_{prom} = 18.5 seg

Se reemplaza en la fórmula (1):

$$kt = \frac{13 \cdot 12.4}{79 \cdot 0.12^2 \cdot 18} \ln \frac{(160.7)}{155.7} = 0.00348579 \text{ cm/seg}$$

Esta viene a ser la lectura de 1m la cual puede ser combinada con los otros 16 valores que se encuentran debajo de él, este procedimiento se realizara para cada medida, las combinaciones se darán por la siguiente ecuación:

$$C(n,r) = \frac{n!}{(n-r)! r!}$$

Sea 16 valores de 2 en 2

$$C(n,r) = \frac{16!}{k!} = 120 \text{ valores}$$

Luego de haber hallado los valores de Kt para las 120 valores, se procede a calcular el promedio y desviación estándar de estos, a continuación, mostraremos las 120 valores y el valor promedio de estos:

Tabla 6. Datos y resultados del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular kt, promedio de kt, dev. estándar

PERMEABILIDAD CON CARGA VARIABLE- CALCULOS			
h1(cm)	h2(cm)	t (seg)	kt(cm/seg)
160.7	155.7	18.5	0.00348579
160.7	150.7	41.0	0.00319706
160.7	145.7	63.6	0.00314337
160.7	140.7	87.2	0.00310965
160.7	135.7	111.9	0.00308227
160.7	130.7	137.8	0.00305934
160.7	125.7	164.9	0.00303916
160.7	120.7	193.3	0.00302183
160.7	115.7	223.0	0.00300576
160.7	110.7	254.1	0.00299258
160.7	105.7	286.5	0.00298381
160.7	100.7	321.1	0.00297018

160.7	95.7	356.1	0.00296961
160.7	90.7	394.2	0.00296032
160.7	85.7	433.3	0.00296018
160.7	80.7	473.9	0.00296538
155.7	150.7	22.5	0.00295965
155.7	145.7	45.1	0.00300291
155.7	140.7	68.7	0.00300837
155.7	135.7	93.4	0.00300237
155.7	130.7	119.3	0.00299321
155.7	125.7	146.4	0.00298272
155.7	120.7	174.8	0.00297272
155.7	115.7	204.5	0.00296234
155.7	110.7	235.6	0.00295385
155.7	105.7	268.0	0.00294915
155.7	100.7	302.6	0.00293866
155.7	95.7	337.6	0.00294133
155.7	90.7	375.7	0.00293445
155.7	85.7	414.8	0.00293674
155.7	80.7	455.4	0.00294424
150.7	145.7	22.6	0.00304599
150.7	140.7	46.2	0.00303209
150.7	135.7	70.9	0.00301592
150.7	130.7	96.8	0.003001
150.7	125.7	123.9	0.00298691
150.7	120.7	152.3	0.00297465
150.7	115.7	182.0	0.00296267
150.7	110.7	213.1	0.00295324
150.7	105.7	245.5	0.00294818
150.7	100.7	280.1	0.00293697
150.7	95.7	315.1	0.00294002
150.7	90.7	353.2	0.00293284
150.7	85.7	392.3	0.00293543
150.7	80.7	432.9	0.00294344
145.7	140.7	23.6	0.00301879
145.7	135.7	48.3	0.00300186
145.7	130.7	74.2	0.0029873
145.7	125.7	101.3	0.00297373
145.7	120.7	129.7	0.00296221
145.7	115.7	159.4	0.00295086
145.7	110.7	190.5	0.00294224
145.7	105.7	222.9	0.00293827
145.7	100.7	257.5	0.0029274
145.7	95.7	292.5	0.00293183
145.7	90.7	330.6	0.00292511
145.7	85.7	369.7	0.00292867
145.7	80.7	410.3	0.00293779

II

140.7	135.7	24.7	0.0029857
140.7	130.7	50.6	0.00297262
140.7	125.7	77.7	0.00296005
140.7	120.7	106.1	0.00294962
140.7	115.7	135.8	0.00293905
140.7	110.7	166.9	0.00293141
140.7	105.7	199.3	0.00292873
140.7	100.7	233.9	0.00291818
140.7	95.7	268.9	0.0029242
140.7	90.7	307.0	0.00291791
140.7	85.7	346.1	0.00292252
140.7	80.7	386.7	0.00293284
135.7	130.7	25.9	0.00296012
135.7	125.7	53.0	0.00294808
135.7	120.7	81.3	0.00293866
135.7	115.7	111.1	0.00292867
135.7	110.7	142.2	0.00292197
135.7	105.7	174.5	0.00292066
135.7	100.7	209.1	0.00291019
135.7	95.7	244.2	0.00291797
135.7	90.7	282.3	0.00291197
135.7	85.7	321.4	0.00291766
135.7	80.7	362.0	0.00292923
130.7	125.7	27.1	0.00293657
130.7	120.7	55.5	0.00292864
130.7	115.7	85.2	0.00291912
130.7	110.7	116.3	0.00291349
130.7	105.7	148.7	0.00291379
130.7	100.7	183.3	0.00290314
130.7	95.7	218.3	0.00291298
130.7	90.7	256.4	0.00290711
130.7	85.7	295.5	0.00291395
130.7	80.7	336.1	0.00292686
125.7	120.7	28.4	0.00292105
125.7	115.7	58.1	0.00291098
125.7	110.7	89.2	0.00290647
125.7	105.7	121.6	0.00290871
125.7	100.7	156.2	0.00289734
125.7	95.7	191.2	0.00290963
125.7	90.7	229.3	0.00290363
125.7	85.7	268.4	0.00291166
125.7	80.7	309.0	0.00292926
120.7	115.7	29.8	0.00290137
120.7	110.7	60.9	0.00289688
120.7	105.7	93.2	0.00290495

120.7	95.7	162.9	0.00290765
120.7	90.7	201.0	0.00290117
120.7	85.7	240.1	0.00291055
120.7	80.7	280.7	0.0029265
115.7	110.7	31.1	0.00289806
115.7	105.7	63.5	0.00290663
115.7	100.7	98.1	0.00288926
115.7	95.7	133.1	0.00290905
115.7	90.7	171.2	0.00290113
115.7	85.7	210.3	0.00291185
115.7	80.7	250.9	0.00292948
110.7	105.7	32.4	0.00291487
105.7	100.7	67.0	0.00147672
100.7	95.7	102.0	0.00101865
95.7	90.7	140.1	0.00078144
90.7	85.7	179.2	0.00064558
85.7	80.7	219.8	0.00055799
105.7	100.7	34.6	0.00285741
105.7	95.7	69.7	0.00291125
105.7	90.7	107.8	0.00289789
105.7	85.7	146.9	0.00291411
105.7	80.7	187.5	0.00293722
100.7	95.7	35.1	0.00296441
100.7	90.7	73.2	0.00291704
100.7	85.7	112.3	0.00293158
100.7	80.7	152.9	0.00295529
95.7	90.7	38.1	0.00287347
95.7	85.7	77.2	0.00291668
95.7	80.7	117.8	0.00295257
90.7	85.7	39.1	0.00295879
90.7	80.7	79.7	0.00299039
85.7	80.7	40.6	0.00302082

PROMEDIO DE PRIMERA FILTRACION VIENE DADA POR EL VALOR DE:

$$K1prom = 0.00287726$$

VALOR DE DESVIACION ESTANDAR VIENE DADA POR EL VALOR DE:

$$\alpha = 0.00039935$$

Luego, se realiza la primera filtración, descartando los valores que estén fuera del siguiente rango:

Al reemplazar valores, se obtiene los siguientes valores:

RANGO MENOR	0.00227824
RANGO MAYOR	0.00347628

Luego de ello, seleccionar los valores de k_1 que se encuentren dentro de este rango y proceder a calcular nuevamente el promedio de estos, la desviación estándar y los nuevos rangos de valores para la segunda filtración, para este ensayo se realiza 3 filtraciones, obteniendo el valor finalmente del $K_{prom} = 0.00294029 \text{ cm/seg}$, este valor vendra a ser nuestro k_1 (coeficiente de permeabilidad) deseado.

► Cálculo de k_{20}

Tabla 7. Dato y resultados del ensayo de permeabilidad con carga variable para calcular n_1 , y k_{20}

TEMPERATURA DEL AGUA	
Temperatura, °C	22
Corrección n_1 a 20	0.9594030
n_1	0.0009642
k_{20}	0.0010020

Para el cálculo de k_{20} , utilizaremos la siguiente relación:

$$k_{20} = k_T \frac{n_T}{n_{20}} \quad (2)$$

Primera se calcula n_1 :

Para ello, utilizaremos la siguiente tabla proporcionada en el curso de mecánica de fluidos que nos brindara la viscosidad dinámica del agua a diferentes temperaturas, tendremos que interpolar para conocer la viscosidad dinámica del agua a $T = 22 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tabla 8. Propiedades del agua

Fuente: Fundamentals of Fluid Mechanics, 6a Edición

Temperature (°C)	Density, ρ (kg/m ³)	Specific Weight, γ (kN/m ³)	Dynamic Viscosity, μ (N·s/m ²)	Kinematic Viscosity, ν (m ² /s)	Surface Tension, σ (N/m)	Vapor Pressure, p_v [N/m ² (abs)]	Speed of Sound, c (m/s)
0	999.9	9.806	1.787 E-3	1.787 E-6	7.56 E-2	6.105 E+2	1403
5	1000.0	9.807	1.519 E-3	1.519 E-6	7.49 E-2	8.722 E+2	1427
10	999.7	9.804	1.307 E-3	1.307 E-6	7.42 E-2	1.228 E+3	1447
20	998.2	9.789	1.002 E-3	1.004 E-6	7.28 E-2	2.338 E+3	1481
30	995.7	9.765	7.975 E-4	8.009 E-7	7.12 E-2	4.243 E+3	1507
40	992.2	9.731	6.529 E-4	6.580 E-7	6.96 E-2	7.376 E+3	1526
50	988.1	9.690	5.468 E-4	5.534 E-7	6.79 E-2	1.233 E+4	1541
60	983.2	9.642	4.665 E-4	4.745 E-7	6.62 E-2	1.992 E+4	1552
70	977.8	9.589	4.042 E-4	4.134 E-7	6.44 E-2	3.116 E+4	1555
80	971.8	9.530	3.547 E-4	3.650 E-7	6.26 E-2	4.734 E+4	1555
90	965.3	9.467	3.147 E-4	3.260 E-7	6.08 E-2	7.010 E+4	1550
100	958.4	9.399	2.818 E-4	2.940 E-7	5.89 E-2	1.013 E+5	1543

Ya que la temperatura se encuentra entre los valores de 20°C y 30°C conocidos en la tabla, se interpola con estos valores, finalmente el valor de n_1 (22°C) se encuentra en la tabla 7, $n_1 = 0.0009642 \text{ N.s/m}^2$ y el valor de n_{20} de $1.002 \cdot 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$ como se muestra en la tabla 8.

Finalmente, se reemplaza los valores hallados en la fórmula (2):

$$k_{20} = 0.00294029 \cdot 10.0 \frac{0.0009642}{2 \cdot 10^{-3}} = 0.0028378 \text{ cm/seg}$$

► Cálculo de k

De acuerdo con la expresión clásica propuesta por Hazen, la permeabilidad es aproximadamente proporcional al cuadrado del D_{10} .

$$k = 100 \cdot (0.012)^2$$

$$k = 0.0144 \text{ cm/seg}$$

II

Para poder obtener las gráficas de k_{20} en las abscisas, contra: e^2 , $e^3/(1+e)$, $e^3/(1+e)$ y $\log(e)$ en las ordenadas; se obtuvieron otros valores de k y e . Estos valores fueron obtenidos de los resultados de diferentes grupos del laboratorio del ciclo 2020-2. Además, los resultados mostrados en la columna del grupo 2, son los obtenidos por cálculos propios.

Tabla 9. Datos para calcular las gráficas

Grupo	1	2	3	4
k_{20} (cm/ s)	0.00261888	0.0028378	0.00300411	0.00500718
Relación de vados, e	0.37843591	0.536	0.6169135	0.72093644
e^2	0.14321374	0.287296	0.38058226	0.51974935
$e^2/(1+e)$	0.10389583	0.18704167	0.23537577	0.30201543
$e^3/(1+e)$	0.03931791	0.10025433	0.14520649	0.21773393
$\log e$	-0.42200766	-0.27083521	-0.20977573	-0.14210302

Gráfico 1. k_{20} vs e^2

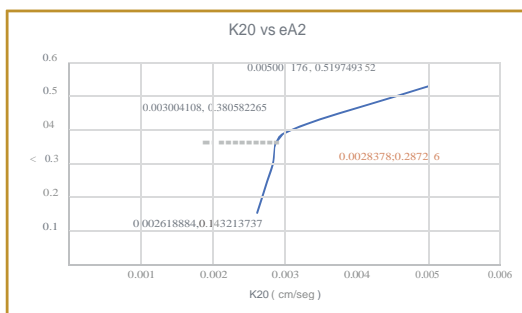


Gráfico 2. k_{20} vs $e^3/(1+e)$

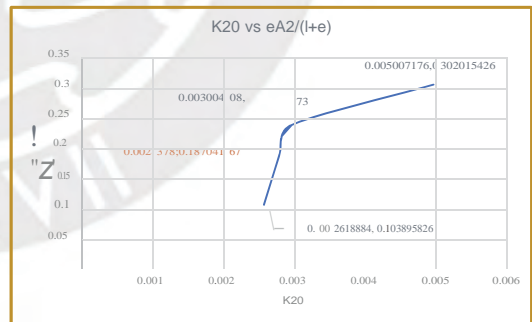


Gráfico 3. k_{20} vs $e^3/(1+e)$

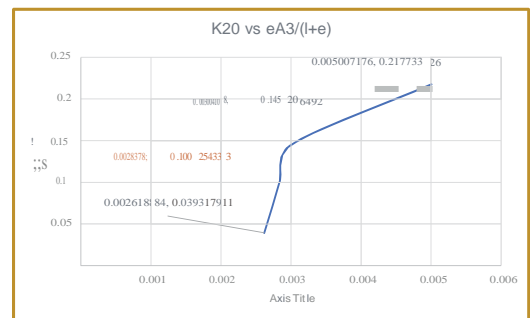
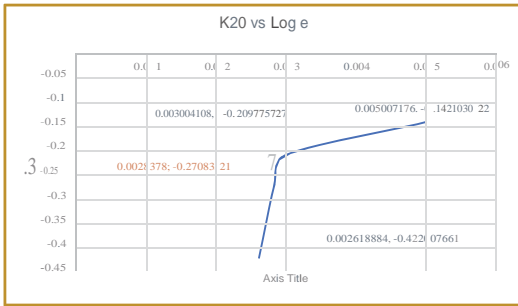


Gráfico 4. k_{20} vs $\log e$



3.2 Consolidación unidimensional

► Cálculo de e_0 y e_{fina} :

Se calcula la relación de vacíos inicial con los datos iniciales proporcionados para el presente laboratorio:

Tabla 10. Datos de ensayo de consolidación unidimensional

CARACTERÍSTICAS VOLUMÉTRICAS			
Diametro (cm)	4		
Altura (cm)	2s		
Area (cm ²)	31.72		
Volumen (cm ³)	9.31		
2.61			
PESO DE LA MUESTRA			
Muestra	Inicial	Final	Seca
Anillo	Clockhouse 01		
P. Anillo (gr)	108.36		
P. Ani+Sue (gr)	268	257.94	240.81
P. Suelo (gr)	159.64	149.58	132.45

Tabla 12. Propiedades Índice iniciales

PROPIEDADES ÍNDICE INICIALES	
Gs	2.61
Humedad w (%)	20.53
Peso Específico, γ (gr/cm ³)	2.05
Grado de Saturación, S (%)	100.00
Peso Esp. seco, γ_d (gr/cm ³)	1.70
Peso Esp. sat., γ_{sat} (gr/cm ³)	2.05
Peso Esp. sumerg. γ (gr/cm ³)	1.05
Porosidad, n	0.35
Relación de vacíos, e	0.54

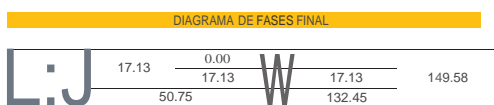
DIAGRAMA DE FASES FINAL:

Para el diagrama de fases final se tienen los datos:

- $W_r = 149.58 \text{ gr}$
- $W_s = 132.45 \text{ gr}$
- $S = 100\%$
- $G_s = 2.61$

Así, se obtiene:

Tabla 13. Diagrama de fases final.



Se hallan las propiedades índices para este diagrama y finalmente se compara con los resultados obtenidos en el diagrama de fases inicial. Para la obtención de estas propiedades se usan las siguientes formulas:

$$w = W_w / W_s \cdot 100$$

$$y = WT / VT$$

Con los datos mostrados en la tabla 1, se elabora el diagrama de fases inicial (se utiliza el peso inicial y peso seco) y el diagrama de fases final (se utiliza el peso final y peso seco).

DIAGRAMA DE FASES INICIAL:

Datos:

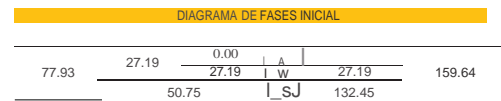
- $WT = 159.64 \text{ gr}$
- $W_s = 132.45 \text{ gr}$
- $V_r = 77.931 \text{ cm}^3$
- $G_s = 2.61$

Operaciones:

$$W_w = W_r - W_s = 159.64 - 132.45 = 27.19$$

$$V_s = \frac{W_w}{G_s} = \frac{27.19}{2.61} = 10.42$$

Tabla 11. Diagrama de fases inicial



Con el diagrama de fases inicial terminado, se procede a hallar las propiedades índices. Para esto se utilizan las formulas de relaciones gravimétricas-volumétricas presentadas a continuación:

$$w = W_w / W_s \cdot 100$$

$$y = WT / VT$$

$$s = v_w / v_v \cdot 100$$

$$y_d = y + w$$

$$y_{SAT} = (VV + WS) / VT$$

$$y' = y_{SAT} - yW$$

$$n = VV / VT$$

$$e = VV / VS$$

$$s = v_w / v_v \cdot 100$$

$$y_d = y + w$$

$$y_{SAT} = (VV + WS) / VT$$

$$y' = y_{SAT} - yW$$

$$n = v_w / v_v \cdot VT$$

$$e = VV / VS$$

Tabla 14. Propiedades Índice finales

PROPIEDADES ÍNDICE FINALES	
Gs	2.61
Humedad w (%)	12.93
Peso Específico, γ (gr/cm ³)	2.20
Grado de Saturación, S (%)	100.00
Peso Esp. seco, γ_d (gr/cm ³)	1.95
Peso Esp. sat., γ_{sat} (gr/cm ³)	2.20
Peso Esp. sumerg. γ (gr/cm ³)	1.20
Porosidad, n	0.25
Relación de vacíos, e	0.34

Tabla 15. Propiedades índices del diagrama inicial y final.

DIAGRAMA	INICIAL	FINAL
Gs	2.61	2.61
Humedad w (%)	20.53	12.93
Peso Específico, γ (gr/cm ³)	2.05	2.20
Grado de Saturación, S (%)	100.00	100.00
Peso Esp. seco, γ_d (gr/cm ³)	1.70	1.95
Peso Esp. sat., γ_{sat} (gr/cm ³)	2.05	2.20
Peso Esp. sumerg. γ (gr/cm ³)	1.05	1.20
Porosidad, n	0.35	0.25
Relación de vacíos, e	0.54	0.34

Con los datos de la deformación del dial en el tiempo se puede hallar la relación de vacíos final. Así, para la carga de 3.2 kg/cm² se tiene:

Tabla 16. Oatos de/ ensayo de consolidación unidimensional para cargo de 3.2 kg/cm².

Tiempo (min)	Dial ("10" 3)cm
0	888.8
0.1	874.7
0.25	873.1
0.5	870.9
	868.8
	865.7
	862.3
	856.9
15	851
30	843.9
60	839.6

Utilizando la fórmula que relaciona el asentamiento y la relación de vacíos se obtiene la variación de la relación de vacíos.

$$\frac{t.H}{H_0} = \frac{t.e}{e_0 + 1}$$

Así, para un tiempo de 60 minutos, tenemos:

$$\begin{aligned} \frac{t.H}{H_0} &= 1000 - 839.6 = 160.4 \text{ unidades} \\ H_0 &= 2000 \text{ unidades} \\ e_0 &= 0.54 \end{aligned}$$

Reemplazando en la fórmula se obtiene:

$$\frac{160.4}{2000} = \frac{D.e}{0.54 + 1}$$

$$\therefore e = 0.1235$$

Entonces, los resultados serán:

$$\begin{aligned} \text{Altura final pasados 60 minutos: } H_f &= 2000 - 160.4 = 1839.6 \text{ unidades} = 1.84 \text{ cm} \\ \text{Relación de vacíos final pasados 60 minutos: } e_f &= 0.5 - 0.1235 = 0.38 \end{aligned}$$

Se sigue el mismo procedimiento con todas las cargas registradas durante el ensayo.

II

A continuación, se presenta la tabla considerando todas las cargas y la relación de vacíos final.

Tabla 17. Registro de valores de dial a diferentes tiempos

GRÁFICO e vs log (σ)

CARGA	0	0.4	0.8			0.8			6.4	12.8	
Dial											
H o.a											
Tiempo (min)	Dial	Dial	Dial	Dial	Dial	Dial	Dial	Dial	Dial	Dial	
0	1000	977.9	958.7	931.4	888.8	828.8	839.1	854.3	845.6	822.9	757.3
0.1	991.9	973	951.7	921.2	874.7	831	841.1	852	840.7	814.8	750.5
0.25	990.3	971.9	950	917.9	873.1	831.5	841.5	851.5	839.6	813.2	749.2
0.5	988.1	970.6	948.7	916.3	870.9	832.1	841.9	851.2	838.5	811.5	747.3
1	986.5	969.2	947.1	914.1	868.8	832.6	842.4	851	837.2	809.4	744.8
2	984.9	967.6	944.9	911.4	865.7	833.7	843.3	849.9	835.7	805.9	741.1
4	983.3	966	943.3	908.2	862.3	834.7	844.7	849.1	833.6	800.7	735.7
8	982.1	964.4	940.6	905	856.9	835.8	846.1	848.3	831.5	794.3	726.2
15	981.1	963.4	938.7	901.4	851	836.6	847.7	847.3	829.4	786.6	718.7
30	980.3	961.7	936.4	987.1	843.9	837.7	849.6	846.7	827.4	779.4	705.2
60	979.6	961.6	935.5	895.2	839.6	838.1	852	846.3	826.2	770.3	695.4
120	979.2	961	934.4	893.2	834.9	838.4	852.8	846.1	825.3	765.6	690.3
240	978.7	960.4	933.6	891.4	833	838.5	853.3	846	824.7	762.4	686.9
480	978.3	959.9	932.2	890.1	831	838.71	853.7	845.61	823.9	760	683.8
1440	977.9	958.7	931.4	888.8	828.8	839.11	854.3	845.61	822.9	757.3	677.6

Tabla 18. Esfuerzos vs Dial, L1H L1e ye

Esfuerzo	Dial	H	e	
0.2	977.9	0.0221	0.017017	0.522983
0.4	958.7	0.0413	0.031801	0.508199
0.8	931.4	0.0686	0.052822	0.487178
1.6	888.8	0.1112	0.085624	0.454376
3.2	828.8	0.1712	0.131824	0.408176
1.6	839.1	0.1609	0.123893	0.416107
0.8	854.3	0.1457	0.112189	0.427811
1.6	845.6	0.1544	0.118888	0.421112
3.2	822.9	0.1771	0.136367	0.403633
6.4	757.3	0.2427	0.186879	0.353121
12.8	677.3	0.3227	0.248479	0.291521
			e _{final}	0.34

A continuación, se presenta la gráfica de relación de vacíos vs logaritmo de esfuerzo. De esta gráfica es posible obtener los valores de C_c, Cr, a_p, a_v. Estos valores si bien fueron hallados, su grado de exactitud no es el óptimo porque resulta complicado obtener las coordenadas del gráfico, ya que esto requiere de múltiples trazos auxiliares.

Gráfica 5. e vs log σ

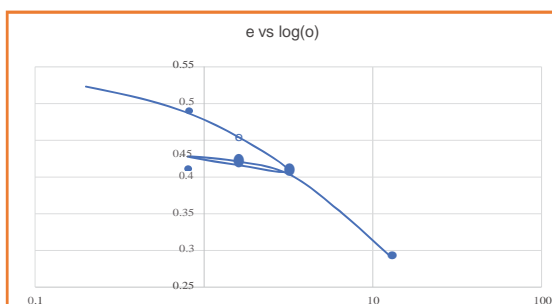
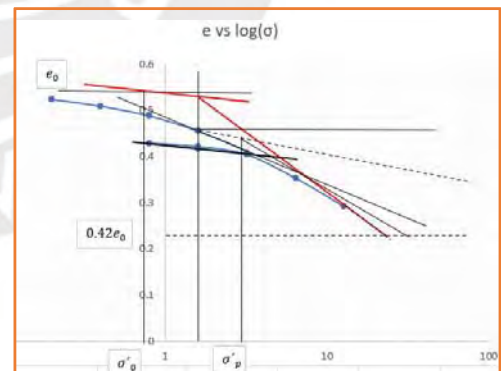


Gráfico 6. Método gráfico para obtener los valores de permeabilidad



► Gráfico de Casagrande y Taylor:

Se presentan los gráficos de Casagrande y Taylor para hallar el coeficiente de consolidación (C_v) de la muestra de suelo ensayada.

NOTA: Para los resultados obtenidos se tomó en consideración los datos registrados para la carga de 3.2 kg/cm² en un tiempo de 1440 minutos.

Tabla 19. Datos de ensayo de consolidación unidimensional para carga de 3.2 kg/cm²

ENSAYO DE CONSOLIDACION (DEFORMACION - TIEMPO)	
Carga (kg/cm2)	3.2
Tiempo (min)	Dial (*1QA3)cm
	888.8
0.1	874.7
0.25	873.1
0.5	870.9
	868.8
	865.7
	862.3
	856.9
15	851
30	843.9
60	839.6
120	834.9
240	833.1
480	831
1440	828.8

Gráfico 6. Curva de Casagrande

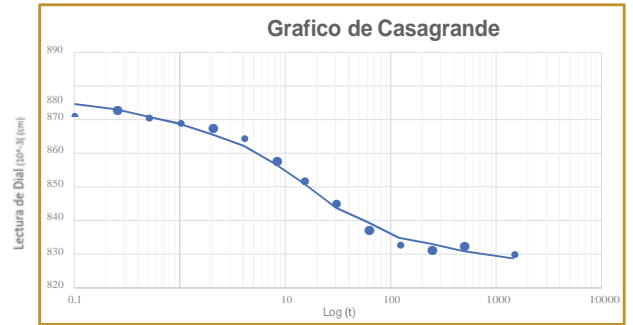
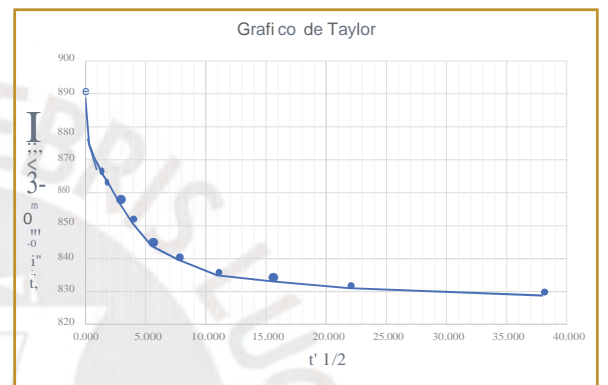


Gráfico 7. Curva de Taylor



II

Las fórmulas a utilizar serán:

Cuando U% < 60%:

$$Cv = \frac{T * Hdr^2}{t}$$

$$T = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{U\%}{100}\right)^2$$

Cuando U% > 60%:

$$T = 1.781 - 0.933 * \log(100 - U\%)$$

GRAFICO DE CASAGRANDE:

Para el análisis de este gráfico se siguen los siguientes pasos, según el libro de Terzaghi, Soil Mechanics:

- 1) Se traza una línea tangente a la curva en la parte superior e inferior de esta. El cruce es el punto (t100, 0100)
- 2) Se trazan verticales en los puntos 0.1 y 0.4 del eje del tiempo. Estas interceptan a la curva y proyectamos estos cruces al eje de la lectura del dial. La distancia vertical entre estos puntos se duplica hacia el extremo superior de tal forma que el punto más alto es el DO.
- 3) Una vez conocidos DO y 0100, se procede a hallar 050 como el promedio de estos dos últimos valores. La proyección de este con la curva nos da el t50.
- 4) Finalmente, con estos valores ya obtenidos se procede a hallar el Cv con la siguiente fórmula:

$$Cv = 0.197 * \frac{Hdr^2}{t50}$$

Gráfico 8. Gráfico de Casagrande



Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 20. Resultados obtenidos de/ gráfico de Casagrande

DATOS DEL GRAFICO DE CASAGRANDE	
DO	878.13
D100	835.56
050	856.845
tSO(min)	9.14
TSO	0.197
Hdr	

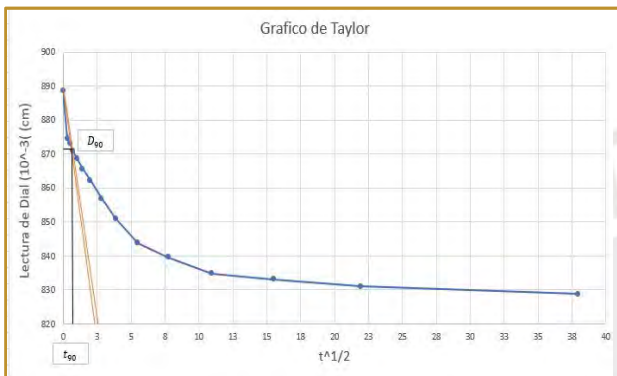
GRAFICO DE TAYLOR:

Para el análisis de este gráfico se siguen las siguientes pasos, según el libro de Terzaghi, Soil Mechanics:

- 1) Se traza una recta tangente a la parte superior de la curva y la extendemos hasta que choque con el eje horizontal de la gráfica. El valor obtenido será multiplicado por 1.15
- 2) Al valor obtenido se une con el punto de inicio de la recta trazada anteriormente.
- 3) La proyección de este punto en el eje x y en la coordenada (t90, 0.90)
- 4) Finalmente, con estos valores ya hallados se halla el Cv con la fórmula para Taylor:

$$C_v = 0.848 \cdot \frac{H_{gr}^2}{9(t)} = 0.848 \cdot \frac{1^2}{0.92} = 0.9217$$

Gráfico 9. Obtención de datos a través de la curva de Taylor



Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 21. Resultados obtenidos del gráfico de Taylor

DATOS DEL GRÁFICO DE TAYLOR	
T90	0.848
t90	0.920
D90	872.4
Hdr	
C_v (cm ² /min)	0.922

4. Tablas complementarias

En la tabla 22, se muestra los valores del coeficiente de permeabilidad y como se puede clasificar el suelo de acuerdo a este valor. Además, se puede visualizar las recomendaciones para un futuro ensayo y que método utilizar para un exitoso resultado. Estos valores fueron registrados y presentados en base a la experiencia del Ing. Terzagui, 1973

Tabla 22. Valores de Ken cm/seg

Fuente: Terzagui, Zª Edición

Drenaje	Buena				Pobre				Prácticamente impermeable			
	10 ⁰	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹¹
Tipo de suelo	Grava limpia	Arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava	Arenas muy orgánicas e inorgánicas, morenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada	Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada	Suelos modificados por la vegetación o la descomposición	Suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición						
Determinación directa de k	Ensayo directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos.				Permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia.				Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia.			
Determinación indirecta de k	Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resultados.				Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia.				Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia.			
	Por cálculo, partiendo de la curva granulométrica. Solo aplicable en el caso de arenas y gravas limpias sin cohesión.				Cálculos basados en los ensayos de consolidación. Resultados buenos. Se necesita mucha experiencia.							

II

En la tabla 23, se muestra los valores del coeficiente de permeabilidad y como se puede clasificar el suelo según su formación típica. Además, se puede visualizar la permeabilidad relativa correspondiente. Estos valores fueron registrados y presentados en base a la investigación del Ing. Braja M. Das, 2006.

Tabla 23. Permeabilidad Ken cm/seg

Fuente: Braja M. Das, 7ª Edición

Permeabilidad Relativa	Permeabilidad K (cm/s)	Formación típica
Muy permeable	Mayor que 10 ⁻¹	Grava media a gruesa
Permeabilidad media	10 ⁻² a 10 ⁻³	Arena gruesa a fina
baja permeabilidad	10 ⁻³ a 10 ⁻⁵	Arena fina, Arena limosa
Muy baja permeabilidad	10 ⁻⁴ a 10 ⁻⁶	Limo, Limo Arcilloso, Arcilla limosa
Impermeable	Menor que 10 ⁻⁷	Arcillas

En la tabla 24, se muestra los valores del coeficiente de consolidación y como se puede clasificar el suelo según este valor. Además, se puede visualizar a los investigadores que registraron cada tipo de suelo. Estos valores, fueron recopilados del libro de Holtz, 1981.

Tabla 24. Coeficiente de consolidación Cv

Fuente: Holtz 1981

Suelo	Cv (cm ² /s) * 10 ⁻²
Arcilla de México (Leonards y Girault, 1961)	0,009 - 0,015
Arcilla de San Francisco (Leonards y Girault, 1961)	0,020 - 0,040
Limo orgánico (Lowe, Zacheo y Feldman, 1964)	0,020 - 0,10
Arcilla de Chicago (Terzaghi y Peck, 1967)	0,085

Tabla 25. Tipo de suelo según Cv calculado para la

Fuente: "Geotechnical engineering: principles and practices", Coduto, 1974, p. 450

Soil	Cv	
	(cm ² /s * 10 ⁻⁴)	(m ² /yr)
Boston blue clay (CL) (Ladd and Lunger, 1965)	40 ± 20	12 ± 6
Organic silt (OH) (Lowe, Zacheo, and Feldman, 1964)	2-10	0.6-3
Glacial lake clays (CL) (Wallace and Otto, 1964)	6.5-8.7	2.0-2.7
Chicago silty clay (CL) (Terzaghi and Peck, 1967)	8.5	2.7
Swedish medium sensitive clays (CL-CH) (Holtz and Broms, 1972)		
1. laboratory	0.4-0.7	0.1-0.2
2. field	0.7-3.0	0.2-1.0
San Francisco Bay Mud (CL)	2-4	0.6-1.2
Mexico City clay (MH) (Leonards and Girault, 1961)	0.9-1.5	0.3-0.5

5. Conclusiones

5.1 Permeabilidad con carga variable

- El valor obtenido en los ensayos de laboratorio para la permeabilidad es de $k_{20} = 0.0028378$ cm/seg. Este valor fue contrastado con el valor teórico obtenido de la ecuación de Hazen; $k = 0.0144$ cm/s eg, el cual se puede obtener mediante el dato del D_{10} . Se observa claramente que los valores difieren; sin embargo, al analizar estos valores de permeabilidad mediante la tabla 22 propuesta por Terzagui, se puede determinar que están dentro de un mismo rango de valores. Por ende, de acuerdo a este criterio se concluye que el drenaje de este suelo es bueno y es una mezcla limpia de arena y grava. También se analiza el material mediante la tabla 23, la cual es propuesta por Braja M. Das. De este análisis, se observa que la permeabilidad se encuentra dentro del rango $[10^{-1} a 10^{-3}]$ cm/s. Por ende, se puede afirmar que la formación típica del suelo es de arena gruesa a fina, lo cual verifica la

- ▶ La información de permeabilidad también puede ser obtenida si es que ya se tiene realizado un ensayo de granulometría; en el cual, se haya determinado el D_{10} . Esto se puede hacer con fines prácticos dentro de un proyecto con el objetivo de tener una idea de esta propiedad en el suelo. Sin embargo, se recomienda realizar posteriormente los ensayos de permeabilidad correspondientes.
- ▶ De la información brindada por la tabla 9 y los gráficos 1, 2, 3 y 4, se puede determinar la existencia de una relación directamente proporcional entre el coeficiente de permeabilidad y la relación de vacíos. Esto se concluye; puesto que, mientras la relación de vacíos crece también lo hace el coeficiente de permeabilidad.

5.2 Consolidación unidimensional

- ▶ El valor obtenido del coeficiente de compactación (C_v) por el método de Casagrande es de $0.022 \text{ cm}^2/\text{seg}$
- ▶ El valor obtenido del coeficiente de compactación (C_v) por el método de Taylor es de $0.922 \text{ cm}^2/\text{seg}$
- ▶ Al comparar los valores del coeficiente de compactación obtenidos en el laboratorio con los valores típicos de C_v de las tablas 24 y 25, se puede apreciar que los valores de C_v obtenidos son mucho mayores. Por ende, el suelo de la muestra no puede ser ningún tipo de arcilla, limo o suelo orgánico.

6. Declaración de trabajo grupal

Los miembros del grupo tenemos conocimiento del Reglamento disciplinario aplicable a los alumnos ordinarios de la Universidad, en particular, de las disposiciones contenidas en 91 sobre el plagio, y otras formas de distorsión de la objetividad de la evaluación académica. En tal sentido, asumimos todos y cada uno de nosotros la responsabilidad sobre el íntegro de los avances y el trabajo final que serán presentados.

Ejecución del trabajo (definir aportes de cada integrante)	
Labor realizada por cada integrante	Nombre, firma y fecha
-Redacción de las conclusiones -Pasado de pdf a word de los puntos 5 y 6 del informe	
- Introducción de permeabilidad -Discusión de trabajo: Permeabilidad con carga variable -Bibliografía	
- Introducción de consolidación - Discusión de trabajo: Consolidación unidimensional -Bibliografía	
-Cálculos y gráficos del ensayo. -Cálculos y gráficos del ensayo	

7. Clausula de políticas contra el plagio

Certificamos que este informe ha sido completamente trabajado por nosotros, que no hemos tomado trabajo de los demás, ni copiado y pegado párrafos de informes de ciclos anteriores o del presente ciclo, que no hemos utilizado hojas de cálculo anteriores ni archivos de otras personas. Comprendemos y aceptamos que la violación a cualquiera de las reglas anti plagio de la universidad, así como las contenidas en el documento adjunto al sílabo serán causal de aplicación de todas las sanciones correspondientes, incluyendo anulación del laboratorio (nota N), reducción de 2 puntos en el promedio, y apertura de proceso disciplinario en la Facultad de Ciencias e Ingeniería.

8. Bibliografía

(1) Laboratorio de suelos PUCP (Canal de YouTube). Método de ensayo para determinar la permeabilidad con carga variable". Medio: [video]. Fecha de consulta: 24/02/21. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=31RDWNDKc&feature=youtu.be>

(2) Ing. Silvia Angelone, Ing. Mario Teresa y Mariana Cauhape (2006), "Geología y geotecnia - Permeabilidad de suelos", Universidad Nacional de Rosario, Recurso [En línea], Revisado: 24/02/21, Disponible en:

<https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>

(3) Guía de laboratorio de suelos PUCP. "Permeabilidad con carga variable" Medio: [En línea]. Fecha de consulta: 22/02/21. Disponible en:

https://paideia.pucp.edu.pe/cursos/pluginfile.php/184/9439/mod_resource/content/1/LMS%20202%20Pb04%20Gu%C3%ADa%20de%20Laboratorio.pdf

(4) Munson, Bruce R., Young, Donald F., Okiishi, Theodore H., Huebsh W. "Fundamentals of Fluid Mechanics, Sixth Edition, (pag. 716-718)

(5) Terzaghi, Karl; Peck, Ralph, (1973, 2da Edición), "Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica" Fecha de consulta: 25/02/21. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/Ua170450/mecanica-de-suelos-en-la-ingenieria-practica-terzaghi-y-realph-b>

(6) Holtz, Robert. (1981), "Introducción a la ingeniería geotécnica". New Jersey

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7194/tesis374.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[7] Oas, Braja.M (2006), "Principios de ingeniería de cimentaciones", California State University.

[https://issuu.com/gustavochoyongalcivar/docs/fundamentos de ingeniería de ciment](https://issuu.com/gustavochoyongalcivar/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_ciment)

