



**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO DE GRADO INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribución no comercial

AÑO DE ELABORACIÓN: 2017

TÍTULO: Obtención del Límite Líquido y Límite Plástico usando el Penetrómetro de Cono de Caída y la Cazuela de Casagrande para la combinación de un suelo 50% Caolín y 50% Diatomea

AUTOR (ES): Diaz Rodriguez, Damaris Zuleid y Llantén Marin, Leidy Tatiana.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

Ruge Cardenas, Juan Carlos.

MODALIDAD:

Trabajo de investigación

PÁGINAS: 115 **TABLAS:** 61 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 27 **ANEXOS:** 15

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. INTRODUCCION
3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA
4. ANTECEDENTE Y JUSTIFICACIÓN
5. OBJETIVOS
6. ALCANCE Y LIMITACIONES
7. MARCO DE REFERENCIA
8. METODOLOGÍA
9. RESULTADOS



- 10. ANALISIS DE RESULTADOS
 - 11. RECOMENDACIONES
 - 12. CONCLUSIONES
 - 13. BIBLIOGRAFÍA
- ANEXOS

DESCRIPCIÓN:

Se toma una muestra de arcilla Caolín 50% más Diatomea Colombiana 50%, se establecen los parámetros de la ejecución de los ensayos de Casagrande y el Penetrómetro de Cono de Caída, con el fin de determinar los estados de consistencia de la muestra de suelo. Finaliza el estudio con la comparación de los resultados obtenidos por medio de cada método.

METODOLOGÍA:

Para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto de investigación “Obtención del Límite Líquido y Límite Plástico usando el Penetrómetro de Cono de Caída y la Cazuela de Casagrande para la combinación de un suelo 50% Caolín y 50% Diatomea”, se realizaron los respectivos ensayos de laboratorio para determinar el contenido de humedad de la mezcla de los dos tipos de arcilla (Caolín y Diatomea), se plantearon las siguientes etapas que permitirán determinar los pasos a seguir para la culminación del proyecto a entregar.

FASE 1 – RECOPIACION DE INFORMACION

Planteamiento del problema seguido de una recopilación de información pertinente a fin de afianzar los conocimientos y tener una idea más clara de los materiales y sus características, los límites de consistencia, estudios, resultados obtenidos anteriormente y generalidades a nivel nacional e internacional, sobre el uso adecuado de los equipos a utilizar para llevar a cabo los estudios propuestos.

FASE 2 – CARACTERIZACIÓN DE LA MEZCLA DE LAS MUESTRAS



Se analizó la información obtenida y se procede con la caracterización de la mezcla de los dos tipos de arcilla, seguido de la ejecución de los ensayos de laboratorio que se ejecutaron de la siguiente manera: 10 ensayos para determinar el LL y LP por el método de Casagrande y 50 ensayos de Penetrómetro de Cono de Caída respectivamente donde se efectuaron 5 ensayos por cada referencia de cono; teniendo en cuenta las características físico químicas tanto del Caolín como la Diatomea, arcillas con las que se llevó a cabo la investigación del presente proyecto con 4 muestras a diferentes humedades y penetraciones por cada límite de consistencia, así como el quipo a utilizar, en este caso el aparato de Casagrande y el Penetrómetro de Cono de Caída, sus medidas, y características de los diversos conos (Ruso, Canadiense, Colombiano, Indio, Británico) con los que se realizaron dichas pruebas de laboratorio.

FASE 3 – ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez culminados los ensayos, se procede a analizar los resultados obtenidos ejecutando una propuesta de correlación de los límites entre las dos metodologías para los conos propuestos por medio de un análisis estadístico, de gráficos y tablas comparativas.

PALABRAS CLAVE:

ARCILLA, ENSAYO, HUMEDAD, MUESTREO, SUELO

CONCLUSIONES:

Se determina que efectivamente la ejecución de los ensayos por medio del Penetrómetro de Cono de Caída, permite determinar la plasticidad de la mezcla de suelo estudiado.

Por medio del levantamiento bibliográfico y el desarrollo del presente proyecto, se logra determinar las características de plasticidad de la combinación de una muestra de suelo arcillosa, haciendo un análisis general sobre el comportamiento de cada muestra en determinado ensayo, se observa que es posible estudiar los valores obtenidos por medio del método propuesto Penetrómetro de Cono de Caída con los determinados por medio del método tradicional, teniendo en cuenta las características físico químicas tanto del Caolín como de la Diatomea.



Se llevan a cabo los ensayos de laboratorio, registrando la descripción procedimental tanto del método de Casagrande como el Penetrómetro de Cono de Caída que permitieron determinar los límites de consistencia para la combinación de la muestra de arcillas, se presenta el desarrollo de los respectivos ensayos así como el registro fotográfico para su obtención, que proporcionan una idea más clara de la metodología de ejecución de las pruebas, materiales utilizados, equipo y marco procedimental, que permitieran un análisis cualitativo y cuantitativo de los Límites Líquido y Plástico, por cada método ejecutado.

Una de las eficiencias entre la obtención del límite líquido esta comprendidas por medio del porcentaje de error, el cual permite determinar cuál de los métodos tuvo una mayor relación con los datos obtenidos de Casagrande. El cono colombiano con un 1.53% de error, se postula como un método viable para la muestra de Caolín-Diatomea. Aunque los demás conos presentan características diferentes en dimensión y lecturas de penetración a un tiempo de terminado, estos arrojan porcentajes de error entre el 3,13% hasta 28,52%.

FUENTES:

- A. Mohajerani BE, P. S. (1999). Assessment Calibration for the cone penetrometer liquid limit. Australian: RMIT University.
- Abelleira, F. (2010). El incierto futuro de Rusia. (99-4).
- Abreu, D. J. (2012). *LA MECÁNICA DE SUELOS Y LAS CIMENTACIONES*. España.
- Ahmad Safuan A Rashid, k. A. (2008). Determination of plastic limit of soil using modified methods.
- Al-Sharify, M. H.-D. (2008). A Proposed Approach for Plastic Limit Determination. *Journal of Engineering and Development*, 12, 109.
- Azadi, M. R., & Monfared, S. R. (2012). Fall Cone Test Parameters and Their. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*.
- B, C. (1991). *Comparison of the Casagrande and Fall Cone Penetrometer Methods*. Grecia : Engineering Geology.



- B. Caicedo, D. Z. (2014). CHARACTERIZATION PARAMETERS AND MECHANICAL RESPONSE IN DIATOMACEOUS.
- Badillo, E. J., & Rodriguez, R. A. (1981). *Mecanica de Suelos*. Mexico D.F: Limusa 3 Ed.
- Blázquez, Á. R. (2016). *Aplicabilidad del Penetrómetro Cónico en la determinacion del Limite Liquido en suelos de baja y media plasticidad* . San Vicente del Raspeig, Alicante, España: Escuela Politecnica Superior .
- Budhu, M. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals*. Arizona, USA.
- Caicedo, Zuluaga, & Slebi. (2014). CHARACTERIZATION PARAMETERS AND MECHANICAL RESPONSE IN DIATOMACEOUS.
- Campbell, D. A., & Blackford, J. W. (1984). *Fall Cone Method used to determine the Liquid Limit of Sold* . Denver, Colorado.
- Cevikbilen, G., & Budhu, M. (2016). Shear Viscosity of Clays in the Fall Cone Test. *Geotechnical Testing Journal*, 6.
- CONSTRUMATICA. (s.f.). Obtenido de ARQUITECTURA INGENIERIA Y CONSTRUCCION:
<http://www.construmatica.com/construpedia/Caol%C3%ADn>
- Das, B. M. (1985). *Fundamentos de Ingenieria Geotécnica* . Sacramento, California: International Thomson Editores .
- Das, B. M. (1999). *Principios de Ingenieria de Cimentaciones*. Mexico D.F: International Thomson Editores 4 Ed.
- Eric Ferrell, T. C. (1997). ETC 5 Fall-Cone Study. *GROUND ENGINEERING JANUARY*, 4.
- Feng, T. (2004). Determinig the consistency limits of high plasticity clays by the BS fall cone method . *PAPER*, 56-57.
- Gómez, H. L. (2012). *LIMITES DE ATTERBERG*. Proyecto de Grado, Universidad de los Andes. Obtenido de
https://documentodegrado.uniandes.edu.co/documentos/200812536_fecha_2013_06_18_parte_1.pdf



- Hernandez, L., & Suescun, E. (2016). Trabajo de Grado. *Manual de Obras de Bioingeniería en Zonas de Laderas con Procesos de remoción de masas para altitudes superiores a 3000 MSNM-Localidad de Sumapaz Bogota DC.* Bogota, Colombia.
- Hrubesova, E., Lunackova, B., & Brodzki, O. (2016). Comparison on Liquid of Soils resulted from Casagrande test and modified cone Penetrometer methodology. *ELSERVIER*, 7.
- Ibsen, B. N. (2011). Comparison of liquid limit of highly plastic clay by. *Pan-Am CGS Geotechnical Conference*, 3.
- ICONTEC. (1995). *Norma Técnica Colombiana 129.* Colombiana: ICONTEC.
- ICONTEC. (2012). Proyecto de Norma Técnica Colombiana NTC 4630.
- Igmes. (2005). *Panorama Minero.* Obtenido de Caolin y Arcillas Caoliniticas: http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2005_06/CAOLIN%20Y%20ARC%20CAOL2005.pdf
- INVIAS. (2007). *MÉTODO DE ENSAYO NORMAL PARA EL USO DEL PENETRÓMETRO DINÁMICO.*
- Luna, A. S. (- de --- de 2012). Determinación del Límite Líquido y Plástico de Suelos mediante el uso del Penetrometro Conico. Quito, Ecuador.
- Luna, S. C. (2012). *Determinación del LL y LP de los suelos mediante el uso de penetrometro Conico.* Quito: Universidad Católica de Ecuador.
- Mendoza, M. (s.f.). *Determinación del Límite Líquido de suelos con el cono Sueco.* Mexico.
- NATURAL, C. S. (s.f.). *CLUB SALUD NATURAL.* Recuperado el 22 de 10 de 2010, de <http://www.clubsaludnatural.com/profiles/blogs/tierra-de-diatomea-o-tierra-blanca>
- Osorio, S. (19 de 11 de 2010). *Geotecnia.Sor. Blogspot.* Obtenido de Consistencia del Suelo - Límites de Atterberg - Límite Líquido: http://geotecnia-sor.blogspot.com.co/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_19.html
- POLITECNICA, B. U. (s.f.). *ARCHIVO DIGITAL UPM.* Recuperado el 10 de 2017



Quiminet. (14 de 03 de 2012). *QuimiNet.com* . Obtenido de El uso de la arcilla en aplicaciones industriales: <https://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-la-arcilla-en-aplicaciones-industriales-2703873.htm>

R, T., M, C., J, G., J, S., L, H., J, R., & R, Z. (2013). *Universidad de Alicante*. Obtenido de <http://web.ua.es/es/ginter/>

Rodriguez, A. P. (2012). *Manual de Prácticas de Laboratorio de mecanica de suelos I*.

Romero, E. G. (s.f.). *Las Arcillas y sus Usos*. Obtenido de <http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/Arcillas.htm>

Santos, J., Malagon, P., & Cordoba, E. (2009). Caracterizacion de arcilas y preparacion de pastas para ceramicas para la fabricacion de tejas y ladrillos en la region de Barichara, Santander. *Portal de Revistas UN*.

Spagnoli, G. (2012). Comparation between Casagrande and drop-cone methods to calculate liquid limit for pure clay. *Departament of Maritime Technologies*.

Wasti, Y. (2016). Liquid and Plastic Limits as Determined from the Fall Cone. *TECHNICAL NOTE*.

Wasty, Y., & Bezirci, M. H. (12 de 1985). Determination of the consistency limits of soils by the fall cone test. Oriente Medio, Ankara, Turquia .

LISTA DE ANEXOS:

Anexo 1 resultados de laboratorio y lectura del % w - británico II (penetrometro de cono de caída).....	101
Anexo 2 resultados de laboratorio y lectura del % w - ruso II (penetrometro de cono de caída).....	102
Anexo 3 resultados de laboratorio y lectura del % w – colombiano II (penetrometro de cono de caída).....	103
Anexo 4 resultados de laboratorio y lectura del % w – canadiense II (penetrometro de cono de caída).....	104
Anexo 5 resultados de laboratorio y lectura del % w – indio II (penetrometro de cono de caída).....	105
6 resultados de laboratorio y lectura del % w - británico Ip (método: double fall cone).....	106



Anexo 7 resultados de laboratorio y lectura del % w - ruso lp (método: double fall cone).....	107
Anexo 8 resultados de laboratorio y lectura del % w - colombiano lp (método: double fall cone).....	108
Anexo 9 resultados de laboratorio y lectura del % w – canadiense lp (método: double fall cone).....	109
Anexo 10 resultados de laboratorio y lectura del % w – indio lp (método: double fall cone).....	110
Anexo 11 resultados de laboratorio y lectura del % w – británico lp (método: feng 2000).....	111
Anexo 12 resultados de laboratorio y lectura del % w – ruso lp (método: feng 2000).....	112
Anexo 13 resultados de laboratorio y lectura del % w – colombiano lp (método: feng 2000).....	113
Anexo 14 resultados de laboratorio y lectura del % w – canadiense lp (método: feng 2000).....	114
Anexo 15 resultados de laboratorio y lectura del % w – indio lp (método: feng 2000).....	115