

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA CIVIL



DISERTACIÓN DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS CON CAL
Y CEMENTO EN EL SECTOR CALCICAL DEL CANTÓN
TOSAGUA PROVINCIA DE MANABÍ**

AUTOR

MARÍA ANGÉLICA SÁNCHEZ ALBÁN

DIRECTOR

ING. JUAN CARLOS MONTERO

QUITO 2014

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por darme la oportunidad de culminar con éxito esta carrera universitaria.

Al Ingeniero Juan Carlos Montero por su guía y las enseñanzas que me ha compartido durante la realización de esta investigación; a los Ingenieros Gustavo Yáñez y Ricardo Salvador por sus aportes al desarrollo de este trabajo.

Al personal del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Católica del Ecuador por su ayuda valiosa sin la cual no hubiera conseguido desarrollar con éxito esta investigación

A mis padres por todo el amor incondicional que me han brindado toda la vida, y por el sacrificio que han hecho para poder darme la educación.

A mis hermanas por su comprensión y cariño en los momentos buenos y malos.

A mi Tío Fernando, por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo y el cariño que me ha brindado siempre.

A mis amigos y compañeros con quienes he compartido cinco años de momentos preciados.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por las enseñanzas que me ha brindado, a la Facultad de Ingeniería Civil que me ha dado la formación para ser una profesional exitosa.

María Angélica.

DEDICATORIA

A mis padres Fabián y Silvia, que día a día me han dado la fuerza para cumplir mis metas.

A mis hermanas Pamela y Camila, por su apoyo incondicional en cada momento.

A mis abuelitos Marianita y Livino, Margarita y Galo.

María Angélica.

RESUMEN

El presente trabajo se centra en la investigación del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo del sector Calcical del cantón Tosagua, el cual se caracteriza como un material de tipo CH (S.U.C.S) arcillas de alta plasticidad, con un potencial expansivo alto.

El estudio se basa en la adhesión de un agente estabilizador al suelo, tal es el caso de la cal viva y el cemento portland puzololánico; con el fin de analizar la variación en el comportamiento expansivo del suelo.

Para realizar el estudio se realizaron ensayos para determinar las propiedades índices del suelo, así como su presión de hinchamiento y el porcentaje de expansión que este presenta, tanto en estado natural como con la presencia de porcentajes de estabilizante de 3,5 y 7%.

ABSTRACT

This paper focuses on the investigation of the behavior of the physical and mechanical properties of the soils presents in Tosagua, Calcical sector, which are catalogued like a CH type like fat clays with a high plasticity behavior, and them presents a high expansive potential.

The study is based in the addition of a stabilizer agent; in this case there were used Lime and Portland cement, in order to analyze the variation in the expansive soil behavior.

For the study some analysis were made to estimate the index properties of the soils, and also swelling pressure and swelling index; this have been made in natural state and with the stabilizer incrementation in increasing percentages of 3,5 and 7%.

INDICE

INDICE.....	iv
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FÓRMULAS.....	¡Error! Marcador no definido.
INDICE DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	6
ALCANCE.....	7
1. CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.	8
1.1. Origen de las muestras a analizar.	8
1.1.1. Situación geográfica.	8
1.1.1.1. Ubicación.....	8
1.1.2. Geología de la zona.	9
1.1.2.1. Rasgos Geomorfológicos de la región.....	9
1.1.2.2. Principales formaciones geológicas de la zona	10
1.1.3. Suelos	11
1.2. Características del sitio.....	12
1.2.1. Topografía	12
1.2.2. Climatología.....	12
1.3. Arcilla.....	13

1.3.1.	Suelos expansivos.....	14
1.3.2.	Características mineralógicas.....	17
1.3.3.	Criterios para la clasificación de arcillas.....	20
1.3.4.	Propiedades físicas.....	22
1.3.4.1.	Hidratación.....	22
1.3.4.2.	Actividad.....	23
1.3.4.3.	Floculación y dispersión.....	24
1.3.4.4.	Efectos del agua.....	25
1.3.4.5.	Color.....	25
1.3.5.	Definición de la zona activa, húmeda de equilibrio y presión de expansión.....	26
1.3.5.1.	Zona activa.....	26
1.3.5.2.	Humedad de equilibrio.....	28
1.3.5.3.	Presión de expansión.....	28
2.	CAPÍTULO II: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	29
2.1.	Generalidades.....	29
2.2.	Alternativas de estabilización.....	30
2.2.1.	Estabilización mecánica.....	32
2.2.2.	Estabilización con cal.....	39
2.2.2.1.	Criterios de dosificación.....	43
2.2.2.2.	Métodos de aplicación.....	47
2.2.3.	Estabilización con cemento.....	51
2.2.3.1.	Criterios de dosificación.....	57

2.2.3.2.	Métodos de aplicación	61
3.	CAPITULO 3: TRABAJOS DE LABORATORIO.....	66
3.1.	Suelo natural	66
3.1.1.	Contenido de humedad.....	66
3.1.2.	Granulometría	67
3.1.2.1.	Granulometría por mallas	68
3.1.2.2.	Granulometría por hidrómetro.....	68
3.1.3.	Gravedad de sólidos (Peso específico relativo) Gs.....	69
3.1.4.	Límites de Atterberg.....	69
3.1.5.	Ensayo de Lambe.....	72
3.1.6.	Hinchamiento libre.....	74
3.1.7.	Presión de hinchamiento o presión de equilibrio	77
3.1.8.	Compactación Próctor Estándar.....	78
3.1.9.	Difracción de rayos X.....	80
3.1.10.	Análisis Químico del suelo.....	80
3.2.	Dosificaciones 3%, 5%, 7%	82
3.2.1.	Límites de Atterberg.....	82
3.2.2.	Compactación Próctor Estándar.....	83
3.2.2.1.	Cal como estabilizante	83
3.2.2.2.	Cemento como estabilizante.....	84
3.2.3.	Ensayo de Lambe.....	86
3.2.4.	Hinchamiento libre en consolidómetro	86

3.2.5.	Presión de hinchamiento o presión de equilibrio	87
4.	Capítulo 4: Análisis de resultados.	88
4.1.1.	Clasificación S.U.C.S y AASHTO	88
4.1.2.	Contenido mineralógico del suelo.....	92
4.1.3.	Límites de Atterberg.....	94
4.1.4.	Compactación.....	107
4.1.5.	Presión de hinchamiento	112
4.1.6.	Hinchamiento libre.....	117
5.	Capítulo 5: Análisis de costos	124
6.	Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones.	133
6.1.	Conclusiones.....	133
6.2.	Recomendaciones.	136
7.	Bibliografía	138
8.	ANEXOS	141

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del sitio de estudio.	9
Figura 1.2: Suelo del sector Calcical con presencia de grietas en la temporada de sequía.	11
Figura 1.3: Levantamiento de estructuras causado por la acción de suelos expansivos, sector Calcical.....	15
Figura 1.4: Daños Generados por la acción de suelos expansivos en el sector Calcical	16
Figura 1.5: Levantamientos en las estructuras del sector Calcical.....	16
Figura 1.6 Lámina de tetraedros	17
Figura 1.7 Lámina de octaedros	18
Figura 1.8 Estructura laminar de los minerales arcillosos.....	20
Figura 1.9 Relación entre el índice de plasticidad y la fracción arcillosa	23
Figura 1.10 Estructura de los suelos cohesivos.....	25
Figura 1.11: Zona activa en una formación Beaumont del área de Houston.....	27
Figura 2.1: Rodillos lisos	35
Figura 2.2: Rodillo de neumáticos de hule.....	35
Figura 2.3: Rodillos pata de cabra.....	36
Figura 2.4: Equipo de Vibro flotación.....	37
Figura 2.5: Etapas de vibro flotación.....	38
Figura 2.6: Mezcla de cal por vía seca.....	48
Figura 2.7: Proceso de estabilización de suelos con cal.....	51
Figura 2.8: Determinación del plazo de trabajabilidad de una mezcla con cemento mediante el ensayo de compactación diferida a 30 °C.....	61
Figura 2.9: Repartidores de conglomerante.....	64
Figura 3.1: Límites de Atterberg.....	71
Figura 3.2: Aparato de compresión simple, utilizado para realizar el Ensayo de Lambe.....	72
Figura 3.3: Relación entre el índice de Lambe y el cambio potencial de volumen.....	73

Figura 3.4: Edómetro digital, utilizado para realizar el ensayo de Hinchamiento libre.	75
Figura 3.5: Equipo para realizar el ensayo Próctor estándar.	79
Figura 4.1: Ubicación de los puntos analizados en la carta de plasticidad	90
Figura 4.2: Comparación de límite líquido cal vs. cemento, pozo 1.....	96
Figura 4.3: Comparación de límite plástico cal vs. cemento, pozo 1.	96
Figura 4.4: Comparación de índice de plasticidad cal vs. cemento, pozo 1.....	97
Figura 4.5: Comparación de límite líquido cal vs. cemento, pozo 2.....	98
Figura 4.6: Comparación de límite plástico cal vs. cemento, pozo 2	98
Figura 4.7: Comparación de índice de plasticidad cal vs. cemento, pozo 2.....	99
Figura 4.8: Comparación de límite líquido cal vs. cemento, pozo 3.....	100
Figura 4.9: Comparación de límite plástico cal vs. cemento, pozo 3	100
Figura 4.10: Comparación de índice de plasticidad cal vs. cemento, pozo 3.....	101
Figura 4.11: Curva de estabilización pozo 1, estabilizante 7% de cal.....	102
Figura 4.12: Efectos de la cal sobre el suelo pozo 1-1, estabilizante 7% de cal.	102
Figura 4.13: Variación de Límite Líquido a 1m de profundidad, 7% de cal.	103
Figura 4.14: Variación del Límite Plástico a 1m de profundidad, 7% de cal.	103
Figura 4.15: Variación del Índice de Plasticidad a 1m de profundidad, 7% de cal.....	104
Figura 4.16: Curva de estabilización pozo 1-2m, estabilizante 9% de cemento	105
Figura 4.17: Efectos del cemento sobre el suelo pozo 1-2, estabilizante 9% de cemento.	105
Figura 4.18: Variación de Límite Líquido a 2m de profundidad, 9% de cemento	106
Figura 4.19: Variación de Límite Plástico a 2m de profundidad, 9% de cemento	106
Figura 4.20: Variación del Índice de Plasticidad a 2m de profundidad, 9% de cemento.	107
Figura 4.21: Curva de compactación pozo 1-1m con cal como estabilizante.	108
Figura 4.22: Curva de compactación pozo 1-2m con cemento como estabilizante.	108
Figura 4.23: Curva de compactación pozo 2-1m con cal como estabilizante	109
Figura 4.24: Curva de compactación pozo 2-2m con cemento como estabilizante	110

Figura 4.25: Curva de compactación pozo 3-1m con cal como estabilizante	111
Figura 4.26: Curva de compactación pozo 3-2m con cemento como estabilizante	111
Figura 4.27: Relación entre la humedad natural y el límite líquido en arcillas expansivas, según Vijayvergiya y Ghazzaly (1973).....	112
Figura 4.28: Variación de la presión de hinchamiento cal vs. cemento en el pozo 1.	114
Figura 4.29: Variación de la presión de hinchamiento cal vs. cemento en el pozo 2.	114
Figura 4.30: Variación de la presión de hinchamiento cal vs. cemento en el pozo 3.	115
Figura 4.31: Comparación entre el porcentaje de reducción de presión de hinchamiento con y Cal y con Cemento, pozo 1.....	116
Figura 4.32: Comparación entre el porcentaje de reducción de presión de hinchamiento con y Cal y con Cemento pozo 2.....	116
Figura 4.33: Comparación entre el porcentaje de reducción de presión de hinchamiento con y Cal y con Cemento pozo 3.....	117
Figura 4.34: Variación del índice de expansión cal vs. cemento pozo 1	122
Figura 4.35: Variación del índice de expansión cal vs. cemento pozo 2.	122
Figura 4.36: Variación del índice de expansión cal vs. cemento pozo 3.	123

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Ubicación de los pozos de estudio.	8
Tabla 1.2 Datos climatológicos de la Estación Jacarín	12
Tabla 1.3 Datos climatológicos de la Estación Portoviejo	13
Tabla 1.1.4. Características de las arcillas	21
Tabla 2.1. Ventajas e inconvenientes de las formas de presentación de la Cal cálsica.	41
Tabla 2.2: Requisitos para la utilización de cales en el tratamiento de suelos.	47
Tabla 2.3: Suelos óptimos para ser estabilizados con cemento en forma económica.	53
Tabla 2.4: Tipos de cemento fabricados en Ecuador.	54
Tabla 2.5: Características de las aguas para el tratamiento de suelos.	58
Tabla 3.1: Humedad natural.....	66
Tabla 3.2: Granulometría por mallas de todas las muestras analizadas.....	68
Tabla 3.3: Granulometría por hidrómetro de todas las muestras analizadas.....	68
Tabla 3.4: Gravedad específica	69
Tabla 3.5: Límites de Atterberg en estado natural	71
Tabla 3.6: Cambio potencial de volumen en muestras en estado natural.	74
Tabla 3.7: Hinchamiento libre en consolidómetro en estado natural.	76
Tabla 3.8: Índice de expansión libre y modificado en probeta.	77
Tabla 3.9: Presión de equilibrio en estado natural	78
Tabla 3.10: Resumen del ensayo Próctor estándar, en estado natural.	79
Tabla 3.11: Resultados de Difracción de rayos X en el pozo 1-1m.....	80
Tabla 3.12: Análisis químico del suelo, pozo 1-1m	81
Tabla 3.13: Límites de Atterberg pozo 1.	82
Tabla 3.14: Límites de Atterberg pozo 2	82
Tabla 3.15: Límites de Atterberg pozo 3.	83
Tabla 3.16: Resumen de compactación en el pozo 1-1m	83

Tabla 3.17: Resumen de compactación en el pozo 2-1m	84
Tabla 3.18: Resumen de compactación en el pozo 3-1m	84
Tabla 3.19: Resumen de compactación en el pozo 1-2m	84
Tabla 3.20: Resumen de compactación en el pozo 2-2m	85
Tabla 3.21: Resumen de compactación en el pozo 3-2m	85
Tabla 3.22: Ensayo de Lambe con 3,5 y 7% de estabilizante.	86
Tabla 3.23: Porcentaje de expansión con 3,5,7% de estabilizante	87
Tabla 3.24: Presión de hinchamiento con 3, 5 y 7% de estabilizante	87
Tabla 4.1: Propiedades índice y granulometría de los suelos analizados.	89
Tabla 4.2: Análisis mineralógico del suelo	92
Tabla 4.3: Parámetros para clasificar a los suelos expansivos en base a su contenido de arcilla y los Límites de Atterberg.....	94
Tabla 4.4: Clasificación del potencial expansivo de los suelos ensayados según sus límites de consistencia y contenido de arcilla.	94
Tabla 4.5: Resumen de límites de Atterberg en el pozo 1	96
Tabla 4.6: Resumen de límites de Atterberg en el pozo 2	97
Tabla 4.7: Resumen de límites de Atterberg en el pozo 3	99
Tabla 4.8: Datos de compactación en el pozo 1.....	107
Tabla 4.9: Datos de compactación próctor estándar pozo 2.	109
Tabla 4.10: Datos de compactación próctor estándar pozo 3-1m, estabilizante cal.....	110
Tabla 4.11: Valores de presión de hinchamiento en base al límite líquido y humedad natural....	113
Tabla 4.12: Análisis de la reducción de presión de hinchamiento en el pozo 1.	113
Tabla 4.13: Análisis de la reducción de presión de hinchamiento en el pozo 2.	114
Tabla 4.14: Análisis de la reducción de presión de hinchamiento en el pozo 3.	115
Tabla 4.15: Clasificación del potencial de expansión de suelos usando El	118
Tabla 4.16: Typical Soil properties versus Expansion potential	118

Tabla 4.17: Correlations whit common soil tests (Adapted from Holtz 1969 an Gibbs 1969).....	119
Tabla 4.18: Clasificación de potencial expansivo en base al % de finos, límites de consistencia, índice de Lambe, presión de hinchamiento y porcentaje de hinchamiento libre	119
Tabla 4.19: Clasificación del potencial de expansión del suelo en base a LL, IP, LC, % de arcilla, Presión de hinchamiento, Índice de expansión.	120
Tabla 4.20: Hinchamiento libre con 3, 5 y 7% de estabilizante.....	121
Tabla 4.21: Análisis del hinchamiento libre en el pozo 1.....	121
Tabla 4.22: Análisis del hinchamiento libre en el pozo 2.....	122
Tabla 4.23: Análisis del hinchamiento libre en el pozo 3.....	122
Tabla 5.1: Costo por m3 de material compactado.....	131
Tabla 5.2: Comparación entre el costo de mejoramiento y el potencial de expansión	131

INDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1.1 Actividad de las arcillas	23
Fórmula 2.1. Compactación relativa	34
Fórmula 4.1 Índice de expansión e_i	118

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Clasificación de suelos	141
Anexos 2: Gravedad específica	159
Anexos 3: Límite de contracción en estado natural.....	165
Anexos 4: Límites de Atterberg con cal estabilizante cal.....	171
Anexos 5: Límites de Atterberg con cemento como estabilizante	191
Anexos 6: Compactación Próctor estándar.....	215
Anexos 7: Presión de hinchamiento.....	241
Anexos 8: Hinchamiento libre en consolidómetro.....	271
Anexos 9: Ensayo de expansión libre en probeta	391
Anexos 10: Análisis químico de suelo, pozo 1-1m	398
Anexos 11: Difracción de rayos X, pozo 1-1m.....	399
Anexos 12: Contenido mineralógico en función de la Actividad de las arcillas	400
Anexos 13: Parámetros para clasificar a los suelos expansivos	401

INTRODUCCIÓN

Al ser el suelo la base fundamental de toda obra civil, este puede ser utilizado de diversas formas, se lo puede emplear como material de construcción para la elaboración de terraplenes, muros, casas, obras viales, entre otras.

Por tal motivo este material debe cumplir con ciertas propiedades físicas y mecánicas que permitan su estabilidad y resistencia para que pueda satisfacer las distintas sollicitaciones a las cuales el material estará expuesto.

En algunas provincias de la región Costa del Ecuador se cuenta con la presencia de suelos expansivos los cuales generan constante inestabilidad en las obras civiles; por tal motivo es necesario buscar una alternativa de estabilización para este tipo de suelos, los cuales presentan graves problemas geotécnicos para su empleo en la construcción de infraestructuras debidos a su elevada plasticidad, e inestabilidad de volumen en función de la humedad.

Este tipo de suelos se denominan expansivos, puesto que están expuestos a procesos de contracción y expansión, debido a cambios volumétricos que son causados por variaciones de humedad en el suelo y por los esfuerzos internos afectados por el agua. Este tipo de material tiene entre sus componentes minerales como caolinitas, ilitas y montmorilonitas, la particularidad de estos minerales radica en que son capaces de absorber moléculas de agua dentro de su propia estructura molecular, lo que hace que se generen los cambios volumétricos en el suelo.

Para poder utilizar estos suelos es necesario modificar sus propiedades para evitar que las construcciones asentadas sobre este tipo de material experimenten deformaciones que son causadas por el cambio de volumen del suelo; entre los efectos causados por la expansión del suelo se encuentran grietas sobre muros y el levantamiento de pisos.

La gran variedad de suelos y su composición, hace que cada método de estabilización sea aplicable a un cierto número de ellos; por lo tanto es necesaria la realización de un análisis para

determinar cuáles son las características del material que se requiere estabilizar, para de esta manera poder buscar el método de tratamiento más adecuado.

Una de las alternativas con las que se puede controlar las variaciones volumétricas de los suelos expansivos es mediante la adición de productos químicos que saturen su capacidad de intercambio catiónico, entre estos procedimientos se encuentran el uso de cal y cemento; el tratamiento del suelo se realiza mediante la dosificación en términos de porcentajes del producto estabilizante.

La durabilidad y funcionamiento a largo plazo de una estructura o un proyecto de construcción depende de la calidad de los suelos de fundación. Los suelos inestables pueden llegar a crear problemas significativos tanto en las estructuras como en los pavimentos. El tratamiento químico de los suelos por medio de la adición de cal y cemento transforma a los suelos inestables en materiales utilizables. La estabilización del suelo logra un cambio considerable de las características del mismo, produciendo resistencia y estabilidad a largo plazo, en particular en lo que concierne a la acción del agua, además de un ahorro de dinero.

Habrá que tomar en cuenta la relación directa entre las características que se logra mejorar del suelo y el esfuerzo y dinero invertido en efectuar el tratamiento para tomar la decisión correcta al momento de realizar una estabilización a gran escala.

En la construcción de caminos y carreteras es de gran importancia lograr una estabilización del suelo en cada uno de los estratos del pavimento como son la sub rasante, base y sub base, pues al ser el pavimento una estructura liviana, al asentarse en un suelo expansivo esta puede sufrir grandes daños, como ya se ha visto en especial en la Provincia de Manabí, esto genera pérdidas económicas grandes para poder reconstruirlas.

Con el objetivo de minimizar en lo posible el movimiento de tierras ya sea por consideraciones económicas, ambientales o técnicas, hace que se genere la posibilidad de utilizar todos los materiales que sean accesibles para poder realizar la estabilización de los suelos expansivos, el

tratamiento y estabilización con cal y cemento de estos suelos es una solución muy interesante desde los puntos de vista económico, ambiental y técnico.

JUSTIFICATIVO

La necesidad de construir obras de ingeniería para el desarrollo del país, hace que se analicen cuáles son las alternativas más beneficiosas para poder construir las. Por tal motivo es de vital importancia que el suelo en donde se van a asentar dichas estructuras cumpla con características específicas tanto físicas como mecánicas para poder brindar estabilidad a las estructuras durante su vida útil. En algunos casos el suelo natural no es apto para poder implantar sobre él una determinada estructura, por lo que se debe recurrir a realizar una estabilización del material para mejorar su capacidad de carga y lograr en el caso de los suelos expansivos una estabilidad de volumen.

La provincia de Manabí cuenta con una variedad de suelos entre los que se encuentran los suelos expansivos; los cuales al poseer en su composición minerales como las ilitas y montmorilonitas tienen la capacidad de absorber agua dentro de su estructura por lo que se genera un hinchamiento, y cuando esta agua absorbida se evapora el suelo sufre un proceso de contracción. Estos cambios volumétricos bruscos pueden causar daños en las estructuras los cuales pueden causar grandes pérdidas económicas.

Por tanto para poder hacer uso de este suelo es necesario realizar un tratamiento sobre este para lograr estabilizar su capacidad de expansión. En algunos casos se opta por realizar un reemplazo del material y si se toman en cuenta los costos de préstamo y acarreo de material esta alternativa resulta ser muy costosa, por lo que se plantea la posibilidad de estabilizar el material para lograr un cambio en sus propiedades. Existen varios métodos de estabilización de suelos, como lo son la estabilización mecánica, la estabilización física y química.

Debido a que el Ecuador se encuentra desarrollando un proceso de mejoramiento de la vialidad a lo largo de todo el país, es necesario que se busquen formas de estabilizar el suelo expansivo para evitar daños futuros sobre los pavimentos; el tratamiento de los suelos con cal y cemento constituye una alternativa efectiva para poder controlar los cambios de volumen que se

presentan en los suelos que contienen altos contenidos de minerales arcillosos. Además de ser en algunos casos una alternativa económica en vez de realizar un reemplazo del material, las prestaciones de los materiales correctamente estabilizados son muy superiores a las de los suelos naturales.

OBJETIVOS

General:

Estabilizar el suelo expansivo del sector Calcical del Cantón Tosagua, por medio de la aplicación de cal y cemento, para reducir su potencial de expansión.

Específicos:

- I. Analizar las propiedades de los suelos expansivos del sector en el laboratorio.
- II. Determinar las propiedades índices y mecánicas de los suelos expansivos en estudio.
- III. Disminuir la plasticidad del suelo, para reducir su potencial de expansión
- IV. Determinar el porcentaje óptimo de cal y cemento, para lograr la disminución del potencial de hinchamiento.
- V. Analizar el costo de la estabilización del material con la utilización de cemento y cal.

ALCANCE

El presente estudio pretende determinar:

Las características físico mecánicas de los suelos expansivos pertenecientes a la zona de estudio.

El cambio en las propiedades del suelo, una vez que se haya realizado la estabilización con cal y cemento.

La determinación del porcentaje requerido de estabilizante para lograr la disminución del potencial de hinchamiento del material.

1. CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.

1.1. Origen de las muestras a analizar.

1.1.1. Situación geográfica.

El área de investigación se ubica en la provincia de Manabí, la cual se encuentra en la zona central de la región Costa ecuatoriana, al Oeste de la ciudad de Quito.

Las muestras han sido tomadas del sector Calcical del cantón Tosagua, el sector de muestreo se encuentra en la vía a Bahía; el cantón Tosagua se ubica al noreste de la provincia de Manabí, a una altitud de 18 m.s.n.m. entre la latitud $0^{\circ}47' 20.49''$ S y longitud $80^{\circ} 14' 4.94''$ W.

1.1.1.1. Ubicación.

Las muestras han sido tomadas del sector Calcical, este está implantado en la Vía hacia Bahía de Caráquez.

NÚMERO DE POZO	LATITUD	LONGITUD
1	$0^{\circ}46'9''$ S	$80^{\circ}15'35''$ W
2	$0^{\circ}46'7''$ S	$80^{\circ}15'36''$ W
3	$0^{\circ}46'11''$ S	$80^{\circ}15'32''$ W

Tabla 1.1 Ubicación de los pozos de estudio.



Figura 1.1 Ubicación del sitio de estudio.

FUENTE:<https://www.google.com.ec/maps/place/0%C2%B046'09.0%22S+80%C2%B015'36.0%22W/@-0.7924774,-80.2512919,2494a,35y,38.93t/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x0:0x0>

1.1.2. Geología de la zona.

1.1.2.1. Rasgos Geomorfológicos de la región

La cuenca de Manabí se encuentra cubierta de sedimentos del periodo terciario y material de acarreo fluvial cuaternario. Los ríos de la región tienen una dirección predominante NO-SE, en las formaciones Tosagua y Dos Bocas se cuenta con la presencia de pendientes más pronunciadas, por lo que se puede notar una clara diferenciación en la topografía con formaciones cuaternarias que son productos aluviales, se cuenta con la formación de terrenos planos los mismos que están sujetos a inundaciones, ríos secos, lagos intermitentes. (FLORES, 2001)

1.1.2.2. Principales formaciones geológicas de la zona

En la zona de estudio, se puede encontrar principalmente la formación Tosagua en donde afloran las formaciones de la época del Mioceno y Oligoceno, en la cual existe una presencia mayoritaria de arcillas color chocolate con estratos finos de yeso.

La formación Tosagua (Oligoceno superior- Mioceno medio), se encuentra emplazada entre las cuencas Progreso y Manabí. La formación se compone por tres miembros: Zapotal, Dos Bocas, y Villingota.

- Miembro Dos Bocas: “El miembro inferior Dos Bocas, yace en discordancia sobre la Formación San Mateo; consiste de lutitas macizas y estratificadas con estratos centimétricos de color café chocolate, con intercalaciones de limonitas y areniscas. Abundante cantidad de yeso se encuentra rellenando las fracturas y es notable la presencia de concreciones dolomíticas y de porcelanita. La potencia parcial observada en el pozo Tosagua N° 1 es 990 m” (Hoja Geológica N° 12: Chone, 1979, pág. 1)
- Miembro Zapotal: “Está expuesto alrededor de las márgenes de la cuenca Progreso, el Miembro Zapotal consiste de conglomerados basales, areniscas y lutitas sobrepasando los 1000 metros de espesor” (Hoja Geológica N° 12: Chone, 1979, pág. 1)
- Miembro Villingota: “Se encuentra yaciendo sobre el Miembro Dos Bocas en forma progresiva y se presenta en forma de lutitas tobaceas gris blancas a café en estratos delgados con intercalaciones de areniscas amarillas de grano medio. Las lutitas son

frecuentemente fosfatadas, presentan restos de peces. Su potencia varía entre 0 y 800 m”
(Hoja Geológica N° 12: Chone, 1979, pág. 1)

1.1.3. Suelos

La región posee un porcentaje alto de suelo arcilloso, en la mayor parte de la zona se cuenta con la presencia de arcillas expansivas que pueden haber sido formadas por la alteración de cenizas y tobas provenientes de volcánicos cuaternarios que se localizan en la región costanera o de la cadena primitiva de los Andes, los cuales han sido depositados en un medio acuoso por sedimentación. Posteriormente, por fenómenos tectónicos, la cuenca se levantó de su nivel primitivo y las aguas de los ríos y lagos salobres lavaron los sedimentos hasta el estado actual. En principio se debe considerar como sobre consolidadas las arcillas expansivas. (FLORES, 2001)

Debido a los periodos extensos de lluvias los suelos captan gran humedad por lo cual se expanden y se erosionan, y también forman parte de un sistema hidrogeológico con la presencia del nivel freático y circulación de aguas subterráneas.



Figura 1.2: Suelo del sector Calcical con presencia de grietas en la temporada de sequía.

FUENTE: María Angélica Sánchez A.

1.2. Características del sitio

1.2.1. Topografía

Se puede claramente diferenciar dos partes, una irregular que se encuentra constituida por colinas que tienen pendientes menores al 30%, y otra parte plana que se extiende hacia el noroeste, esta zona tiene tendencia a ser inundable.

1.2.2. Climatología.

Se cuenta con la presencia de dos estaciones climáticas, tropical seco entre los meses de junio y de diciembre, y tropical húmedo en el resto del año. Se tiene información de las siguientes estaciones meteorológicas con área de influencia en la zona de estudio.

- Estación Jacarín

LOCALIZACIÓN	78°55'W-02°48'S
ALTITUD	2700 m
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	686 mm
EVAPORACIÓN MEDIA ANUAL	1284.7 mm
HUMEDAD MEDIA RELATIVA MENSUAL	77 %
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	14.2 °C
LUMINOSIDAD SOLAR MEDIA ANUAL	1594 hrs

Tabla 1.2 Datos climatológicos de la Estación Jacarín

FUENTE: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/clima/#>

- **Estación Portoviejo**

LOCALIZACIÓN	86°26'W-01°-04'S
ALTITUD	44 m
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	521 mm
EVAPORACIÓN MEDIA ANUAL	1362 mm
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	24.8 %

Tabla 1.3 Datos climatológicos de la Estación Portoviejo

FUENTE: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/clima/#>

1.3. Arcilla

La definición del término arcilla es variable y difícil de precisar. Desde un punto de vista edafológico se determina a la arcilla como partículas con un tamaño inferior a 2μ (0.002 mm), que identifica a un material heterogéneo, que se compone de minerales y otras sustancias, incluyendo fragmentos de roca, geles, óxidos hidratados y otras sustancias orgánicas.

Se forman principalmente por minerales silicatos, esencialmente sílico aluminatos complejos hidratados, o en algunos casos silicatos hidratados de hierro o magnesio. La estructura se encuentra constituida por cadenas de elementos tetraédricos y octaédricos, en los cuales el ión silicio se encuentra en el centro de cada una de estas estructuras regulares; las cadenas se encuentran unidas por enlaces covalentes débiles, motivo por el cual las moléculas de agua pueden ingresar dentro de dichas cadenas por lo que se producen aumentos de volumen.

Desde el punto de vista de su origen, la arcilla puede ser un depósito sedimentario, un producto de meteorización, un producto hidrotermal, o el resultado de una síntesis.

1.3.1. Suelos expansivos

Se conoce como suelos expansivos a aquellos que presentan expansiones o contracciones, es decir que se producen cambios en su volumen cuando varía su contenido de agua. Los minerales arcillosos en especial los del grupo de la Montmorilonita debido a su estructura tienen la capacidad de retener grandes cantidades de agua, produciéndose así el incremento de volumen del material y también una drástica reducción de volumen cuando el agua retenida se seca.

Cuando el suelo cuenta con la presencia de arcillas muy plásticas, parcialmente saturadas estos pueden pre consolidarse fuertemente por desecación. Si este tipo de suelos tiene acceso al agua, estando sometidos a bajos esfuerzos van a absorber el agua y se expansionarán. La expansión en el suelo se puede producir por varios fenómenos como es el caso de la recuperación elástica de los granos de suelo, la atracción de agua por los minerales arcillosos, la repulsión eléctrica de las partículas de arcilla y sus cationes adsorbidos de unos a otros y la expansión del aire atrapado en los poros.

Resulta difícil predecir la expansión y contracción del suelo, pues esto depende del carácter del suelo y de los cambios de humedad de la zona. La contracción o retracción se puede determinar secando el suelo y calculando la relación entre el volumen y la humedad de saturación; mientras más bajo es el límite de retracción, mayor será la contracción potencial del suelo. La expansión se puede conocer por medio de un ensayo de expansión libre y presión de hinchamiento.

Se ha encontrado también que el límite de retracción y el índice de plasticidad dan un indicador del potencial cambio de volumen del suelo. (SOWERS & SOWERS, 1972)

Las cimentaciones que se construyen sobre este tipo de suelos están sometidas a grandes esfuerzos de levantamiento que son causados por la expansión. Estas fuerzas van a provocar un agrietamiento y ruptura de las cimentaciones.



Figura 1.3: Levantamiento de estructuras causado por la acción de suelos expansivos, sector Calcical.

FUENTE: María Angélica Sánchez A.

Este tipo de suelos resultan ser un gran problema para la construcción; pues los incrementos de volumen no se generan de una manera uniforme, sino más bien se producen incrementos en distintas zonas y cuando el volumen de material se contrae puede generar asentamientos, los cuales pueden generar daños en las estructuras.



Figura 1.4: Daños Generados por la acción de suelos expansivos en el sector Calcical

FUENTE: María Angélica Sánchez A.



Figura 1.5: Levantamientos en las estructuras del sector Calcical.

FUENTE: María Angélica Sánchez A.

1.3.2. Características mineralógicas

Las arcillas están constituidas básicamente por silicatos de aluminio hidratados, presentando además en algunas ocasiones silicatos de magnesio, hierro u otros metales, también hidratados. Estos minerales tienen casi siempre, una estructura cristalina definida, cuyos átomos se disponen en láminas. (JUAREZ B & RICO, 1995)

El estudio de las propiedades mineralógicas de las arcillas empezó alrededor de 1930. A diferencia del comportamiento de los suelos gruesos, el comportamiento de las arcillas se ve seriamente influenciado por su estructura en general y su constitución mineralógica en particular.

Estos minerales se forman por procesos de erosión química y su composición difiere a la de las rocas de las cuales proceden. La difracción de rayos X demuestra que las partículas de arcilla son cristales de especies mineralógicas muy bien definidas. La variación de la composición de este tipo de material surge debido los fenómenos de adsorción que se generan en las partículas.

Las láminas silíceas están formadas por un átomo de silicio, que se encuentra rodeado de cuatro átomos de hidrógeno, Si-O generando un tetraedro de coordinación.

Los tetraedros se agrupan en estructuras hexagonales, sirviendo un átomo de oxígeno como nexo entre cada dos tetraedros. Las unidades hexagonales se repiten indefinidamente formando, una redícula laminar.

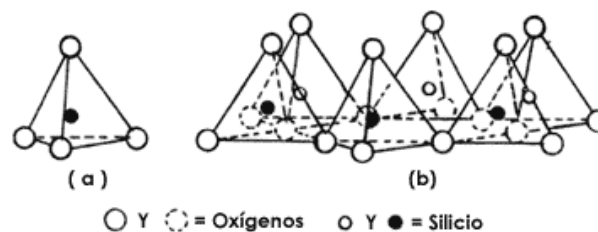


Figura 1.6 Lámina de tetraedros

FUENTE: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec_6.html

El segundo elemento es un octaedro en el que se disponen seis átomos de oxígeno, en el centro un átomo de aluminio, hierro, o magnesio; al igual que en las estructuras tetraédricas un oxígeno sirve de nexo entre cada dos octaedros para constituir la retícula.

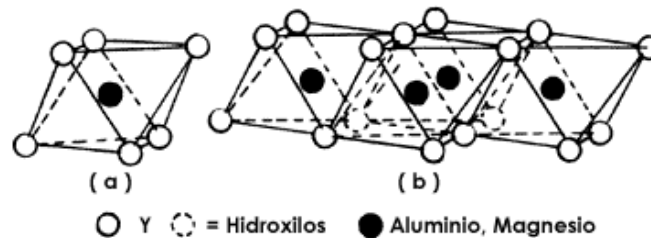


Figura 1.7 Lámina de octaedros

FUENTE: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec_6.html

Al realizarse este tipo de combinaciones de las dos retículas anteriormente citadas, y de los distintos aniones y cationes que las forman se genera la gran variedad de los minerales arcillosos cristalinos.

Según su estructura reticular, se puede clasificar a los minerales arcillosos en tres grupos: caolinitas, Montmorilonitas e Ilitas. (Juárez B, Mecánica de suelos, 1995).

- Grupo de las Caolinitas

Las Caolinitas ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se componen de capas de octaedros y tetraedros alternadas. En la caolinita la sustitución de átomos dentro de la red cristalina es pequeña, por lo que son prácticamente estables, la unión entre todas las retículas es fuerte, por lo tanto no permite el ingreso de agua entre las moléculas.

La Halloysita estructuralmente se asemeja a la Caolinita, con la diferencia de que una de las capas de moléculas de agua puede interponerse entre cada dos unidades fundamentales, en cuyo caso su fórmula es $[\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Al}_4(\text{OH})_8] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Al presentarse esta capa de agua se genera un enlace débil

entre las unidades sucesivas. La Halloysita va perdiendo parte de esta agua a temperaturas que varían entre 60 a 75°C. Esta pérdida de agua hace que las propiedades de este mineral cambien.

- Grupo de las Montmorillonitas

En el grupo de la Montmorillonita (esmectitas) $[(OH)_4Si_8Al_4O_{20} \cdot nH_2O]$, la unidad fundamental se encuentra formada por dos capas de tetraedros que encierran a una capa de octaedros, superponiéndose indefinidamente, la unión que se forma entre cada unidad es mucho más débil que la unión de hidrógeno que se forma en los caolines, por este motivo el agua es capaz de penetrar entre las uniones lo que ocasiona una expansión de la partícula en el sentido perpendicular a la capa, en algunos casos esta expansión puede llegar a ser muy grande. Cuando se cuenta con la presencia de agua las arcillas Montmorilloníticas presentan una fuerte tendencia a ser inestables.

Estos minerales se han formado debido a la descomposición de rocas básicas u otros silicatos pobres en potasio bajo condiciones alcalinas.

La Bentonita es un claro representante de este grupo, son originadas por la descomposición química de las cenizas volcánicas, presentan una expansividad aguda, lo que hace que su comportamiento sea muy crítico.

La Vermiculita es un material que se asemeja a la Montmorillonita, pero el tamaño de las partículas de vermiculita en el sentido de la capa es mucho mayor, y al igual que las Montmorillonitas su potencial expansivo es alto.

- Grupo de las Illitas

Las Illitas son también semejantes a la Montmorillonita, con la diferencia de que las cargas son equilibradas generalmente por un átomo de potasio, los cuales se sitúan entre las unidades

fundamentales. La estructura de la Ilita no es expansiva, por lo que permite el ingreso de moléculas de agua entre las capas.

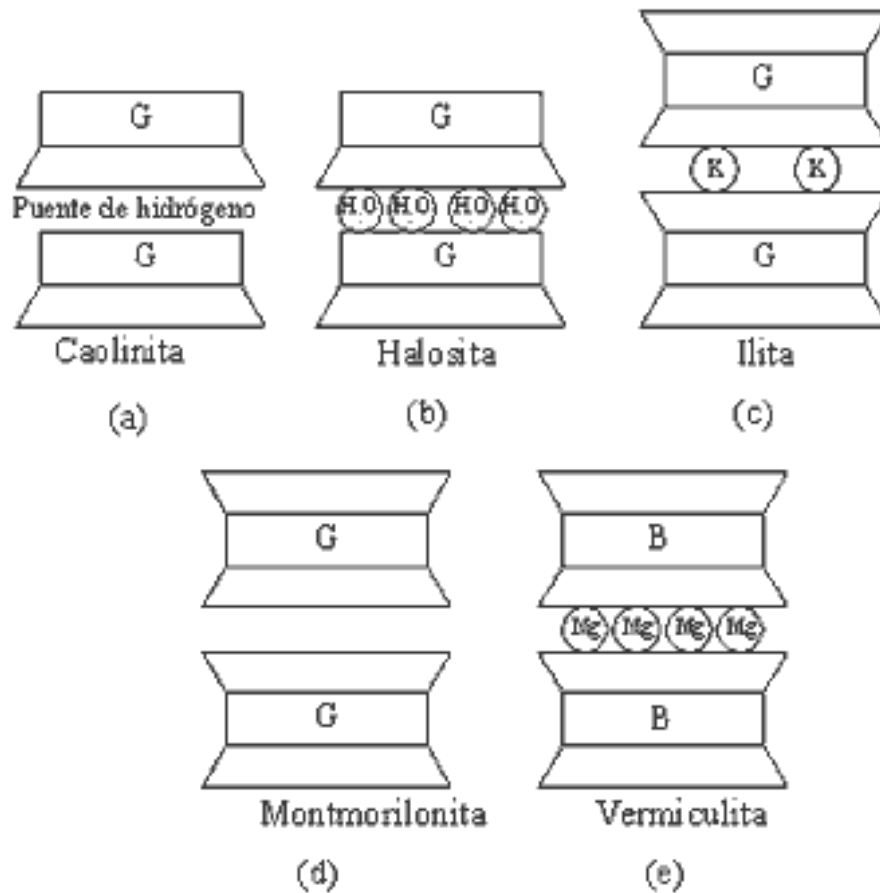


Figura 1.8 Estructura laminar de los minerales arcillosos

Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/12/estructura-de-los-minerales-de-arcilla.html>

Además de estos minerales, forman parte de las arcillas otros como cuarzo, feldespato, micas, óxidos de hierro, entre otros.

1.3.3. Criterios para la clasificación de arcillas

Para poder clasificar a las arcillas se han basado en varios criterios como el origen geológico, la composición química y en los usos.

Una clasificación moderna se basa en la composición mineralógica de la estructura de la red cristalina que las componen y su comportamiento. Los criterios fundamentales de clasificación son:

1. Tipo de combinación de láminas de tetraedro – octaedro.
2. Contenido de cationes de láminas octaédricas.
3. Carga de la capa (X)
4. Tipo de material de la intercapa.

Todos estos criterios se pueden determinar por medio de difracción de rayos X, medidas hechas después de varios tratamientos como calentamiento, saturación de cationes y líquidos orgánicos.

	CAOLINITA	MONTMORILONITA
Enlace entre láminas	Hidrógeno ("fuerte")	Cationes ("baja")
Carga superficial	Baja	Alta
Superficie específica	10 - 15 cm ² /g	800 - 1200 cm ² /g
Capacidad de cambio	2 - 15 meq/ 100g	75 - 150 meq/100
Plasticidad	Baja	Alta

Tabla 1.1.4. Características de las arcillas

Fuente: BAUZA Juan, El tratamiento de suelos arcillosos mediante Cal.

1.3.4. Propiedades físicas

1.3.4.1. Hidratación

Las partículas arcillosas por lo general se encuentran siempre hidratadas con un espesor de la capa de al menos dos moléculas, a esta se la denomina capa difusa, o doble capa difusa. El agua atraída es captada fuertemente por iones metálicos.

Las arcillas cuentan con dos tipos de propiedades que están relacionadas entre sí, la capacidad de absorción que es un proceso físico como la retención de líquidos por capilaridad; se puede definir por medio de las características texturales como la superficie específica y la porosidad; mientras que la adsorción se da cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido; un ejemplo de la capacidad de adsorción de las arcillas es la capacidad de remover la materia colorante de los aceites, grasas y ceras.

La adsorción del agua en el espacio interlaminar tiene como consecuencia la separación de las láminas generando un hinchamiento. La separación entre las láminas aumenta a medida que se intercalan las capas de agua; las fuerzas que predominan entre las láminas son las de repulsión electrostática, lo cual hace que el proceso de hinchamiento llegue a producir una disociación completa entre láminas.

1.3.4.2. Actividad

La actividad de las arcillas puede definirse como la relación entre el Índice de Plasticidad y fracción de arcilla presente en el suelo. Skempton en 1953 determinó que si se analiza una serie de muestras de un estrato de arcilla representando en el eje de las abscisas la fracción granulométrica de arcilla (tamaño de grano menor a 2μ), y en el eje de las ordenadas el índice de plasticidad, se puede obtener una serie de puntos que oscilan alrededor de una recta que pasa por el origen, la pendiente de esta recta se la designó con el nombre de “Actividad” de las arcillas.

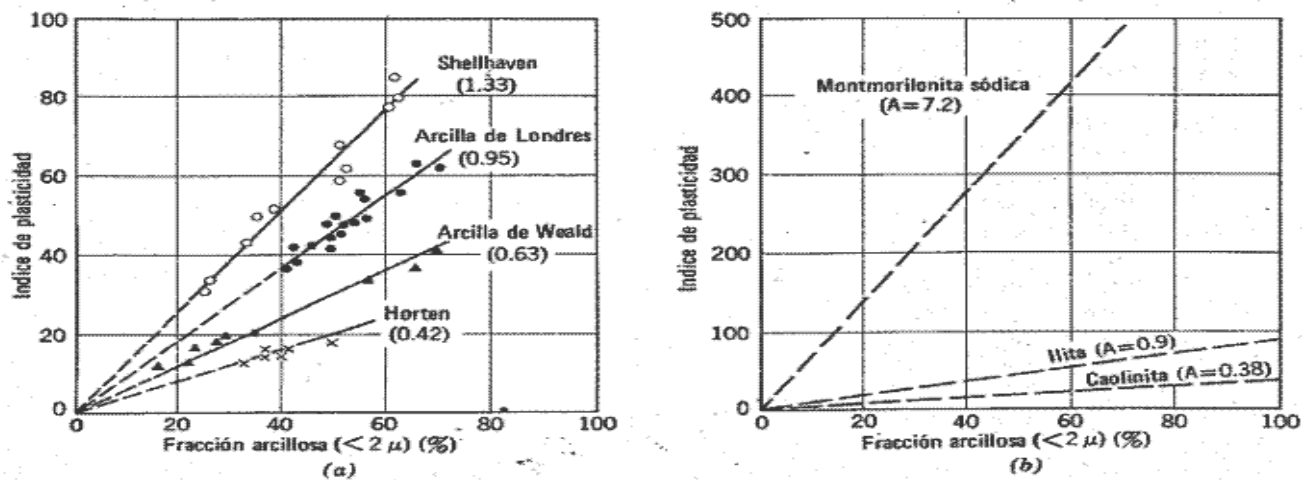


Figura 1.9 Relación entre el índice de plasticidad y la fracción arcillosa

FUENTE: <http://ensayosingenieriacivil.blogspot.com/2011/06/relacion-entre-los-limites-de-atterberg.html>

El grado de plasticidad de la fracción de arcilla, en sí misma recibe el nombre de “Actividad” del suelo, este parámetro supone cohesión, expansividad y plasticidad.

$$\text{Actividad} = \frac{I_p}{\text{fracción de arcilla} - 10}$$

Donde :

IP : Índice de plasticidad

Fórmula 1.1 Actividad de las arcillas

1.3.4.3. Floculación y dispersión

Las interacciones que se generan entre dos partículas próximas entre sí en una solución acuosa se ven afectadas por dos tipos de fuerzas:

- Fuerzas de atracción entre las partículas debido a las fuerzas de enlaces secundarios.
- Fuerzas de repulsión que se producen por la naturaleza de las cargas negativas de la superficie de la partícula y de la capa adsorbida.

Cuando la resultante de las fuerzas de atracción y repulsión entre dos partículas de arcilla es de atracción, las dos partículas se tendrán que mover una hacia otra, entrando en contacto o floculación. Cuando el espacio entre las partículas es extremadamente pequeño, por ejemplo en los suelos que presentan poca humedad, la atracción excede a la repulsión, las partículas permanecen unidas. A los suelos que presentan este fenómeno se los denomina Suelos floculantes.

Si la fuerza resultante entre dos partículas de arcilla es repulsiva tenderán a separarse las partículas unas de otras por lo que se genera una dispersión, estas partículas se quedan en suspensión o se asientan muy lentamente, mientras son rebotadas por la agitación de las moléculas de agua. La dispersión se puede aumentar si se añade materiales que aumenten las fuerzas de repulsión, sin incrementar las de atracción. Por ejemplo en ensayos de sedimentación se emplean agentes como el silicato de sodio.

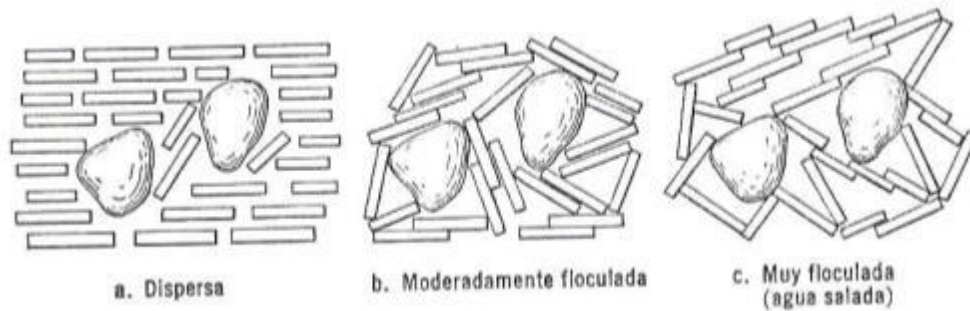


Figura 1.10 Estructura de los suelos cohesivos

FUENTE: SOWERS George. Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 1972.

1.3.4.4. Efectos del agua

Cuando la arcilla se encuentra en presencia de un medio acuoso, el agua tiende a aproximarse a la superficie de las partículas arcillosas, las cuales están cargadas de cationes. Cuando las partículas arcillosas entran en contacto con el agua se consigue que los cationes presentes en su estructura se dispersen, con lo que se genera una especie de “doble capa” eléctrica que se forma por una con carga negativa, ubicada en la superficie de la molécula y una positiva que se forma por la agrupación de cationes.

Cuando se presenta el ingreso de moléculas de agua al interior de esta doble capa se generan importantes cambios en el volumen.

1.3.4.5. Color

El color es una propiedad muy utilizada al estudiar los suelos pues a partir de él se pueden deducir rasgos importantes.

El material de la zona de estudio presenta un color de color café chocolate, con la presencia de betas blancas.

1.3.5. Definición de la zona activa, húmeda de equilibrio y presión de expansión.

1.3.5.1. Zona activa

Un criterio muy importante en la evaluación de los problemas debidos a los suelos expansivos, es el de la profundidad de la zona activa, la cual se identifica como la máxima profundidad a la que se observan fluctuaciones estacionales de humedad.

Se presume que por debajo de este nivel se tendrá un contenido de humedad constante por lo que el suelo ya no estará sujeto a expansiones y contracciones. Si se genera un exceso de agua en la superficie o si hay un cambio en la evapotranspiración varía el contenido de humedad, por lo cual puede producirse una expansión en el suelo. La profundidad de esta zona varía dependiendo de la ubicación, esta se puede determinar graficando el Índice de liquidez vs. La profundidad del perfil del suelo a lo largo de varias estaciones.

Otro factor importante a tomar en cuenta es la profundidad del nivel freático pues la expansión cesa por debajo de la posición del nivel freático, pero puede verse afectado si se generan oscilaciones del mismo a causa de las variaciones climáticas.

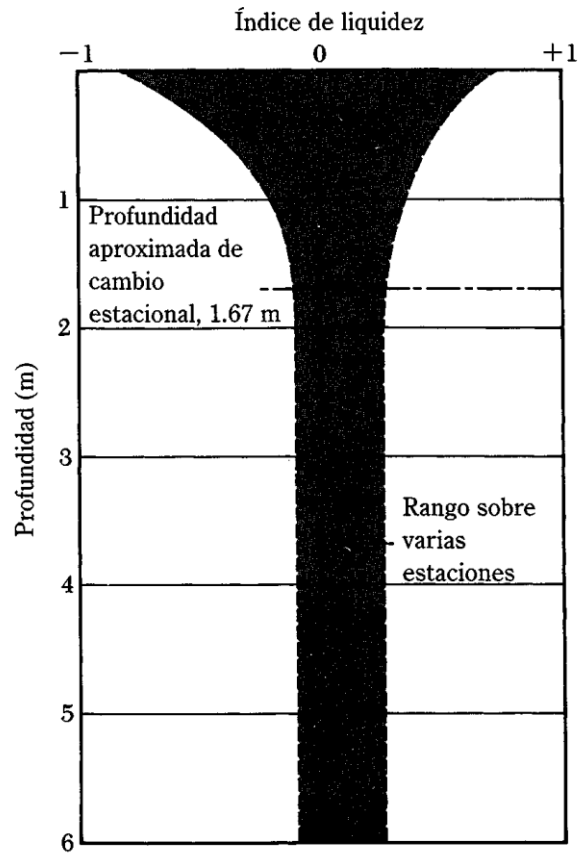


Figura 1.11: Zona activa en una formación Beaumont del área de Houston.

FUENTE: DAS Braja M, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 2001.

1.3.5.2. Humedad de equilibrio

La Humedad de equilibrio es aquella que corresponde a la avidez natural del suelo con el agua, si la humedad natural que presenta el suelo es menor a la humedad del equilibrio, el suelo va a tender a alcanzar esta humedad de equilibrio, debido a este proceso se genera la expansión. El contenido de humedad del suelo tiende a equilibrarse con la profundidad del suelo.

La humedad equilibrio es aquella a la cual el suelo tendería a tener si todas las condiciones fueran constantes: si hubiera una capa freática a una cierta profundidad y una evaporación constante en la superficie. (JIMENEZ, 1975).

1.3.5.3. Presión de expansión

Se define como la presión máxima que hay que añadir para que no se presente un hinchamiento en el suelo, y se mantenga su volumen inicial, es la presión que se aplica sobre una muestra de suelo expansivo, y se añaden cargas para no permitir que se produzca un hinchamiento.

2. CAPÍTULO II: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

2.1. Generalidades

No todos los suelos tienen la capacidad de resistir la carga que le impone cualquier tipo de estructura, se debe tratar de evitar suelos débiles, sueltos o expansivos, y aquellos que tienen un nivel freático superficial, se debe buscar áreas con buena capacidad portante y que presenten estabilidad de volumen. Por tanto es necesario evaluar cuáles son las características del material para determinar si es necesario realizar un tratamiento para mejorarlo. El mejoramiento de los suelos es una práctica antiquísima que permite construir en terrenos con condiciones marginales, por lo que se emplea con frecuencia en la ingeniería.

“Para estabilizar un suelo se requiere de la aplicación de procesos que alteran sus propiedades iniciales, y se logra una mejora en el comportamiento del material desde el punto de vista resistente, incrementando o protegiendo sus características mecánicas, estabilidad de volumen, capacidad de drenaje, entre otras”. (FRATELLI, 1993)

Los tratamientos para estabilizar un suelo consisten en agregar un producto químico o aplicar un tratamiento físico para mejorar sus características iniciales, buscando proporcionarle más resistencia al terreno o disminuir su plasticidad.

El tipo de estabilización que se vaya a utilizar depende de las características del suelo y de la clase de propiedades que se requiera mejorar.

Entre los tipos de suelo que requieren ser mejorados se encuentran los siguientes:

- Suelos de relleno
- Suelos colapsables
- Suelos expansivos
- Las bases y sub bases de pavimentos
- Los suelos blandos
- Los suelos erosionables
- Los suelos dragados
- Los desechos industriales, escorias, cenizas, entre otros.

2.2. Alternativas de estabilización

Existen varias alternativas de estabilización de suelos, la elección de cada una de ellas dependerá de las características iniciales del material y por supuesto de las condiciones que se requiera mejorar del mismo, con el fin de transformarlo en un suelo que tenga condiciones mecánicas estables y sirva para cumplir con los propósitos que requiera el proyecto. El tratamiento se lo realiza a través de métodos que se aplican in situ o también mediante la construcción de rellenos artificiales.

Entre los métodos de estabilización más comunes se encuentran los siguientes:

- Métodos físicos
 - Mezcla de suelos. Esta técnica se basa en la mezcla de dos o más suelos con propiedades complementarias, de tal forma que se logre obtener un nuevo material de mayor calidad. Las propiedades que generalmente se pretenden mejorar son la plasticidad del suelo y la granulometría. Por si solo este método de mejoramiento no logra alcanzar los efectos deseados, por lo que generalmente va acompañada de la compactación del suelo.

○ Utilización de Geotextiles: estos materiales son telas especiales permeables no biodegradables que se emplean como filtros y para controlar la erosión de suelos y el transporte de lodos. Estos materiales cumplen diferentes funciones como por ejemplo:

- Reforzar la masa del suelo,
- Separar diferentes estratos,
- Facilitar el drenaje,
- Controlar la erosión,
- Permitir la filtración,
- Impermeabilizar los estratos.

- Métodos mecánicos

Este método consiste en la utilización de equipo mecánico para poder mejorar las condiciones iniciales del suelo, en este tipo de mejoramiento no se producen reacciones químicas de importancia. Algunos de los métodos usados para realizar un mejoramiento de suelo son los siguientes:

- Compactación
- Vibro flotación
- Precarga

Estos procesos mecánicos buscan esencialmente producir los siguientes efectos:

- Aumentar la resistencia al corte para poder mejorar la estabilidad del suelo.
- Disminuir la compresibilidad, para reducir asentamientos futuros.

- Reducir la permeabilidad por medio de disminuir la relación de vacíos.

- Métodos Químicos
 - Estabilización con cal: este tratamiento es muy utilizado en suelos arcillosos, ayuda a disminuir su plasticidad y potencial de hinchamiento.
 - Estabilización con cemento portland: se utiliza por lo general en suelos arenosos, aumenta su resistencia.
 - Estabilización con productos asfálticos: se usa en material triturado que no tenga cohesión.
 - Estabilización con Cloruros: se hace uso especialmente del cloruro de sodio y cloruro de calcio, se lo emplea en arcillas y limos.
 - Estabilización con polímeros: generalmente utilizado en carpetas asfálticas, ayudan a generar una mayor resistencia y brindan una mayor impermeabilización.

2.2.1. Estabilización mecánica

La estabilización mecánica de suelos se realiza generalmente por compactación, lo que se busca por medio de este método es reducir el volumen de vacíos de los suelos, densificar el material, y reducir los asentamientos futuros.

Existen varios métodos de mejoramiento por medios mecánicos como se muestran a continuación:

- **Compactación:** es un proceso de mejoramiento artificial de las propiedades mecánicas del suelo, su objetivo es el de mejorar la resistencia cortante del suelo, e incrementar de esta manera la capacidad de carga de cimentaciones profundas, y adicionalmente densificar el material

buscando un aumento en su peso específico y disminuyendo los vacíos, y evitar asentamientos en las estructuras.

Por lo general las técnicas de compactación son aplicadas a rellenos artificiales como es el caso de presas, diques, terraplenes para vías, muelles, pavimentos, entre otros.

Para poder realizar un proceso de compactación es necesario evaluar ciertos parámetros del suelo, entre los que se encuentran el peso específico seco máximo del suelo, y el contenido de agua para llegar a alcanzar esta densidad. La razón por la cual se evalúan estos parámetros es debido a que el agua actúa como una especie de lubricante sobre las partículas sólidas del suelo, y bajo el efecto de compactación el agua ayuda a reacomodar las partículas del material llegando a densificar el mismo. Al ir incrementando la cantidad de agua bajo la acción de la misma energía de compactación, se logrará incrementar la densidad seca, hasta llegar a un valor límite de contenido de agua sobre el cual se presentará una reducción del peso específico del suelo.

Estos parámetros se obtienen en el laboratorio bajo pruebas estándar:

- a) Prueba Próctor estándar (ASTM D-698)
- b) Prueba Próctor modificada (ASTM D- 1557)

Con los resultados obtenidos en el laboratorio peso específico seco máximo γ_d y la humedad óptima W_{op} , se determinan las especificaciones para realizar la compactación en campo. Dependiendo de las características del proyecto se especifica cuál debe ser la compactación relativa a la que debe llegar el material. Se define la compactación relativa CR como:

$$CR = \frac{\gamma_{dCAMPO}}{\gamma_{dMAX}}$$

Donde:

CR: Densidad relativa

$\gamma_{d campo}$: Densidad de campo

$\gamma_{dLaboratorio}$: Densidad de laboratorio

Fórmula 2.1. Compactación relativa

En campo la compactación se realiza utilizando alguno de los equipos más comunes son los siguientes:

- Rodillos de tambores lisos
- Rodillos neumáticos de llantas de hule
- Rodillos pata de cabra
- Rodillos vibratorios

La técnica de pasar rodillos pesados constituye un método muy eficaz y económico para densificar grandes extensiones de suelos y su efecto puede alcanzar varios metros de profundidad según el equipo usado.

Los rodillos lisos son grandes vehículos que contienen grandes cilindros de acero que pueden ubicarse en tándem o en la parte trasera o delantera del equipo; son capaces de generar vibración vertical durante la compactación, estos equipos son adecuados para compactar capas de sub rasante y para la terminación de la construcción de rellenos con suelos arenosos o arcillosos. La presión de contacto de estos equipos puede llegar a alcanzar los 300 a 400 KN/m², al usarlos en capas gruesas estos equipos no producen un peso específico uniforme.



Figura 2.1: Rodillos lisos

FUENTE: <http://www.cat.com/cda/layout?x=9&m=628143>

Los rodillos neumáticos con llantas de hule son equipos muy eficientes, estos llegan a pesar 2000 KN, el equipo está formado por un vagón cargado con varias hileras de llantas que se separan entre sí por una pequeña distancia, se puede tener de cuatro a seis neumáticos en un eje, la presión de contacto puede llegar a ser de 600 a 700 KN/m² la cobertura de los neumáticos sobre el suelo es de 70 a 80%. (Braja, 1999). Estos equipos suelen ser utilizados para la compactación de suelos arenosos y arcillosos, su función es que producen una combinación de presión y amasamiento.



Figura 2.2: Rodillo de neumáticos de hule.

FUENTE: <http://www.cat.com/cda/layout?m=607829&x=9>

Los rodillos pata de cabra son equipos que disponen de dos tambores que tienen unos apéndices salientes, pueden tener uno o dos rodillos. El área de las protuberancias suele ir de 25 a 90 cm².

Estos equipos alcanzan una mayor efectividad sobre suelos cohesivos debido a que las patas salientes ejercen una presión mayor sobre el terreno al ser menor el área de contacto. La presión de contacto que se genera va desde 1500 a 7500 KN/m².



Figura 2.3: Rodillos pata de cabra.

FUENTE: <http://www.cat.com/cda/layout?m=607800&x=7>

Los rodillos vibratorios son máquinas muy eficientes en la compactación de suelos granulares, los vibradores son elementos que se unen a las ruedas lisas, ruedas neumáticas o a los rodillos pata de cabra para hacer vibrar el suelo durante el proceso de compactación.

El proceso de compactación en el sitio depende de varios factores como son el tipo de suelo que se requiera compactar, el control de la humedad, el espesor de las capas, el número de pasadas del rodillo.

- **Vibro flotación:** este es un proceso que se desarrolló en Alemania alrededor de los años 30, este método consiste en poner las partículas en suspensión por vibración, para que puedan reordenarse en un estado más compacto; consiste en hacer penetrar en el suelo un vibrador mecánico denominado vibroflot, el cual tienen alrededor de 6m de longitud; este dispositivo tiene tuberías internas y orificios laterales en la punta por donde se inyecta agua a presión a medida que va descendiendo el equipo.



Figura 2.4: Equipo de Vibro flotación.

FUENTE: <http://www.jeanlutzsa.fr/DNN/es/LOSPROCEDIMIENTOS/Fundacionesespeciales/Vibroflotaci%C3%B3n.aspx>

Se divide el proceso en cuatro etapas:

1. **Primera etapa:** se activa el chorro en el fondo del dispositivo y el vibrofolt es descendido hacia el terreno.
2. **Segunda etapa:** el chorro de agua crea una condición movediza en el suelo que permite el hundimiento de la unidad vibratoria.
3. **Tercera etapa:** se vierte el material granular en la parte superior del agujero. El agua del chorro inferior se trasfiere al chorro superior de la unidad. Esta agua arrastra hacia abajo del agujero al material.
4. **Cuarta etapa:** la unidad vibratoria es gradualmente levantada en tramos de aproximadamente 30 cm, y se mantiene vibrando cerca de 30 segundos en cada tramo, este proceso compacta el suelo hasta llegar al peso específico deseado. (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones (Cuarta Edición)., 2001)

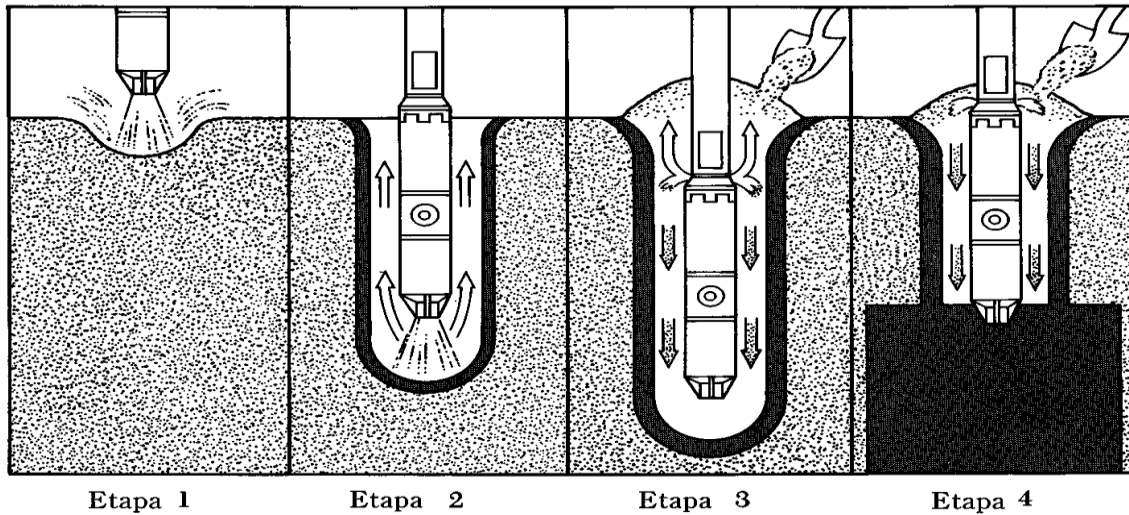


Figura 2.5: Etapas de vibro flotación.

FUENTE: Braja D, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 1999

- **Precarga:** este método consiste en realizar la pre compresión del suelo por medio de la aplicación de una sobrecarga. Cuando se cuenta con estratos arcillosos altamente compresibles y se esperan grandes asentamientos por la construcción de grandes edificios, terraplenes, carreteras o preses, este método de pre-compresión suele ser utilizado para minimizar el asentamiento posterior a la construcción.

Para lograr la pre-compresión del suelo se descarga sobre el terreno que se requiere mejorar un volumen suficiente de tierra, escombros piedras que se colocan en capas sucesivas de 1 a 2 m de espesor. La sobrecarga se mantiene el durante el tiempo necesario para producir el asentamiento y luego se retira este método es usado especialmete en suelos arcillosos, normalmete consolidados. Mediante este método se puede transformar un suelo con baja capacidad portante en un estrato consolidado, aumentando la resistencia y disminuyendo su compresibilidad. Se debe tener mucha precaución cuando se emplee esta técnica pues existe el peligro de que el peso aplicado sobre una determinada superficie del suelo supere el admisible y se genere la fractura interna de la masa de suelo y por consiguiente se produzca una licuefacción. El tiempo necesario de la precarga se avalua mediante un análisis de la complesibilidad del suelo.

2.2.2. Estabilización con cal

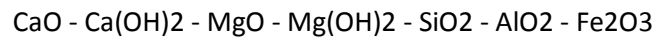
Los efectos provocados por suelos que contienen un porcentaje de minerales arcillosos en su composición son varios como por ejemplo sus cambios de estado, deformabilidad o sus variaciones volumétricas debido a estos es necesario realizar un mejoramiento sobre este material para poder utilizarlo en la construcción de obras de ingeniería; la estabilización de suelos especialmente de grano fino por medio de cal es una de las técnicas más antiguas; fue a inicios de la década de 1950 cuando se empezó a utilizar este material para estabilizar suelos arcillosos con excesiva humedad mostrando excelentes resultados.

El tratamiento de los suelos con cal transforma químicamente los suelos inestables en materiales utilizables, al agregar cal a los suelos expansivos se generan reacciones químicas como son el intercambio catiónico, la floculación y aglomeración de las partículas. En los suelos estabilizados con cal se modifican las propiedades mejorando su resistencia, se incrementa la durabilidad de los suelos de grano fino y también se genera una variación de las características de la fracción fina en los suelos granulares; la cal puede ser utilizada en el tratamiento de suelos, en varios grados o cantidades, dependiendo del objetivo.

Con el creciente desarrollo de la maquinaria de construcción y el mejoramiento de la calidad de la cal, la técnica de mejoramiento del suelo con cal es cada vez más empleada en las grandes obras de ingeniería como por ejemplo autopistas, aeropuertos, vías férreas, plataformas de zonas industriales, entre otras; el incremento de las consideraciones medioambientales y los factores económicos inmersos en el reemplazo de suelos o el alto costo de los suelos de préstamo hacen que el interés por mejorar esta técnica siga creciendo.

Tipos de Cal

La cal es un producto que se compone de óxidos e hidróxidos de calcio y magnesio, que proceden de la calcinación de minerales calizos y dolomíticos. Algunos tipos de cal también suelen contener hidróxidos de silicio, hierro y aluminio en función de su material básico de procedencia:



En un proceso de calcinación los minerales compuestos por carbonatos de calcio y magnesio según la calidad y tipología del mineral base y bajo la aplicación de calor dan lugar a la formación de óxidos de calcio y/o magnesio con el desprendimiento de dióxido de carbono. La temperatura que se debe alcanzar para que estos procesos se cumplan llega a alcanzar los 1300 °C, además esta debe prolongarse por un tiempo suficiente para que se logre asegurar la reacción. El mayor o menor contenido en carbonatos u óxidos magnésicos condicionará la pureza o tipo de cal y, por ende su capacidad para empleo en diversas aplicaciones.

Entre los tipos de cal se encuentran los siguientes:

- **Cales aéreas:** son aquellas que están principalmente compuestas por óxido e hidróxido de calcio y magnesio, estas endurecen lentamente por acción del CO₂ presente en el aire, no presentan propiedades hidráulicas por lo que no se endurecen con el agua. Este tipo de cal se obtiene a partir de la calcinación de rocas calizas con contenidos de carbonatos superiores al 95 %. Entre las cales aéreas se encuentran los siguientes tipos según su contenido de cal:
 - **Cales aéreas cálcicas (CL)** cuando su contenido de óxido de magnesio MgO es inferior a 5%. Estas a su vez se dividen en **Cal viva** que se obtiene de la calcinación de la caliza que al desprender dióxido de carbono se transforma en óxido de calcio, se presenta en

forma de grano o molidas en polvo, ya que esta forma supone que no se ha hidratado el producto de la calcinación.

La **Cal apagada** proviene de la cal viva cuando al combinarse con el agua, pasa a transformarse de óxido a hidróxido de calcio y una vez apagada (hidratada), se aplica en la construcción. Se presenta en forma de pasta, lechada o suspensión de cal en agua, o incluso en forma de polvo seco.

A continuación se presenta una tabla de las ventajas e inconvenientes que presentan estos dos tipos de cal.

FORMA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
CAL VIVA (Polvo)	La proporción de óxido de calcio es más alta para igual peso	Es un material inestable para su almacenamiento
	Permite trabajar en más épocas del año (la cal calienta el suelo)	Su aplicación es peligrosa
	Ahorra costos de transporte	Genera la emisión de polvo en la extensión
	Al tener mayor densidad aparentemente su almacenamiento es más económico	Requiere normalmente la aplicación de agua posterior para su empleo y para su apagado
	Su aplicación es más rápida que en lechada	
CAL APAGADA (Polvo)	No se presenta riesgos de aplicación	Requiere más cantidad para proporcionar la misma actividad que la cal viva
	Su aplicación es más rápida que en lechada	Genera la emisión de polvo en la extensión
CAL APAGADA (Lechada)	sirve para humecta el medio que lo recibe a la vez que se aplica	Su transporte se encarece porque se mueve en agua
	Es más facil asegurar una distribución homogénea	Requiere incorporar medios especiales de almacenamiento y extensión

Tabla 2.1. Ventajas e inconvenientes de las formas de presentación de la Cal cálsica.

FUENTE. Juan Diego Bauzá Castelló ,El tratamiento de suelos arcillosos mediante cal.

- **Cales aéreas dolomíticas (DL)**, cuando el contenido óxido de magnesio MgO se encuentra entre el 5 y 30 %. Este tipo de cal tiene menor reactividad con los suelos que

la cal cálcica por este motivo prácticamente no se usa poco para el tratamiento de los suelos expansivos.

Para denominarlas se coloca una cifra que indica el contenido mínimo de la suma de CaO y MgO (80,90...). Se comercializa las cales cálcicas como cales vivas (Q) o cales apagadas (S). Las cales dolomíticas, debido a su dificultad de hidratación, pueden suministrarse apagadas, es decir, conteniendo hidróxido cálcico y magnésico, o semi apagadas, conteniendo hidróxido cálcico y óxido magnésico. Por ejemplo cal cálcica 90 en forma de cal viva: **CL (90) –Q**.

- **Cales hidráulicas:** estas se diferencian de las cales aéreas debido a que se endurecen con la presencia de agua. Se obtienen en base a calizas que tienen un contenido de arcillas como sílice y alúmina. En el proceso de calcinación y posterior hidratación se generan silicatos y aluminatos cálcicos que son los que le confieren sus propiedades hidráulicas.

Para la estabilización de suelos de debe emplear cales aéreas que son las que actúan sobre suelos arcillosos, se hace uso en especial de Cal viva.

Efectos de la Cal

Una vez que se mezclado, la cal viva absorbe el agua generando un desprendimiento de calor, por lo que la humedad del suelo se reduce drásticamente por hidratación y evaporación, la cal produce un intercambio iónico de los cationes que estabilizan la estructura laminar de las arcillas.

El secado además se ve favorecido por la aireación durante el mezclado, al final del tratamiento el porcentaje de humedad puede bajar entre el 2 y 5% según sea la cantidad de cal añadida y de las condiciones climáticas.

La cal genera una modificación de los campos eléctricos lo que da lugar a una repartición de cargas por la superficie de las partículas de arcilla; las partículas arcillosas adquieren una estructura granular, mejorando sus características geotécnicas.

Se reduce el índice de plasticidad IP, el suelo pasa rápidamente de un estado plástico fácilmente deformable y pegajoso a un estado sólido más rígido.

Como consecuencia del descenso de la plasticidad, se produce también un mejoramiento de la estabilidad volumétrica reduciendo el potencial de expansividad.

Se produce adicionalmente un incremento de la resistencia a esfuerzo cortante del suelo, lo que se traduce en una mejora de la capacidad de soporte del suelo.

La densidad máxima se consigue con menor energía de compactación, al mismo tiempo que la humedad óptima para esa densidad máxima aumenta.

Los efectos a largo plazo se producen debido a que cuando la cal entra en contacto con la arcilla que contiene sílice y alúmina se forman silicatos y aluminatos cálcicos hidratados. Esto se conoce como una reacción puzolánica, la cual ofrece un aumento de la resistencia a la compresión simple, se registra un incremento en el índice CBR, y una mayor estabilidad al incremento volumétrico del material

2.2.2.1. Criterios de dosificación

Para definir el porcentaje mínimo de cal se deberá tomar en cuenta cuáles son las exigencias a las que se estará sometido el material como puede ser para terraplenes, formación de explanadas, conformación de bases y sub bases para pavimentos, entre otras. Se deberá además tomar en cuenta cuál es el efecto que se desea conseguir en el suelo, ya sea el secado de los suelos que

tengan un contenido de humedad excesivo, una modificación inmediata del suelo, o una estabilización de la capa a largo plazo.

Previamente se realizará un análisis de los suelos que se requiere tratar para determinar si el tratamiento con Cal es el más óptimo para estabilizarlo. Los ensayos necesarios para determinar las características del material son los siguientes:

- Ensayos de clasificación de suelos.
- Determinación de las propiedades Índice de los suelos: Límite líquido, límite plástico, Índice de Plasticidad.
- Ensayos de Hinchamiento.
- Ensayos de comportamiento, fundamentalmente se debe evaluar los parámetros de Compactación (ensayo Próctor Estándar o Modificado) y la Capacidad portante (ensayo C.B.R. y/o Resistencia a Compresión Simple).

Una vez que se evalúan los resultados de los ensayos antes citados se puede valorar cuál es el comportamiento del material ante el estabilizante en este caso la cal, y en función de esto se determinará el porcentaje óptimo para lograr un cambio en el comportamiento del material. Cuando el suelo tienen un índice de plasticidad mayor a 10 y su porcentaje de partículas finas es alto el tratamiento con cal es muy beneficioso.

Para poder determinar el porcentaje óptimo de cal, una vez analizadas las propiedades del suelo se realizan mezclas de suelo con cal en diferentes porcentajes, de esta manera se podrá comprobar el efecto que la cal produce sobre el suelo y llegar al porcentaje necesario para alcanzar los objetivos de mejoramiento del suelo. Para realizar las probetas de prueba, la mezcla de suelo cal debe ser realizada en seco, hasta lograr obtener un material de tipo homogéneo, para a continuación añadir la cantidad de agua necesaria y volver a amasarlos.

Cuando ya se ha mezclado el suelo con la cal, se deberá esperar por un periodo de al menos una hora para que la cal actúe sobre el suelo y se pueda analizar sus efectos. Posteriormente se preparan las probetas para realizar los ensayos pertinentes. Los efectos que la cal genere en el suelo van a depender del intercambio iónico que se forme en la mezcla entre el ión calcio de la cal y los compuestos químicos contenidos en los componentes minerales de la arcilla. La ocurrencia de estas reacciones dependerá del porcentaje de cal agregado, la temperatura, el tiempo transcurrido y las condiciones de humedad.

En el caso de buscarse una estabilización del material a largo plazo se deben analizar los parámetros mecánicos de las probetas con el ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio), el cual es un ensayo que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo; las probetas se romperán por compresión a los 7 días.

Determinación del Porcentaje óptimo de cal.

Este es un porcentaje que permite aprovechar al máximo los efectos de la cal sobre el suelo a tratarse, con un costo mínimo, de tal forma se logrará alcanzar un material que tenga propiedades geotécnicas adecuadas, y presente prestaciones de durabilidad elevadas.

Dependiendo del efecto que se busque generar en el suelo se plantea el porcentaje óptimo de estabilizante.

- a) Secado:** si se requiere efectuar un secado de material por medio de la adición de cal, se deberá tener en cuenta las condiciones de la obra, por tanto se realizará varias pruebas empíricas con distintos porcentajes de cal viva que pueden ir del 1.0 al 3.0 %, para

comprobar después de un periodo de alrededor de dos a tres horas, con cuál de los porcentajes se obtiene la humedad óptima.

b) *Modificación inmediata:* este porcentaje será aquel que logre producir los siguientes efectos en el suelo:

- Reducir el Índice de plasticidad IP
- Disminuir, e incluso anular el potencial de hinchamiento que se puede generar en el suelo.
- Incrementar de forma apreciable el índice CBR o cualquier otro parámetro que evalúe la capacidad de soporte del suelo.

Para poder evaluar el comportamiento del suelo frente a la adición del estabilizante, se realizan gráficas con la evolución de los distintos porcentajes de cal añadidos, llegando a ser el óptimo aquel a partir del cual dejen de apreciarse notablemente los efectos generados por la cal.

Si el porcentaje de estabilizante es sobre dosificado se llegará a un punto en que la cal no encuentre una fracción arcillosa con la cual reaccionar y por la naturaleza misma de la cal se perjudique el comportamiento del material en vez de estabilizarlo.

Otro método utilizado para determinar la dosificación del estabilizante es fiable y rápido, está basado en la medición del PH Norma ASTM C 977 y la ASTM D6276 Standard Test Method for Using pH Estimate the Soil-Lime Proportion, Requirement for Soil Stabilization, este procedimiento fue creado por Eades And Grim en el año 1966. El tratamiento se basa en el hecho de que la cal necesaria para lograr una estabilización de un suelo es aquella que garantiza el mantener un pH elevado, lo cual permita que se desarrollen las reacciones puzolánicas. Para el desarrollo de esta técnica se ensayan muestras con diversos porcentajes de cal, y se mide el pH en determinadas

condiciones; el óptimo porcentaje es aquel que permite alcanzar un valor de pH de 12.4 en la mezcla.

Requisitos químicos para la Cal viva (Q) y Cal hidratada (S)

Tipos de Cal		CaO+MgO	MgO	CO ₂	SO ₃
1	CL 90Q	≥ 90%	≤ 5%	4%	≤ 2%
	CL 90S				
2	CL 80Q	≥ 80%	≤ 5%	≤ 7%	≤ 2%
	CL 80S				

Requisitos de granulometría y reactividad - Cal viva (Q)

Tipos de Cal		Retenido por el tamiz de 3mm	Retenido por el tamiz de 2 mm	Reactividad con agua T´60 °C
1	CL 90Q	0%	5 % máximo	15 minutos máximo
2	CL 80Q			

Requisitos de humedad y granulometría - Cal hidratada (S)

Tipos de Cal		Retenido por el tamiz de 0.2 mm	Humedad
1	CL 90S	2% máximo	2% máximo
2	CL 80S		

Tabla 2.2: Requisitos para la utilización de cales en el tratamiento de suelos.

FUENTE: CALCINOR, Mejora y estabilización de suelos con cal.

2.2.2.2. Métodos de aplicación

Existen dos métodos de aplicación del tratamiento de suelos con cal:

- a) Mezcla in situ (por vía seca o húmeda)
- b) Mezcla en central a planta móvil.

La mezcla en planta se realiza cuando se va a utilizar material de préstamo, en este caso se puede mezclar el suelo con la cal y almacenarlo; otro sistema es el de realizar la mezcla en depósitos

cercanos a las áreas en donde se llevará a cabo la extensión del material, una vez realizada la mezcla suelo- cal se extiende.

El sistema de mezclado in situ es el más utilizado, ya que la maquinaria que se dispone actualmente para para la estabilización de suelos permite obtener resultados muy apropiados. La estabilización en el sitio se realiza en las siguientes etapas.



Figura 2.6: Mezcla de cal por vía seca.

Fuente: CALCINOR, *Mejora y estabilización de suelos con cal.*

- **Primera fase: Preparación del suelo y almacenamiento de la cal**

Antes de proceder a distribuir el estabilizante se debe retirar las partículas gruesas, se disgrega los suelos cohesivos para que se pueda mezclar correctamente con el estabilizante, no se permite tamaños mayores a los 7.5 cm, ni la presencia de raíces o materia orgánica visible en general.

Se realiza una escarificación del suelo lo cual facilitar la aireación, esponjamiento y secado, y se lo coloca en capas.

El almacenamiento de la cal debe hacerse en contenedores dotados de un sistema de filtros, el cual va a evitar que la cal entre en contacto con la humedad y con el aire para ayudar a su conservación.

Se debe controlar la humedad natural del suelo, para evaluar si esta es superior a la Humedad óptima encontrada en el ensayo Próctor en tal caso se tendrá que aplicar cal viva sobre el suelo.

- **Segunda fase: Extendido de la cal**

Se adiciona el porcentaje óptimo de cal encontrado en laboratorio al suelo que se desea tratar, la cal puede ser adherida en forma de polvo, es decir por vía seca o como lechada o por vía húmeda. Para llevar a cabo este trabajo existen diversos equipos los cuales tienen la capacidad de regular la cantidad de estabilizante que van a descargar, y se garantiza la precisión requerida.

En la vía seca se extiende la cal sobre el suelo que se quiere tratar haciendo uso de una unidad de mezclado la que al mismo tiempo va a aportar la cantidad de agua necesaria para llegar a alcanzar la humedad óptima.

Cuando se realiza el tratamiento por la vía húmeda, la maquinaria a utilizarse debe estar provista de un mezclador el cual tenga la capacidad de formar la lechada de cal que posteriormente se mezcla con el suelo.

Adicionalmente se necesita equipo complementario como una motoniveladora, un tanquero con agua y equipo de compactación.

- **Tercera fase: Mezclado**

Se hace un mezclado de la cal y el suelo en todo el espesor de la capa, mediante las pasadas necesarias hasta llegar a lograr una mezcla homogénea de los dos materiales. Para alcanzar este objetivo es necesario el uso de equipos especiales que se encargan de realizar la mezcla del suelo con la cal. Algunos de los equipos de mezcla empleados en el tratamiento son los siguientes:

- Dispositivos fijados a la máquina: ripper, hoja de motoniveladora, vertederas o rejas.
- Dispositivos cuyo accionamiento se produce por tracción y fricción con el suelo: gradas de discos.
- Dispositivos cuyo accionamiento es producido por un motor: rotavator agrícola.

Para pequeñas superficies se puede usar maquinaria agrícola.

- **Cuarta fase: Compactación y terminación**

Se efectúa la compactación de la mezcla por medio de compactadoras neumáticas, o con la ayuda de apisonadoras, hasta llegar a conseguir las densidades necesarias, además de la nivelación y curado de la capa mezclada. La capa a compactar tendrá un espesor compatible con las características de la maquinaria utilizada. Se realizará la compactación a alrededor de 2 a 4 horas después de realizada la mezcla para permitir que la cal se hidrate. Es necesario que la totalidad de la profundidad de la capa sea compactada, por tal motivo se compacta los suelos en capas de 30 a 50 cm de profundidad.

Antes de realizar la siguiente capa se debe determinar el tiempo de curado que puede ir entre 3 a 7 días para que la capa compactada adquiera las características deseadas.



Figura 2.7: Proceso de estabilización de suelos con cal

FUENTE: CALCINOR, *Mejora y estabilización de suelos con cal.*

2.2.3. Estabilización con cemento

El hombre ha usado diversos aglomerantes puzolánicos en la estabilización de suelos cohesivos, para de esta manera llegar a disponer de un material que tenga condiciones mecánicas que cumplan

los requerimientos y exigencias del proyecto que se requiera construir. La utilización de conglomerantes puzolánicos para la estabilización de suelos bastante antiguo; hace 5000 años atrás ya el suelo se estabilizaba con cal o puzolanas.

Entre 1910 y 1920 se empezó a estudiar las mezclas suelos cemento en Inglaterra; en 1917 Brooke Bradley empleó una mezcla de cemento con suelos arcillosos obteniendo buenos resultados. Entre 1930 y 1940 en Estados Unidos instituciones como la Portland Cement Association (PCA), el Bureau of Public Roads y el Highway Department del estado de Carolina del Sur contribuyeron al desarrollo tecnológico de la estabilización de suelos con cemento.

La estabilización de suelos mediante la adición de cemento es un proceso en el cual normalmente se produce un cambio en las propiedades moleculares superficiales de los granos del suelo y en algunos casos, los granos se pegan entre sí produciendo un incremento en su resistencia.

El proceso de estabilización de suelos con cemento consiste en agregar cemento Portland a un suelo previamente pulverizado para que esta mezcla se endurezca por la hidratación del cemento. Los principales factores que afectan las propiedades físicas de un suelo cemento son:

- Tipo de suelo,
- Cantidad de cemento,
- Grado de mezclado,
- Tiempo de curado y
- Densidad seca de la mezcla compactada.

Varios tipos de suelos pueden ser estabilizados con cemento Portland, pero se logra obtener mejores resultados en suelos arenosos y en arcillas que tengan una mediana a baja plasticidad para estabilizaciones con cemento el índice de plasticidad debería ser inferior a 15, con esto se desea evitar problemas en el mezclado y extendido del material, en caso de que se requiera estabilizar

suelos que tengan un alto índice de plasticidad primero se agrega cal en un porcentaje de 1% por lo general, para reducir la plasticidad y mejorar la trabajabilidad antes de agregar el cemento.

Según una publicación lanzada por el Highway Research Board en 1943 estas son algunas de las condiciones que debe cumplir un suelo para poder ser estabilizado con cemento sin que el costo del tratamiento llegue a ser excesivo:

MAXIMUN SIZE	3 inches
PASSIG N°4 SIEVE ASTM	> 50%
PASSIG N°40 SIEVE ASTM	> 15%
PASSIG N°400 SIEVE ASTM	< 50 %
LIQUID LIMIT	< 40 %
PLASTICITY INDEX	< 18 %

Tabla 2.3: Suelos óptimos para ser estabilizados con cemento en forma económica.

FUENTE: Solminihac H, Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos.

El cemento mezclado con el suelo le proporciona a la mezcla una resistencia mecánica y ayuda a mejorar la durabilidad, entendiéndose como tal la capacidad de resistir a los agentes físicos y químicos agresivos, además de proporcionar a los suelos una estabilidad volumétrica.

Tipos de cemento

Para obtener el cemento Portland se efectúa una molturación del Clinker que es el producto de la calcinación de una mezcla de arcillas y calizas, el Clinker se forma de los siguientes componentes el silicato tricálcico (SC3), el silicato bicálcico (SC2), el aluminato tricálcico (AC3) y ferritoaluminato tetracálcico (C4AF), adicionalmente se agrega un agente adecuado para regular el fraguado como por ejemplo la puzolana. Los cementos Portland simples no son adecuados para lograr una estabilización de suelos expansivos, sino más bien aquellos cementos que en su composición tengan cenizas volantes, escorias u otro tipo de puzolanas.

Designación de los Cementos en Ecuador

Los requisitos para la fabricación de cementos y sus características, están especificados en la norma INEN 152:2010.

TIPO	ESPECIFICACIÓN
I	Para usarse cuando no se requieren propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
IA	Cemento con incorporación de aire para los mismos usos del Tipo I, donde se desea incorporación de aire.
II	Para uso general, especialmente cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
IIA	Cemento con incorporación de aire para los mismos usos del Tipo II, donde se desea incorporación de aire.
III	Para usarse cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.
IIIA	Cemento con incorporación de aire para los mismos usos del Tipo III, donde se desea incorporación de aire.
IV	Para usarse cuando se desea bajo calor de hidratación
V	Para usarse cuando se desea alta resistencia a la acción de sulfatos

Tabla 2.4: Tipos de cemento fabricados en Ecuador.

Los cementos más adecuados para realizar una estabilización de suelos son aquellos que cuentan con las siguientes propiedades:

- El inicio y final de fraguado deberán ser suficientemente largos, de forma que se tenga un tiempo de trabajabilidad extenso.
- El calor de hidratación será moderado, para de este modo limitar efectos de fisuración por retracción, en especial en temporadas calurosas.

- Desarrollo lento de resistencia a edades tempranas, recuperándola a largo plazo. Por medio de esto se ayuda a disminuir los fenómenos de fatiga iniciales producidas por el tráfico.

El plazo de trabajabilidad depende de una serie de características como son la temperatura, el tipo de cemento empleado, tipo de suelo, contenido de cemento y agua. En algunos casos es necesario el uso de agentes retardadores los cuales producen una disminución de las resistencias mecánicas a corta edad, las cuales son posteriormente recuperadas hasta alcanzar los valores normales.

Efectos del Cemento

Al estabilizar un suelo con cemento Portland lo que se consigue principalmente es un cambio en el estado hídrico del suelo, pues este sufre un secado por el hecho de que se le está adicionando una cierta cantidad de materia seca y también por la pérdida de agua que supone la hidratación del conglomerante.

Los efectos generados a largo plazo en el suelo, resultan del fraguado y del endurecimiento del conglomerante. La adición de cemento Portland ayuda a generar en el suelo una resistencia mecánica, esta puede variar ampliamente y es función principalmente del tipo de cemento que se aplique y su dosificación. La dotación mínima de estabilizante depende del tipo de suelo, siendo los más óptimos para aplicar este tipo de tratamiento los suelos granulares con finos poco plásticos.

El fraguado se realiza en tres etapas, cuya duración va a depender de la naturaleza de cada conglomerante y la temperatura de la mezcla.

La primera etapa corresponde al inicio del fraguado; es el tiempo necesario para disolver y precipitar en forma de geles los silico ferroaluminatos de calcio en el agua libre del suelo. Puede durar entre 2 a 24 horas después de realizada la mezcla.

La segunda etapa indica el desarrollo de la cristalización del gel lo que produce una rigidización de la mezcla y se produce el fraguado propiamente dicho. Puede desarrollarse en algunos días en los conglomerantes que tienen una sustanciosa cantidad de Clinker y varias semanas en aquellos de fraguado lento.

La tercera etapa se da una vez que ha concluido el fraguado y se han formado los cristales de ferro silicoaluminatos hidratados.

Los efectos que se producen a largo plazo dependen de la naturaleza del suelo; en suelos granulares la acción cementante se asimila a la que se produce en el proceso de vibrado del hormigón pero con la diferencia que el conglomerante no rellena por completo los espacios del esqueleto granular. Mientras más continua sea la granulometría del suelo más reducidos serán los huecos que queden entre las partículas y más eficaz será el efecto cementante.

En suelos finos, limosos o arcillosos con una plasticidad baja, la hidratación del cemento va a crear unos enlaces resistentes entre las partículas formando una estructura en forma de panal en las de las cuales dependerá la resistencia de la mezcla. Esta matriz fija las partículas entre sí, por lo que estas ya no se pueden deslizar. El efecto que produce el cemento es que reduce la plasticidad y aumenta la resistencia al esfuerzo cortante; produce además una reducción de la afinidad del suelo por agua, con eso disminuye la capacidad del suelo de retener agua. Debido a esto el potencial de hinchamiento del suelo se ve reducido al igual que se disminuyen los efectos de congelación y deshielo.

Cualquiera que sea el tipo de suelo, los efectos del tratamiento serán más notorios si se efectúa una compactación adecuada, con un contenido de humedad que facilite la realización de este trabajo y la hidratación del cemento. Esta compactación se debe realizar dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla ya que a medida que se va generando el proceso de hidratación del conglomerante se van formando enlaces cristalinos entre las partículas del suelo, los cuales una vez destruidos no tienen la

capacidad de regenerarse, por los esfuerzos que se generan en la compactación por este motivo esta se debe generar antes de que se hayan terminado de formar estos enlaces cristalinos.

En caso de que el suelo presente una humedad elevada es conveniente realizar una corrección previa mediante un tratamiento con una dosis pequeña de cal lo cual ayuda a optimizar la acción del cemento sobre el suelo.

2.2.3.1. Criterios de dosificación

La dosificación de un suelo estabilizado con cemento busca obtener una combinación óptima de cemento, suelo, agua y en algunos casos aditivos. Además se tiene que tener en cuenta las condiciones en las que se realizará la ejecución del trabajo y la economía de la obra.

Los suelos estabilizados con cemento buscan alcanzar las siguientes propiedades:

- Capacidad portante adecuada, la cual es evaluada a través del análisis del índice C.B.R.
- Resistencia mecánica adecuada
- Durabilidad, estabilidad química y volumétrica.

La dosificación óptima del estabilizante se debe evaluar en tres fases.

- Definición y caracterización del suelo a tratar, propiedades que presenta el agente estabilizador y las características del agua de mezcla.
- En el laboratorio se determinará la fórmula de trabajo que define las proporciones de estabilizante que se le aplicará al suelo para su tratamiento.

- En campo se realizará una comprobación de la fórmula y de requerirse se efectuará algún ajuste.

También se deberá conocer cuáles son las especificaciones técnicas a las que debe llegar a satisfacer el material una vez ya tratado.

Previo a realizar la estabilización del suelo deben ser evaluadas las siguientes características del mismo:

- Granulometría
- Limite líquido, Límite plástico, índice de plasticidad.
- Contenido de materia orgánica
- Contenido de sulfatos solubles
- Reactividad potencial con los álcalis del cemento
- Efecto del agua sobre la resistencia a la cohesión
- Hinchamiento en el edómetro.

El agua debe cumplir con las condiciones fijadas para su empleo en hormigones y morteros:

CARACTERÍSTICAS	LIMITACIÓN	CAUSA DE LA LIMITACIÓN
Ph	≥ 5	Alteraciones en el fraguado y endurecimiento. Disminución de resistencias y de durabilidad
Sustancias disueltas	$\leq 15 \text{ g/l}$	Pérdida de resistencias mecánicas. Fenómenos expansivos a largo plazo
Contenido de Sulfatos	$\text{SO}_4^- \leq 1 \text{ g/l}$	Alteraciones en el fraguado y endurecimiento. Pérdidas de resistencia
Hidratos de Carbono	No debe apreciarse	Impide el fraguado o produce alteraciones en el mismo y en el endurecimiento
Sustancias orgánicas solubles en eter	$\leq 15 \text{ g/l}$	Graves alteraciones del fraguado y endurecimiento. Fuertes caídas de resistencia.

Tabla 2.5: Características de las aguas para el tratamiento de suelos.

FUENTE: IECA, Manual de estabilización de suelos con Cemento y Cal

El agua no debe tener un pH inferior a 5, ni estar mezclada con aceites, grasas, hidratos de carbono o materia sólida en suspensión.

El proceso de dosificación se desarrolla en las siguientes etapas

Determinación del contenido óptimo de agua

El agua tiene dos propósitos fundamentales: hidratar al cemento y facilitar la compactación de la mezcla.

La primera labor se consigue con la adición de una pequeña cantidad de agua, que puede encontrarse en el orden del 2%, la verdadera humedad de la mezcla viene determinada por la humedad óptima de compactación para formar una mezcla cuya dotación de cemento sea la necesaria para lograr alcanzar la resistencia especificada y se reduzca el potencial de hinchamiento del suelo.

Generalmente el porcentaje de agua de compactación que se fija en la fórmula es el que corresponde la humedad óptima obtenida en el ensayo Próctor modificado.

Dosificación del conglomerante

Cuando ya se ha determinado el contenido ideal de agua se procede a buscar la dosificación del conglomerante en base a ensayos C.B.R. o de resistencia a la compresión. Para lo cual se realizarán varias probetas, tres como mínimo por cada porcentaje de cemento añadido. Estas probetas se fabricarán con la humedad óptima determinada en el laboratorio y deben alcanzar la densidad seca mínima necesaria en obra. Luego se procede a realiza el curado de las probetas en la cámara de humedad. Finalmente se medirá en índice C.B.R. a los siete días, y se determina con cual dosificación

se logra obtener la resistencia deseada. Se tiene que tomar en cuenta los siguientes parámetros para la elección del porcentaje adecuado.

- Se deberá superar un porcentaje de 2% para que se garantice una repartición uniforme en toda la mezcla.
- El porcentaje debe permitir alcanzar el valor C.B.R. especificado con la densidad exigida en obra.

Determinación del plazo de trabajabilidad

Se define al plazo de trabajabilidad como aquel tiempo transcurrido después de realizada la mezcla del material con el cemento, con las temperaturas que van a prevalecer en obra, durante este periodo el fraguado que se produce es muy escaso, por lo que se pueden realizar las maniobras de compactación del material antes de que se terminen los procesos de la cristalización del geles lo que produce una rigidización de la mezcla. Para poder determinar este periodo de trabajabilidad se fabrican varias probetas con el porcentaje de cemento elegido, se las compacta con el procedimiento especificado y se determina sus densidades a edades crecientes a partir de la mezcla de los componentes. El plazo de trabajabilidad está dado por el tiempo transcurrido desde la mezcla de los componentes hasta que se dé una caída de dos puntos porcentuales con relación a la densidad máxima obtenida después de fabricar el material. Se tienen que verificar que el ensayo se realice en condiciones de temperatura similares a las que se va a encontrar en obra, y en especial a la temperatura media del aire en las horas más calurosas del día que usualmente se ubican entre las 12 y 15 horas.

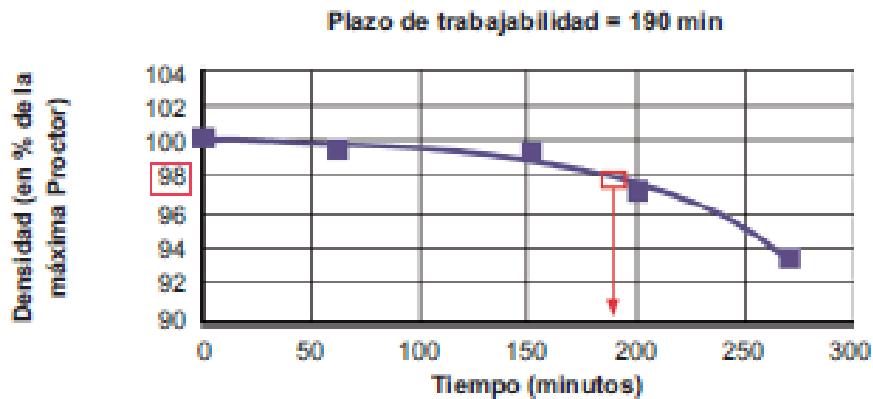


Figura 2.8: Determinación del plazo de trabajabilidad de una mezcla con cemento mediante el ensayo de compactación diferida a 30 °C..

FUENTE: IECA, Manual de estabilización de suelos con Cemento y Cal.

Ajuste de la mezcla

Una vez realizados los ensayos se debe comprobar que con el porcentaje de mezcla elegido se obtenga la densidad requerida en obra, según sea el caso se debe cumplir con el índice C.B.R. o la resistencia a la compresión, si este no es el caso se deberá aumentar o disminuir el contenido de cemento para llegar a alcanzar estas referencias.

2.2.3.2. Métodos de aplicación

La estabilización de suelos con cemento puede ejecutarse de dos formas:

- Mezcla in situ por vía seca o húmeda.
- Mezcla en central o planta.

Se efectúa una mezcla en planta cuando es el caso de un tratamiento con cemento para capas de base de pavimentos, aunque en algunos casos puede ser sustituido por un tratamiento en el sitio.

En algunos casos la mezcla se realiza en terrazas cercanas al proyecto. Se extiende el suelo en capas y se realiza la mezcla con el conglomerante in situ de la forma tradicional. Estas se recogen en pilas para posteriormente transportarlo y colocarlo sobre el área del proyecto. Este proceso se realiza cuando se cuenta con suelos de préstamo.

Las técnicas de aplicación in situ han demostrado altos rendimientos, son más sencillas y requieren menos trabajo que la fabricación del material en central, además la estabilización in situ permite manejar material muy cohesivo, lo cual resulta muy difícil en las centrales de fabricación.

Los métodos de aplicación del cemento en el suelo en el sitio del proyecto, se pueden resumir en las siguientes etapas.

Primera etapa: Preparación del suelo y almacenamiento del conglomerante

Para preparar el suelo se desarrollaran una serie de actividades cuya ejecución es muy importante para mejorar los rendimientos del tratamiento.

- Escarificación y esponjamiento del material para mejorar los rendimientos del mezclado, esto se puede realizar con la ayuda de cierto tipo de maquinaria como es el caso de un ripper montado sobre una motoniveladora o tractor de orugas, entre otros. Para tener una mezcla homogénea es necesaria la realización efectiva de este proceso.
- En caso de requerirse se debe realizar una aireación de los suelos.
- Si los suelos son demasiado secos, se procede a realizar una humectación de los mismos mediante sistemas de riego tradicionales.
- Se debe eliminar los grandes terrones frecuentes en algunos tipos de suelos, con equipo que tenga la capacidad de realizar una pulverización del suelo, como por ejemplo ripper, rastrillos o desterronadores.

El almacenamiento del conglomerante debe hacerse tomando en cuenta cuales son las condiciones de la obra. Por lo general se almacenan en silos los cuales deben ser completamente impermeables para conservar las condiciones del conglomerante.

Segunda etapa: Humectación y distribución del conglomerante.

Se puede realizar la humectación del material de dos formas:

Se riega el agua sobre la superficie que se necesita tratar con la ayuda de un camión cisterna antes de la distribución del cemento. Es difícil contralar la dotación de agua por medio de este sistema.

En la actualidad existen modernos equipos de estabilización los cuales ya incluyen un sistema de dosificación e inyección de aditivos líquidos en la cámara de mezclado, cuenta con una bomba volumétrica que a través de un dispositivo mide el caudal necesario para la estabilización dependiendo de la velocidad de avance, la anchura de las franjas que se está tratando, la profundidad de la capa y la densidad del suelo.

Para la dosificación del cemento se utilizan equipos automotores o remolcados que tiene la función de repartir el cemento de manera que se forme una mezcla homogénea.

Se realiza un control de la cantidad de conglomerante dosificado, este control puede ser volumétrico y en función de la velocidad de avance del distribuidor.

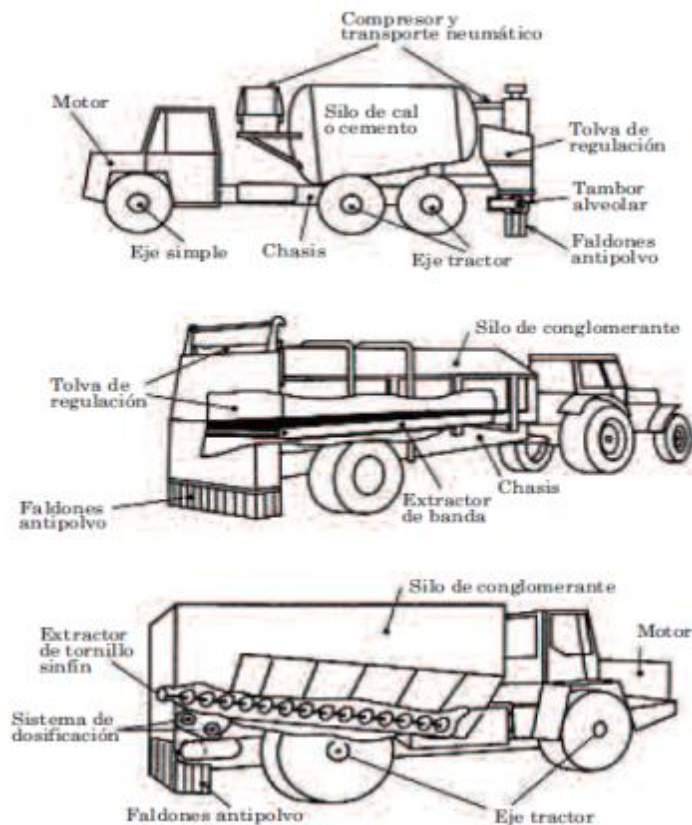


Figura 2.9: Repartidores de conglomerante.

FUENTE: IECA, Manual de estabilización de suelos con Cemento y Cal.

Tercera etapa: Mezclado

Esta es la fase más importante del tratamiento, se realiza un mezclado del conglomerante y el suelo en todo el espesor de la capa a tratar. Se debe mezclar el agente estabilizante con el suelo con la suficiente disgregación y homogeneidad necesaria. La eficacia exigida depende de los objetivos que se busca alcanzar en el tratamiento y el tipo de la capa tratada, como base o sub base de pavimentos, terraplenes, caminos entre otras.

Si la obra a ejecutarse lo requiere se puede hacer uso de los estabilizadores de suelos que son equipos pulvimezcladores de eje horizontal. Estos equipos también se usan habitualmente en el reciclado de firmes. Este equipo permite realizar mezclas homogéneas en grandes (SAN PEDRO, LOPEZ, & VADILLO)

Cuarta etapa: Compactación y terminación.

Para efectuar la compactación de la mezcla se deberá tomar en cuenta el plazo de trabajabilidad que debe ser calculado previamente.

Se realiza la compactación mecánica con la ayuda de rodillos de cilindro o de llantas hasta conseguir alcanzar la densidad requerida. Se realiza esta compactación tras haberse efectuado una nivelación de las capas con una motoniveladora. Se coloca una protección superficial de la capa ya compactada para permitir su endurecimiento antes de colocar la capa siguiente.

3. CAPITULO 3: TRABAJOS DE LABORATORIO.

Con el fin de determinar las condiciones iniciales del suelo, y cuáles son los efectos que se han producido en el mismo una vez que se ha realizado el tratamiento con cal y cemento, se realizaron los siguientes ensayos, tanto en el suelo natural, como en la mezcla de suelo- estabilizante en distintos porcentajes.

3.1. Suelo natural

3.1.1. Contenido de humedad

Metodología: Norma ASTM D2216-10: test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock.

Especificaciones: el contenido de agua de un suelo se define como la relación entre el peso del agua del suelo dividido para el peso del suelo seco (el peso del agua se va a determinar por diferencia entre el peso del suelo antes y después de secarlo durante el tiempo necesario para que se evapore el agua).

Resultados:

Contenido de humedad

PROFUNDIDAD	POZO	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1 m	1	25.09
	2	31.93
	3	31.99
2 m	1	30.24
	2	31.38
	3	30.05

Tabla 3.1: Humedad natural

3.1.2. Granulometría

Metodología: Norma ASTM D421-85 Practice for Dry preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis of Soils, ASTM D422-63: Method for Particle-Size Analysis of Soils.

Especificaciones: la determinación de la granulometría determina el conocimiento de la distribución de los tamaños de las partículas; para analizar la variedad de partículas del suelo, se emplean dos métodos. Para separar los granos gruesos se emplean tamices que van desde 10.16 cm (4") hasta 0.074 mm (Tamiz N° 200); las partículas más finas que 0.1 mm se pueden medir por sedimentación. El método de sedimentación se basa en la ley de Stokes, mientras más pequeña es la partícula mayor será el tiempo que se demora en asentarse cuando se deposita en el agua. Si las partículas tienen tamaños menores a 0.0005 mm no es efectivo el método pues se encontrarán en una suspensión constante debido a la agitación molecular.

Las gravas corresponden a la sección de partículas más gruesas incluye todos los granos de tamaños mayores que el tamiz N°4 (4.76 mm), las arenas corresponden a aquellas partículas menores que el tamiz N°4 y mayores que el tamiz N° 200 (0.074 mm). La última sección corresponde a los suelos de grano fino, limos que son aquellos con tamaños de partículas mayores a 0.002 mm y arcillas cuyas partículas se consideran en tamaños menores que 0.002 mm.

3.1.2.1. Granulometría por mallas

PROFUNDIDAD	POZO	PASA 4 %, (4.75mm)	PASA 10%, (2.0 mm)	PASA 40%, (0.425 mm)	PASA 200%, (0.074mm)
1 m	1	100.00	99.88	99.63	97.06
	2	100.00	99.70	99.54	98.33
	3	99.74	99.01	98.42	97.53
2 m	1	100.00	99.84	99.49	97.42
	2	100.00	99.95	99.66	97.91
	3	100.00	99.91	99.48	97.81

Tabla 3.2: Granulometría por mallas de todas las muestras analizadas.

3.1.2.2. Granulometría por hidrómetro.

PROFUNDIDAD	POZO	% FINOS	% LIMO	% ARCILLA	% COLOIDES
1 m	P1-1m	97.06	52.06	45	25
	P2-1m	98.33	56.20	42	21
	P3-1m	97.53	55.16	42	27
2m	P1-2m	97.42	41.42	56	29
	P2-2m	97.91	41.97	56	33
	P3-2m	97.81	39.79	59	33

Tabla 3.3: Granulometría por hidrómetro de todas las muestras analizadas.

3.1.3. Gravedad de sólidos (Peso específico relativo) Gs.

Metodología: Norma ASTM D854-10: Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solid by water Pycnometer.

Especificaciones: este es el valor medio de los correspondientes a las diversas partículas sólidas del suelo, es determinado en el laboratorio midiendo el volumen que ocupa una muestra de partículas seca y disgregada y de peso conocido por el desplazamiento de un volumen de líquido en un recipiente llamado picnómetro que ha sido previamente calibrado.

Resultados:

PROFUNDIDAD	POZO	GRAVEDAD ESPECÍFICA
1 M	1	2.645
	2	2.612
	3	2.636
2 M	1	2.702
	2	2.699
	3	2.706

Tabla 3.4: Gravedad específica

3.1.4. Límites de Atterberg.

Metodología: Norma ASTM D4318-10: Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of soil, ASTM D427: Test Method for Shrinkage Factor Soils.

El científico Albert Atterberg desarrolló un método para evaluar el efecto de la variación de la humedad en los suelos de grano fino, Atterberg definió entonces tres límites, que se evalúan con una fracción de suelo que pasa el tamiz N° 40 (0.1 mm).

Límite de Contracción o retracción LC: este parámetro separa el estado sólido seco y el semisólido, se lo puede definir como la humedad que contiene el suelo amasado cuando alcanza su volumen mínimo teórico al secarse viniendo del estado de saturación. Durante el proceso de retracción los poros se hacen más pequeños y la tensión capilar potencial máxima aumenta.

Mientras más pequeño es el límite de contracción el suelo es más susceptible a un cambio de volumen.

El **Índice de Contracción I_c** es el intervalo de los contenido de agua entre el estado plástico y el límite de contracción ($I_c=LP-LC$).

Límite Líquido LL: este límite separa el estado plástico del semilíquido , se define cuando se amasa el suelo seco previamente disgregado con una determinada cantidad de agua y se lo extiende sobre un molde que se denomina Cuchara de Casagrande; con la ayuda de un acanalador se hace un pequeño canal de unos 2mm de ancho en su parte baja. El LL es la humedad de la muestra cuando con 25 golpes de la cuchara de Casagrande se logra cerrar este surco.

Límite Plástico LP: este límite separa el estado semisólido del plástico. Se logra determinar amasando el suelo seco con poca agua y formado rollitos con la palma de mano sobre una superficie lisa hasta llegar a un diámetro de 3mm y una longitud de 25 a 30 mm, el momento en que se empiezan a formar fisuras en fracciones de alrededor de 6mm, su humedad es la correspondiente al límite plástico.

Una vez que se han encontrado el límite líquido y el límite plástico se puede definir el **Índice de plasticidad I_P** ($I_P=LL-LP$), este representa el intervalo de humedades para pasar del estado semisólido al semilíquido. Tras la realización de varios estudios Casagrande definió que aquellos suelos con un $LL > 50$ son de “alta plasticidad” es decir que pueden experimentar deformaciones plásticas grandes y admiten mucha agua. Valores inferiores de LP consideran a los suelos de “baja plasticidad”.

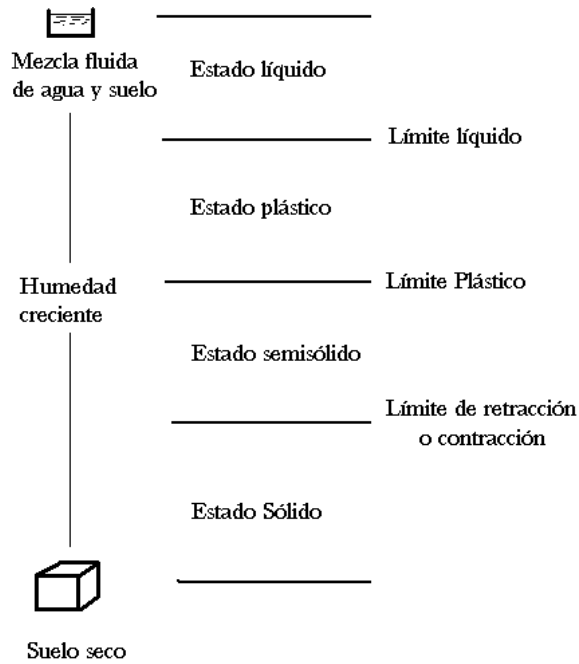


Figura 3.1: Límites de Atterberg.

FUENTE: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:L%C3%ADmites_de_Atterberg.PNG

Resultados:

LÍMITES DE ATTERBERG DE SUELOS EN ESTADO NATURAL							
PROFUNDIDAD	POZO	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	LIMITE DE CONTRACCION	INDICE DE CONTRACCION
1 m	1	25.09	98.10	30.41	67.69	10.92	1.899
	2	31.93	99.25	31.83	67.42	13.44	2.203
	3	29.63	98.30	31.99	66.31	12.95	1.558
2 m	1	30.05	102.00	30.79	71.21	9.20	1.745
	2	31.38	103.50	30.22	73.28	8.97	1.973
	3	31.99	104.50	31.99	72.51	8.74	1.528

Tabla 3.5: Límites de Atterberg en estado natural

3.1.5. Ensayo de Lambe

Metodología: Norma UNE 103600:96

Especificaciones: El aparato de Lambe fue desarrollado con el objetivo de descubrir mediante un ensayo rápido el potencial de expansión de un suelo desde el punto de vista del hinchamiento o de la retracción. Es un ensayo de identificación por lo tanto no puede suplir a los ensayos en muestras inalteradas o compactadas con las mismas condiciones que en obra.

Se realiza el ensayo con una muestra de suelo que pase el tamiz N° 10, para iniciar el ensayo el suelo tienen que encontrarse en una de estos tres estados: seco, húmedo o en el límite plástico. La muestra es compactada con el ensayo Próctor estándar.

Cuando ya se ha compactado la muestra se ensambla el aparato; mediante un vástago ajustable se aplica una carga de 40 N, esta fuerza se mide en el anillo. Posteriormente se inunda la muestra; la presión que ha actuado sobre ella al cabo de dos horas se denomina ***“Índice de expansividad de Lambe”***



Figura 3.2: Aparato de compresión simple, utilizado para realizar el Ensayo de Lambe.

FUENTE: Propia

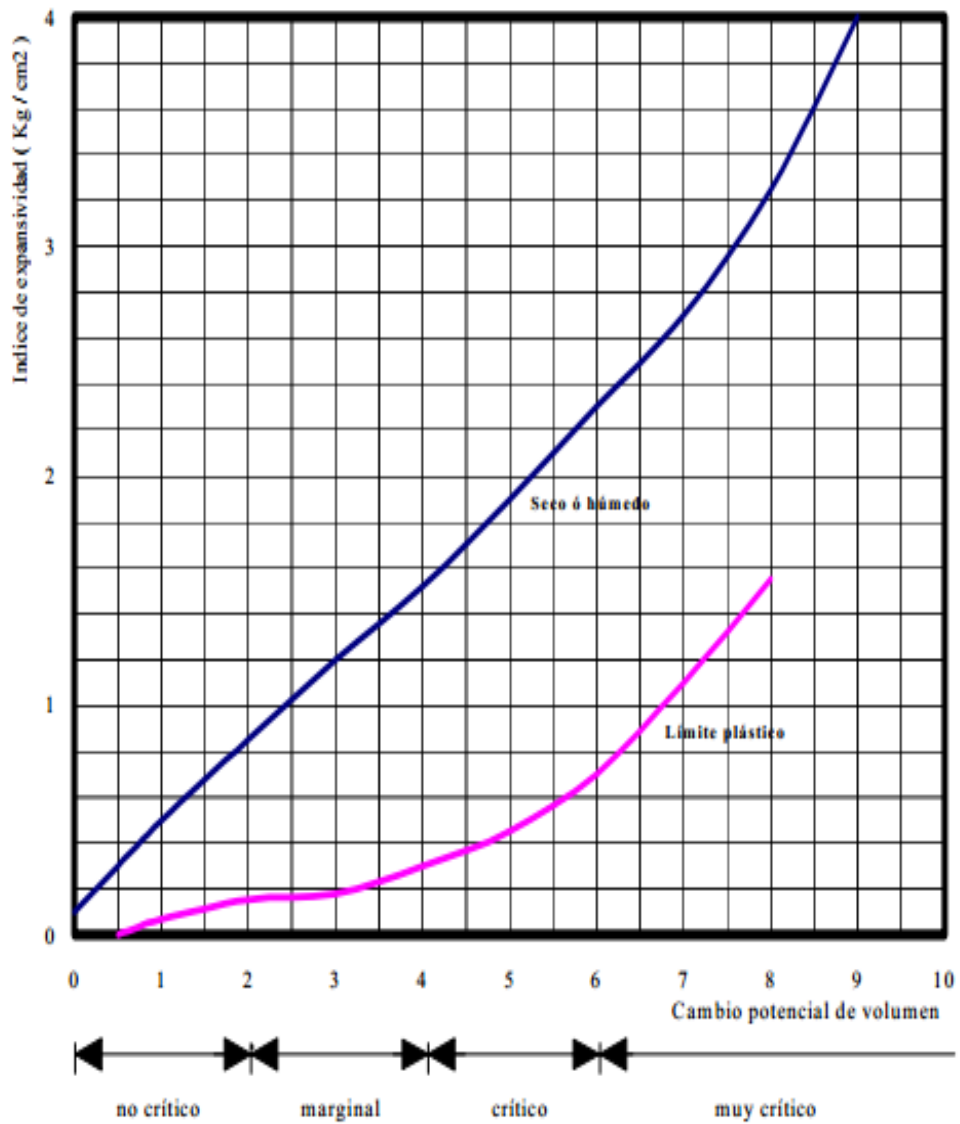


Figura 3.3: Relación entre el índice de Lambe y el cambio potencial de volumen.

FUENTE: JIMENEZ J, Geotecnia y Cimientos Tomo I, 1975.

Se ha realizado también ensayos de Lambe en muestras inalteradas, obtenidas de calicatas realizadas en el sitio de estudio. Presentándose los siguientes datos.

Resultados:

		ENSAYO DE LAMBE EN SUELOS EN ESTADO NATURAL						
		MUESTRAS INALTERADAS			MUESTRAS REMOLDEADAS			
PROFUNDIDAD (m)	POZO	Yd (g/cm ³)	σexpansión (kg/cm ²) 2h	σexpansión (kg/cm ²) 24h	Yd (g/cm ³)	σexpansión (kg/cm ²) 2h	σexpansión (kg/cm ²) 24h	CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN
1	1	1.491	0.306	1.319	1.373	0.814	1.721	NO CRITICO
	2	1.472	0.34	1.323	1.373	0.788	1.585	NO CRITICO
	3	1.462	0.288	1.358	1.361	0.755	1.621	NO CRITICO
2	1	1.496	0.454	1.637	1.39	0.907	2.083	NO CRITICO
	2	1.438	0.455	1.411	1.392	0.962	2.201	NO CRITICO
	3	1.455	0.465	1.459	1.393	0.813	1.763	NO CRITICO

Tabla 3.6: Cambio potencial de volumen en muestras en estado natural.

3.1.6. Hinchamiento libre

Metodología: Norma ASTM D4829: Standard Test Method for Expansion Index of Soils

Especificaciones: En esta prueba de expansión no restringida, la muestra se coloca en un edómetro bajo una pequeña sobrecarga de aproximadamente 6.9 KN/m² (1 lb/pulg²). Posteriormente se le agrega agua al espécimen y se determina el aumento del volumen de la muestra, midiendo la altura ya que la sección transversal es conocida, hasta que se alcance el equilibrio. El porcentaje de expansión libre se expresa como la razón de la altura de la expansión debido a la saturación y la altura original de la muestra y se expresa en porcentaje.



Figura 3.4: Edómetro digital, utilizado para realizar el ensayo de Hinchamiento libre.

Los ensayos de hinchamiento libre han sido realizados también en muestras inalteradas, pero se debe acotar que la saturación de $50\% \pm 2$ no se ha logrado alcanzar debido a la dificultad de tallado de las probetas; pues estas al secarse presentan fracturas pronunciadas que hacen que el recuperar una muestra con una saturación de 50% no sea posible.

Resultados:

		HINCHAMIENTO LIBRE EN CONSOLIDÓMETRO DE MUESTRAS EN ESTADO NATURAL							
		MUESTRAS INALTERADAS				MUESTRAS REMOLDEADAS			
PROFUNDIDAD	POZO	Hf (mm)	ΔH	EI	% DE HINCHAMIENTO	Hf (mm)	ΔH	EI	% DE HINCHAMIENTO
1 m	1.00	1.52	18.81	88.13	8.81	16.81	1.50	98.15	9.82
	2.00	1.00	16.63	63.65	6.37	18.58	1.38	78.97	7.90
	3.00	1.39	16.96	89.12	8.91	18.71	1.55	90.33	9.03
2 m	1.00	1.52	20.19	81.30	8.13	20.57	2.80	157.60	15.76
	2.00	1.65	20.38	87.83	8.78	19.70	2.60	151.70	15.17
	3.00	1.97	18.95	116.15	11.62	20.01	2.27	127.90	12.79

Tabla 3.7: Hinchamiento libre en consolidómetro en estado natural.

Otro ensayo es realizado para determinar el potencial expansivo del suelo, consiste en colocar un volumen conocido de suelo seco en agua destilada y observar cual es el volumen final de la muestra una vez que este se haya expandido sin colocar ninguna sobrecarga sobre este material, la diferencia entre el volumen final e inicial del material expresada en porcentaje del volumen inicial es el valor de la expansión libre.

“...Holtz sugiere que los suelos que tiene un índice de expansión libre tan bajo como 100 % pueden causar un daño considerable en estructuras de carga ligera, y suelos que tienen índice de expansión libre bajo el 50% rara vez sufren un cambio de volumen apreciable incluso bajo efectos de presión muy pequeños...” (JIMENEZ, 1975)

Se presentan los siguientes valores tras haber realizado este ensayo de expansión libre

HINCHAMIENTO LIBRE EN PROBETA DE SUELOS EN ESTADO NATURAL			
PROFUNDIDAD	POZO	EI (libre)	EI (modificado)
1 M	1	64	4.30
	2	82	4.24
	3	90	4.28
2 M	1	82	4.40
	2	82	4.40
	3	82	4.42

Tabla 3.8: Índice de expansión libre y modificado en probeta.

3.1.7. Presión de hinchamiento o presión de equilibrio

Metodología: Norma ASTM 4546-08: Standard Test Method for One-Dimension Swell or Collapse of Cohesive Soils.

Especificaciones: la Presión de Hinchamiento es aquella necesaria para un hinchamiento nulo. Este dato es muy importante cuando se requiere calcular el levantamiento. La presión máxima que hay que aplicar para que no se produzca hinchamiento se conoce con el nombre de presión de hinchamiento. Aplicada la presión máxima, se van quitando cargas y se miden los hinchamientos que se producen. El hinchamiento bajo carga nula en este ensayo es siempre inferior al hinchamiento libre.

Se ha medido la presión de equilibrio en un periodo de 10h. El ensayo ha sido realizado en muestras inalteradas y remoldeadas para alcanzar un grado de saturación del 50%

Resultados:

		PRESIÓN DE EQUILIBRIO DE MUESTRSA EN ESTADO NATURAL					
		MUESTRAS INALTERADAS			MUESTRAS REMOLDEADAS		
PROFUNDIDAD	POZO	CARGA (kg)	PRESIÓN (kg/cm ²)	PRESIÓN (KPa)	CARGA (kg)	PRESIÓN (kg/cm ²)	PRESIÓN (KPa)
1 m	1	3.189	1.020	100.040	5.320	1.683	165.05
	2	3.609	1.154	113.216	4.489	1.435	140.82
	3	3.639	1.164	114.157	4.092	1.294	126.96
2 m	1	4.789	1.517	148.815	6.128	1.960	192.24
	2	4.200	1.343	131.756	5.956	1.887	185.08
	3	4.301	1.362	133.650	6.432	2.037	199.87

Tabla 3.9: Presión de equilibrio en estado natural

3.1.8. Compactación Próctor Estándar

Metodología: Norma ASTM D698-12: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil using Standard Effort (12400 ft-lbf/ft³ (600 KN-m/m³)).

Especificaciones: un proceso de compactación busca alcanzar un mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo, el proceso busca aumentar la densidad del suelo seco, por medio de la aplicación de energía de compactación por usando diferentes equipos mecánicos, en función del tipo de suelo que es esté tratando.

El ensayo Próctor Estándar busca determinar la relación que existe entre la humedad de la fracción de un suelo que pasa por el tamiz N° 4 y la densidad que resulta luego de compactar al suelo. La finalidad del ensayo es determinar la cantidad óptima de agua de un suelo que permita obtener una mejor compactación hasta llegar a alcanzar la densidad seca máxima, para una determinada energía.

Para realizar el ensayo se utiliza un molde cilíndrico de 101.6 mm (4") de diámetro y de 116.4 mm (4.6") de altura. El proceso se realiza en tres capas de alrededor de 4cm de espesor, compactadas

con la ayuda de un martillo que pesa 5.5 lb (2.49 kg), el cual se deja caer desde una altura de 45 cm (18") y se aplican 25 golpes por capa.



Figura 3.5: Equipo para realizar el ensayo Próctor estándar.

Fuente: <http://freddysanchez-leal.com/blogfs/sueloscompactados/las-versiones-aashto-y-astm-del-proctor-modificado-pueden-producir-resultados-muy-distintos/>

Resultados:

RESULTADOS DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR, SUELO EN ESTADO NATURAL.				
PROFUNDIDAD	% ESTABILIZANTE	POZO	HUMEDAD ÓPTIMA %	DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)
1 m	NATURAL	1	31.00	1.355
		2	31.20	1.355
		3	31.80	1.353
2 m		1	31.50	1.354
		2	31.00	1.350
		3	31.00	1.345

Tabla 3.10: Resumen del ensayo Próctor estándar, en estado natural.

3.1.9. Difracción de rayos X.

Para tener una idea del contenido mineralógico del suelo se ha realizado un ensayo de Difracción de rayos X en el suelo perteneciente al Pozo 1 a la profundidad 1m. Este ensayo ha sido elaborado en el Laboratorio de Metalurgia de la Universidad Politécnica Nacional, obteniendo los siguientes resultados

Resultados

MINERAL	FORMULA	MUESTA 1 CONTENIDO %
Cuarzo	SiO ₂	10
Grupo plagioclasa (albita, andesita, anordita)	(Na,Ca)Al(Si, Al)(Si ₂ O ₈)	31
Montmorillonita (Grupo esmecitas)	(Na,Ca) _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) 2nH ₂ O (Al,Mg,Na)(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀ 4H ₂ O	10
Cordierita	Mg ₂ Al ₄ Si ₅ O ₁₈	13
Pirofilita	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	11
Caolinita	Al(OH)Si ₂ O ₅	10
Grupo zeolita (Heulandita)	X(YO ₂) Mh ₂ O CON X: Na, Ca, Ba, Sr, K, Mg, Li Y: Si, Al	1
Vermiculita	(Mg, Fe,Al) ₆ (OH) ₄ (Al,Si) ₈ O ₂₀ 4H ₂ O	10
Talco	Mg ₂ Fe(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀	2
Cordierita	Mg ₂ Al ₄ Si ₅ O ₁₈	1

Tabla 3.11: Resultados de Difracción de rayos X en el pozo 1-1m

3.1.10. Análisis Químico del suelo

Para saber si estos suelos son aptos para realizar el tratamiento con cal y cemento se han realizados ensayos para determinar el contenido de material orgánica y el contenido de sulfatos solubles en el material obtenido del pozo 1 a la profundidad 1m. Los análisis se efectuado en el laboratorio de la

Facultad de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos y Ambiental de la Universidad Central del Ecuador.

“El método aplicado para determinar el contenido orgánico es el método rápido de Walkley- Black en el que se emplea dicromato potásico, y de detecta solo un 10% de carbón mineral, sin embargo dentro del punto de vista ingenieril esto no es un inconveniente, por lo cual es un método muy aconsejable.” (JIMENEZ, 1975).

Valores altos en el contenido de materia orgánica y sulfatos solubles pueden hacer que el proceso de estabilización del suelo sea demoroso o incluso no efectivo.

Debido a la acción de los sulfatos sobre el cemento se puede generar la formación de etringita que es un aluminato de calcio trisulfato hidratado ($CAO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) y yeso sulfato de calcio dihidratado, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$), si se produce una formación de etringita se puede dar un aumento del volumen sólido, provocando expansión y fisuración. Para que el suelo pueda ser efectivamente tratado con cal y cemento el contenido de materia orgánica no debe ser mayor al 1% y el contenido de sulfatos solubles debe ser menor a 10000 ppm es decir 1%. (IECA)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:		Suelo, Tosagua.	
Parámetros	Unidad	Valor	Método aplicado
Material orgánica	%	0.22	Método interno Walkley- Black
Sulfatos	mg/Kg	2039.73	Método interno

Tabla 3.12: Análisis químico del suelo, pozo 1-1m

En los análisis realizados al suelo se puede ver que el contenido de materia orgánica del material es menor al 1%, y el contenido de sulfatos solubles es de 2039 ppm lo que está dentro del rango permitido.

3.2. Dosificaciones 3%, 5%, 7%

Una vez que se han realizado las mezclas del suelo natural con los diversos porcentajes en peso de estabilizante se ha procedido a realizar los ensayos necesarios para poder determinar cómo se van modificando las características físicas del material en función del agente estabilizante adherido.

3.2.1. Límites de Atterberg

Para analizar el cambio en la plasticidad del suelo a medida que se incrementa el porcentaje de estabilizante se han realizado los ensayos para determinar el Límite líquido y el Límite plástico de cada pozo incrementando el agente estabilizador de 3% a 10%.

PORCENTAJE	POZO 1					
	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO
NATURAL	98.1	102	30.41	30.79	67.69	71.21
3	92.2	100.5	31.96	35.06	60.24	65.44
4	90.8	100	32.00	37.93	58.80	62.07
5	90.6	99.1	32.74	41.02	57.86	58.08
6	90.2	98.5	35.61	43.28	54.59	55.22
7	89.9	97.9	35.69	44.62	54.21	53.28
8	90	96.85	35.57	46.86	54.43	49.99
9	90.3	96.5	35.54	47.63	54.76	48.87
10	-	96	-	46.41	-	49.59

Tabla 3.13: Límites de Atterberg pozo 1.

PORCENTAJE	POZO 2					
	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO
NATURAL	99.25	103.5	31.83	30.22	67.42	73.28
3	91.2	101	33.25	40.39	57.95	60.61
4	90.8	100.3	33.62	41.83	57.18	58.47
5	90.4	99.6	34.32	44.84	56.08	54.76
6	89.9	99.1	35.61	45.58	54.29	53.52
7	89.8	98.99	36.40	48.28	53.40	50.71
8	89.9	98.5	36.35	49.50	53.55	49.00
9	89.85	97.5	36.43	51.04	53.42	46.46
10	-	97.1	-	49.75	-	47.35

Tabla 3.14: Límites de Atterberg pozo 2

PORCENTAJE	POZO 3					
	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO
NATURAL	98.3	102.8	31.99	31.92	66.31	70.88
3	97.7	101.6	32.96	39.35	64.74	62.25
4	96	101.1	33.62	43.69	62.38	57.41
5	93.8	100.5	33.62	44.07	60.18	56.43
6	92.4	98.8	35.14	46.02	57.26	52.78
7	91	97.8	34.42	47.74	56.58	50.06
8	91.25	96.5	34.10	48.27	57.15	48.23
9	91.3	95.5	34.27	49.36	57.03	46.14
10	-	96.18	-	48.66	-	47.52

Tabla 3.15: Límites de Atterberg pozo 3.

3.2.2. Compactación Próctor Estándar.

Para poder analizar cómo se comportaría el suelo durante el proceso de compactación a medida de que se le adhiere un agente estabilizante se realizó el ensayo próctor estándar y así determinar cuál es la variación en la densidad seca máxima y la humedad óptima.

3.2.2.1. Cal como estabilizante

- Pozo 1 – 1m

ESTABILIZANTE: CAL		
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD SECA MAX (g/cm ³)
0.00	31.00	1.355
3.00	32.20	1.322
5.00	33.20	1.291
7.00	33.40	1.280

Tabla 3.16: Resumen de compactación en el pozo 1-1m

- Pozo 2- 1m

ESTABILIZANTE: CAL		
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD SECA MAX (g/cm3)
0.00	31.20	1.355
3.00	33.00	1.319
5.00	33.10	1.295
7.00	33.40	1.282

Tabla 3.17: Resumen de compactación en el pozo 2-1m

- Pozo 3-1m

ESTABILIZANTE: CAL		
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD SECA MAX (g/cm3)
0.00	31.80	1.353
3.00	32.20	1.302
5.00	32.80	1.289
7.00	33.50	1.280

Tabla 3.18: Resumen de compactación en el pozo 3-1m

3.2.2.2. Cemento como estabilizante

- Pozo 1 – 2m

ESTABILIZANTE: CEMENTO		
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD. ÓPTIMA	DENSIDAD SECA MAX (g/cm3)
0.00	31.50	1.354
3.00	35.00	1.291
5.00	37.80	1.260
7.00	40.00	1.217

Tabla 3.19: Resumen de compactación en el pozo 1-2m

- Pozo 2 – 2m

ESTABILIZANTE: CEMENTO		
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD SECA MAX (g/cm ³)
0.00	31.00	1.350
3.00	35.70	1.291
5.00	37.00	1.261
7.00	39.50	1.201

Tabla 3.20: Resumen de compactación en el pozo 2-2m

- Pozo 3 – 2m

ESTABILIZANTE: CEMENTO		
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD SECA MAX (g/cm ³)
0.00	31.00	1.345
3.00	36.00	1.293
5.00	37.50	1.255
7.00	39.50	1.202

Tabla 3.21: Resumen de compactación en el pozo 3-2m

3.2.3. Ensayo de Lambe

Con la finalidad de analizar cómo varía el cambio potencial de volumen en el suelo estabilizado se procedió a realizar el ensayo de Lambe con porcentajes de estabilizante de 3%, 5% y 7%.

ENSAYO DE LAMBE CON 3,5 Y 7% DE ESTABILIZANTE								
PROFUNDIDAD (m)		1.00			2.00			
TIPO DE ESTABILIZANTE		CAL			CEMENTO			
% Estabilizante	POZO	expansión (kg/cm ²) a 2h	expansión (kg/cm ²) a 24h	% reducción	expansión (kg/cm ²) a 2h	expansión (kg/cm ²) a 24h	% reducción	CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN
3%	1	0.511	0.77	37	0.475	0.787	48	NO CRITICO
	2	0.477	0.73	39	0.575	0.84	40	NO CRITICO
	3	0.549	0.762	27	0.463	0.8	43	NO CRITICO
5%	1	0.435	0.547	47	0.379	0.445	58	NO CRITICO
	2	0.419	0.518	47	0.51	0.72	47	NO CRITICO
	3	0.434	0.533	43	0.39	0.66	52	NO CRITICO
7%	1	0.334	0.403	59	0.385	0.385	58	NO CRITICO
	2	0.321	0.403	59	0.527	0.527	45	NO CRITICO
	3	0.365	0.475	52	0.336	0.528	59	NO CRITICO

Tabla 3.22: Ensayo de Lambe con 3,5 y 7% de estabilizante.

3.2.4. Hinchamiento libre en consolidómetro

La importancia de realizar un tratamiento de suelo expansivo radica en lograr reducir su potencial de hinchamiento, por tal motivo se han realizado ensayos de hinchamiento libre para así analizar cómo disminuye el porcentaje de hinchamiento a medida que se incrementa el agente estabilizante.

PROFUNDIDAD (m)		1.00					2.00				
TIPO DE ESTABILIZANTE		CAL					CEMENTO				
% ESTABILIZANTE	Pozo N°	W nat.	W inicial	Y d	%S inicial	% de expansión	W nat.	W inicial	Y d	%S inicial	% de expansión
3%	1	25.09	18.47	1.365	51.98	7.34	30.24	18.55	1.361	50.94	6.58
	2	31.93	18.14	1.345	50.12	6.99	30.22	19.36	1.334	51.06	6.41
	3	29.63	18.56	1.357	51.8	7.49	30.05	19.37	1.343	51.54	4.79
5%	1	25.09	18.52	1.331	49.51	5.76	30.24	19.49	1.32	50.36	4.9
	2	31.93	18.47	1.343	50.91	5.31	30.22	20.1	1.315	51.52	2.51
	3	29.63	18.7	1.346	51.32	6.09	30.05	20.39	1.306	51.43	2.68
7%	1	25.09	18.9	1.33	50.49	3.27	30.24	19.97	1.295	49.67	1.49
	2	31.93	18.64	1.324	49.92	4.24	30.22	20.64	1.293	51.18	1.53
	3	29.63	18.97	1.337	51.2	4.83	30.05	20.66	1.294	51.16	2.18

Tabla 3.23: Porcentaje de expansión con 3,5,7% de estabilizante

3.2.5. Presión de hinchamiento o presión de equilibrio

Un parámetro importante para determinar la capacidad expansiva del suelo es la presión de hinchamiento, la cuál es la presión necesaria para evitar que el suelo tenga la capacidad de incrementar su volumen; por tal motivo se han realizado también ensayos de hinchamiento controlado para de esta manera poder determinar cómo se comporta el suelo en función del estabilizante agregado.

PROFUNDIDAD (m)		1.00					2.00				
TIPO DE ESTABILIZANTE		CAL					CEMENTO				
% ESTABILIZANTE	Pozo N°	W nat.	W inicial	Y d (g/cm ³)	%S inicial	PH (kg/cm ²)	W nat.	W inicial	Y d (g/cm ³)	%S inicial	PH (kg/cm ²)
3%	1	25.09	18.47	1.365	52	1.24	30.24	18.55	1.361	51	1.17
	2	31.93	18.14	1.345	50	1.16	30.22	19.36	1.334	51	1.24
	3	29.63	18.56	1.357	52	1.08	30.05	19.37	1.343	52	1.00
5%	1	25.09	18.52	1.331	50	0.93	30.24	19.49	1.32	50	0.8
	2	31.93	18.47	1.343	51	0.77	30.22	20.1	1.315	52	0.48
	3	29.63	18.7	1.346	51	0.87	30.05	20.39	1.306	51	0.74
7%	1	25.09	18.9	1.33	50.49	0.67	30.24	19.97	1.295	50	0.38
	2	31.93	18.64	1.324	49.92	0.69	30.22	20.64	1.293	51	0.33
	3	29.63	18.97	1.337	51.2	0.71	30.05	20.66	1.294	51	0.41

Tabla 3.24: Presión de hinchamiento con 3, 5 y 7% de estabilizante

4. Capítulo 4: Análisis de resultados.

4.1.1. Clasificación S.U.C.S y AASHTO

En este trabajo se ha clasificado los suelos en base a dos sistemas, el S.U.C.S. Sistema unificado de clasificación de suelos en base a la norma Norma ASTM D2487-11: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering purposes y el sistema utilizado por la AASHTO.

Según el sistema S.U.C.S. los suelos se dividen en tres grupos principales: suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos altamente orgánicos o turbas. Para separar a los suelos de grano fino de los de grano grueso se usa un tamiz N° 200 (0.074 mm). Los suelos de grano grueso son divididos en gravas (G) y arenas (S) según sea el porcentaje en peso que queda retenido en el tamiz N° 4. Los suelos de grano fino se dividen en tres grupos limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicos (O); estos a su vez se dividen en los que tienen límites líquidos menor que 50% (L) o mayor que 50% (H).

El sistema de clasificación AASHTO se determinó tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras. Se clasifica a los suelos en siete grupos A1 a A7, según su granulometría y plasticidad. Los siete grupos corresponden a dos grandes categorías de suelos: suelos granulares con un porcentaje que pasa el tamiz N° 200 no mayor que el 35%, y suelos limo-arcillosos con un porcentaje que pasa el tamiz N° 200 mayor que en 35%. Los suelos orgánicos han sido mencionados en el grupo A8. Se adiciona a esta mención un parámetro denominado **Índice de Grupo IG** el cual establece la calidad del suelo, este índice varía inversamente a la capacidad de soporte del suelo, mientras menor sea el IG el suelo tendrá mejores características para uso vial.

Resultados:

PROPIEDADES INDICE Y CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DE LOS SUELOS EN ESTADO NATURAL												
POZO	LL	LP	IP	LC	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	% LIMO	% ARCILLA	% COLOIDE	S.U.C.S	AASHTO
P1-1m	98.10	30.4	67.69	10.92	0	2.94	97.06	52.06	45	25	CH	A-7-6 (78)
P2-1m	99.25	31.8	67.42	13.44	0	1.67	98.33	56.20	42	21	CH	A-7-6 (79)
P3-1m	98.30	31.9	66.31	12.95	0	2.20	97.53	55.16	42	27	CH	A-7-6 (77)
P1-2m	104.50	30.7	73.71	9.20	0	2.58	97.42	41.42	56	29	CH	A-7-6 (85)
P2-2m	103.50	30.2	73.28	8.97	0	2.09	97.91	41.97	56	33	CH	A-7-6 (85)
P3-2m	104.50	31.9	72.51	8.74	0	2.19	97.81	39.79	59	33	CH	A-7-6 (85)

Tabla 4.1: Propiedades índice y granulometría de los suelos analizados.

El sistema S.U.C.S. nos permite clasificar a los 6 suelos tomados de muestras como arcillas de alta plasticidad o arcillas grasas; pues la intersección entre el Límite plástico y el Límite líquido se encuentra sobre la *línea A* en la carta de plasticidad de Casagrande

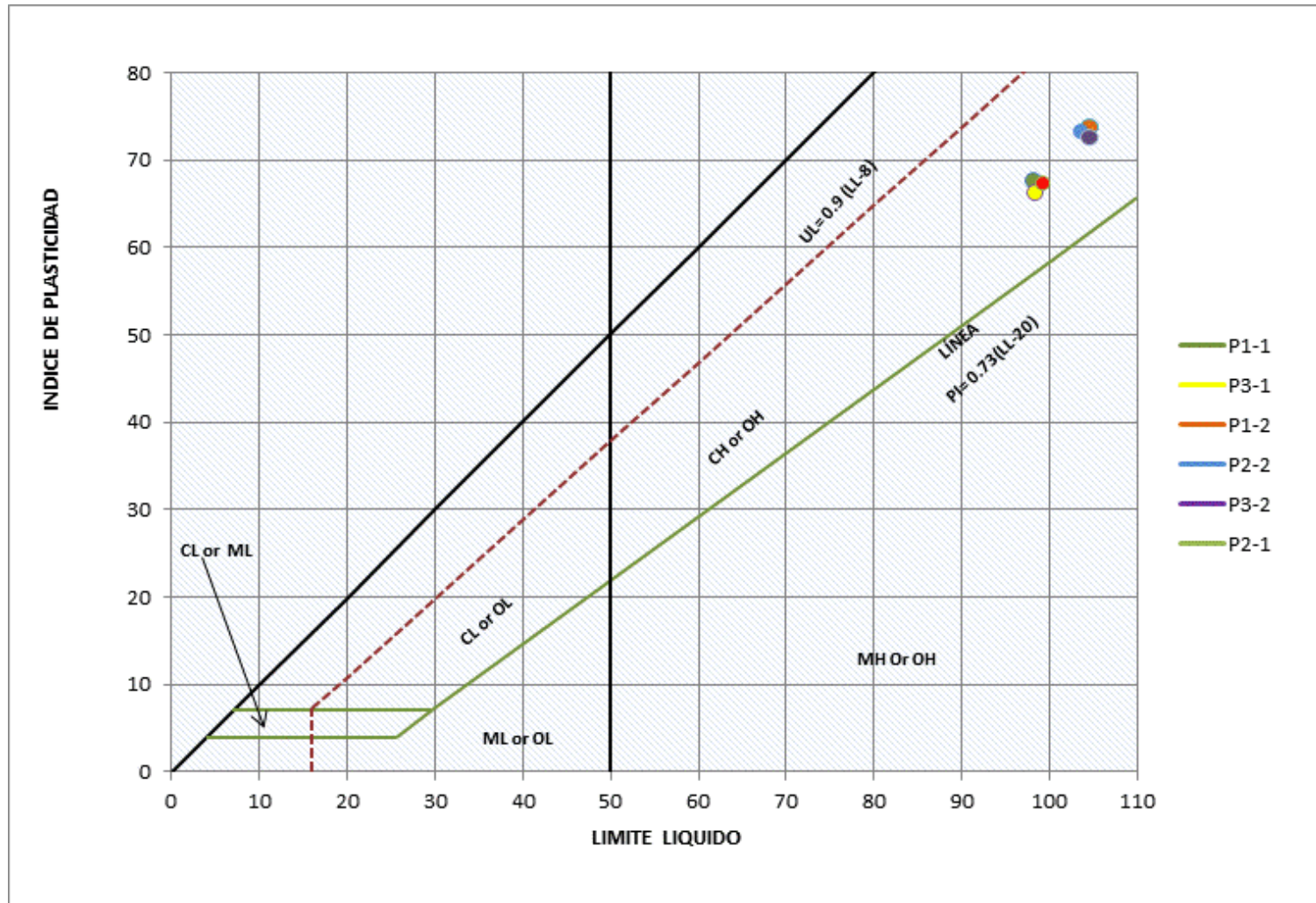


Figura 4.1: Ubicación de los puntos analizados en la carta de plasticidad

Basándose en el Sistema de clasificación AASHTO el material en los seis pozos es clasificado bajo el grupo A7 que pertenece a los suelos arcillosos, el sub grupo A-7-5 indica que el índice de plasticidad es moderado en relación con el límite líquido, y que puede ser un material con un potencial expansivo alto y son materiales muy elásticos. El índice de grupo es mayor a 20 lo cual indica que él podría tratarse de un material para sub rasante malo.

4.1.2. Contenido mineralógico del suelo

Los parámetros necesarios para clasificar al suelo bajo el sistema S.U.C.S. y AASHTO simplemente definen características de tamaño de partículas y plasticidad, pero en el caso de suelos finos resulta importante conocer cuáles son sus propiedades mineralógicas para lo cual se puede emplear métodos directos como es el caso de un ensayo de Difracción de rayos X. En el caso de estudio se ha realizado este ensayo en el material perteneciente al pozo número 1. La cantidad y tipo de minerales presentes en el suelo determinaran sus propiedades como la plasticidad, expansión o contracción, consolidación, permeabilidad entre otras.

Un método indirecto para conocer los minerales presentes en el suelo es mediante sus propiedades índice, como ya se ha mencionado en el capítulo 1 Skemton determino que en base al índice de actividad de las arcillas se puede determinar cuál es el tipo de mineral presente en el suelo.

En base a la actividad de suelo varios autores definen el mineral presente en el suelo a continuación se presenta un análisis con respecto a la actividad de los suelos en estudio

Parámetros referenciales				
MINERAL	NELSON Y MILLER	BOWLES	SEED, WOORWARD	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
Montmorillonita (Na)	1.5	1.0-7.0	0.32-3.09	ALTO
Montmorillonita (Ca)	7.2		1.12-11.5	MUY ALTO
PROFUNDIDAD (m)	POZO	ACTIVIDAD	MINERAL	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
1.00	1	1.99	Montmorillonita (Na)	ALTO
	2	2.13	Montmorillonita (Na)	ALTO
	3	2.12	Montmorillonita (Na)	ALTO
2.00	1	1.55	Montmorillonita (Na)	ALTO
	2	1.59	Montmorillonita (Na)	ALTO
	3	1.48	Montmorillonita (Na)	ALTO

Tabla 4.2: Análisis mineralógico del suelo

Se ha determinado en base a la actividad que el mineral presente en el suelo de los tres pozos es la montmorillonita lo cual explica de donde proviene su alta capacidad de expansión, puesto que la

este mineral es altamente expansivo y tiene una facilidad grande para absorber agua por tal motivo se generan estos cambios en el volumen a medida que fluctúa la humedad.

Una vez realizado el ensayo de Difracción de rayos X se confirma que el mineral presente en el suelo es la montmorillonita en un porcentaje de 10%, además de contar con la presencia de vermiculita en un 10%, la vermiculita es un mineral está formado de silicatos de aluminio y hierro-magnesio, presenta al igual que la montmorillonita un carácter altamente expansivo, lo cual aporta para que el material en estudio sea considerado como un suelo expansivo y sea necesaria la aplicación de un tratamiento para poder estabilizar el material y este sea idóneo para ser utilizado.

Cabe anotar que en ensayo de Difracción de rayos X realizado se indica que la muestra contiene una gran parte de material amorfo, y en este ensayo solo se analiza la parte cristalina del material, por tanto el contenido total de montmorillonita no fue encontrado

Con base a la actividad de la arcilla estos suelos han sido clasificados con un potencial expansivo muy alto, esto se debe confirmar con los ensayos realizados de presión de hinchamiento e hinchamiento libre.

4.1.3. Límites de Atterberg

En función de los límites de Atterberg se puede definir si el suelo en cuestión tienen un potencial expansivo elevado, sin embargo son métodos indirectos, los ensayos de expansión libre y presión de hinchamiento son los que determinaran el potencial de expansión del suelo.

Algunos autores como Seed, Woodward y Lundgren (1962), Holtz (1969), Land y Lambe (1992) han clasificado a los suelos expansivos en función de su porcentaje de arcilla, sus límites de consistencia, su índice de expansión.

	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Seed, Woodward y Lundgren, Land y Lambe.	CONTENIDO DE ARCILLA (<0.002mm)	0-10%	10-15%	15-25%	25-35%	35-100%
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0-10	10-15	15-25	25-35	35+
Holts, Gibbs	LÍMITE LÍQUIDO	-	<39	39-50	50-63	>63
	INDICE DE PLASTICIDAD	-	<18	15-28	25-41	>35
	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	-	>15	10-16	7-12	<11

Tabla 4.3: Parámetros para clasificar a los suelos expansivos en base a su contenido de arcilla y los Límites de Atterberg.

FUENTE: DAY Robert W, Geotechnical engineer's portable handbook, 2000.; CODUTO Donald P, Geotechnical engineering Principles and Practice, 1999.

En función de estos parámetros se puede clasificar a los suelos analizados de la siguiente forma:

PROFUNDIDAD	POZO	CONTENIDO DE ARCILLA	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	LIMITE LIQUIDO	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
1m	1	45	67.69	10.92	98.10	MUY ALTO
	2	42	67.42	13.44	99.25	MUY ALTO
	3	42	66.31	12.95	98.30	MUY ALTO
2m	1	56	71.21	9.20	102.00	MUY ALTO
	2	56	73.28	8.97	103.50	MUY ALTO
	3	59	72.51	8.74	104.50	MUY ALTO

Tabla 4.4: Clasificación del potencial expansivo de los suelos ensayados según sus límites de consistencia y contenido de arcilla.

Los suelos han sido clasificados con un potencial de expansión muy alto en base a sus límites de consistencia y su contenido de arcilla, esto debe ser corroborado con la realización de ensayos de hinchamiento libre y de presión de hinchamiento

Para analizar el comportamiento de la plasticidad del suelo se realizaron los ensayos para determinar los límites de Atterberg con la adhesión del agente estabilizador en porcentajes crecientes; a la profundidad de 1m se utilizó la cal viva y a la profundidad de 2m se empleó el cemento portland puzolánico como agente estabilizante.

Se ha podido observar variaciones tanto en límite líquido como en el límite plástico, a medida que se incrementa el porcentaje de estabilizante en función del peso en seco del suelo; el límite líquido tiende a reducirse, mientras que el límite plástico incrementa su valor, produciéndose una disminución en el índice de plasticidad, hasta llegar a un punto en el que este presenta una inclinación a incrementarse.

Esto se debe gracias a que cuando se agrega la cal al suelo se produce un descenso en la humedad del suelo puesto que se produce un desprendimiento de calor en el proceso de hidratación de la cal viva. Se produce también una modificación en el aspecto del suelo ya que este pasa a tener la apariencia de un suelo granular debido a que se genera una unión de las partículas en otras de tamaño más grande.

A continuación podemos observar la comparación de resultados tras haber realizado los ensayos con cal y cemento respectivamente en cada pozo.

PORCENTAJE	POZO 1					
	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO
0	98.1	102	30.41	30.79	67.69	71.21
3	92.2	100.5	31.96	35.06	60.24	65.44
4	90.8	100	32.00	37.93	58.80	62.07
5	90.6	99.1	32.74	41.02	57.86	58.08
6	90.2	98.5	35.61	43.28	54.59	55.22
7	89.9	97.9	35.69	44.62	54.21	53.28
8	90	96.85	35.57	46.86	54.43	49.99
9	90.3	96.5	35.54	47.63	54.76	48.87
10	-	96	-	46.41	-	49.59

Tabla 4.5: Resumen de límites de Atterberg en el pozo 1

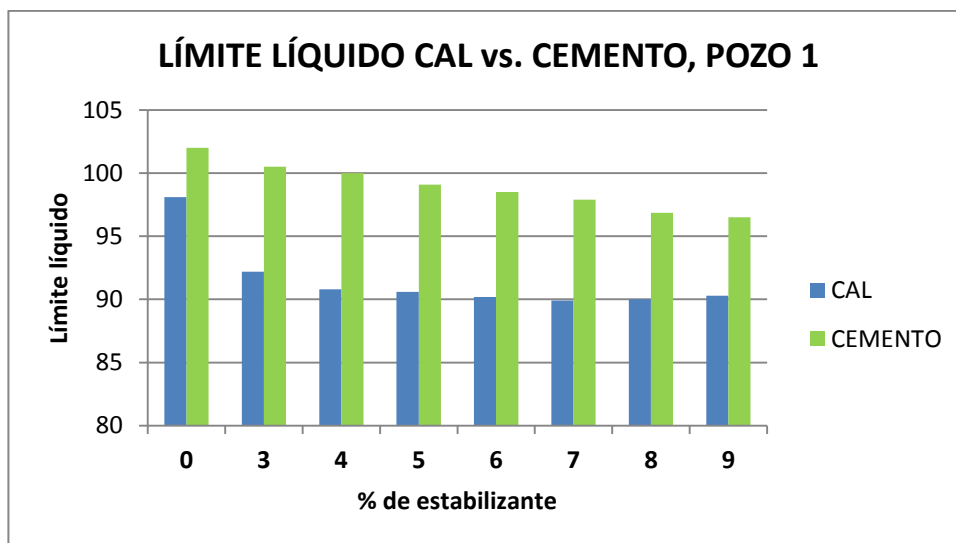


Figura 4.2: Comparación de límite líquido cal vs. cemento, pozo 1

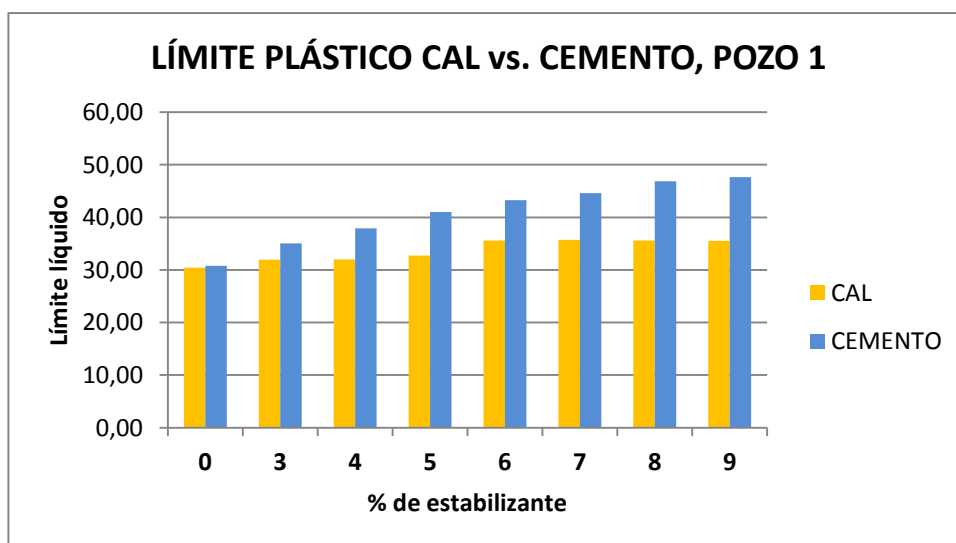


Figura 4.3: Comparación de límite plástico cal vs. cemento, pozo 1.

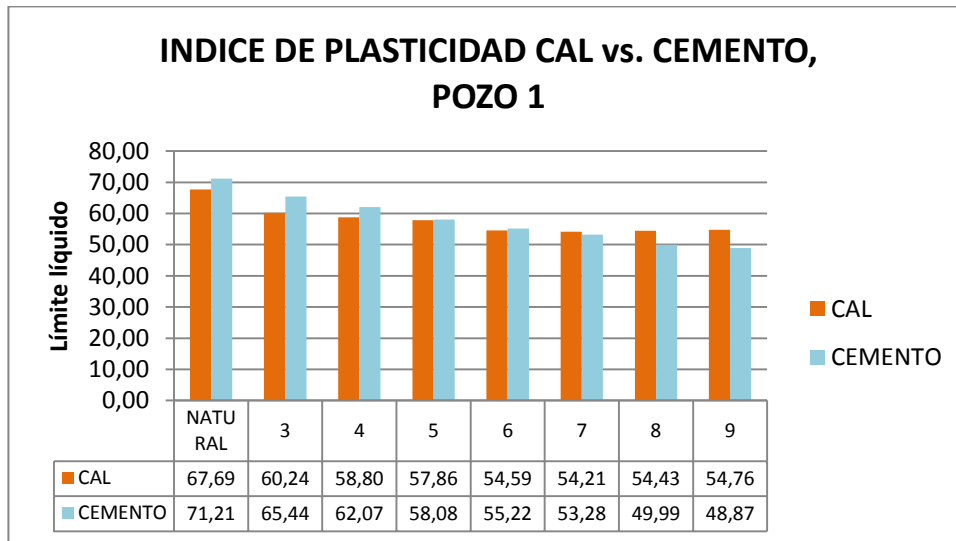


Figura 4.4: Comparación de índice de plasticidad cal vs. cemento, pozo 1.

PORCENTAJE	POZO 2					
	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO
NATURAL	99.25	103.5	31.83	30.22	67.42	73.28
3	91.2	101	33.25	40.39	57.95	60.61
4	90.8	100.3	33.62	41.83	57.18	58.47
5	90.4	99.6	34.32	44.84	56.08	54.76
6	89.9	99.1	35.61	45.58	54.29	53.52
7	89.8	98.99	36.40	48.28	53.40	50.71
8	89.9	98.5	36.35	49.50	53.55	49.00
9	89.85	97.5	36.43	51.04	53.42	46.46
10	-	97.1	-	49.75	-	47.35

Tabla 4.6: Resumen de límites de Atterberg en el pozo 2

ELABORADO POR: Angélica Sánchez

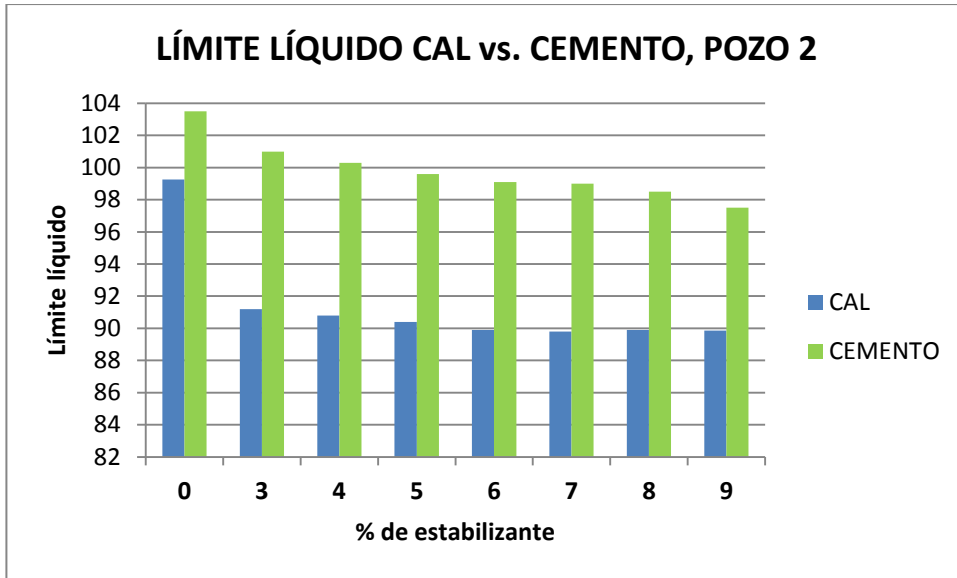


Figura 4.5: Comparación de límite líquido cal vs. cemento, pozo 2

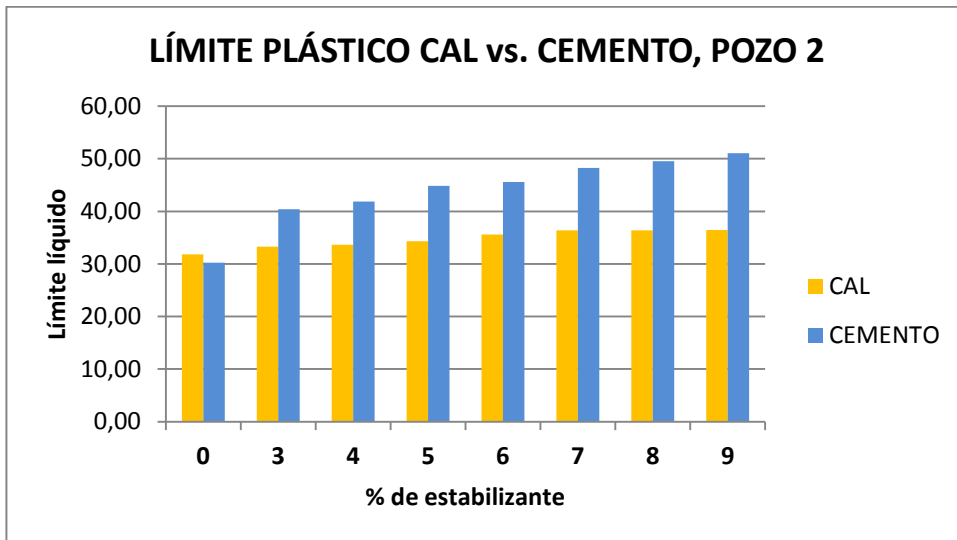


Figura 4.6: Comparación de límite plástico cal vs. cemento, pozo 2

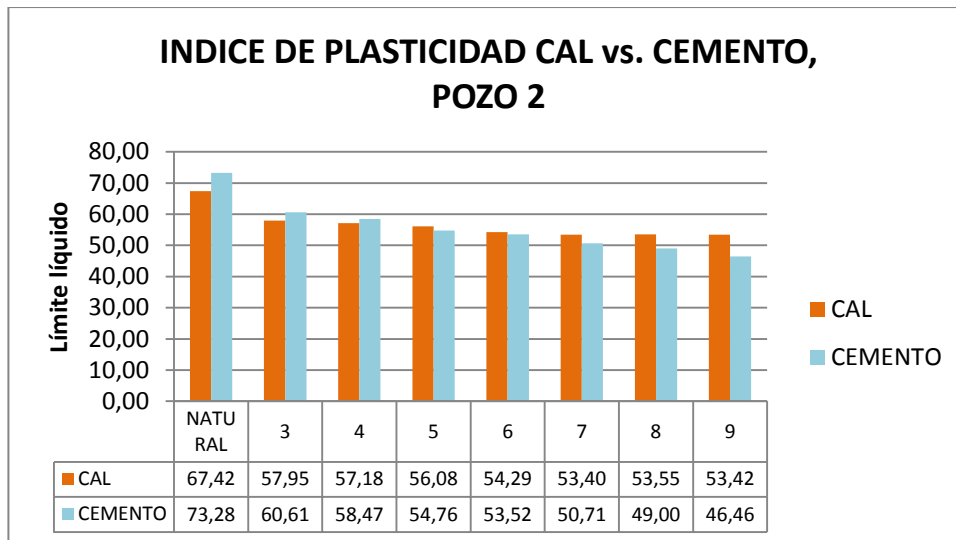


Figura 4.7: Comparación de índice de plasticidad cal vs. cemento, pozo 2.

PORCENTAJE	POZO 3					
	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO	CAL	CEMENTO
NATURAL	98.3	102.8	31.99	31.92	66.31	70.88
3	97.7	101.6	32.96	39.35	64.74	62.25
4	96	101.1	33.62	43.69	62.38	57.41
5	93.8	100.5	33.62	44.07	60.18	56.43
6	92.4	98.8	35.14	46.02	57.26	52.78
7	91	97.8	34.42	47.74	56.58	50.06
8	91.25	96.5	34.10	48.27	57.15	48.23
9	91.3	95.5	34.27	49.36	57.03	46.14
10	-	96.18	-	48.66	-	47.52

Tabla 4.7: Resumen de límites de Atterberg en el pozo 3

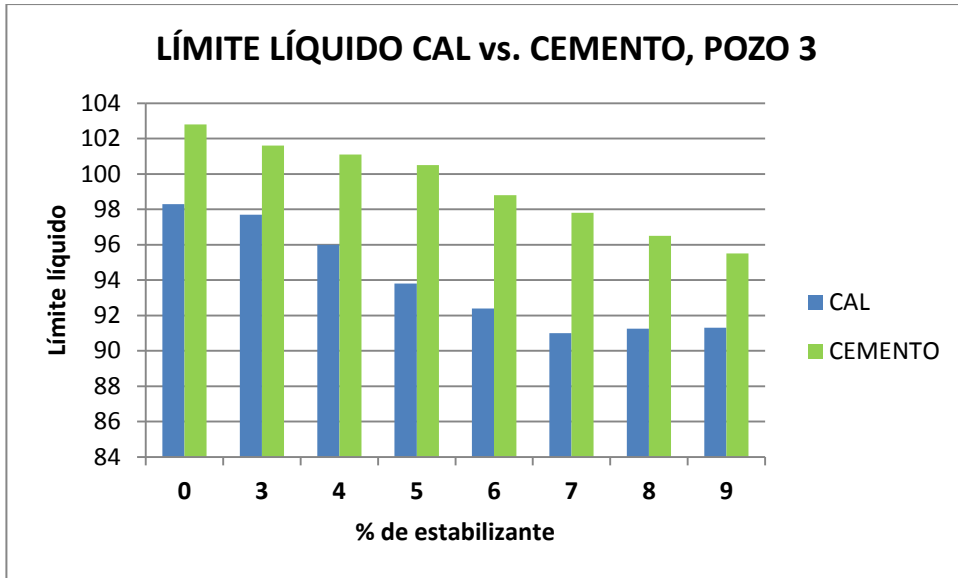


Figura 4.8: Comparación de límite líquido cal vs. cemento, pozo 3

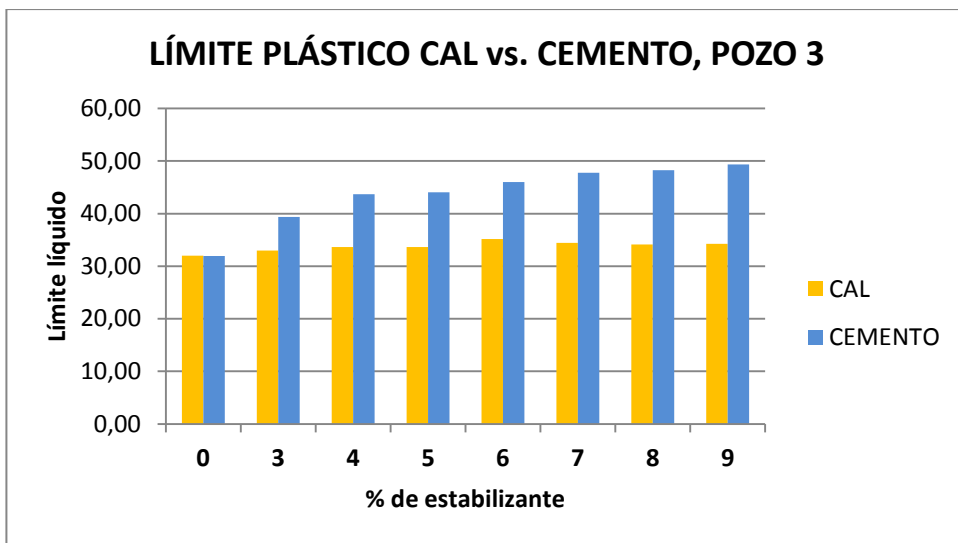


Figura 4.9: Comparación de límite plástico cal vs. cemento, pozo 3

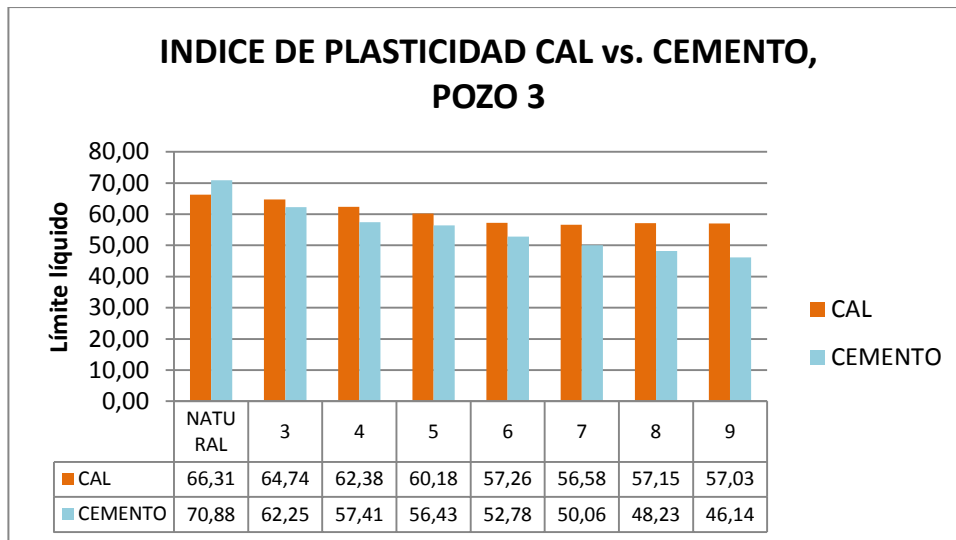


Figura 4.10: Comparación de índice de plasticidad cal vs. cemento, pozo 3

Se puede notar que con un 7% de cal y un 9% de cemento se logran obtener las mayores reducciones en el índice de plasticidad, pero también es necesario acotar que cuando se usa cemento se logra alcanzar valores del índice de plasticidad menores que con el uso de cal, tal es el caso, que cuando se utiliza un 4% de cemento ya se logra alcanzar el valor de índice de plasticidad encontrado con 6% o 7% de cal.

En el caso de los suelos analizados a 1m de profundidad utilizando cal viva como estabilizante se encuentra que con un porcentaje de 7% en función del peso seco de la muestra se consigue la mayor disminución del índice de plasticidad, tal como se muestra en la figura 4.11 en donde se analiza el índice de plasticidad vs. el porcentaje de estabilizante en el pozo 1 a la profundidad de 1m.

En la figura 4.12 se observan las variaciones en el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo perteneciente al pozo 1 a 1m de profundidad en función del incremento de estabilizante.

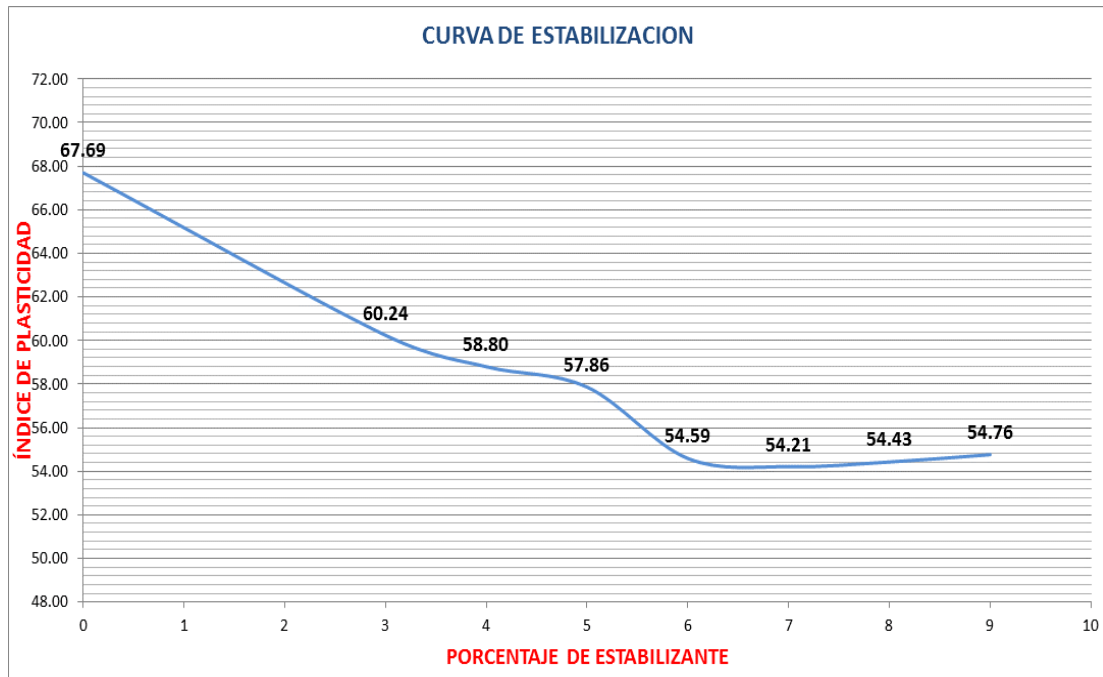


Figura 4.11: Curva de estabilización pozo 1, estabilizante 7% de cal

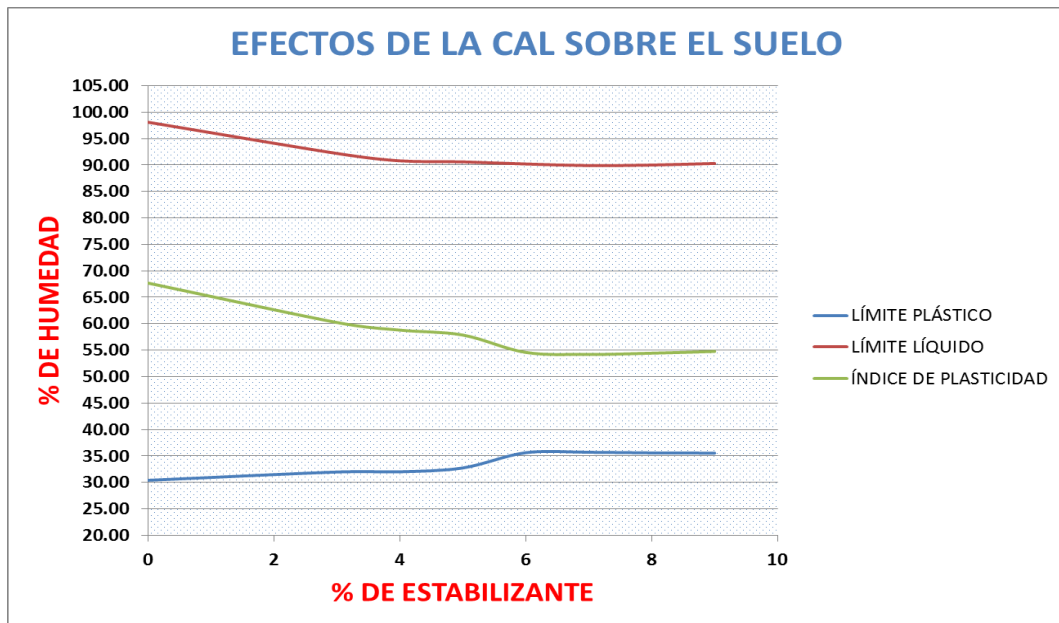


Figura 4.12: Efectos de la cal sobre el suelo pozo 1-1, estabilizante 7% de cal.

A continuación se presentan cuadros de resumen de los límites de consistencia con el porcentaje óptimo de estabilizante en cada uno de los tres pozos a 1m de profundidad utilizando cal.

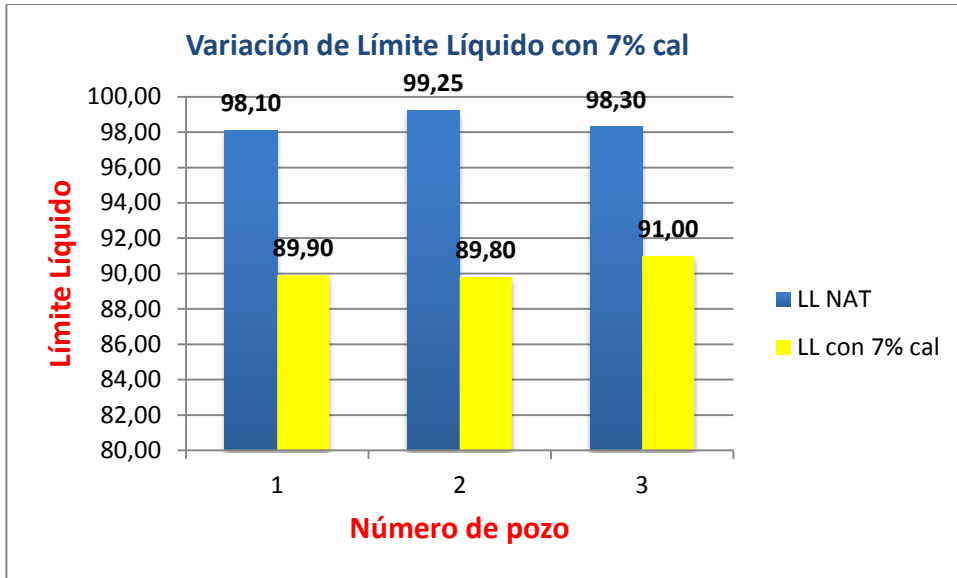


Figura 4.13: Variación de Límite Líquido a 1m de profundidad, 7% de cal.

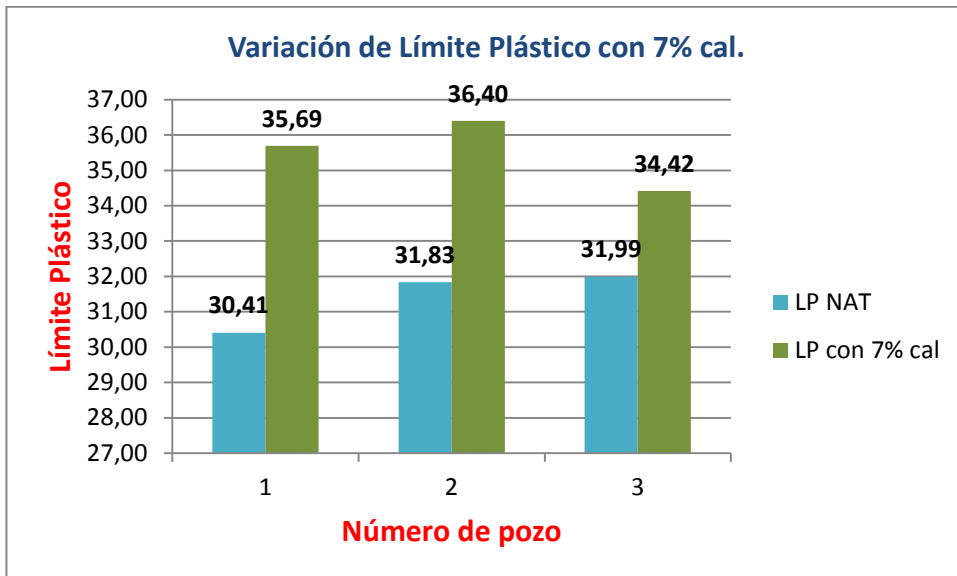


Figura 4.14: Variación del Límite Plástico a 1m de profundidad, 7% de cal.

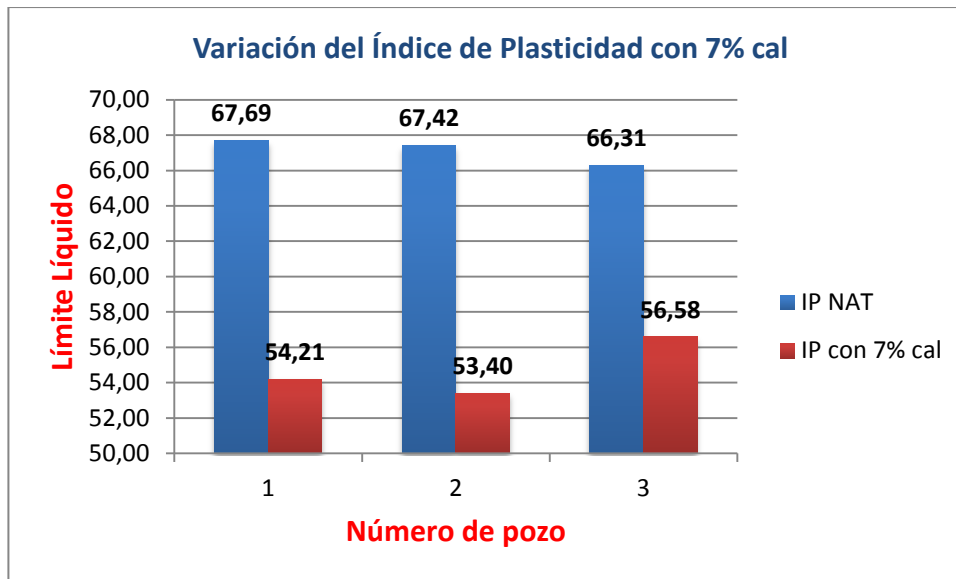


Figura 4.15: Variación del Índice de Plasticidad a 1m de profundidad, 7% de cal.

Mediante la incorporación de un 7% de cal al suelo se ha logrado obtener una reducción del 8.5 % en el límite líquido, un aumento en el límite plástico de 10% y en el índice de plasticidad se ha logrado una disminución del 11.5%

Para la profundidad a 2m se ha realizado una estabilización por medio de la adhesión de cemento portland puzolánico, la marca de cemento utilizado es el Cemento Selva alegre.

A medida que se agrega el porcentaje de estabilizante se puede ver una disminución en la humedad del suelo que es causada por la adhesión de una cantidad de material seco al suelo, cuando el estabilizante ha fraguado y se ha endurecido se puede ver un aumento en la resistencia mecánica del material, al igual que en el uso de cal se produce un efecto de floculación entre las partículas de suelo.

Al realizar los ensayos para determinar los límites de consistencia con los diferentes porcentajes de estabilizante que van del 3% al 10% se determinó que el porcentaje con el que se logró una mayor reducción del índice de plasticidad es con el 9%, como se muestra en la figura 4.16 perteneciente a los datos del pozo 1 a 2m de profundidad, se puede observar la variación del índice de plasticidad vs. el porcentaje de cemento añadido, y en la figura 4.17 se puede ver cómo se produce la modificación

de los límites líquido y de plasticidad a medida que aumenta el porcentaje del agente estabilizador que en el caso de la profundidad 2m ha sido el cemento.

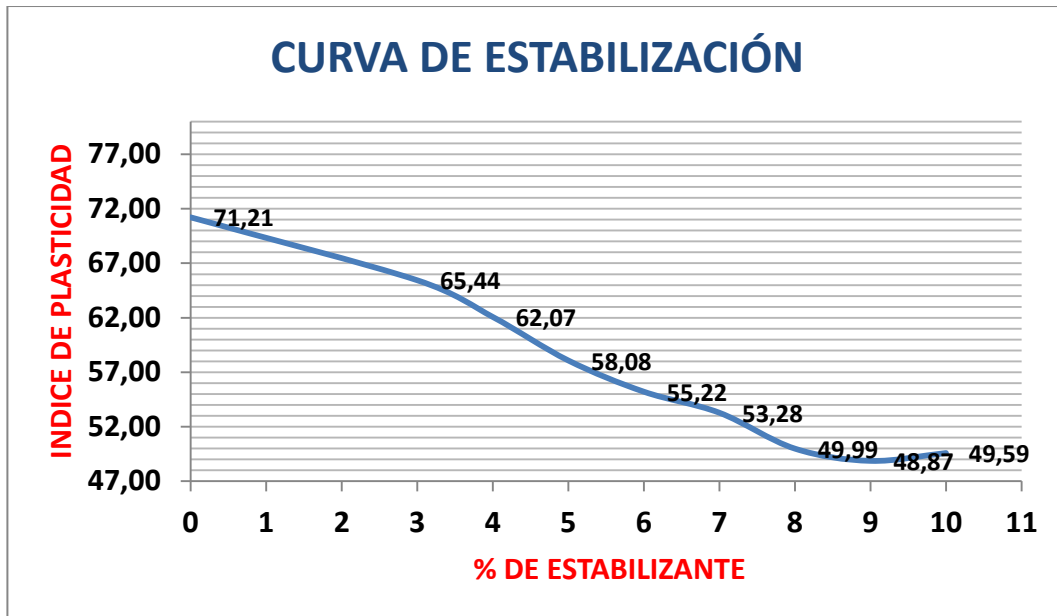


Figura 4.16: Curva de estabilización pozo 1-2m, estabilizante 9% de cemento

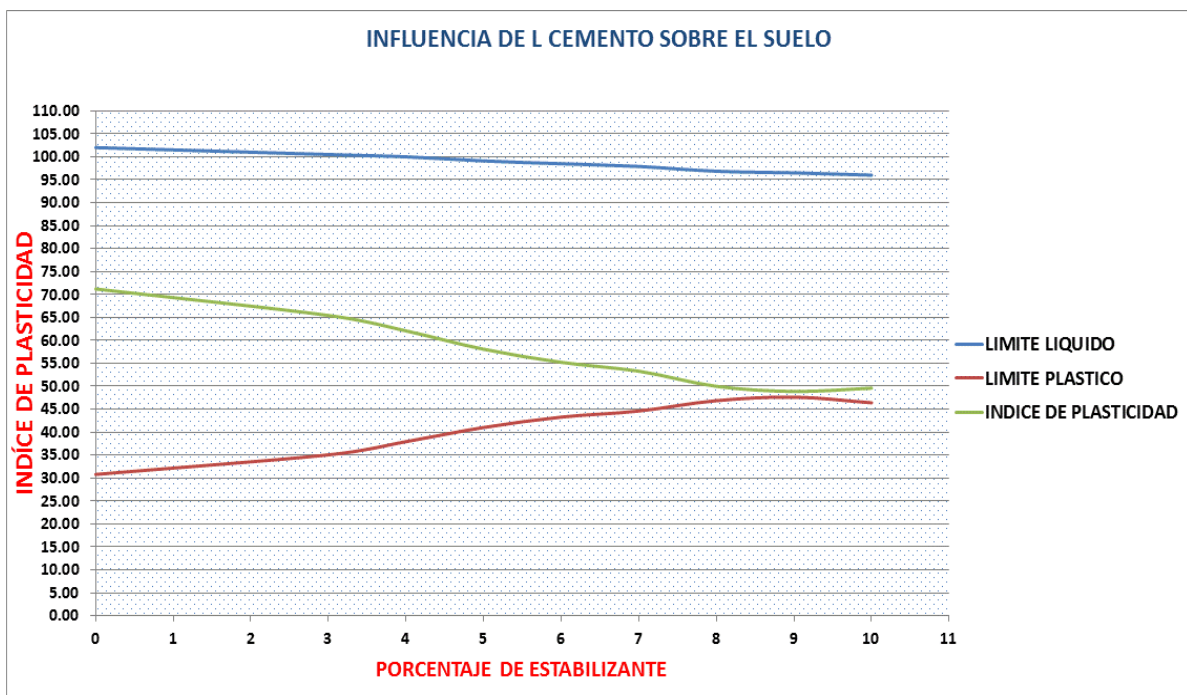


Figura 4.17: Efectos del cemento sobre el suelo pozo 1-2, estabilizante 9% de cemento.

A continuación se muestra la modificación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad cuando se ha agregado el 9% de cemento en función del peso seco.

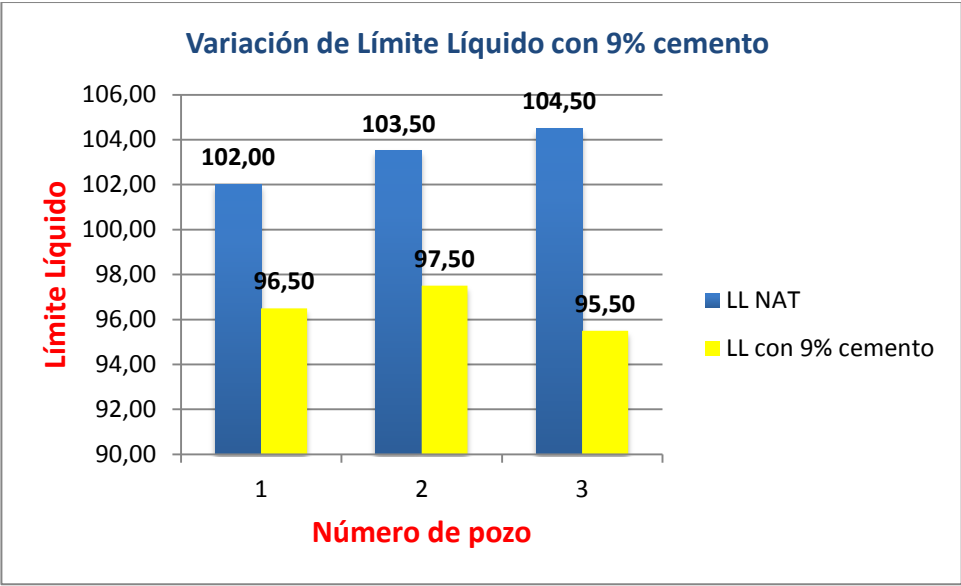


Figura 4.18: Variación de Límite Líquido a 2m de profundidad, 9% de cemento

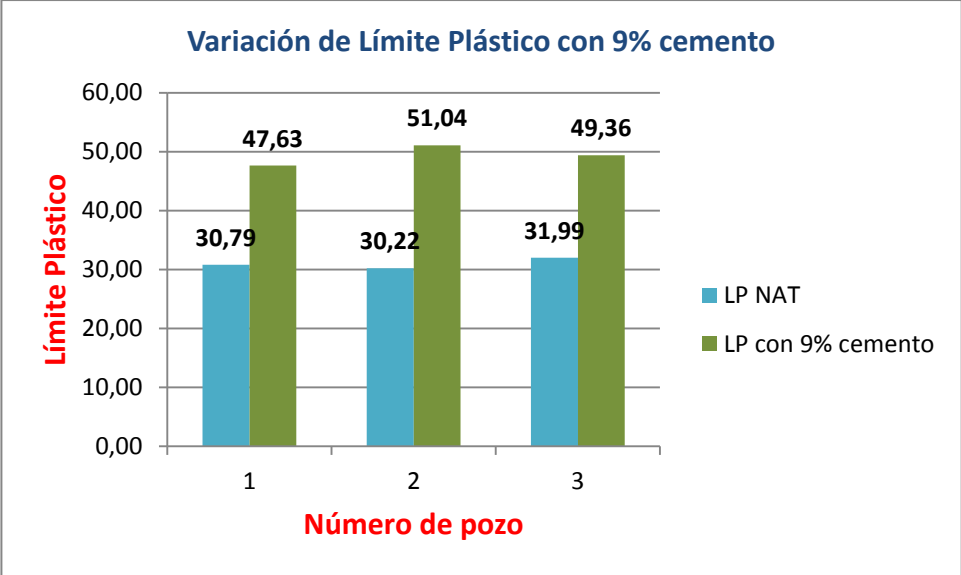


Figura 4.19: Variación de Límite Plástico a 2m de profundidad, 9% de cemento

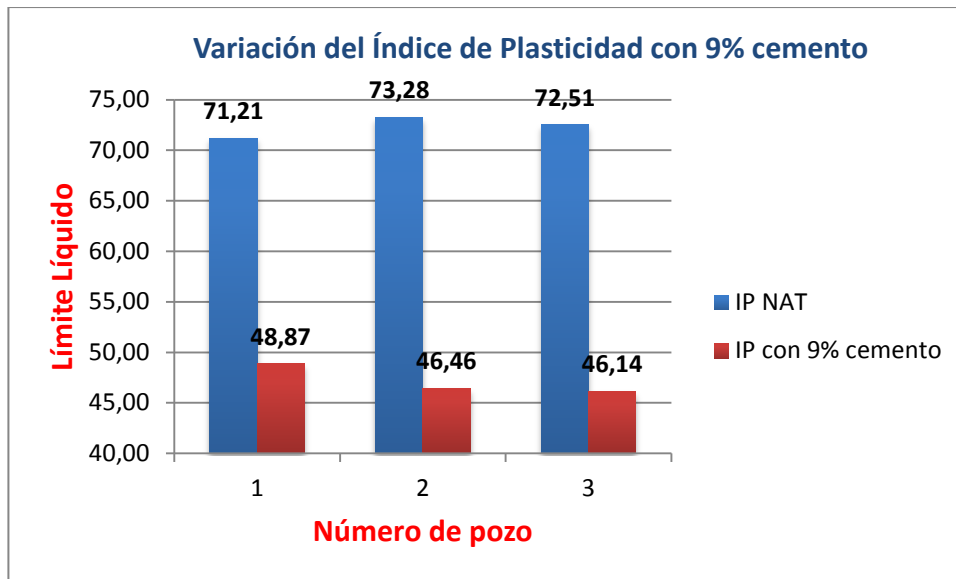


Figura 4.20: Variación del Índice de Plasticidad a 2m de profundidad, 9% de cemento.

Se ha producido una reducción del 6.5 % en el límite líquido, se genera un aumento del 60% en el límite plástico y en el índice de plasticidad se muestra una reducción del 33%.

4.1.4. Compactación

Se han generado cambios en la densidad seca máxima y la humedad óptima de los suelos ensayados a medida que se incrementa el porcentaje de estabilizante, se puede observar que la curva de compactación se corre hacia la derecha y hacia abajo. A continuación se presenta un resumen en el que se muestran las curvas de compactación en estado natural y con un porcentaje de estabilizante de 3, 5 y 7%.

- Pozo 1

PROFUNDIDAD	1m		2m	
	CAL		CEMENTO	
TIPO ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA %	DENSIDAD SECA MÁXIMA g/cm3	HUMEDAD ÓPTIMA %	DENSIDAD SECA MÁXIMA g/cm3
% ESTABILIZANTE				
NATURAL	31.0	1.355	31.5	1.354
3.00	32.2	1.322	35.0	1.291
5.00	33.2	1.291	37.8	1.260
7.00	33.4	1.280	40.0	1.217

Tabla 4.8: Datos de compactación en el pozo 1

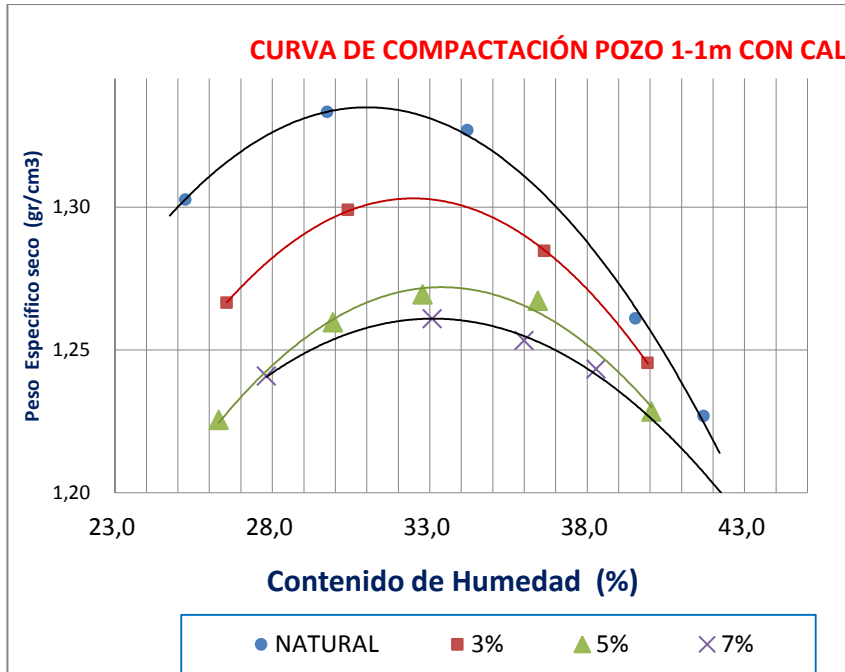


Figura 4.21: Curva de compactación pozo 1-1m con cal como estabilizante.

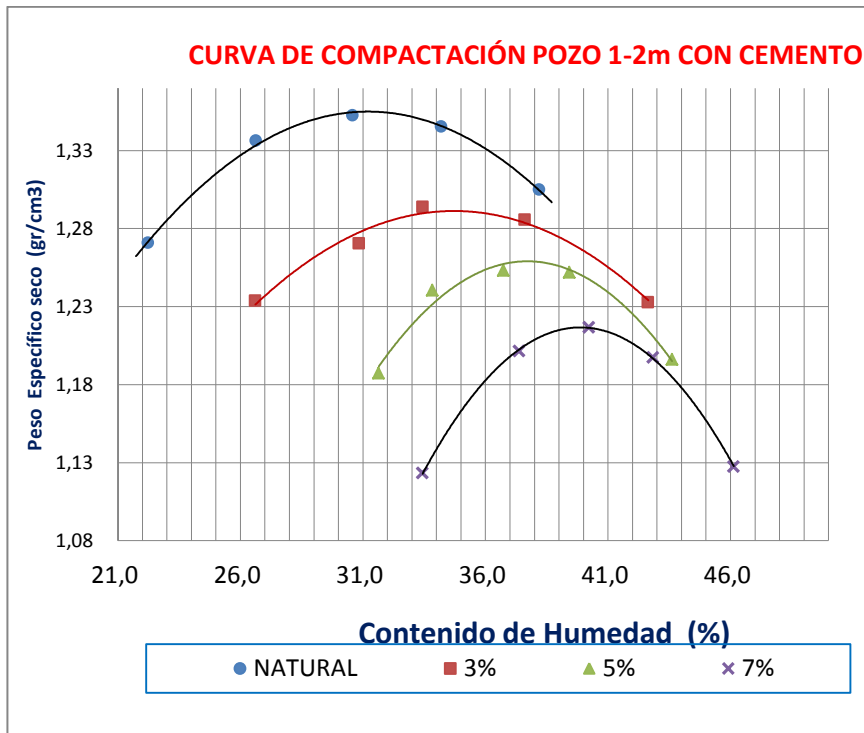


Figura 4.22: Curva de compactación pozo 1-2m con cemento como estabilizante.

- Pozo 2

POZO 2

PROFUNDIDAD	1m		2m	
TIPO ESTABILIZANTE	CAL		CEMENTO	
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA %	DENSIDAD SECA MÁXIMA g/cm ³	HUMEDAD ÓPTIMA %	DENSIDAD SECA MÁXIMA g/cm ³
NATURAL	31.2	1.355	31.0	1.350
3.00	33.0	1.319	35.7	1.291
5.00	33.1	1.295	37.0	1.261
7.00	33.4	1.282	39.5	1.201

Tabla 4.9: Datos de compactación próctor estándar pozo 2.

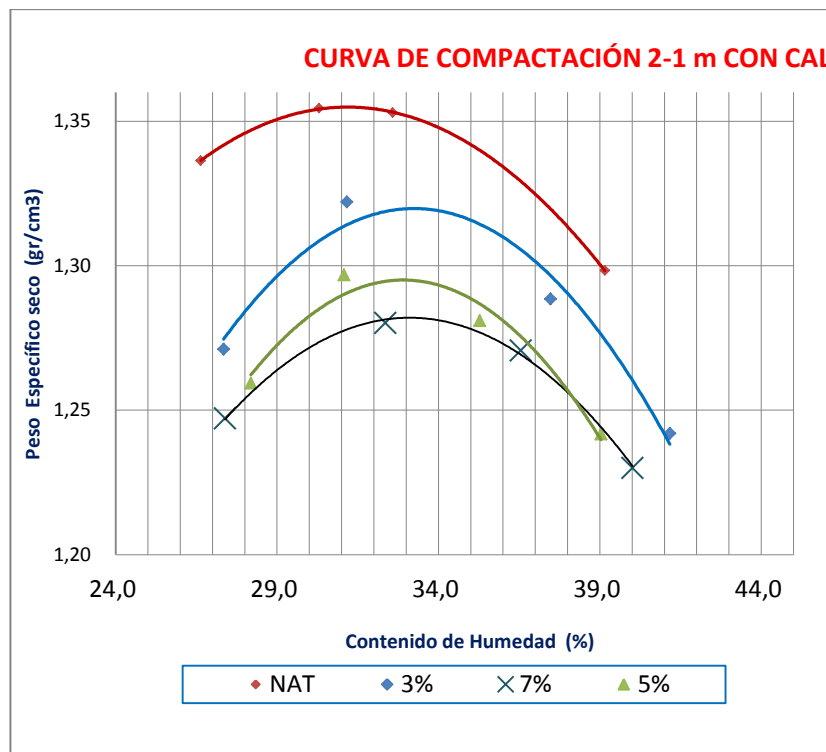


Figura 4.23: Curva de compactación pozo 2-1m con cal como estabilizante

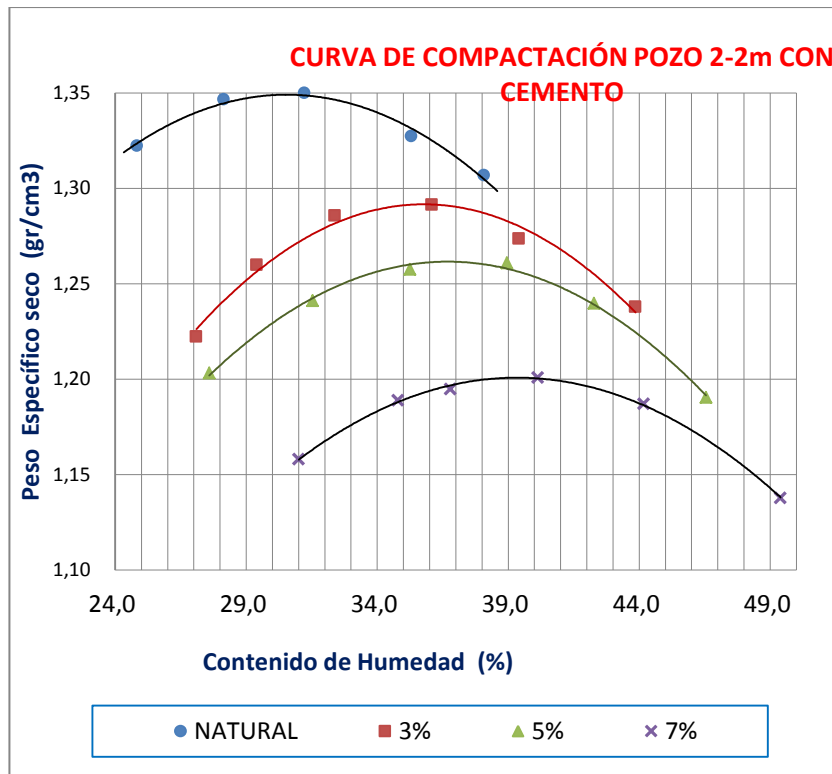


Figura 4.24: Curva de compactación pozo 2-2m con cemento como estabilizante

○ Pozo 3

POZO 3

PROFUNDIDAD	1m		2m	
TIPO ESTABILIZANTE	CAL		CEMENTO	
% ESTABILIZANTE	HUMEDAD ÓPTIMA %	DENSIDAD SECA MÁXIMA g/cm3	HUMEDAD ÓPTIMA %	DENSIDAD SECA MÁXIMA g/cm3
NATURAL	31.8	1.353	31	1.345
3.00	32.2	1.302	36	1.293
5.00	32.8	1.289	37.5	1.255
7.00	33.5	1.28	39.5	1.202

Tabla 4.10: Datos de compactación próctor estándar pozo 3-1m, estabilizante cal

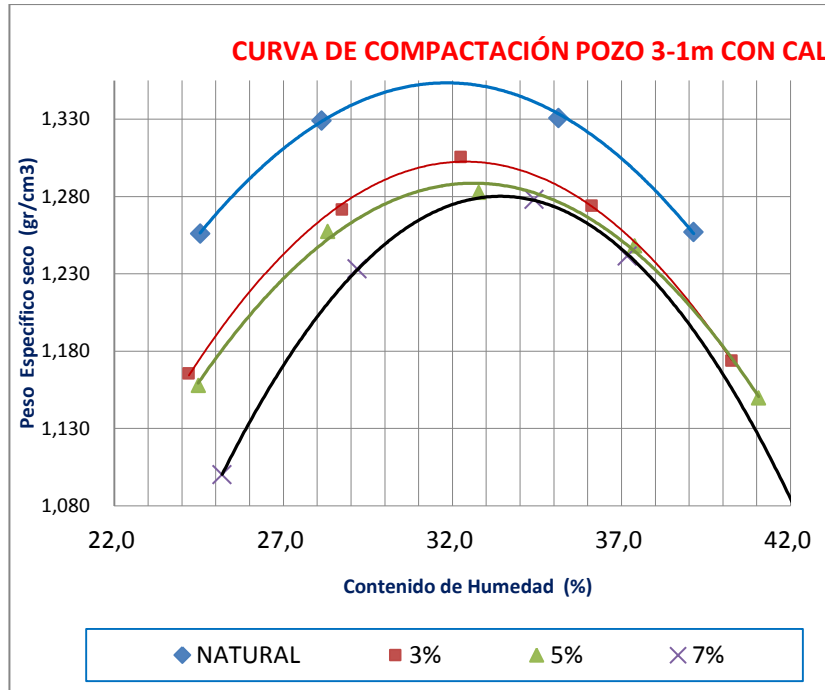


Figura 4.25: Curva de compactación pozo 3-1m con cal como estabilizante

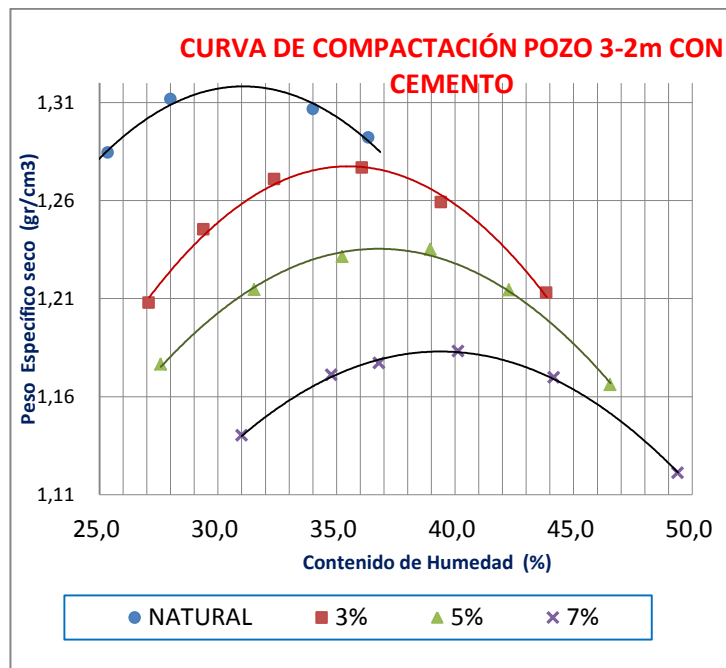


Figura 4.26: Curva de compactación pozo 3-2m con cemento como estabilizante

Se puede observar que cuando se agrega como estabilizante cemento al suelo se produce una mayor reducción de la densidad seca máxima que si se agrega cal, y también se nota un mayor aumento en la humedad óptima de compactación.

4.1.5. Presión de hinchamiento

La presión de hinchamiento es aquella necesaria para lograr que no se produzca un cambio en el volumen del suelo, esta puede ser obtenida por métodos indirectos basándose en las gráficas presentadas por Vijayvergiya y Ghazzaly (1973) en función del Índice $I_{LL} = \text{Humedad natural} / \text{Límite líquido}$ líquido

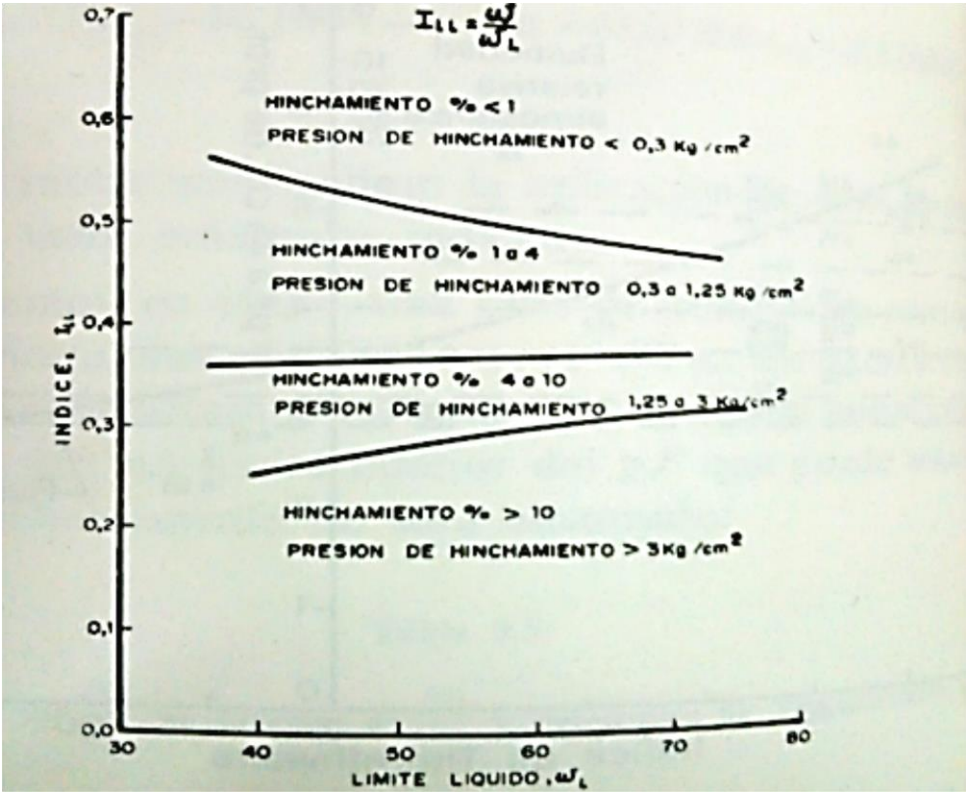


Figura 4.27: Relación entre la humedad natural y el límite líquido en arcillas expansivas, según Vijayvergiya y Ghazzaly (1973)

FUENTE: JIMENEZ José, Geotecnia y Cimientos Tomo III, 1975

En base al estudio del autor antes citado se presentan los siguientes valores para presión de hinchamiento en estado natural.

PROFUNDIDAD (m)	POZO	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE LIQUIDEZ	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO kg/cm ²
1.00	1	98.1	0.256	> a 3
	2	99.25	0.322	1.25 a 3
	3	99.80	0.321	1.25 a 3
2.00	1	102.00	0.296	1.25 a 3
	2	103.5	0.303	1.25 a 3
	3	102.8	0.292	1.25 a 3

Tabla 4.11: Valores de presión de hinchamiento en base al límite líquido y humedad natural

Se puede tener una referencia del potencial expansivo del suelo en función de la presión de hinchamiento que este genera.

Para evaluar cómo se produce un cambio en la capacidad expansiva del suelo se han realizado ensayos de presión de hinchamiento en cada una de los pozos de estudio; a 1 m se colocó cal viva y a 2m se ha añadido cemento como estabilizante en porcentajes de 3,5 y 7%. A continuación se presenta una evaluación de los datos recogidos.

POZO	% ESTABILIZANTE	1.00 m			2.00 m		
		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kg/cm ²)	PRESIÓN (KPa)	% DE REDUCCIÓN	CEMENTO		
					PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kg/cm ²)	PRESIÓN (KPa)	% DE REDUCCIÓN
1	0	1.683	165.05	-	1.96	192.24	-
	3	1.240	121.64	26	1.17	114.78	40
	5	0.928	91.04	45	0.80	78.48	59
	7	0.669	65.62	60	0.38	37.76	80

Tabla 4.12: Análisis de la reducción de presión de hinchamiento en el pozo 1.

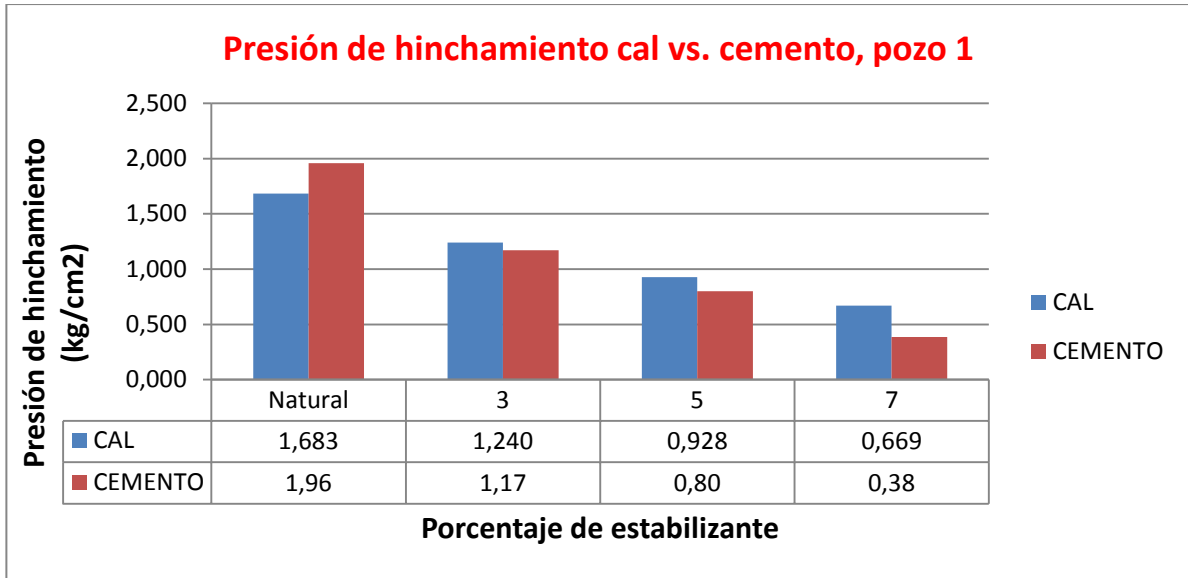


Figura 4.28: Variación de la presión de hinchamiento cal vs. cemento en el pozo 1.

POZO	% ESTABILIZANTE	CAL			CEMENTO		
		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kg/cm2)	PRESIÓN (KPa)	% DE REDUCCIÓN	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kg/cm2)	PRESIÓN (KPa)	% DE REDUCCIÓN
2	Natural	1.435	140.82	-	1.89	185.08	-
	3	1.160	113.84	31	1.24	121.75	37
	5	0.772	75.76	54	0.48	46.98	76
	7	0.691	67.78	59	0.33	32.60	83

Tabla 4.13: Análisis de la reducción de presión de hinchamiento en el pozo 2.

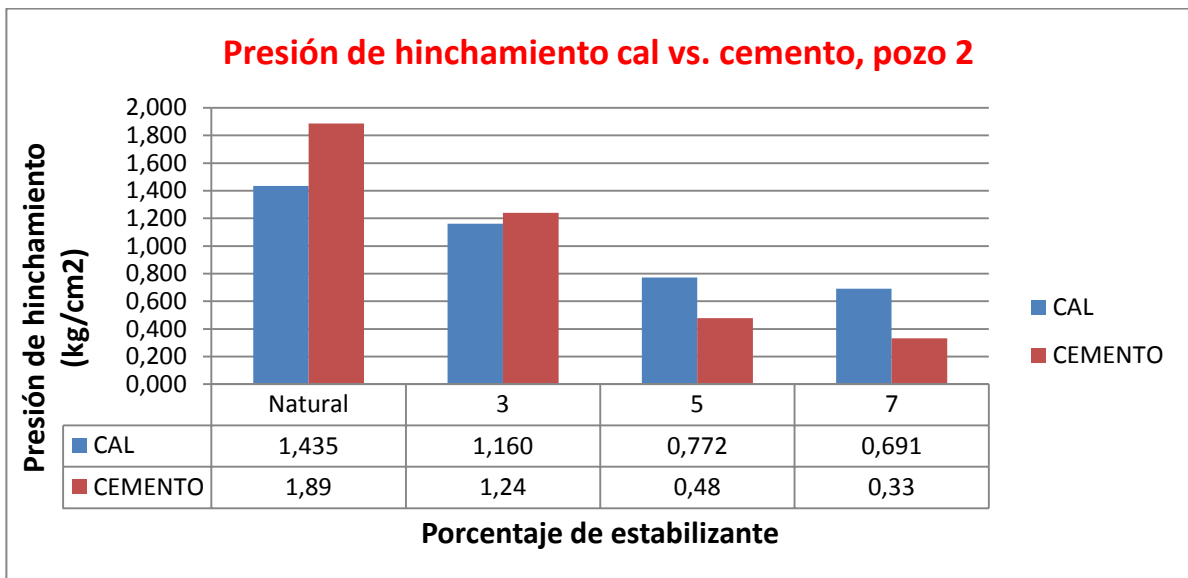


Figura 4.29: Variación de la presión de hinchamiento cal vs. cemento en el pozo 2.

POZO	% ESTABILIZANTE	CAL			CEMENTO		
		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kg/cm ²)	PRESIÓN (KPa)	% DE REDUCCIÓN	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kg/cm ²)	PRESIÓN (KPa)	% DE REDUCCIÓN
3	Natural	1.294	126.96	-	2.04	199.87	-
	3	1.077	105.69	36	1.00	97.81	49
	5	0.874	85.69	48	0.74	72.75	62
	7	0.712	69.83	58	0.41	39.87	79

Tabla 4.14: Análisis de la reducción de presión de hinchamiento en el pozo 3.

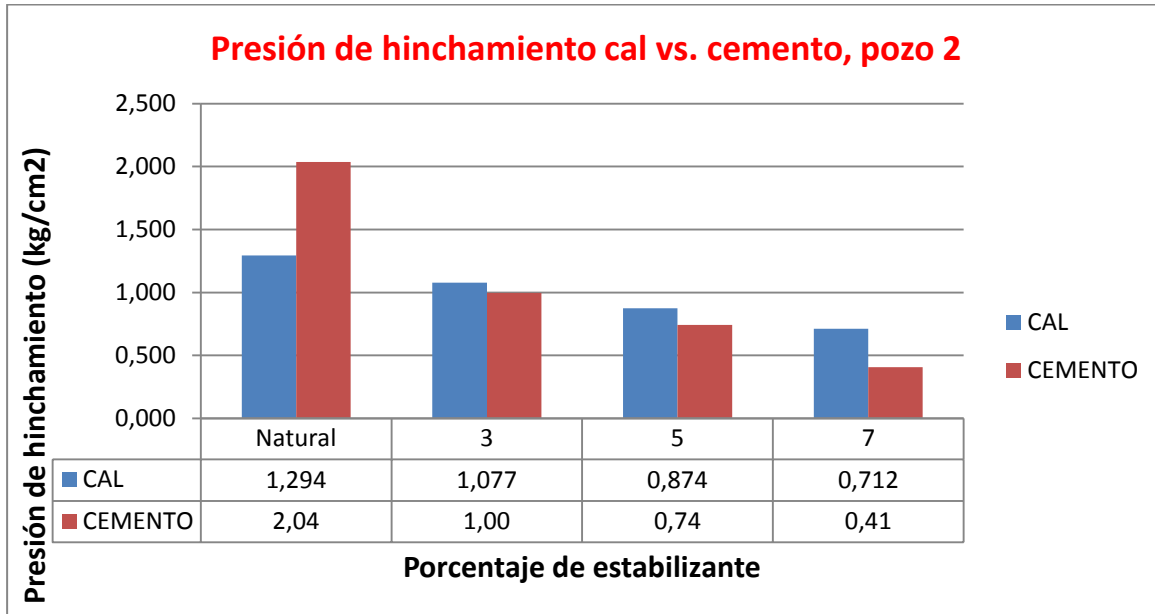


Figura 4.30: Variación de la presión de hinchamiento cal vs. cemento en el pozo 3.

Se observa que mediante el uso de cemento se logra una mayor reducción de la presión de hinchamiento; a continuación se muestra la comparación de la reducción de la presión de hinchamiento en cada pozo con cal y con cemento.

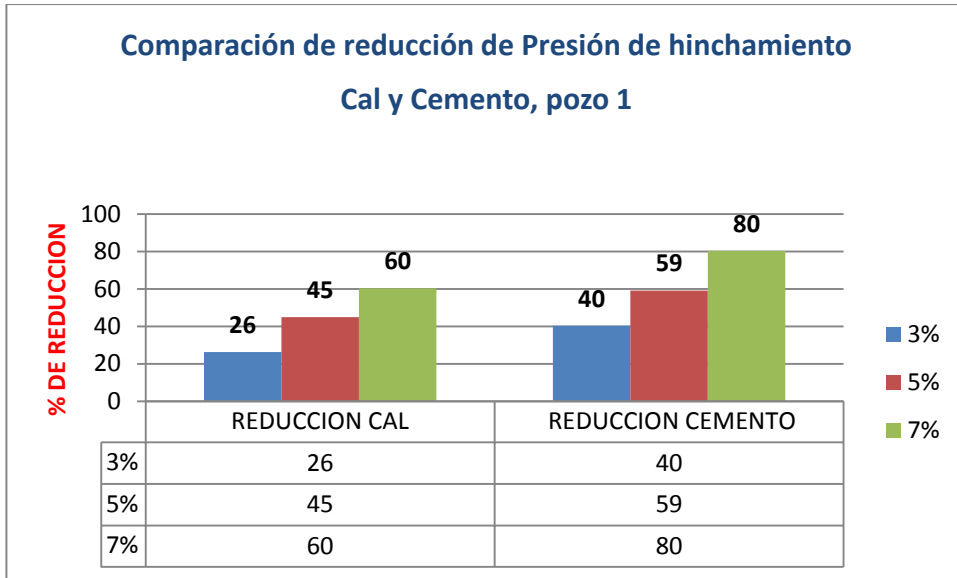


Figura 4.31: Comparación entre el porcentaje de reducción de presión de hinchamiento con y Cal y con Cemento, pozo 1.

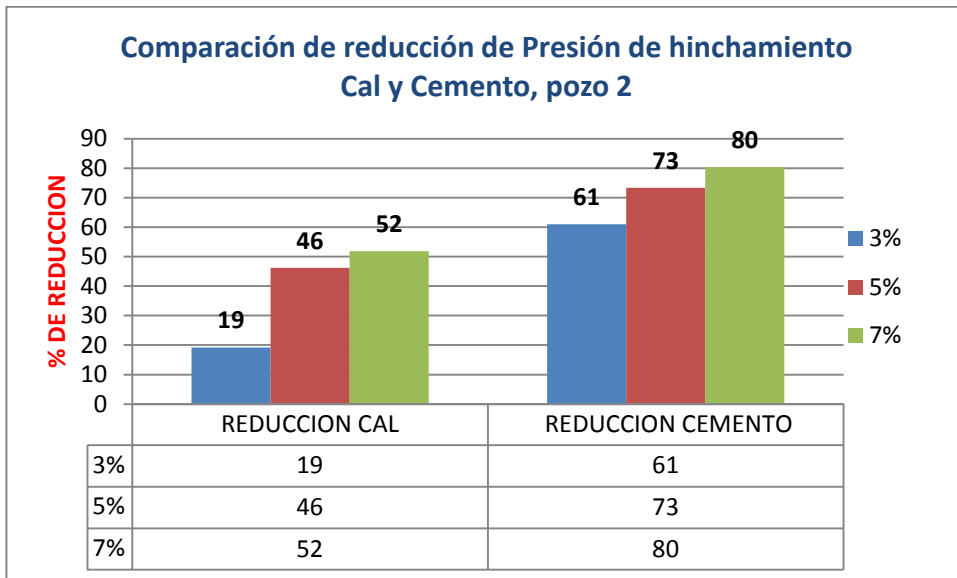


Figura 4.32: Comparación entre el porcentaje de reducción de presión de hinchamiento con y Cal y con Cemento pozo 2

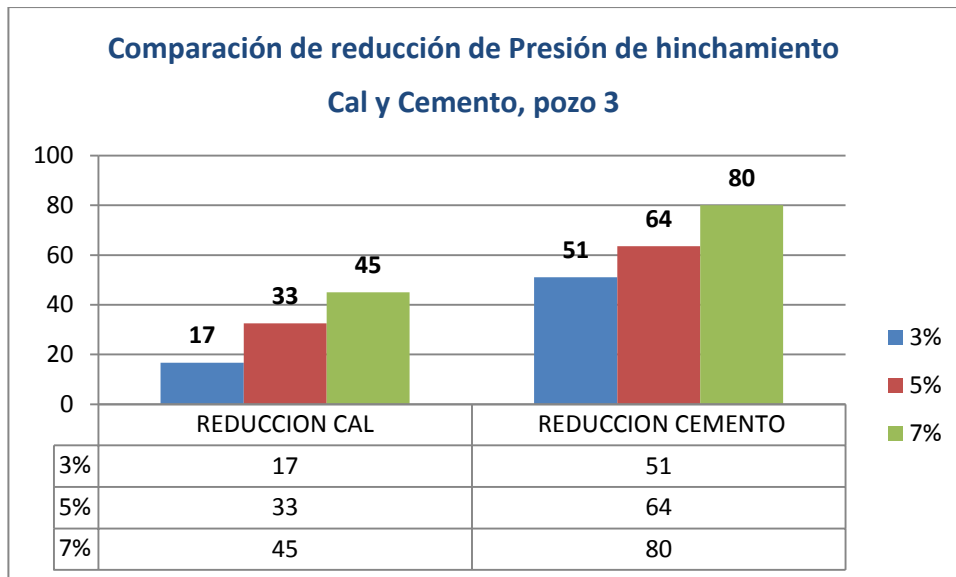


Figura 4.33: Comparación entre el porcentaje de reducción de presión de hinchamiento con y Cal y con Cemento pozo 3.

Como se puede observar con un porcentaje de apenas 3% de cemento se logra una reducción en la presión de hinchamiento que va desde el 40 al 60% en cambio con el uso de un porcentaje del 7% de cal recién se alcanza una reducción de un 45 al 60%, por tal motivo es necesario realizar un estudio del costo del tratamiento con cada estabilizante para determinar cuál será el más económico.

4.1.6. Hinchamiento libre

En base al porcentaje de estabilizante que se ha agregado al suelo se nota una disminución del porcentaje de hinchamiento tanto con el uso de cal como con cemento.

El ensayo de expansión libre es el ensayo más representativo para determinar el potencial expansivo de un suelo. Es importante plantear con concepto de Índice de expansión **E_i** el cual se presenta como la relación entre el cambio de altura de una probeta y su altura inicial cuando se aplica sobre

esta una presión de 6.9 KPa y posteriormente se coloca agua hasta alcanzar la saturación de la muestra.

El índice de expansión provee una indicación del potencial expansivo del suelo. Se determina de esta

manera:

$$EI = \frac{\Delta H}{H1} \times 1000$$

Donde:

EI = Índice de expansión

$\Delta H = H1 - H2$

H1 = Altura inicial de la muestra mm

H2 = Altura final de la muestra mm

Fórmula 4.1 Índice de expansión EI

En la norma ASTM D4829 – 11: Standard Test Method for Expansion Index of Soils se muestran los criterios para clasificar al suelo en base a su índice de expansión EI.

Índice de expansión, EI	Potencial de expansión
0-20	Muy bajo
21-50	Bajo
51-90	Medio
91-130	Alto
>130	Muy alto

Tabla 4.15: Clasificación del potencial de expansión de suelos usando EI

FUENTE: Norma ASTM D4829: Standard Test Method for Expansion Index of Soils

Con todos los parámetros analizados como son los límites de Atterberg, el contenido de arcilla, , el Índice de expansión EI, la presión de hinchamiento.

Typical Soil Properties versus Expansion potential

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INDICE DE EXPANSIÓN EI	0-20	21-50	51-90	91-130	130+
CONTENIDO DE ARCILLA (<0.002mm)	0-10%	10-15%	15-25%	25-35%	35-100%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0-10	10-15	15-25	25-35	35+
% DE EXPANSIÓN @ 6.9KPa	0-2	2-4	4-7	7-12	12+

Tabla 4.16: Typical Soil properties versus Expansion potential

FUENTE: DAY Robert W, Geotechnical engineer’s portable handbook, 2000.

Correlations whit common soil tests (Adapted from Holtz 1969 an Gibbs 1969)

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	INDICE DE PLASTICIDAD	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO
BAJO	<18	>15	<39
MEDIO	15-28	10-16	39-50
ALTO	25-41	7-12	50-63
MUY ALTO	>35	<11	>63

Tabla 4.17: Correlations whit common soil tests (Adapted from Holtz 1969 an Gibbs 1969)

FUENTE: CODUTO Donald P, Geotechnical engineering Principles and Practice, 1999.

GRADO	EXPANSIVIDAD	FINOS %	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE LAMBE KPa	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO KPa	HINCHAMIENTO LIBRE %
I	BAJA	<30	<35	<80	<25	<1
II	BAJA A MEDIA	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
III	MEDIA A ALTA	60-95	50-65	150-230	125-300	4-10
IV	MUY ALTA	>95	>65	>230	>300	>10

Tabla 4.18: Clasificación de potencial expansivo en base al % de finos, límites de consistencia, índice de Lambe, presión de hinchamiento y porcentaje de hinchamiento libre

FUENTE: GONZALES DE VALLEJO, L.. *Ingeniería Geológica*(2004)

Prof.	Pozo N°	W nat.	% Arcilla	IP	LL	LC	INALTERADA						REMOLDEADA					
							W inicial	Y d	%S inicial	PH (kg/cm 2)	% de expansión	Potencial hinchamiento	W inicial	Y d	%S inicial	PH (kg/cm 2)	% de expansión	Potencial hinchamiento
1	1	25.1	45	67.69	98.10	10.92	16.34	1.491	56	1.02	8.81	ALTO	17.52	1.373	49.9	1.68	9.82	ALTO
	2	31.9	42	67.42	99.25	13.44	16.74	1.472	56	1.15	6.365	MEDIO	17.36	1.373	50	1.44	8.02	ALTO
	3	29.6	42	66.31	98.30	12.95	16.72	1.462	55	1.16	8.912	ALTO	17.85	1.361	50.1	1.29	9.03	ALTO
2	1	30.2	56	71.21	102.00	9.20	14.98	1.496	50	1.52	8.13	ALTO	17.56	1.39	50.35	1.96	13.6	ALTO
	2	31.4	56	73.28	103.50	8.97	18.59	1.438	57	1.34	8.83	ALTO	17.63	1.392	50.65	1.89	15.1	ALTO
	3	30.1	59	72.51	104.50	8.74	18.82	1.455	59	1.36	11.6	ALTO	17.46	1.393	50.06	2.04	12.8	ALTO

Tabla 4.19: Clasificación del potencial de expansión del suelo en base a LL, IP, LC, % de arcilla, Presión de hinchamiento, Índice de expansión.

Se presentan a continuación los datos recogidos después de realizados los ensayos de hinchamiento libre en cada uno de los pozos, utilizando a 1m de profundidad Cal viva y a 2m de profundidad Cemento Portland puzolánico, en porcentajes crecientes de 3,5, y 7%.

PROFUNDIDAD (m)		1							2						
TIPO DE ESTABILIZANTE		CAL							CEMENTO						
% ESTABILIZANT	N°	W nat.	W inicial	Y d (g/cm3)	%So	PH (kg/cm2)	% EX	Potencial hinchamiento	W nat.	W inicial	Y d (g/cm3)	%So	PH (kg/cm2)	% EX	Potencial hinchamiento
3	1	25.1	18.47	1.365	52	1.24	7.34	MEDIO	30.2	18.55	1.361	51	1.17	6.58	MEDIO
	2	31.9	18.14	1.345	50	1.16	6.99	MEDIO	30.2	19.36	1.334	51	1.24	6.41	MEDIO
	3	29.6	18.56	1.357	52	1.08	7.49	MEDIO	30	19.37	1.343	52	1	4.79	MEDIO
5	1	25.09	18.52	1.331	50	0.93	5.76	MEDIO	30.24	19.49	1.32	50	0.8	4.9	MEDIO
	2	31.93	18.47	1.343	51	0.77	5.31	MEDIO	30.22	20.1	1.315	52	0.48	2.51	BAJO
	3	29.63	18.7	1.346	51	0.87	6.09	MEDIO	30.05	20.39	1.306	51	0.74	2.68	BAJO
7	1	25.09	18.9	1.33	50	0.67	3.27	BAJO	30.24	19.97	1.295	50	0.38	1.49	MUY BAJO
	2	31.93	18.64	1.324	50	0.69	4.24	BAJO	30.22	20.64	1.293	51	0.33	1.53	MUY BAJO
	3	29.63	18.97	1.337	51	0.71	4.83	BAJO	30.05	20.66	1.294	51	0.41	2.18	MUY BAJO

Tabla 4.20: Hinchamiento libre con 3, 5 y 7% de estabilizante

Como se puede analizar hay una mayor reducción del índice de hinchamiento cuando se hace uso del cemento como agente estabilizador, y se logra reducir de mejor manera el potencial de hinchamiento del suelo.

POZO	% ESTABILIZANTE	CAL			CEMENTO		
		% DE HINCHAMIENTO	EI	% DE REDUCCIÓN	% DE HINCHAMIENTO	EI	% DE REDUCCIÓN
1	Natural	9.815	98.15	0	13.61	136.11	0
	3	7.338	73.38	25	6.58	65.82	52
	5	5.761	57.61	41	4.90	49.00	64
	7	3.268	32.68	67	1.49	14.94	89

Tabla 4.21: Análisis del hinchamiento libre en el pozo 1.

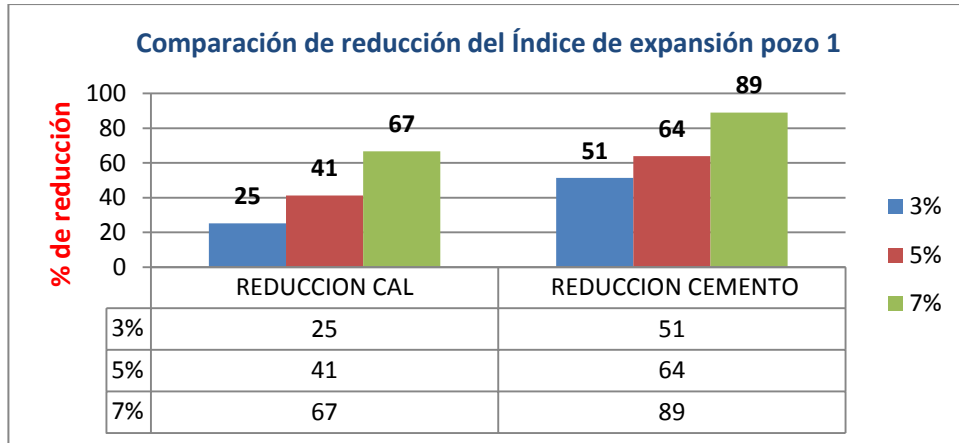


Figura 4.34: Variación del índice de expansión cal vs. cemento pozo 1

POZO	% ESTABILIZANTE	CAL			CEMENTO		
		% DE HINCHAMIENTO	EI	% DE REDUCCIÓN	% DE HINCHAMIENTO	EI	% DE REDUCCIÓN
2	Natural	8.233	82.33	0	15.172	151.72	0
	3	6.985	69.85	15	6.415	64.15	58
	5	5.31	53.14	35	2.507	25.07	83
	7	4.224	42.24	49	1.528	15.28	90

Tabla 4.22: Análisis del hinchamiento libre en el pozo 2.

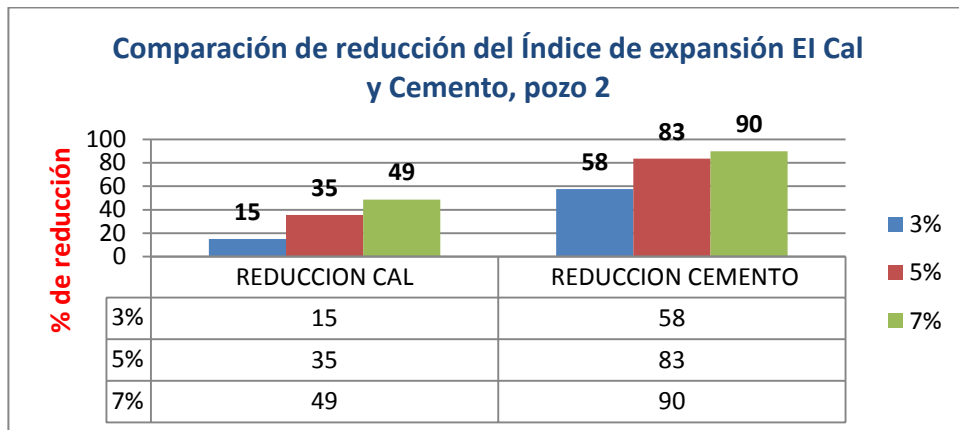


Figura 4.35: Variación del índice de expansión cal vs. cemento pozo 2.

POZO	% ESTABILIZANTE	CAL			CEMENTO		
		% DE HINCHAMIENTO	EI	% DE REDUCCIÓN	% DE HINCHAMIENTO	EI	% DE REDUCCIÓN
3	Natural	9.032	90.32	0	12.792	127.92	0
	3	7.493	74.93	24	4.791	47.91	63
	5	6.085	60.85	38	2.682	26.82	79
	7	4.834	48.34	51	2.189	21.89	83

Tabla 4.23: Análisis del hinchamiento libre en el pozo 3.

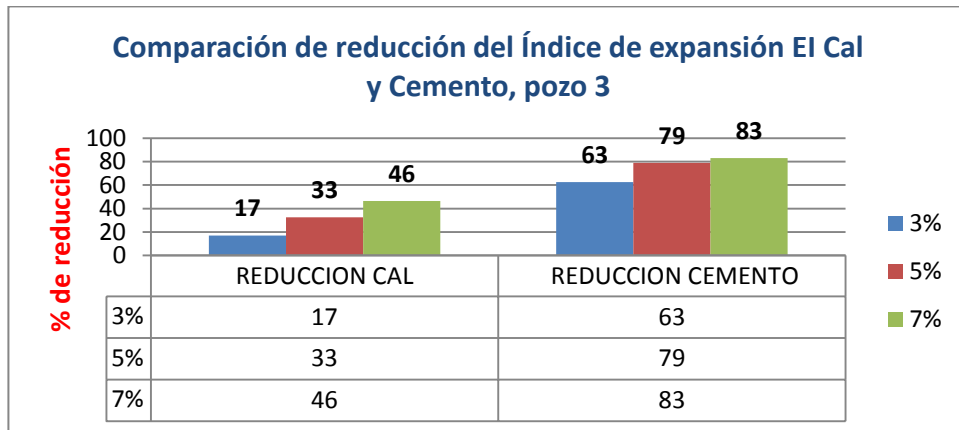


Figura 4.36: Variación del índice de expansión cal vs. cemento pozo 3.

Para citar un ejemplo en el pozo número 1; se tienen que con un porcentaje de cal apenas se alcanza una reducción de un 25% en el índice de expansión EI, cuando con cemento con un porcentaje de 3% ya se logra una disminución de 46%, con un 5% de cal recién se alcanza una reducción de 41% en el índice de expansión. Por tanto será necesario analizar cuál es el tratamiento más efectivo y económico.

Cuando se coloca un porcentaje de 3% de cal en el suelo se logra una reducción del índice de hinchamiento que va de 15 a 25%, con cemento en cambio se logra una disminución que se encuentra entre 46 a 63%; si se adhiere un porcentaje de 5% se alcanza una reducción de 33 a 41% con cal y con cemento esta disminución va desde 64 a 83%; haciendo uso de un porcentaje de 7% de cal se el índice de expansión se ve disminuido en rango de 67 a 46% y con cemento la disminución se alcanza a razón de 86 a 90%.

5. Capítulo 5: Análisis de costos

El presente capítulo tiene por objetivo la comparación de parámetros económicos, tomando en cuenta que este factor podría ser determinante al momento de seleccionar el mejor tratamiento para estabilizar al material estudiado.

Se tienen que acotar que el estudio posteriormente presentado no se proyecta para determinar los costos de un diseño vial, sino servirá como referencia para identificar el costo del mejoramiento del material en función de reducir la capacidad de cambio volumétrico del suelo.

El rubro que se analiza es el de relleno y compactación con material de mejoramiento, en cada caso se ha agregado el porcentaje en peso seco de estabilizante requerido para poder estabilizar el material; estos porcentajes comprenden los analizados previamente en laboratorio que son el 3,5 y 7%, tanto de cal como de cemento.

- 3% de cemento

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE:

OBRA: TOSAGUA-CALCICAL

RUBRO:

Relleno y compactación con material de mejoramiento, 3% de cemento

ITEM:

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.035	1.58
Compactador tipo rodillo	1.00	40.00	40.00	0.035	1.40
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.035	0.88
SUBTOTAL M					3.86

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	TOTAL COSTO D = C x R
OEP 1 Op.Motoniveladora	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
OEP 2 Op.Rodillo autopr	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
CHOFER Licencia Tipo D	1.00	4.16	4.16	0.035	0.15
Ayud.maquinaria	1.00	2.86	2.86	0.035	0.10
SUBTOTAL N					0.47

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	TOTAL COSTO C = A x B	
Material de prestamo inc. Transtrorte	m3	1.00	11.25	11.25	
AGENTE ESTABILIZANTE cemento	kg	40.00	0.16	6.40	
SUBTOTAL O					17.65

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	TOTAL COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		21.98
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00%	0.00
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		21.98

- 5% de cemento

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE:

OBRA: TOSAGUA-CALCICAL

RUBRO:

Relleno y compactación con material de mejoramiento, 5% de cemento

ITEM:

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.035	1.58
Compactador tipo rodillo	1.00	40.00	40.00	0.035	1.40
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.035	0.88
SUBTOTAL M					3.86

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	TOTAL COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
OEP 1 Op.Motoniveladora	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
OEP 2 Op.Rodillo autopr	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
CHOFER Licencia Tipo D	1.00	4.16	4.16	0.035	0.15
Ayud.maquinaria	1.00	2.86	2.86	0.035	0.10
SUBTOTAL N					0.47

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL COSTO	
		A	B	C = A x B	
Material de prestamo inc. Transtrorte	m3	1.00	11.25	11.25	
AGENTE ESTABILIZANTE cemento	kg	67.00	0.16	10.72	
SUBTOTAL O				21.97	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	TOTAL COSTO
		A	B	C = A x B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	26.30
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00%
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	26.30

- 7% de cemento

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE:

OBRA: TOSAGUA-CALCICAL

RUBRO:

Relleno y compactación con material de mejoramiento, 7% de cemento

ITEM:

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.035	1.58
Compactador tipo rodillo	1.00	40.00	40.00	0.035	1.40
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.035	0.88
SUBTOTAL M					3.86

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	TOTAL COSTO D = C x R
OEP 1 Op.Motoniveladora	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
OEP 2 Op.Rodillo autopr	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
CHOFER Licencia Tipo D	1.00	4.16	4.16	0.035	0.15
Ayud.maquinaria	1.00	2.86	2.86	0.035	0.10
SUBTOTAL N					0.47

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	TOTAL COSTO C = A x B	
Material de prestamo inc. Transtrorte	m3	1.00	11.25	11.25	
AGENTE ESTABILIZANTE cemento	kg	94.00	0.16	15.04	
SUBTOTAL O				26.29	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	TOTAL COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	30.62
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00%
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	30.62

- 3% de cal

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE:

OBRA: TOSAGUA-CALCICAL

RUBRO:

Relleno y compactación con material de mejoramiento, 3% de cal

ITEM:

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.035	1.58
Compactador tipo rodillo	1.00	40.00	40.00	0.035	1.40
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.035	0.88
SUBTOTAL M					3.86

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	TOTAL COSTO D = C x R
OEP 1 Op.Motoniveladora	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
OEP 2 Op.Rodillo autopr	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
CHOFER Licencia Tipo D	1.00	4.16	4.16	0.035	0.15
Ayud.maquinaria	1.00	2.86	2.86	0.035	0.10
SUBTOTAL N					0.47

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	TOTAL COSTO C = A x B	
Material de prestamo inc. Transtrorte	m3	1.00	11.25	11.25	
AGENTE ESTABILIZANTE cal	kg	40.00	0.11	4.40	
SUBTOTAL O				15.65	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	TOTAL COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	19.98
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00%
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	19.98

- 5% de cal

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE:

OBRA: TOSAGUA-CALCICAL

RUBRO:

Relleno y compactación con material de mejoramiento, 5% de cal

ITEM:

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.035	1.58
Compactador tipo rodillo	1.00	40.00	40.00	0.035	1.40
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.035	0.88
SUBTOTAL M					3.86

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	TOTAL COSTO D = C x R
OEP 1 Op.Motoniveladora	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
OEP 2 Op.Rodillo autopr	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
CHOFER Licencia Tipo D	1.00	4.16	4.16	0.035	0.15
Ayud.maquinaria	1.00	2.86	2.86	0.035	0.10
SUBTOTAL N					0.47

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	TOTAL COSTO C = A x B	
Material de prestamo inc. Transtrorte	m3	1.00	11.25	11.25	
AGENTE ESTABILIZANTE cal	kg	67.00	0.11	7.37	
SUBTOTAL O				18.62	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	TOTAL COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	22.95
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00%
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	22.95

- 7% de cemento

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE:

OBRA: TOSAGUA-CALCICAL

RUBRO:

Relleno y compactación con material de mejoramiento, 7% de cal

ITEM:

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.035	1.58
Compactador tipo rodillo	1.00	40.00	40.00	0.035	1.40
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.035	0.88
SUBTOTAL M					3.86

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL HORA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	TOTAL COSTO D = C x R
OEP 1 Op.Motoniveladora	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
OEP 2 Op.Rodillo autopr	1.00	3.02	3.02	0.035	0.11
CHOFER Licencia Tipo D	1.00	4.16	4.16	0.035	0.15
Ayud.maquinaria	1.00	2.86	2.86	0.035	0.10
SUBTOTAL N					0.47

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	TOTAL COSTO C = A x B	
Material de prestamo inc. Transtrorte	m3	1.00	11.25	11.25	
AGENTE ESTABILIZANTE cal	kg	94.00	0.11	10.34	
SUBTOTAL O				21.59	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	TOTAL COSTO C = A x B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		25.92
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00%	0.00
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		25.92

A continuación se presenta un resumen del costo por m3 de compactación del material de estudio con cada porcentaje de estabilizante.

	3%	5%	7%	
CAL	19.98	22.95	25.92	U.S.D.
CEMENTO	21.98	26.30	30.62	U.S.D.

Tabla 5.1: Costo por m3 de material compactado

Se presenta una comparación entre el potencial de expansión alcanzado con cada porcentaje de estabilizante tanto cal como cemento y su costos por m3 de mejoramiento.

PORCENTAJE ESTABILIZANTE	CAL		CEMENTO	
	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	COSTO	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	COSTO
3%	Medio	19.98	Medio	21.98
5%	Medio	22.95	Bajo	26.30
7%	Bajo	25.92	Muy Bajo	30.62

Tabla 5.2: Comparación entre el costo de mejoramiento y el potencial de expansión

Si se analiza el potencial de expansión y el costo del tratamiento se puede ver que con el 3% tanto de cal como de cemento se logra que el potencial de expansión se reduzca a ser medio, por lo que el tratamiento con cal sería más benéfico económicamente hablando.

En el caso del 5% de cal se llega a reducir en potencial de expansión a la categoría medio, mientras que con cemento este potencial de expansión llega a ser bajo, y la diferencia del costo de tratamiento con cemento es de un 15% más que un tratamiento con cal.

De igual forma utilizando un 7% de cal se logra la reducción del potencial de hinchamiento de alto en estado natural a bajo, mientras que si se coloca el 7% de cemento se puede llegar a tener un

potencial de expansión muy bajo, aunque el tratamiento con cemento tiene un costo del 18% mayor este lograría reducir mucho más el potencial de hinchamiento del suelo.

Es necesario considerar que para poder utilizar la cal como estabilizante esta debe cumplir con condiciones específicas de granulometría, 95% del material tiene que tener un tamaño de partícula menor a 2 mm por tal motivo se ha tenido que tamizar la cal para poder utilizarla y que el tratamiento sea efectivo, se ha perdido mucho material en dicho proceso; lo cual encarece en tratamiento.

Es necesario citar que la obtención de cal se dificulta debido a que esta debe cumplir requisitos de granulometría específicos los cuales están citados en el capítulo 2 y por tal motivo el costo de la cal se encarece puesto que será necesario tamizar el material para alcanzar las condiciones ideales para el tratamiento, además al ser el cemento portland un material común en la construcción de obras civiles su obtención es mucho más simple.

6. Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones.

6.1. Conclusiones

El sector Calcical fue escogido una vez que se realizaron los ensayos pertinentes para determinar si el material presenta las condiciones necesarias para realizar la presente investigación.

El material de la zona cumple con las características necesarias para ser estabilizado tanto con cal como con cemento, ya que presenta un valor de contenido orgánico de 0.22% menor al 1% permitido, y el contenido de sulfatos solubles es de 2039 ppm que está dentro del rango permitido de 10000 ppm.

Por medio de la difracción de rayos X se corrobora que se cuenta con la presencia de 10% de Montmorillonita y 10% Vermiculita, concordando con los datos de actividad del material. De tal manera se justifica el comportamiento expansivo del suelo causado por la influencia de este tipo de minerales.

Los suelos del sector han sido clasificados como un suelo tipo CH (S.U.C.S) es decir que son un tipo de arcillas grasas de consistencia firme a muy dura , son suelos altamenteplasticos; se clasifican en el grupo A-7-6 (AASHTO) que corresponden a arcillas plásticas, que pueden presentar grandes cambios de volumen cuando absorben agua; este tipo de suelos tienen una capilaridad elevada y se los considera como pésimos o irregulares para sub-bases, de malo a pésimo para base y de regular a bueno para suelos de fundación.

En función de sus límites de consistencia, contenido de arcilla, contenido mineralógico, índice de hinchamiento libre y presión de hinchamiento los suelos que han sido obtenidos en el sector Calcical han sido clasificados con un potencial de expansión alto. Mediante el ensayo de granulometría por hidrómetro se encuentra que el porcentaje de arcilla (tamaño $< 2\mu$) a 1m de profundidad es de 43%

y a 2m de profundidad este porcentaje es de 57% por tal motivo se cuenta con valores en el porcentaje de expansión mayores a 2m.

En el material estabilizado con el 7% se ha logrado obtener una reducción del 8.5 % en el límite líquido, un aumento en el límite plástico de 10% y en el índice de plasticidad se ha alcanzado una disminución del 11.5%, siendo este porcentaje el que muestra la mayor reducción en el índice de plasticidad y a partir del cual ya no se presentan cambios significativos en este indicador.

Con el 9 % de cemento se ha obtenido el menor valor en el índice de plasticidad; este se ha reducido en un 36% respecto al estado natural. El límite líquido aumenta en un 8% y el Límite de plasticidad crece en un 61%

La densidad seca máxima que alcanza el suelo es menor a medida que se incrementa el porcentaje de estabilizante y la humedad óptima de compactación aumenta, esto quiere decir que con una energía de compactación menor ya se llegará a alcanzar la densidad seca máxima que puede ofrecer el suelo. Esto se debe a la presencia de un material muy fino que necesita de más agua para su hidratación. Se logra entonces no solo bajar el potencial de expansión, sino también el grado de compactación.

Los valores encontrados cuando se han realizado los ensayos de expansión libre y presión de hinchamiento en muestras inalteradas son menores a los encontrados en muestras remoldeadas, esto se debe a que con el material en estado inalterado se tuvo que realizar las pruebas con un grado de saturación mayor al requerido por la Norma ASTM D4829: Standard Test Method for Expansion Index of Soils que indica que este grado de saturación es de 50% ya que formación de grietas por desecación dificultó el tallado y formación de las probetas de ensayo.

Utilizando la cal viva como agente estabilizador se logra reducir el porcentaje de hinchamiento de los suelos, con un 3% esta reducción es del 20%, con 5% de cal el porcentaje de hinchamiento se reduce en un 40% y con el uso del 7% de estabilizante se alcanza reducciones de 57%. Por medio del uso de

cal se logra reducir el potencial de hinchamiento de alto a medio con 3 y 5% de estabilizante, y se alcanza un potencial de hinchamiento bajo con el 7% de cal.

Con el 3% de cemento se reduce el porcentaje de hinchamiento en un 57%, por medio de la adhesión de 5% de cemento esta reducción es del 74%, y haciendo uso del 7% se logra una disminución de 87%. Usando un 3% de cemento se reduce el potencial de hinchamiento de alto a medio, en el 5% se alcanza una reducción de alto a bajo y con el 7% se disminuye el potencial de expansión de alto a muy bajo.

Los resultados obtenidos para esta investigación son válidos exclusivamente para los suelos pertenecientes al sector Calcical del cantón Tosagua de la provincia de Manabí. Por tal motivo si se tratara de ampliar los resultados para otro tipo de arcillas expansivas pertenecientes a otro sitio será necesaria la investigación de las características del suelo presente en cada sector.

6.2. Recomendaciones.

Es importante señalar que el material del sector Calcical del cantón Tosagua necesita de algún tipo de tratamiento previa a su utilización en obras de ingeniería, pues como ya se ha podido comprobar es muy material que presenta características altamente expansivas, lo cual desencadenará en daños a las estructuras implantadas sobre este tipo de suelo y esto puede resultar en pérdidas económicas muy grandes.

Al controlar la variación de humedad del suelo se evita que este sufra procesos de hinchamiento y desecación, por tanto si se logra controlar la humedad del sitio por medio del uso de materiales aislantes se evitaría que el suelo sufra grandes cambios de volumen.

El estudio de suelos expansivos debe ser realizado con muestras representativas del sitio con el fin de analizar el potencial de expansión del suelo y tomar la decisión de cuál será la mejor alternativa de estabilización para el material. Además de analizar cuál es la disponibilidad del material con el que se ha decidido efectuar el tratamiento y definir si este cumple con todos los requerimientos para poder efectuar el tratamiento adecuado del suelo.

Cuando se realicen los ensayos de hinchamiento libre, presión de hinchamiento es necesario que el suelo cumpla con la condición de saturación indicada en la norma la Norma ASTM D4829: Standard Test Method for Expansion Index of Soils que indica que este grado de saturación es de $50\% \pm 2$, para poder determinar los parámetros verdaderos en cuanto a la expansión que se produce en el suelo; como se vio en el caso de las muestras inalteradas que presentan valores de un grado de saturación de 60% estas no alcanzan a desarrollar todo el potencial expansivo del suelo, pues la probeta que se ensaya ya contiene agua.

El porcentaje de hinchamiento libre es el parámetro que definen la capacidad de expansión del suelo; los límites de consistencia y el índice de Lambe pueden dar una idea del potencial expansivo del suelo pero debe corroborarse con los ensayos antes citados.

Si se requiere tener una idea del potencial de expansión de suelo se puede realizar la prueba de hinchamiento libre en la probeta, más no es un ensayo que determine el potencial expansivo del suelo, ya que se analiza un material que se encuentra en estado suelo y no en las condiciones en las que realmente trabajará el material.

Si se requiere reducir el potencial de hinchamiento de alto a medio, sería económicamente conveniente el uso de la cal, ya que con un 3% tanto de cal como cemento se alcanza esta reducción y el costo del tratamiento con cemento es un 10% más alto.

Si el proyecto requiere que se reduzca el potencial de hinchamiento hasta llegar a ser bajo el tratamiento con cemento será más económico puesto que con apenas un 5% de cemento ya se alcanza esta reducción, mientras con cal se llegaría a utilizar un 7%. El tratamiento con cemento es apenas un 1.5% más costoso que con cal y los resultados obtenidos muestran ser más efectivos.

Antes de ocupar este material con fines de construcción es imperante la realización de un tratamiento para lograr estabilizar al suelo; para de esta manera evitar pérdidas y daños en las estructuras como las que ya se han podido observar en el sector. Para tal efecto se deben realizar todos los ensayos de laboratorio necesarios para determinar cuál es el tratamiento más efectivo para mitigar los efectos que pueden generar los suelos expansivos.

7. Bibliografía

BAUZA, J. (s.f.). *El tratamiento de suelos arcillosos mediante Cal*. Recuperado el 07 de Junio de 2013, de

http://www.elabora.es/files/ap_articulos/DIR_Q6Q3A6G11V5JEN3O3QII/EL%20TRATAMIEN TO%20DE%20SUELOS%20ARCILLOSOS%20MEDIANTE%20CAL.pdf

BESOAIN, E. (1985). *Mineralogía de Arcillas de Suelos*. San José- Costa Rica:: Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura.

BOWLES, J. (1982). *Propiedades geofísicas de los suelos*. Bogotá: Editorial McGraw-Hill.

CALCINOR. (s.f.). *Mejora y estabilización de suelos con cal*. Recuperado el 01 de Agosto de 2013, de

http://anfagal.org/media/Biblioteca_Digital/Construccion/Estabilizacion_de_Suelos/JM-Estabilizacion_de_suelos_folleto_F_Upload.pdf

CHEN, F. H. (1988). *Foundations on expansive soils*. Amsterdam: Elsevier.

CODUTO, D. P. (1999). *Geotechnical engineering Principles and Practice*. New Jersey: Prentice-Hall.

Comportamiento de los suelos arcillosos. (s.f.). Recuperado el 07 de Junio de 2013, de

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3028/Capitulo1.pdf>

DAS, B. M. (2001). *Principios de Ingeniería de cimentaciones (Cuarta Edición)*. México: Thomson.

DAS, B. M. (2006). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (Quinta Edición)*. México: Thomson.

Datos generales del cantón Tosagua. (s.f.). Recuperado el 28 de Julio de 2013, de

<http://tosagua.wordpress.com/tosagua/geografia>

DAY, R. W. (2000). *Geotechnical engineer's portable handbook*. Nueva York: McGraw-Hill.

- FLORES, G. (2001). Encapsulamiento de hidrocarburos por medio de arcillas. *Tesis de grado*. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador, Facultad de IMPA.
- FRATELLI, M. (1993). *Suelos, Fundaciones y Muros*. . Caracas: s.n.
- GONZALES DE VALLEJO, L. (2004). *Ingeniería Geológica*. . Madrid: Pearson Prentice Hall.
- GUARDERAS, P. (2001). Estabilización de arcillas expansivas con el sistema CONSOLID. *Tesis de Grado*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería,.
- GUERRERO B, C. (1978). Métodos de identificación y determinación de la presión en arcillas expansivas. *Tesis de Grado*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil.
- IECA. (s.f.). *Manual de estabilización de suelos con Cemento y Cal*. Recuperado el 03 de Abril de 2013, de http://www.ieca.es/Uploads/docs/MANUAL_DE_ESTABILIZACION_DE_SUELOS_CON_CEMENTO_O_CAL.pdf
- JIMENEZ, J. (1975). *Geotecnia y Cimientos (Segunda Edición), Tomo I y III*. . Madrid: Editorial Rueda.
- JUAREZ B, E., & RICO, A. (1995). *Mecánica de suelos (Tercera Edición), Tomo I*. México: Editorial Limusa.
- MERIZALDE, J. (200). Diseño de pavimentos felxibles sobre suelos expansivos y métodos constructivos para la reconstrucción de la carretera Manta-Rocafuerte, aplicando nuevas y tradicionales tecnologías de ensayo. *Tesis de grado*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Militar, I. G. (1979). Hoja Geológica N° 12: Chone. *Breve explicacion de la geología*. Quito, Ecuador.

SAN PEDRO, A., LOPEZ, M., & VADILLO, D. (s.f.). *Tratamiento y estabilización de suelos. Estado del arte*. Recuperado el 30 de Junio de 2013, de <http://www.anter.es/ACTUALIZACIONES/charlas/charla-tratamientos.pdf>

SOLMINIHAC, H., ECHEVERRÍA, G., & THENENOUX, G. (s.f.). *Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos*. Recuperado el 02 de Agosto de 2013, de www.ricuc.cl/index.php/ric/article/download/323/267.

SOWERS, G. B., & SOWERS, G. F. (1972). *Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. . México: Editorial Limusa-Wiley S.A.

8. ANEXOS

Anexos 1: Clasificación de suelos

- Pozo 1-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

SUELO EN ESTADO NATURAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

FECHA : 07/10/2013

NORMA: ASTM D-4318

ASTM D-422

LÍMITE LÍQUIDO

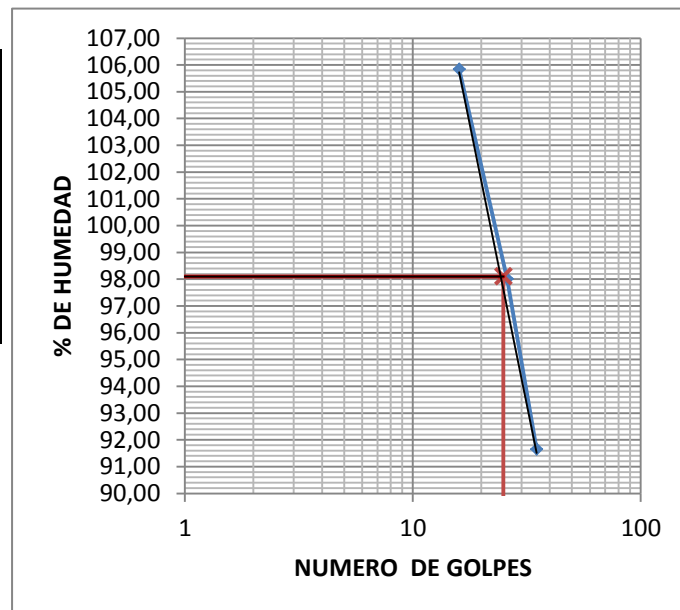
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	27.97	18.01	8.6	105.84	98.10
26	26.83	17.99	8.97	98.00	
35	24.05	16.15	7.53	91.65	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.12	11.54	9.64	30.53	30.41
11.95	11.22	8.81	30.29	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso cápsula + suelo húmedo (g)	Peso cápsula + suelo seco (g)	Peso cápsula (g)	% Humedad
65.62	56.05	16.31	24.08
64.62	55.13	18.76	26.09
			25.09



GRANULOMETRÍA POR MALLAS

PESO SUELO HUM. (g): 200.61 PESO SUELO SECO (g): 160.38
 HUMEDAD: 25.09

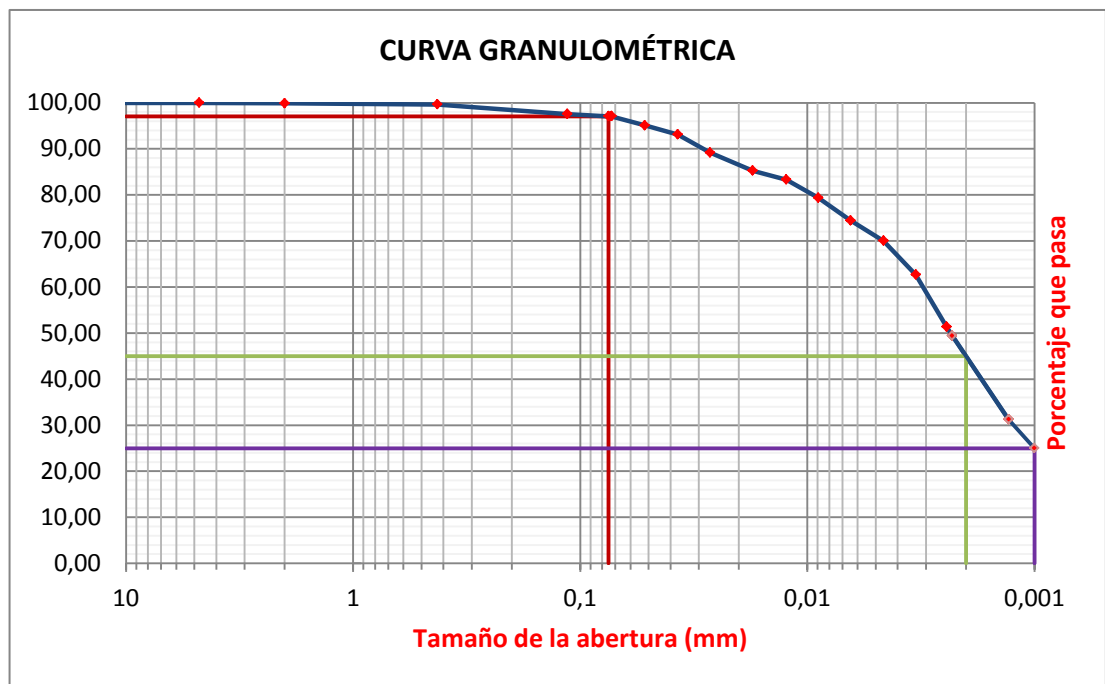
TAMIN N°	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
DIÁMETRO (mm)	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2	0.425	0.075
PESO RET. ACUM.	0	0	0	0	0	0	0.19	0.6	4.71
PORCENTAJE RET.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.37	2.94
PORCENTAJE QUE PASA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.88	99.63	97.06

GRANULOMETRÍA POR HODRÓMETRO

Gravedad específica (Gs)	2.65	Agente dispersante	NaPO ₃
Hidrómetro tipo ASTM	152H	Cantidad de agente dispersante (gr/l)	40
Masa inicial de suelo seco (gr)	50.9	Corrección del menisco	1
Temperatura del ensayo (°C)	20	Corrección de cero	6
Porcentaje que pasa el tamiz 200	97.06	Corrección de temperatura	

HORA DE LECTURA	Tiempo (min)	Lectura del Hidrometro R	Temperatura	Lectura corregida Rcp	% mas fino	Hidrometro corregido RCL	L	L/t	k	D (mm)
10:12:00	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0
10:12:06	0.10	55	22	49.65	97.54	56	7.3	73.000	0.0133	0.11381
10:12:15	0.25	55	21	49.4	97.05	56	7.3	29.200	0.0135	0.07284
10:12:30	0.50	54	21	48.4	95.09	55	7.4	14.800	0.0135	0.05186
10:13:00	1.00	53	21	47.4	93.12	54	7.6	7.600	0.0135	0.03716
10:14:00	2.00	51	21	45.4	89.19	52	7.9	3.950	0.0135	0.02679
10:17:00	5.00	49	21	43.4	85.27	50	8.3	1.660	0.0135	0.01737
10:22:00	10.00	48	21	42.4	83.30	49	8.4	0.840	0.0135	0.01235
10:32:00	20.00	46	21	40.4	79.37	47	8.8	0.440	0.0135	0.00894
10:52:00	40.00	43.5	21	37.9	74.46	44.5	9.15	0.229	0.0135	0.00645
11:52:00	80.00	41	22	35.65	70.04	42	9.6	0.120	0.0133	0.00461

12:52:0 0	160.0 0	37	23	31.9	62.6 7	38	10.2	0.064	0.013 2	0.003 33
15:32:0 0	320.0 0	31	24	26.15	51.3 8	32	11.2	0.035	0.013 0	0.002 43
16:19:0 0	365.0 0	30	24	25.15	49.4 1	31	11.4	0.031	0.013 0	0.002 3
10:12:0 0	1440. 00	22	19	15.9	31.2 4	23	12.7	0.009	0.013 8	0.001 3



Porcentaje de limo (0.006 mm a 0.002mm): **52.06**
 Porcentaje arcilla (menor a 0.002 mm): **45**
 Porcentaje de coloides (menor a 0.001): **25**

HUMEDAD %	25.09
LÍMITE LÍQUIDO	98.10
LÍMITE PLÁSTICO	30.41
INDICE DE PLASTICIDAD	67.69
% FINOS	97.06
TIPO DE SUELO	CH

○ Pozo 2-1

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

SUELO EN ESTADO NATURAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

FECHA : 11/10/2013

NORMA: ASTM D-4318

ASTM D-422

LÍMITE LÍQUIDO

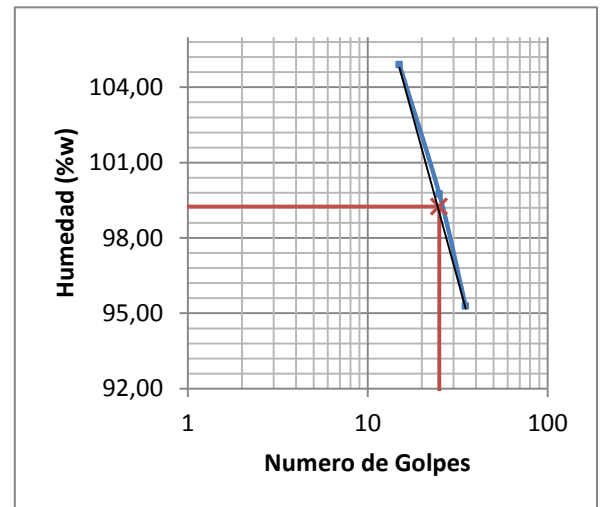
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	24.76	16.63	8.88	104.90	99.25
25	25.15	17.09	9.01	99.75	
35	25.53	17.43	8.93	95.29	

LÍMITE PLÁSTICO

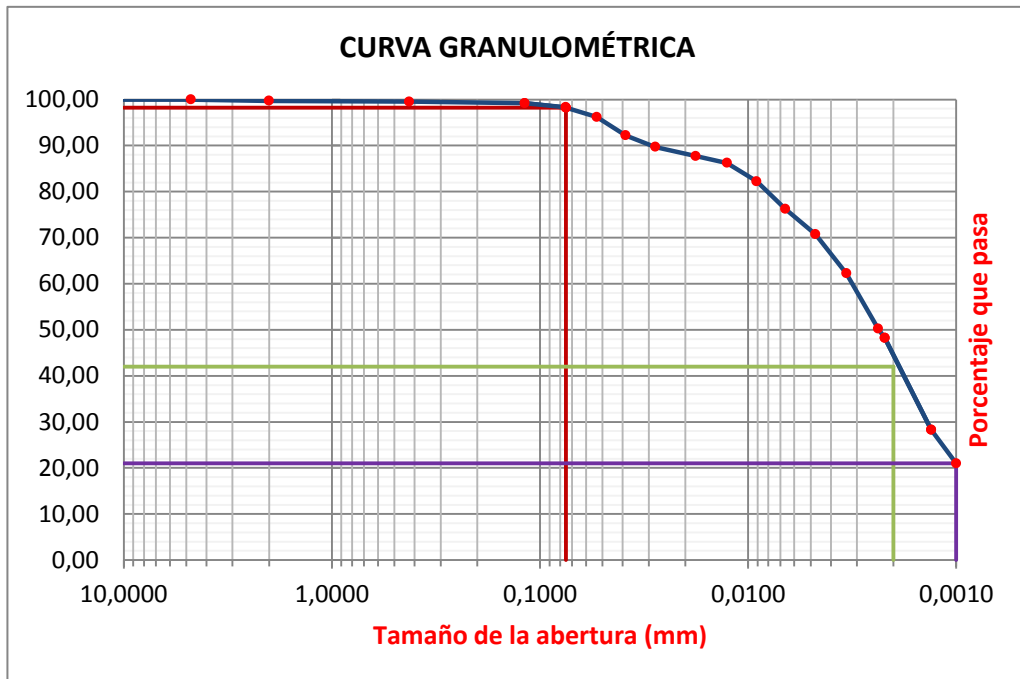
Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
13.63	11.97	6.86	32.49	31.83
14.38	13.03	8.7	31.18	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso cápsula + suelo húmedo	Peso cápsula + suelo seco	Peso cápsula	% Humedad
70.68	58.09	18.73	31.99
68	56.06	18.6	31.87
			31.93



					4			5	21	34
15:17:00	354.00	30	24	25.15	50.25	31	11.4	0.032	0.01321	0.0024
16:18:00	414.00	29	24	24.15	48.25	30	11.5	0.028	0.01321	0.0022
9:23:00	1440.00	20	20	14.15	28.27	21	13	0.009	0.01386	0.0013



Porcentaje de limo (0.006 a 0.002 mm): **56.2**
 Porcentaje de arcilla (menor a 0.002 mm): **42**
 Porcentaje de coloides (menor a 0.001 mm) **21**

HUMEDAD %	31.93
LÍMITE LÍQUIDO	99.25
LÍMITE PLÁSTICO	31.83
INDICE DE PLASTICIDAD	67.42
% FINOS	98.33
TIPO DE SUELO	CH

○ Pozo 3-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

SUELO EN ESTADO NATURAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

FECHA : 13/10/2013

NORMA: ASTM D-4318

ASTM D-422

LÍMITE LÍQUIDO

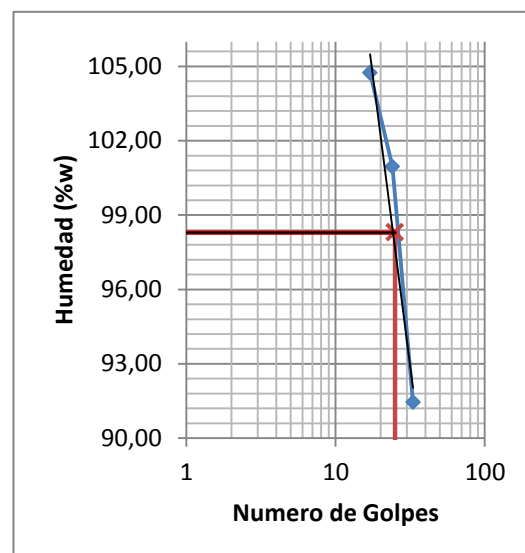
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	22.85	14.89	7.29	104.74	98.30
24	19.29	13.99	8.74	100.95	
33	18.69	12.92	6.61	91.44	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
16.09	14.36	8.85	31.40	31.99
14.09	12.78	8.76	32.59	

HUMEDAD NATURAL

Peso cápsula + suelo húmedo	Peso cápsula + suelo seco	Peso cápsula	% Humedad
43.08	35.72	11.71	30.65
63.77	53.62	18.14	28.61
			29.63



GRANULOMETRÍA POR MALLAS

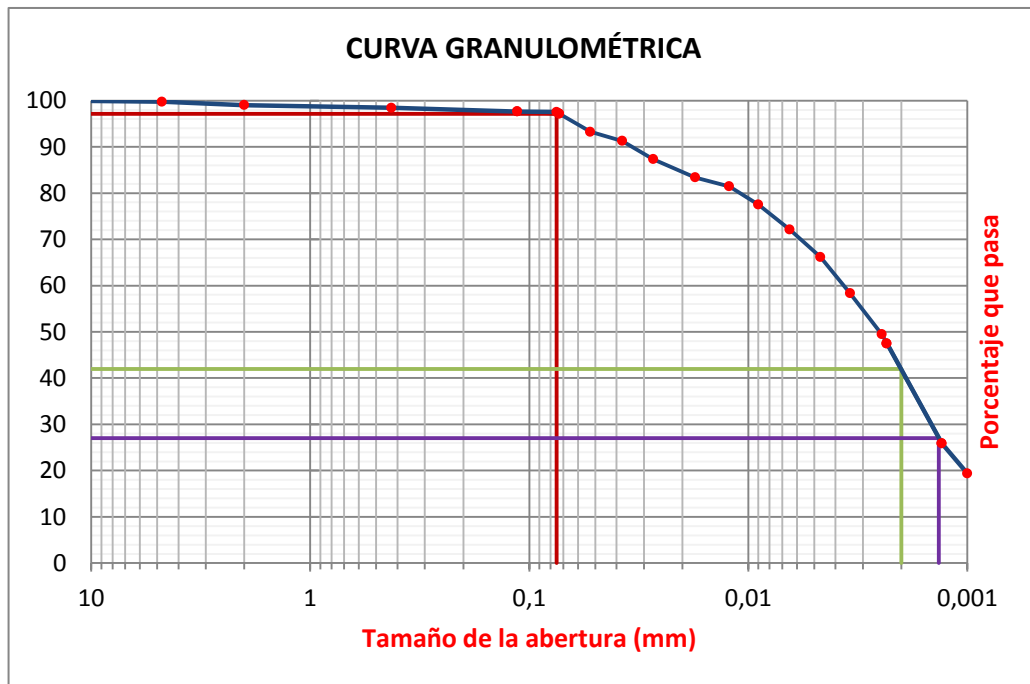
PESO SUELO HUM. (g): 201.3 **PESO SUELO SECO (g): 155.29**
HUEMEDAD: 29.63

TAMIN N°	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
DIÁMETRO (mm)	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2	0.425	0.075
PESO RET. ACUM.	0	0	0	0	0	0.41	1.54	2.45	3.83
PORCENTAJE RET.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.99	1.58	2.47
PORCENTAJE QUE PASA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.74	99.01	98.42	97.53

Gravedad específica (Gs)	2.64	Agente dispersante	NaPO ₃
Hidrómetro tipo ASTM	152H	Cantidad de agente dispersante (gr/l)	40
Masa inicial de suelo seco (gr)	50.96	Corrección del menisco	1
Temperatura del ensayo (°C)	20	Corrección de cero	6
Porcentaje que pasa el tamiz 200	97.53	Corrección de temperatura	

HORA DE LECTURA	Tiempo (min)	Lectura del Hidrometro R	Temperatura	Lectura corregida Rcp	% mas fino	Hidrometro corregido RcL	L	L/t	k	D (mm)
10:23:00	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0
10:23:06	0.10	55	22	49.65	97.65	56	7.25	72.5	0.01332	0.1134
10:23:15	0.25	55	21	49.4	97.16	56	7.3	29.200	0.01348	0.0728
10:23:30	0.50	53	21	47.4	93.23	54	7.6	15.200	0.01348	0.0526
10:24:00	1.00	52	21	46.4	91.26	53	7.8	7.800	0.01348	0.0376
10:25:00	2.00	50	21	44.4	87.33	51	8.1	4.050	0.01348	0.0271
10:28:00	5.00	48	21	42.4	83.39	49	8.4	1.680	0.01348	0.0175
10:33:00	10.00	47	21	41.4	81.43	48	8.2	0.820	0.01348	0.0122
10:43:00	20.00	45	21	39.4	77.49	46	8.9	0.445	0.01348	0.0090
11:03:00	40.00	42	22	36.65	72.08	43	9.4	0.235	0.01332	0.0065
11:43:00	80.00	39	22	33.65	66.18	40	9.9	0.124	0.01332	0.0047

13:03:00	160.0 0	35	22	29.65	58.3 2	36	10.6	0.06 6	0.013 32	0.00 34
15:43:00	320.0 0	30	24	25.15	49.4 7	31	11.4	0.03 6	0.013 01	0.00 25
16:21:00	358.0 0	29	24	24.15	47.5 0	30	11.5	0.03 2	0.013 01	0.00 23
10:23:00	1440. 00	19	20	13.15	25.8 6	20	13.2	0.00 9	0.013 65	0.00 13



Porcentaje de limo (0.006 a 0.002 mm): **55.16**
 Porcentaje de arcilla (menor a 0.002 mm): **42**
 Porcentaje de coloides (menor a 0.001 mm) **27**

HUMEDAD %	29.63
LÍMITE LÍQUIDO	98.30
LÍMITE PLÁSTICO	31.99
INDICE DE PLASTICIDAD	66.31
% FINOS	97.53
TIPO DE SUELO	CH

- Pozo 1-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

SUELO NATURAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
 MUESTRA : P1
 PROFUNDIDAD: 2m

FECHA : 17/10/2013
 NORMA: ASTM D-4318
 ASTM D-422

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	24.66	15.51	7.31	111.59	102.00
23	20.06	14.23	8.72	105.81	
33	20.01	14.61	8.95	95.41	

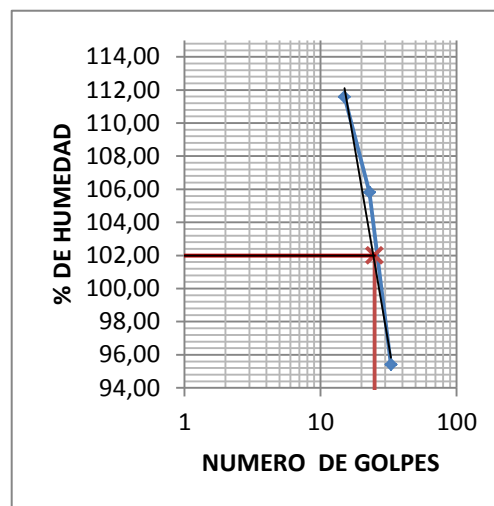
0.86

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.29	10.7	8.79	30.89	30.79
11.31	10.73	8.84	30.69	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso cápsula + suelo húmedo (g)	Peso cápsula + suelo seco (g)	Peso cápsula (g)	% Humedad
65.62	54.12	16.31	30.42
64.62	54.02	18.76	30.06
			30.24



GRANULOMETRÍA POR MALLAS

PESO SUELO HUM. (g): **200.08** PESO SUELO SECO (g): **153.63**
 HUMEDAD: **30.24**

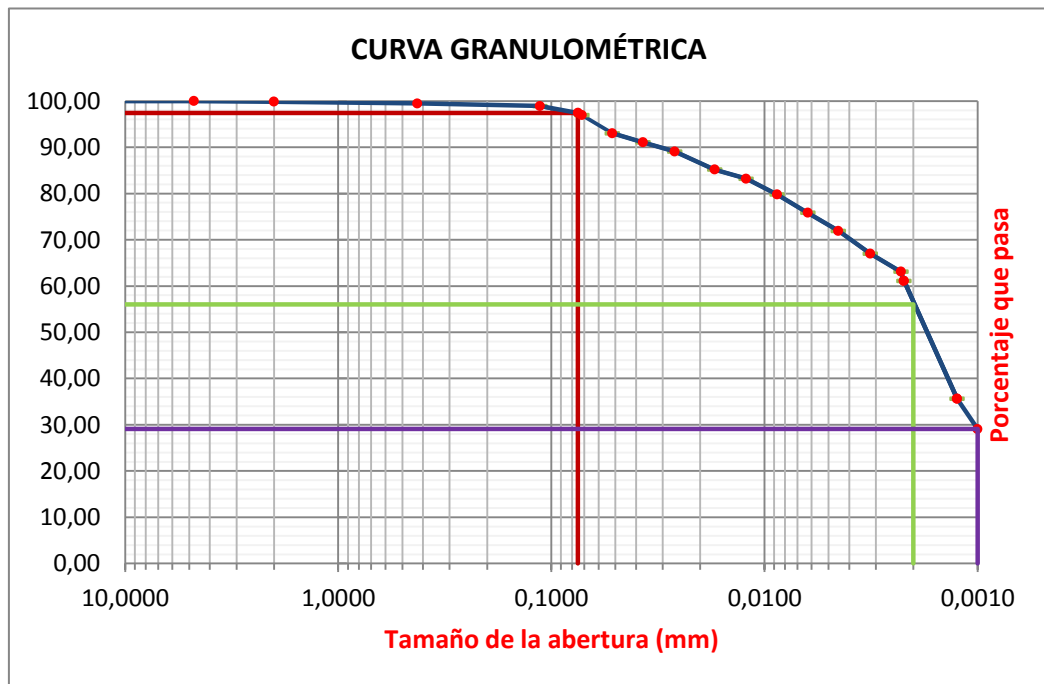
TAMIN N°	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
DIÁMETRO (mm)	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2	0.425	0.075
PESO RET. ACUM.	0	0	0	0	0	0	0.25	0.79	3.96
PORCENTAJE RET.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.51	2.58
PORCENTAJE QUE PASA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.84	99.49	97.42

GRANULOMETRÍA POR HIDRÓMETRO

Gravedad específica (Gs)	2.7	Agente dispersante	NaPO ₃
Hidrómetro tipo ASTM	152H	Cantidad de agente dispersante (gr/l)	40
Masa inicial de suelo seco (gr)	50.39	Corrección del menisco	1
Temperatura del ensayo (°C)	20	Corrección de cero	6
Porcentaje que pasa el tamiz 200	97.42	Corrección de temperatura	

HORA DE LECTURA	Tiempo (min)	Lectura del Hidrometro R	Temperatura	Lectura corregida Rcp	% mas fino	Hidrometro corregido RCL	L	L/t	k	D (mm)
10:35:00	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0
10:35:06	0.10	56	21	50.4	98.91	57	7.25	72.5	0.01328	0.1131
10:35:15	0.25	55	21	49.4	96.95	56	7.3	29.200	0.01328	0.0718
10:35:30	0.50	53	21	47.4	93.02	54	7.6	15.200	0.01328	0.0518
10:36:00	1.00	52	21	46.4	91.06	53	7.8	7.800	0.01328	0.0371
10:37:00	2.00	51	21	45.4	89.10	52	7.9	3.950	0.01328	0.0264
10:40:00	5.00	49	21	43.4	85.17	50	8.3	1.660	0.01328	0.0171
10:45:00	10.00	48	21	42.4	83.21	49	8.4	0.840	0.01328	0.0122
10:55:00	20.00	46	22	40.65	79.78	47	8.8	0.440	0.01312	0.0087
11:15:00	40.00	44	22	38.65	75.85	45	9.1	0.228	0.01312	0.0063
11:55:00	80.00	42	22	36.65	71.93	43	9.4	0.118	0.01312	0.0045
13:15:00	160.00	39	24	34.15	67.02	40	9.9	0.062	0.01282	0.0032

15:55:00	320.00	37	24	32.15	63.09	38	10.2	0.032	0.01282	0.0023
16:24:00	349.00	36	24	31.15	61.13	37	10.4	0.030	0.01282	0.0022
10:35:00	1440.00	24	20	18.15	35.62	25	12.4	0.009	0.01344	0.0012



Porcentaje de limo (0.006 a 0.002 mm): **41.42**
 Porcentaje de arcilla (menor a 0.002 mm): **56**
 Porcentaje de coloides (menor a 0.001 mm) **29**

HUMEDAD %	30.24
LÍMITE LÍQUIDO	102.00
LÍMITE PLÁSTICO	30.79
INDICE DE PLASTICIDAD	71.21
% FINOS	97.42
TIPO DE SUELO	0.00

○ **Pozo 2-2m**

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

SUELO NATURAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

FECHA : 19/10/2013

NORMA: ASTM D-4318

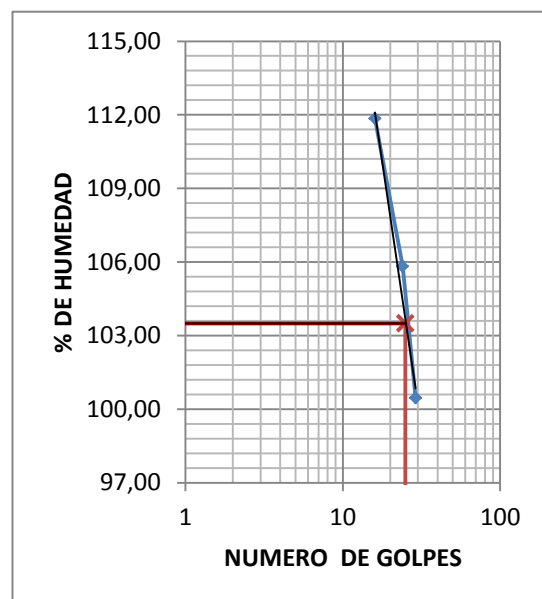
ASTM D-422

LIMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	25.19	15.75	7.31	111.85	103.50
24	22.16	15.25	8.72	105.82	
29	17.75	13.34	8.95	100.46	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Húmedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plástico LP
9.64	9.08	7.24	30.43	30.22
11.5	10.9	8.9	30.00	



CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso cápsula + suelo húmedo (g)	Peso cápsula + suelo seco (g)	Peso cápsula (g)	% Humedad
65.62	53.97	16.31	30.93
64.62	53.55	18.76	31.82
			31.38

GRANULOMETRÍA POR MALLAS

PESO SUELO HUM. (g): 200.61 **PESO SUELO SECO (g): 152.70**
HUMEDAD: 31.38

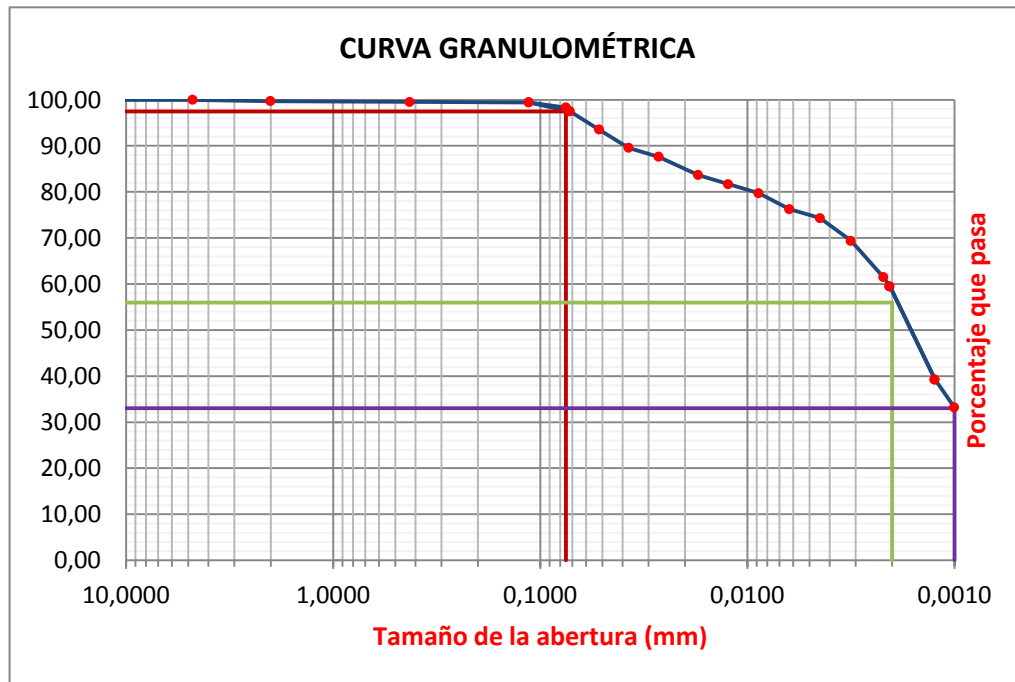
TAMIZ N°	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
DIÁMETRO (mm)	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2	0.425	0.075
PESO RET. ACUM.	0	0	0	0	0	0	0.08	0.52	3.19
PORCENTAJE RET.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.34	2.09
PORCENTAJE QUE PASA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.95	99.66	97.91

GRANULOMETRÍA POR HIDRÓMETRO

Gravedad específica (Gs)	2.71	Agente dispersante	NaPO ₃
Hidrómetro tipo ASTM	152H	Cantidad de agente dispersante (gr/l)	40
Masa inicial de suelo seco (gr)	50.01	Corrección del menisco	1
Temperatura del ensayo (°C)	20	Corrección de cero	6
Porcentaje que pasa el tamiz 200	97.91	Corrección de temperatura	

HORA DE LECTURA	Tiempo (min)	Lectura del Hidrómetro R	Temperatura	Lectura corregida Rcp	% mas fino	Hidrómetro corregido RcL	L	L/t	k	D (mm)
09:23:00	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0
9:23:06	0.10	56	21	50.4	99.45	57	7.25	72.5	0.01328	0.1131
9:23:15	0.25	55	21	49.4	97.47	56	7.3	29.200	0.01328	0.0718
9:23:30	0.50	53	21	47.4	93.53	54	7.6	15.200	0.01328	0.0518
9:24:00	1.00	51	21	45.4	89.58	52	7.9	7.900	0.01328	0.0373
9:25:00	2.00	50	21	44.4	87.61	51	8.1	4.050	0.01328	0.0267
9:28:00	5.00	48	21	42.4	83.66	49	8.4	1.680	0.01328	0.0172
9:33:00	10.00	47	21	41.4	81.69	48	8.6	0.860	0.01328	0.0123
9:43:00	20.00	46	21	40.4	79.71	47	8.8	0.440	0.01328	0.0088
10:03:00	40.00	44	22	38.65	76.26	45	9.1	0.228	0.01312	0.0063
10:43:00	80.00	43	22	37.65	74.2	44	9.2	0.11	0.013	0.00

					9			5	12	44
12:03:00	160.0 0	40	24	35.15	69.3 6	41	9.7	0.06 1	0.012 82	0.00 32
15:17:00	354.0 0	36	24	31.15	61.4 6	37	10.4	0.02 9	0.012 82	0.00 22
16:18:00	414.0 0	35	24	30.15	59.4 9	36	10.6	0.02 6	0.012 82	0.00 21
9:23:00	1440. 00	26	19	19.9	39.2 7	27	12	0.00 8	0.013 61	0.00 12



Porcentaje de limo (0.006 a 0.002 mm): **41.47**
 Porcentaje de arcilla (menor a 0.002 mm): **56**
 Porcentaje de coloides (menor a 0.001 mm) **33**

HUMEDAD %	31.38
LÍMITE LÍQUIDO	103.50
LÍMITE PLÁSTICO	30.22
INDICE DE PLASTICIDAD	73.28
% FINOS	97.91
TIPO DE SUELO	CH

○ Pozo 3-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
SUELO NATURAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
MUESTRA : P3
PROFUNDIDAD: 2m

FECHA : 24/10/2013
NORMA: ASTM D-4318
 ASTM D-422

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
12	29.18	17.6	7.29	112.32	104.50
24	21.57	15.85	10.51	107.12	
32	20.97	15.08	9.26	101.20	

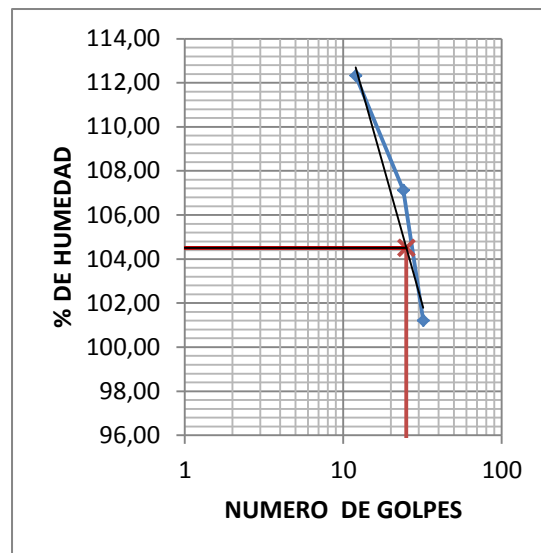
0.86

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.12	11.52	9.64	31.91	31.92
11.95	11.19	8.81	31.93	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso cápsula + suelo húmedo (g)	Peso cápsula + suelo seco (g)	Peso cápsula (g)	% Humedad
65.62	54.21	16.31	30.11
64.62	54.04	18.76	29.99
			30.05



GRANULOMETRÍA POR MALLAS

PESO SUELO HUM. (g): 210.96 **PESO SUELO SECO (g): 162.22**
HUMEDAD: 30.05

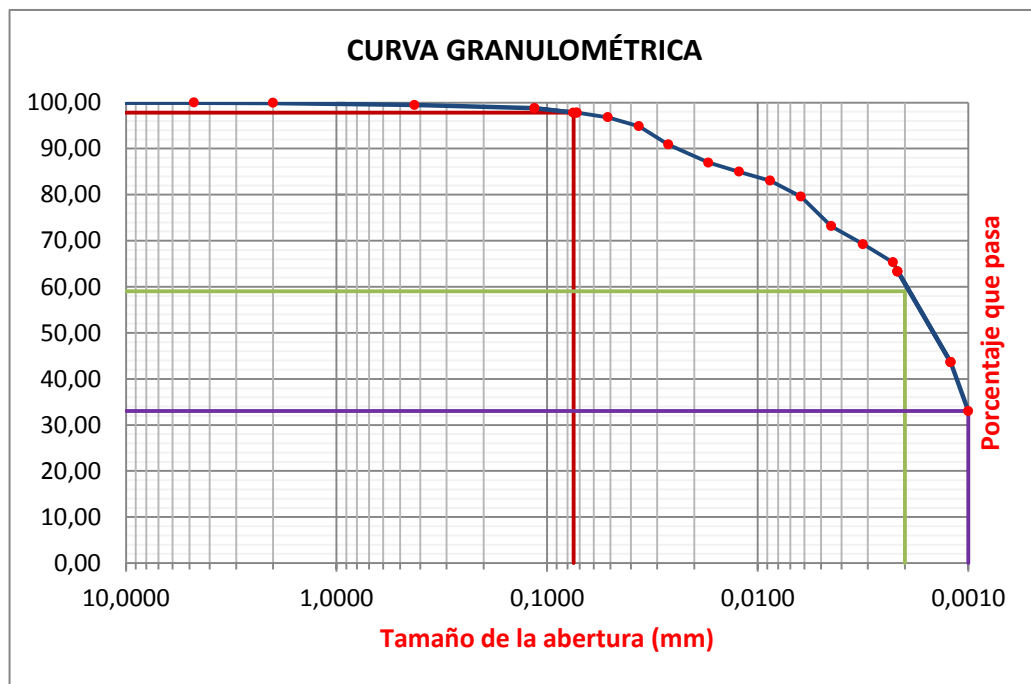
TAMIN N°	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
DIÁMETRO (mm)	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2	0.425	0.075
PESO RET. ACUM.	0	0	0	0	0	0	0.15	0.85	3.56
PORCENTAJE RET.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.52	2.19
PORCENTAJE QUE PASA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.91	99.48	97.81

GRANULOMETRÍA POR HIDRÓMETRO

Gravedad específica (Gs)	2.7	Agente dispersante	NaPO ₃
Hidrómetro tipo ASTM	152H	Cantidad de agente dispersante (gr/l)	40
Masa inicial de suelo seco (gr)	50.21	Corrección del menisco	1
Temperatura del ensayo (°C)	20	Corrección de cero	6
Porcentaje que pasa el tamiz 200	97.81	Corrección de temperatura	

HORA DE LECTURA	Tiempo (min)	Lectura del Hidrometro R	Temperatura	Lectura correguida a Rcp	% mas fino	Hidrometro correguido Rcl	L	L/t	k	D (mm)
10:23:00	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
10:23:06	0.10	56	20	50.15	98.77	57	7.25	72.5	0.01344	0.1144
10:23:15	0.25	55.5	20	49.65	97.79	56.5	7.2	28.800	0.01344	0.0721
10:23:30	0.50	55	20	49.15	96.80	56	7.3	14.600	0.01344	0.0514
10:24:00	1.00	54	20	48.15	94.83	55	7.4	7.400	0.01344	0.0366
10:25:00	2.00	52	20	46.15	90.89	53	7.8	3.900	0.01344	0.0265
10:28:00	5.00	50	20	44.15	86.95	51	8.1	1.620	0.01344	0.0171
10:33:00	10.00	49	20	43.15	84.99	50	8.3	0.830	0.01344	0.0122
10:43:00	20.00	48	20	42.15	83.02	49	8.4	0.420	0.01344	0.0087
11:03:00	40.00	46	21	40.4	79.57	47	8.8	0.220	0.01328	0.0062
11:43:00	80.00	42.5	22	37.15	73.17	43.5	9.3	0.116	0.01312	0.0045

13:03:00	160.0 0	40	24	35.15	69.23	41	9.7	0.06 1	0.012 82	0.00 32
15:43:00	320.0 0	38	24	33.15	65.29	39	10.1	0.03 2	0.012 82	0.00 23
16:21:00	358.0 0	37	24	32.15	63.32	38	10.2	0.02 8	0.012 82	0.00 22
10:23:00	1440. 00	28	20	22.15	43.63	29	11.7	0.00 8	0.013 44	0.00 12



Porcentaje de limo (0.006 a 0.002 mm): **38.79**
 Porcentaje de arcilla (menor a 0.002 mm): **59**
 Porcentaje de coloides (menor a 0.001 mm) **33**

HUMEDAD %	30.05
LÍMITE LÍQUIDO	104.50
LÍMITE PLÁSTICO	31.92
INDICE DE PLASTICIDAD	72.58
% FINOS	97.81
TIPO DE SUELO	CH

Anexos 2: Gravedad específica

○ Pozo 1-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECÍFICA

LOCALIZACIÓN: TOSAGUA- CALCICAL

FECHA : 02/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

NORMA : ASTM D 854-10

PRUEBA N°	1	2
MATRAZ N°	x	1
Mmws (g)	680.76	696.78
Temperatura °C	22	21
Mmw (g)	649.31	665.6
Masa cápsula (g)	151.14	167.59
Ms (g)	50.35	50.35
Gs Ti	2.66	2.63
K	1.00	0.99979
Gs T20	2.664	2.626
Promedio	2.650	

$$Gs = \frac{Ms}{Ms + Mmw + Mmws}$$

- Pozo 2-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECÍFICA

LOCALIZACIÓN: TOSAGUA- CALCICAL
MUESTRA : P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA : ASTM D 854-10

FECHA : 02/10/2013

PRUEBA N°	1	2
MATRAZ N°	X	2
Mmws (g)	680.55	680.59
Temperatura °C	22	22
Mmw (g)	649.305	648.52
Masa cápsula (g)	151.14	151.15
Ms (g)	50.78	51.79
Gs Ti	2.60	2.63
K	0.99957	0.99957
Gs T20	2.598	2.625
Promedio	2.620	

$$Gs = \frac{Ms}{Ms + Mmw + Mmws}$$

- Pozo 3-1m

INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECÍFICA

LOCALIZACIÓN : TOSAGUA- CALCICAL
MUESTRA : P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA : ASTM D 854-10

FECHA : 04/10/2013

PRUEBA N°	1	2
MATRAZ N°	2	1
Mmws (g)	681.22	697.9
Temperatura °C	20	22
Mmw (g)	649.24	665.46
Masa cápsula (g)	151.15	167.59
Ms (g)	51.42	52.37
Gs Ti	2.65	2.63
K	1.00000	0.99957
Gs T20	2.645	2.627
Promedio	2.640	

$$G_s = \frac{M_s}{M_s + M_{mw} + M_{mws}}$$

- Pozo 1-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECÍFICA

LOCALIZACIÓN: TOSAGUA- CALCICAL

FECHA : 02/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA : ASTM D 854-10

PRUEBA N°	2	3
MATRAZ N°	2	2
Mmws (g)	680.54	680.11
Temperatura °C	22	22
Mmw (g)	648.52	648.52
Masa cápsula (g)	151.15	151.15
Ms (g)	50.78	50.17
Gs Ti	2.71	2.70
K	0.99957	0.99957
Gs T20	2.706	2.699
Promedio	2.70	

$$G_s = \frac{M_s}{M_s + M_{mw} + M_{mws}}$$

- Pozo 2-1m

INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECÍFICA

LOCALIZACIÓN : TOSAGUA- CALCICAL
MUESTRA : P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA : ASTM D 854-10

FECHA : 03/10/2013

PRUEBA N°	1	2
MATRAZ N°	x	1
Mmws (g)	680.38	680.68
Temperatura °C	22	22
Mmw (g)	648.52	648.52
Masa cápsula (g)	151.14	151.15
Ms (g)	50.66	51.01
Gs Ti	2.69	2.71
K	0.99957	0.99957
Gs T20	2.694	2.705
Promedio	2.700	

$$G_s = \frac{M_s}{M_s + M_{mw} + M_{mws}}$$

- Pozo 3-2m

INFORME DE ENSAYO
GRAVEDAD ESPECÍFICA

LOCALIZACIÓN : TOSAGUA- CALCICAL
MUESTRA : P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA : ASTM D 854-10

FECHA : 04/10/2013

PRUEBA N°	1	2
MATRAZ N°	x	2
Mmws (g)	680.89	680.38
Temperatura °C	22	22
Mmw (g)	649.305	648.52
Masa cápsula (g)	151.14	151.15
Ms (g)	50.05	50.55
Gs Ti	2.71	2.70
K	0.99957	0.99957
Gs T20	2.709	2.703
Promedio	2.710	

$$Gs = \frac{Ms}{Ms + Mmw + Mmws}$$

Anexos 3: Límite de contracción en estado natural

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

FECHA : 07/10/2013

NORMA: ASTM D-427

LIMITE DE CONTRACCIÓN

$$L_c = w\% - \left(\frac{M_4 - M_5}{13.6 * (M_3 - M_1)} \right) * 100$$
$$R = \left(\frac{MS}{V_f} \right)$$

Masa cápsula M1 (g)	21.41
Masa cápsula + suelo húmedo M2 (g)	42.57
Masa cápsula + suelo seco M3 (g)	32.03
Contenido de humedad w%	99.25
Masa suelo seco (g)	10.62
Masa agua (g)	10.54
Masa cápsula Eva. + Hg (g) (M4)	203.64
Masa de Mg desalojada (g) (M5)	76.07
Volumen cápsula Vi (cm3)	13.399
Volumen muestra seca Vf (cm3)	5.59
Límite contracción Lc	10.92
Índice de retracción R	1.899

Masa cápsula Eva. + Hg (g)	203.64
Masa cápsula lucita + HG (g)	783.03
Masa cápsula lucita + HG+ ss (g)	706.96
Masa Mg desalojada (g)	76.07
Densidad Hg (g/cm3)	13.6

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
MUESTRA : P1
PROFUNDIDAD: 2m

FECHA : 17/10/2013
NORMA: ASTM D-427

LIMITE DE CONTRACCIÓN

$$L_c = w\% - \left(\frac{M_4 - M_5}{13.6 * (M_3 - M_1)} \right) * 100$$
$$R = \left(\frac{MS}{V_f} \right)$$

Masa cápsula M1 (g)	22.85
Masa cápsula + suelo húmedo M2 (g)	43.14
Masa cápsula + suelo seco M3 (g)	33.04
Contenido de humedad w%	99.12
Masa suelo seco (g)	10.19
Masa agua (g)	10.1
Masa cápsula Eva. + Hg (g) (M4)	204.02
Masa de Mg desalojada (g) (M5)	79.41
Volumen cápsula Vi (cm3)	13.321
Volumen muestra seca Vf (cm3)	5.84
Límite contracción Lc	9.20
Índice de retracción R	1.745

Masa cápsula Eva. + Hg (g)	204.02
Masa cápsula lucita + HG (g)	783.64
Masa cápsula lucita + HG+ ss (g)	704.23
Masa Mg desalojada (g)	79.41
Densidad Hg (g/cm3)	13.6

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
MUESTRA : P2
PROFUNDIDAD: 1m

FECHA : 11/10/2013
NORMA: ASTM D-427

LIMITE DE CONTRACCIÓN

$$L_c = w\% - \left(\frac{M_4 - M_5}{13.6 * (M_3 - M_1)} \right) * 100$$
$$R = \left(\frac{MS}{V_f} \right)$$

Masa cápsula M1 (g)	21.29
Masa cápsula + suelo húmedo M2 (g)	44.18
Masa cápsula + suelo seco M3 (g)	32.74
Contenido de humedad w%	99.91
Masa suelo seco (g)	11.45
Masa agua (g)	11.44
Masa cápsula Eva. + Hg (g) (M4)	204.02
Masa de Mg desalojada (g) (M5)	70.69
Volumen cápsula Vi (cm3)	13.436
Volumen muestra seca Vf (cm3)	5.20
Límite contracción Lc	14.29
Índice de retracción R	2.203

Masa cápsula Eva. + Hg (g)	204.02
Masa cápsula lucita + HG (g)	783.64
Masa cápsula lucita + HG+ ss (g)	712.95
Masa Mg desalojada (g)	70.69
Densidad Hg (g/cm3)	13.6

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

FECHA : 19/10/2013

NORMA: ASTM D-427

LIMITE DE CONTRACCIÓN

$$L_c = w\% - \left(\frac{M_4 - M_5}{13.6 * (M_3 - M_1)} \right) * 100$$
$$R = \left(\frac{MS}{V_f} \right)$$

Masa cápsula M1 (g)	21.29
Masa cápsula + suelo húmedo M2 (g)	42.04
Masa cápsula + suelo seco M3 (g)	31.65
Contenido de humedad w%	100.29
Masa suelo seco (g)	10.36
Masa agua (g)	10.39
Masa cápsula Eva. + Hg (g) (M4)	200.09
Masa de Mg desalojada (g) (M5)	71.42
Volumen cápsula Vi (cm3)	13.147
Volumen muestra seca Vf (cm3)	5.25
Límite contracción Lc	8.97
Índice de retracción R	1.973

Masa cápsula Eva. + Hg (g)	200.09
Masa cápsula lucita + HG (g)	784.43
Masa cápsula lucita + HG+ ss (g)	713.01
Masa Mg desalojada (g)	71.42
Densidad Hg (g/cm3)	13.6

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

FECHA : 13/10/2013

NORMA: ASTM D-427

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

$$L_c = w\% - \left(\frac{M_4 - M_5}{13.6 * (M_3 - M_1)} \right) * 100$$
$$R = \left(\frac{MS}{V_f} \right)$$

Masa cápsula M1 (g)	21.35
Masa cápsula + suelo húmedo M2 (g)	41.14
Masa cápsula + suelo seco M3 (g)	31.28
Contenido de humedad w%	99.30
Masa suelo seco (g)	9.93
Masa agua (g)	9.86
Masa cápsula Eva. + Hg (g) (M4)	203.29
Masa de Mg desalojada (g) (M5)	86.68
Volumen cápsula Vi (cm3)	13.378
Volumen muestra seca Vf (cm3)	6.37
Límite contracción Lc	12.95
Índice de retracción R	1.558

Masa cápsula Eva. + Hg (g)	203.29
Masa cápsula lucita + HG (g)	782.67
Masa cápsula lucita + HG+ ss (g)	695.99
Masa Mg desalojada (g)	86.68
Densidad Hg (g/cm3)	13.6

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

FECHA : 24/10/2013

NORMA: ASTM D-427

LIMITE DE CONTRACCIÓN

$$L_c = w\% - \left(\frac{M_4 - M_5}{13.6 * (M_3 - M_1)} \right) * 100$$
$$R = \left(\frac{MS}{V_f} \right)$$

Masa cápsula M1 (g)	22.8
Masa cápsula + suelo húmedo M2 (g)	42.12
Masa cápsula + suelo seco M3 (g)	32.48
Contenido de humedad w%	99.59
Masa suelo seco (g)	9.68
Masa agua (g)	9.64
Masa cápsula Eva. + Hg (g) (M4)	205.74
Masa de Mg desalojada (g) (M5)	86.14
Volumen cápsula Vi (cm3)	13.451
Volumen muestra seca Vf (cm3)	6.33
Límite contracción Lc	8.74
Índice de retracción R	1.528

Masa cápsula Eva. + Hg (g)	205.74
Masa cápsula lucita + HG (g)	785.39
Masa cápsula lucita + HG+ ss (g)	699.25
Masa Mg desalojada (g)	86.14
Densidad Hg (g/cm3)	13.6

Anexos 4: Límites de Atterberg con cal estabilizante cal

- Pozo 1-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua - Calcical

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD : 1m

% ESTABILIZANTE : 4

FECHA : 07/10/2013

LÍMITE LÍQUIDO

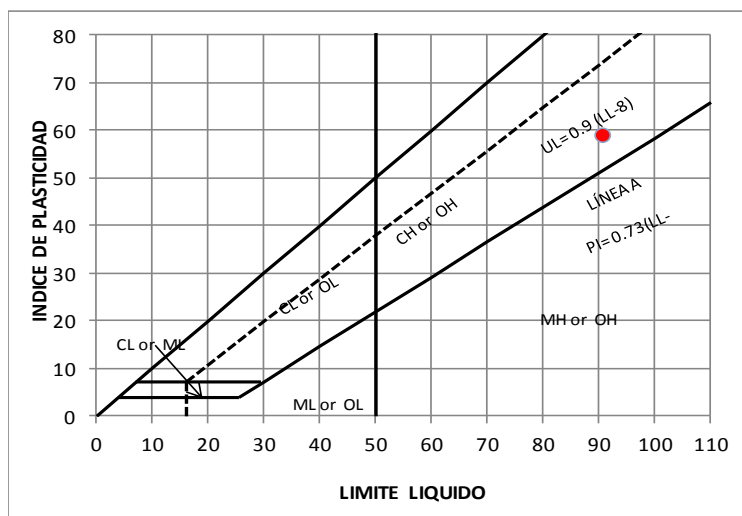
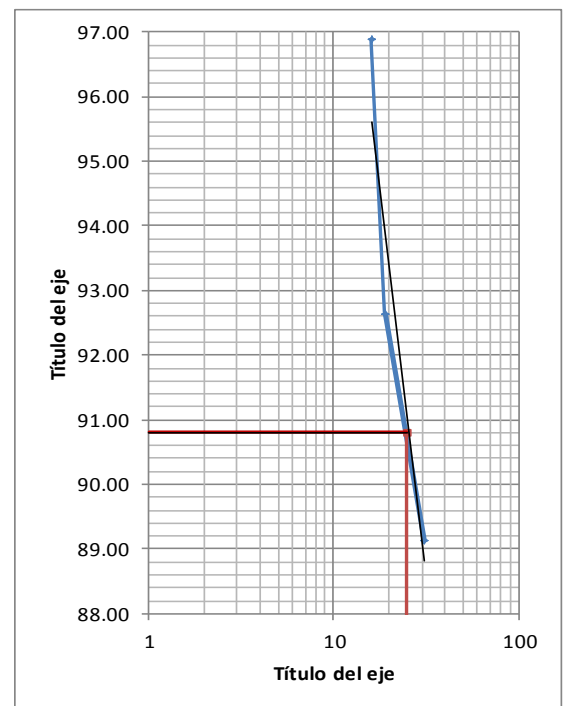
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	22.01	15.48	8.74	96.88	90.80
19	23.3	17.14	10.49	92.63	
31	21.37	15.79	9.53	89.14	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.76	9.2	7.42	31.46	32.00
11.08	10.53	8.84	32.54	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	90.80
LÍMITE PLÁSTICO	32.00
INDICE DE PLASTICIDAD	58.80



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 5

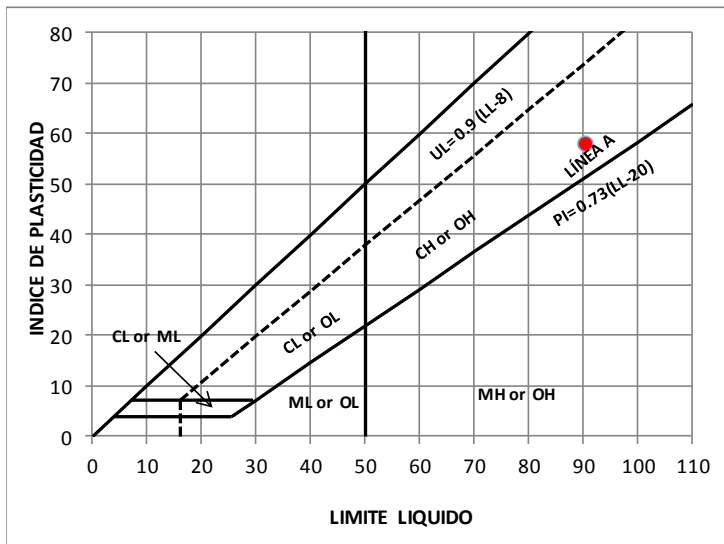
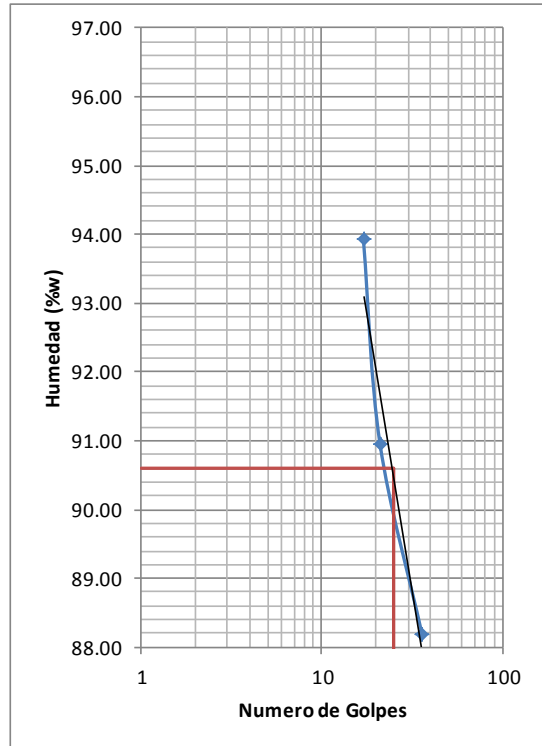
LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	21.9	14.48	6.58	93.92	90.60
21	17.75	12.52	6.77	90.96	
36	19.47	13.43	6.58	88.18	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.36	8.82	7.14	32.14	32.74
10.83	10.25	8.51	33.33	

LÍMITE LÍQUIDO	90.60
LÍMITE PLÁSTICO	32.74
INDICE DE PLASTICIDAD	57.86



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 08/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 6

LÍMITE LÍQUIDO

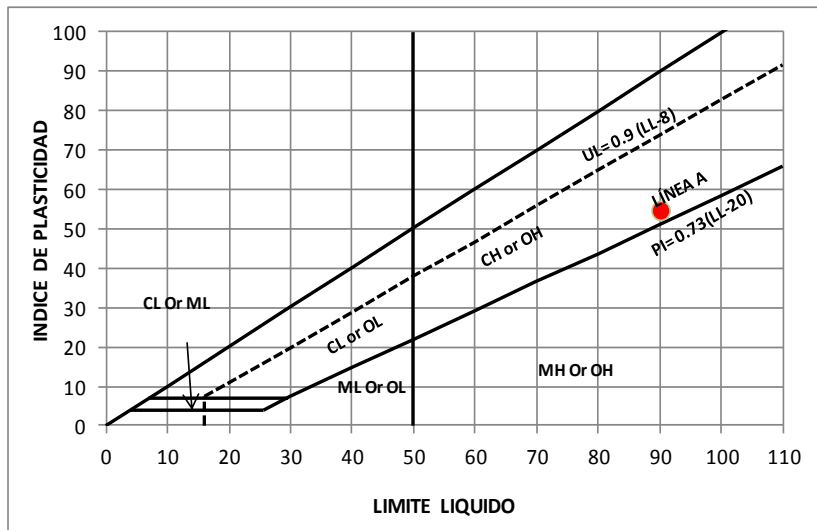
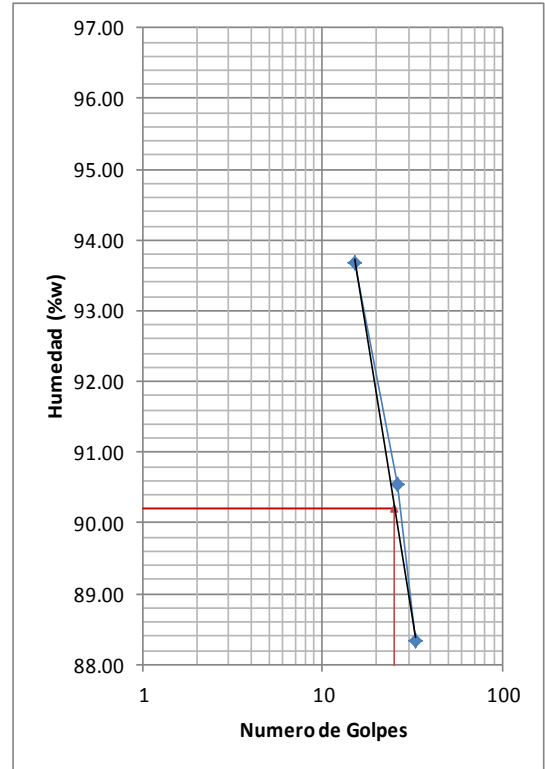
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	20.91	14.38	7.41	93.69	90.20
26	22.64	16.42	9.55	90.54	
33	23.34	16.45	8.65	88.33	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.63	10.88	8.75	35.21	35.61
12.04	11.19	8.83	36.02	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	90.20
LÍMITE PLÁSTICO	35.61
INDICE DE PLASTICIDAD	54.59



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 08/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 7

LÍMITE LÍQUIDO

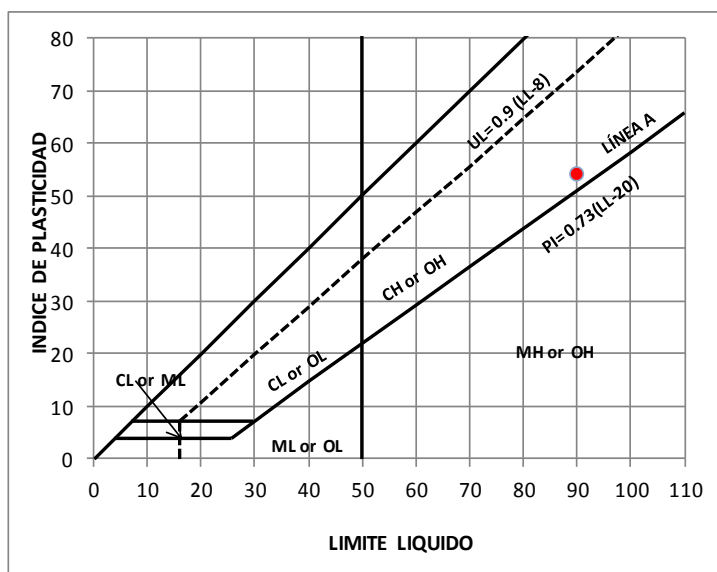
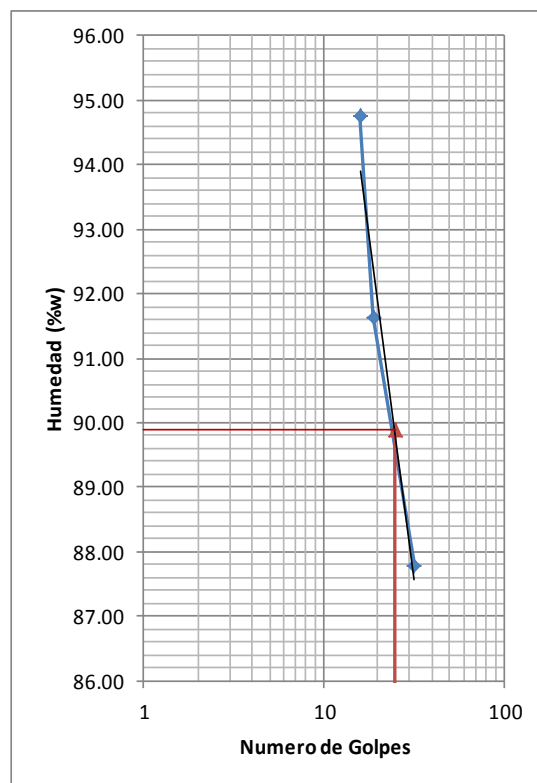
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	23	15.95	8.51	94.76	89.90
19	22.7	15.36	7.35	91.64	
32	23.11	16.36	8.67	87.78	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
13.18	12.49	10.52	35.03	35.69
11.77	10.97	8.77	36.36	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	89.90
LÍMITE PLÁSTICO	35.69
INDICE DE PLASTICIDAD	54.21



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
 MUESTRA : P1
 PROFUNDIDAD: 1m
 % ESTABILIZANTE: 8

FECHA : 08/10/2013

LÍMITE LÍQUIDO

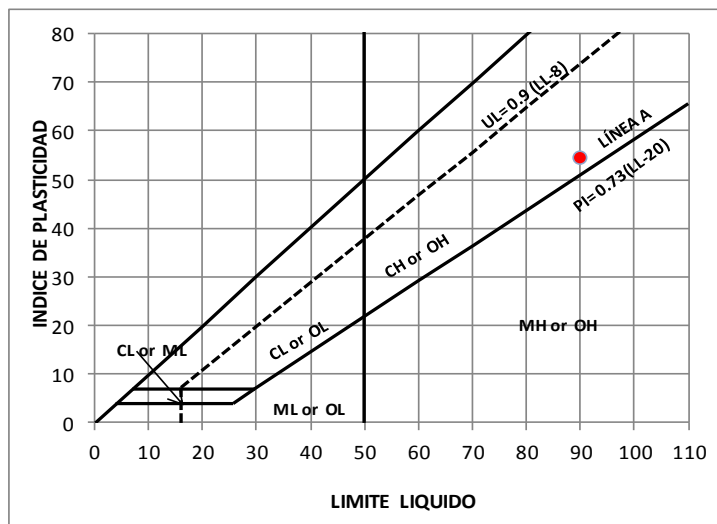
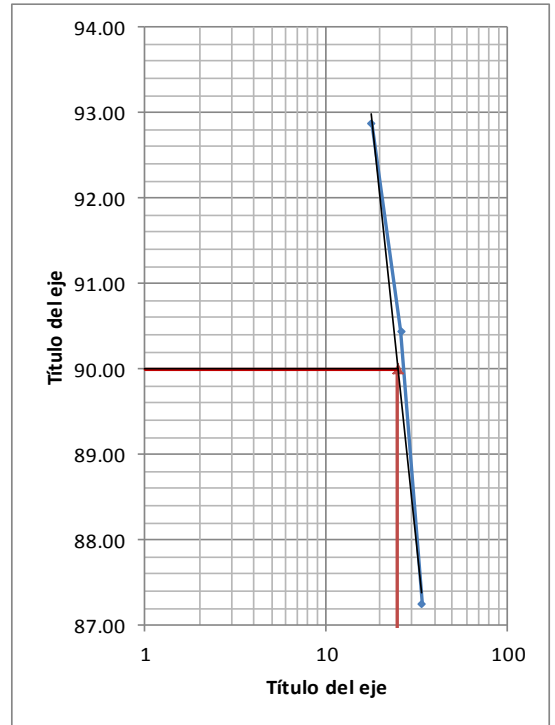
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
18	24.14	16.98	9.27	92.87	90.00
26	23.74	16.74	9	90.44	
34	21.91	15.89	8.99	87.25	

LÍMITE LÍQUIDO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.96	9.14	6.81	35.19	35.57
13.63	12.35	8.79	35.96	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	90.00
LÍMITE PLÁSTICO	35.57
INDICE DE PLASTICIDAD	54.43



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 08/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

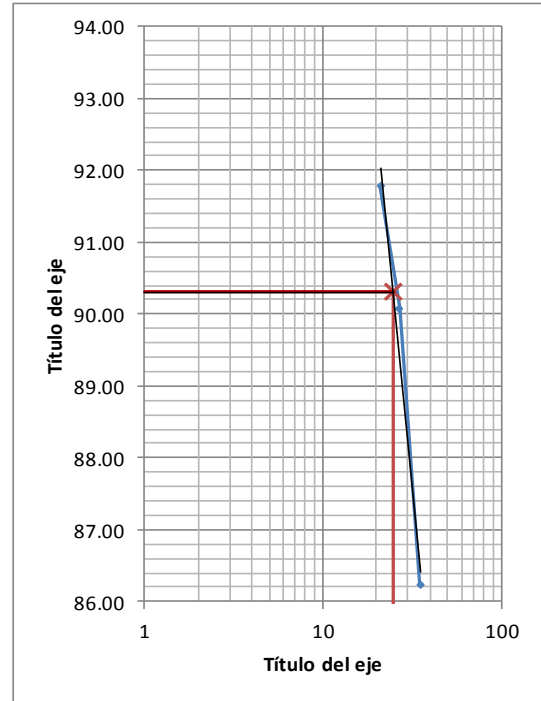
% ESTABILIZANTE: 9

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
21	22.29	15.03	7.12	91.78	90.30
27	24.8	17.08	8.51	90.08	
35	22.57	16.31	9.05	86.23	

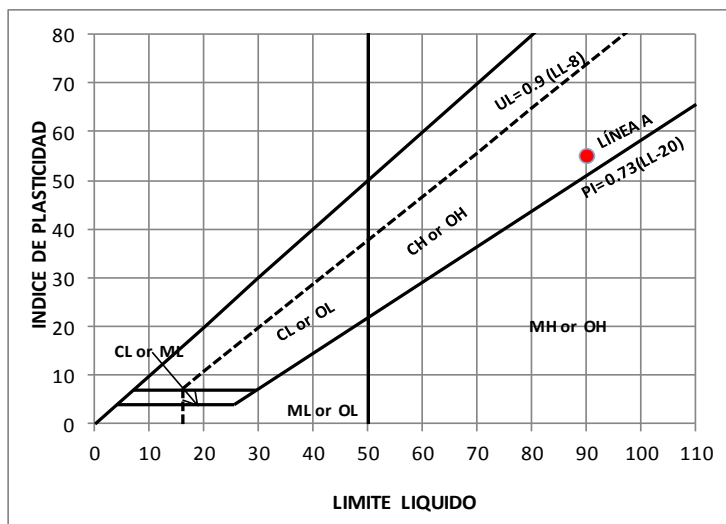
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.56	10.81	8.74	36.23	35.54
11.48	10.71	8.5	34.84	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	90.30
LÍMITE PLÁSTICO	35.54
INDICE DE PLASTICIDAD	54.76



- Pozo 2-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 11/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 3

LÍMITE LÍQUIDO

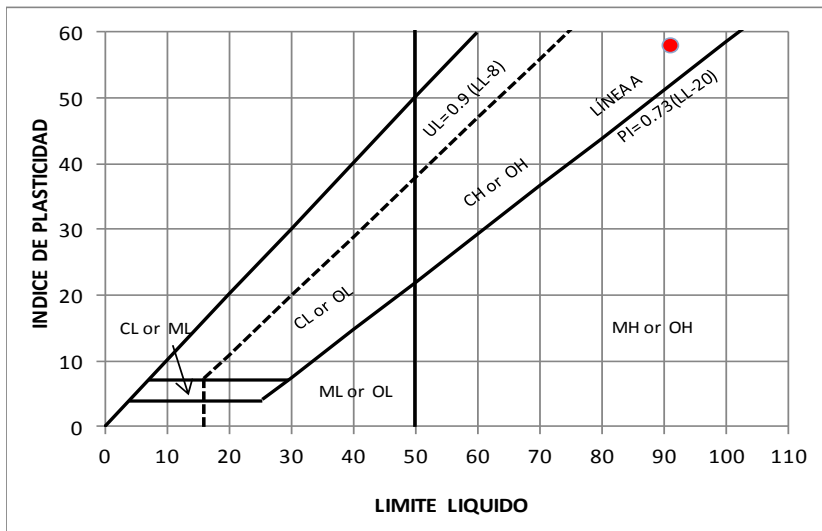
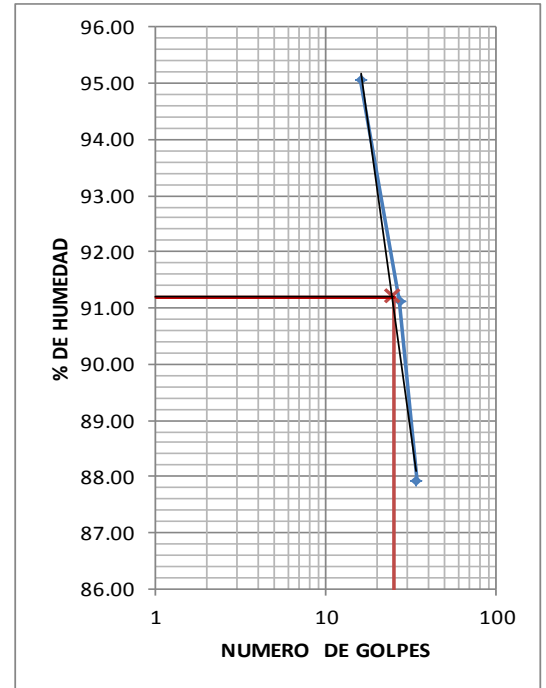
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	21.01	13.89	6.4	95.06	91.20
27	21.65	15.39	8.52	91.12	
34	21.06	15.38	8.92	87.93	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.51	10.81	8.7	33.18	33.25
11.01	10.4	8.57	33.33	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	91.20
LÍMITE PLÁSTICO	33.25
INDICE DE PLASTICIDAD	57.95



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 11/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 4

LÍMITE LÍQUIDO

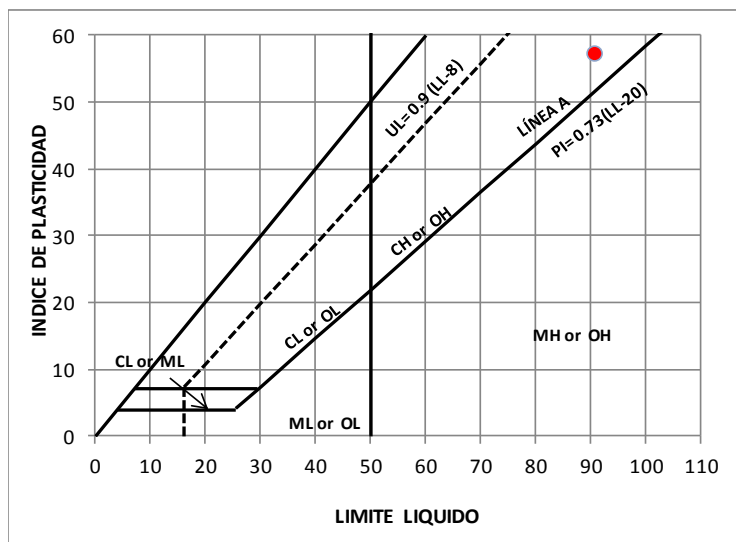
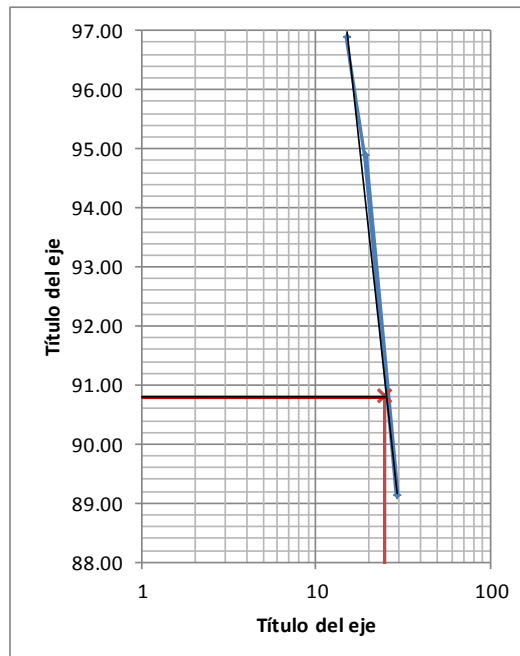
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	22.01	15.48	8.74	96.88	90.80
19	23.45	17.14	10.49	94.89	
29	21.37	15.79	9.53	89.14	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.81	11.73	8.5	33.44	33.62
10	9.28	7.15	33.80	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	90.80
LÍMITE PLÁSTICO	33.62
INDICE DE PLASTICIDAD	57.18



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcal

FECHA : 11/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 5

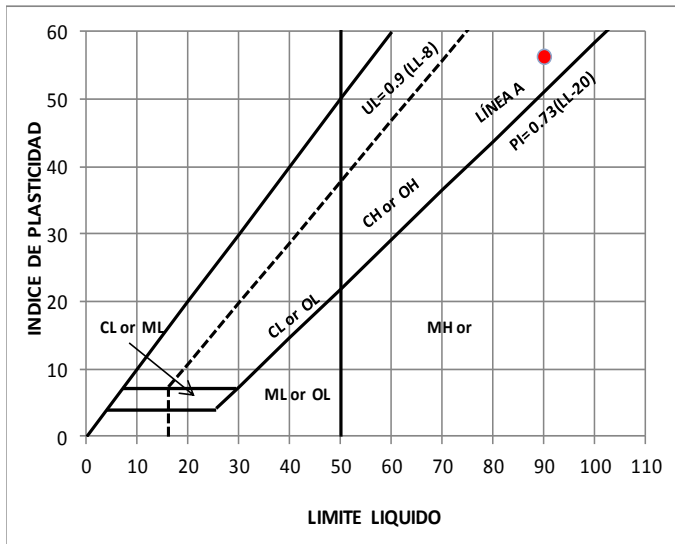
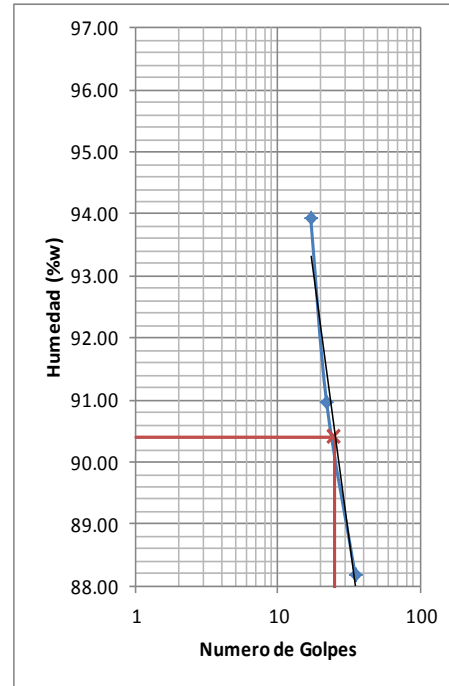
LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	21.9	14.48	6.58	93.92	90.40
22	17.75	12.52	6.77	90.96	
35	19.47	13.43	6.58	88.18	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.36	8.79	7.14	34.55	34.32
10.83	10.24	8.51	34.10	

LÍMITE LÍQUIDO	90.40
LÍMITE PLÁSTICO	34.32
INDICE DE PLASTICIDAD	56.08



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 11/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 6

LÍMITE LÍQUIDO

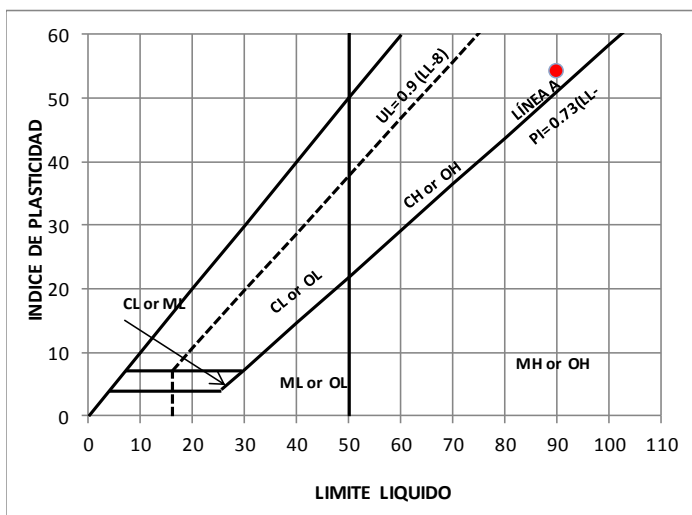
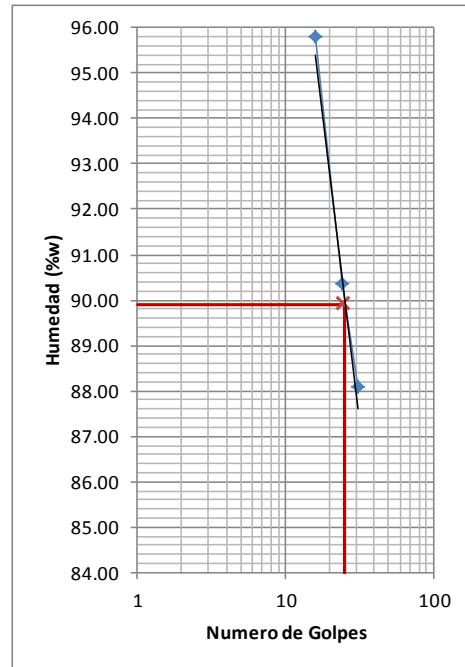
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	20.92	14.31	7.41	95.80	89.90
24	22.17	16.18	9.55	90.35	
31	23.32	16.45	8.65	88.08	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.63	10.88	8.75	35.21	35.61
12.04	11.19	8.83	36.02	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	89.90
LÍMITE PLÁSTICO	35.61
INDICE DE PLASTICIDAD	54.29



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 7

FECHA : 11/10/2013

LÍMITE LÍQUIDO

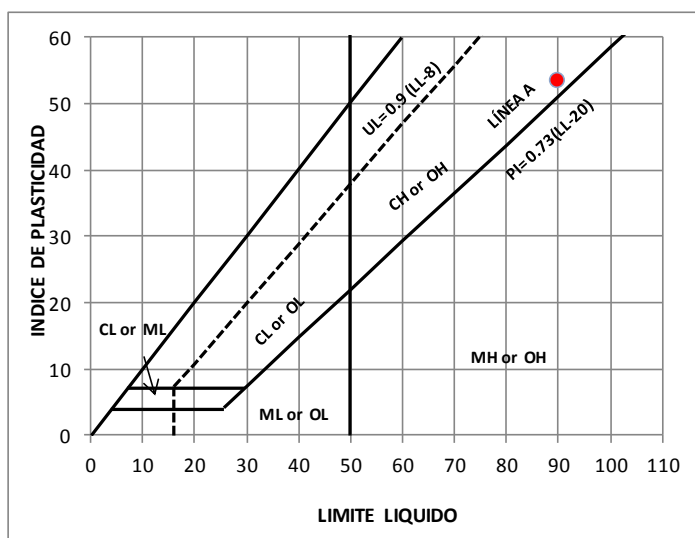
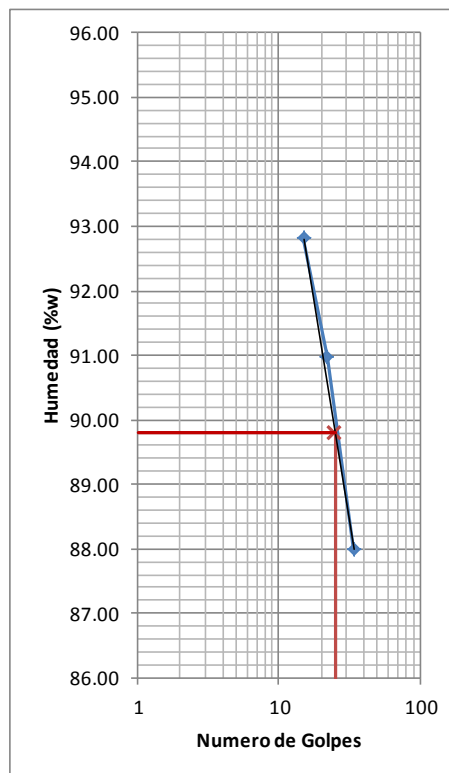
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	22.9	15.92	8.4	92.82	89.80
22	22.65	15.3	7.22	90.97	
34	23.15	16.11	8.11	88.00	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
13.01	12.35	10.52	36.07	36.40
12.12	11.22	8.77	36.73	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	89.80
LÍMITE PLÁSTICO	36.40
INDICE DE PLASTICIDAD	53.40



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 11/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

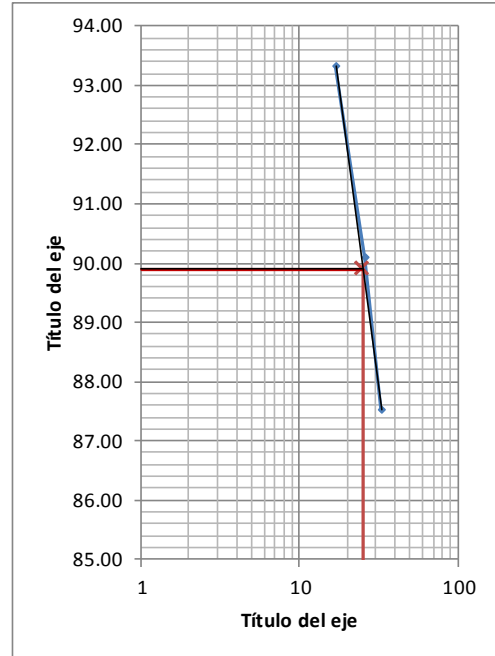
% ESTABILIZANTE: 8

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	24.26	17	9.22	93.32	89.90
26	23.78	16.78	9.01	90.09	
33	21.85	15.75	8.78	87.52	

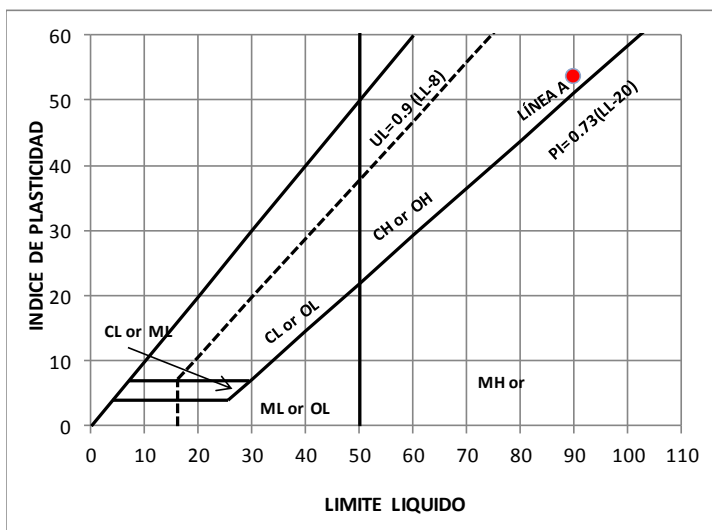
LÍMITE LÍQUIDO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.78	8.99	6.81	36.24	36.35
13.58	12.3	8.79	36.47	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	89.90
LÍMITE PLÁSTICO	36.35
INDICE DE PLASTICIDAD	53.55



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcalca

FECHA : 11/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 9

LÍMITE LÍQUIDO

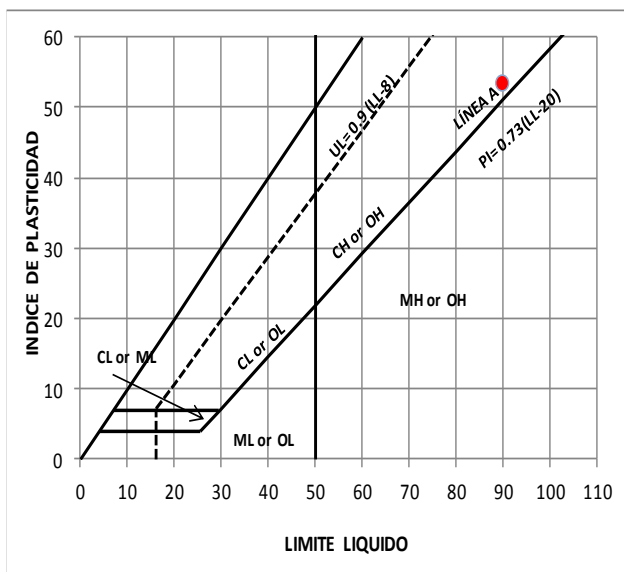
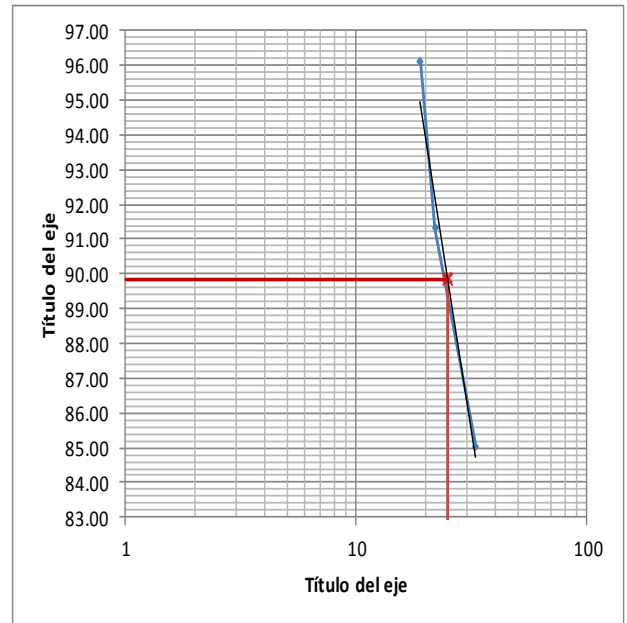
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
19	22.2	14.81	7.12	96.10	89.85
22	24.16	16.69	8.51	91.32	
33	23.5	16.86	9.05	85.02	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.22	10.56	8.74	36.26	36.43
11.15	10.44	8.5	36.60	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	89.85
LÍMITE PLÁSTICO	36.43
INDICE DE PLASTICIDAD	53.42



- Pozo 3-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 13/10/2013

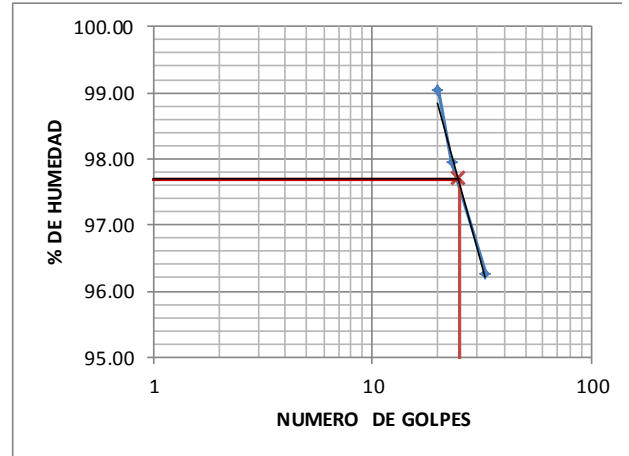
MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 3

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
20	23.34	14.99	6.56	99.05	97.70
23	20.92	14.2	7.34	97.96	
33	18.51	13.09	7.46	96.27	

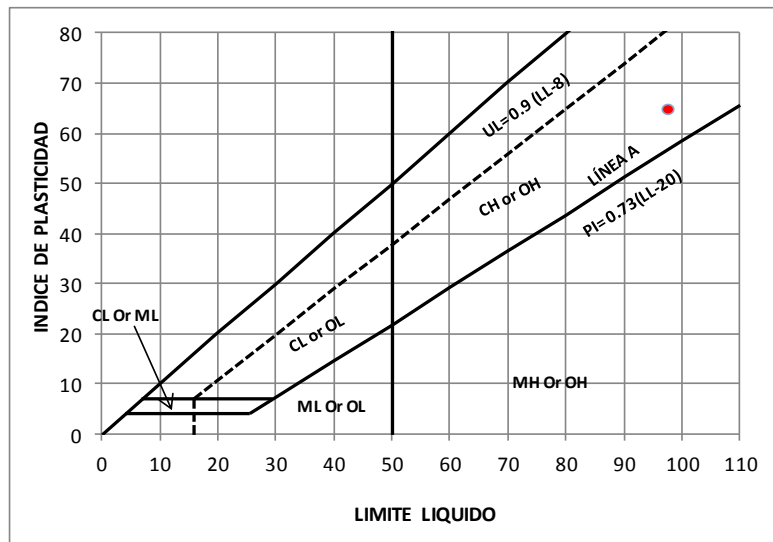


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.61	9.03	7.25	32.58	32.96
12.04	11.33	9.2	33.33	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	97.70
LÍMITE PLÁSTICO	32.96
INDICE DE PLASTICIDAD	64.74



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 13/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 4

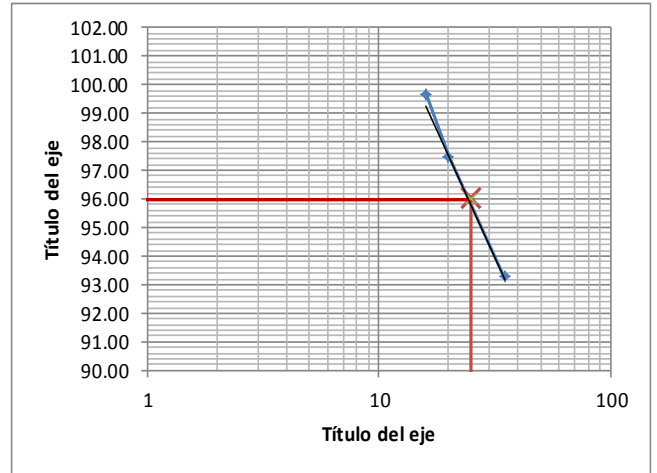
LÍMITE LÍQUIDO

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	25.44	17.11	8.75	99.64	96.00
20	18.69	13.62	8.42	97.50	
35	20.87	13.94	6.51	93.27	

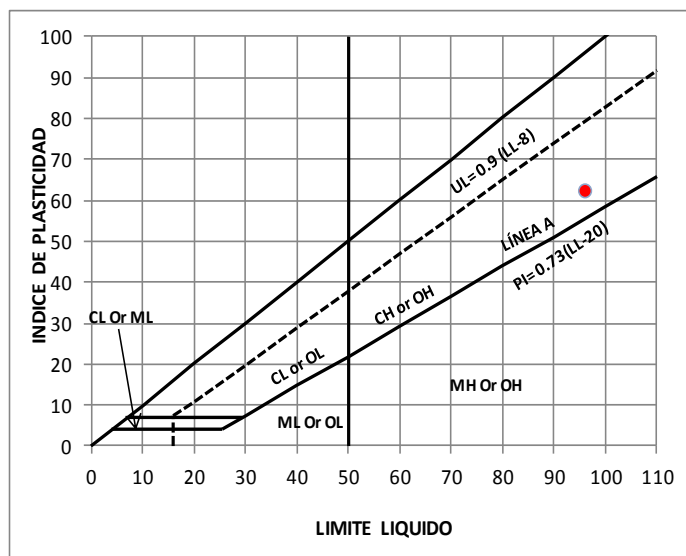
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.81	11.73	8.5	33.44	33.62
10	9.28	7.15	33.80	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	96.00
LÍMITE PLÁSTICO	33.62
INDICE DE PLASTICIDAD	62.38



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcial
MUESTRA : P3
PROFUNDIDAD: 1m
% ESTABILIZANTE: 5

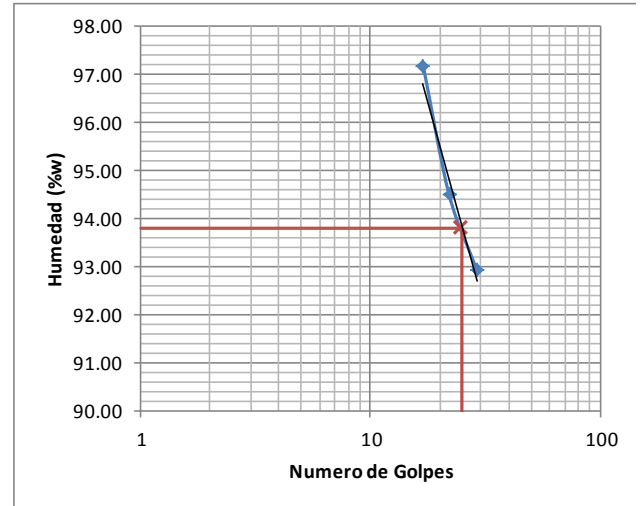
FECHA : 13/10/2013

LÍMITE LÍQUIDO

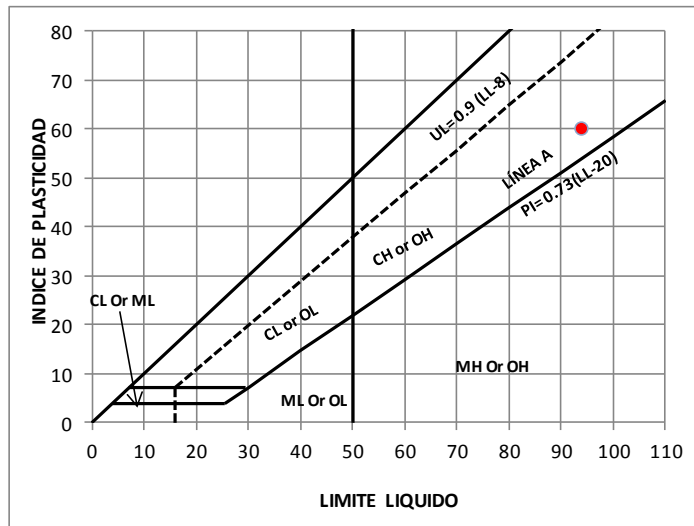
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	22.74	15.21	7.46	97.16	93.80
22	22.2	15.67	8.76	94.50	
29	21.54	15.22	8.42	92.94	

LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.2	11	7.45	33.80	33.62
14.11	12.95	9.48	33.43	



LÍMITE LÍQUIDO	93.80
LÍMITE PLÁSTICO	33.62
INDICE DE PLASTICIDAD	60.18



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua - Calical

FECHA : 14/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

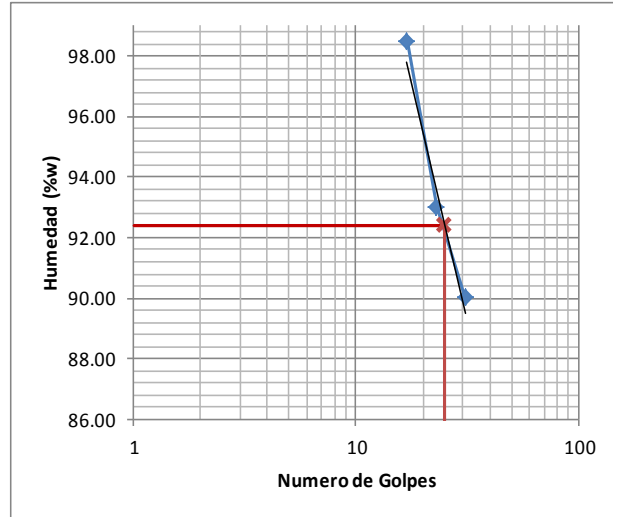
% ESTABILIZANTE: 6

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	22.43	15.88	9.23	98.50	92.40
23	24.62	17.03	8.87	93.01	
31	22.69	16.18	8.95	90.04	

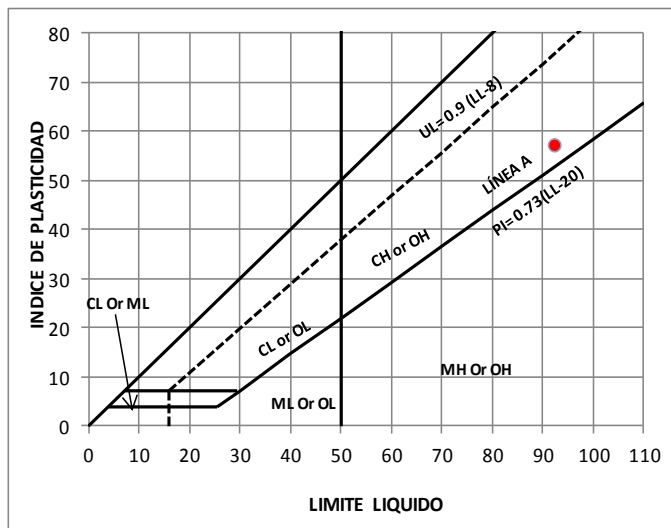
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.93	11.84	8.76	35.39	35.14
13.53	12.26	8.62	34.89	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	92.40
LÍMITE PLÁSTICO	35.14
INDICE DE PLASTICIDAD	57.26



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 14/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 7

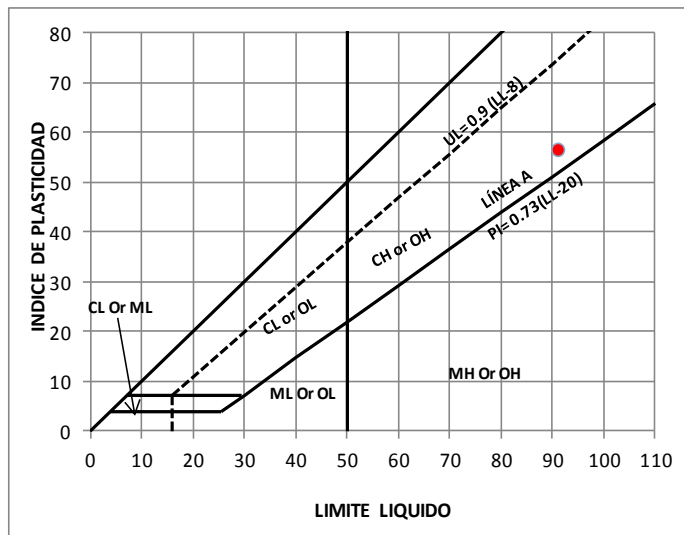
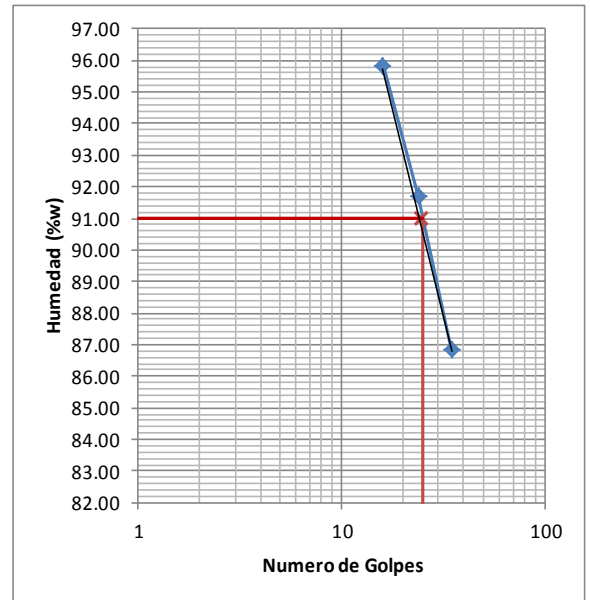
LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	23.33	15.95	8.25	95.84	91.00
24	20.33	14.68	8.52	91.72	
35	21.41	15.59	8.89	86.87	

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
14.75	13.65	10.4	33.85	34.42
13.92	12.79	9.56	34.98	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	91.00
LÍMITE PLÁSTICO	34.42
INDICE DE PLASTICIDAD	56.58



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcal

FECHA : 14/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

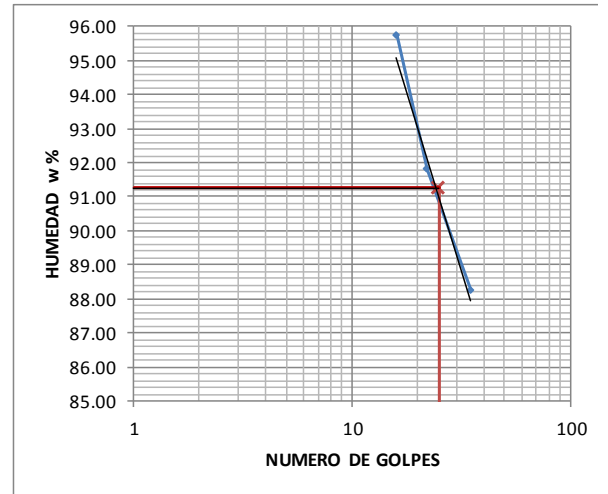
% ESTABILIZANTE: 8

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	25.67	17.79	9.56	95.75	91.25
22	25.39	18.21	10.39	91.82	
35	22.99	16.38	8.89	88.25	

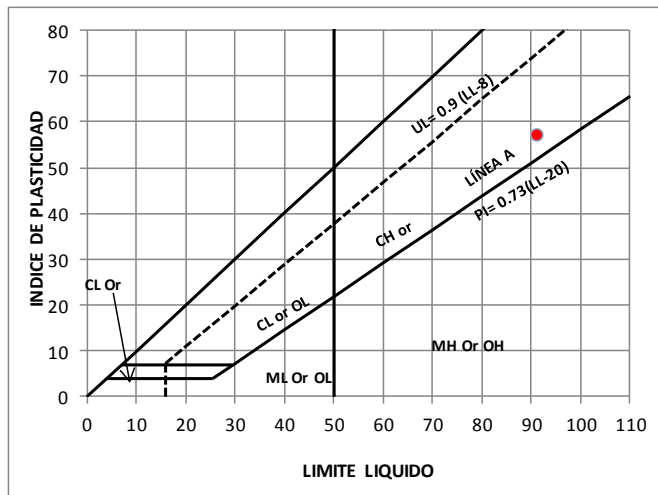
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
14.51	13.05	8.78	34.19	34.10
14.23	13.06	9.62	34.01	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	91.25
LÍMITE PLÁSTICO	34.10
INDICE DE PLASTICIDAD	57.15



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

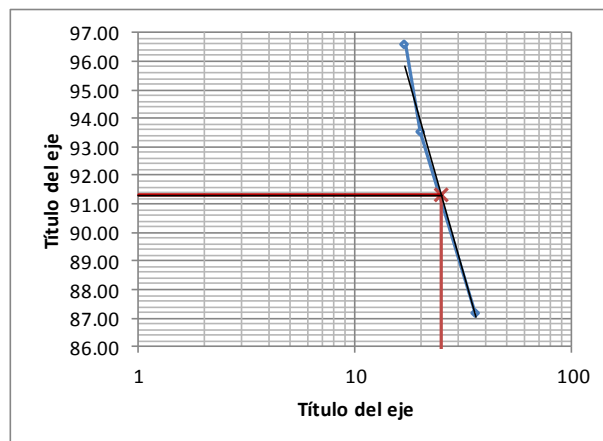
% ESTABILIZANTE: 9

FECHA : 14/10/2013

LIMITE LÍQUIDO

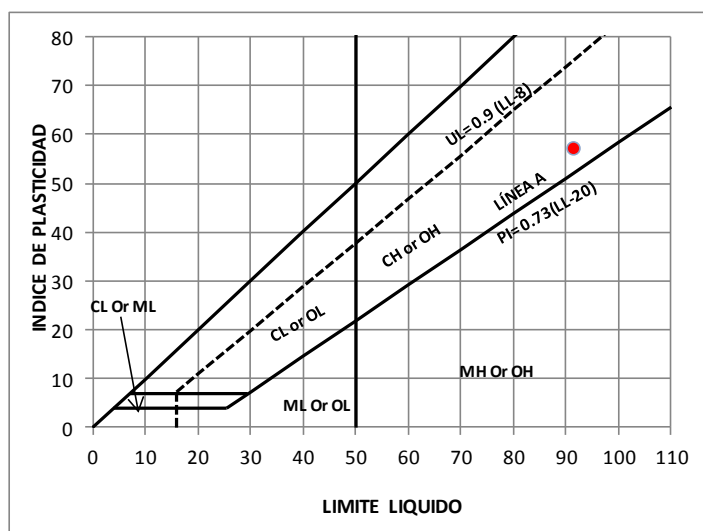
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	22.7	14.79	6.6	96.58	91.30
20	22.56	15.21	7.35	93.51	
36	22.65	16.07	8.52	87.15	

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
13.19	11.98	8.52	34.97	34.27
12.32	11.4	8.66	33.58	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	91.30
LÍMITE PLÁSTICO	34.27
INDICE DE PLASTICIDAD	57.03



Anexos 5: Límites de Atterberg con cemento como estabilizante

- Pozo 1-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 17/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

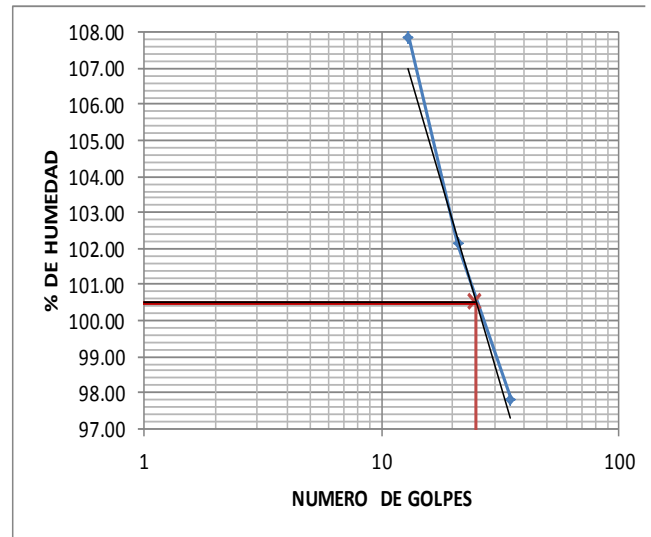
% ESTABILIZANTE: 3

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
13	23.29	15.75	8.76	107.87	100.50
21	23.16	15.99	8.97	102.14	
35	26.8	17.86	8.72	97.81	

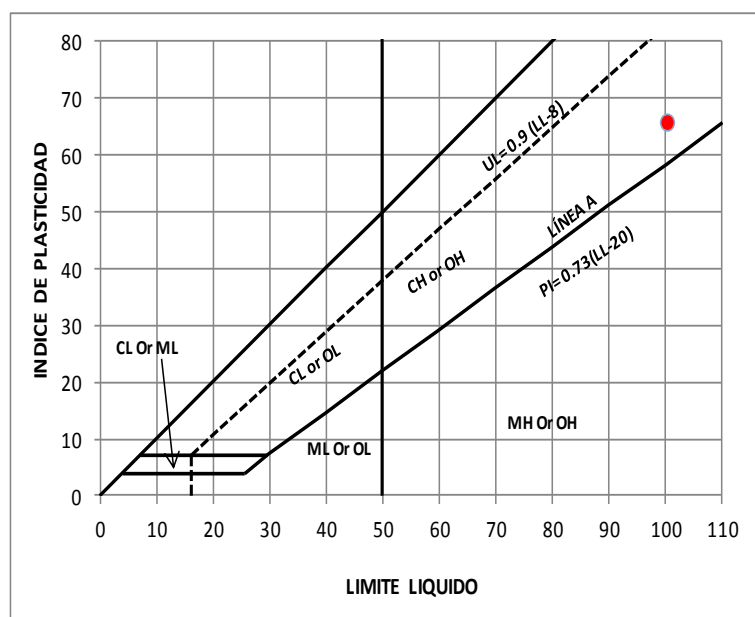
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.2	10.58	8.8	34.83	35.06
10.82	10.28	8.75	35.29	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	100.50
LÍMITE PLÁSTICO	35.06
INDICE DE PLASTICIDAD	65.44



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 17/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

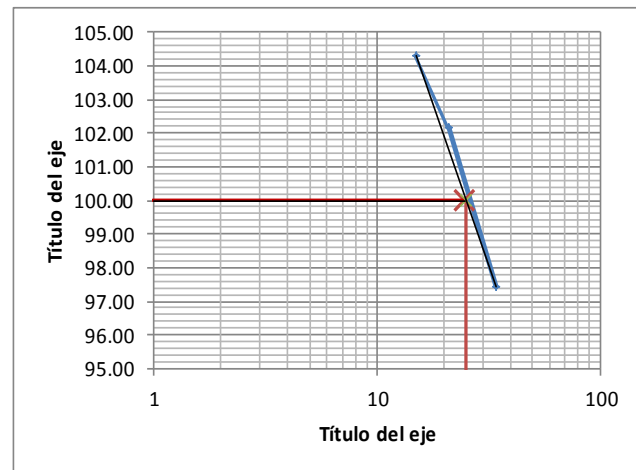
% ESTABILIZANTE: 4

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	25.94	17.2	8.82	104.30	100.00
21	25.2	17.17	9.31	102.16	
34	24.18	15.5	6.59	97.42	

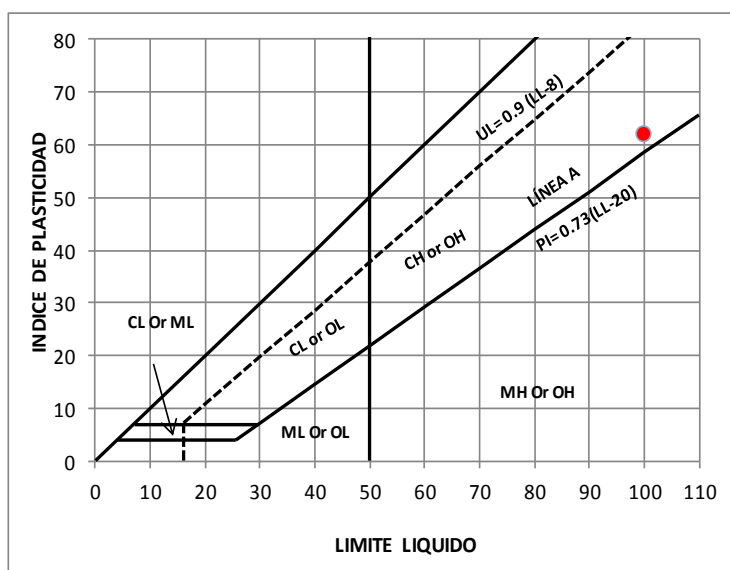
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.19	8.72	7.48	37.90	37.93
11.52	11	9.63	37.96	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	100.00
LÍMITE PLÁSTICO	37.93
INDICE DE PLASTICIDAD	62.07



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 17/10/2013

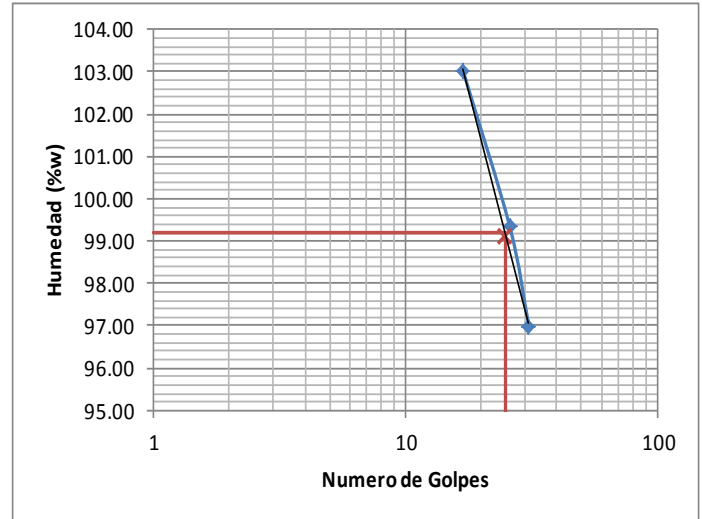
MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 5

LÍMITE LÍQUIDO

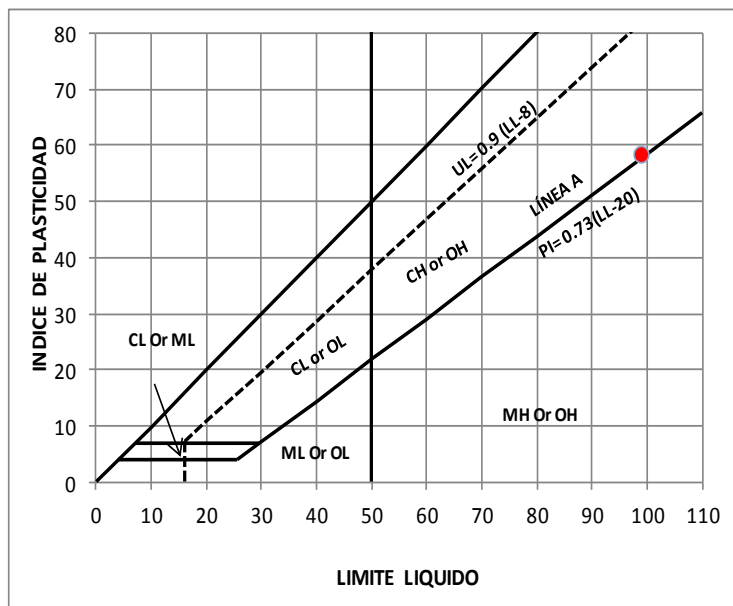
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	24.3	16.42	8.77	103.01	99.10
26	23.9	16.34	8.73	99.34	
31	22.67	15.93	8.98	96.98	



LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
10.63	10.01	8.5	41.06	41.02
10.52	10.02	8.8	40.98	

LÍMITE LÍQUIDO	99.10
LÍMITE PLÁSTICO	41.02
INDICE DE PLASTICIDAD	58.08



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcal

FECHA : 17/10/2013

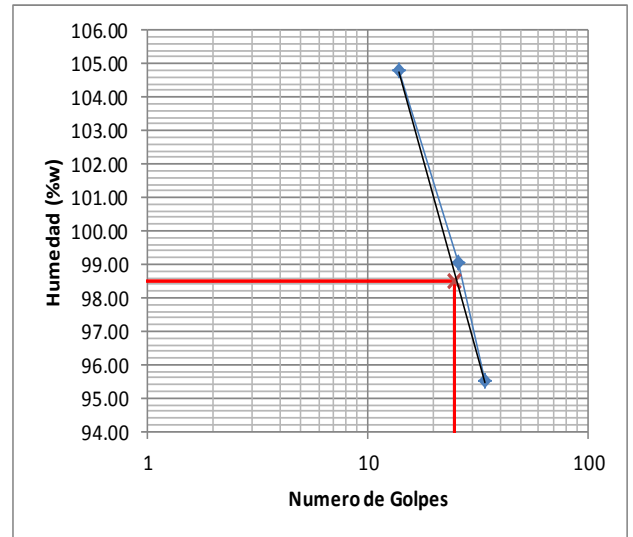
MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 6

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
14	25.68	17.15	9.01	104.79	98.50
26	22.05	14.64	7.16	99.06	
34	26.31	18.6	10.53	95.54	

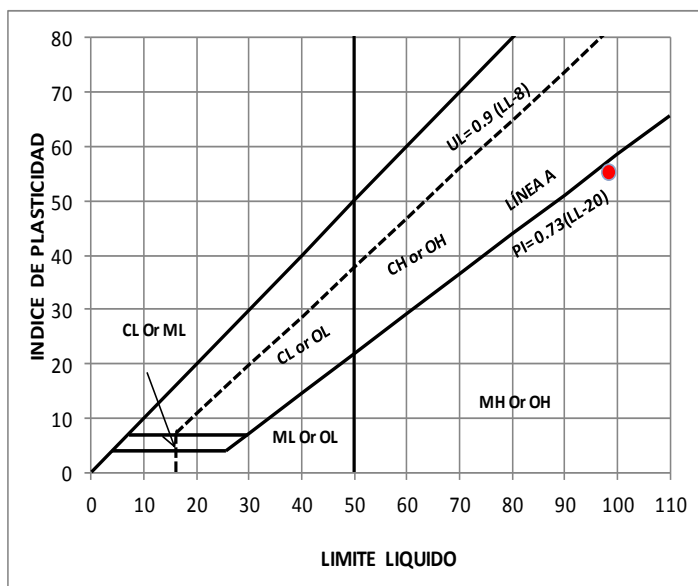


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.61	8.77	6.81	42.86	43.28
10.9	10.17	8.5	43.71	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	98.50
LÍMITE PLÁSTICO	43.28
INDICE DE PLASTICIDAD	55.22



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcal

FECHA : 17/10/2013

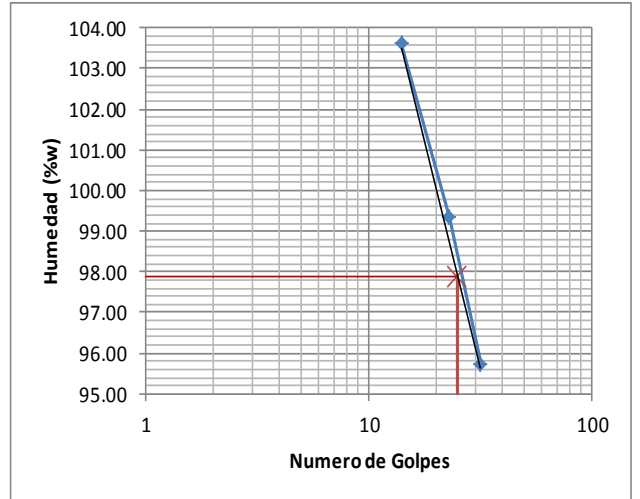
MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 7

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
14	27.91	18.2	8.83	103.63	97.90
23	27.72	18.71	9.64	99.34	
32	20.23	14.62	8.76	95.73	

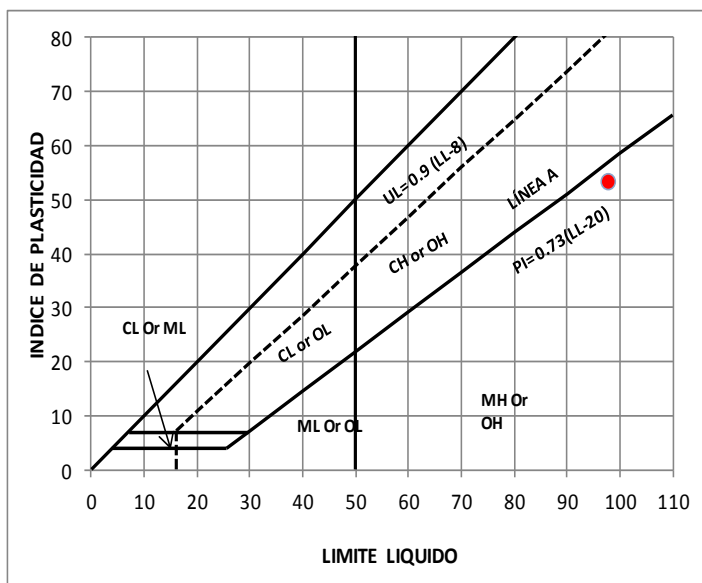


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.42	10.76	9.27	44.30	44.62
11.08	10.37	8.79	44.94	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	97.90
LÍMITE PLÁSTICO	44.62
INDICE DE PLASTICIDAD	53.28



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 17/10/2013

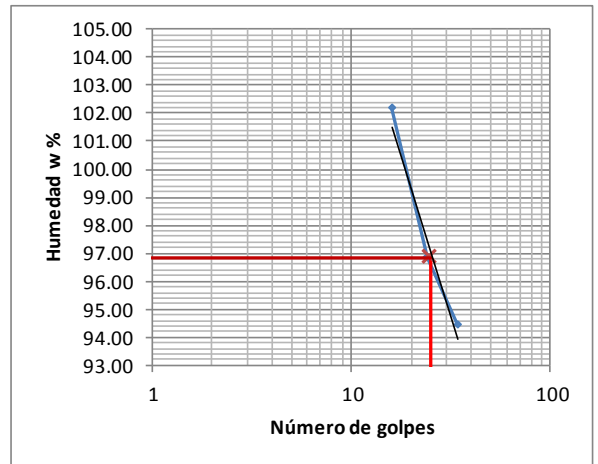
MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 8

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	28.88	18.25	7.85	102.21	96.85
24	21.33	15.17	8.81	96.86	
34	24.39	16.7	8.56	94.47	

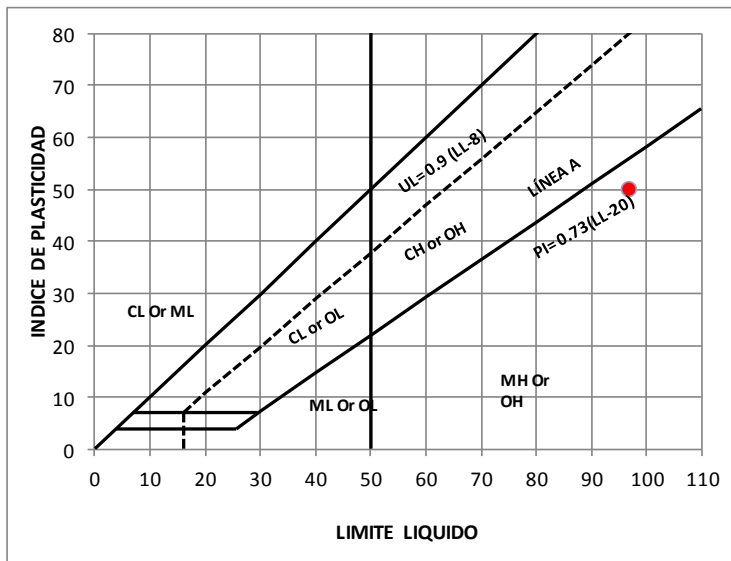


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.22	9.69	6.42	46.79	46.86
13.8	12.35	9.26	46.93	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	96.85
LÍMITE PLÁSTICO	46.86
INDICE DE PLASTICIDAD	49.99



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua - Calcal

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 9

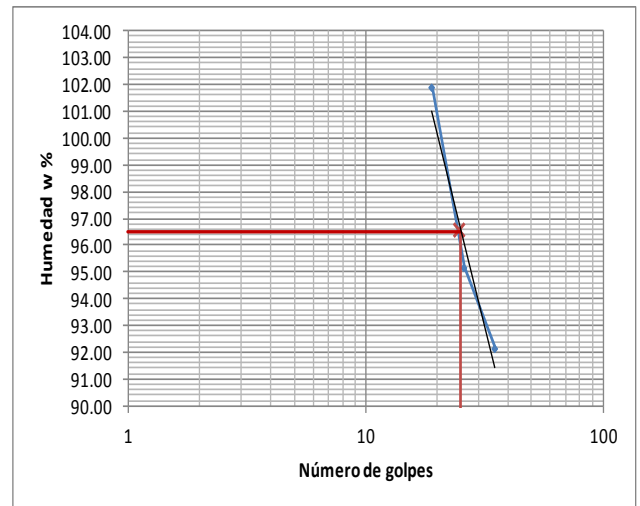
FECHA : 17/10/2013

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
19	36.75	22.74	8.99	101.89	96.50
26	22.63	16.72	10.51	95.17	
35	20.28	14.78	8.81	92.13	

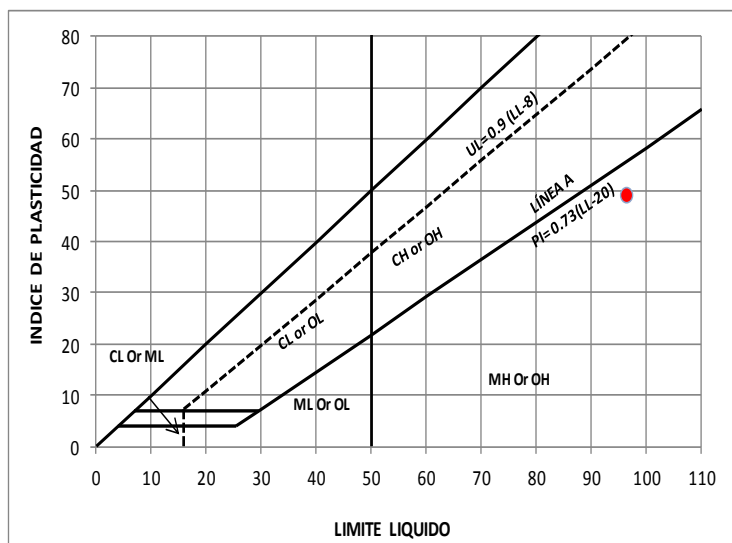
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
10.67	9.59	7.32	47.58	47.63
12.08	10.95	8.58	47.68	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	96.50
LÍMITE PLÁSTICO	47.63
INDICE DE PLASTICIDAD	48.87



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calccal

FECHA : 18/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

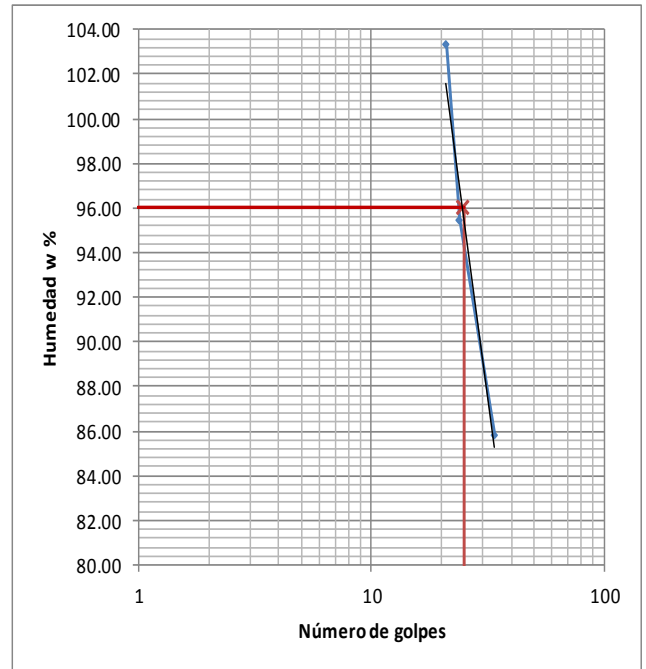
% ESTABILIZANTE: 10

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
21	36.25	22.15	8.51	103.37	96.00
24	22.02	16.75	11.23	95.47	
34	20.28	14.85	8.52	85.78	

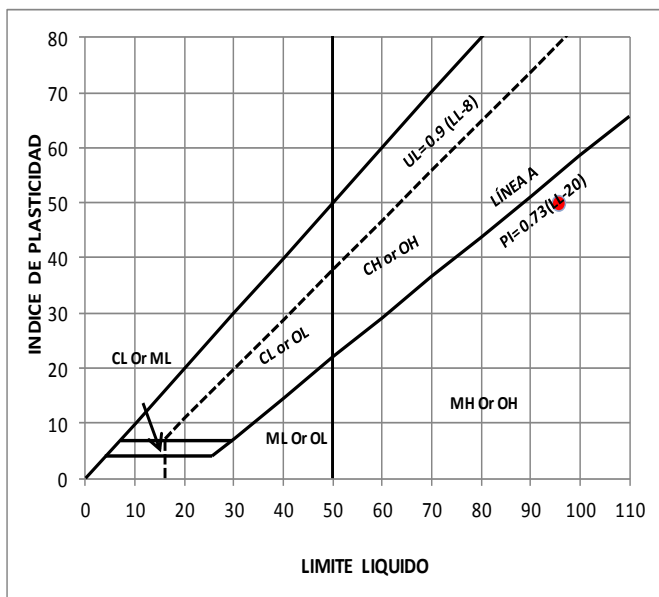
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
10.2	9.54	8.11	46.15	46.41
12.14	10.95	8.4	46.67	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	96.00
LÍMITE PLÁSTICO	46.41
INDICE DE PLASTICIDAD	49.59



• Pozo 2-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 19/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

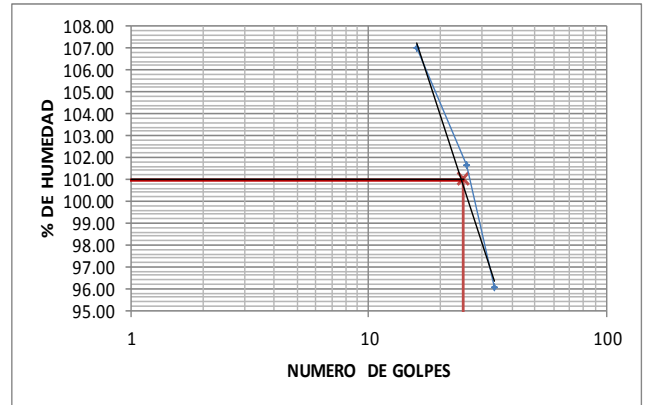
% ESTABILIZANTE: 3

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	20.88	13.87	7.32	107.02	101.00
26	24.25	16.39	8.66	101.68	
34	22.99	15.88	8.48	96.08	

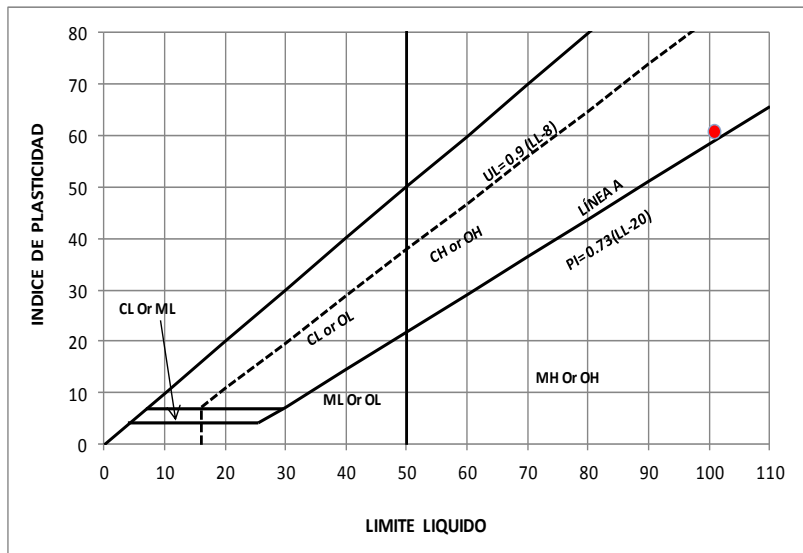
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
9.85	8.97	6.78	40.18	40.39
11.68	10.99	9.29	40.59	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	101.00
LÍMITE PLÁSTICO	40.39
INDICE DE PLASTICIDAD	60.61



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 19/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

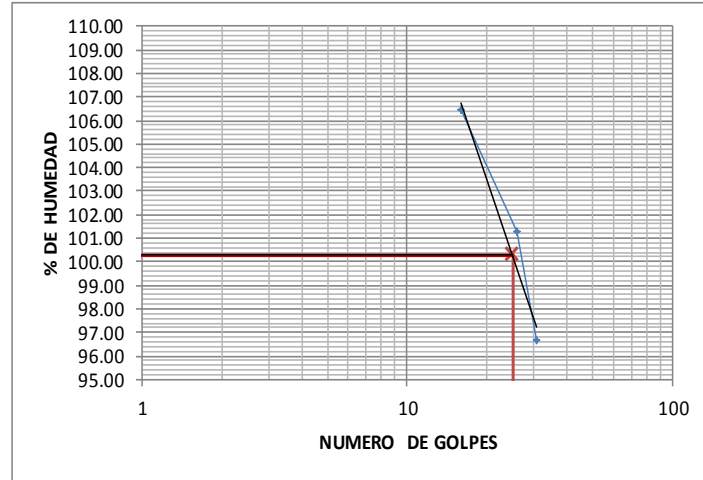
% ESTABILIZANTE: 4

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
16	19.83	14.4	9.3	106.47	100.30
26	21.44	14.29	7.23	101.27	
31	24.2	16.64	8.82	96.68	

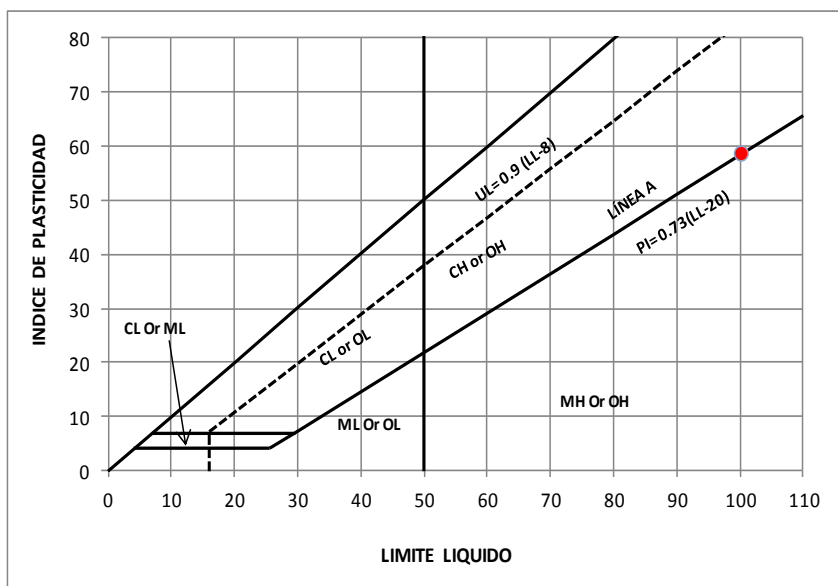
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.63	11.54	8.92	41.60	41.83
12.65	11.51	8.8	42.07	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	100.30
LÍMITE PLÁSTICO	41.83
INDICE DE PLASTICIDAD	58.47



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 19/10/2013

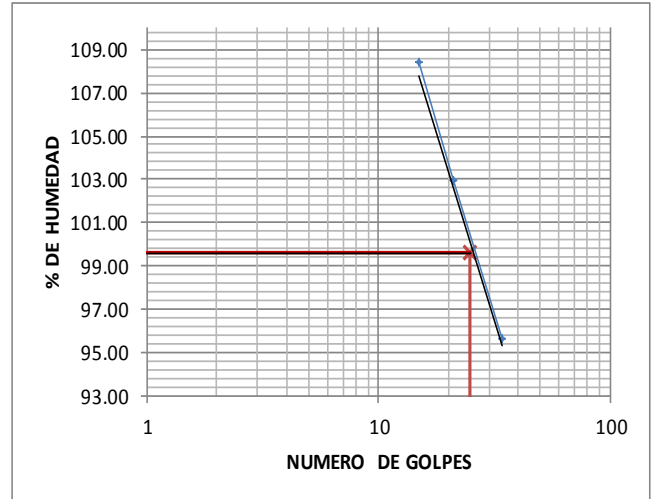
MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 5

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	26.85	17.81	9.47	108.39	99.60
21	20.15	13.21	6.47	102.97	
34	23.16	16.19	8.9	95.61	

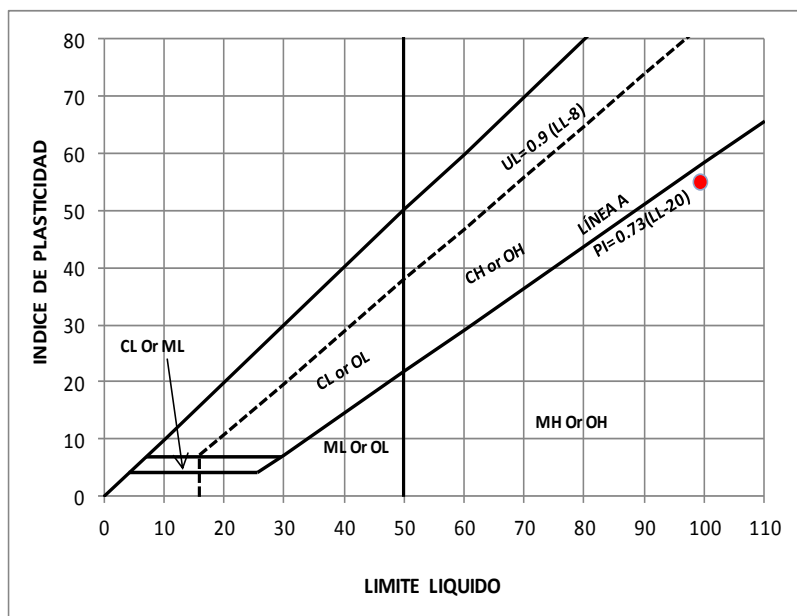


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.68	11.54	9	44.88	44.84
13.15	11.77	8.69	44.81	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	99.60
LÍMITE PLÁSTICO	44.84
INDICE DE PLASTICIDAD AD	54.76



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 20/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

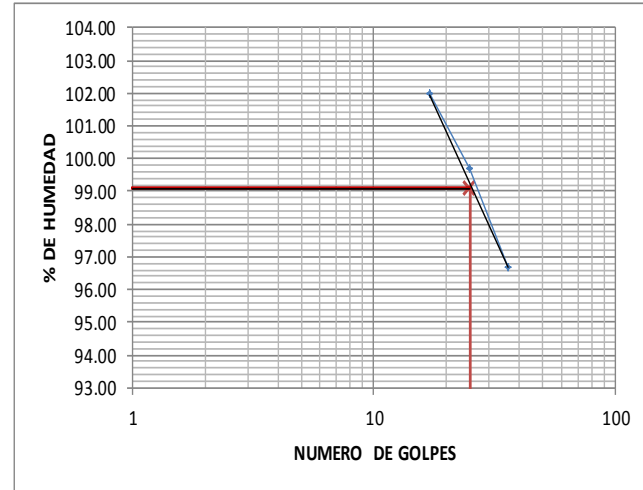
% ESTABILIZANTE: 6

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	20.89	14.74	8.71	101.99	99.10
25	21.06	14.88	8.68	99.68	
36	22.1	15.39	8.45	96.69	

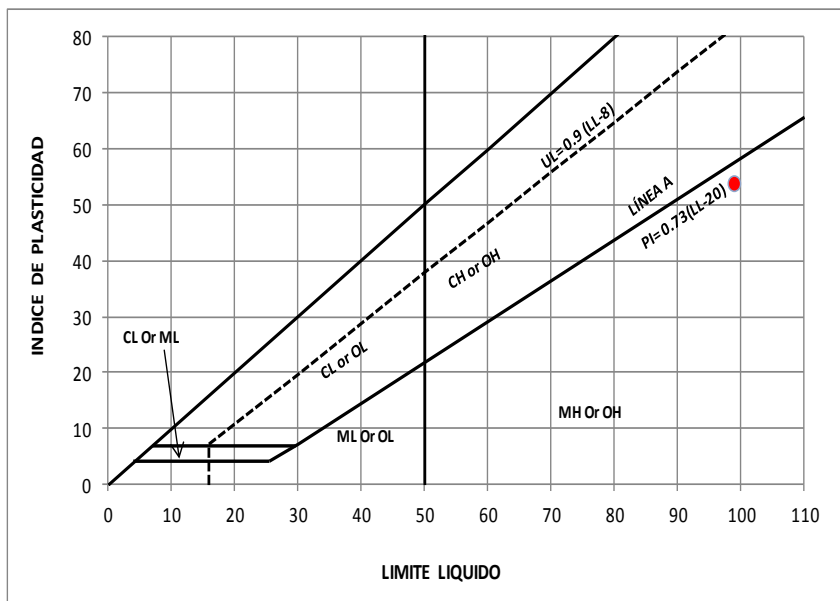
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.54	11.36	8.75	45.21	45.58
12.12	11.04	8.69	45.96	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	99.10
LÍMITE PLÁSTICO	45.58
INDICE DE PLASTICIDAD	53.52



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcal
 MUESTRA : P2
 PROFUNDIDAD: 2m
 % ESTABILIZANTE: 7

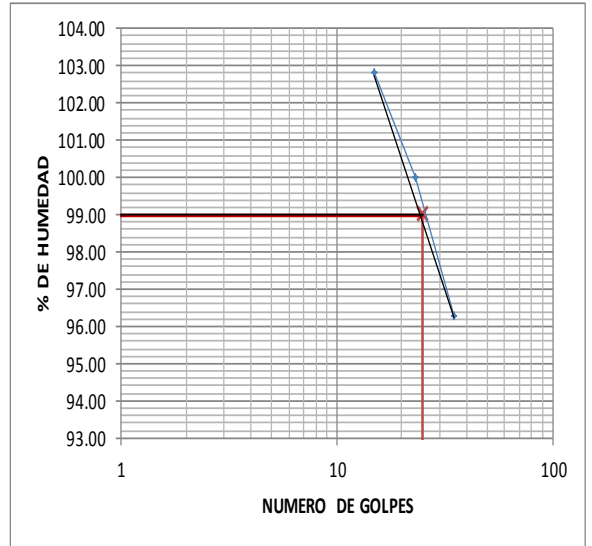
FECHA : 20/10/2013

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	21.03	14.1	7.36	102.82	98.99
23	21.06	15.29	9.52	100.00	
35	22.01	15.53	8.8	96.29	

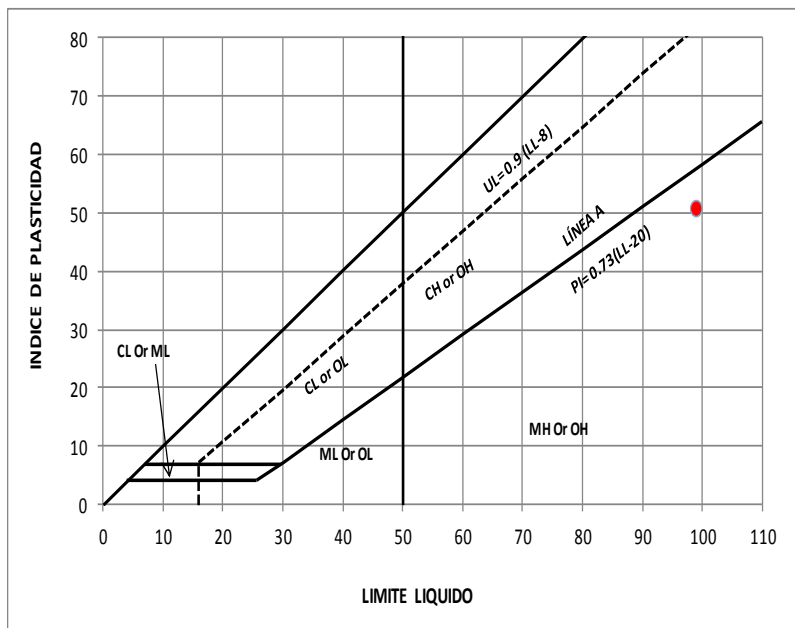
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
14.77	13.38	10.52	48.60	48.28
11.26	9.97	7.28	47.96	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	98.99
LÍMITE PLÁSTICO	48.28
INDICE DE PLASTICIDAD	50.71



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 20/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

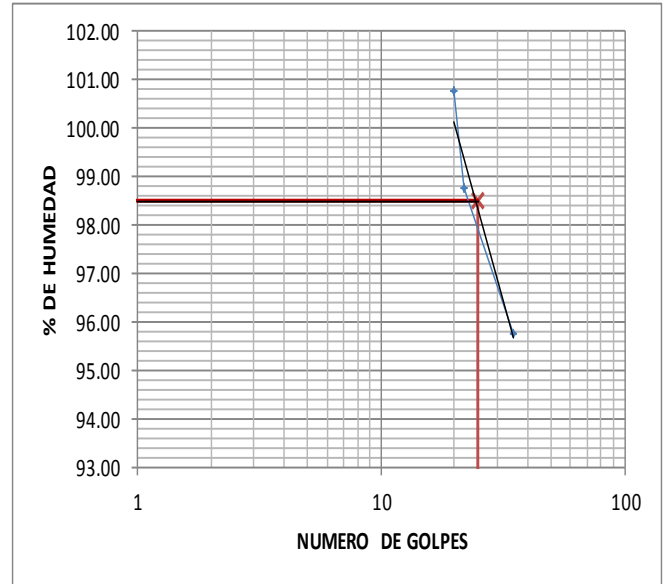
% ESTABILIZANTE: 8

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
20	22.18	14.45	6.78	100.78	98.50
22	23.11	15.99	8.78	98.75	
35	22.44	15.64	8.54	95.77	

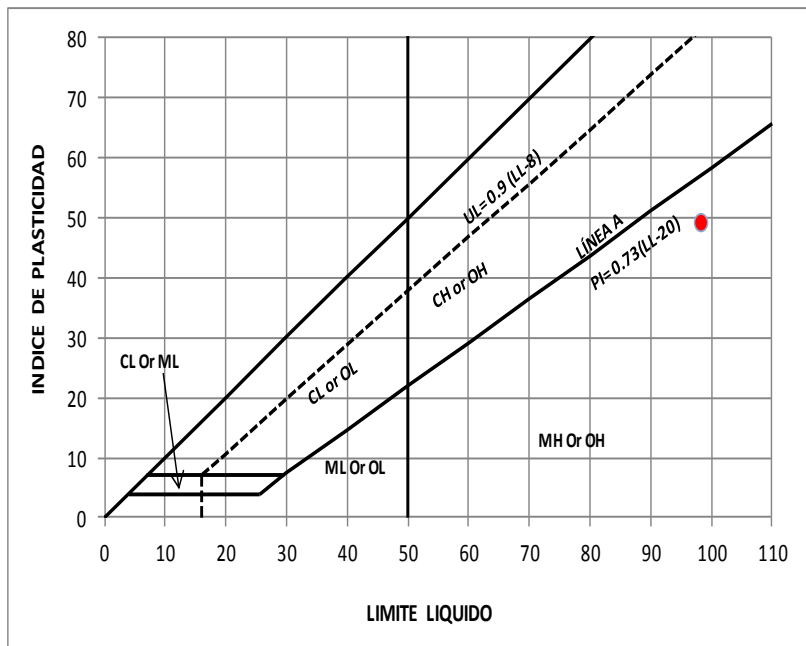
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.83	11.36	8.4	49.66	49.50
13.79	12.3	9.28	49.34	



RESULTADOS

LÍMITE	98.50
LÍMITE	49.50
INDICE DE PLASTICIDAD	49.00



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 20/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

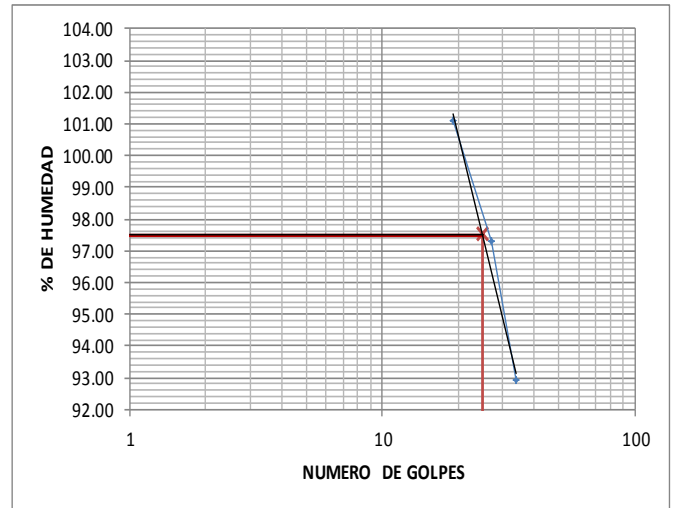
% ESTABILIZANTE: 9

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
19	21.63	14.37	7.19	101.11	97.50
27	20.34	13.47	6.41	97.31	
34	22.95	16.53	9.62	92.91	

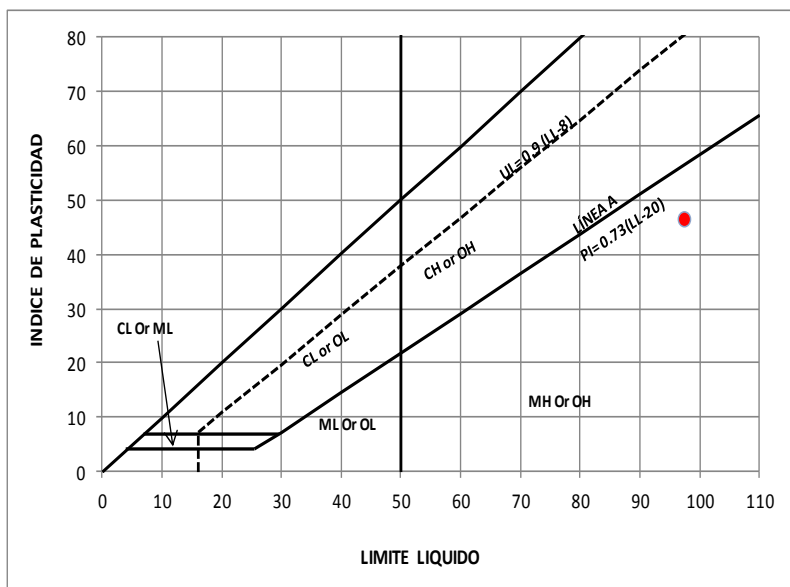
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.62	10.23	7.53	51.48	51.04
10.11	8.86	6.39	50.61	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	97.50
LÍMITE PLÁSTICO	51.04
INDICE DE PLASTICIDAD	46.46



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 20/10/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

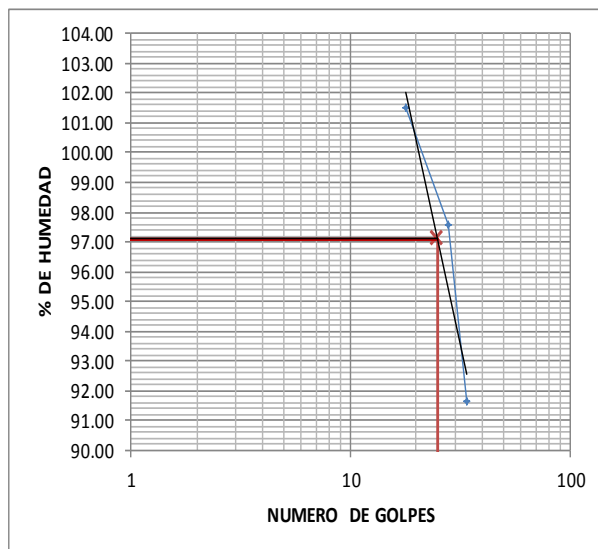
% ESTABILIZANTE: 10

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
18	21.00	14.21	7.52	101.49	97.10
28	20.56	14.15	7.58	97.56	
34	23.02	16.42	9.22	91.67	

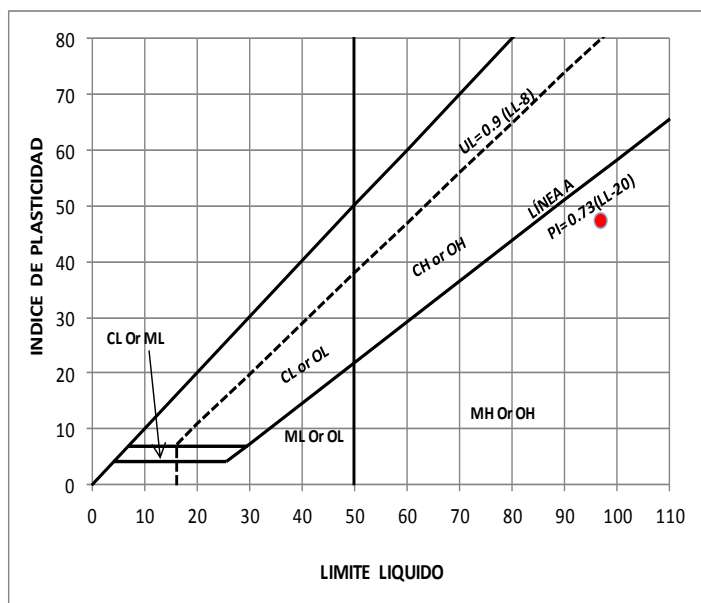
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
10.52	9.52	7.5	49.50	49.75
10.09	9.23	7.51	50.00	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	97.10
LÍMITE PLÁSTICO	49.75
INDICE DE PLASTICIDAD	47.35



- Pozo 3-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

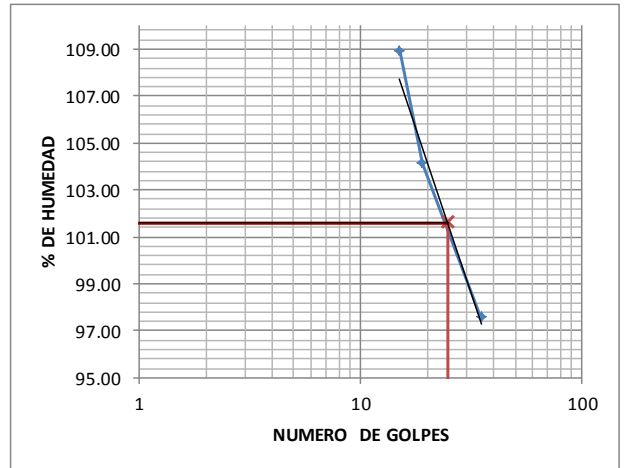
% ESTABILIZANTE: 3

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	24.49	16.31	8.8	108.92	101.60
19	22.95	15.68	8.7	104.15	
35	21.18	13.89	6.42	97.59	

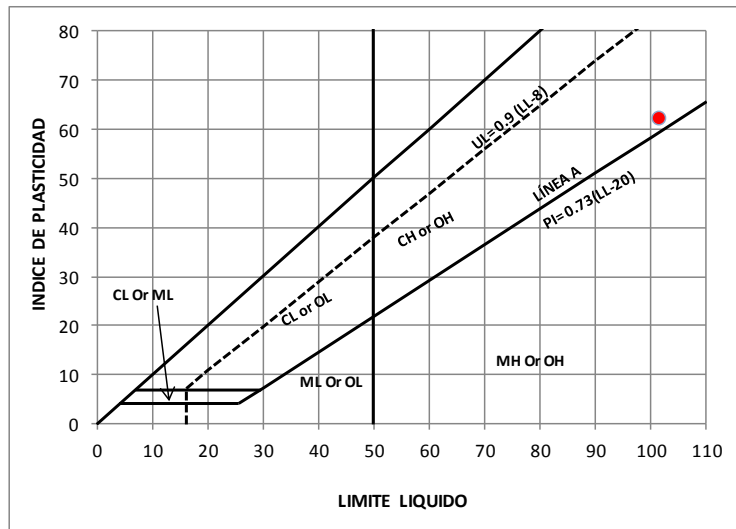
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
11.98	11.06	8.74	39.66	39.35
9.75	8.86	6.58	39.04	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	101.60
LÍMITE PLÁSTICO	39.35
INDICE DE PLASTICIDAD	62.25



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

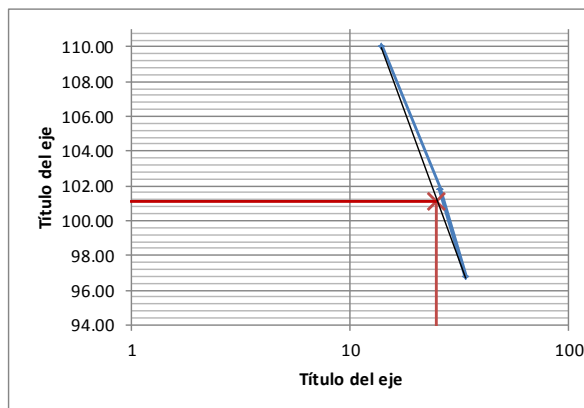
% ESTABILIZANTE: 4

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
14	26.43	16.15	6.81	110.06	101.10
26	22.84	15.1	7.5	101.84	
34	24.18	16.6	8.77	96.81	

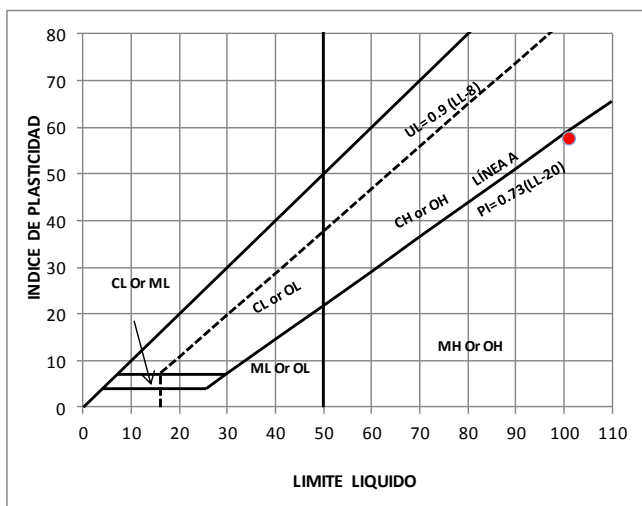
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
10.14	9.3	7.39	43.98	43.69
10.35	9.43	7.31	43.40	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	101.10
LÍMITE PLÁSTICO	43.69
INDICE DE PLASTICIDAD	57.41



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

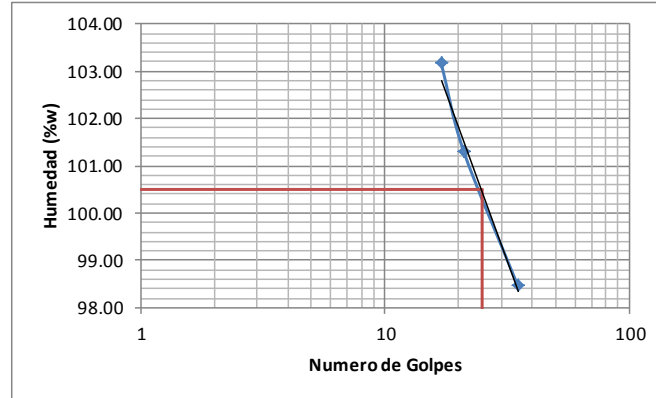
MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 5

LÍMITE LÍQUIDO

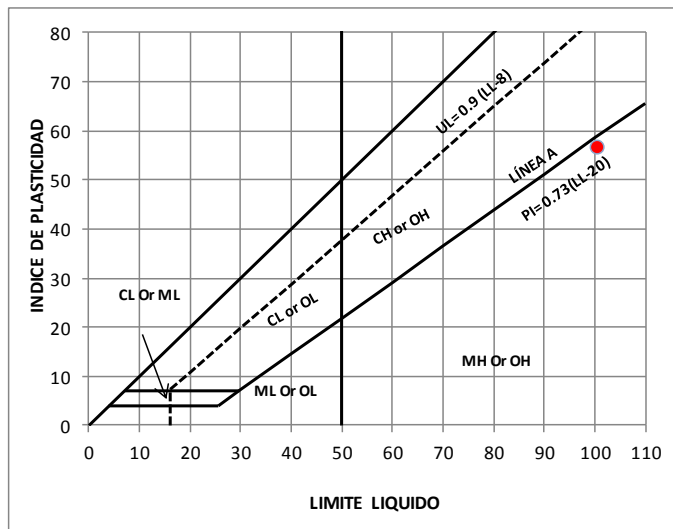
Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	23.78	15.97	8.4	103.17	100.50
21	20.79	14.6	8.49	101.31	
35	19.64	14.51	9.3	98.46	



LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
13.08	11.91	9.27	44.32	44.07
13.07	11.83	9	43.82	

LÍMITE LÍQUIDO	100.50
LÍMITE PLÁSTICO	44.07
INDICE DE PLASTICIDAD	56.43



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

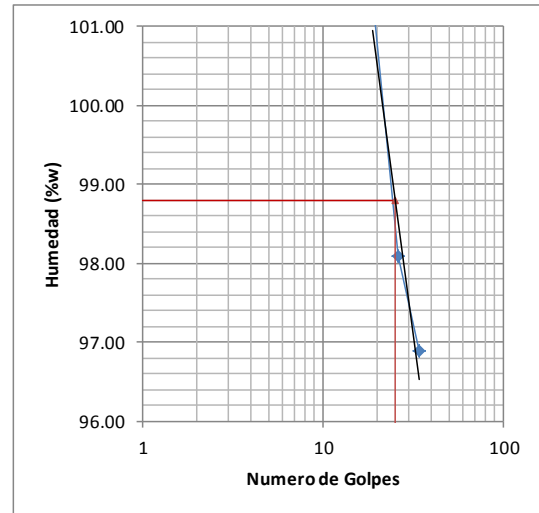
MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 6

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
19	24.75	16.57	8.5	101.36	98.80
26	24.97	16.77	8.41	98.09	
34	20.38	13.51	6.42	96.90	

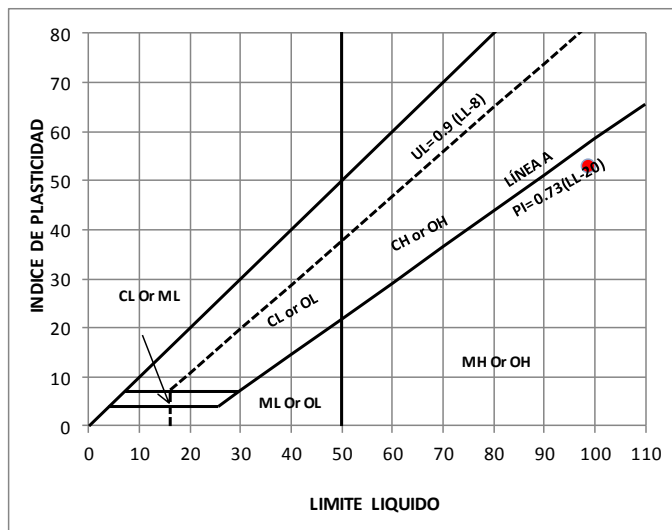


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.2	11.29	9.3	45.73	46.02
12.24	11.30	9.27	46.31	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	98.80
LÍMITE PLÁSTICO	46.02
INDICE DE PLASTICIDAD	52.78



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

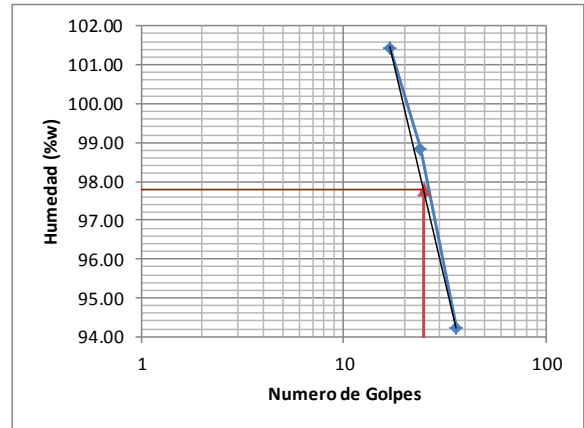
MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 7

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
17	25.79	17.23	8.79	101.42	97.80
24	21.21	14.4	7.51	98.84	
36	18.34	14.11	9.62	94.21	

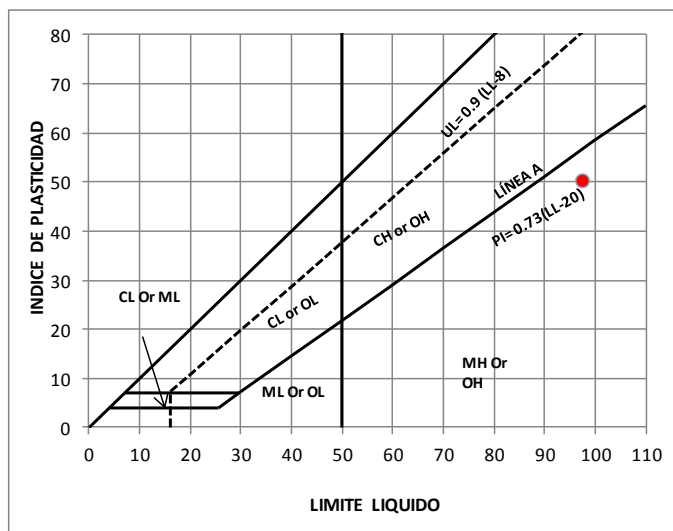


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
10.68	9.61	7.38	47.98	47.74
10.11	8.97	6.57	47.50	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	97.80
LÍMITE PLÁSTICO	47.74
INDICE DE PLASTICIDAD	50.06



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

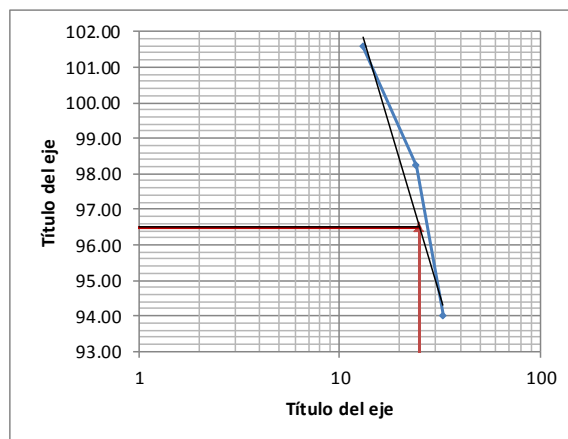
MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 8

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
13	23.09	14.88	6.8	101.61	96.50
24	21.06	14.97	8.77	98.23	
33	22.4	15.82	8.82	94.00	

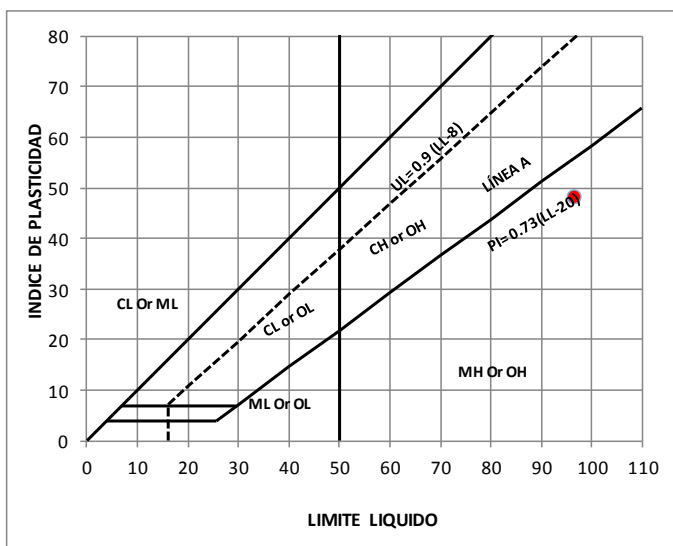


LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
13.57	12.59	10.53	47.57	48.27
10.2	9.25	7.31	48.97	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	96.50
LÍMITE PLÁSTICO	48.27
INDICE DE PLASTICIDAD	48.23



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 07/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

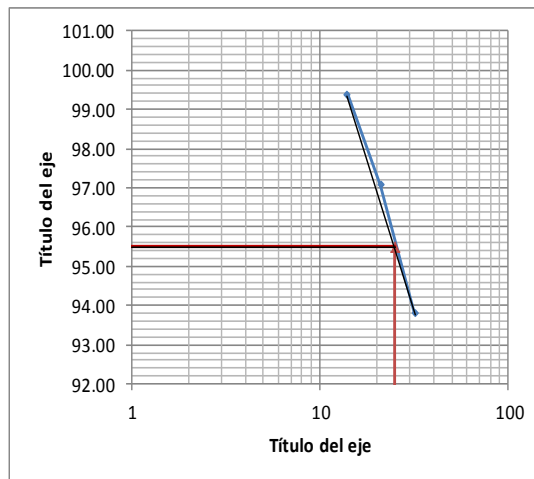
% ESTABILIZANTE: 9

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
14	24.73	16.67	8.56	99.38	95.50
21	22.17	15.55	8.73	97.07	
32	20.51	15.07	9.27	93.79	

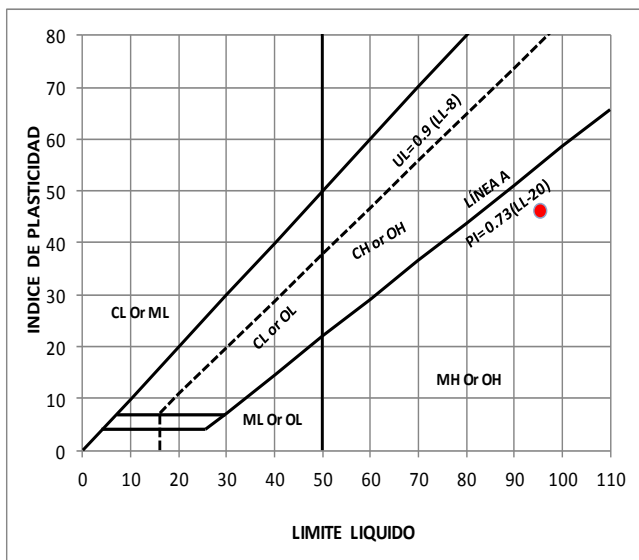
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.94	11.54	8.71	49.47	49.36
13.76	12.12	8.79	49.25	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	95.50
LÍMITE PLÁSTICO	49.36
INDICE DE PLASTICIDAD	46.14



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CEMENTO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
 MUESTRA : P3
 PROFUNDIDAD: 2m
 % ESTABILIZANTE: 10

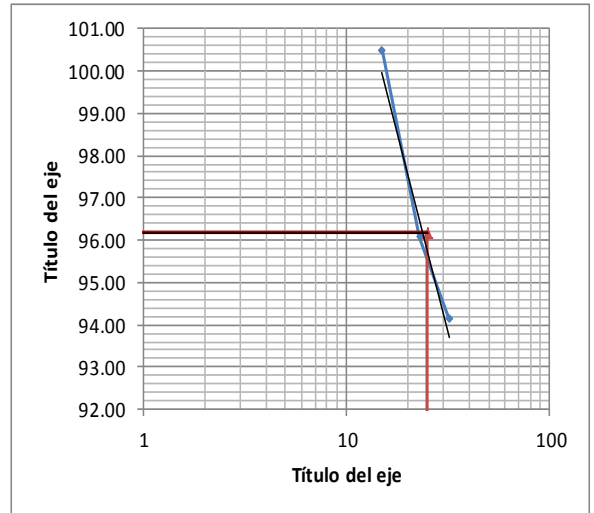
FECHA : 07/10/2013

LÍMITE LÍQUIDO

Numero de Golpes	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Liquido LL
15	24.89	16.57	8.29	100.48	96.18
23	20.17	14.3	8.19	96.07	
32	20.89	15.09	8.93	94.16	

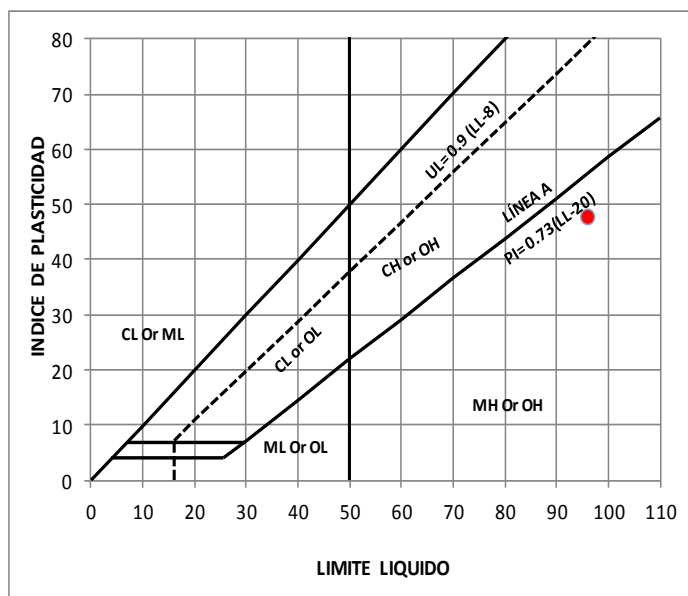
LÍMITE PLÁSTICO

Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	Peso Capsula (g)	Contenido de Humedad w%	Limite Plastico LP
12.97	11.42	8.22	48.44	48.66
12.8	11.28	8.17	48.87	



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	96.18
LÍMITE PLÁSTICO	48.66
INDICE DE PLASTICIDAD	47.52



Anexos 6: Compactación Próctor estándar

- Estado natural

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE Natural

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 04/11/2013

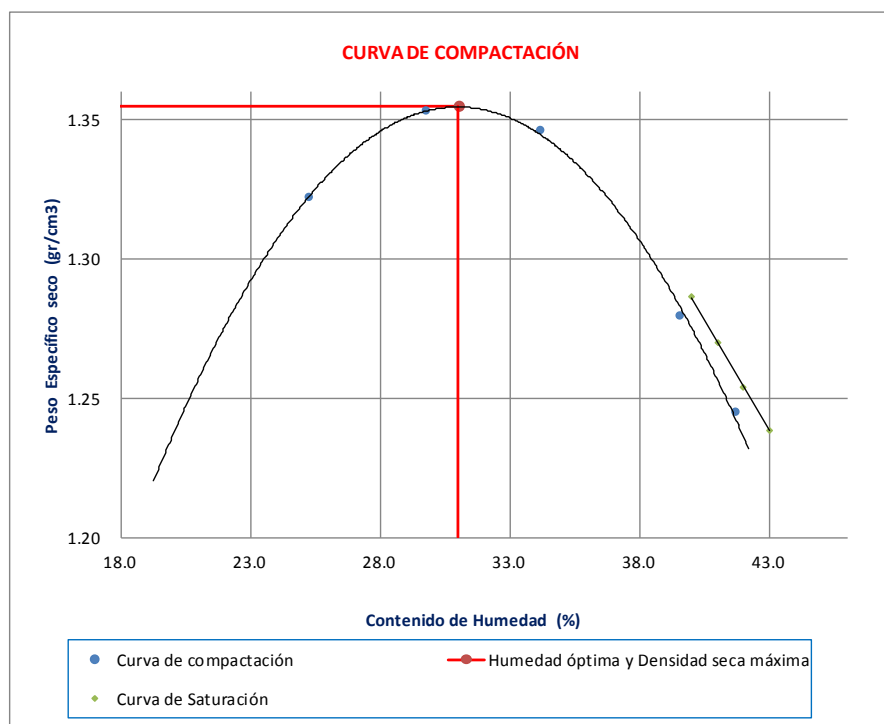
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4277 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,827		5,920		5,968		5,948		5,928	
Peso molde (gr.)	4,277		4,277		4,277		4,277		4,277	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,550		1,643		1,691		1,671		1,651	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.656		1.755		1.807		1.785		1.764	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	72.11	72.88	78.11	81.19	79.26	80.13	64.01	77.50	75.16	70.06
Peso cap. + suelo seco (gr.)	61.09	61.98	64.45	66.80	63.76	64.32	50.35	60.81	58.36	54.71
Peso cápsula (gr.)	17.67	18.56	18.56	18.40	18.55	17.98	15.60	18.84	18.01	17.96
Contenido de Humedad (%)	25.38	25.10	29.77	29.73	34.28	34.12	39.31	39.77	41.64	41.77
Humedad promedio (%)	25.24		29.75		34.20		39.54		41.70	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.322		1.353		1.346		1.279		1.245	

Densidad seca máxima = 1.355 gr/cm³

% Humedad Óptima = 31.00



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE Natural

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 15/11/2013

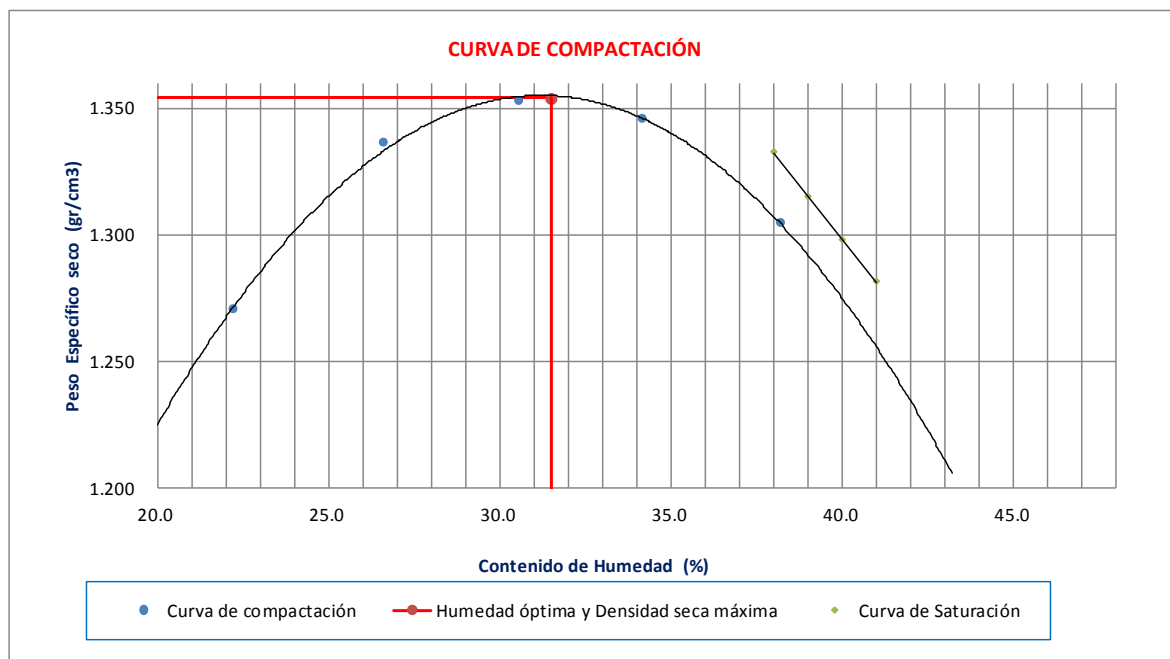
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4281 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,735		5,865		5,934		5,971		5,969	
Peso molde (gr.)	4,281		4,281		4,281		4,281		4,281	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,454		1,584		1,653		1,690		1,688	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.553		1.692		1.766		1.806		1.803	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	48.44	42.03	45.12	49.64	47.30	48.81	69.26	66.95	64.46	73.00
Peso cap. + suelo seco (gr.)	41.72	36.47	38.00	41.63	38.95	40.97	56.21	54.48	51.63	58.01
Peso cápsula (gr.)	11.63	11.37	11.25	11.58	11.62	15.36	18.06	18.02	18.04	18.79
Contenido de Humedad (%)	22.33	22.15	26.62	26.66	30.55	30.61	34.21	34.20	38.20	38.22
Humedad promedio (%)	22.24		26.64		30.58		34.20		38.21	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.271		1.336		1.352		1.345		1.305	

Densidad seca máxima = 1.354

% Humedad Óptima = 31.50



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE Natural

NORMA : ASTM D 698 12

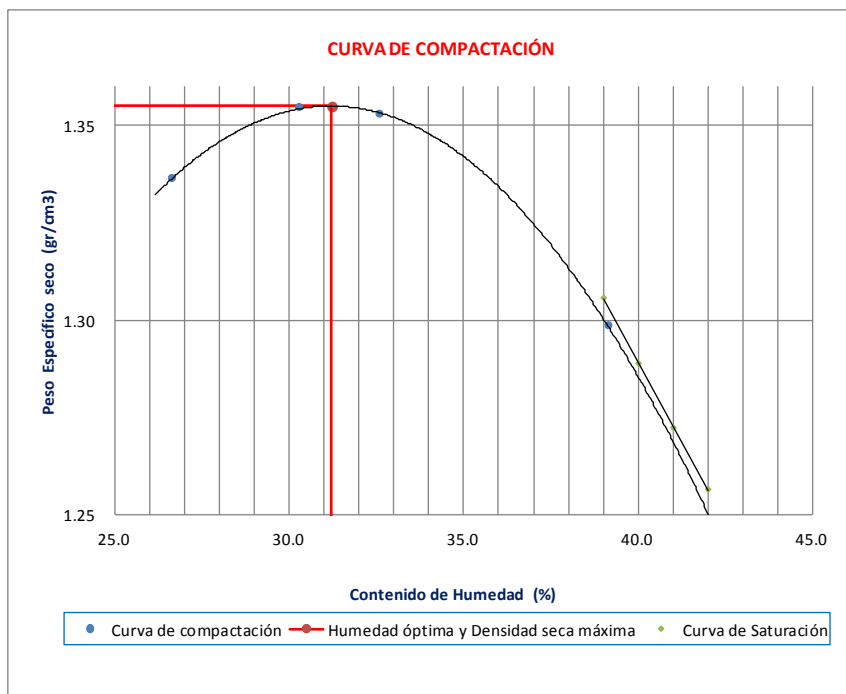
FECHA : 07/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4272 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,856		5,924		5,951		5,963		5,920	
Peso molde (gr.)	4,272		4,272		4,272		4,272		4,272	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,584		1,652		1,679		1,691		1,648	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.692		1.765		1.794		1.807		1.761	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	82.94	82.41	69.50	69.28	75.41	70.53	90.46	90.81	77.31	77.69
Peso cap. + suelo seco (gr.)	69.29	69.00	57.52	57.36	61.71	57.35	69.85	70.44	57.49	57.89
Peso cápsula (gr.)	17.98	18.72	17.71	18.31	18.48	17.99	17.43	18.20	11.65	11.40
Contenido de Humedad (%)	26.60	26.67	30.09	30.52	31.69	33.49	39.32	38.99	43.24	42.59
Humedad promedio (%)	26.64		30.31		32.59		39.16		42.91	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.336		1.354		1.353		1.298		1.232	

Densidad seca máxima = 1.355 gr/cm³ % Humedad Óptima = 31.20



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE Natural

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 20/11/2013

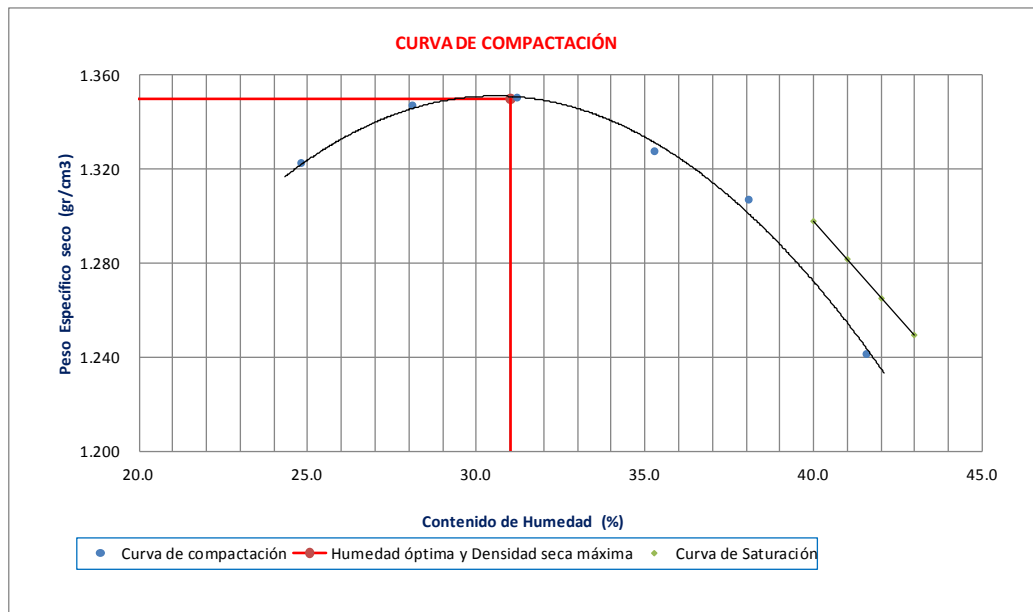
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4273 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,818		5,888		5,931		5,954		5,962		5,918	
Peso molde (gr.)	4,273		4,273		4,273		4,273		4,273		4,273	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,545		1,615		1,658		1,681		1,689		1,645	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.651		1.725		1.771		1.796		1.804		1.757	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	47.35	65.45	65.22	46.19	55.41	56.22	60.15	54.11	63.09	60.35	70.45	75.91
Peso cap. + suelo seco (gr.)	40.25	56.14	54.90	38.66	46.49	47.34	49.20	44.07	48.73	47.00	54.78	59.33
Peso cápsula (gr.)	11.61	18.71	18.50	11.70	18.00	18.82	18.69	15.16	11.48	11.51	18.21	18.22
Contenido de Humedad (%)	24.79	24.87	28.35	27.93	31.31	31.14	35.89	34.73	38.55	37.62	42.85	40.33
Humedad promedio (%)	24.83		28.14		31.22		35.31		38.08		41.59	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.322		1.347		1.350		1.327		1.307		1.241	

Densidad seca máxima = 1.350 gr/cm³

% Humedad Óptima = 31.00



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE Natural

NORMA : ASTM D 698 12

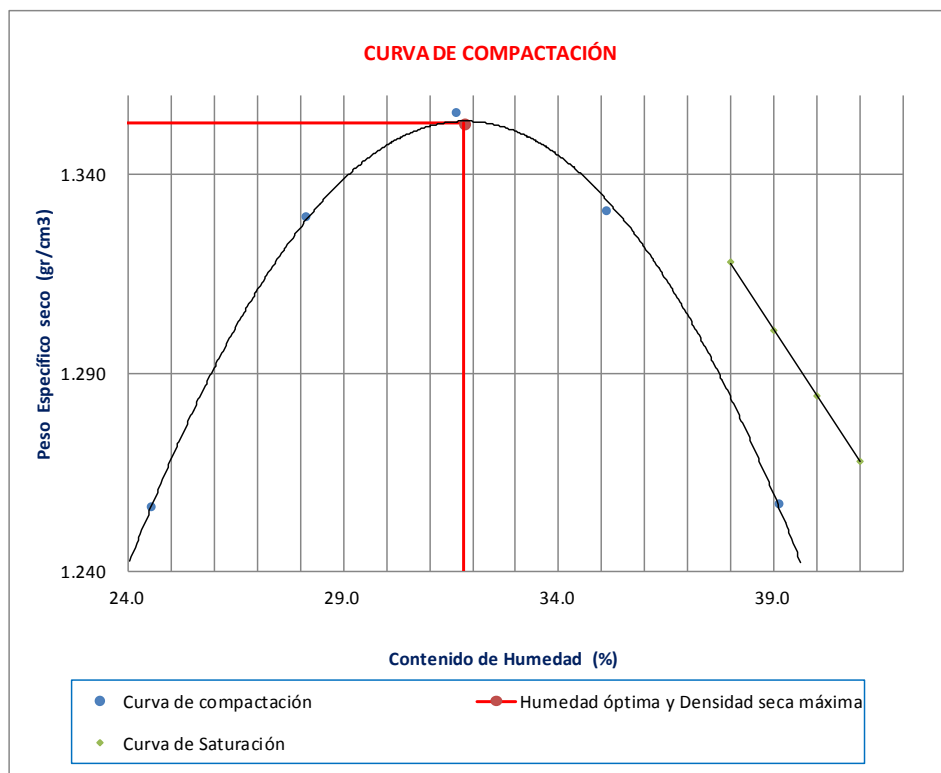
FECHA : 12/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4278 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,742		5,872		5,948		5,961		5,915	
Peso molde (gr.)	4,278		4,278		4,278		4,278		4,278	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,464		1,594		1,670		1,683		1,637	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.564		1.703		1.784		1.798		1.749	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	73.28	72.77	71.85	74.83	64.58	66.36	70.90	71.21	81.46	88.37
Peso cap. + suelo seco (gr.)	62.51	62.10	60.13	62.45	53.25	54.67	57.22	57.38	63.81	68.72
Peso cápsula (gr.)	18.56	18.68	18.46	18.45	17.43	17.73	18.30	18.00	18.68	18.54
Contenido de Humedad (%)	24.51	24.57	28.13	28.14	31.63	31.65	35.15	35.12	39.11	39.16
Humedad promedio (%)	24.54		28.13		31.64		35.13		39.13	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.256		1.329		1.355		1.331		1.257	

Densidad seca máxima = 1.353 gr/cm³ % Humedad Óptima = 31.80



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE Natural

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 26/11/2013

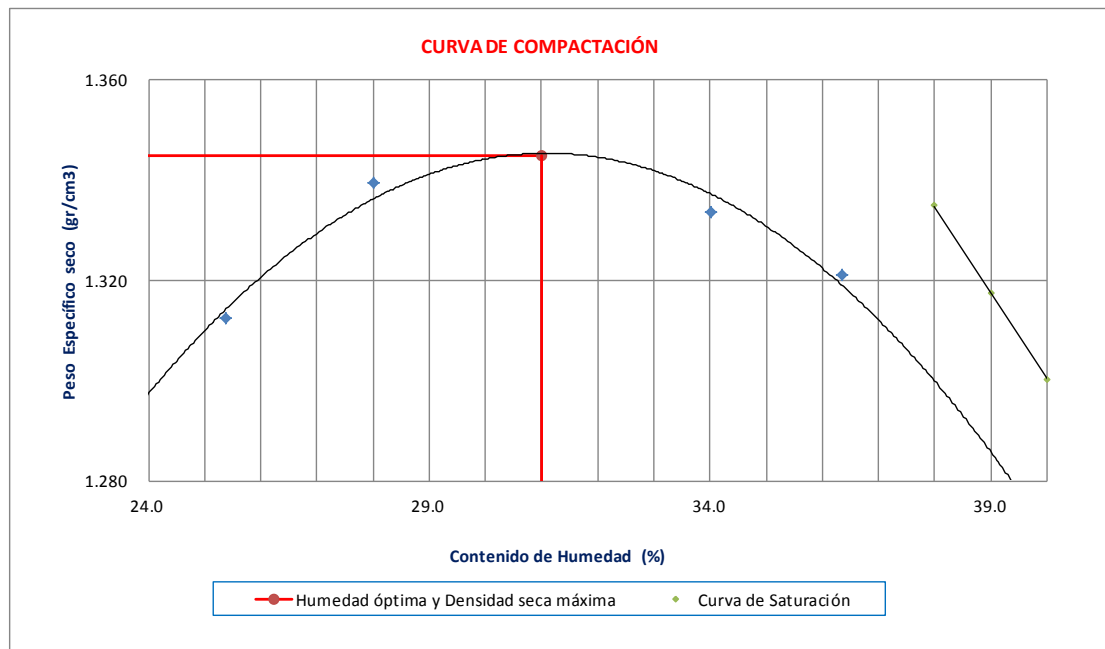
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4274 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,814		5,879		5,947		5,960		5,952	
Peso molde (gr.)	4,274		4,274		4,274		4,274		4,274	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,540		1,605		1,673		1,686		1,678	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.645		1.715		1.787		1.801		1.793	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	58.18	55.60	55.30	56.35	67.97	59.35	65.28	65.77	87.51	77.34
Peso cap. + suelo seco (gr.)	50.16	48.11	47.29	47.90	55.51	48.62	52.77	53.23	68.26	60.73
Peso cápsula (gr.)	18.47	18.65	18.44	17.99	18.87	17.10	18.73	18.35	18.20	18.71
Contenido de Humedad (%)	25.31	25.42	27.76	28.25	34.01	34.04	36.75	35.95	38.45	39.53
Humedad promedio (%)	25.37		28.01		34.02		36.35		38.99	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.312		1.340		1.334		1.321		1.290	

Densidad seca máxima = 1.345 gr/cm³

% Humedad Óptima = 31.00



- Suelo con Cal
 - Pozo 1-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 3

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 06/11/2013

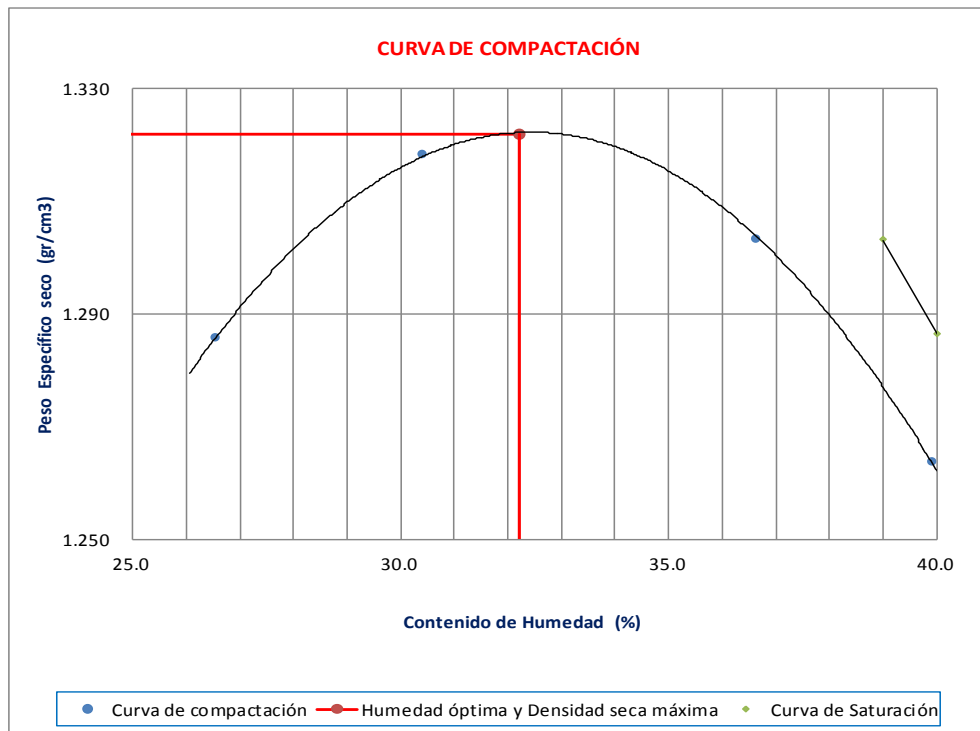
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4288 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,811		5,897		5,955		5,943	
Peso molde (gr.)	4,288		4,288		4,288		4,288	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,523		1,609		1,667		1,655	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.627		1.719		1.781		1.768	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	72.48	72.97	68.64	70.50	85.83	85.98	76.42	76.50
Peso cap. + suelo seco (gr.)	61.22	61.58	56.85	58.46	67.90	67.91	59.94	60.07
Peso cápsula (gr.)	18.79	18.71	17.97	18.97	18.97	18.60	18.52	19.06
Contenido de Humedad (%)	26.54	26.57	30.32	30.49	36.64	36.65	39.79	40.06
Humedad promedio (%)	26.55		30.41		36.64		39.93	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.286		1.318		1.303		1.264	

Densidad seca máxima = 1.322 gr/cm³

% Humedad Óptima = 32.20



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 5

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 06/11/2013

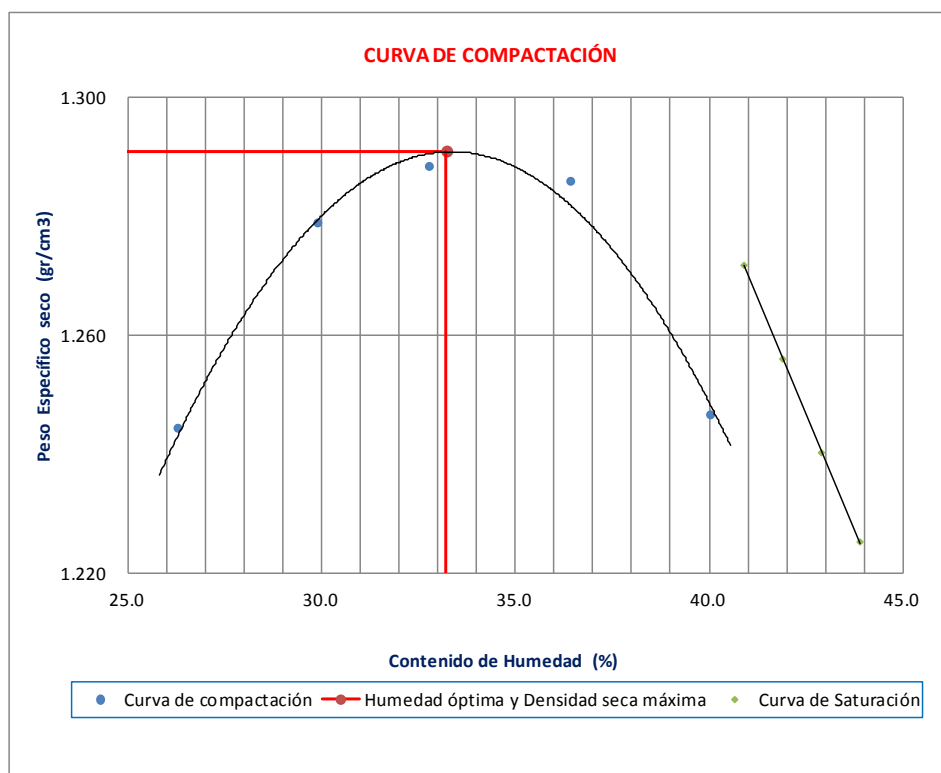
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4288 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,759		5,843		5,889		5,930		5,922	
Peso molde (gr.)	4,288		4,288		4,288		4,288		4,288	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,471		1,555		1,601		1,642		1,634	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.572		1.661		1.710		1.754		1.746	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	62.05	62.63	63.64	68.55	67.04	64.54	71.81	74.20	74.05	79.00
Peso cap. + suelo seco (gr.)	53.03	53.31	53.31	56.90	55.14	53.12	57.62	59.40	57.94	61.47
Peso cápsula (gr.)	17.80	18.78	18.40	18.41	18.59	18.51	18.84	18.61	17.72	17.69
Contenido de Humedad (%)	25.60	26.99	29.59	30.27	32.56	33.00	36.59	36.28	40.05	40.04
Humedad promedio (%)	26.30		29.93		32.78		36.44		40.05	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.244		1.279		1.288		1.286		1.247	

Densidad seca máxima = 1.291 gr/cm³

% Humedad Óptima = 33.20



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 06/11/2013

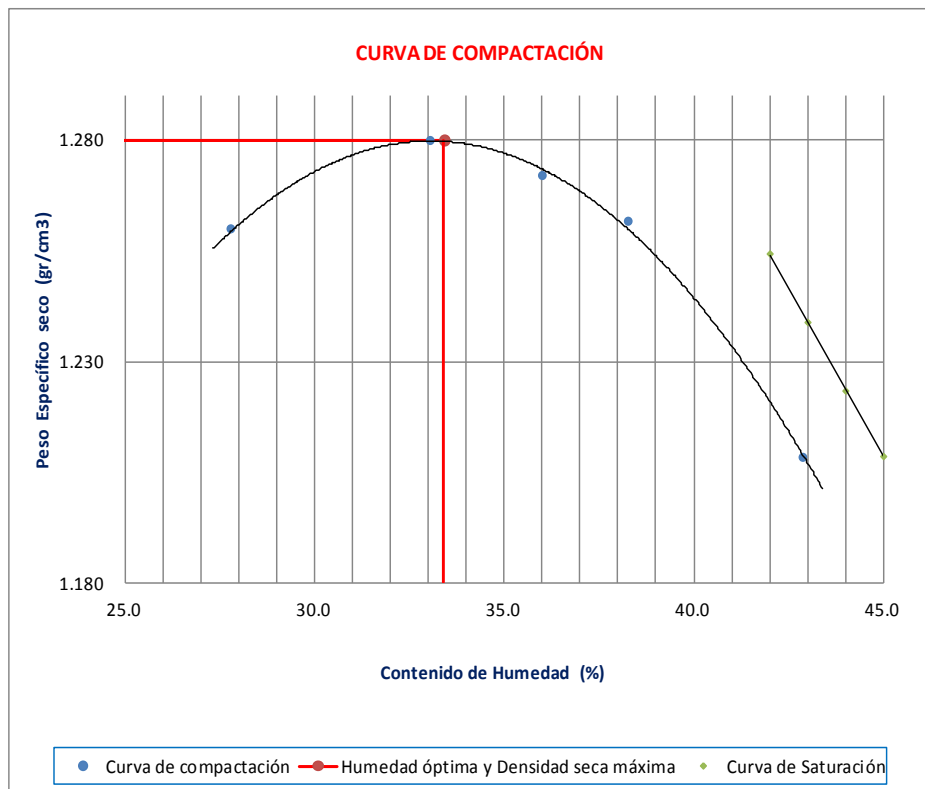
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 PESO MARTILLO : 5.5 lb. ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³ PESO DEL MOLDE : 4288 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,795		5,882		5,907		5,921		5,904	
Peso molde (gr.)	4,288		4,288		4,288		4,288		4,288	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,507		1,594		1,619		1,633		1,616	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.610		1.703		1.730		1.745		1.726	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	54.50	49.50	71.85	69.09	64.32	63.47	63.99	71.17	75.08	79.56
Peso cap. + suelo seco (gr.)	45.97	41.26	58.62	56.44	52.26	51.38	51.41	56.34	57.94	60.90
Peso cápsula (gr.)	15.29	11.64	18.69	18.14	18.54	18.02	18.47	17.70	17.72	17.69
Contenido de Humedad (%)	27.80	27.82	33.13	33.03	35.77	36.24	38.19	38.38	42.62	43.18
Humedad promedio (%)	27.81		33.08		36.00		38.29		42.90	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.260		1.280		1.272		1.262		1.208	

Densidad seca máxima = 1.280 gr/cm³

% Humedad Óptima = 33.40



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA :

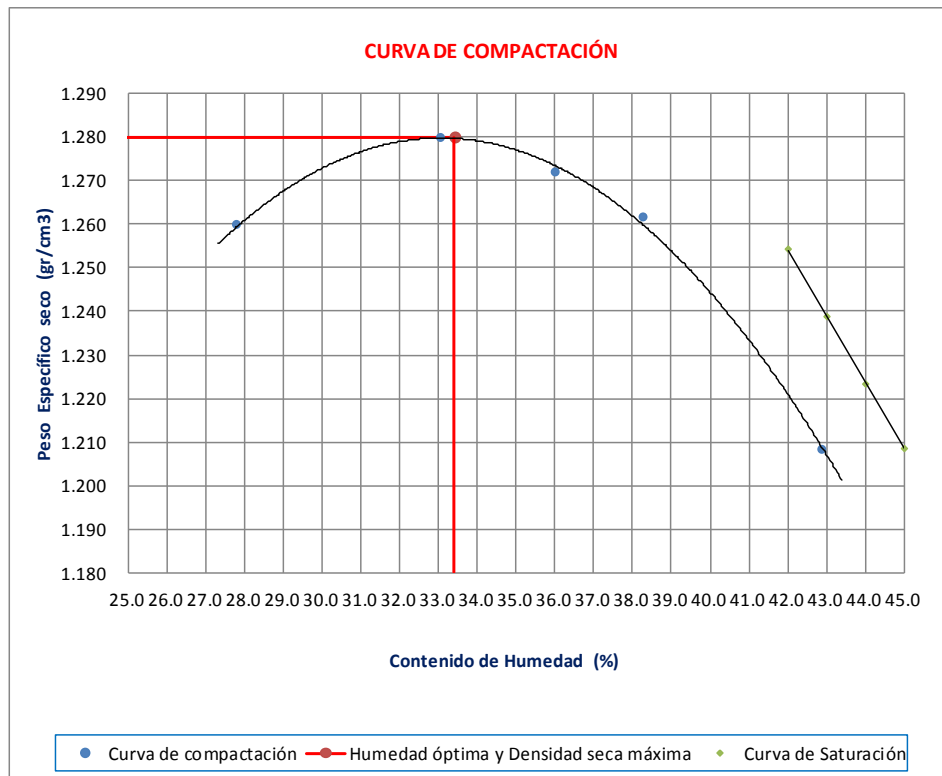
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4288 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,795		5,882		5,907		5,921		5,904	
Peso molde (gr.)	4,288		4,288		4,288		4,288		4,288	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,507		1,594		1,619		1,633		1,616	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.610		1.703		1.730		1.745		1.726	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	54.50	49.50	71.85	69.09	64.32	63.47	63.99	71.17	75.08	79.56
Peso cap. + suelo seco (gr.)	45.97	41.26	58.62	56.44	52.26	51.38	51.41	56.34	57.94	60.90
Peso cápsula (gr.)	15.29	11.64	18.69	18.14	18.54	18.02	18.47	17.70	17.72	17.69
Contenido de Humedad (%)	27.80	27.82	33.13	33.03	35.77	36.24	38.19	38.38	42.62	43.18
Humedad promedio (%)	27.81		33.08		36.00		38.29		42.90	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.260		1.280		1.272		1.262		1.208	

Densidad seca máxima = 1.280 gr/cm³

% Humedad Óptima = 33.40



- Suelo con cal
 - Pozo 2-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 3

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 07/11/2013

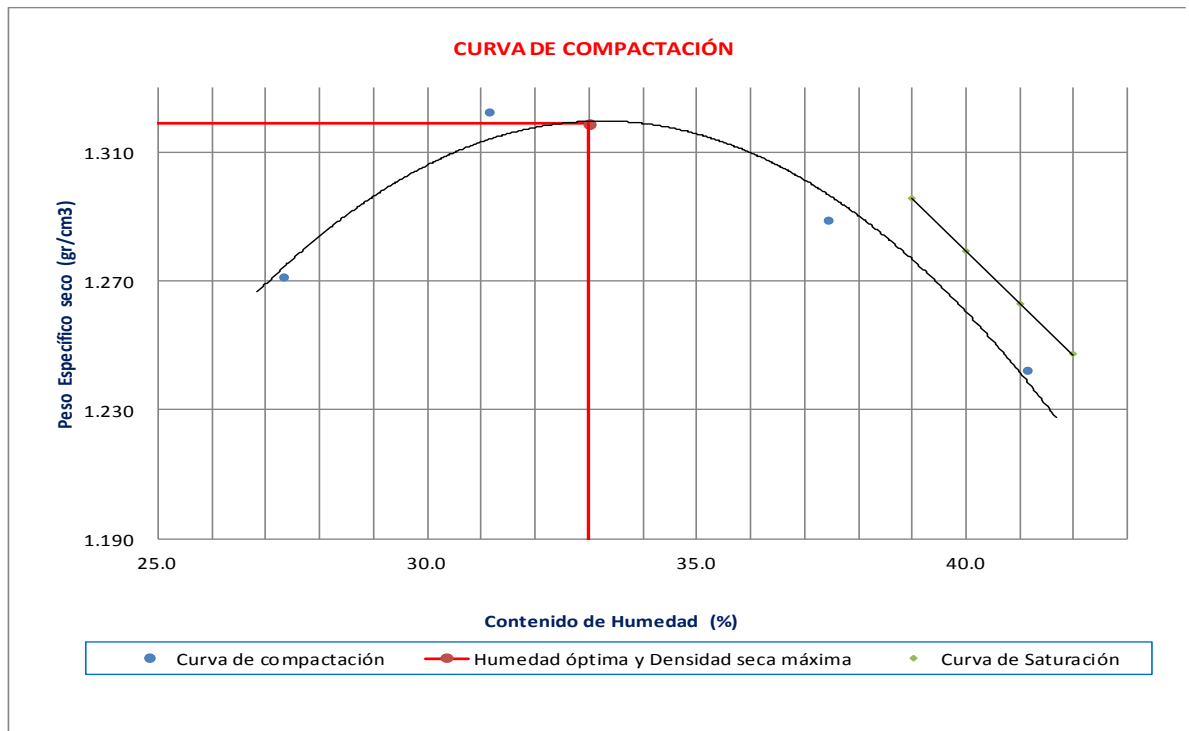
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4270 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,785		5,893		5,928		5,911	
Peso molde (gr.)	4,270		4,270		4,270		4,270	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,515		1,623		1,658		1,641	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.619		1.734		1.771		1.753	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	82.05	85.57	82.12	76.45	76.50	76.50	83.60	88.04
Peso cap. + suelo seco (gr.)	68.52	71.22	67.12	62.69	60.51	60.48	64.66	67.52
Peso cápsula (gr.)	19.08	18.70	18.97	18.55	17.79	17.79	17.97	18.40
Contenido de Humedad (%)	27.37	27.32	31.15	31.17	37.43	37.53	40.57	41.78
Humedad promedio (%)	27.34		31.16		37.48		41.17	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.271		1.322		1.288		1.242	

Densidad seca máxima = 1.319 gr/cm³

% Humedad Óptima = 33.00



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 5

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 08/11/2013

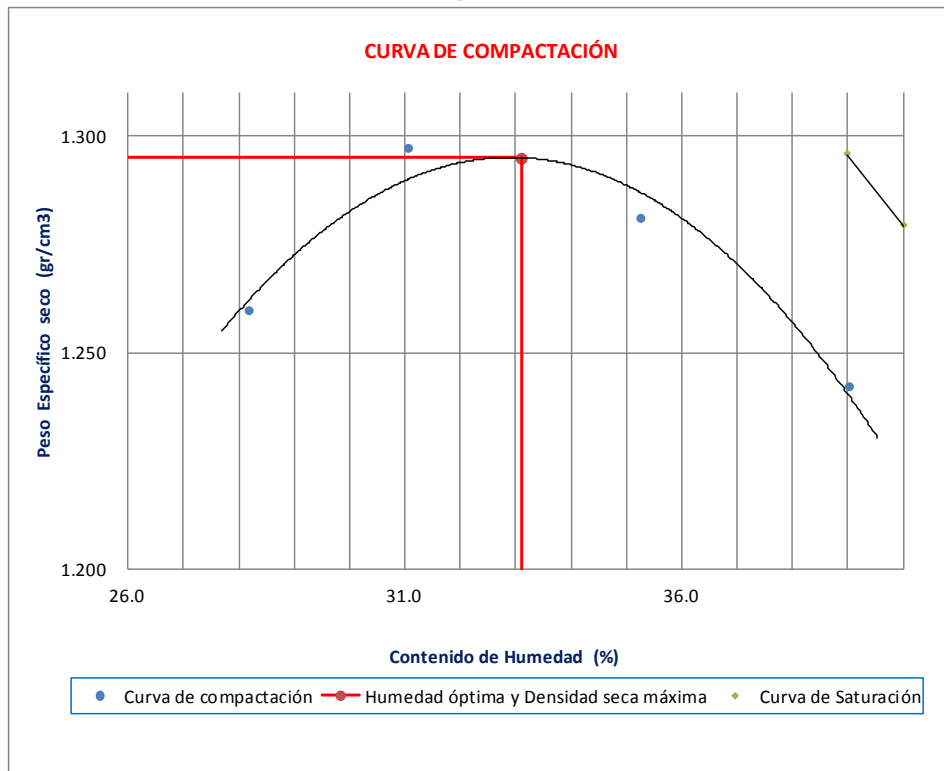
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4278 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,789		5,869		5,900		5,894	
Peso molde (gr.)	4,278		4,278		4,278		4,278	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,511		1,591		1,622		1,616	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.614		1.700		1.733		1.726	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	73.40	67.93	58.16	44.91	64.82	69.37	83.60	88.04
Peso cap. + suelo seco (gr.)	61.89	57.08	48.59	37.04	52.80	56.08	65.18	68.48
Peso cápsula (gr.)	20.95	18.70	17.80	11.71	18.74	18.41	17.97	18.40
Contenido de Humedad (%)	28.11	28.27	31.08	31.07	35.29	35.28	39.02	39.06
Humedad promedio (%)	28.19		31.08		35.29		39.04	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.259		1.297		1.281		1.242	

Densidad seca máxima = 1.295 gr/cm³

% Humedad Óptima = 33.10



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 08/11/2013

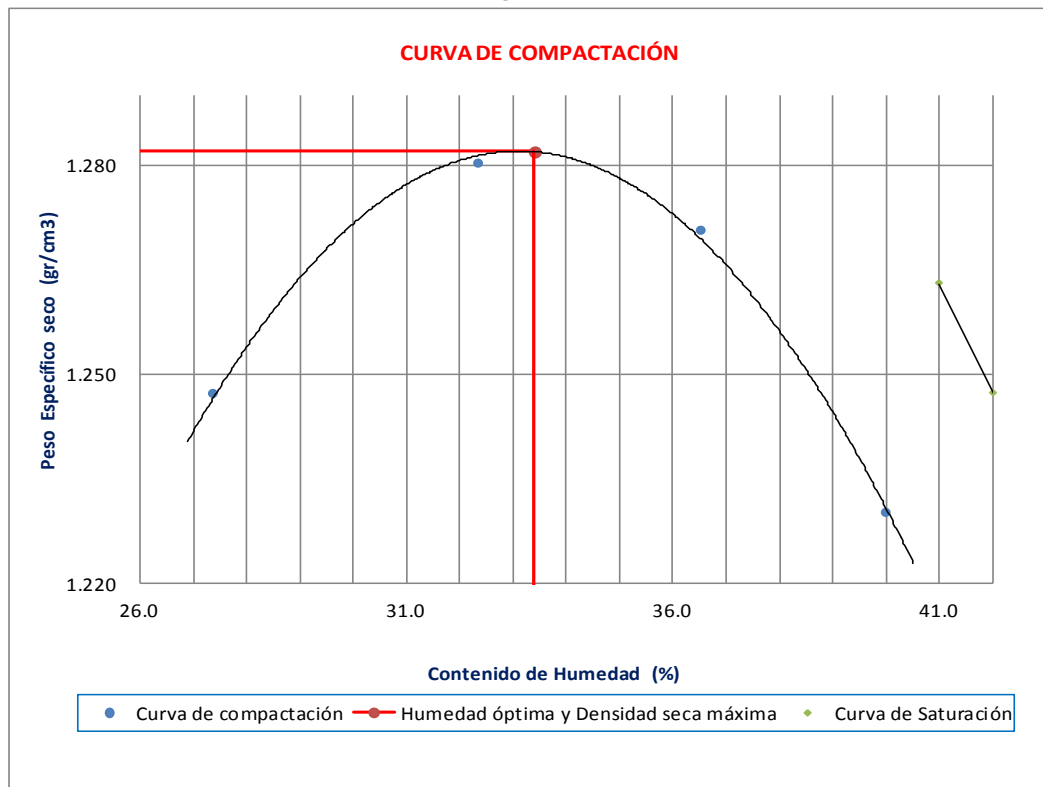
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4278 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,765		5,864		5,902		5,890	
Peso molde (gr.)	4,278		4,278		4,278		4,278	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,487		1,586		1,624		1,612	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.589		1.694		1.735		1.722	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	70.48	74.43	86.51	82.84	88.97	79.31	83.87	79.67
Peso cap. + suelo seco (gr.)	57.85	62.32	69.91	67.12	70.08	63.10	65.17	62.25
Peso cápsula (gr.)	11.86	17.98	18.55	18.59	18.45	18.71	18.47	18.69
Contenido de Humedad (%)	27.46	27.31	32.32	32.39	36.59	36.52	40.04	39.99
Humedad promedio (%)	27.39		32.36		36.55		40.02	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.247		1.280		1.271		1.230	

Densidad seca máxima = 1.282 gr/cm³

% Humedad Óptima = 33.40



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 08/11/2013

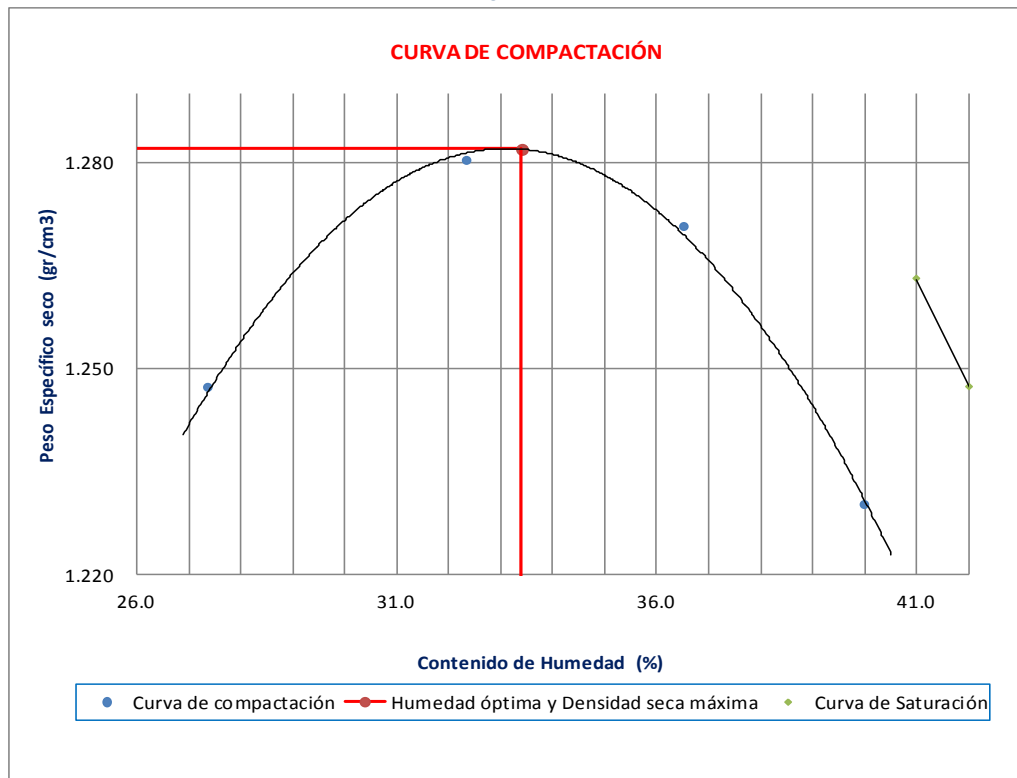
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4278 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,765		5,864		5,902		5,890	
Peso molde (gr.)	4,278		4,278		4,278		4,278	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,487		1,586		1,624		1,612	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.589		1.694		1.735		1.722	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	70.48	74.43	86.51	82.84	88.97	79.31	83.87	79.67
Peso cap. + suelo seco (gr.)	57.85	62.32	69.91	67.12	70.08	63.10	65.17	62.25
Peso cápsula (gr.)	11.86	17.98	18.55	18.59	18.45	18.71	18.47	18.69
Contenido de Humedad (%)	27.46	27.31	32.32	32.39	36.59	36.52	40.04	39.99
Humedad promedio (%)	27.39		32.36		36.55		40.02	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.247		1.280		1.271		1.230	

Densidad seca máxima = 1.282 gr/cm³

% Humedad Óptima = 33.40



- Suelo con cal
 - Pozo 3-1m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua
 MUESTRA : P3
 PROFUNDIDAD: 1m
 % ESTABILIZANTE 3
 NORMA : ASTM D 698 12

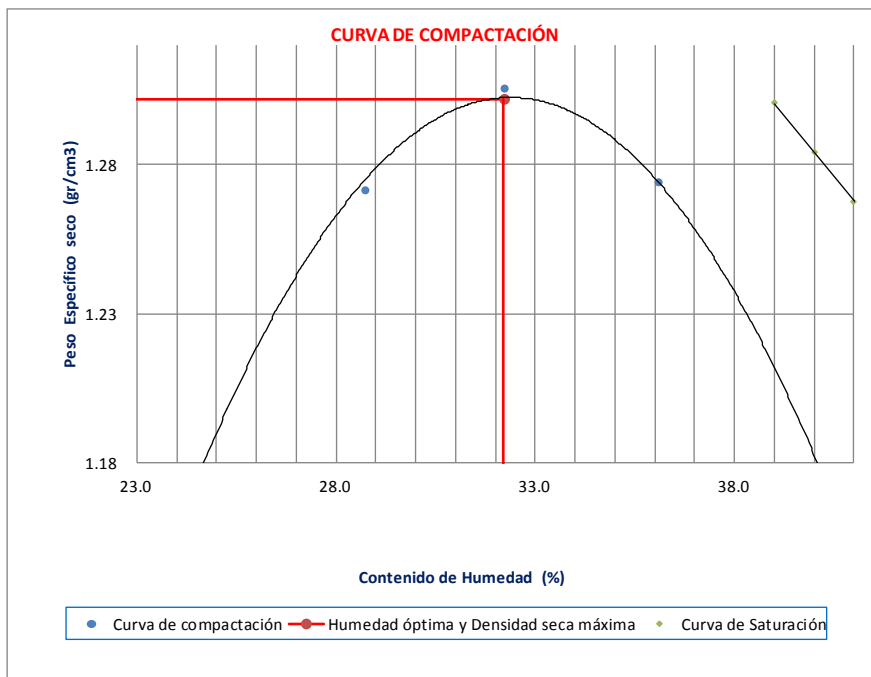
FECHA : 12/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4276 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,631		5,808		5,892		5,899		5,817	
Peso molde (gr.)	4,276		4,276		4,276		4,276		4,276	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,355		1,532		1,616		1,623		1,541	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.448		1.637		1.726		1.734		1.646	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	71.20	78.60	81.20	84.56	85.63	91.20	90.10	81.54	92.13	84.12
Peso cap. + suelo seco (gr.)	60.99	66.90	67.21	69.71	69.22	73.56	71.00	64.74	71.01	65.17
Peso cápsula (gr.)	18.84	18.52	18.56	18.01	18.11	19.10	18.12	18.22	18.59	18.06
Contenido de Humedad (%)	24.22	24.18	28.76	28.72	32.11	32.39	36.12	36.11	40.29	40.23
Humedad promedio (%)	24.20		28.74		32.25		36.12		40.26	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.166		1.271		1.305		1.274		1.174	

Densidad seca máxima = 1.302 gr/cm³ % Humedad Óptima = 32.20



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 5

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 14/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A

N° DE CAPAS : 3

PESO MARTILLO : 5.5 lb.

VOL. DE MOLDE : 936 cm³

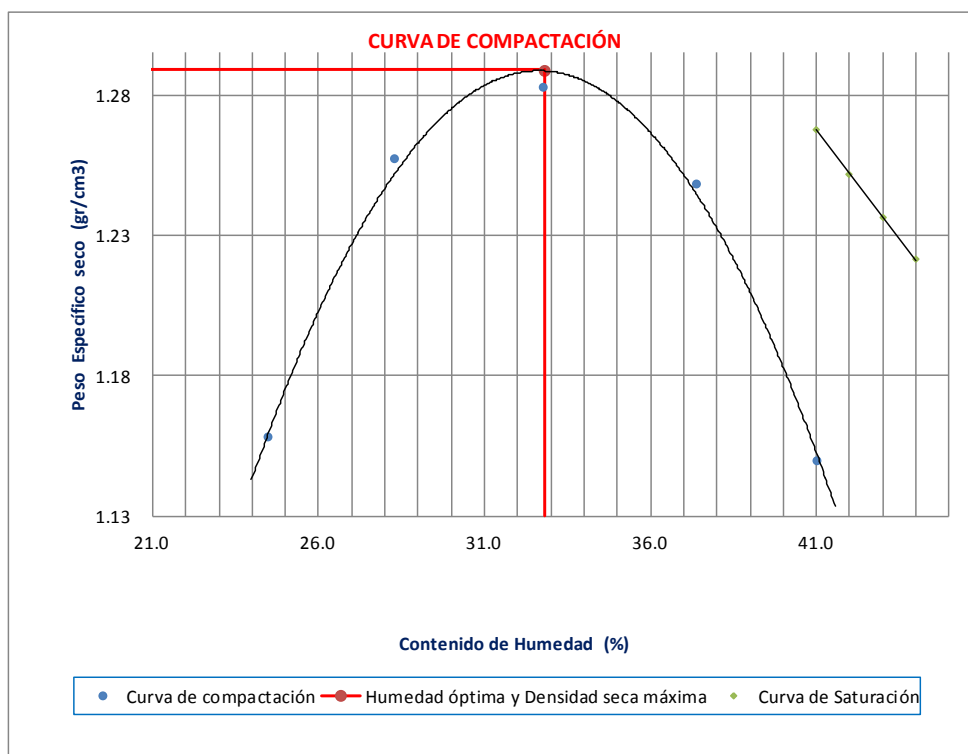
N° DE GOLPES POR 25

ALTURA DE CAIDA DEL 305 mm.

PESO DEL MOL 4276 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,625		5,786		5,870		5,881		5,794	
Peso molde (gr.)	4,276		4,276		4,276		4,276		4,276	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,349		1,510		1,594		1,605		1,518	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.441		1.613		1.703		1.715		1.622	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	80.11	75.23	75.75	77.45	86.50	87.12	101.00	81.78	96.23	84.82
Peso cap. + suelo seco (gr.)	67.91	64.10	63.17	64.51	69.80	70.20	78.64	64.38	73.74	65.58
Peso cápsula (gr.)	18.22	18.51	18.84	18.69	18.74	18.68	18.54	18.08	18.96	18.72
Contenido de Humedad (%)	24.55	24.41	28.38	28.24	32.71	32.84	37.20	37.58	41.06	41.06
Humedad promedio (%)	24.48		28.31		32.77		37.39		41.06	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.158		1.257		1.283		1.248		1.150	

Densidad seca máxima = 1.289 gr/cm³ % Humedad Óptima = 32.80



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 15/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A

N° DE CAPAS : 3

PESO MARTILLO : 5.5 lb.

VOL. DE MOLDE : 936 cm³

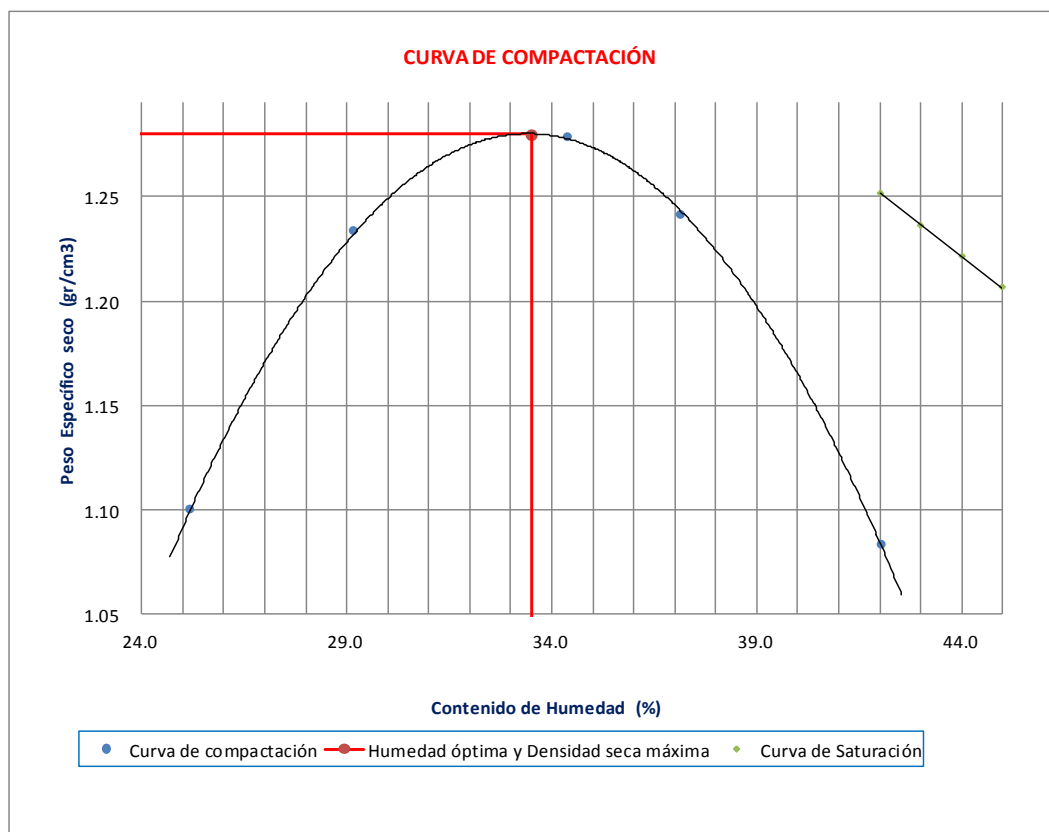
N° DE GOLPES POF 25

ALTURA DE CAIDA DEL 305 mm.

PESO DEL MOL 4286 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,575		5,777		5,894		5,880		5,726	
Peso molde (gr.)	4,286		4,286		4,286		4,286		4,286	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,289		1,491		1,608		1,594		1,440	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.377		1.593		1.718		1.703		1.538	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	71.77	72.76	80.73	54.54	81.17	77.78	71.56	65.43	93.11	94.72
Peso cap. + suelo seco (gr.)	61.12	61.74	66.40	45.73	65.02	62.53	57.10	50.98	70.93	72.91
Peso cápsula (gr.)	18.71	18.13	17.70	15.28	17.42	18.84	18.55	11.75	18.33	20.88
Contenido de Humedad (%)	25.11	25.27	29.43	28.93	33.93	34.91	37.51	36.83	42.17	41.92
Humedad promedio (%)	25.19		29.18		34.42		37.17		42.04	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.100		1.233		1.278		1.242		1.083	

Densidad seca máxima = 1.280 gr/cm³ % Humedad Óptima = 33.50



- Suelo con cemento
- Pozo 1-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 3

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 15/11/2013

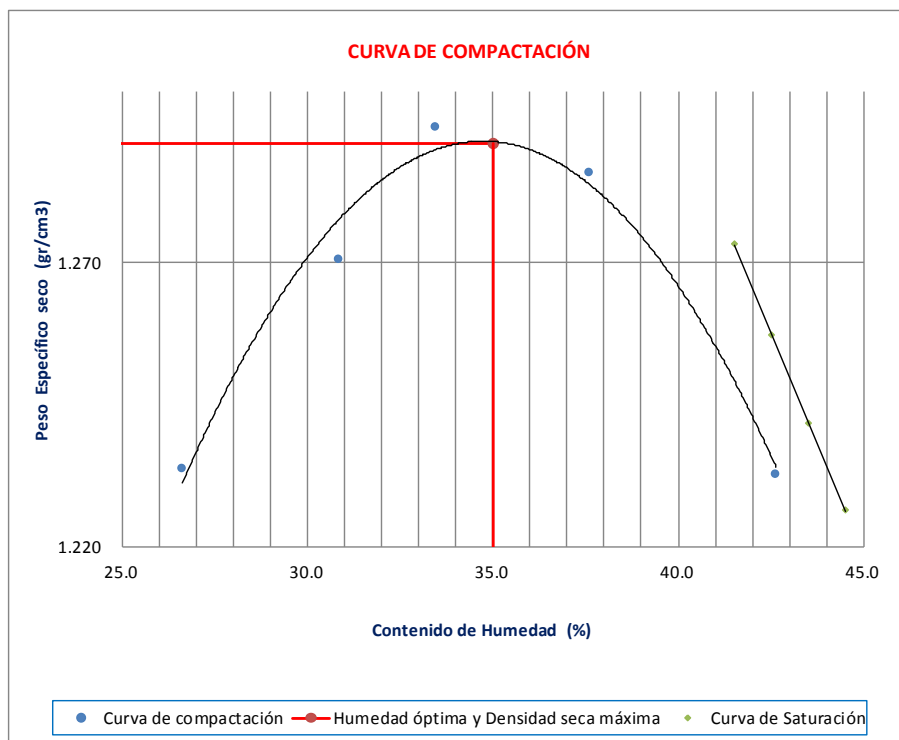
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4279 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,741		5,835		5,895		5,935		5,925	
Peso molde (gr.)	4,279		4,279		4,279		4,279		4,279	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,462		1,556		1,616		1,656		1,646	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.562		1.662		1.726		1.769		1.759	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	70.01	65.95	70.31	65.38	69.15	69.99	60.70	46.74	51.34	51.43
Peso cap. + suelo seco (gr.)	59.14	55.89	58.09	54.44	56.54	57.01	49.22	37.17	39.40	39.58
Peso cápsula (gr.)	18.22	18.15	18.49	18.97	18.51	18.54	18.72	11.71	11.45	11.75
Contenido de Humedad (%)	26.56	26.66	30.86	30.84	33.16	33.74	37.64	37.59	42.72	42.58
Humedad promedio (%)	26.61		30.85		33.45		37.61		42.65	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.234		1.270		1.294		1.286		1.233	

Densidad seca máxima = 1.291 gr/cm³

% Humedad Óptima = 35.00



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 5

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 18/11/2013

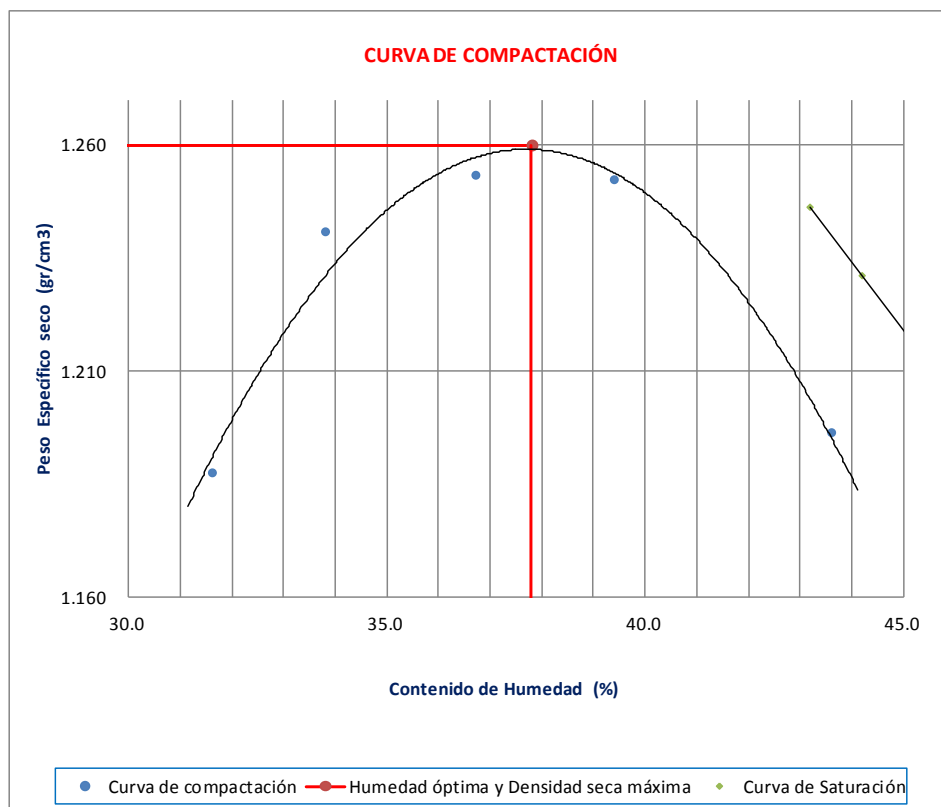
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4267 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,730		5,821		5,871		5,901		5,875	
Peso molde (gr.)	4,267		4,267		4,267		4,267		4,267	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,463		1,554		1,604		1,634		1,608	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.563		1.660		1.714		1.746		1.718	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	86.47	88.72	92.68	85.66	72.60	71.02	60.31	62.76	69.52	71.42
Peso cap. + suelo seco (gr.)	70.44	71.63	73.93	68.59	58.13	56.50	48.61	50.11	54.05	55.49
Peso cápsula (gr.)	19.07	18.38	18.47	18.19	18.70	17.01	18.98	17.98	18.59	18.96
Contenido de Humedad (%)	31.20	32.09	33.81	33.87	36.70	36.77	39.49	39.37	43.63	43.61
Humedad promedio (%)	31.65		33.84		36.73		39.43		43.62	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.187		1.240		1.253		1.252		1.196	

Densidad seca máxima = 1.260 gr/cm³

% Humedad Óptima = 37.80



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 18/11/2013

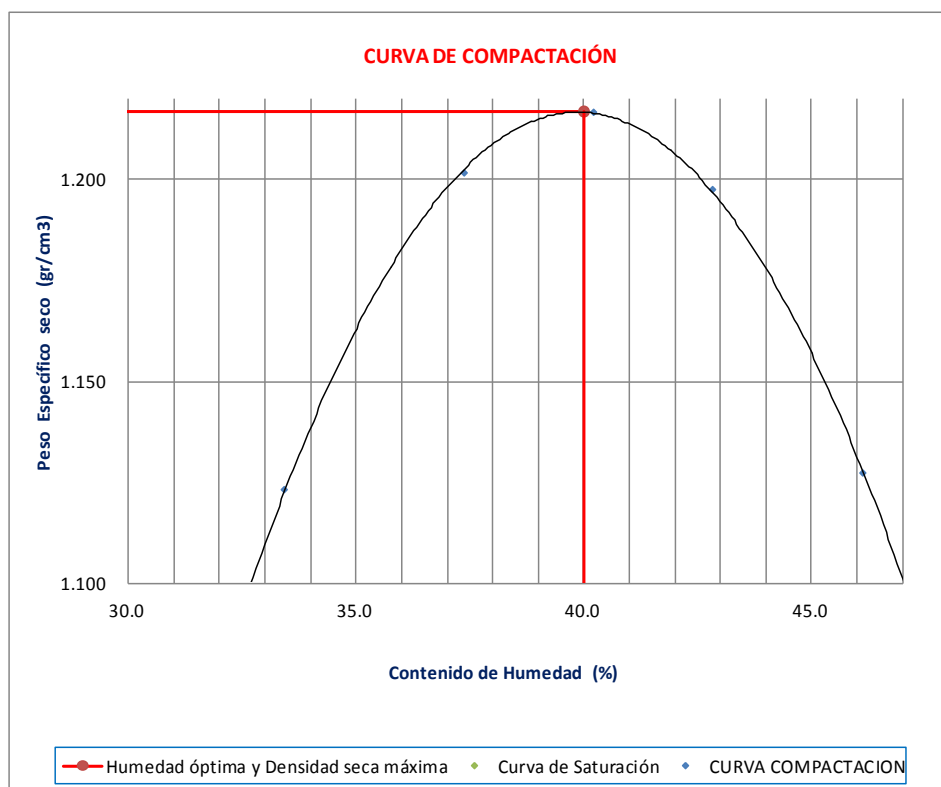
PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4267 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,670		5,812		5,864		5,868		5,809	
Peso molde (gr.)	4,267		4,267		4,267		4,267		4,267	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,403		1,545		1,597		1,601		1,542	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.499		1.651		1.706		1.710		1.647	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	69.22	70.42	61.53	64.72	55.48	52.86	53.97	59.44	55.11	43.94
Peso cap. + suelo seco (gr.)	56.50	57.51	49.87	52.05	44.89	42.78	42.38	47.02	42.55	33.74
Peso cápsula (gr.)	18.40	18.96	18.70	18.13	18.57	17.72	15.63	17.70	15.35	11.61
Contenido de Humedad (%)	33.39	33.49	37.41	37.35	40.24	40.22	43.33	42.36	46.18	46.09
Humedad promedio (%)	33.44		37.38		40.23		42.84		46.13	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.123		1.202		1.217		1.197		1.127	

Densidad seca máxima = 1.217 gr/cm³

% Humedad Óptima = 40.00



- Suelo con cemento
- Pozo 2-2m.

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA
INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 3

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 20/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A

N° DE CAPAS : 3

PESO MARTILLO : 5.5 lb.

VOL. DE MOLDE : 936 cm³

N° DE GOLPES POR CAPA : 25

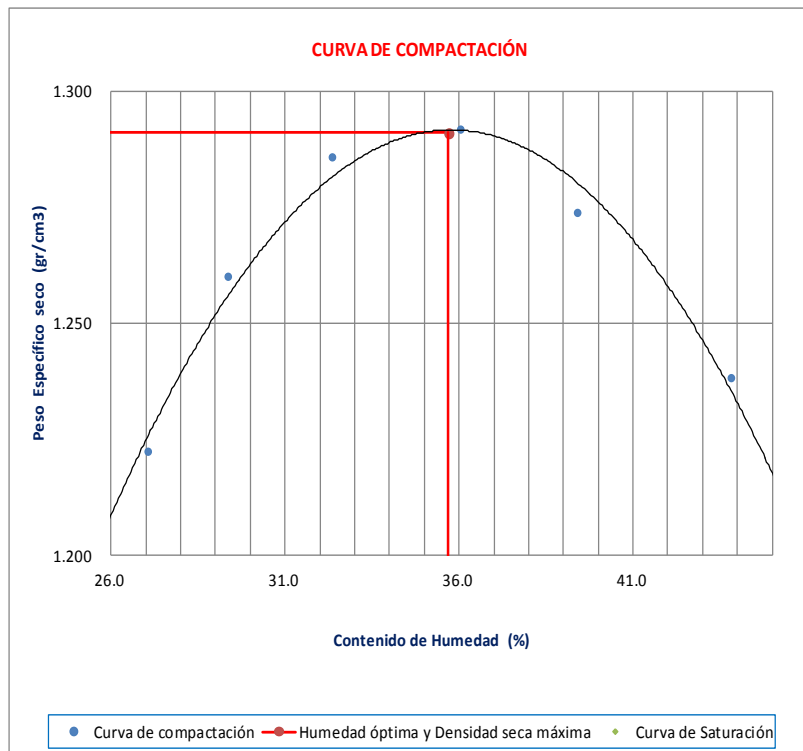
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.

PESO DEL MOLDE : 4273 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,727		5,799		5,866		5,918		5,935		5,940	
Peso molde (gr.)	4,273		4,273		4,273		4,273		4,273		4,273	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,454		1,526		1,593		1,645		1,662		1,667	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.553		1.630		1.702		1.757		1.776		1.781	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	67.54	52.38	55.58	63.79	65.57	65.84	60.74	50.13	48.48	50.29	65.62	59.30
Peso cap. + suelo seco (gr.)	56.97	43.70	46.41	53.58	54.00	54.45	49.51	40.01	40.00	41.32	51.15	46.93
Peso cápsula (gr.)	18.29	11.39	15.31	18.76	18.45	19.09	18.49	11.87	18.38	18.67	18.19	18.70
Contenido de Humedad (%)	27.33	26.86	29.49	29.32	32.55	32.21	36.20	35.96	39.22	39.60	43.90	43.82
Humedad promedio (%)	27.10		29.40		32.38		36.08		39.41		43.86	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.222		1.260		1.286		1.291		1.274		1.238	

Densidad seca máxima = **1.291** gr/cm³

% Humedad Óptima = **35.70**



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 5

NORMA : ASTM D 698 12

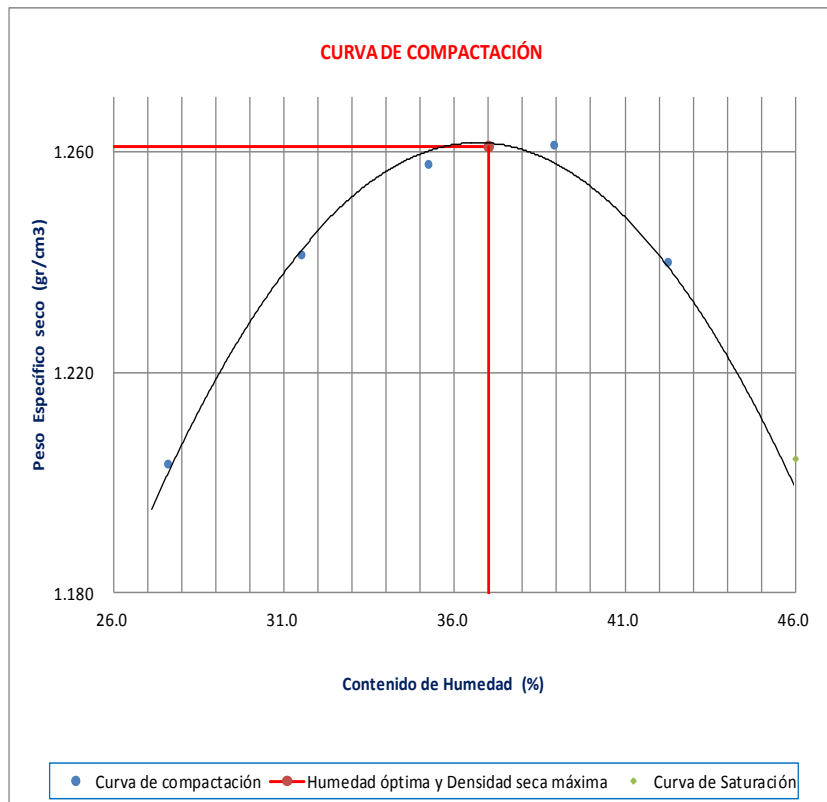
FECHA : 23/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A
 N° DE CAPAS : 3
 PESO MARTILLO : 5.5 lb.
 VOL. DE MOLDE : 936 cm³
 N° DE GOLPES POR CAPA : 25
 ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.
 PESO DEL MOLDE : 4267 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,704		5,795		5,859		5,907		5,918		5,900	
Peso molde (gr.)	4,267		4,267		4,267		4,267		4,267		4,267	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,437		1,528		1,592		1,640		1,651		1,633	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.535		1.632		1.701		1.752		1.764		1.745	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	60.83	64.25	63.62	61.80	60.45	60.94	63.38	63.82	56.37	59.29	63.13	61.80
Peso cap. + suelo seco (gr.)	51.45	54.39	52.83	51.41	49.50	49.97	50.98	51.15	45.17	47.12	49.00	48.12
Peso cápsula (gr.)	17.42	18.69	18.62	18.46	18.76	18.52	18.79	18.98	18.68	18.34	18.62	18.76
Contenido de Humedad (%)	27.56	27.62	31.54	31.53	35.62	34.88	38.52	39.38	42.28	42.29	46.51	46.59
Humedad promedio (%)	27.59		31.54		35.25		38.95		42.28		46.55	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.203		1.241		1.258		1.261		1.240		1.190	

Densidad seca máxima = 1.261 gr/cm³ % Humedad Óptima = 37.00



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 22/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A

N° DE CAPAS : 3

N° DE GOLPES POR CAPA : 25

PESO MARTILLO : 5.5 lb.

ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.

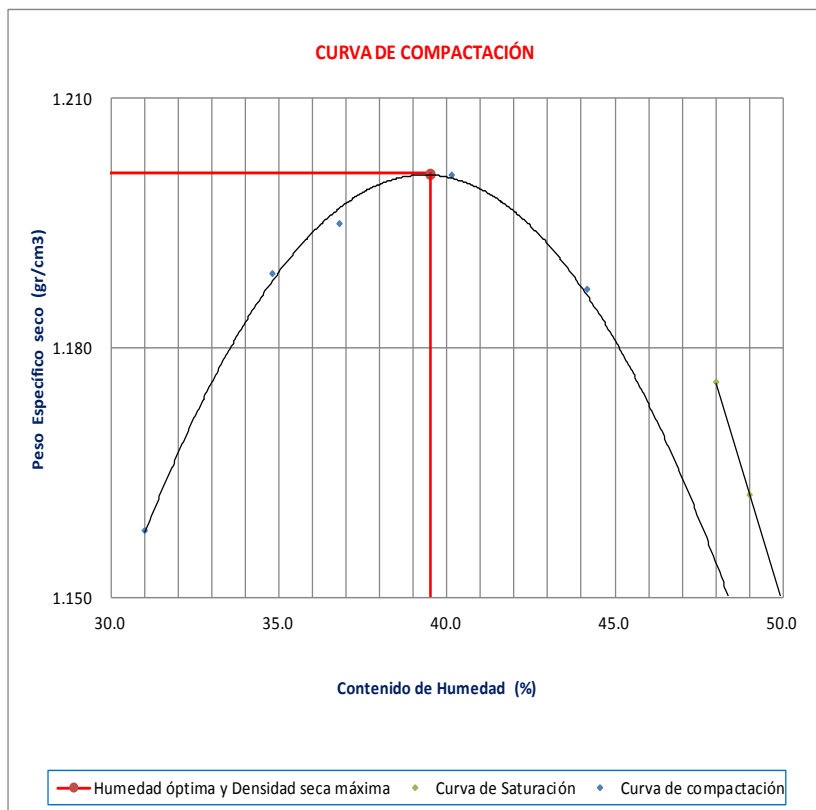
VOL. DE MOLDE : 936 cm³

PESO DEL MOLDE : 4280 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,700		5,780		5,810		5,855		5,882		5,871	
Peso molde (gr.)	4,280		4,280		4,280		4,280		4,280		4,280	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,420		1,500		1,530		1,575		1,602		1,591	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.517		1.603		1.635		1.683		1.712		1.700	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	63.11	63.12	65.59	67.80	61.60	57.88	60.05	64.44	66.39	60.51	58.60	55.44
Peso cap. + suelo seco (gr.)	52.54	52.60	53.34	55.09	50.01	47.23	48.01	51.32	52.48	47.40	45.36	43.19
Peso cápsula (gr.)	18.56	18.56	18.35	18.32	18.34	18.45	18.02	18.61	20.92	17.79	18.36	18.57
Contenido de Humedad (%)	31.11	30.90	35.01	34.57	36.60	37.00	40.15	40.11	44.07	44.28	49.04	49.76
Humedad promedio (%)	31.01		34.79		36.80		40.13		44.18		49.40	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.158		1.189		1.195		1.201		1.187		1.138	

Densidad seca máxima = 1.201 gr/cm³

% Humedad Óptima = 39.50



- Suelo con cemento
 - Pozo 3-2m

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 3

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA :

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A

N° DE CAPAS : 3

PESO MARTILLO : 5.5 lb.

VOL. DE MOLDE : 936 cm³

N° DE GOLPES POR CAPA : 25

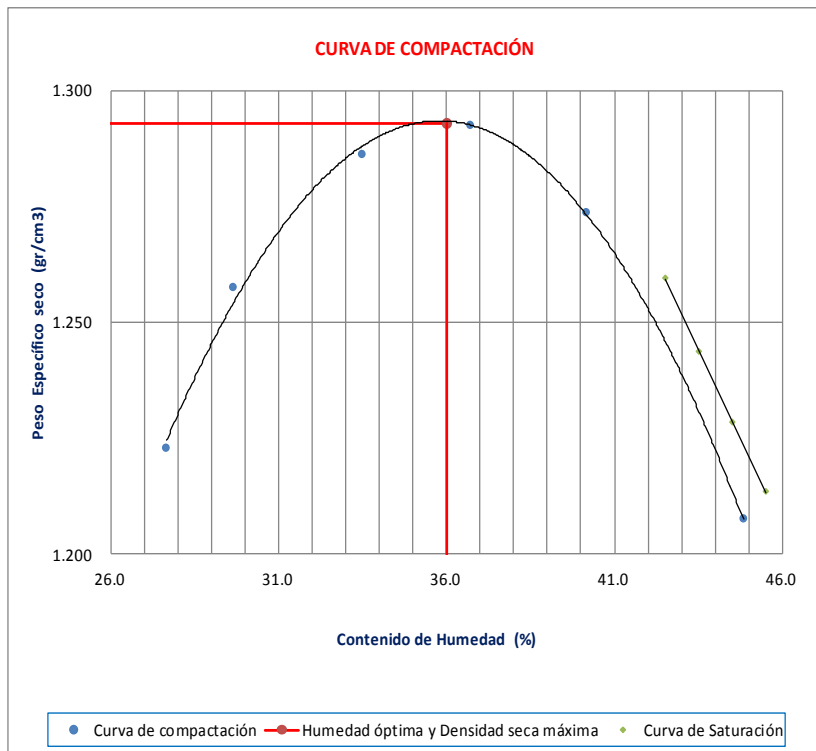
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.

PESO DEL MOLDE : 4274 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,735		5,800		5,881		5,928		5,945		5,911	
Peso molde (gr.)	4,274		4,274		4,274		4,274		4,274		4,274	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,461		1,526		1,607		1,654		1,671		1,637	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.561		1.630		1.717		1.767		1.785		1.749	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	68.89	70.21	63.44	62.15	66.70	69.17	62.16	70.95	70.01	65.38	65.98	60.13
Peso cap. + suelo seco (gr.)	57.86	59.31	53.12	52.07	54.51	56.46	50.23	56.81	55.26	51.96	51.22	47.22
Peso cápsula (gr.)	18.79	19.02	18.07	18.32	18.04	18.56	17.70	18.34	18.54	18.58	18.24	18.49
Contenido de Humedad (%)	28.23	27.05	29.44	29.87	33.42	33.54	36.67	36.76	40.17	40.20	44.75	44.94
Humedad promedio (%)	27.64		29.66		33.48		36.71		40.19		44.85	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.223		1.257		1.286		1.293		1.273		1.207	

Densidad seca máxima = 1.293 gr/cm³

% Humedad Óptima = 36.00



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 5

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 28/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A

N° DE CAPAS : 3

PESO MARTILLO : 5.5 lb.

VOL. DE MOLDE : 936 cm³

N° DE GOLPES POR CAPA : 25

ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.

PESO DEL MOLDE : 4275 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,749		5,814		5,865		5,905		5,908		5,893	
Peso molde (gr.)	4,275		4,275		4,275		4,275		4,275		4,275	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,474		1,539		1,590		1,630		1,633		1,618	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.575		1.644		1.699		1.741		1.745		1.729	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	65.07	63.05	68.26	72.36	52.87	50.42	48.77	56.60	55.16	51.57	50.12	52.11
Peso cap. + suelo seco (gr.)	54.21	52.50	55.83	58.91	41.94	40.15	38.35	44.02	43.42	39.91	40.12	41.59
Peso cápsula (gr.)	19.07	18.23	18.28	18.23	11.53	11.37	11.63	11.49	15.35	11.85	17.89	18.12
Contenido de Humedad (%)	30.90	30.78	33.10	33.06	35.94	35.68	39.00	38.67	41.82	41.55	44.98	44.82
Humedad promedio (%)	30.84		33.08		35.81		38.83		41.69		44.90	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.204		1.235		1.251		1.254		1.231		1.193	

Densidad seca máxima = **1.255** gr/cm³

% Humedad Óptima = **37.50**

1.18

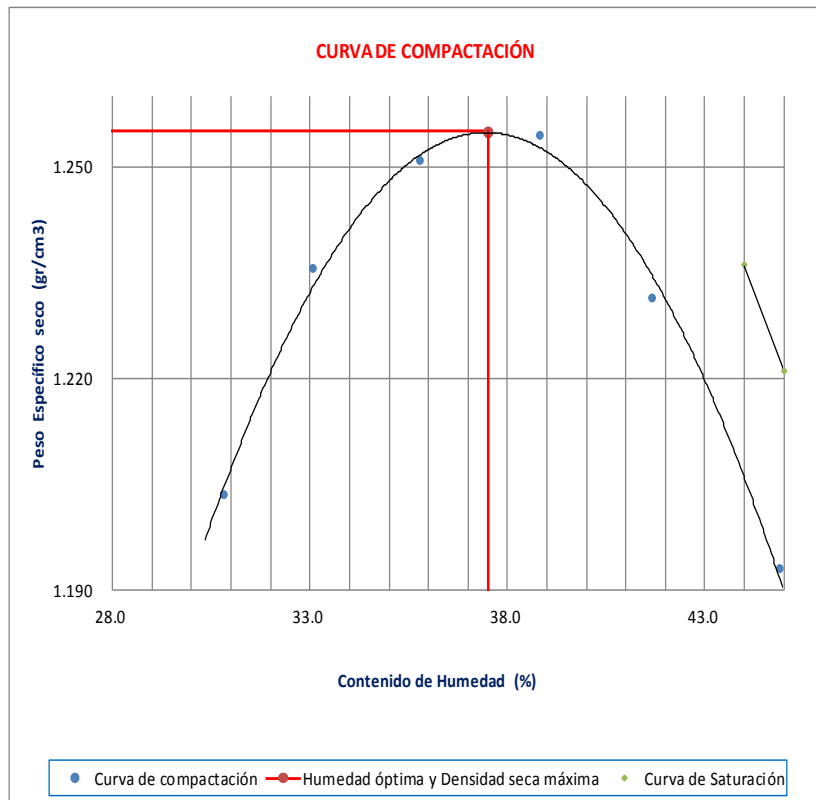
1.21

1.23

1.24

1.21

1.17



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

LOCALIZACIÓN : Tosagua

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE 7

NORMA : ASTM D 698 12

FECHA : 28/11/2013

PROCTOR ESTANDAR (600 kN-m/m3))

MÉTODO : A

N° DE CAPAS : 3

PESO MARTILLO : 5.5 lb.

VOL. DE MOLDE : 936 cm³

N° DE GOLPES POR CAPA : 25

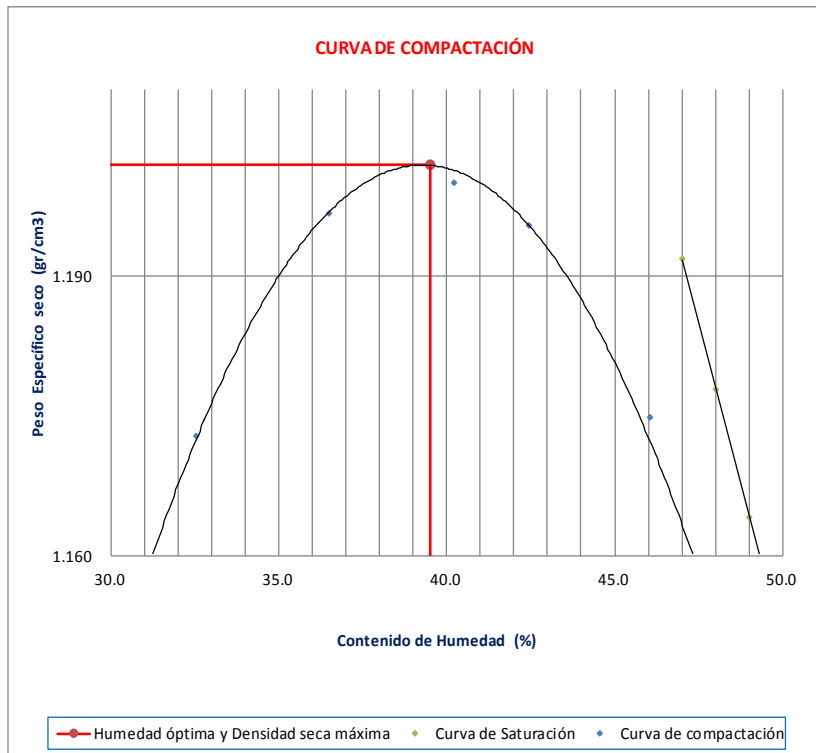
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 305 mm.

PESO DEL MOLDE : 4280 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4		5		6	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	5,735		5,809		5,855		5,874		5,886		5,871	
Peso molde (gr.)	4,280		4,280		4,280		4,280		4,280		4,280	
Peso suelo húmedo (gr.)	1,455		1,529		1,575		1,594		1,606		1,591	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.554		1.634		1.683		1.703		1.716		1.700	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	76.83	69.76	74.51	70.84	54.46	58.30	63.68	59.29	65.32	65.55	63.57	64.16
Peso cap. + suelo seco (gr.)	62.55	57.05	59.52	56.93	42.12	44.92	50.07	47.00	50.59	50.78	47.99	47.98
Peso cápsula (gr.)	18.62	18.01	18.54	18.73	11.45	11.63	18.00	18.06	18.57	18.73	15.62	15.18
Contenido de Humedad (%)	32.51	32.56	36.58	36.41	40.23	40.19	42.44	42.47	46.00	46.08	48.13	49.33
Humedad promedio (%)	32.53		36.50		40.21		42.45		46.04		48.73	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.173		1.197		1.200		1.195		1.175		1.143	

Densidad seca máxima = 1.202 gr/cm³

% Humedad Óptima = 39.50



Anexos 7: Presión de hinchamiento

- Muestras inalteradas
 - Pozo 1-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
MUESTRA : P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA : 14/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

	UNID.			UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	658.25 gr			ANILLO NUMERO: 2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr			DIAMETRO ANILLO: 63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	134.46 gr			ALTURA INICIAL MUESTRA: 24.78 mm
MASA MUESTRA SECA:	115.58 gr			AREA DE LA MUESTRA: 31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65			RADIO DE LA PALANCA: 10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	50.28	53.14	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	45.89	48.28	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	77.49	cm ³
MASA CAPSULA	19.15	18.39	DENSIDAD HUMEDA:	1.74	g/cm ³
% DE HUMEDAD	16.42	16.26	DENSIDAD SECA:	1.491	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.34		VOLUMEN SOLIDOS	43.61	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	33.88	cm ³
			SATURACION:	55.74	

CONDICIONES FINALES

	UNID.			UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	673.15 gr			ALTURA FINAL DE LA MUESTRA: 24.78 mm
MASA DE ANILLO:	523.79 gr			PESO ESTABILIZADOR: 3.189 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	149.36 gr			σ EXPANSION: 1.02 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	115.50 gr			

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	49.23	58.7	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	42.85	49.57	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	77.49	cm ³
MASA CAPSULA	20.93	18.65	DENSIDAD HUMEDA:	1.74	g/cm ³
% DE HUMEDAD	29.11	29.53	DENSIDAD SECA:	1.49	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	29.32		VOLUMEN SOLIDOS	43.61	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	33.88	cm ³
			SATURACION:	99.95	

○ Pozo 2-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 14/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	644.58 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	127.78 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.78 mm
MASA MUESTRA SECA:	109.46 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	67.58	59.84	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	60.59	53.97	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.36 cm ³
MASA CAPSULA	18.69	19.03	DENSIDAD HUMEDA:	1.72 g/cm ³
% DE HUMEDAD	16.68	16.80	DENSIDAD SECA:	1.472 g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.74		VOLUMEN SOLIDOS	41.78 cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	32.59 cm ³
			SATURACION:	56.23

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	658 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	23.78 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.609 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	141.2 gr	σ EXPANSION:	1.15 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	108.98 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	49.23	58.7	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	42.78	49.55	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.36 cm ³
MASA CAPSULA	20.93	18.65	DENSIDAD HUMEDA:	1.72 g/cm ³
% DE HUMEDAD	29.52	29.61	DENSIDAD SECA:	1.47 g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	29.57		VOLUMEN SOLIDOS	41.78 cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	32.59 cm ³
			SATURACION:	98.88

○ Pozo 3-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 21/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	645.18 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	128.38 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	24.05 mm
MASA MUESTRA SECA:	109.97 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	57.95	53.29	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	52.29	48.34	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.21	cm ³
MASA CAPSULA	18.35	18.88	DENSIDAD HUMEDA:	1.71	g/cm ³
% DE HUMEDAD	16.68	16.80	DENSIDAD SECA:	1.462	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.74		VOLUMEN SOLIDOS	41.66	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	33.55	cm ³
			SATURACION:	54.87	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	660.04 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	24.05 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.639 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	143.24 gr	σ EXPANSION:	1.16 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	109.93 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	54.07	44.78	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	44.19	38.68	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.21	cm ³
MASA CAPSULA	11.65	18.51	DENSIDAD HUMEDA:	1.71	g/cm ³
% DE HUMEDAD	30.36	30.24	DENSIDAD SECA:	1.46	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	30.30		VOLUMEN SOLIDOS	41.66	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	33.55	cm ³
			SATURACION:	99.28	

○ Pozo 1-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 23/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	653.48 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	129.69 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.89 mm
MASA MUESTRA SECA:	112.80 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	75.88	78.95	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	68.3	71.24	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.42	cm ³
MASA CAPSULA	18.46	18.94	DENSIDAD HUMEDA:	1.720	g/cm ³
% DE HUMEDAD	15.21	14.74	DENSIDAD SECA:	1.496	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	14.98		VOLUMEN SOLIDOS	41.78	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	33.64	cm ³
			SATURACION:	50.21	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	668.99 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	23.89 mm
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	PESO ESTABILIZADOR:	4.789 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	145.2 gr	σ EXPANSION:	1.52 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	112.08 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	47.86	56.59	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	39.64	47.81	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.42	cm ³
MASA CAPSULA	11.86	18.07	DENSIDAD HUMEDA:	1.72	g/cm ³
% DE HUMEDAD	29.59	29.52	DENSIDAD SECA:	1.50	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	29.56		VOLUMEN SOLIDOS	41.78	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	33.64	cm ³
			SATURACION:	98.46	

○ Pozo 2-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA
MUESTRA INALTERADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 25/10/2013
HORA INICIO: 10:50 AM

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	644.59 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	127.79 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.96 mm
MASA MUESTRA SECA:	107.76 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	48.59	63.13	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	43.91	55.98	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.93	cm ³
MASA CAPSULA	18.41	17.99	DENSIDAD HUMEDA:	1.71	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.35	18.82	DENSIDAD SECA:	1.438	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.59		VOLUMEN SOLIDOS	39.91	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	35.02	cm ³
			SATURACION:	57.20	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	658.96 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	23.96 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	4.2 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	142.16 gr	σ EXPANSION:	1.34 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	107.48 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	69.36	65.52	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	56.99	54.01	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.93	cm ³
MASA CAPSULA	18.95	18.05	DENSIDAD HUMEDA:	1.90	g/cm ³
% DE HUMEDAD	32.52	32.01	DENSIDAD SECA:	1.43	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	32.26		VOLUMEN SOLIDOS	39.91	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	35.02	cm ³
			SATURACION:	99.04	

○ Pozo 3-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 24/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	654.79 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	131 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	24.01 mm
MASA MUESTRA SECA:	110.25 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.72	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	45.71	45.59	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	41.44	41.32	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.80	cm ³
MASA CAPSULA	18.62	18.76	DENSIDAD HUMEDA:	1.73	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.71	18.93	DENSIDAD SECA:	1.455	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.82		VOLUMEN SOLIDOS	40.53	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	35.26	cm ³
			SATURACION:	58.84	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	667.54 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	24.01 mm
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	PESO ESTABILIZADOR:	4.301 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	143.75 gr	σ EXPANSION:	1.36 Kg/cn
MASA MUESTRA SECA:	109.25 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	55.01	52.28	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	46.28	43.41	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.80	cm ³
MASA CAPSULA	18.78	15.18	DENSIDAD HUMEDA:	1.73	g/cm ³
% DE HUMEDAD	31.75	31.42	DENSIDAD SECA:	1.45	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	31.58		VOLUMEN SOLIDOS	40.53	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	35.26	cm ³
			SATURACION:	97.84	

- Muestras remodeladas
 - Pozo 1-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 08/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	157.86 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	96.69 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.95 mm
MASA MUESTRA SECA:	82.27 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	75.08	75.75	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	66.59	67.19	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	18.1	18.37	DENSIDAD HUMEDA:	1.61	g/cm ³
% DE HUMEDAD	17.51	17.53	DENSIDAD SECA:	1.373	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.52		VOLUMEN SOLIDOS	31.05	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	28.87	cm ³
			SATURACION:	49.93	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	171.52 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.95 mm
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	PESO ESTABILIZADOR:	5.32 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	110.35 gr	σ EXPANSION:	1.68 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	81.99 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	78.4	72.91	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	64.03	59.97	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	22.31	22.7	DENSIDAD HUMEDA:	1.84	g/cm ³
% DE HUMEDAD	34.44	34.72	DENSIDAD SECA:	1.37	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	34.58		VOLUMEN SOLIDOS	31.05	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	28.87	cm ³
			SATURACION:	98.21	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 08/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	158.06 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	96.89 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.95 mm
MASA MUESTRA SECA:	81.79 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	195.2	142.94	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	178.28	128.39	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	87.1	49.22	DENSIDAD HUMEDA:	1.62	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.56	18.38	DENSIDAD SECA:	1.365	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.47		VOLUMEN SOLIDOS	30.86	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	29.06	cm ³
			SATURACION:	51.98	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	170.63 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.95 mm
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.929 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	109.46 gr	σ EXPANSION:	1.24 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	79.86 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	75.24	57.64	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	59.81	47.2	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	18.25	18.98	DENSIDAD HUMEDA:	1.83	g/cm ³
% DE HUMEDAD	37.13	37.00	DENSIDAD SECA:	1.33	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	37.06		VOLUMEN SOLIDOS	30.14	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	29.78	cm ³
			SATURACION:	99.38	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.			UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	629.56 gr	ANILLO NUMERO:		1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:		63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	112.76 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:		22.86 mm
MASA MUESTRA SECA:	95.14 gr	AREA DE LA MUESTRA:		31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	RADIO DE LA PALANCA:		10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	76.64	70.58	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	67.49	62.52	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.49	cm ³
MASA CAPSULA	18.31	18.79	DENSIDAD HUMEDA:	1.58	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.61	18.43	DENSIDAD SECA:	1.331	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.52		VOLUMEN SOLIDOS	35.90	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	35.58	cm ³
			SATURACION:	49.51	

CONDICIONES FINALES

	UNID.			UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	647.44 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:		22.86 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:		2.902 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	130.64 gr	σ EXPANSION:		0.93 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	95.12 gr			

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	61.49	84.13	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	49.88	66.29	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.49	cm ³
MASA CAPSULA	18.81	18.49	DENSIDAD HUMEDA:	1.83	g/cm ³
% DE HUMEDAD	37.37	37.32	DENSIDAD SECA:	1.33	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	37.34		VOLUMEN SOLIDOS	35.89	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	35.59	cm ³
			SATURACION:	99.80	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSION CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	155.94 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	94.77 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.95 mm
MASA MUESTRA SECA:	79.70 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	48.49	49.44	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	43.71	44.61	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	18.51	18.97	DENSIDAD HUMEDA:	1.582	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.97	18.84	DENSIDAD SECA:	1.330	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.90		VOLUMEN SOLIDOS	30.08	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	29.84	cm ³
			SATURACION:	50.49	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	170.36 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.95 mm
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	PESO ESTABILIZADOR:	2.115 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	109.19 gr	σ EXPANSION:	0.67 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	79.70 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	66.41	69.14	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	53.3	55.45	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	17.77	18.54	DENSIDAD HUMEDA:	1.82	g/cm ³
% DE HUMEDAD	36.90	37.09	DENSIDAD SECA:	1.33	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	36.99		VOLUMEN SOLIDOS	30.08	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	29.84	cm ³
			SATURACION:	98.81	

○ Pozo 2-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 13/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	631.85 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	115.05 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.84 mm
MASA MUESTRA SECA:	98.03 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	80.54	74.1	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	71.31	65.91	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.42	cm ³
MASA CAPSULA	18.19	18.68	DENSIDAD HUMEDA:	1.61	g/cm ³
% DE HUMEDAD	17.38	17.34	DENSIDAD SECA:	1.373	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.36		VOLUMEN SOLIDOS	37.42	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	34.01	cm ³
			SATURACION:	50.04	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	648.81 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.84 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	4.489 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	132.01 gr	σ EXPANSION:	1.44 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	98.03 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	72.1	68.43	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	58.3	55.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.42	cm ³
MASA CAPSULA	18.5	18.78	DENSIDAD HUMEDA:	1.85	g/cm ³
% DE HUMEDAD	34.67	34.66	DENSIDAD SECA:	1.37	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	34.67		VOLUMEN SOLIDOS	37.41	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	34.01	cm ³
			SATURACION:	99.92	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	632.45 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	115.65 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.28 mm
MASA MUESTRA SECA:	97.89 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	71.16	63.71	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	63.10	56.85	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.80	cm ³
MASA CAPSULA	18.98	18.78	DENSIDAD HUMEDA:	1.59	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.27	18.02	DENSIDAD SECA:	1.345	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.14		VOLUMEN SOLIDOS	37.36	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	35.44	cm ³
			SATURACION:	50.12	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	649.94 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	23.28 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.629 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	133.14 gr	σ EXPANSION:	1.16 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	97.83 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	77.83	60.79	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	61.96	49.6	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.80	cm ³
MASA CAPSULA	18.06	18.55	DENSIDAD HUMEDA:	1.83	g/cm ³
% DE HUMEDAD	36.15	36.04	DENSIDAD SECA:	1.34	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	36.09		VOLUMEN SOLIDOS	37.34	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL	35.46	cm ³
			SATURACION:	99.58	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 15/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	634.89 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	118.09 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.73 mm
MASA MUESTRA SECA:	99.68 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	60.66	58.31	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	54.08	52.09	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.21	cm ³
MASA CAPSULA	18.42	18.44	DENSIDAD HUMEDA:	1.59	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.45	18.48	DENSIDAD SECA:	1.343	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.47		VOLUMEN SOLIDOS	38.05	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	36.16	cm ³
			SATURACION:	50.91	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	652.62 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	23.73 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	2.415 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	135.82 gr	σ EXPANSION:	0.77 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	99.66 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	73.55	63.32	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	58.92	51.27	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.21	cm ³
MASA CAPSULA	18.43	18.19	DENSIDAD HUMEDA:	1.83	g/cm ³
% DE HUMEDAD	36.13	36.43	DENSIDAD SECA:	1.34	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	36.28		VOLUMEN SOLIDOS	38.04	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	36.16	cm ³
			SATURACION:	99.99	

○ Pozo 3-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 17/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO+ MUESTRA HUMEDA:	157.24 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	96.07 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.95 mm
MASA MUESTRA SECA:	81.52 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	61.76	68.60	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	54.79	60.87	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	15.60	17.71	DENSIDAD HUMEDA:	1.60	g/cm ³
% DE HUMEDAD	17.79	17.91	DENSIDAD SECA:	1.361	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.85		VOLUMEN SOLIDOS	30.88	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	29.04	cm ³
			SATURACION:	50.10	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO+ MUESTRA HUMEDA:	171.58 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.95 mm
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	PESO ESTABILIZADOR:	4.092 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	110.41 gr	σ EXPANSION:	1.29 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	81.49 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	65.19	80.24	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	52.84	64.08	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	18.15	18.41	DENSIDAD HUMEDA:	1.84	g/cm ³
% DE HUMEDAD	35.60	35.38	DENSIDAD SECA:	1.36	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	35.49		VOLUMEN SOLIDOS	30.87	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	29.05	cm ³
			SATURACION:	99.55	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 17/03/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	630.13 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	113.33 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.53 mm
MASA MUESTRA SECA:	95.59 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	66.17	64.60	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	58.75	57.40	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	70.45	cm ³
MASA CAPSULA	18.55	18.81	DENSIDAD HUMEDA:	1.61	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.46	18.66	DENSIDAD SECA:	1.357	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.56		VOLUMEN SOLIDOS	36.21	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	34.25	cm ³
			SATURACION:	51.80	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	646.4 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.53 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.369 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	129.6 gr	σ EXPANSION:	1.08 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	95.58 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	78.06	77.9	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	62.38	62.01	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	70.45	cm ³
MASA CAPSULA	17.99	17.71	DENSIDAD HUMEDA:	1.84	g/cm ³
% DE HUMEDAD	35.32	35.87	DENSIDAD SECA:	1.36	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	35.60		VOLUMEN SOLIDOS	36.20	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	34.25	cm ³
			SATURACION:	99.33	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 20/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	630.52 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	113.72 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.88 mm
MASA MUESTRA SECA:	95.64 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	69.61	71.82	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	61.45	63.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.55	cm ³
MASA CAPSULA	18.25	20.87	DENSIDAD HUMEDA:	1.59	g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.89	18.93	DENSIDAD SECA:	1.337	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.91		VOLUMEN SOLIDOS	36.23	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	35.32	cm ³
			SATURACION:	51.20	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	647.38 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.88 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	2.226 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	130.58 gr	σ EXPANSION:	0.71 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	95.62 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	67.66	83	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	54.5	65.69	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.55	cm ³
MASA CAPSULA	18.43	18.44	DENSIDAD HUMEDA:	1.83	g/cm ³
% DE HUMEDAD	36.48	36.63	DENSIDAD SECA:	1.34	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	36.56		VOLUMEN SOLIDOS	36.22	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	35.33	cm ³
			SATURACION:	98.95	

○ Pozo 1-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calccal
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 22/01/2013
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	633.5 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	116.7 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.83 mm
MASA MUESTRA SECA:	99.26 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	53.91	60.89	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	47.59	54.59	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.39	cm ³
MASA CAPSULA	11.71	18.62	DENSIDAD HUMEDA:	1.63	g/cm ³
% DE HUMEDAD	17.61	17.51	DENSIDAD SECA:	1.390	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.56		VOLUMEN SOLIDOS	36.76	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	34.63	cm ³
			SATURACION:	50.35	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	650.65 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.83 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	6.128 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	133.85 gr	σ EXPANSION:	1.96 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	99.26 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	76.72	69.16	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	61.72	56.01	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.39	cm ³
MASA CAPSULA	18.58	18.36	DENSIDAD HUMEDA:	1.87	g/cm ³
% DE HUMEDAD	34.77	34.93	DENSIDAD SECA:	1.39	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	34.85		VOLUMEN SOLIDOS	36.76	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	34.63	cm ³
			SATURACION:	99.89	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 22/00/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	162.89 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	96.7 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.95 mm
MASA MUESTRA SECA:	81.57 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	62.05	57.52	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	55.15	51.31	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92 cm ³
MASA CAPSULA	17.79	17.99	DENSIDAD HUMEDA:	1.61 g/cm ³
% DE HUMEDAD	18.47	18.64	DENSIDAD SECA:	1.361 g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.55		VOLUMEN SOLIDOS	30.21 cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	29.71 cm ³
			SATURACION:	50.94

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	176.66 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.95 mm
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.69 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	110.47 gr	σ EXPANSION:	1.17 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	81.57 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	109.09	106.96	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	94.53	92.79	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92 cm ³
MASA CAPSULA	53.48	52.76	DENSIDAD HUMEDA:	1.84 g/cm ³
% DE HUMEDAD	35.47	35.40	DENSIDAD SECA:	1.36 g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	35.43		VOLUMEN SOLIDOS	30.21 cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	29.71 cm ³
			SATURACION:	97.29

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 22/05/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	633.08 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	116.28 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.57 mm
MASA MUESTRA SECA:	97.31 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	51.58	53.57	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	45.07	47.32	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	73.71	cm ³
MASA CAPSULA	11.6	15.32	DENSIDAD HUMEDA:	1.58	g/cm ³
% DE HUMEDAD	19.45	19.53	DENSIDAD SECA:	1.320	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.49		VOLUMEN SOLIDOS	36.04	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	37.67	cm ³
			SATURACION:	50.36	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	651.47 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	23.57 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	2.499 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	134.67 gr	σ EXPANSION:	0.80 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	97.30 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	82.71	67.63	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	64.99	52.09	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	73.71	cm ³
MASA CAPSULA	18.72	11.73	DENSIDAD HUMEDA:	1.83	g/cm ³
% DE HUMEDAD	38.30	38.50	DENSIDAD SECA:	1.32	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	38.40		VOLUMEN SOLIDOS	36.04	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	37.67	cm ³
			SATURACION:	99.20	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcal
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 24/03/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	154.23 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	93.06 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.95 mm
MASA MUESTRA SECA:	77.57 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	65.38	62.29	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	57.58	54.95	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	18.54	18.19	DENSIDAD HUMEDA:	1.55	g/cm ³
% DE HUMEDAD	19.98	19.97	DENSIDAD SECA:	1.295	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.97		VOLUMEN SOLIDOS:	28.73	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	31.19	cm ³
			SATURACION:	49.67	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	169.9 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.95 mm
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	PESO ESTABILIZADOR:	1.217 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	108.73 gr	σ EXPANSION:	0.38 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	77.57 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	57.19	63.84	AREA DE LA MUESTRA:	31.62	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	46.02	50.79	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	59.92	cm ³
MASA CAPSULA	18.19	18.34	DENSIDAD HUMEDA:	1.81	g/cm ³
% DE HUMEDAD	40.14	40.22	DENSIDAD SECA:	1.29	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	40.18		VOLUMEN SOLIDOS:	28.73	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	31.19	cm ³
			SATURACION:	99.91	

○ Pozo 2-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 10/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	634.85 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	118.05 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.84 mm
MASA MUESTRA SECA:	100.35 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	74.84	70.99	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	66.25	63.15	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.10	cm ³
MASA CAPSULA	18.20	18.07	DENSIDAD HUMEDA:	1.64	g/cm ³
% DE HUMEDAD	17.88	17.39	DENSIDAD SECA:	1.392	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.63		VOLUMEN SOLIDOS	37.17	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	34.94	cm ³
			SATURACION:	50.65	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	651.71 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.84 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	5.956 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	134.91 gr	σ EXPANSION:	1.89 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	100.35 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	77.17	97.52	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	63.15	78.45	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.10	cm ³
MASA CAPSULA	22.51	23	DENSIDAD HUMEDA:	1.87	g/cm ³
% DE HUMEDAD	34.50	34.39	DENSIDAD SECA:	1.39	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	34.44		VOLUMEN SOLIDOS	37.17	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	34.94	cm ³
			SATURACION:	98.92	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 10/03/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	631.77 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	114.97 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.87 mm
MASA MUESTRA SECA:	96.32 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	59.00	52.06	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	52.40	46.59	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.20	cm ³
MASA CAPSULA	18.37	18.29	DENSIDAD HUMEDA:	1.59	g/cm ³
% DE HUMEDAD	19.39	19.33	DENSIDAD SECA:	1.334	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.36		VOLUMEN SOLIDOS	35.67	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	36.53	cm ³
			SATURACION:	51.06	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	649.41 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.87 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.918 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	132.61 gr	σ EXPANSION:	1.24 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	96.32 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	87.58	84.52	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	69.79	67.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.20	cm ³
MASA CAPSULA	22.7	22.98	DENSIDAD HUMEDA:	1.84	g/cm ³
% DE HUMEDAD	37.78	37.58	DENSIDAD SECA:	1.33	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	37.68		VOLUMEN SOLIDOS	35.67	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	36.53	cm ³
			SATURACION:	99.36	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	631.41 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	114.61 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.99 mm
MASA MUESTRA SECA:	95.43 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	129.99	122.57	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	115.55	105.89	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.58	cm ³
MASA CAPSULA	43.65	23.00	DENSIDAD HUMEDA:	1.58	g/cm ³
% DE HUMEDAD	20.08	20.12	DENSIDAD SECA:	1.315	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.10		VOLUMEN SOLIDOS	35.34	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	37.24	cm ³
			SATURACION:	51.52	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	648.68 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.99 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	1.512 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	131.88 gr	σ EXPANSION:	0.48 Kg/c
MASA MUESTRA SECA:	95.43 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	85.64	65.82	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	67.18	52.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.58	cm ³
MASA CAPSULA	18.77	18.45	DENSIDAD HUMEDA:	1.82	g/cm ³
% DE HUMEDAD	38.13	38.27	DENSIDAD SECA:	1.31	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	38.20		VOLUMEN SOLIDOS	35.34	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	37.23	cm ³
			SATURACION:	97.90	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 12/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	629.48 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	112.68 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.89 mm
MASA MUESTRA SECA:	93.40 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	63.69	81.66	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	56.01	71.60	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.26	cm ³
MASA CAPSULA	18.71	22.99	DENSIDAD HUMEDA:	1.56	g/cm ³
% DE HUMEDAD	20.59	20.70	DENSIDAD SECA:	1.293	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.64		VOLUMEN SOLIDOS	34.59	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	37.67	cm ³
			SATURACION:	51.18	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	647.73 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.89 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	1.049 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	130.93 gr	σ EXPANSION:	0.33 Kg/cr
MASA MUESTRA SECA:	93.39 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	FINAL DE LA PRUEBA		CONDICIONES FINALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	64.09	78.57	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	50.95	61.29	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.26	cm ³
MASA CAPSULA	18.22	18.34	DENSIDAD HUMEDA:	1.81	g/cm ³
% DE HUMEDAD	40.15	40.23	DENSIDAD SECA:	1.29	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	40.19		VOLUMEN SOLIDOS	34.59	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	37.67	cm ³
			SATURACION:	99.64	

○ Pozo 3-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTRALADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calccal
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 14/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	641.23 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	117.44 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.73 mm
MASA MUESTRA SECA:	99.99 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	45.93	51.16	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	41.64	46.17	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.76	cm ³
MASA CAPSULA	16.98	17.68	DENSIDAD HUMEDA:	1.64	g/cm ³
% DE HUMEDAD	17.40	17.51	DENSIDAD SECA:	1.393	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.46		VOLUMEN SOLIDOS	36.90	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	34.86	cm ³
			SATURACION:	50.06	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	658.49 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.73 mm
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	PESO ESTABILIZADOR:	6.432 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	134.7 gr	σ EXPANSION:	2.04 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	99.98 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	72.27	101.22	AREA DE LA MUESTRA:	31.57	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	59.56	80.88	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.76	cm ³
MASA CAPSULA	22.81	22.54	DENSIDAD HUMEDA:	1.88	g/cm ³
% DE HUMEDAD	34.59	34.86	DENSIDAD SECA:	1.39	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	34.72		VOLUMEN SOLIDOS	36.89	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	34.86	cm ³
			SATURACION:	99.58	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 22/05/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	631.48 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	114.68 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.88 mm
MASA MUESTRA SECA:	96.07 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	49.37	44.02	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	44.41	39.94	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.55	cm ³
MASA CAPSULA	18.8	18.87	DENSIDAD HUMEDA:	1.60	g/cm ³
% DE HUMEDAD	19.37	19.36	DENSIDAD SECA:	1.343	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.37		VOLUMEN SOLIDOS	35.45	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	36.10	cm ³
			SATURACION:	51.54	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	648.93 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.88 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	3.118 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	132.13 gr	σ EXPANSION:	1.00 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	96.06 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	62.38	77.06	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	51.59	62.14	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.55	cm ³
MASA CAPSULA	22.79	22.5	DENSIDAD HUMEDA:	1.85	g/cm ³
% DE HUMEDAD	37.47	37.64	DENSIDAD SECA:	1.34	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	37.55		VOLUMEN SOLIDOS	35.45	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	36.10	cm ³
			SATURACION:	99.91	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 17/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

<p>MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA: 628.74 gr MASA DE ANILLO: 516.8 gr MASA MUESTRA HUMEDA: 111.94 gr MASA MUESTRA SECA: 92.98 gr GRAVEDAD ESPECIFICA: 2.71</p>	UNID.	<p>ANILLO NUMERO: 1 DIAMETRO ANILLO: 63.1 mm ALTURA INICIAL MUESTRA: 22.76 mm AREA DE LA MUESTRA: 31.27 cm²</p>	UNID.
--	-------	--	-------

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	52.88	58.34	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	46.95	51.29	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.17	cm ³
MASA CAPSULA	17.73	16.87	DENSIDAD HUMEDA:	1.57	g/cm ³
% DE HUMEDAD	20.29	20.48	DENSIDAD SECA:	1.306	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.39		VOLUMEN SOLIDOS	34.31	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	36.86	cm ³
			SATURACION:	51.43	

CONDICIONES FINALES

<p>MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA: 646.59 gr MASA DE ANILLO: 516.8 gr MASA MUESTRA HUMEDA: 129.79 gr MASA MUESTRA SECA: 92.97 gr</p>	UNID.	<p>ALTURA FINAL DE LA MUESTRA: 22.76 mm PESO ESTABILIZADOR: 2.319 Kg σ EXPANSION: 0.74 Kg/cm²</p>	UNID.
--	-------	--	-------

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	62.98	74.36	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	51.49	59.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.17	cm ³
MASA CAPSULA	22.48	22.71	DENSIDAD HUMEDA:	1.82	g/cm ³
% DE HUMEDAD	39.61	39.59	DENSIDAD SECA:	1.31	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	39.60		VOLUMEN SOLIDOS	34.31	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	36.87	cm ³
			SATURACION:	99.87	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA : P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA : 17/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	628.51 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	111.71 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.88 mm
MASA MUESTRA SECA:	92.58 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	57.71	69.6	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	51.02	60.81	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.55	cm ³
MASA CAPSULA	18.67	18.22	DENSIDAD HUMEDA:	1.56	g/cm ³
% DE HUMEDAD	20.68	20.64	DENSIDAD SECA:	1.294	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.66		VOLUMEN SOLIDOS	34.16	cm ³
			VOLUMEN VACIOS INICIAL:	37.39	cm ³
			SATURACION:	51.16	

CONDICIONES FINALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	646.6 gr	ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	22.88 mm
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	PESO ESTABILIZADOR:	1.271 Kg
MASA MUESTRA HUMEDA:	129.8 gr	σ EXPANSION:	0.41 Kg/cm ²
MASA MUESTRA SECA:	92.56 gr		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		CONDICIONES INICIALES		
MASA CAP+SUELO HUMEDO	103.91	117.19	AREA DE LA MUESTRA:	31.27	cm ²
MASA CAP+SUELO SECO	87.68	97.68	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	71.55	cm ³
MASA CAPSULA	47.26	49.3	DENSIDAD HUMEDA:	1.81	g/cm ³
% DE HUMEDAD	40.15	40.33	DENSIDAD SECA:	1.29	g/cm ³
PROMEDIO % DE HUMEDAD	40.24		VOLUMEN SOLIDOS	34.15	cm ³
			VOLUMEN VACIOS FINAL:	37.40	cm ³
			SATURACION:	99.60	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

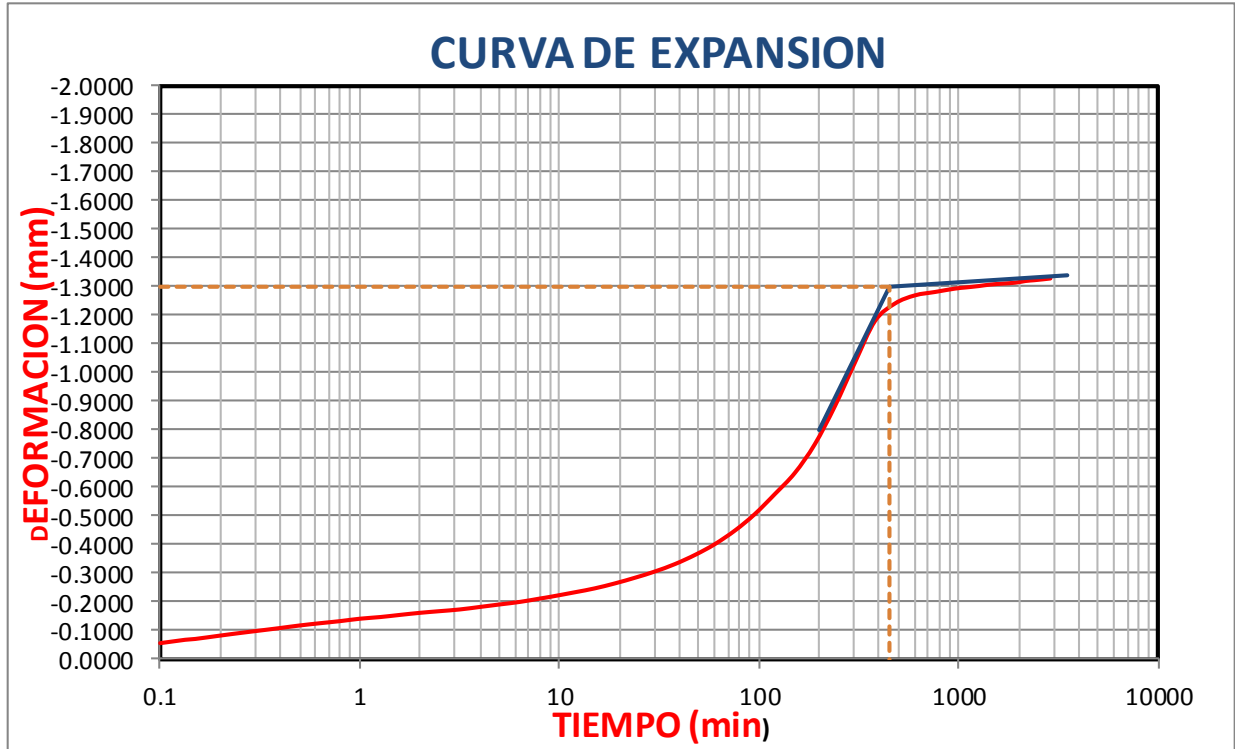
FECHA: 14/10/2013
HORA INICIO: 10:00 AM

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.1735	0	0.0000
	0.08	0.29	0.123	-0.050	-0.0500
	0.10	0.32	0.118	-0.006	-0.0559
	0.13	0.37	0.106	-0.012	-0.0676
	0.15	0.39	0.103	-0.003	-0.0706
	0.20	0.45	0.091	-0.012	-0.0823
	0.25	0.50	0.082	-0.009	-0.0911
	0.32	0.56	0.074	-0.009	-0.1000
	0.40	0.63	0.065	-0.009	-0.1088
	0.50	0.71	0.056	-0.009	-0.1176
	0.63	0.80	0.048	-0.008	-0.1255
	0.80	0.89	0.041	-0.007	-0.1329
	1.00	1.00	0.032	-0.008	-0.1411
	1.27	1.13	0.026	-0.006	-0.1470
	1.58	1.26	0.019	-0.007	-0.1544
	2.00	1.41	0.012	-0.007	-0.1617
	2.52	1.59	0.006	-0.006	-0.1676
	3.17	1.78	0.000	-0.006	-0.1735
	4.00	2.00	-0.009	-0.009	-0.1823
	5.03	2.24	-0.018	-0.009	-0.1911
	6.35	2.52	-0.026	-0.009	-0.1999
	8.00	2.83	-0.038	-0.012	-0.2117
	9.00	3.00	-0.044	-0.006	-0.2176
	12.00	3.46	-0.060	-0.016	-0.2337
	15.00	3.87	-0.074	-0.013	-0.2470
	19.00	4.36	-0.091	-0.018	-0.2646
	24.00	4.90	-0.111	-0.020	-0.2846
	30.00	5.48	-0.132	-0.021	-0.3058
	38.00	6.16	-0.159	-0.026	-0.3322
	48.00	6.93	-0.191	-0.032	-0.3646
	60.00	7.75	-0.228	-0.037	-0.4013
	76.00	8.72	-0.276	-0.049	-0.4498
95.00	9.75	-0.332	-0.056	-0.5057	
120.00	10.95	-0.403	-0.071	-0.5762	
151.00	12.29	-0.476	-0.074	-0.6497	
190.00	13.78	-0.576	-0.100	-0.7497	
240.00	15.49	-0.710	-0.134	-0.8835	
302.00	17.38	-0.861	-0.151	-1.0349	
381.00	19.52	-1.007	-0.146	-1.1804	
480.00	21.91	-1.068	-0.061	-1.2416	
605.00	24.60	-1.097	-0.029	-1.2701	
762.00	27.60	-1.108	-0.012	-1.2818	
960.00	30.98	-1.120	-0.012	-1.2936	
1080.00	32.86	-1.124	-0.004	-1.2974	
1260.00	35.50	-1.129	-0.005	-1.3024	
1440.00	37.95	-1.134	-0.005	-1.3077	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.138	-0.004	-1.3112
	1920.00	43.82	-1.141	-0.003	-1.3142
	2160.00	46.48	-1.147	-0.006	-1.3201
	2400.00	48.99	-1.150	-0.003	-1.3230
	2640.00	51.38	-1.152	-0.003	-1.3259
	2880.00	53.67	-1.155	-0.003	-1.3289

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 08/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0



○ Pozo 2-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 14/10/2013

MUESTRA: P2

PROFUNDIDAD: 1m

NORMA: ASTM D 4546

HORA INICIO: 14:00 PM

MUESTRA INALTERADA

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	46.26	59.76	56.473	54.39
MASA CAP+SUELO SECO	42.35	53.90	46.85	45.11
MASA CAPSULA	18.78	18.79	18.21	17.73
% DE HUMEDAD	16.59	16.69	33.60	33.89
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.64		33.75	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	UNID.	151.39 gr	ANILLO NUMERO:	UNID.	2
MASA DE ANILLO:		66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:		63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:		85.2 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:		15.64 mm
MASA MUESTRA SECA:		73.05 gr	AREA DE LA MUESTRA:		31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:		2.65			

DATOS INICIALES

ALTURA DE SOLIDOS:	UNID.	8.69 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	UNID.	49.59 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:		16.63 mm	VOLUMEN SOLIDOS		27.56 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:		3.83 mm	VOLUMEN DE VACIOS		22.03 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:		7.77 mm	SATURACION INICIAL		55.18
RELACION DE VACIOS INICIAL:		0.80	SATURACION FINAL		97.94
RELACION DE VACIOS FINAL:		0.91			

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	15.64 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.01 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	15.6348 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.9952 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	16.63 mm
INDICE DE EXPANSION EI	63.65
% DE EXPANSIÓN:	6.37

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 14/10/2013

MUESTRA: P2

PROFUNDIDAD: 1m

NORMA: ASTM D 4546

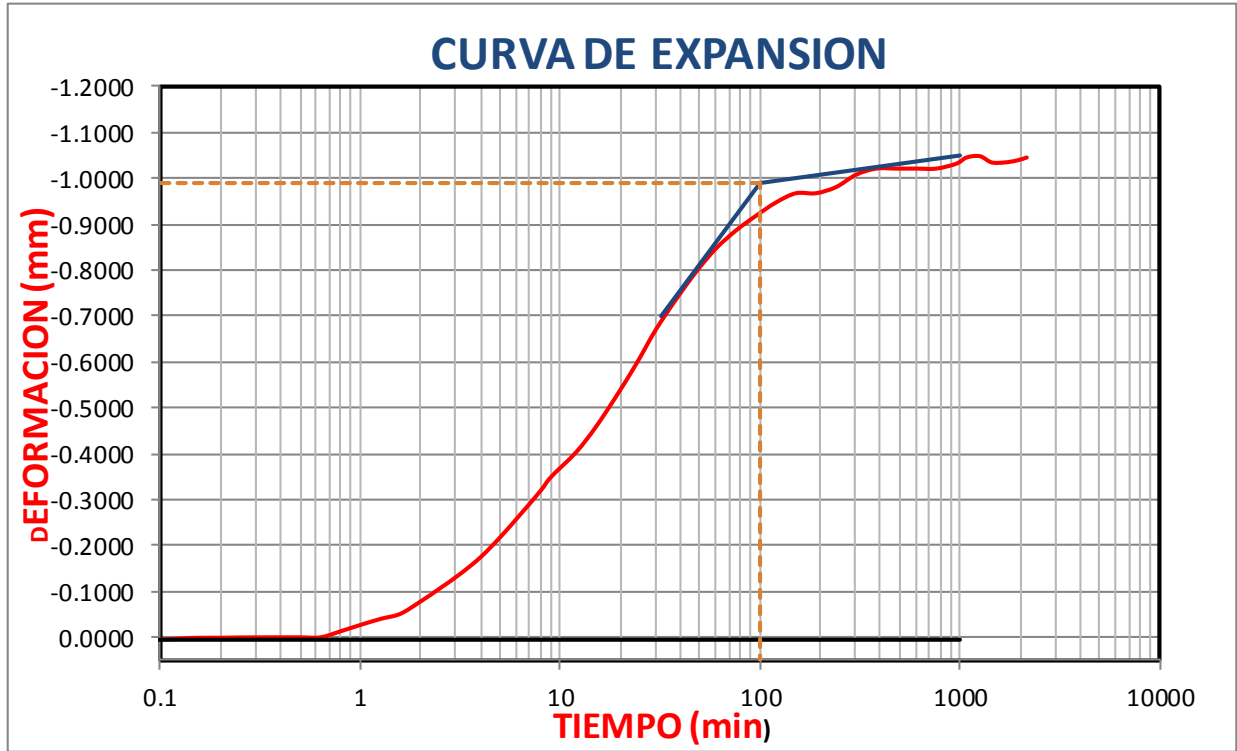
HORA INICIO: 14:00 PM

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.0000	0	0.0000
	0.08	0.29	0.005	0.005	0.0052
	0.10	0.32	0.005	0.000	0.0049
	0.13	0.37	0.002	-0.003	0.0021
	0.15	0.39	0.001	-0.001	0.0011
	0.20	0.45	0.001	0.000	0.0009
	0.25	0.50	0.000	-0.001	0.0003
	0.32	0.56	0.000	0.000	0.0001
	0.40	0.63	0.000	0.000	0.0000
	0.50	0.71	0.000	0.000	0.0000
	0.63	0.80	0.000	0.000	0.0000
	0.80	0.89	-0.013	-0.013	-0.0134
	1.00	1.00	-0.027	-0.013	-0.0269
	1.27	1.13	-0.040	-0.013	-0.0403
	1.58	1.26	-0.051	-0.011	-0.0511
	2.00	1.41	-0.078	-0.027	-0.0780
	2.52	1.59	-0.108	-0.030	-0.1075
	3.17	1.78	-0.138	-0.031	-0.1384
	4.00	2.00	-0.175	-0.036	-0.1747
	5.03	2.24	-0.219	-0.044	-0.2191
	6.35	2.52	-0.269	-0.050	-0.2688
	8.00	2.83	-0.320	-0.051	-0.3199
	9.00	3.00	-0.349	-0.030	-0.3494
	12.00	3.46	-0.403	-0.054	-0.4032
	15.00	3.87	-0.457	-0.054	-0.4570
	19.00	4.36	-0.524	-0.067	-0.5242
	24.00	4.90	-0.595	-0.071	-0.5954
	30.00	5.48	-0.669	-0.074	-0.6693
	38.00	6.16	-0.737	-0.067	-0.7365
	48.00	6.93	-0.797	-0.060	-0.7970
	60.00	7.75	-0.847	-0.050	-0.8467
	76.00	8.72	-0.887	-0.040	-0.8870
95.00	9.75	-0.918	-0.031	-0.9180	
120.00	10.95	-0.948	-0.030	-0.9475	
151.00	12.29	-0.968	-0.020	-0.9677	
190.00	13.78	-0.968	0.000	-0.9677	
240.00	15.49	-0.981	-0.013	-0.9811	
302.00	17.38	-1.008	-0.027	-1.0080	
381.00	19.52	-1.021	-0.013	-1.0214	
480.00	21.91	-1.021	0.000	-1.0214	
605.00	24.60	-1.021	0.000	-1.0214	
762.00	27.60	-1.021	0.000	-1.0214	
960.00	30.98	-1.032	-0.011	-1.0322	
1080.00	32.86	-1.046	-0.013	-1.0456	
1260.00	35.50	-1.048	-0.003	-1.0483	
1440.00	37.95	-1.035	0.013	-1.0349	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.035	0.000	-1.0349
	1920.00	43.82	-1.039	-0.004	-1.0389
	2160.00	46.48	-1.046	-0.007	-1.0456

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 14/10/2013
HORA INICIO: 14:00 PM



○ Pozo 3-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 14/10/2013

MUESTRA: P3

PROFUNDIDAD: 1m

NORMA: ASTM D 4546

HORA INICIO: 9:15 AM

MUESTRA INALTERADA

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	48.34	64.68	39.02	49.62
MASA CAP+SUELO SECO	44.00	58.17	31.94	41.42
MASA CAPSULA	18.34	18.50	11.62	18.25
% DE HUMEDAD	16.91	16.41	34.84	35.39
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.66		35.12	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	151.36 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	66.3 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	85.06 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	15.61 mm
MASA MUESTRA SECA:	72.91 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65		

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	8.70 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	49.36 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	16.96 mm	VOLUMEN SOLIDOS	27.51 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	3.84 mm	VOLUMEN DE VACIOS	21.84 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	8.10 mm	SATURACION INICIAL	55.61
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.79	SATURACION FINAL	98.05
RELACION DE VACIOS FINAL:	0.95		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	15.61 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.04 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	15.5722 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.3878 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	16.96 mm
INDICE DE EXPANSION EI	89.12
% DE EXPANSIÓN	8.91

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

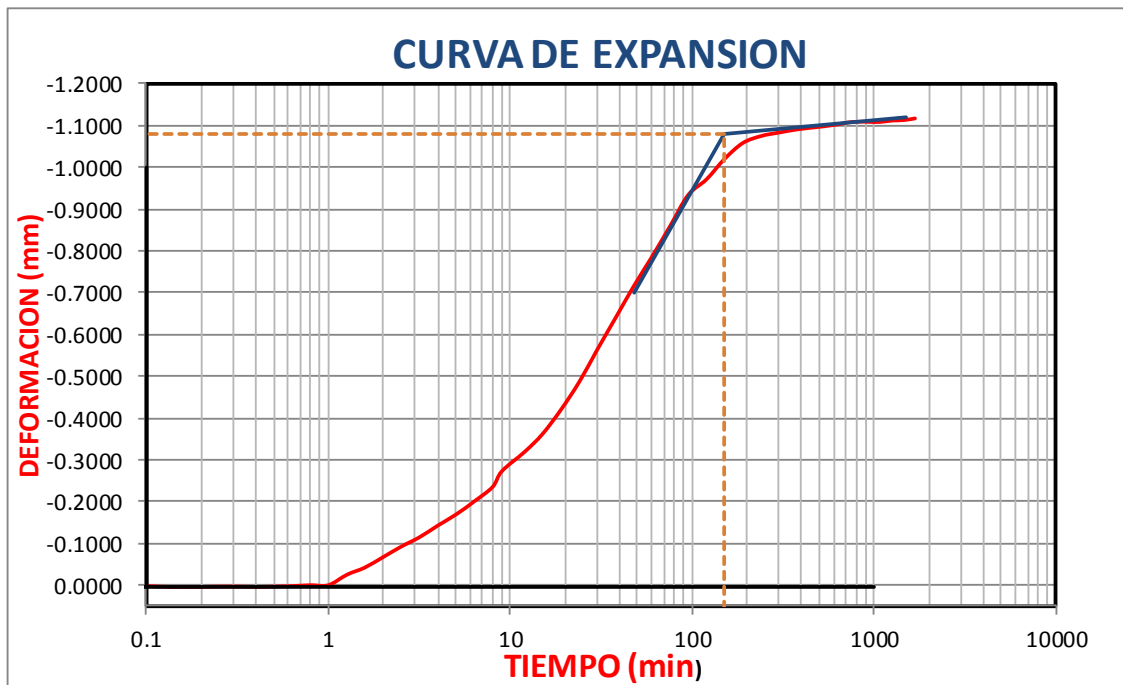
FECHA: 14/10/2013
HORA INICIO: 14:00 PM

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.0336	0	0.0000
	0.08	0.29	0.034	0.000	0.0000
	0.10	0.32	0.036	0.002	0.0021
	0.13	0.37	0.038	0.002	0.0042
	0.15	0.39	0.038	0.000	0.0042
	0.20	0.45	0.038	0.000	0.0042
	0.25	0.50	0.037	-0.001	0.0034
	0.32	0.56	0.037	0.000	0.0034
	0.40	0.63	0.038	0.001	0.0042
	0.50	0.71	0.037	-0.001	0.0034
	0.63	0.80	0.036	-0.001	0.0021
	0.80	0.89	0.034	-0.002	0.0000
	1.00	1.00	0.034	0.000	0.0000
	1.27	1.13	0.008	-0.025	-0.0252
	1.58	1.26	-0.008	-0.017	-0.0420
	2.00	1.41	-0.034	-0.025	-0.0672
	2.52	1.59	-0.059	-0.025	-0.0924
	3.17	1.78	-0.081	-0.022	-0.1147
	4.00	2.00	-0.109	-0.028	-0.1428
	5.03	2.24	-0.136	-0.026	-0.1693
	6.35	2.52	-0.167	-0.032	-0.2008
	8.00	2.83	-0.202	-0.034	-0.2352
	9.00	3.00	-0.239	-0.038	-0.2730
	12.00	3.46	-0.286	-0.046	-0.3192
	15.00	3.87	-0.328	-0.042	-0.3612
	19.00	4.36	-0.386	-0.059	-0.4200
	24.00	4.90	-0.454	-0.067	-0.4872
	30.00	5.48	-0.529	-0.076	-0.5628
	38.00	6.16	-0.607	-0.078	-0.6405
	48.00	6.93	-0.684	-0.077	-0.7174
60.00	7.75	-0.752	-0.068	-0.7854	
76.00	8.72	-0.827	-0.076	-0.8610	
95.00	9.75	-0.900	-0.073	-0.9337	
120.00	10.95	-0.938	-0.038	-0.9715	
151.00	12.29	-0.987	-0.049	-1.0206	
190.00	13.78	-1.025	-0.038	-1.0584	
240.00	15.49	-1.042	-0.017	-1.0752	
302.00	17.38	-1.050	-0.008	-1.0836	
381.00	19.52	-1.058	-0.008	-1.0912	
480.00	21.91	-1.063	-0.005	-1.0962	
605.00	24.60	-1.068	-0.005	-1.1017	
762.00	27.60	-1.075	-0.007	-1.1088	
960.00	30.98	-1.075	0.000	-1.1088	
1080.00	32.86	-1.075	0.000	-1.1088	
1260.00	35.50	-1.079	-0.003	-1.1122	
1440.00	37.95	-1.079	-0.001	-1.1130	
1680.00	40.99	-1.084	-0.004	-1.1172	
DIA 2					

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 14/10/2013
HORA INICIO: 14:00 PM



○ Pozo 1-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 23/10/2013

MUESTRA: P1

PROFUNDIDAD: 2m

HORA INICIO: 11:15 AM

NORMA: ASTM D 4546

MUESTRA INALTERADA

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
	MASA CAP+SUELO HUMEDO	62.46	55.88	63.32
MASA CAP+SUELO SECO	57.26	50.40	51.84	45.58
MASA CAPSULA	18.09	11.36	17.7	11.74
% DE HUMEDAD	13.28	14.04	33.63	33.92
PROMEDIO % DE HUMEDAD	13.66		33.78	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	166.89 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	101.47 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.84 mm
MASA MUESTRA SECA:	89.28 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	10.49 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	59.38 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	20.19 mm	VOLUMEN SOLIDOS	33.07 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	3.87 mm	VOLUMEN DE VACIOS	26.32 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.57 mm	SATURACION INICIAL	46.33
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.80	SATURACION FINAL	98.63
RELACION DE VACIOS FINAL:	0.92		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	18.84 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.17 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	18.6720 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.5180 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	20.19 mm
INDICE DE EXPANSION EI	81.30
% DE EXPANSIÓN	8.130

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua-Calical

FECHA : 23/10/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA: ASTM D 4546

HORA INICIO: 11:15 AM

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.0000	0.1470	0	0.0000
	0.08	0.2887	0.1470	0.000	0.0000
	0.10	0.3162	0.1470	0.000	0.0000
	0.13	0.3651	0.1470	0.000	0.0000
	0.15	0.3873	0.1470	0.000	0.0000
	0.20	0.4472	0.1470	0.000	0.0000
	0.25	0.5000	0.1470	0.000	0.0000
	0.32	0.5627	0.1533	0.006	0.0063
	0.40	0.6325	0.1638	0.011	0.0168
	0.50	0.7071	0.1680	0.004	0.0210
	0.63	0.7958	0.1638	-0.004	0.0168
	0.80	0.8944	0.1638	0.000	0.0168
	1.00	1.0000	0.1680	0.004	0.0210
	1.27	1.1255	0.1533	-0.015	0.0063
	1.58	1.2583	0.1470	-0.006	0.0000
	2.00	1.4142	0.1050	-0.042	-0.0420
	2.52	1.5864	0.0630	-0.042	-0.0840
	3.17	1.7795	0.0210	-0.042	-0.1260
	4.00	2.0000	-0.0210	-0.042	-0.1680
	5.03	2.2435	-0.0798	-0.059	-0.2268
	6.35	2.5199	-0.1260	-0.046	-0.2730
	8.00	2.8284	-0.1890	-0.063	-0.3360
	9.00	3.0000	-0.2688	-0.080	-0.4158
	12.00	3.4641	-0.3570	-0.088	-0.5040
	15.00	3.8730	-0.4620	-0.105	-0.6090
	19.00	4.3589	-0.5670	-0.105	-0.7140
	24.00	4.8990	-0.6720	-0.105	-0.8190
	30.00	5.4772	-0.7770	-0.105	-0.9240
	38.00	6.1644	-0.8820	-0.105	-1.0290
	48.00	6.9282	-0.9870	-0.105	-1.1340
60.00	7.7460	-1.0710	-0.084	-1.2180	
76.00	8.7178	-1.1550	-0.084	-1.3020	
95.00	9.7468	-1.2390	-0.084	-1.3860	
120.00	10.9545	-1.2600	-0.021	-1.4070	
151.00	12.2882	-1.3230	-0.063	-1.4700	
190.00	13.7840	-1.4070	-0.084	-1.5540	
240.00	15.4919	-1.4490	-0.042	-1.5960	
302.00	17.3781	-1.4490	0.000	-1.5960	
381.00	19.5192	-1.4490	0.000	-1.5960	
480.00	21.9089	-1.4658	-0.017	-1.6128	
605.00	24.5967	-1.4700	-0.004	-1.6170	
762.00	27.6043	-1.5120	-0.042	-1.6590	
960.00	30.9839	-1.5120	0.000	-1.6590	
1080.00	32.8634	-1.5120	0.000	-1.6590	
1260.00	35.4965	-1.5120	0.000	-1.6590	
1440.00	37.9473	-1.5120	0.000	-1.6590	
1680.00	40.9878	-1.5120	0.000	-1.6590	
DIA 2					

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

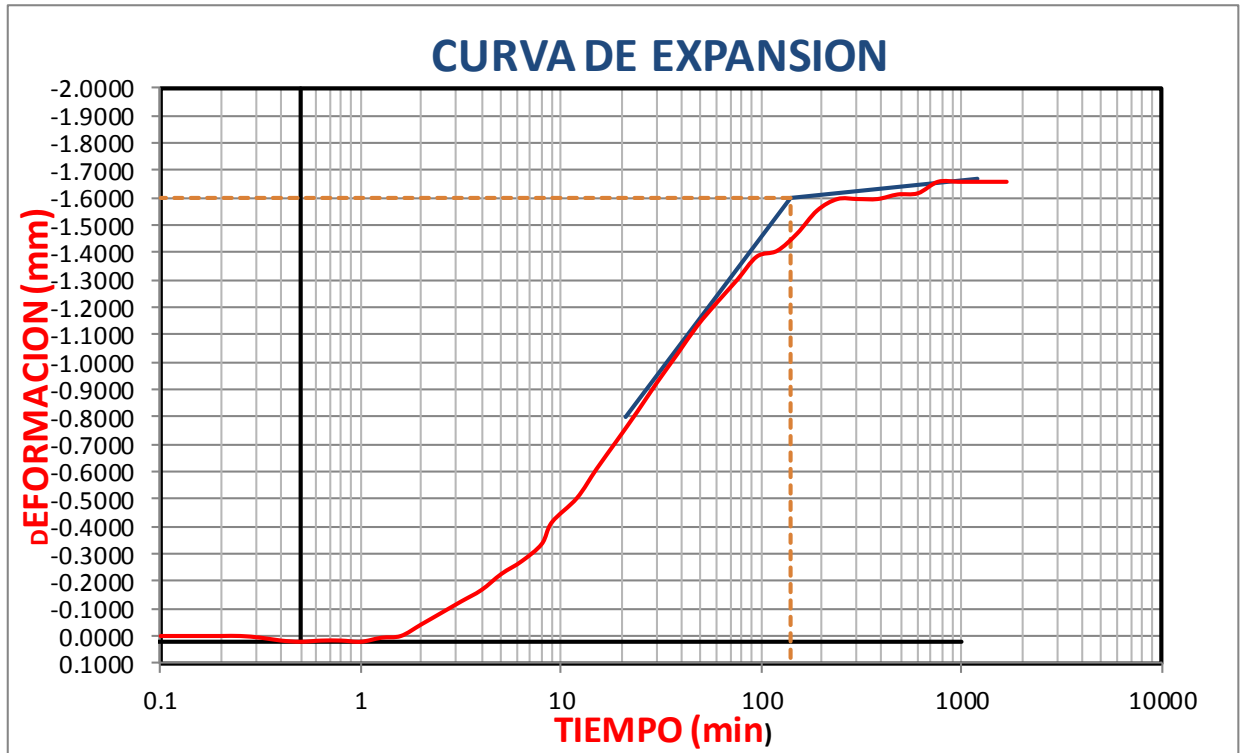
FECHA: 23/10/2013

MUESTRA: P1

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA: ASTM D 4546

HORA INICIO: 11:15 AM



- Pozo 2-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 25/10/2013
HORA INICIO: 10:50 AM

MUESTRA INALTERADA

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
	MASA CAP+SUELO HUMEDO	52.51	48.23	59.9
MASA CAP+SUELO SECO	47.28	43.45	48.82	59.72
MASA CAPSULA	18.81	18.00	18.52	18.78
% DE HUMEDAD	18.37	18.78	36.57	36.79
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.58		36.68	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	UNID.	167.57 gr	ANILLO NUMERO:	UNID.	2
MASA DE ANILLO:		66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:		63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:		101.38 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:		18.79 mm
MASA MUESTRA SECA:		85.50 gr	AREA DE LA MUESTRA:		31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:		2.65			

DATOS INICIALES

ALTURA DE SOLIDOS:	UNID.	10.17 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	UNID.	59.58 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:		20.28 mm	VOLUMEN SOLIDOS		32.26 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:		5.01 mm	VOLUMEN DE VACIOS		27.32 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:		9.89 mm	SATURACION INICIAL		58.14
RELACION DE VACIOS INICIAL:		0.85	SATURACION FINAL		97.86
RELACION DE VACIOS FINAL:		0.99			

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ): 18.79 mm
 COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA 0.16 mm
 ALTURA DEL ESPECIMEN (h1): 18.6346 mm
 CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2): 1.6454 mm
 ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2): 20.28 mm
 INDICE DE EXPANSION EI 88.30
 % DE EXPANSIÓN 8.830

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

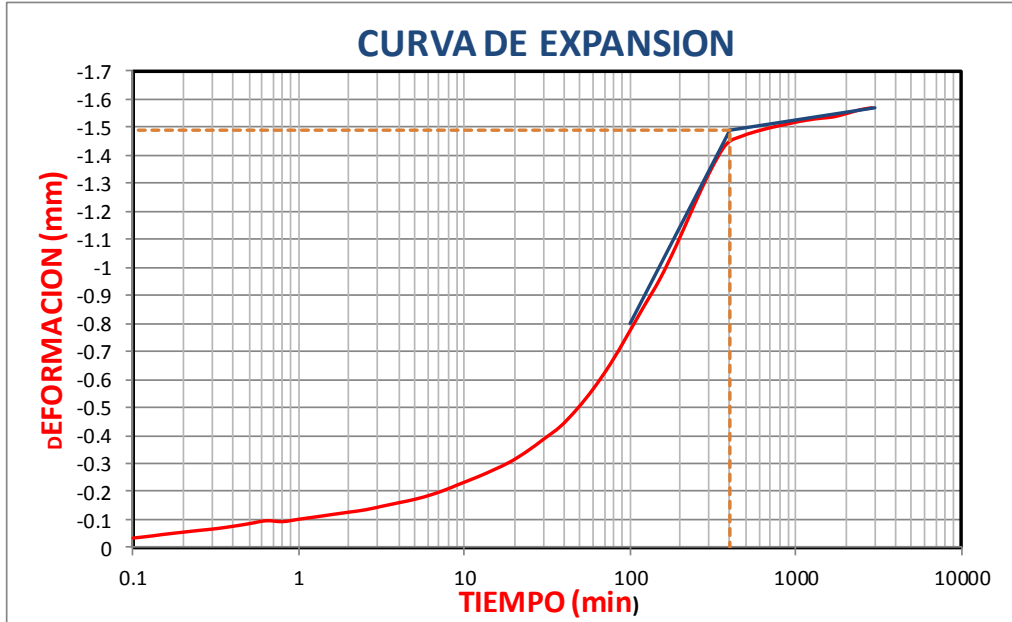
FECHA: 25/10/2013
HORA INICIO: 10:50 AM

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.1848	0	0
	0.08	0.29	0.1554	-0.029	-0.029
	0.10	0.32	0.1512	-0.004	-0.034
	0.13	0.37	0.1428	-0.008	-0.042
	0.15	0.39	0.1386	-0.004	-0.046
	0.20	0.45	0.1302	-0.008	-0.055
	0.25	0.50	0.1239	-0.006	-0.061
	0.32	0.56	0.1176	-0.006	-0.067
	0.40	0.63	0.1092	-0.008	-0.076
	0.50	0.71	0.1000	-0.009	-0.085
	0.63	0.80	0.0895	-0.011	-0.095
	0.80	0.89	0.0924	0.003	-0.092
	1.00	1.00	0.0840	-0.008	-0.101
	1.27	1.13	0.0756	-0.008	-0.109
	1.58	1.26	0.0672	-0.008	-0.118
	2.00	1.41	0.0588	-0.008	-0.126
	2.52	1.59	0.0504	-0.008	-0.134
	3.17	1.78	0.0378	-0.013	-0.147
	4.00	2.00	0.0252	-0.013	-0.160
	5.03	2.24	0.0126	-0.013	-0.172
	6.35	2.52	-0.0042	-0.017	-0.189
	8.00	2.83	-0.0252	-0.021	-0.210
	9.00	3.00	-0.0378	-0.013	-0.223
	12.00	3.46	-0.0672	-0.029	-0.252
	15.00	3.87	-0.0924	-0.025	-0.277
	19.00	4.36	-0.1218	-0.029	-0.307
	24.00	4.90	-0.1596	-0.038	-0.344
	30.00	5.48	-0.2016	-0.042	-0.386
	38.00	6.16	-0.2478	-0.046	-0.433
	48.00	6.93	-0.3108	-0.063	-0.496
	60.00	7.75	-0.3822	-0.071	-0.567
	76.00	8.72	-0.4704	-0.088	-0.655
95.00	9.75	-0.5670	-0.097	-0.752	
120.00	10.95	-0.6720	-0.105	-0.857	
151.00	12.29	-0.7728	-0.101	-0.958	
190.00	13.78	-0.8938	-0.121	-1.079	
240.00	15.49	-1.0290	-0.135	-1.214	
302.00	17.38	-1.1550	-0.126	-1.340	
381.00	19.52	-1.2550	-0.100	-1.440	
480.00	21.91	-1.2852	-0.030	-1.470	
605.00	24.60	-1.3041	-0.019	-1.489	
762.00	27.60	-1.3188	-0.015	-1.504	
960.00	30.98	-1.3314	-0.013	-1.516	
1080.00	32.86	-1.3377	-0.006	-1.523	
1260.00	35.50	-1.3440	-0.006	-1.529	
1440.00	37.95	-1.3482	-0.004	-1.533	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.3524	-0.004	-1.537
	1920.00	43.82	-1.3608	-0.008	-1.546
	2160.00	46.48	-1.3692	-0.008	-1.554
	2400.00	48.99	-1.3768	-0.008	-1.562
	2640.00	51.38	-1.3818	-0.005	-1.567
2880.00	53.67	-1.3852	-0.003	-1.570	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 25/10/2013
HORA INICIO: 10:50 AM



○ Pozo 3-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 24/10/2013

MUESTRA: P3

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA: ASTM D 4546

HORA INICIO: 10:00 AM

MUESTRA INALTERADA

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	53.20	54.00	50.92	46.5
MASA CAP+SUELO SECO	47.79	48.09	41.75	38.62
MASA CAPSULA	18.75	18.51	18.08	18.19
% DE HUMEDAD	18.63	19.98	38.74	38.57
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.30		38.66	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	158.89 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	93.47 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.23 mm
MASA MUESTRA SECA:	78.35 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	9.21 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	54.31 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.95 mm	VOLUMEN SOLIDOS	29.02 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.80 mm	VOLUMEN DE VACIOS	25.29 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.61 mm	SATURACION INICIAL	59.80
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.87	SATURACION FINAL	98.61
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.06		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.23 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.25 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	16.98 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.97 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	18.95 mm
INDICE DE EXPANSION EI	116.15
% DE EXPANSIÓN	11.615

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua-Calcical

FECHA : 14/10/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 2m

HORA INICIO: 10:00 AM

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.1512	0	0.0000
	0.08	0.29	0.151	0.000	0.0000
	0.10	0.32	0.151	0.000	0.0000
	0.13	0.37	0.155	0.004	0.0038
	0.15	0.39	0.164	0.009	0.0126
	0.20	0.45	0.164	0.000	0.0126
	0.25	0.50	0.195	0.032	0.0441
	0.32	0.56	0.202	0.006	0.0504
	0.40	0.63	0.202	0.000	0.0504
	0.50	0.71	0.202	0.000	0.0504
	0.63	0.80	0.202	0.000	0.0504
	0.80	0.89	0.202	0.000	0.0504
	1.00	1.00	0.252	0.050	0.1008
	1.27	1.13	0.227	-0.025	0.0756
	1.58	1.26	0.205	-0.021	0.0542
	2.00	1.41	0.176	-0.029	0.0252
	2.52	1.59	0.151	-0.025	0.0000
	3.17	1.78	0.164	0.013	0.0126
	4.00	2.00	0.126	-0.038	-0.0252
	5.03	2.24	0.088	-0.038	-0.0630
	6.35	2.52	0.060	-0.028	-0.0907
	8.00	2.83	0.025	-0.035	-0.1260
	9.00	3.00	-0.023	-0.048	-0.1739
	12.00	3.46	-0.076	-0.053	-0.2268
	15.00	3.87	-0.151	-0.076	-0.3024
	19.00	4.36	-0.227	-0.076	-0.3780
	24.00	4.90	-0.328	-0.101	-0.4788
	30.00	5.48	-0.441	-0.113	-0.5922
	38.00	6.16	-0.580	-0.139	-0.7308
	48.00	6.93	-0.718	-0.139	-0.8694
60.00	7.75	-0.907	-0.189	-1.0584	
76.00	8.72	-1.071	-0.164	-1.2222	
95.00	9.75	-1.147	-0.076	-1.2978	
120.00	10.95	-1.285	-0.139	-1.4364	
151.00	12.29	-1.449	-0.164	-1.6002	
190.00	13.78	-1.528	-0.079	-1.6796	
240.00	15.49	-1.554	-0.025	-1.7048	
302.00	17.38	-1.588	-0.034	-1.7388	
381.00	19.52	-1.600	-0.013	-1.7514	
480.00	21.91	-1.625	-0.025	-1.7766	
605.00	24.60	-1.663	-0.038	-1.8144	
762.00	27.60	-1.663	0.000	-1.8144	
960.00	30.98	-1.676	-0.013	-1.8270	
1080.00	32.86	-1.688	-0.013	-1.8396	
1260.00	35.50	-1.701	-0.013	-1.8522	
1440.00	37.95	-1.714	-0.013	-1.8648	
DIA 2					

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

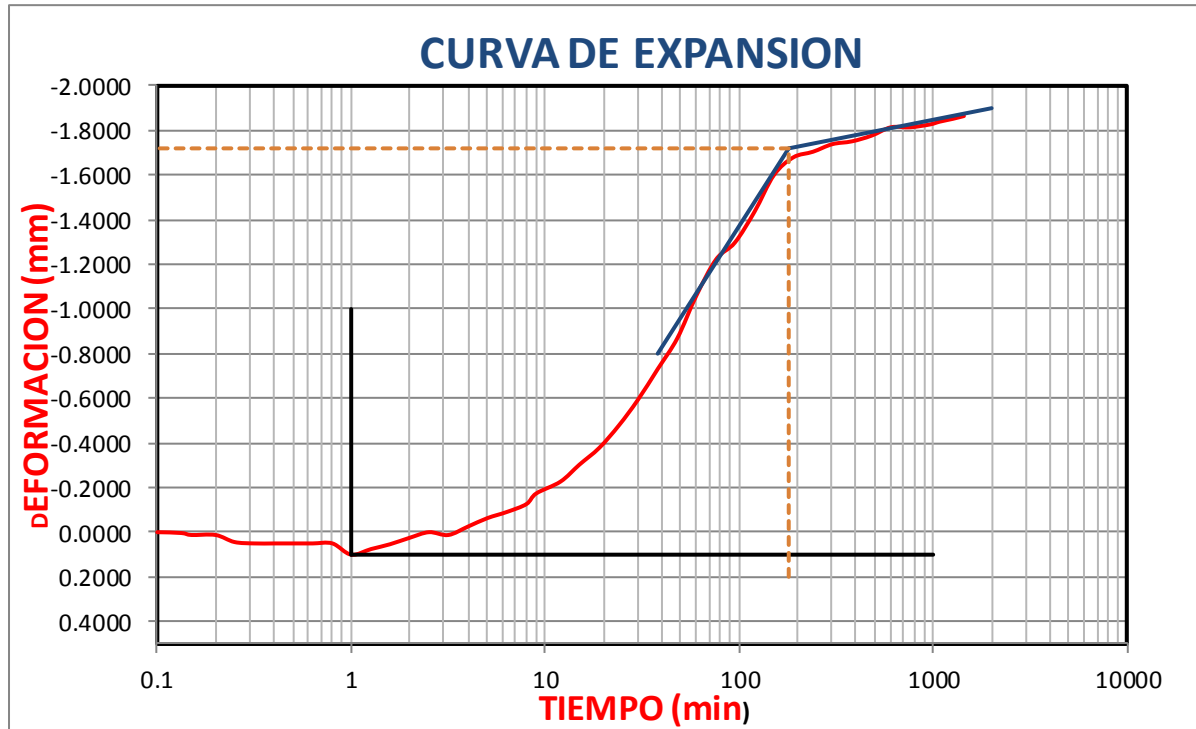
FECHA: 24/10/2013

MUESTRA: P3

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA: ASTM D 4546

HORA INICIO: 10:00 AM



- Muestras remoldeadas
 - Pozo 1-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 08/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0
HORA INICIO: 10:10 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
	MASA CAP+SUELO HUMEDO	82.07	71.87	47.65
MASA CAP+SUELO SECO	72.56	63.96	38.49	45.62
MASA CAPSULA	18.84	18.23	16.24	17.67
% DE HUMEDAD	17.70	17.30	41.17	41.07
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.50		41.12	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	144.33 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	78.91 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	15.46 mm
MASA MUESTRA SECA:	67.16 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65		

DATOS INICIALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.04 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	48.73 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	16.81 mm	VOLUMEN SOLIDOS	25.34 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	3.73 mm	VOLUMEN DE VACIOS	23.39 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	8.76 mm	SATURACION INICIAL	50.25
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.92	SATURACION FINAL	99.90
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.09		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ): 15.46 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA 0.15 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1): 15.31 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2): 1.50 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2): 16.81 mm
INDICE DE EXPANSION EI 98.15

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

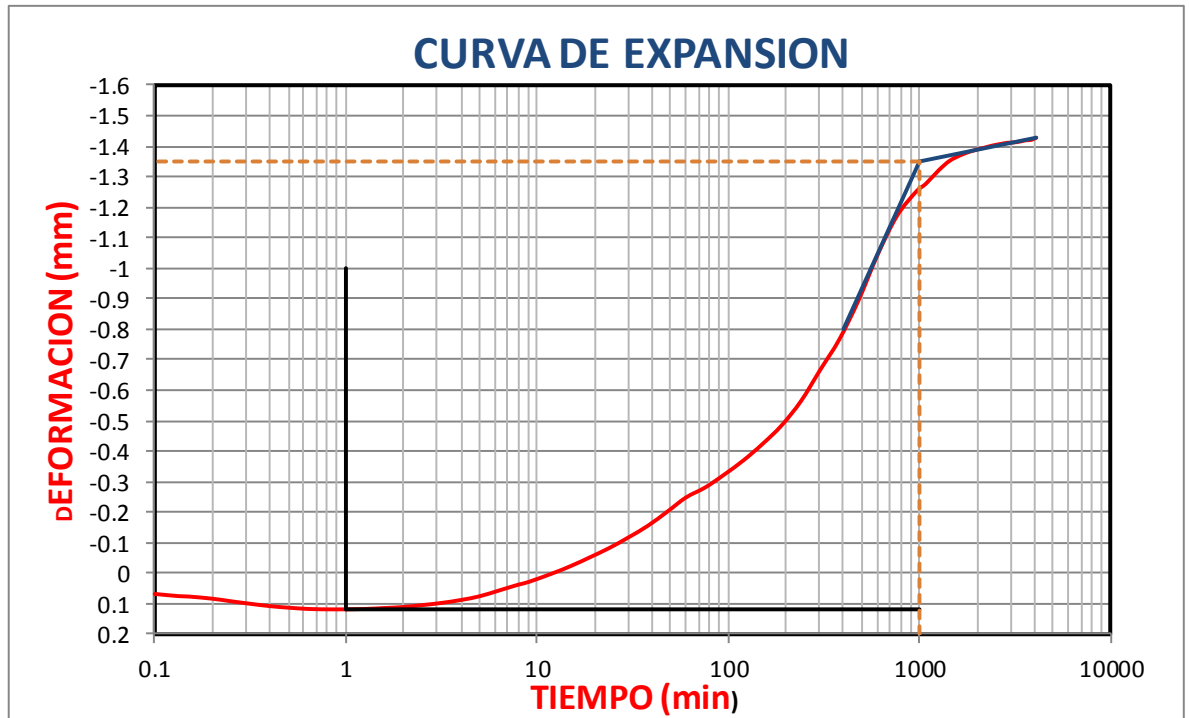
FECHA: 08/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.0336	0	0
	0.08	0.29	0.098	0.064	0.064
	0.10	0.32	0.102	0.004	0.068
	0.13	0.37	0.109	0.007	0.076
	0.15	0.39	0.110	0.001	0.077
	0.20	0.45	0.118	0.007	0.084
	0.25	0.50	0.126	0.008	0.092
	0.32	0.56	0.134	0.008	0.101
	0.40	0.63	0.142	0.008	0.108
	0.50	0.71	0.147	0.005	0.113
	0.63	0.80	0.151	0.004	0.118
	0.80	0.89	0.152	0.001	0.119
	1.00	1.00	0.152	0.000	0.119
	1.27	1.13	0.151	-0.001	0.118
	1.58	1.26	0.148	-0.003	0.115
	2.00	1.41	0.145	-0.003	0.111
	2.52	1.59	0.139	-0.006	0.105
	3.17	1.78	0.131	-0.007	0.098
	4.00	2.00	0.122	-0.010	0.088
	5.03	2.24	0.109	-0.013	0.076
	6.35	2.52	0.090	-0.019	0.057
	8.00	2.83	0.071	-0.019	0.038
	9.00	3.00	0.063	-0.008	0.029
	12.00	3.46	0.035	-0.028	0.001
	15.00	3.87	0.011	-0.024	-0.023
	19.00	4.36	-0.019	-0.029	-0.053
	24.00	4.90	-0.050	-0.031	-0.083
	30.00	5.48	-0.083	-0.034	-0.117
	38.00	6.16	-0.122	-0.039	-0.155
	48.00	6.93	-0.168	-0.046	-0.202
60.00	7.75	-0.214	-0.046	-0.248	
76.00	8.72	-0.248	-0.034	-0.281	
95.00	9.75	-0.289	-0.041	-0.323	
120.00	10.95	-0.336	-0.047	-0.370	
151.00	12.29	-0.390	-0.054	-0.423	
190.00	13.78	-0.451	-0.061	-0.484	
240.00	15.49	-0.530	-0.080	-0.564	
302.00	17.38	-0.632	-0.102	-0.666	
381.00	19.52	-0.733	-0.101	-0.767	
480.00	21.91	-0.861	-0.128	-0.895	
605.00	24.60	-1.011	-0.150	-1.045	
762.00	27.60	-1.137	-0.126	-1.171	
960.00	30.98	-1.217	-0.080	-1.251	
1080.00	32.86	-1.243	-0.026	-1.277	
1260.00	35.50	-1.287	-0.044	-1.321	
1440.00	37.95	-1.319	-0.031	-1.352	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.340	-0.021	-1.373
	1920.00	43.82	-1.352	-0.013	-1.386
	2160.00	46.48	-1.361	-0.008	-1.394
	2400.00	48.99	-1.368	-0.008	-1.402
	2640.00	51.38	-1.373	-0.005	-1.407
2880.00	53.67	-1.378	-0.004	-1.411	
DIA 3	3120.00	55.86	-1.379	-0.001	-1.412
	3360.00	57.97	-1.382	-0.003	-1.415
	3600.00	60.00	-1.386	-0.004	-1.420
	3840.00	61.97	-1.387	-0.001	-1.421
4080.00	63.87	-1.394	-0.007	-1.428	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
MUESTRA : P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA : 08/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	15.46 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.15 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	15.31 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.50 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	16.81 mm
INDICE DE EXPANSION EI	98.15

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3
HORA DE INICIO: 10:40 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	60.94	80.47	57.34	53.83
MASA CAP+SUELO SECO	54.25	70.92	45.88	43.68
MASA CAPSULA	18.30	18.73	17.63	18.72
% DE HUMEDAD	18.61	18.30	40.57	40.67
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.45		40.62	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	145.54 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	63.54 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	82 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	15.96 mm
MASA MUESTRA SECA:	69.23 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65		

DATOS FINALES

	UNID.		UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	8.24 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	50.61 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.1140 mm	VOLUMEN SOLIDOS	26.12 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.03 mm	VOLUMEN DE VACIOS	24.49 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	8.87 mm	SATURACION INICIAL	52.17
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.94	SATURACION FINAL	99.90
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.08		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	15.96 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.02 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	15.94 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.17 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.11 mm
INDICE DE EXPANSION EI	73.38

ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

FECHA: 08/01/2013
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3

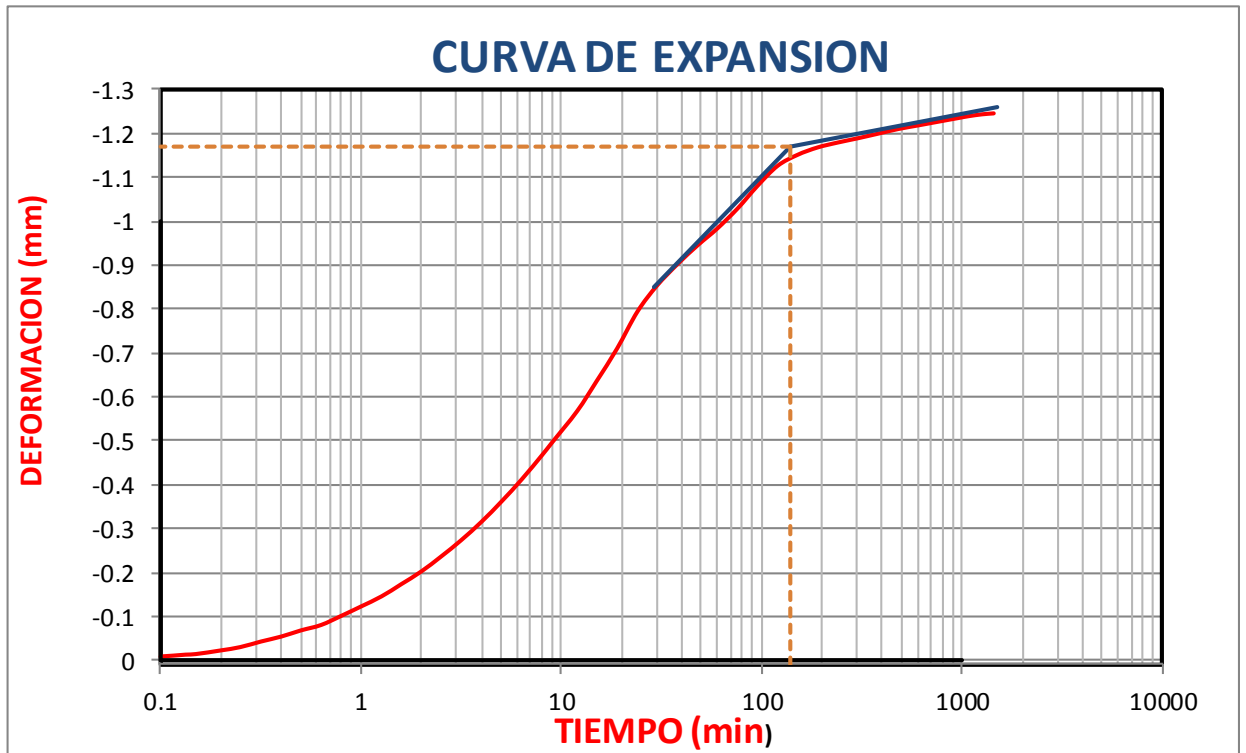
DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.01596	0	0
	0.08	0.289	0.00756	-0.008	-0.008
	0.10	0.316	0.00756	0.000	-0.008
	0.13	0.365	0.00336	-0.004	-0.013
	0.15	0.387	0.0021	-0.001	-0.014
	0.20	0.447	-0.0063	-0.008	-0.022
	0.25	0.500	-0.01386	-0.008	-0.030
	0.32	0.563	-0.02646	-0.013	-0.042
	0.40	0.632	-0.0378	-0.011	-0.054
	0.50	0.707	-0.05166	-0.014	-0.068
	0.63	0.796	-0.06426	-0.013	-0.080
	0.80	0.894	-0.08526	-0.021	-0.101
	1.00	1.000	-0.10626	-0.021	-0.122
	1.27	1.125	-0.12936	-0.023	-0.145
	1.58	1.258	-0.15666	-0.027	-0.173
	2.00	1.414	-0.18606	-0.029	-0.202
	2.52	1.586	-0.2205	-0.034	-0.236
	3.17	1.780	-0.25746	-0.037	-0.273
	4.00	2.000	-0.29946	-0.042	-0.315
	5.03	2.244	-0.34566	-0.046	-0.362
	6.35	2.520	-0.39606	-0.050	-0.412
	8.00	2.828	-0.45066	-0.055	-0.467
	9.00	3.000	-0.48006	-0.029	-0.496
	12.00	3.464	-0.55146	-0.071	-0.567
	15.00	3.873	-0.6195	-0.068	-0.635
	19.00	4.359	-0.69426	-0.075	-0.710
	24.00	4.899	-0.77826	-0.084	-0.794
	30.00	5.477	-0.83706	-0.059	-0.853
	38.00	6.164	-0.8862	-0.049	-0.902
	48.00	6.928	-0.92946	-0.043	-0.945
60.00	7.746	-0.96726	-0.038	-0.983	
76.00	8.718	-1.01346	-0.046	-1.029	
95.00	9.747	-1.06386	-0.050	-1.080	
120.00	10.954	-1.11006	-0.046	-1.126	
151.00	12.288	-1.13526	-0.025	-1.151	
190.00	13.784	-1.15206	-0.017	-1.168	
240.00	15.492	-1.1634	-0.011	-1.179	
302.00	17.378	-1.17306	-0.010	-1.189	
381.00	19.519	-1.18356	-0.011	-1.200	
480.00	21.909	-1.19406	-0.011	-1.210	
605.00	24.597	-1.20246	-0.008	-1.218	
762.00	27.604	-1.21086	-0.008	-1.227	
960.00	30.984	-1.21926	-0.008	-1.235	
1080.00	32.863	-1.22346	-0.004	-1.239	
1260.00	35.496	-1.22766	-0.004	-1.244	
1440.00	37.947	-1.22976	-0.002	-1.246	

INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 08/01/2013
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	15.96 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.02 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	15.94 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.17 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.11 mm
INDICE DE EXPANSION EI	73.38

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	49.98	43.10	60.74	54.66
MASA CAP+SUELO SECO	45.04	38.17	48.55	43.89
MASA CAPSULA	18.31	11.73	18.54	17.17
% DE HUMEDAD	18.48	18.65	40.62	40.31
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.56		40.46	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	153.96 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	88.54 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.61 mm
MASA MUESTRA SECA:	74.68 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65		
ALTURA DE SOLIDOS:	8.91 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	55.68 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.54 mm	VOLUMEN SOLIDOS	28.18 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.38 mm	VOLUMEN DE VACIOS	27.50 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.56 mm	SATURACION INICIAL	50.41
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.98	SATURACION FINAL	99.26
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.08		
ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.61 mm		
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA:	0.08 mm		
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.53 mm		
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.01 mm		
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	18.54 mm		
INDICE DE EXPANSION EI	57.61		

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

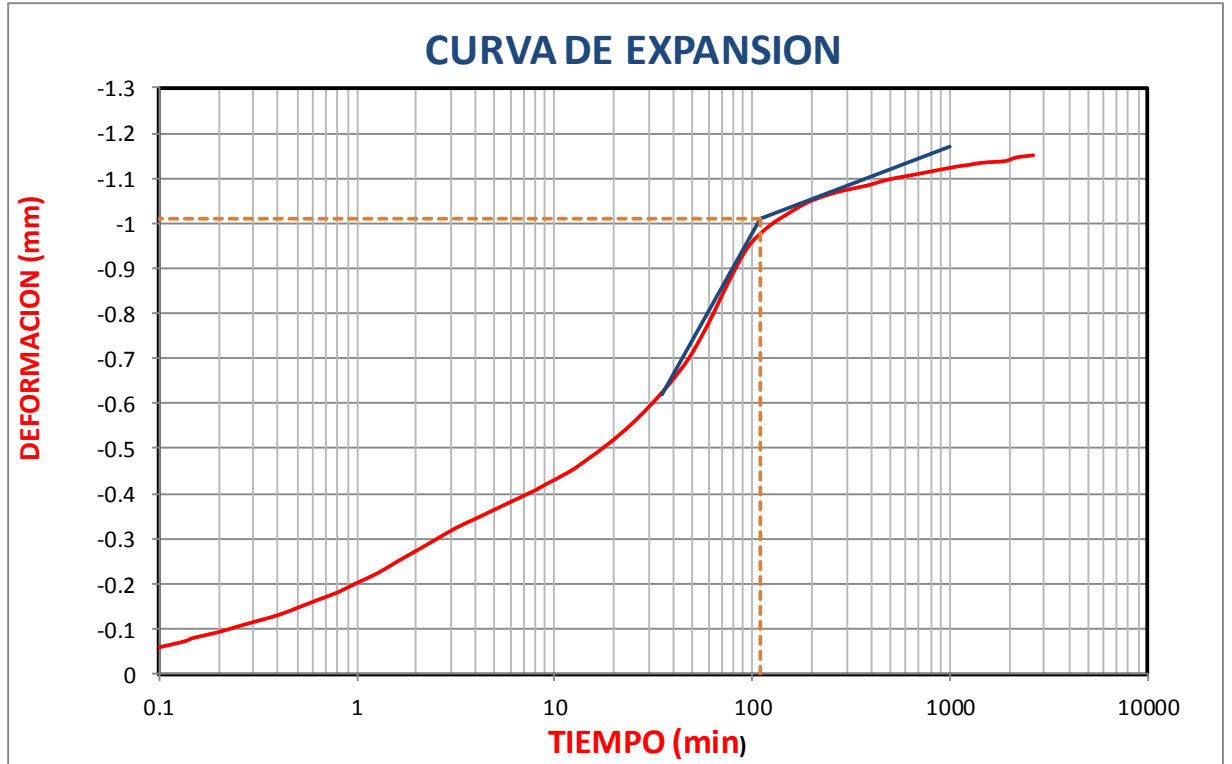
FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.0798	0	0
	0.08	0.29	0.0294	-0.050	-0.050
	0.10	0.32	0.0210	-0.008	-0.059
	0.13	0.37	0.0084	-0.013	-0.071
	0.15	0.39	0.0000	-0.008	-0.080
	0.20	0.45	-0.0126	-0.013	-0.0924
	0.25	0.50	-0.0252	-0.013	-0.105
	0.32	0.56	-0.0378	-0.013	-0.118
	0.40	0.63	-0.0504	-0.013	-0.130
	0.50	0.71	-0.0664	-0.016	-0.146
	0.63	0.80	-0.0840	-0.018	-0.164
	0.80	0.89	-0.1008	-0.017	-0.181
	1.00	1.00	-0.1218	-0.021	-0.202
	1.27	1.13	-0.1428	-0.021	-0.223
	1.58	1.26	-0.1680	-0.025	-0.248
	2.00	1.41	-0.1932	-0.025	-0.273
	2.52	1.59	-0.2184	-0.025	-0.298
	3.17	1.78	-0.2436	-0.025	-0.323
	4.00	2.00	-0.2646	-0.021	-0.344
	5.03	2.24	-0.2856	-0.021	-0.365
	6.35	2.52	-0.3066	-0.021	-0.386
	8.00	2.83	-0.3276	-0.021	-0.407
	9.00	3.00	-0.3402	-0.013	-0.420
	12.00	3.46	-0.3696	-0.029	-0.449
	15.00	3.87	-0.3990	-0.029	-0.479
	19.00	4.36	-0.4326	-0.034	-0.512
	24.00	4.90	-0.4704	-0.038	-0.550
	30.00	5.48	-0.5124	-0.042	-0.592
	38.00	6.16	-0.5628	-0.050	-0.643
	48.00	6.93	-0.6216	-0.059	-0.701
60.00	7.75	-0.6972	-0.076	-0.777	
76.00	8.72	-0.7896	-0.092	-0.869	
95.00	9.75	-0.8665	-0.077	-0.946	
120.00	10.95	-0.9114	-0.045	-0.991	
151.00	12.29	-0.9408	-0.029	-1.021	
190.00	13.78	-0.9660	-0.025	-1.046	
240.00	15.49	-0.9828	-0.017	-1.063	
302.00	17.38	-0.9946	-0.012	-1.074	
381.00	19.52	-1.0038	-0.009	-1.084	
480.00	21.91	-1.0164	-0.013	-1.096	
605.00	24.60	-1.0248	-0.008	-1.105	
762.00	27.60	-1.0332	-0.008	-1.113	
960.00	30.98	-1.0416	-0.008	-1.121	
1080.00	32.86	-1.0458	-0.004	-1.126	
1260.00	35.50	-1.0500	-0.004	-1.130	
1440.00	37.95	-1.0542	-0.004	-1.134	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.0563	-0.002	-1.136
	1920.00	43.82	-1.0584	-0.002	-1.138
	2160.00	46.48	-1.0660	-0.008	-1.146
	2400.00	48.99	-1.0689	-0.003	-1.149
	2640.00	51.38	-1.0710	-0.002	-1.151

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calccal
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.61 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	
LA CARGA (Δh_1):	0.08 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.53 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION	
(Δh_2):	1.01 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	18.54 mm
INDICE DE EXPANSION EI	57.61

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	63.55	59.24	73.75	53.53
MASA CAP+SUELO SECO	55.94	51.69	58.01	43.71
MASA CAPSULA	15.59	11.73	18.13	18.74
% DE HUMEDAD	18.86	18.89	39.47	39.33
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.88		39.40	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	UNID. 153.93 gr	ANILLO NUMERO:	UNID. 2
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	87.74 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.51 mm
MASA MUESTRA SECA:	73.81 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65		

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	UNID. 8.78 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	UNID. 55.52 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.98 mm	VOLUMEN SOLIDOS	27.85 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.39 mm	VOLUMEN DE VACIOS	27.67 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.17 mm	SATURACION INICIAL	50.35
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.99	SATURACION FINAL	99.74
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.05		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.51 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.10 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.41 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	0.57 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.98 mm
INDICE DE EXPANSION EI	32.68

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

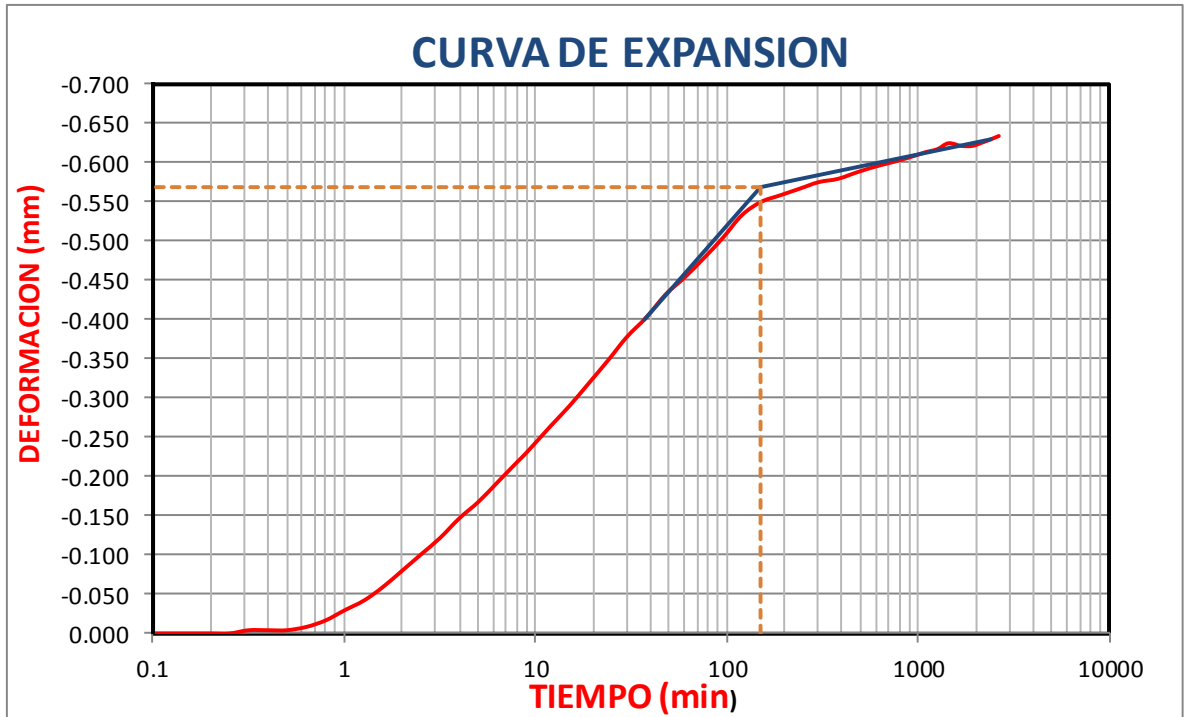
FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.000	0.000	0.101	0.000	0.000
	0.083	0.289	0.101	0.000	0.000
	0.100	0.316	0.101	0.000	0.000
	0.133	0.365	0.101	0.000	0.000
	0.150	0.387	0.101	0.000	0.000
	0.200	0.447	0.101	0.000	0.000
	0.250	0.500	0.101	0.000	0.000
	0.317	0.563	0.097	-0.004	-0.004
	0.400	0.632	0.097	0.000	-0.004
	0.500	0.707	0.097	0.000	-0.004
	0.633	0.796	0.092	-0.004	-0.008
	0.800	0.894	0.084	-0.008	-0.017
	1.000	1.000	0.071	-0.013	-0.029
	1.267	1.125	0.059	-0.013	-0.042
	1.583	1.258	0.042	-0.017	-0.059
	2.000	1.414	0.021	-0.021	-0.080
	2.517	1.586	0.000	-0.021	-0.101
	3.167	1.780	-0.021	-0.021	-0.122
	4.000	2.000	-0.046	-0.025	-0.147
	5.033	2.244	-0.067	-0.021	-0.168
	6.350	2.520	-0.092	-0.025	-0.193
	8.000	2.828	-0.118	-0.025	-0.218
	9.000	3.000	-0.130	-0.013	-0.231
	12.000	3.464	-0.164	-0.034	-0.265
	15.000	3.873	-0.189	-0.025	-0.290
	19.000	4.359	-0.218	-0.029	-0.319
	24.000	4.899	-0.248	-0.029	-0.349
	30.000	5.477	-0.277	-0.029	-0.378
	38.000	6.164	-0.302	-0.025	-0.403
	48.000	6.928	-0.332	-0.029	-0.433
	60.000	7.746	-0.353	-0.021	-0.454
	76.000	8.718	-0.378	-0.025	-0.479
95.000	9.747	-0.403	-0.025	-0.504	
120.000	10.954	-0.433	-0.029	-0.533	
151.000	12.288	-0.449	-0.017	-0.550	
190.000	13.784	-0.458	-0.008	-0.559	
240.000	15.492	-0.466	-0.008	-0.567	
302.000	17.378	-0.475	-0.008	-0.575	
381.000	19.519	-0.479	-0.004	-0.580	
480.000	21.909	-0.487	-0.008	-0.588	
605.000	24.597	-0.495	-0.008	-0.596	
762.000	27.604	-0.501	-0.006	-0.602	
960.000	30.984	-0.508	-0.007	-0.609	
1080.000	32.863	-0.512	-0.004	-0.613	
1260.000	35.496	-0.517	-0.004	-0.617	
1440.000	37.947	-0.524	-0.008	-0.625	
DIA 2	1680.000	40.988	-0.521	0.003	-0.622
	1920.000	43.818	-0.521	0.000	-0.622
	2160.000	46.476	-0.525	-0.004	-0.626
	2400.000	48.990	-0.529	-0.004	-0.630
	2640.000	51.381	-0.533	-0.004	-0.634

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical
MUESTRA : P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA : 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.51 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.10 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.41 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.57 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.98 mm
INDICE DE EXPANSION EI	32.68

○ Pozo 2-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical	FECHA: 13/01/2014
MUESTRA: P2	TIPO ESTABILIZANTE: CAL
PROFUNDIDAD: 1m	% ESTABILIZANTE: 0
NORMA: ASTM D 4546	HORA DE INICIO: 11:35

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	59.22	53.56	88.46	106.96
MASA CAP+SUELO SECO	53.16	48.30	75.61	90.11
MASA CAPSULA	18.30	18.14	43.64	48.21
% DE HUMEDAD	17.38	17.44	40.19	40.21
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.41		40.20	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	148.91 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	87.74 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.22 mm
MASA MUESTRA SECA:	74.73 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62		

DATOS FINALES

	UNID.		UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	9.02 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	54.45 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.58 mm	VOLUMEN SOLIDOS	28.52 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.12 mm	VOLUMEN DE VACIOS	25.93 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.50 mm	SATURACION INICIAL	50.19
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.91	SATURACION FINAL	99.40
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.06		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.22 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.02 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.20 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.38 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	18.58 mm
INDICE DE EXPANSION EI	80.23

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m

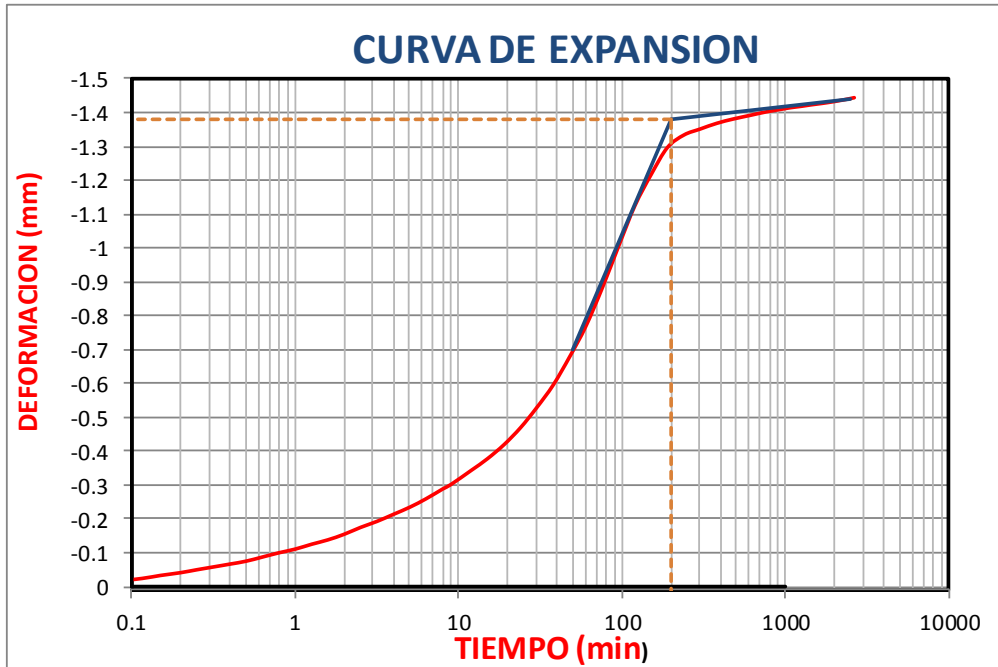
FECHA: 13/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACI ON (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.02016	0	0
	0.08	0.29	0	-0.020	-0.020
	0.10	0.32	0	0.000	-0.020
	0.13	0.37	-0.0084	-0.008	-0.029
	0.15	0.39	-0.0126	-0.004	-0.033
	0.20	0.45	-0.021	-0.008	-0.041
	0.25	0.50	-0.0294	-0.008	-0.050
	0.32	0.56	-0.0378	-0.008	-0.058
	0.40	0.63	-0.0462	-0.008	-0.066
	0.50	0.71	-0.0546	-0.008	-0.075
	0.63	0.80	-0.0672	-0.013	-0.087
	0.80	0.89	-0.0798	-0.013	-0.100
	1.00	1.00	-0.0903	-0.011	-0.110
	1.27	1.13	-0.105	-0.015	-0.125
	1.58	1.26	-0.1176	-0.013	-0.138
	2.00	1.41	-0.1344	-0.017	-0.155
	2.52	1.59	-0.15456	-0.020	-0.175
	3.17	1.78	-0.1722	-0.018	-0.192
	4.00	2.00	-0.1932	-0.021	-0.213
	5.03	2.24	-0.2142	-0.021	-0.234
	6.35	2.52	-0.2394	-0.025	-0.260
	8.00	2.83	-0.26796	-0.029	-0.288
	9.00	3.00	-0.2814	-0.013	-0.302
	12.00	3.46	-0.3234	-0.042	-0.344
	15.00	3.87	-0.357	-0.034	-0.377
	19.00	4.36	-0.399	-0.042	-0.419
	24.00	4.90	-0.4494	-0.050	-0.470
	30.00	5.48	-0.50736	-0.058	-0.528
	38.00	6.16	-0.5754	-0.068	-0.596
	48.00	6.93	-0.6594	-0.084	-0.680
60.00	7.75	-0.7476	-0.088	-0.768	
76.00	8.72	-0.8631	-0.116	-0.883	
95.00	9.75	-0.9828	-0.120	-1.003	
120.00	10.95	-1.1046	-0.122	-1.125	
151.00	12.29	-1.197	-0.092	-1.217	
190.00	13.78	-1.2768	-0.080	-1.297	
240.00	15.49	-1.31376	-0.037	-1.334	
302.00	17.38	-1.3314	-0.018	-1.352	
381.00	19.52	-1.3482	-0.017	-1.368	
480.00	21.91	-1.3608	-0.013	-1.381	
605.00	24.60	-1.3713	-0.011	-1.391	
762.00	27.60	-1.3818	-0.011	-1.402	
960.00	30.98	-1.3902	-0.008	-1.410	
1080.00	32.86	-1.3944	-0.004	-1.415	
1260.00	35.50	-1.3986	-0.004	-1.419	
1440.00	37.95	-1.4028	-0.004	-1.423	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.407	-0.004	-1.427
	1920.00	43.82	-1.4112	-0.004	-1.431
	2160.00	46.48	-1.4154	-0.004	-1.436
	2400.00	48.99	-1.4196	-0.004	-1.440
	2640.00	51.38	-1.4238	-0.004	-1.444

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.22 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.02 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.20 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.38 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	18.58 mm
INDICE DE EXPANSION EI	80.23

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m

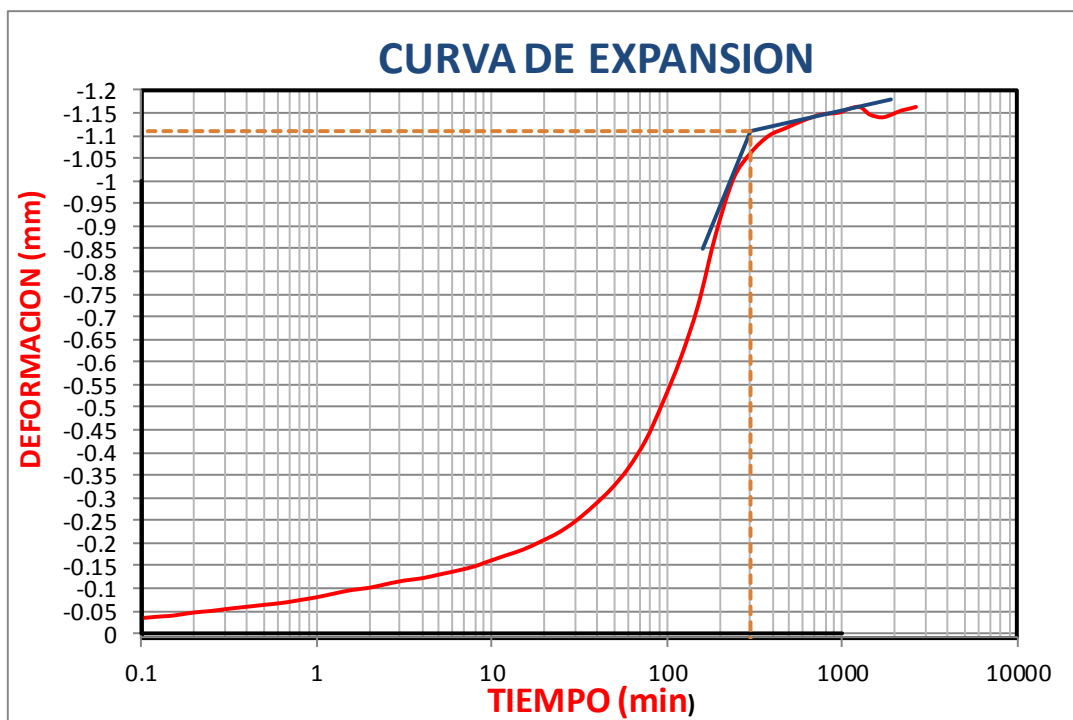
FECHA: 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACI ON (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0	0	0
	0.08	0.29	-0.0294	-0.029	-0.029
	0.10	0.32	-0.0336	-0.004	-0.034
	0.13	0.37	-0.0378	-0.004	-0.038
	0.15	0.39	-0.03906	-0.001	-0.039
	0.20	0.45	-0.0462	-0.007	-0.046
	0.25	0.50	-0.04956	-0.003	-0.050
	0.32	0.56	-0.0546	-0.005	-0.055
	0.40	0.63	-0.0588	-0.004	-0.059
	0.50	0.71	-0.063	-0.004	-0.063
	0.63	0.80	-0.0672	-0.004	-0.067
	0.80	0.89	-0.0735	-0.006	-0.074
	1.00	1.00	-0.0798	-0.006	-0.080
	1.27	1.13	-0.0882	-0.008	-0.088
	1.58	1.26	-0.09576	-0.008	-0.096
	2.00	1.41	-0.1008	-0.005	-0.101
	2.52	1.59	-0.1092	-0.008	-0.109
	3.17	1.78	-0.11676	-0.008	-0.117
	4.00	2.00	-0.1218	-0.005	-0.122
	5.03	2.24	-0.1302	-0.008	-0.130
	6.35	2.52	-0.1386	-0.008	-0.139
	8.00	2.83	-0.14826	-0.010	-0.148
	9.00	3.00	-0.1554	-0.007	-0.155
	12.00	3.46	-0.1722	-0.017	-0.172
	15.00	3.87	-0.1848	-0.013	-0.185
	19.00	4.36	-0.20286	-0.018	-0.203
	24.00	4.90	-0.2226	-0.020	-0.223
	30.00	5.48	-0.2478	-0.025	-0.248
	38.00	6.16	-0.2814	-0.034	-0.281
	48.00	6.93	-0.3192	-0.038	-0.319
60.00	7.75	-0.36456	-0.045	-0.365	
76.00	8.72	-0.4284	-0.064	-0.428	
95.00	9.75	-0.51156	-0.083	-0.512	
120.00	10.95	-0.609	-0.097	-0.609	
151.00	12.29	-0.7266	-0.118	-0.727	
190.00	13.78	-0.882	-0.155	-0.882	
240.00	15.49	-1.00506	-0.123	-1.005	
302.00	17.38	-1.0626	-0.058	-1.063	
381.00	19.52	-1.09956	-0.037	-1.100	
480.00	21.91	-1.1172	-0.018	-1.117	
605.00	24.60	-1.134	-0.017	-1.134	
762.00	27.60	-1.1466	-0.013	-1.147	
960.00	30.98	-1.1508	-0.004	-1.151	
1080.00	32.86	-1.15836	-0.008	-1.158	
1260.00	35.50	-1.1634	-0.005	-1.163	
1440.00	37.95	-1.1466	0.017	-1.147	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.1403	0.006	-1.140
	1920.00	43.82	-1.1466	-0.006	-1.147
	2160.00	46.48	-1.155	-0.008	-1.155
	2400.00	48.99	-1.1592	-0.004	-1.159
	2640.00	51.38	-1.1634	-0.004	-1.163

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	15.89 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.00 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	15.89 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.11 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.00 mm
INDICE DE EXPANSION EI	69.86

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 15/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	67.73	51.99	100.21	98.47
MASA CAP+SUELO SECO	60.05	46.78	85.45	84.45
MASA CAPSULA	18.45	18.61	47.25	49.3
% DE HUMEDAD	18.46	18.49	38.64	39.89
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.48		39.26	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	152.09 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	2	UNID.
MASA DE ANILLO:	66.19 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm	
MASA MUESTRA HUMEDA:	85.9 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	16.98 mm	
MASA MUESTRA SECA:	72.50 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62				

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.73 mm	UNID.	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	53.84 cm ³	UNID.
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.84 mm		VOLUMEN SOLIDOS	27.67 cm ³	
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.23 mm		VOLUMEN DE VACIOS	26.17 cm ³	
ALTURA FINAL DEL AGUA:	8.98 mm		SATURACION INICIAL	51.19	
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.95		SATURACION FINAL	98.55	
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.04				

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.98 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.04 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	16.94 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	0.90 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.84 mm
INDICE DE EXPANSION EI	53.14

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m

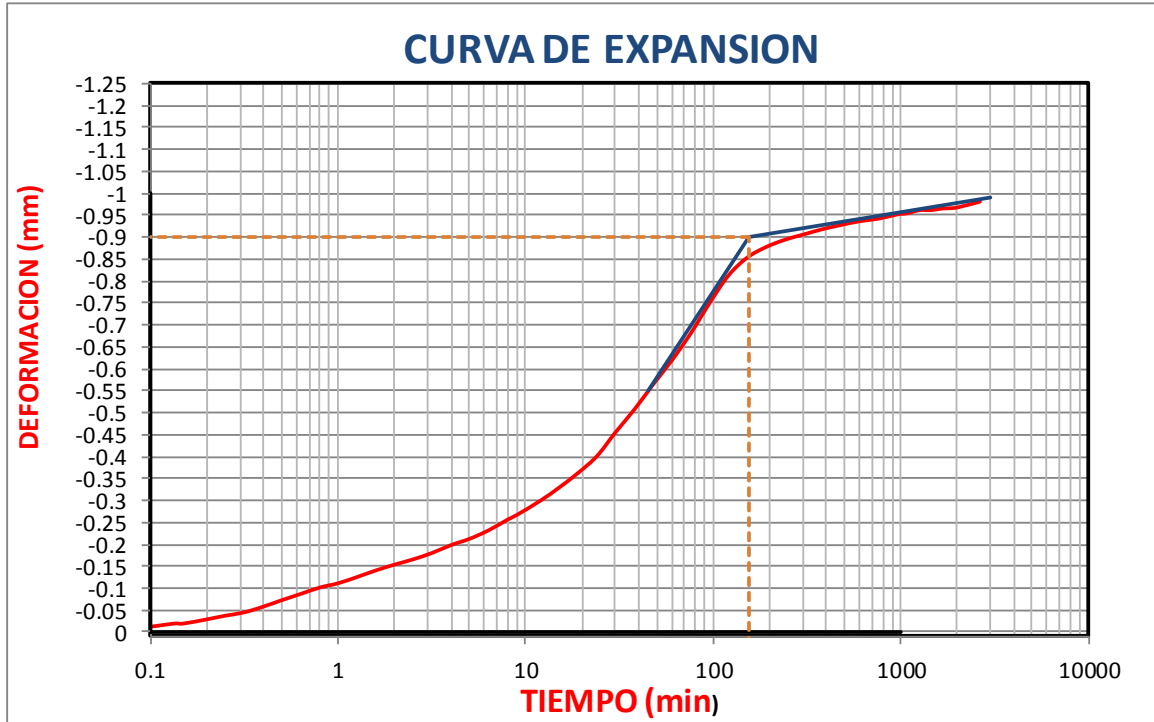
FECHA: 15/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.000	0.000	0.0435	0	0
	0.083	0.289	0.0338	-0.010	-0.010
	0.100	0.316	0.0314	-0.002	-0.012
	0.133	0.365	0.0242	-0.007	-0.019
	0.150	0.387	0.0242	0.000	-0.019
	0.200	0.447	0.0145	-0.010	-0.029
	0.250	0.500	0.0063	-0.008	-0.037
	0.317	0.563	-0.0014	-0.008	-0.045
	0.400	0.632	-0.0145	-0.013	-0.058
	0.500	0.707	-0.0290	-0.014	-0.072
	0.633	0.796	-0.0435	-0.014	-0.087
	0.800	0.894	-0.0580	-0.014	-0.101
	1.000	1.000	-0.0676	-0.010	-0.111
	1.267	1.125	-0.0821	-0.014	-0.126
	1.583	1.258	-0.0966	-0.014	-0.140
	2.000	1.414	-0.1101	-0.014	-0.154
	2.517	1.586	-0.1222	-0.012	-0.166
	3.167	1.780	-0.1367	-0.014	-0.180
	4.000	2.000	-0.1546	-0.018	-0.198
	5.033	2.244	-0.1691	-0.014	-0.213
	6.350	2.520	-0.1884	-0.019	-0.232
	8.000	2.828	-0.2125	-0.024	-0.256
	9.000	3.000	-0.2236	-0.011	-0.267
	12.000	3.464	-0.2560	-0.032	-0.299
	15.000	3.873	-0.2850	-0.029	-0.328
	19.000	4.359	-0.3188	-0.034	-0.362
	24.000	4.899	-0.3574	-0.039	-0.401
	30.000	5.477	-0.4106	-0.053	-0.454
	38.000	6.164	-0.4637	-0.053	-0.507
	48.000	6.928	-0.5216	-0.058	-0.565
	60.000	7.746	-0.5748	-0.053	-0.618
	76.000	8.718	-0.6376	-0.063	-0.681
95.000	9.747	-0.7042	-0.067	-0.748	
120.000	10.954	-0.7680	-0.064	-0.811	
151.000	12.288	-0.8090	-0.041	-0.852	
190.000	13.784	-0.8332	-0.024	-0.877	
240.000	15.492	-0.8501	-0.017	-0.894	
302.000	17.378	-0.8622	-0.012	-0.906	
381.000	19.519	-0.8742	-0.012	-0.918	
480.000	21.909	-0.8839	-0.010	-0.927	
605.000	24.597	-0.8926	-0.009	-0.936	
762.000	27.604	-0.8984	-0.006	-0.942	
960.000	30.984	-0.9080	-0.010	-0.952	
1080.000	32.863	-0.9105	-0.002	-0.954	
1260.000	35.496	-0.9177	-0.007	-0.961	
1440.000	37.947	-0.9177	0.000	-0.961	
DIA 2	1680.000	40.988	-0.9216	-0.004	-0.965
	1920.000	43.818	-0.9225	-0.001	-0.966
	2160.000	46.476	-0.9274	-0.005	-0.971
	2400.000	48.990	-0.9322	-0.005	-0.976
	2640.000	51.381	-0.9370	-0.005	-0.980

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 15/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.98 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.04 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	16.94 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.90 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.84 mm
INDICE DE EXPANSION EI	53.14

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical	FECHA : 15/01/2014
MUESTRA : P2	TIPO ESTABILIZANTE: CAL
PROFUNDIDAD: 1m	% ESTABILIZANTE: 7
NORMA: ASTM D 4546	HORA DE INICIO: 11:35 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	68.81	55.65	60.87	73.98
MASA CAP+SUELO SECO	60.89	49.81	48.41	58.31
MASA CAPSULA	18.36	18.35	18.54	20.86
% DE HUMEDAD	18.62	18.56	41.71	41.84
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.59		41.78	

DATOS INICIALES

	UNID.			UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	149.11 gr	ANILLO NUMERO:		2
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:		63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	82.92 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:		16.95 mm
MASA MUESTRA SECA:	69.92 gr	AREA DE LA MUESTRA:		31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62			

DATOS FINALES

	UNID.			UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	8.42 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.		53.75 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.63 mm	VOLUMEN SOLIDOS		26.69 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.10 mm	VOLUMEN DE VACIOS		27.06 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.21 mm	SATURACION INICIAL		48.04
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.01	SATURACION FINAL		99.98
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.09			

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.95 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.04 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	16.91 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.72 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.63 mm
INDICE DE EXPANSION EI	42.44

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m

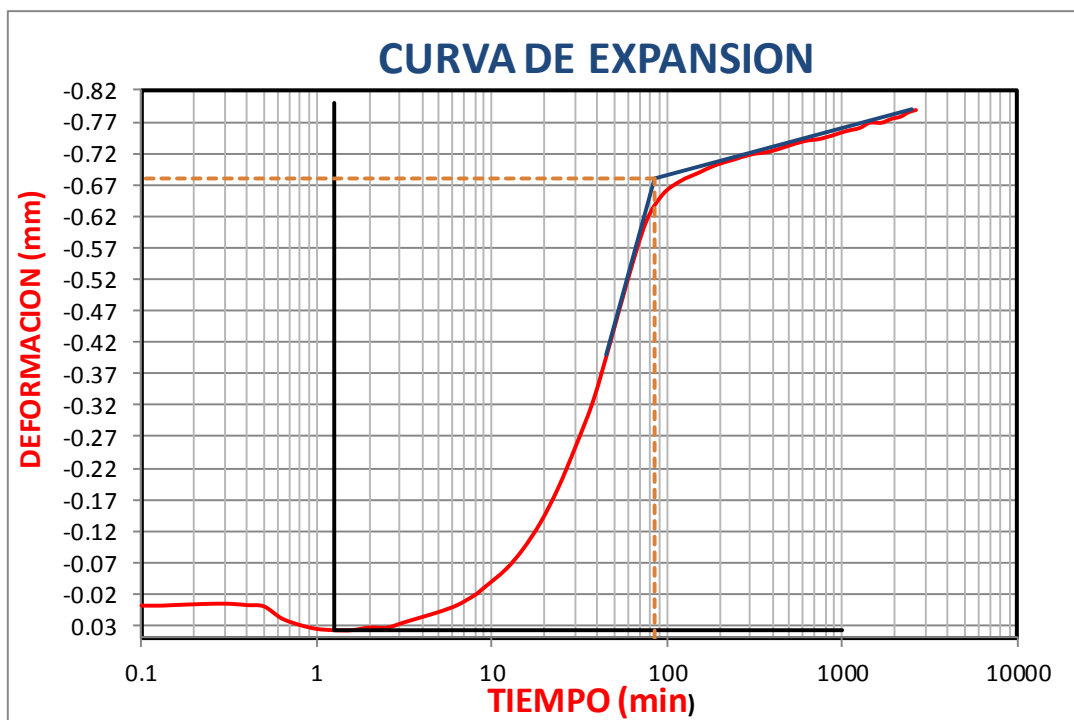
FECHA: 01/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACI ON (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0	0	0
	0.08	0.29	-0.00126	-0.001	-0.001
	0.10	0.32	-0.00126	0.000	-0.001
	0.13	0.37	-0.00126	0.000	-0.001
	0.15	0.39	-0.0021	-0.001	-0.002
	0.20	0.45	-0.00336	-0.001	-0.003
	0.25	0.50	-0.0042	-0.001	-0.004
	0.32	0.56	-0.0042	0.000	-0.004
	0.40	0.63	-0.0021	0.002	-0.002
	0.50	0.71	0	0.002	0.000
	0.63	0.80	0.0189	0.019	0.019
	0.80	0.89	0.0294	0.011	0.029
	1.00	1.00	0.0357	0.006	0.036
	1.27	1.13	0.0378	0.002	0.038
	1.58	1.26	0.0378	0.000	0.038
	2.00	1.41	0.0336	-0.004	0.034
	2.52	1.59	0.0336	0.000	0.034
	3.17	1.78	0.0252	-0.008	0.025
	4.00	2.00	0.0168	-0.008	0.017
	5.03	2.24	0.0084	-0.008	0.008
	6.35	2.52	-0.0021	-0.011	-0.002
	8.00	2.83	-0.01806	-0.016	-0.018
	9.00	3.00	-0.0294	-0.011	-0.029
	12.00	3.46	-0.0588	-0.029	-0.059
	15.00	3.87	-0.0903	-0.032	-0.090
	19.00	4.36	-0.13356	-0.043	-0.134
	24.00	4.90	-0.189	-0.055	-0.189
	30.00	5.48	-0.25326	-0.064	-0.253
	38.00	6.16	-0.3276	-0.074	-0.328
	48.00	6.93	-0.4242	-0.097	-0.424
60.00	7.75	-0.5208	-0.097	-0.521	
76.00	8.72	-0.6111	-0.090	-0.611	
95.00	9.75	-0.6552	-0.044	-0.655	
120.00	10.95	-0.6762	-0.021	-0.676	
151.00	12.29	-0.6888	-0.013	-0.689	
190.00	13.78	-0.7014	-0.013	-0.701	
240.00	15.49	-0.7098	-0.008	-0.710	
302.00	17.38	-0.7182	-0.008	-0.718	
381.00	19.52	-0.7224	-0.004	-0.722	
480.00	21.91	-0.7308	-0.008	-0.731	
605.00	24.60	-0.7392	-0.008	-0.739	
762.00	27.60	-0.7434	-0.004	-0.743	
960.00	30.98	-0.7518	-0.008	-0.752	
1080.00	32.86	-0.756	-0.004	-0.756	
1260.00	35.50	-0.7602	-0.004	-0.760	
1440.00	37.95	-0.7686	-0.008	-0.769	
DIA 2	1680.00	40.99	-0.7686	0.000	-0.769
	1920.00	43.82	-0.7749	-0.006	-0.775
	2160.00	46.48	-0.77826	-0.003	-0.778
	2400.00	48.99	-0.7854	-0.007	-0.785
	2640.00	51.38	-0.78876	-0.003	-0.789

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 15/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.95 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.04 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	16.91 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.72 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.63 mm
INDICE DE EXPANSION EI	42.44

○ Pozo 3-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical	FECHA: 17/01/2014
MUESTRA: P3	TIPO ESTABILIZANTE: CAL
PROFUNDIDAD: 1m	% ESTABILIZANTE: 0
NORMA: ASTM D 4546	HORA DE INICIO: 10:20 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	71.59	68.28	55.22	51.78
MASA CAP+SUELO SECO	63.51	60.75	44.5	42.05
MASA CAPSULA	18.3	18.34	18.47	18.66
% DE HUMEDAD	17.87	17.76	41.18	41.60
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.81		41.39	

DATOS INICIALES

	UNID.			UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	152.18 gr	ANILLO NUMERO:		1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:		63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	86.76 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:		17.16 mm
MASA MUESTRA SECA:	73.64 gr	AREA DE LA MUESTRA:		31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64			

DATOS FINALES

	UNID.			UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	8.85 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.		54.09 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.71 mm	VOLUMEN SOLIDOS		27.89 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.16 mm	VOLUMEN DE VACIOS		26.19 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.67 mm	SATURACION INICIAL		50.08
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.94	SATURACION FINAL		98.08
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.11			

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.16 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.00 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.16 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.55 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	18.71 mm
INDICE DE EXPANSION EI	90.33

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

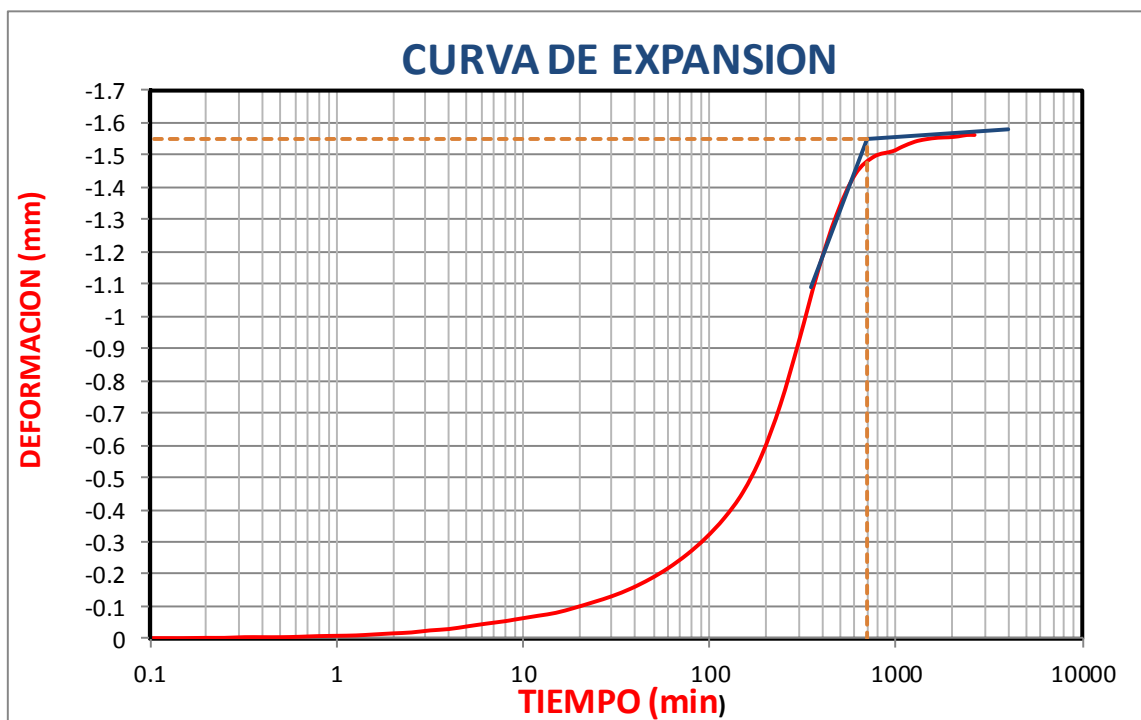
FECHA: 17/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0	0	0
	0.08	0.29	-0.0013	-0.001	-0.001
	0.10	0.32	-0.0013	0.000	-0.001
	0.13	0.37	-0.0013	0.000	-0.001
	0.15	0.39	-0.0013	0.000	-0.001
	0.20	0.45	-0.0021	-0.001	-0.002
	0.25	0.50	-0.0021	0.000	-0.002
	0.32	0.56	-0.0042	-0.002	-0.004
	0.40	0.63	-0.0042	0.000	-0.004
	0.50	0.71	-0.0042	0.000	-0.004
	0.63	0.80	-0.0055	-0.001	-0.005
	0.80	0.89	-0.0076	-0.002	-0.008
	1.00	1.00	-0.0084	-0.001	-0.008
	1.27	1.13	-0.0097	-0.001	-0.010
	1.58	1.26	-0.0126	-0.003	-0.013
	2.00	1.41	-0.0160	-0.003	-0.016
	2.52	1.59	-0.0189	-0.003	-0.019
	3.17	1.78	-0.0252	-0.006	-0.025
	4.00	2.00	-0.0294	-0.004	-0.029
	5.03	2.24	-0.0378	-0.008	-0.038
	6.35	2.52	-0.0462	-0.008	-0.046
	8.00	2.83	-0.0538	-0.008	-0.054
	9.00	3.00	-0.0588	-0.005	-0.059
	12.00	3.46	-0.0706	-0.012	-0.071
	15.00	3.87	-0.0798	-0.009	-0.080
	19.00	4.36	-0.0958	-0.016	-0.096
	24.00	4.90	-0.1134	-0.018	-0.113
	30.00	5.48	-0.1315	-0.018	-0.131
	38.00	6.16	-0.1554	-0.024	-0.155
	48.00	6.93	-0.1848	-0.029	-0.185
	60.00	7.75	-0.2184	-0.034	-0.218
	76.00	8.72	-0.2617	-0.043	-0.262
95.00	9.75	-0.3108	-0.049	-0.311	
120.00	10.95	-0.3738	-0.063	-0.374	
151.00	12.29	-0.4536	-0.080	-0.454	
190.00	13.78	-0.5670	-0.113	-0.567	
240.00	15.49	-0.7258	-0.159	-0.726	
302.00	17.38	-0.9240	-0.198	-0.924	
381.00	19.52	-1.1382	-0.214	-1.138	
480.00	21.91	-1.3146	-0.176	-1.315	
605.00	24.60	-1.4406	-0.126	-1.441	
762.00	27.60	-1.4952	-0.055	-1.495	
960.00	30.98	-1.5120	-0.017	-1.512	
1080.00	32.86	-1.5259	-0.014	-1.526	
1260.00	35.50	-1.5414	-0.016	-1.541	
1440.00	37.95	-1.5490	-0.008	-1.549	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.5540	-0.005	-1.554
	1920.00	43.82	-1.5553	-0.001	-1.555
	2160.00	46.48	-1.5582	-0.003	-1.558
	2400.00	48.99	-1.5624	-0.004	-1.562
	2640.00	51.38	-1.5624	0.000	-1.562

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 17/01/20014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.16 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.00 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.16 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.55 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	18.71 mm
INDICE DE EXPANSION EI	90.33

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 17/03/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	60.08	51.09	64.55	64.95
MASA CAP+SUELO SECO	52.49	44.9	51.14	51.6
MASA CAPSULA	11.72	11.6	18.41	19.05
% DE HUMEDAD	18.62	18.59	40.97	41.01
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.60		40.99	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	151.09 gr	UNILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	84.9 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	16.7 mm
MASA MUESTRA SECA:	71.58 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64		

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.55 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	52.95 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.93 mm	VOLUMEN SOLIDOS	27.11 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.20 mm	VOLUMEN DE VACIOS	25.84 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.25 mm	SATURACION INICIAL	51.54
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.95	SATURACION FINAL	98.64
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.10		
ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.70 mm		
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.02 mm		
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	16.68 mm		
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.25 mm		
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.93 mm		
INDICE DE EXPANSION EI	74.93		

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m

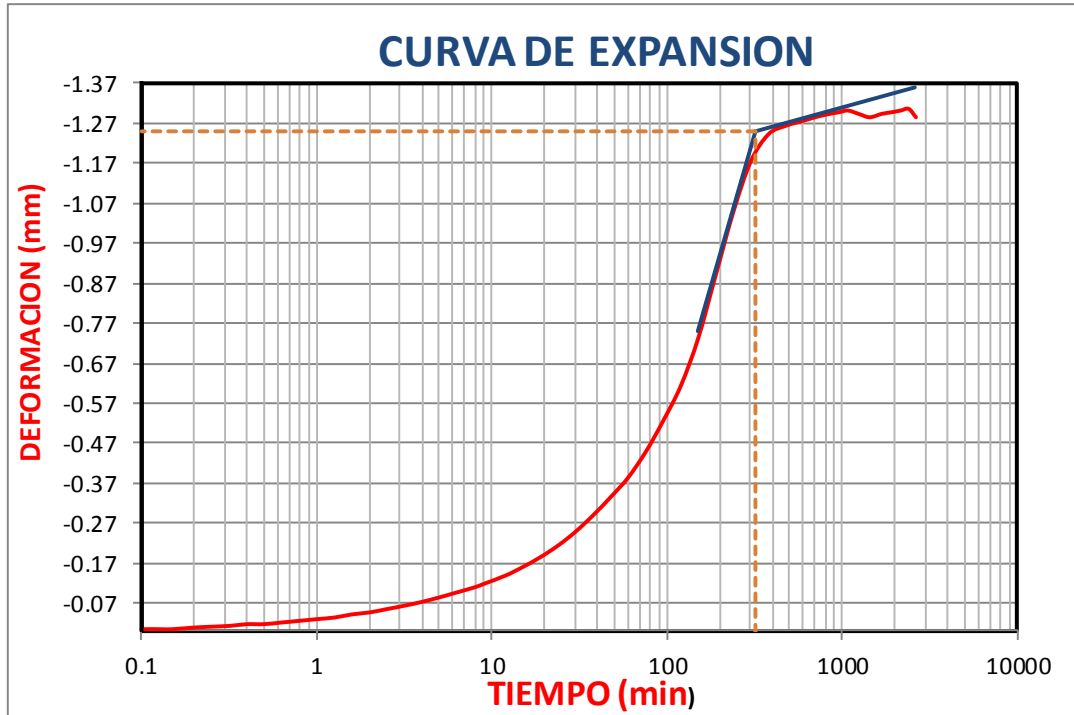
FECHA: 17/03/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACI ON (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.0168	0	0.00
	0.08	0.29	0.0160	-0.001	-0.001
	0.10	0.32	0.0126	-0.003	-0.004
	0.13	0.37	0.0126	0.000	-0.004
	0.15	0.39	0.0126	0.000	-0.004
	0.20	0.45	0.0084	-0.004	-0.008
	0.25	0.50	0.0063	-0.002	-0.011
	0.32	0.56	0.0042	-0.002	-0.013
	0.40	0.63	0.0000	-0.004	-0.017
	0.50	0.71	0.0000	0.000	-0.017
	0.63	0.80	-0.0042	-0.004	-0.021
	0.80	0.89	-0.0084	-0.004	-0.025
	1.00	1.00	-0.0126	-0.004	-0.029
	1.27	1.13	-0.0168	-0.004	-0.034
	1.58	1.26	-0.0244	-0.008	-0.041
	2.00	1.41	-0.0294	-0.005	-0.046
	2.52	1.59	-0.0378	-0.008	-0.055
	3.17	1.78	-0.0462	-0.008	-0.063
	4.00	2.00	-0.0559	-0.010	-0.073
	5.03	2.24	-0.0672	-0.011	-0.084
	6.35	2.52	-0.0798	-0.013	-0.097
	8.00	2.83	-0.0924	-0.013	-0.109
	9.00	3.00	-0.1008	-0.008	-0.118
	12.00	3.46	-0.1218	-0.021	-0.139
	15.00	3.87	-0.1428	-0.021	-0.160
	19.00	4.36	-0.1680	-0.025	-0.185
	24.00	4.90	-0.1974	-0.029	-0.214
	30.00	5.48	-0.2310	-0.034	-0.248
	38.00	6.16	-0.2730	-0.042	-0.290
	48.00	6.93	-0.3192	-0.046	-0.336
60.00	7.75	-0.3667	-0.047	-0.383	
76.00	8.72	-0.4326	-0.066	-0.449	
95.00	9.75	-0.5082	-0.076	-0.525	
120.00	10.95	-0.5964	-0.088	-0.613	
151.00	12.29	-0.7161	-0.120	-0.733	
190.00	13.78	-0.8736	-0.158	-0.890	
240.00	15.49	-1.0332	-0.160	-1.050	
302.00	17.38	-1.1592	-0.126	-1.176	
381.00	19.52	-1.2264	-0.067	-1.243	
480.00	21.91	-1.2474	-0.021	-1.264	
605.00	24.60	-1.2600	-0.013	-1.277	
762.00	27.60	-1.2726	-0.013	-1.289	
960.00	30.98	-1.2810	-0.008	-1.298	
1080.00	32.86	-1.2852	-0.004	-1.302	
1260.00	35.50	-1.2760	0.009	-1.293	
1440.00	37.95	-1.2684	0.008	-1.285	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.2768	-0.008	-1.294
	1920.00	43.82	-1.2810	-0.004	-1.298
	2160.00	46.48	-1.2852	-0.004	-1.302
	2400.00	48.99	-1.2894	-0.004	-1.306
	2640.00	51.38	-1.2684	0.021	-1.285

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 17/03/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.70 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.02 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	16.68 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.25 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.93 mm
INDICE DE EXPANSION EI	74.93

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 20/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	51.95	73.01	66.57	63
MASA CAP+SUELO SECO	46.29	64.18	52.45	50.11
MASA CAPSULA	15.58	17.71	17.7	18.5
% DE HUMEDAD	18.43	19.00	40.63	40.78
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.72		40.71	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	154.69 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	1	UNID.
MASA DE ANILLO:	66.19 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm	
MASA MUESTRA HUMEDA:	88.5 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.59 mm	
MASA MUESTRA SECA:	74.55 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64				

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.96 mm	UNID.	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	55.44 cm ³	UNID.
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.65 mm		VOLUMEN SOLIDOS	28.24 cm ³	
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.43 mm		VOLUMEN DE VACIOS	27.21 cm ³	
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.63 mm		SATURACION INICIAL	51.28	
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.96		SATURACION FINAL	99.30	
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.08				

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ): 17.59 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA 0.01 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1): 17.58 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2): 1.07 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2): 18.65 mm
INDICE DE EXPANSION EI 60.85

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m

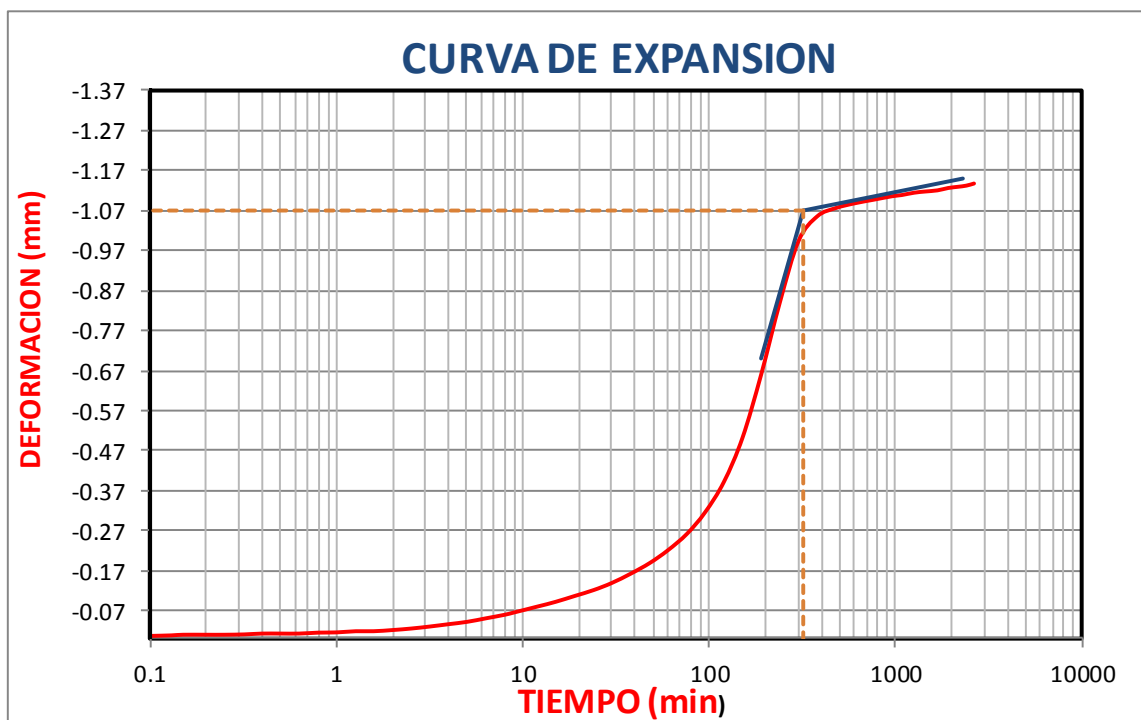
FECHA: 20/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.0062	0	0.00
	0.08	0.29	0.0011	-0.005	-0.005
	0.10	0.32	0.0000	-0.001	-0.006
	0.13	0.37	-0.0014	-0.001	-0.008
	0.15	0.39	-0.0029	-0.002	-0.009
	0.20	0.45	-0.0029	0.000	-0.009
	0.25	0.50	-0.0029	0.000	-0.009
	0.32	0.56	-0.0038	-0.001	-0.010
	0.40	0.63	-0.0059	-0.002	-0.012
	0.50	0.71	-0.0059	0.000	-0.012
	0.63	0.80	-0.0059	0.000	-0.012
	0.80	0.89	-0.0082	-0.002	-0.014
	1.00	1.00	-0.0088	-0.001	-0.015
	1.27	1.13	-0.0118	-0.003	-0.018
	1.58	1.26	-0.0118	0.000	-0.018
	2.00	1.41	-0.0147	-0.003	-0.021
	2.52	1.59	-0.0185	-0.004	-0.025
	3.17	1.78	-0.0235	-0.005	-0.030
	4.00	2.00	-0.0294	-0.006	-0.036
	5.03	2.24	-0.0353	-0.006	-0.042
	6.35	2.52	-0.0441	-0.009	-0.050
	8.00	2.83	-0.0529	-0.009	-0.059
	9.00	3.00	-0.0588	-0.006	-0.065
	12.00	3.46	-0.0735	-0.015	-0.080
	15.00	3.87	-0.0853	-0.012	-0.091
	19.00	4.36	-0.1000	-0.015	-0.106
	24.00	4.90	-0.1147	-0.015	-0.121
	30.00	5.48	-0.1323	-0.018	-0.139
	38.00	6.16	-0.1558	-0.024	-0.162
	48.00	6.93	-0.1823	-0.026	-0.189
	60.00	7.75	-0.2140	-0.032	-0.220
	76.00	8.72	-0.2552	-0.041	-0.261
95.00	9.75	-0.3087	-0.054	-0.315	
120.00	10.95	-0.3851	-0.076	-0.391	
151.00	12.29	-0.4954	-0.110	-0.502	
190.00	13.78	-0.6527	-0.157	-0.659	
240.00	15.49	-0.8350	-0.182	-0.841	
302.00	17.38	-0.9878	-0.153	-0.994	
381.00	19.52	-1.0496	-0.062	-1.056	
480.00	21.91	-1.0702	-0.021	-1.076	
605.00	24.60	-1.0819	-0.012	-1.088	
762.00	27.60	-1.0907	-0.009	-1.097	
960.00	30.98	-1.0996	-0.009	-1.106	
1080.00	32.86	-1.1025	-0.003	-1.109	
1260.00	35.50	-1.1084	-0.006	-1.115	
1440.00	37.95	-1.1113	-0.003	-1.118	
DIA 2	1680.00	40.99	-1.1143	-0.003	-1.120
	1920.00	43.82	-1.1201	-0.006	-1.126
	2160.00	46.48	-1.1231	-0.003	-1.129
	2400.00	48.99	-1.1260	-0.003	-1.132
	2640.00	51.38	-1.1313	-0.005	-1.138

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 20/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.59 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.01 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.58 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.07 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	18.65 mm
INDICE DE EXPANSION EI	60.85

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical **FECHA :** 20/01/2014
MUESTRA : P3 **TIPO ESTABILIZANTE:** CAL
PROFUNDIDAD: 1m **% ESTABILIZANTE:** 7
NORMA: ASTM D 4546

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	55.5	64.37	68.81	74.65
MASA CAP+SUELO SECO	48.52	56.58	55.5	59.76
MASA CAPSULA	11.73	15.34	22.3	22.57
% DE HUMEDAD	18.97	18.89	40.09	40.04
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.93		40.06	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	149.38 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	2	UNID.
MASA DE ANILLO:	66.19 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm	
MASA MUESTRA HUMEDA:	83.19 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	16.55 mm	
MASA MUESTRA SECA:	69.95 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64				

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.36 mm	UNID.	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	52.48 cm ³	UNID.
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.35 mm		VOLUMEN SOLIDOS	26.50 cm ³	
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.18 mm		VOLUMEN DE VACIOS	25.98 cm ³	
ALTURA FINAL DEL AGUA:	8.84 mm		SATURACION INICIAL	50.96	
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.98		SATURACION FINAL	98.28	
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.08				

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ): 16.55 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA 0.00 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1): 16.55 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2): 0.80 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2): 17.35 mm
INDICE DE EXPANSION EI 48.34

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m

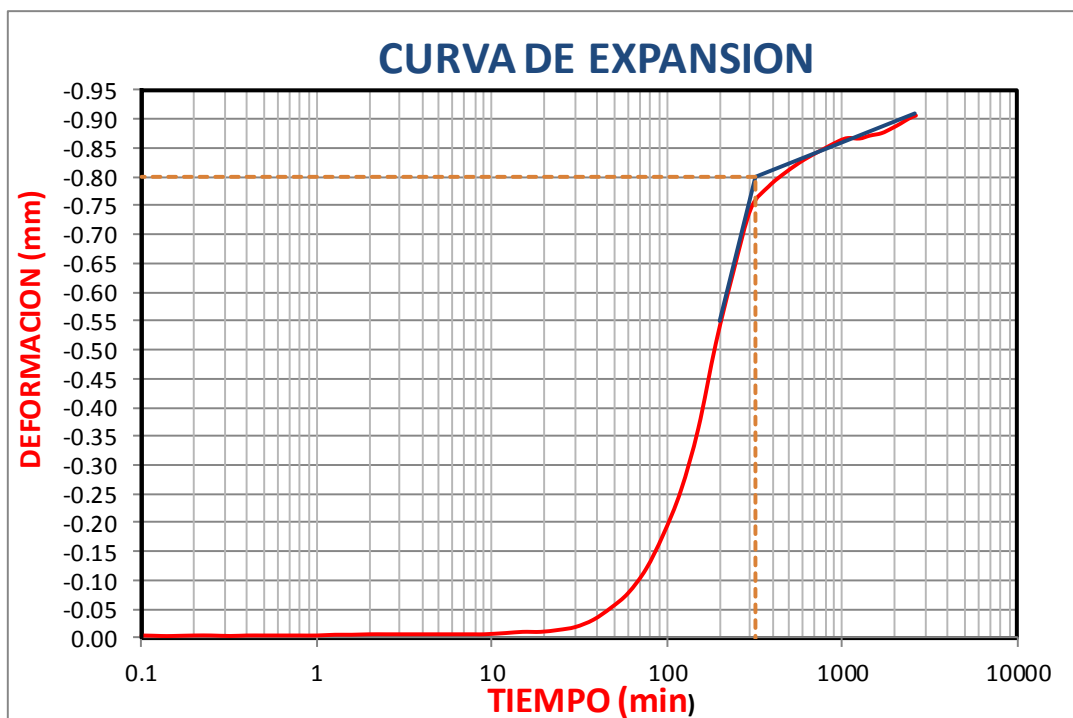
FECHA: 20/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACI ON (mm)
DIA 1	0.00	0.00	0.0021	0	0.00
	0.08	0.29	-0.00126	-0.003	-0.003
	0.10	0.32	-0.0021	-0.001	-0.004
	0.13	0.37	-0.00126	0.001	-0.003
	0.15	0.39	-0.00126	0.000	-0.003
	0.20	0.45	-0.0021	-0.001	-0.004
	0.25	0.50	-0.0021	0.000	-0.004
	0.32	0.56	-0.00126	0.001	-0.003
	0.40	0.63	-0.0021	-0.001	-0.004
	0.50	0.71	-0.0021	0.000	-0.004
	0.63	0.80	-0.0021	0.000	-0.004
	0.80	0.89	-0.0021	0.000	-0.004
	1.00	1.00	-0.0021	0.000	-0.004
	1.27	1.13	-0.00336	-0.001	-0.005
	1.58	1.26	-0.00336	0.000	-0.005
	2.00	1.41	-0.0042	-0.001	-0.006
	2.52	1.59	-0.0042	0.000	-0.006
	3.17	1.78	-0.0042	0.000	-0.006
	4.00	2.00	-0.0042	0.000	-0.006
	5.03	2.24	-0.0042	0.000	-0.006
	6.35	2.52	-0.0042	0.000	-0.006
	8.00	2.83	-0.0042	0.000	-0.006
	9.00	3.00	-0.0042	0.000	-0.006
	12.00	3.46	-0.0063	-0.002	-0.008
	15.00	3.87	-0.0084	-0.002	-0.011
	19.00	4.36	-0.0084	0.000	-0.011
	24.00	4.90	-0.01176	-0.003	-0.014
	30.00	5.48	-0.0168	-0.005	-0.019
	38.00	6.16	-0.0294	-0.013	-0.032
	48.00	6.93	-0.0504	-0.021	-0.053
60.00	7.75	-0.0756	-0.025	-0.078	
76.00	8.72	-0.1176	-0.042	-0.120	
95.00	9.75	-0.1764	-0.059	-0.179	
120.00	10.95	-0.25326	-0.077	-0.255	
151.00	12.29	-0.3612	-0.108	-0.363	
190.00	13.78	-0.5082	-0.147	-0.510	
240.00	15.49	-0.6342	-0.126	-0.636	
302.00	17.38	-0.7434	-0.109	-0.746	
381.00	19.52	-0.7812	-0.038	-0.783	
480.00	21.91	-0.8064	-0.025	-0.809	
605.00	24.60	-0.8274	-0.021	-0.830	
762.00	27.60	-0.8442	-0.017	-0.846	
960.00	30.98	-0.86016	-0.016	-0.862	
1080.00	32.86	-0.8652	-0.005	-0.867	
1260.00	35.50	-0.86436	0.001	-0.866	
1440.00	37.95	-0.8694	-0.005	-0.872	
DIA 2	1680.00	40.99	-0.8736	-0.004	-0.876
	1920.00	43.82	-0.882	-0.008	-0.884
	2160.00	46.48	-0.8904	-0.008	-0.893
	2400.00	48.99	-0.8988	-0.008	-0.901
	2640.00	51.38	-0.90426	-0.005	-0.906

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 20/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.55 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.00 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	16.55 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.80 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.35 mm
INDICE DE EXPANSION EI	48.34

- Pozo 1-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical	FECHA: 22/01/2013
MUESTRA: P1	TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
PROFUNDIDAD: 2m	% ESTABILIZANTE: 0
NORMA: ASTM D 4546	HORA DE INICIO: 3:20 PM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	62.98	68.46	128.58	121.57
MASA CAP+SUELO SECO	56.39	59.54	114.61	108.21
MASA CAPSULA	18.91	8.99	76.66	71.48
% DE HUMEDAD	17.58	17.65	36.81	36.37
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.61		36.59	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	158.19 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	92.77 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.77 mm
MASA MUESTRA SECA:	78.88 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		

ALTURA DE SOLIDOS:	9.27 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	56.01 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	20.56 mm	VOLUMEN SOLIDOS	29.21 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.41 mm	VOLUMEN DE VACIOS	26.80 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.16 mm	SATURACION INICIAL	51.85
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.92	SATURACION FINAL	81.07
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.22		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.77 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.0034 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.767 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	2.7966 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	20.56 mm
INDICE DE EXPANSION EI	136.00

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m

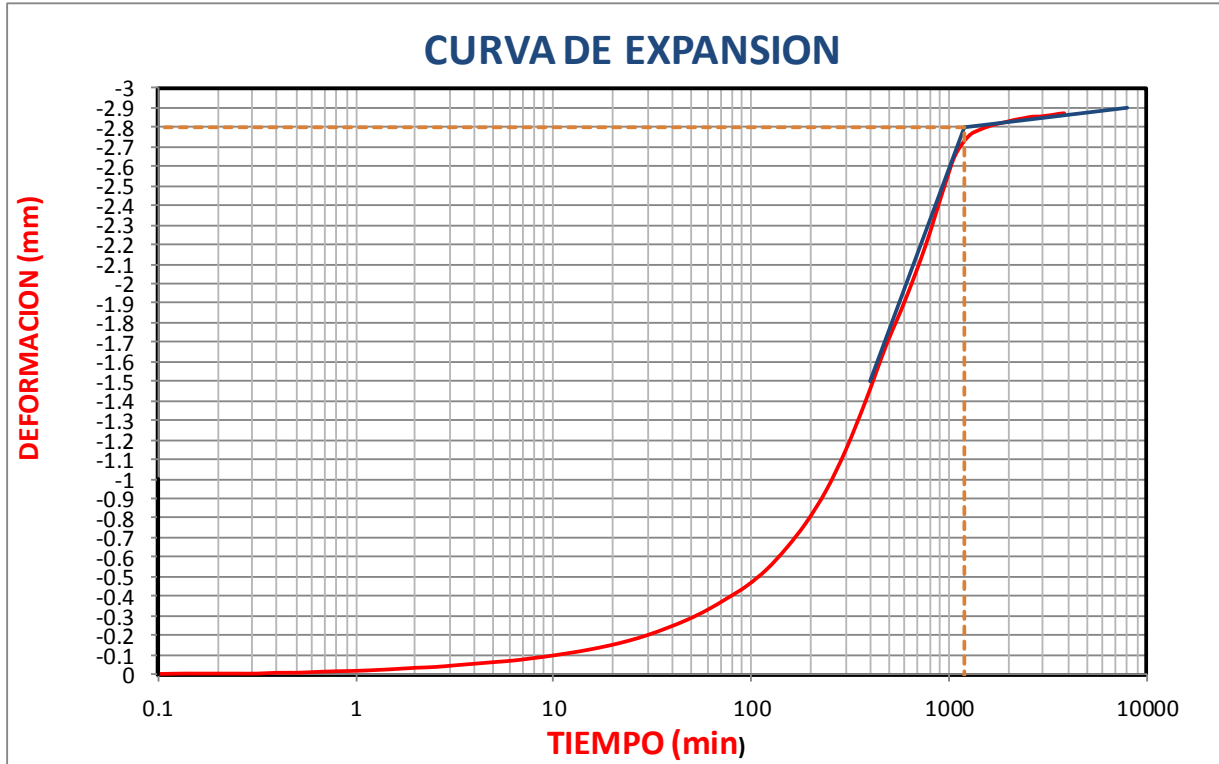
FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.0000	0.00336	0	0
	0.08	0.2887	0.00336	0.000	0.000
	0.10	0.3162	0.0021	-0.001	-0.001
	0.13	0.3651	0	-0.002	-0.003
	0.15	0.3873	0	0.000	-0.003
	0.20	0.4472	0	0.000	-0.0034
	0.25	0.5000	0	0.000	-0.003
	0.32	0.5627	0	0.000	-0.003
	0.40	0.6325	-0.0042	-0.004	-0.008
	0.50	0.7071	-0.0042	0.000	-0.008
	0.63	0.7958	-0.0084	-0.004	-0.012
	0.80	0.8944	-0.01176	-0.003	-0.015
	1.00	1.0000	-0.01386	-0.002	-0.017
	1.27	1.1255	-0.01806	-0.004	-0.021
	1.58	1.2583	-0.0231	-0.005	-0.026
	2.00	1.4142	-0.0294	-0.006	-0.033
	2.52	1.5864	-0.0336	-0.004	-0.037
	3.17	1.7795	-0.042	-0.008	-0.045
	4.00	2.0000	-0.0504	-0.008	-0.054
	5.03	2.2435	-0.0588	-0.008	-0.062
	6.35	2.5199	-0.0672	-0.008	-0.071
	8.00	2.8284	-0.0798	-0.013	-0.083
	9.00	3.0000	-0.0861	-0.006	-0.089
	12.00	3.4641	-0.105	-0.019	-0.108
	15.00	3.8730	-0.1218	-0.017	-0.125
	19.00	4.3589	-0.1428	-0.021	-0.146
	24.00	4.8990	-0.168	-0.025	-0.171
	30.00	5.4772	-0.1974	-0.029	-0.201
	38.00	6.1644	-0.2352	-0.038	-0.239
	48.00	6.9282	-0.2772	-0.042	-0.281
	60.00	7.7460	-0.3255	-0.048	-0.329
	76.00	8.7178	-0.3864	-0.061	-0.390
	95.00	9.7468	-0.44856	-0.062	-0.452
120.00	10.9545	-0.5334	-0.085	-0.537	
151.00	12.2882	-0.6426	-0.109	-0.646	
190.00	13.7840	-0.7728	-0.130	-0.776	
240.00	15.4919	-0.93786	-0.165	-0.941	
302.00	17.3781	-1.1466	-0.209	-1.150	
381.00	19.5192	-1.3986	-0.252	-1.402	
480.00	21.9089	-1.6737	-0.275	-1.677	
605.00	24.5967	-1.91646	-0.243	-1.920	
762.00	27.6043	-2.1882	-0.272	-2.192	
960.00	30.9839	-2.50656	-0.318	-2.510	
1080.00	32.8634	-2.6544	-0.148	-2.658	
1260.00	35.4965	-2.751	-0.097	-2.754	
1440.00	37.9473	-2.7846	-0.034	-2.788	
DIA 2	1680.00	40.9878	-2.80896	-0.024	-2.812
	1920.00	43.8178	-2.8224	-0.013	-2.826
	2160.00	46.4758	-2.835	-0.013	-2.838
	2400.00	48.9898	-2.8434	-0.008	-2.847
	2640.00	51.3809	-2.85096	-0.008	-2.854
2880.00	53.6656	-2.8518	-0.001	-2.855	
DIA 3	3120.00	55.8570	-2.856	-0.004	-2.859
	3360.00	57.9655	-2.8602	-0.004	-2.864
	3600.00	60.0000	-2.86566	-0.005	-2.869
	3840.00	61.9677	-2.8686	-0.003	-2.872

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 22/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.77 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	
LA CARGA ($\Delta h1$):	0.0034 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN ($h1$):	17.77 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION	
($\Delta h2$):	2.80 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN ($h2$):	20.56 mm
INDICE DE EXPANSION EI	136.00

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical	FECHA: 22/01/2013
MUESTRA: P1	TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
PROFUNDIDAD: 2m	% ESTABILIZANTE: 3
NORMA: ASTM D 4546	HORA DE INICIO: 3:45 PM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	63.54	67.90	61.71	52.18
MASA CAP+SUELO SECO	56.55	60.12	48.35	40.78
MASA CAPSULA	18.34	18.54	18.53	15.36
% DE HUMEDAD	18.29	18.71	44.80	44.85
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.50		44.82	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	151.79 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	85.6 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	16.75 mm
MASA MUESTRA SECA:	72.23 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		

ALTURA DE SOLIDOS:	8.44 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	53.11 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.93 mm	VOLUMEN SOLIDOS	26.75 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.21 mm	VOLUMEN DE VACIOS	26.36 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	10.21 mm	SATURACION INICIAL	50.70
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.99	SATURACION FINAL	107.58
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.12		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.75 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.0013 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	16.75 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	1.18 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.93 mm
INDICE DE EXPANSION EI	65.82

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m

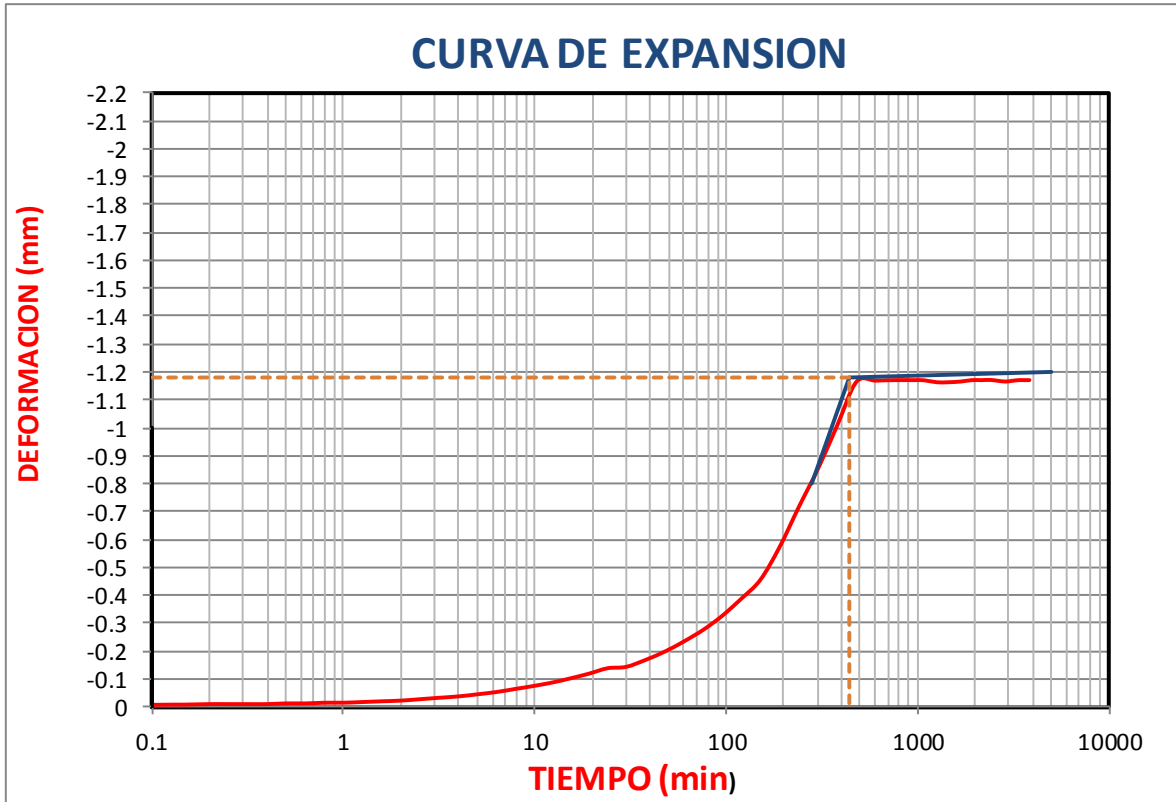
FECHA: 22/01/2013
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACI ON (mm)
DIA 1	0.00	0.0000	0.0013	0	0
	0.08	0.2887	-0.0050	-0.006	-0.006
	0.10	0.3162	-0.0050	0.000	-0.006
	0.13	0.3651	-0.0058	-0.001	-0.007
	0.15	0.3873	-0.0058	0.000	-0.007
	0.20	0.4472	-0.0076	-0.002	-0.0088
	0.25	0.5000	-0.0076	0.000	-0.009
	0.32	0.5627	-0.0076	0.000	-0.009
	0.40	0.6325	-0.0076	0.000	-0.009
	0.50	0.7071	-0.0101	-0.003	-0.011
	0.63	0.7958	-0.0101	0.000	-0.011
	0.80	0.8944	-0.0126	-0.003	-0.014
	1.00	1.0000	-0.0126	0.000	-0.014
	1.27	1.1255	-0.0151	-0.003	-0.016
	1.58	1.2583	-0.0176	-0.003	-0.019
	2.00	1.4142	-0.0202	-0.003	-0.021
	2.52	1.5864	-0.0252	-0.005	-0.026
	3.17	1.7795	-0.0302	-0.005	-0.032
	4.00	2.0000	-0.0353	-0.005	-0.037
	5.03	2.2435	-0.0428	-0.008	-0.044
	6.35	2.5199	-0.0512	-0.008	-0.052
	8.00	2.8284	-0.0625	-0.011	-0.064
	9.00	3.0000	-0.0680	-0.006	-0.069
	12.00	3.4641	-0.0832	-0.015	-0.084
	15.00	3.8730	-0.0983	-0.015	-0.100
	19.00	4.3589	-0.1159	-0.018	-0.117
	24.00	4.8990	-0.1361	-0.020	-0.137
	30.00	5.4772	-0.1411	-0.005	-0.142
	38.00	6.1644	-0.1663	-0.025	-0.168
	48.00	6.9282	-0.1966	-0.030	-0.198
	60.00	7.7460	-0.2318	-0.035	-0.233
	76.00	8.7178	-0.2742	-0.042	-0.275
	95.00	9.7468	-0.3233	-0.049	-0.325
120.00	10.9545	-0.3856	-0.062	-0.387	
151.00	12.2882	-0.4536	-0.068	-0.455	
190.00	13.7840	-0.5703	-0.117	-0.572	
240.00	15.4919	-0.7152	-0.145	-0.716	
302.00	17.3781	-0.8518	-0.137	-0.853	
381.00	19.5192	-1.0080	-0.156	-1.009	
480.00	21.9089	-1.1637	-0.156	-1.165	
605.00	24.5967	-1.1675	-0.004	-1.169	
762.00	27.6043	-1.1693	-0.002	-1.171	
960.00	30.9839	-1.1693	0.000	-1.171	
1080.00	32.8634	-1.1688	0.001	-1.170	
1260.00	35.4965	-1.1617	0.007	-1.163	
1440.00	37.9473	-1.1617	0.000	-1.163	
DIA 2	1680.00	40.9878	-1.1642	-0.003	-1.166
	1920.00	43.8178	-1.1693	-0.005	-1.171
	2160.00	46.4758	-1.1693	0.000	-1.171
	2400.00	48.9898	-1.1700	-0.001	-1.171
	2640.00	51.3809	-1.1668	0.003	-1.168
2880.00	53.6656	-1.1642	0.003	-1.166	
DIA 3	3120.00	55.8570	-1.1668	-0.003	-1.168
	3360.00	57.9655	-1.1693	-0.003	-1.171
	3600.00	60.0000	-1.1693	0.000	-1.171
	3840.00	61.9677	-1.1693	0.000	-1.171

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 3



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	16.75 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.0013 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	16.75 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.18 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.93 mm
INDICE DE EXPANSION EI	65.82

ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcial
 MUESTRA: P1
 PROFUNDIDAD: 2m
 NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 02/04/2014
 TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
 % ESTABILIZANTE: 5
 HORA DE INICIO: 8:57 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	84.76	106.37	57.67	61.64
MASA CAP+SUELO SECO	74.62	92.58	45.11	49.05
MASA CAPSULA	22.32	22.62	15.16	19.05
% DE HUMEDAD	19.39	19.71	41.94	41.97
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.55		41.95	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	151.48 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	86.06 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.25 mm
MASA MUESTRA SECA:	71.99 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		
ALTURA DE SOLIDOS:	8.46 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	54.37 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.04 mm	VOLUMEN SOLIDOS	26.66 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.46 mm	VOLUMEN DE VACIOS	27.71 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.58 mm	SATURACION INICIAL	50.79
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.04	SATURACION FINAL	100.00
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.13		
ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.25 mm		
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.05 mm		
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.20 mm		
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	0.84 mm		
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	18.04 mm		
INDICE DE EXPANSION EI	49.00		

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcal
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m

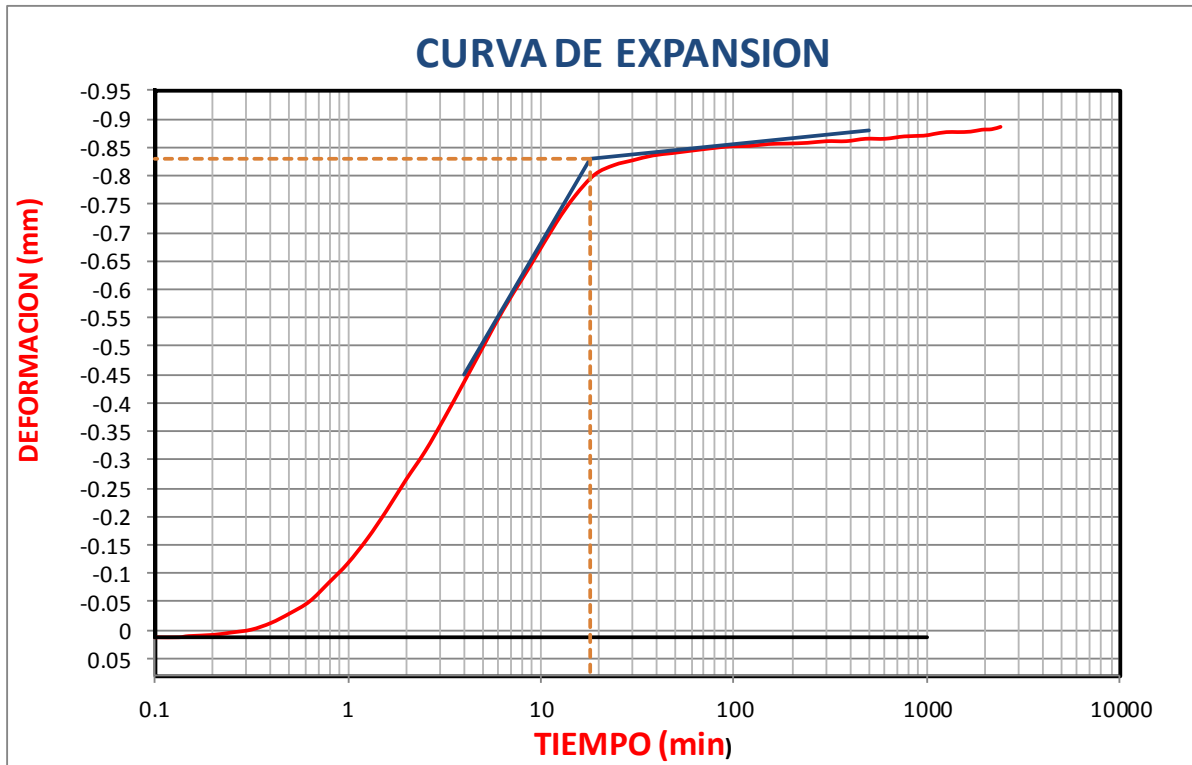
FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.0000	0.0399	0	0
	0.08	0.2887	0.0525	0.013	0.013
	0.10	0.3162	0.0525	0.000	0.013
	0.13	0.3651	0.0525	0.000	0.013
	0.15	0.3873	0.0504	-0.002	0.011
	0.20	0.4472	0.0483	-0.002	0.0084
	0.25	0.5000	0.0441	-0.004	0.004
	0.32	0.5627	0.0391	-0.005	-0.001
	0.40	0.6325	0.0273	-0.012	-0.013
	0.50	0.7071	0.0105	-0.017	-0.029
	0.63	0.7958	-0.0105	-0.021	-0.050
	0.80	0.8944	-0.0441	-0.034	-0.084
	1.00	1.0000	-0.0777	-0.034	-0.118
	1.27	1.1255	-0.1218	-0.044	-0.162
	1.58	1.2583	-0.1701	-0.048	-0.210
	2.00	1.4142	-0.2247	-0.055	-0.265
	2.52	1.5864	-0.2751	-0.050	-0.315
	3.17	1.7795	-0.3339	-0.059	-0.374
	4.00	2.0000	-0.3969	-0.063	-0.437
	5.03	2.2435	-0.4599	-0.063	-0.500
	6.35	2.5199	-0.5229	-0.063	-0.563
	8.00	2.8284	-0.5788	-0.056	-0.619
	9.00	3.0000	-0.6069	-0.028	-0.647
	12.00	3.4641	-0.6775	-0.071	-0.717
	15.00	3.8730	-0.7245	-0.047	-0.764
	19.00	4.3589	-0.7623	-0.038	-0.802
	24.00	4.8990	-0.7791	-0.017	-0.819
	30.00	5.4772	-0.7875	-0.008	-0.827
	38.00	6.1644	-0.7959	-0.008	-0.836
	48.00	6.9282	-0.8001	-0.004	-0.840
60.00	7.7460	-0.8043	-0.004	-0.844	
76.00	8.7178	-0.8085	-0.004	-0.848	
95.00	9.7468	-0.8119	-0.003	-0.852	
120.00	10.9545	-0.8127	-0.001	-0.853	
151.00	12.2882	-0.8161	-0.003	-0.856	
190.00	13.7840	-0.8169	-0.001	-0.857	
240.00	15.4919	-0.8182	-0.001	-0.858	
302.00	17.3781	-0.8211	-0.003	-0.861	
381.00	19.5192	-0.8211	0.000	-0.861	
480.00	21.9089	-0.8253	-0.004	-0.865	
605.00	24.5967	-0.8253	0.000	-0.865	
762.00	27.6043	-0.8295	-0.004	-0.869	
960.00	30.9839	-0.8308	-0.001	-0.871	
1080.00	32.8634	-0.8337	-0.003	-0.874	
1260.00	35.4965	-0.8371	-0.003	-0.877	
1440.00	37.9473	-0.8371	0.000	-0.877	
DIA 2	1680.00	40.9878	-0.8379	-0.001	-0.878
	1920.00	43.8178	-0.8413	-0.003	-0.881
	2160.00	46.4758	-0.8421	-0.001	-0.882
	2400.00	48.9898	-0.8463	-0.004	-0.886

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.25 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.05 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.20 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.84 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	18.04 mm
INDICE DE EXPANSION EI	49.00

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcial
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 24/03/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7
HORA DE INICIO: 9:02 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	69.80	66.88	49.41	49.03
MASA CAP+SUELO SECO	61.32	58.83	38.69	38.36
MASA CAPSULA	18.70	18.56	11.75	11.54
% DE HUMEDAD	19.90	19.99	39.79	39.78
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.94		39.79	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	150.98 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	85.56 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.4 mm
MASA MUESTRA SECA:	71.33 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		

ALTURA DE SOLIDOS:	8.33 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	55.17 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.66 mm	VOLUMEN SOLIDOS	26.42 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.49 mm	VOLUMEN DE VACIOS	28.75 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	8.95 mm	SATURACION INICIAL	49.48
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.09	SATURACION FINAL	95.96
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.12		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ): 17.40 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA: 0.00 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1): 17.40 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2): 0.26 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2): 17.66 mm
INDICE DE EXPANSION EI: 14.94

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m

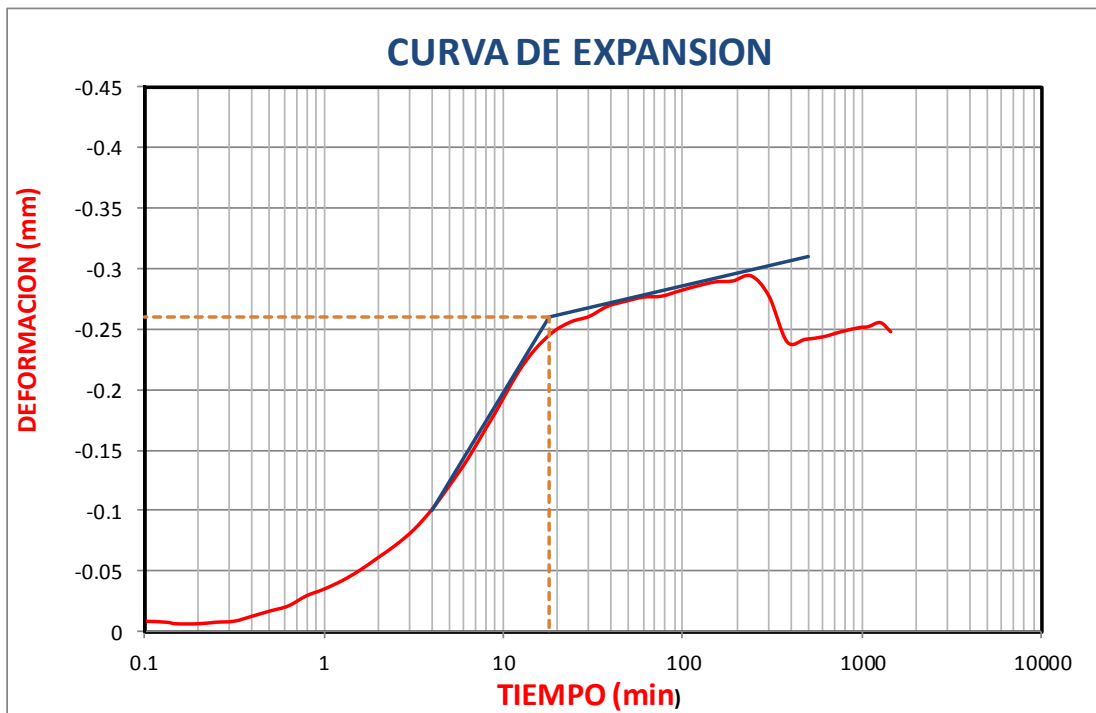
FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.0000	0.0000	0	0
	0.08	0.2887	-0.0084	-0.008	-0.008
	0.10	0.3162	-0.0084	0.000	-0.008
	0.13	0.3651	-0.0076	0.001	-0.008
	0.15	0.3873	-0.0063	0.001	-0.006
	0.20	0.4472	-0.0063	0.000	-0.0063
	0.25	0.5000	-0.0076	-0.001	-0.008
	0.32	0.5627	-0.0084	-0.001	-0.008
	0.40	0.6325	-0.0126	-0.004	-0.013
	0.50	0.7071	-0.0168	-0.004	-0.017
	0.63	0.7958	-0.0210	-0.004	-0.021
	0.80	0.8944	-0.0294	-0.008	-0.029
	1.00	1.0000	-0.0349	-0.005	-0.035
	1.27	1.1255	-0.0420	-0.007	-0.042
	1.58	1.2583	-0.0504	-0.008	-0.050
	2.00	1.4142	-0.0609	-0.011	-0.061
	2.52	1.5864	-0.0714	-0.011	-0.071
	3.17	1.7795	-0.0840	-0.013	-0.084
	4.00	2.0000	-0.1008	-0.017	-0.101
	5.03	2.2435	-0.1210	-0.020	-0.121
	6.35	2.5199	-0.1428	-0.022	-0.143
	8.00	2.8284	-0.1680	-0.025	-0.168
	9.00	3.0000	-0.1806	-0.013	-0.181
	12.00	3.4641	-0.2134	-0.033	-0.213
	15.00	3.8730	-0.2331	-0.020	-0.233
	19.00	4.3589	-0.2478	-0.015	-0.248
	24.00	4.8990	-0.2562	-0.008	-0.256
	30.00	5.4772	-0.2604	-0.004	-0.260
	38.00	6.1644	-0.2688	-0.008	-0.269
	48.00	6.9282	-0.2730	-0.004	-0.273
	60.00	7.7460	-0.2764	-0.003	-0.276
	76.00	8.7178	-0.2772	-0.001	-0.277
	95.00	9.7468	-0.2814	-0.004	-0.281
120.00	10.9545	-0.2856	-0.004	-0.286	
151.00	12.2882	-0.2890	-0.003	-0.289	
190.00	13.7840	-0.2898	-0.001	-0.290	
240.00	15.4919	-0.2940	-0.004	-0.294	
302.00	17.3781	-0.2772	0.017	-0.277	
381.00	19.5192	-0.2394	0.038	-0.239	
480.00	21.9089	-0.2415	-0.002	-0.242	
605.00	24.5967	-0.2436	-0.002	-0.244	
762.00	27.6043	-0.2478	-0.004	-0.248	
960.00	30.9839	-0.2512	-0.003	-0.251	
1080.00	32.8634	-0.2520	-0.001	-0.252	
1260.00	35.4965	-0.2554	-0.003	-0.255	
1440.00	37.9473	-0.2478	0.008	-0.248	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.40 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	
LA CARGA (Δh_1):	0.00 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.40 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION	
(Δh_2):	0.26 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.66 mm
INDICE DE EXPANSION EI	14.94

○ Pozo 2-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical	FECHA: 10/02/2014
MUESTRA: P2	TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
PROFUNDIDAD: 2m	% ESTABILIZANTE: 0
NORMA: ASTM D 4546	HORA DE INICIO: 9:05 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	77.87	54.77	64.71	76.02
MASA CAP+SUELO SECO	69.68	49.9	50.37	58.4
MASA CAPSULA	22.8	22.52	17.96	18.52
% DE HUMEDAD	17.47	17.79	44.25	44.18
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.63		44.21	

DATOS INICIALES

	UNID.			UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	150.07 gr	ANILLO NUMERO:	3	
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm	
MASA MUESTRA HUMEDA:	88.9 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.13 mm	
MASA MUESTRA SECA:	75.58 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7			

DATOS FINALES

	UNID.			UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	8.85 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	54.16 cm ³	
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	19.70 mm	VOLUMEN SOLIDOS	27.99 cm ³	
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.21 mm	VOLUMEN DE VACIOS	26.17 cm ³	
ALTURA FINAL DEL AGUA:	10.57 mm	SATURACION INICIAL	50.90	
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.94	SATURACION FINAL	97.38	
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.23			

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.13 mm			
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA:	0.02 mm			
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.11 mm			
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	2.60 mm			
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	19.70 mm			
INDICE DE EXPANSION EI	151.72			

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcal
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m

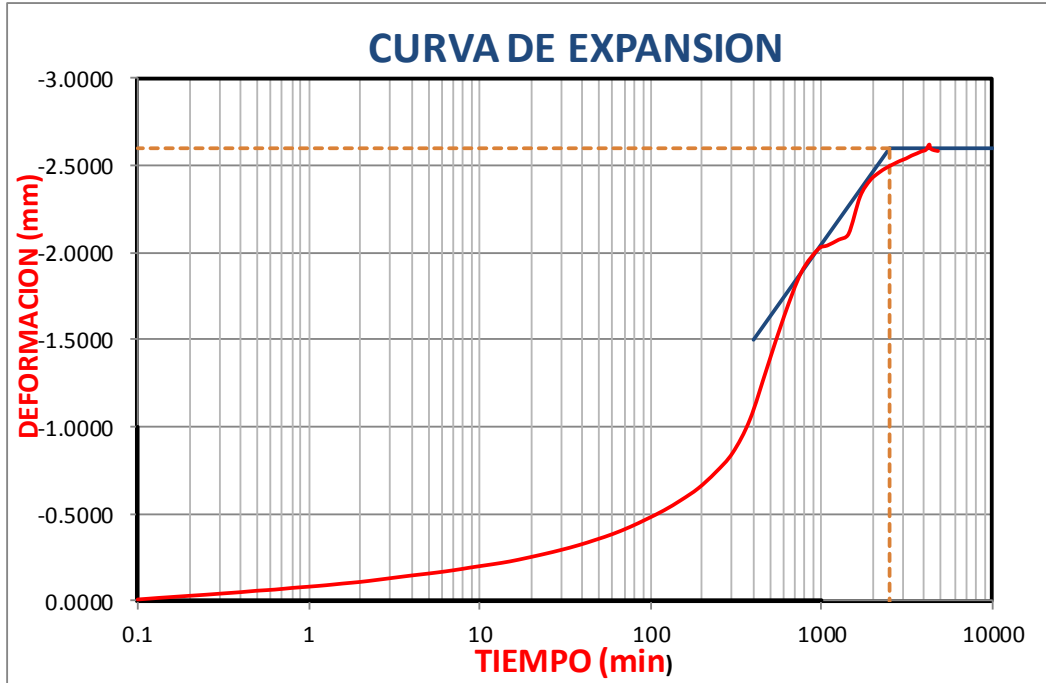
FECHA: 10/02/2013
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.000	0.0252	0	0
	0.08	0.289	0.0210	-0.004	-0.004
	0.10	0.316	0.0168	-0.004	-0.008
	0.13	0.365	0.0076	-0.009	-0.018
	0.15	0.387	0.0042	-0.003	-0.021
	0.20	0.447	-0.0042	-0.008	-0.029
	0.25	0.500	-0.0105	-0.006	-0.036
	0.32	0.563	-0.0181	-0.008	-0.043
	0.40	0.632	-0.0252	-0.007	-0.050
	0.50	0.707	-0.0336	-0.008	-0.059
	0.63	0.796	-0.0399	-0.006	-0.065
	0.80	0.894	-0.0496	-0.010	-0.075
	1.00	1.000	-0.0567	-0.007	-0.082
	1.27	1.125	-0.0651	-0.008	-0.090
	1.58	1.258	-0.0748	-0.010	-0.100
	2.00	1.414	-0.0840	-0.009	-0.109
	2.52	1.586	-0.0958	-0.012	-0.121
	3.17	1.780	-0.1084	-0.013	-0.134
	4.00	2.000	-0.1210	-0.013	-0.146
	5.03	2.244	-0.1323	-0.011	-0.158
	6.35	2.520	-0.1449	-0.013	-0.170
	8.00	2.828	-0.1596	-0.015	-0.185
	9.00	3.000	-0.1680	-0.008	-0.193
	12.00	3.464	-0.1861	-0.018	-0.211
	15.00	3.873	-0.2016	-0.016	-0.227
	19.00	4.359	-0.2226	-0.021	-0.248
	24.00	4.899	-0.2449	-0.022	-0.270
	30.00	5.477	-0.2680	-0.023	-0.293
	38.00	6.164	-0.2953	-0.027	-0.320
	48.00	6.928	-0.3268	-0.032	-0.352
	60.00	7.746	-0.3591	-0.032	-0.384
	76.00	8.718	-0.4003	-0.041	-0.425
95.00	9.747	-0.4452	-0.045	-0.470	
120.00	10.954	-0.4956	-0.050	-0.521	
151.00	12.288	-0.5544	-0.059	-0.580	
190.00	13.784	-0.6216	-0.067	-0.647	
240.00	15.492	-0.7132	-0.092	-0.738	
302.00	17.378	-0.8253	-0.112	-0.851	
381.00	19.519	-1.0164	-0.191	-1.042	
480.00	21.909	-1.3138	-0.297	-1.339	
605.00	24.597	-1.6120	-0.298	-1.637	
762.00	27.604	-1.8627	-0.251	-1.888	
960.00	30.984	-1.9971	-0.134	-2.022	
1080.00	32.863	-2.0160	-0.019	-2.041	
1260.00	35.496	-2.0496	-0.034	-2.075	
1440.00	37.947	-2.0832	-0.034	-2.108	
DIA 2	1680.00	40.988	-2.2966	-0.213	-2.322
	1920.00	43.818	-2.3898	-0.093	-2.415
	2160.00	46.476	-2.4339	-0.044	-2.459
	2400.00	48.990	-2.4633	-0.029	-2.489
	2640.00	51.381	-2.4843	-0.021	-2.510
2880.00	53.666	-2.5024	-0.018	-2.528	
DIA 3	3120.00	55.857	-2.5158	-0.013	-2.541
	3360.00	57.966	-2.5326	-0.017	-2.558
	3600.00	60.000	-2.5444	-0.012	-2.570
	3840.00	61.968	-2.5570	-0.013	-2.582
DIA 4	4080.00	63.875	-2.5662	-0.009	-2.591
	4260.00	65.269	-2.5960	-0.030	-2.621
	4320.00	65.727	-2.5780	0.018	-2.603
	4440.00	66.633	-2.5670	0.011	-2.592
	4680.00	68.411	-2.5610	0.006	-2.586
4800.00	69.282	-2.5590	0.002	-2.584	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 10/02/2013
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.13 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.02 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.11 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	2.60 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	19.70 mm
INDICE DE EXPANSION EI	151.72

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3
HORA DE INICIO: 10:50 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	61.86	47.14	71.99	54.88
MASA CAP+SUELO SECO	54.87	42.49	56	44.05
MASA CAPSULA	18.88	18.49	18.77	18.55
% DE HUMEDAD	19.42	19.38	42.95	42.47
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.40		42.71	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	155.16 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	2	UNID.
MASA DE ANILLO:	66.19 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm	
MASA MUESTRA HUMEDA:	88.97 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.64 mm	
MASA MUESTRA SECA:	74.52 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7				

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.70 mm	UNID.	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	55.93 cm ³	UNID.
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.74 mm		VOLUMEN SOLIDOS	27.60 cm ³	
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.56 mm		VOLUMEN DE VACIOS	28.34 cm ³	
ALTURA FINAL DEL AGUA:	10.04 mm		SATURACION INICIAL	51.01	
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.03		SATURACION FINAL	99.98	
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.15				

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ): 17.64 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA 0.03 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1): 17.61 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2): 1.13 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2): 18.74 mm
INDICE DE EXPANSION EI 64.16

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m

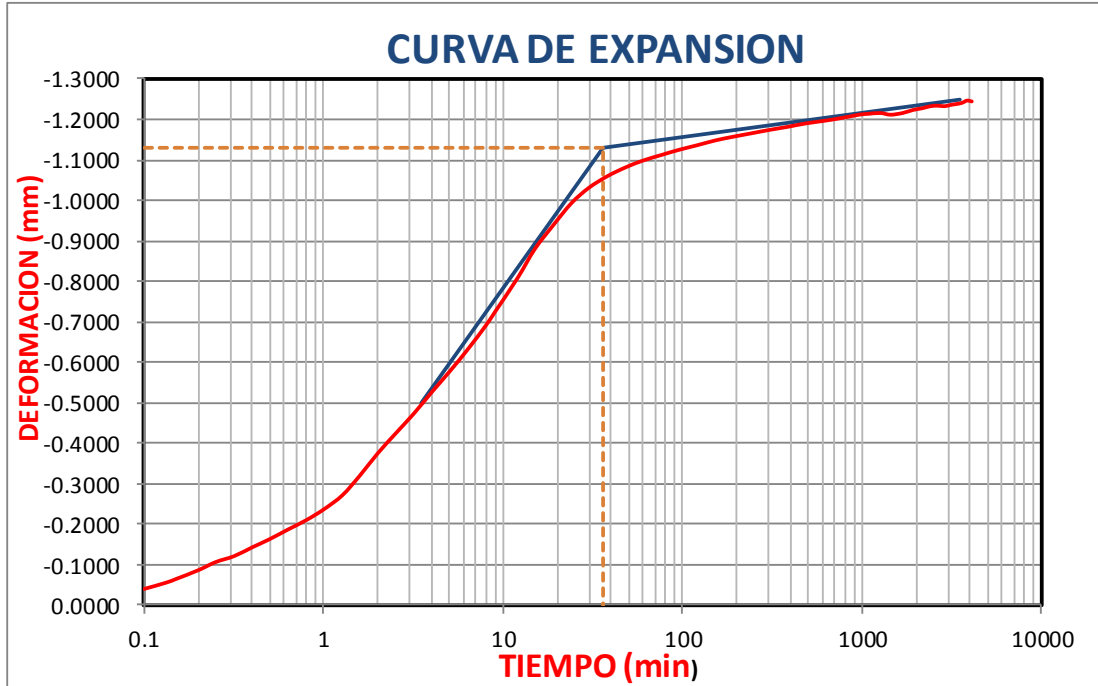
FECHA: 10/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.000	0.0273	0	0
	0.08	0.289	-0.0042	-0.032	-0.032
	0.10	0.316	-0.0126	-0.008	-0.040
	0.13	0.365	-0.02856	-0.016	-0.056
	0.15	0.387	-0.03696	-0.008	-0.064
	0.20	0.447	-0.0588	-0.022	-0.086
	0.25	0.500	-0.07896	-0.020	-0.106
	0.32	0.563	-0.09366	-0.015	-0.121
	0.40	0.632	-0.1155	-0.022	-0.143
	0.50	0.707	-0.13566	-0.020	-0.163
	0.63	0.796	-0.1596	-0.024	-0.187
	0.80	0.894	-0.1827	-0.023	-0.210
	1.00	1.000	-0.20916	-0.026	-0.236
	1.27	1.125	-0.2436	-0.034	-0.271
	1.58	1.258	-0.2919	-0.048	-0.319
	2.00	1.414	-0.34776	-0.056	-0.375
	2.52	1.586	-0.3969	-0.049	-0.424
	3.17	1.780	-0.4452	-0.048	-0.473
	4.00	2.000	-0.49896	-0.054	-0.526
	5.03	2.244	-0.5502	-0.051	-0.578
	6.35	2.520	-0.6048	-0.055	-0.632
	8.00	2.828	-0.6636	-0.059	-0.691
	9.00	3.000	-0.6972	-0.034	-0.725
	12.00	3.464	-0.78036	-0.083	-0.808
	15.00	3.873	-0.8526	-0.072	-0.880
	19.00	4.359	-0.9114	-0.059	-0.939
	24.00	4.899	-0.966	-0.055	-0.993
	30.00	5.477	-1.0038	-0.038	-1.031
	38.00	6.164	-1.03236	-0.029	-1.060
	48.00	6.928	-1.0542	-0.022	-1.082
	60.00	7.746	-1.071	-0.017	-1.098
	76.00	8.718	-1.08486	-0.014	-1.112
	95.00	9.747	-1.09746	-0.013	-1.125
120.00	10.954	-1.1088	-0.011	-1.136	
151.00	12.288	-1.12056	-0.012	-1.148	
190.00	13.784	-1.1298	-0.009	-1.157	
240.00	15.492	-1.1382	-0.008	-1.166	
302.00	17.378	-1.1466	-0.008	-1.174	
381.00	19.519	-1.15416	-0.008	-1.181	
480.00	21.909	-1.16256	-0.008	-1.190	
605.00	24.597	-1.16886	-0.006	-1.196	
762.00	27.604	-1.176	-0.007	-1.203	
960.00	30.984	-1.1844	-0.008	-1.212	
1080.00	32.863	-1.1865	-0.002	-1.214	
1260.00	35.496	-1.1886	-0.002	-1.216	
1440.00	37.947	-1.1844	0.004	-1.212	
DIA 2	1680.00	40.988	-1.1886	-0.004	-1.216
	1920.00	43.818	-1.19616	-0.008	-1.223
	2160.00	46.476	-1.20036	-0.004	-1.228
	2400.00	48.990	-1.2054	-0.005	-1.233
	2640.00	51.381	-1.20666	-0.001	-1.234
2880.00	53.666	-1.2054	0.001	-1.233	
DIA 3	3120.00	55.857	-1.20876	-0.003	-1.236
	3360.00	57.966	-1.21086	-0.002	-1.238
	3600.00	60.000	-1.2138	-0.003	-1.241
	3840.00	61.968	-1.21926	-0.005	-1.247
	4080.00	63.875	-1.21716	0.002	-1.244

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.64 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.03 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.61 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	1.13 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	18.74 mm
INDICE DE EXPANSION EI	64.16

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 12/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	46.85	49.37	64.58	65.24
MASA CAP+SUELO SECO	40.95	44.03	51.35	51.68
MASA CAPSULA	11.59	17.66	18.75	18.21
% DE HUMEDAD	20.10	20.25	40.58	40.51
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.17		40.55	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	149.26 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	3	UNID.
MASA DE ANILLO:	61.17 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm	
MASA MUESTRA HUMEDA:	88.09 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.64 mm	
MASA MUESTRA SECA:	73.30 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7				

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.59 mm	UNID.	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	55.78 cm ³	UNID.
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.99 mm		VOLUMEN SOLIDOS	27.15 cm ³	
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.68 mm		VOLUMEN DE VACIOS	28.63 cm ³	
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.40 mm		SATURACION INICIAL	51.65	
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.05		SATURACION FINAL	99.99	
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.09				

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ): 17.64 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA 0.09 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1): 17.55 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2): 0.44 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2): 17.99 mm
INDICE DE EXPANSION EI 25.07

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m

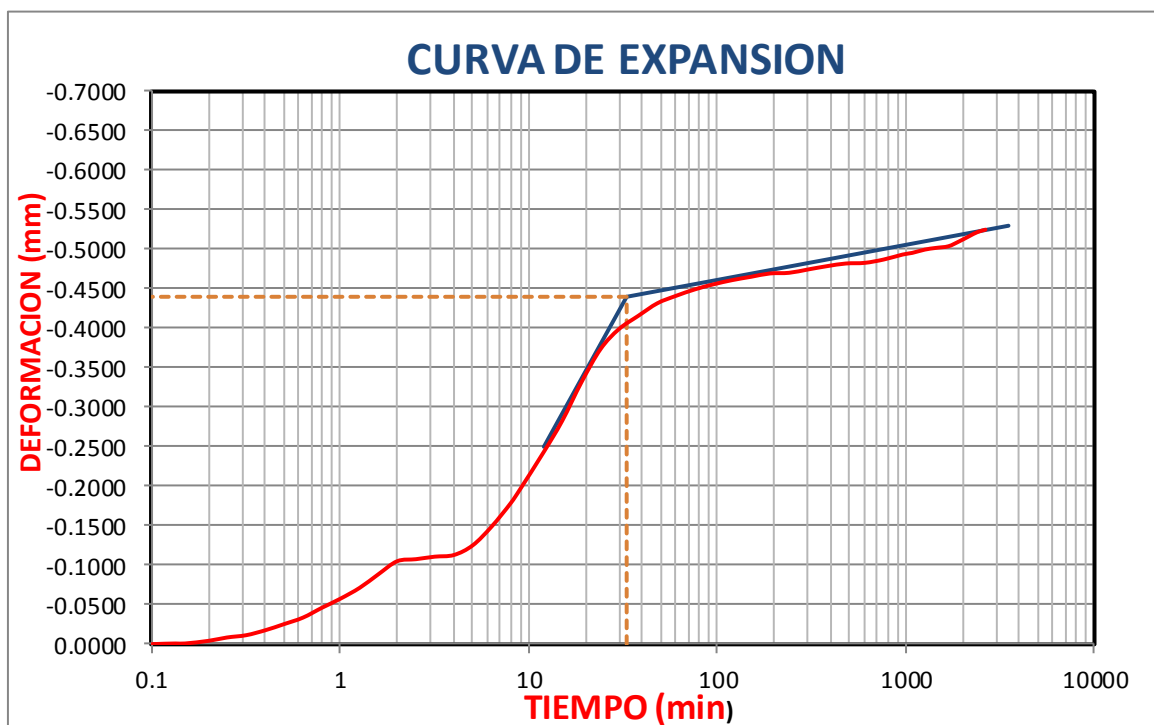
FECHA: 12/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.000	0.0924	0	0
	0.08	0.289	0.0937	0.001	0.001
	0.10	0.316	0.0924	-0.001	0.000
	0.13	0.365	0.0916	-0.001	-0.001
	0.15	0.387	0.0916	0.000	-0.001
	0.20	0.447	0.0882	-0.003	-0.004
	0.25	0.500	0.0840	-0.004	-0.008
	0.32	0.563	0.0811	-0.003	-0.011
	0.40	0.632	0.0748	-0.006	-0.018
	0.50	0.707	0.0672	-0.008	-0.025
	0.63	0.796	0.0588	-0.008	-0.034
	0.80	0.894	0.0462	-0.013	-0.046
	1.00	1.000	0.0349	-0.011	-0.058
	1.27	1.125	0.0210	-0.014	-0.071
	1.58	1.258	0.0042	-0.017	-0.088
	2.00	1.414	-0.0126	-0.017	-0.105
	2.52	1.586	-0.0152	-0.003	-0.108
	3.17	1.780	-0.0184	-0.003	-0.111
	4.00	2.000	-0.0205	-0.002	-0.113
	5.03	2.244	-0.0328	-0.012	-0.125
	6.35	2.520	-0.0567	-0.024	-0.149
	8.00	2.828	-0.0861	-0.029	-0.179
	9.00	3.000	-0.1042	-0.018	-0.197
	12.00	3.464	-0.1512	-0.047	-0.244
	15.00	3.873	-0.1903	-0.039	-0.283
	19.00	4.359	-0.2394	-0.049	-0.332
	24.00	4.899	-0.2814	-0.042	-0.374
	30.00	5.477	-0.3066	-0.025	-0.399
	38.00	6.164	-0.3234	-0.017	-0.416
	48.00	6.928	-0.3394	-0.016	-0.432
60.00	7.746	-0.3486	-0.009	-0.441	
76.00	8.718	-0.3570	-0.008	-0.449	
95.00	9.747	-0.3633	-0.006	-0.456	
120.00	10.954	-0.3688	-0.005	-0.461	
151.00	12.288	-0.3730	-0.004	-0.465	
190.00	13.784	-0.3772	-0.004	-0.470	
240.00	15.492	-0.3780	-0.001	-0.470	
302.00	17.378	-0.3822	-0.004	-0.475	
381.00	19.519	-0.3864	-0.004	-0.479	
480.00	21.909	-0.3898	-0.003	-0.482	
605.00	24.597	-0.3906	-0.001	-0.483	
762.00	27.604	-0.3948	-0.004	-0.487	
960.00	30.984	-0.4011	-0.006	-0.494	
1080.00	32.863	-0.4032	-0.002	-0.496	
1260.00	35.496	-0.4074	-0.004	-0.500	
1440.00	37.947	-0.4095	-0.002	-0.502	
DIA 2	1680.00	40.988	-0.4116	-0.002	-0.504
	1920.00	43.818	-0.4179	-0.006	-0.510
	2160.00	46.476	-0.4242	-0.006	-0.517
	2400.00	48.990	-0.4297	-0.005	-0.522
	2640.00	51.381	-0.4326	-0.003	-0.525

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 12/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.64 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	
LA CARGA (Δh_1):	0.09 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.55 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION	
(Δh_2):	0.44 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.99 mm
INDICE DE EXPANSION EI	25.07

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcial
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 12/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
	MASA CAP+SUELO HUMEDO	50.56	51.73	63.31
MASA CAP+SUELO SECO	43.9	46.01	50.02	50.73
MASA CAPSULA	11.81	18.15	17.95	17.68
% DE HUMEDAD	20.75	20.53	41.44	41.48
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.64		41.46	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	151.98 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	2	UNID.
MASA DE ANILLO:	66.19 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm	
MASA MUESTRA HUMEDA:	85.79 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.36 mm	
MASA MUESTRA SECA:	71.11 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7				

DATOS FINALES

ALTURA DE SOLIDOS:	8.31 mm	UNID.	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	55.05 cm ³	UNID.
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.61 mm		VOLUMEN SOLIDOS	26.34 cm ³	
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.63 mm		VOLUMEN DE VACIOS	28.71 cm ³	
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.30 mm		SATURACION INICIAL	51.13	
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.09		SATURACION FINAL	99.97	
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.12				
ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.36 mm				
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.02 mm				
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.34 mm				
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	0.27 mm				
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.61 mm				
INDICE DE EXPANSION EI	15.28				

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

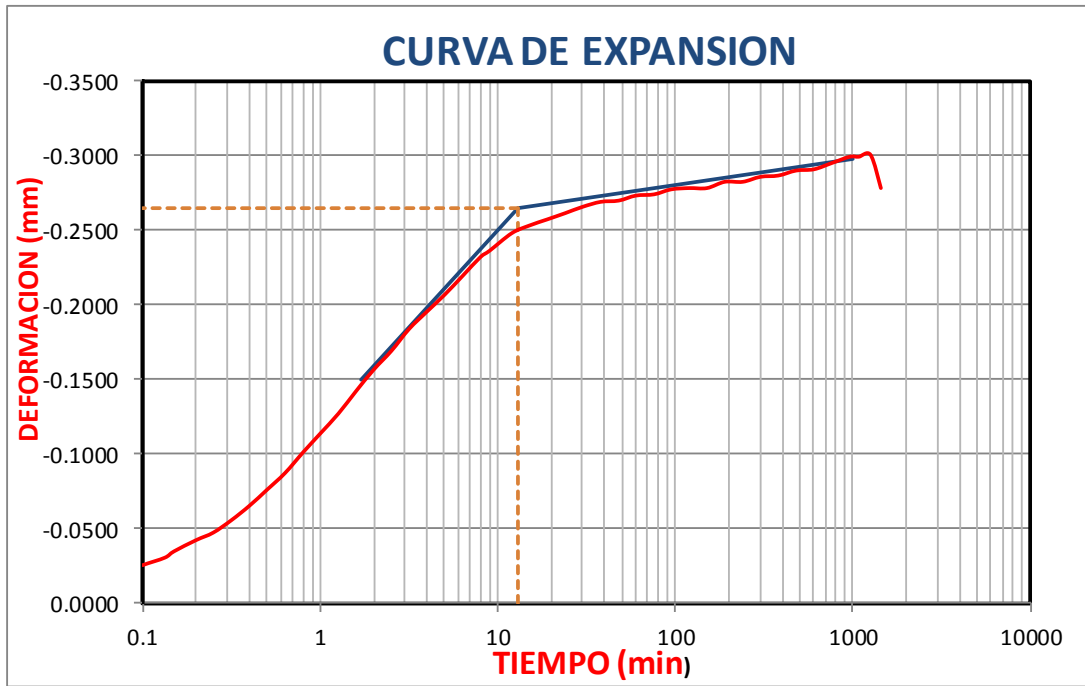
FECHA: 12/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.000	0.0181	0	0
	0.08	0.289	-0.0034	-0.021	-0.021
	0.10	0.316	-0.0076	-0.004	-0.026
	0.13	0.365	-0.0126	-0.005	-0.031
	0.15	0.387	-0.0168	-0.004	-0.035
	0.20	0.447	-0.0244	-0.008	-0.042
	0.25	0.500	-0.0294	-0.005	-0.047
	0.32	0.563	-0.0378	-0.008	-0.056
	0.40	0.632	-0.0475	-0.010	-0.066
	0.50	0.707	-0.0580	-0.011	-0.076
	0.63	0.796	-0.0693	-0.011	-0.087
	0.80	0.894	-0.0832	-0.014	-0.101
	1.00	1.000	-0.0958	-0.013	-0.114
	1.27	1.125	-0.1092	-0.013	-0.127
	1.58	1.258	-0.1239	-0.015	-0.142
	2.00	1.414	-0.1386	-0.015	-0.157
	2.52	1.586	-0.1512	-0.013	-0.169
	3.17	1.780	-0.1659	-0.015	-0.184
	4.00	2.000	-0.1777	-0.012	-0.196
	5.03	2.244	-0.1890	-0.011	-0.207
	6.35	2.520	-0.2016	-0.013	-0.220
	8.00	2.828	-0.2142	-0.013	-0.232
	9.00	3.000	-0.2184	-0.004	-0.236
	12.00	3.464	-0.2302	-0.012	-0.248
	15.00	3.873	-0.2352	-0.005	-0.253
	19.00	4.359	-0.2394	-0.004	-0.257
	24.00	4.899	-0.2436	-0.004	-0.262
	30.00	5.477	-0.2478	-0.004	-0.266
	38.00	6.164	-0.2512	-0.003	-0.269
	48.00	6.928	-0.2520	-0.001	-0.270
	60.00	7.746	-0.2554	-0.003	-0.273
	76.00	8.718	-0.2562	-0.001	-0.274
95.00	9.747	-0.2596	-0.003	-0.278	
120.00	10.954	-0.2604	-0.001	-0.278	
151.00	12.288	-0.2604	0.000	-0.278	
190.00	13.784	-0.2646	-0.004	-0.283	
240.00	15.492	-0.2646	0.000	-0.283	
302.00	17.378	-0.2680	-0.003	-0.286	
381.00	19.519	-0.2688	-0.001	-0.287	
480.00	21.909	-0.2722	-0.003	-0.290	
605.00	24.597	-0.2730	-0.001	-0.291	
762.00	27.604	-0.2772	-0.004	-0.295	
960.00	30.984	-0.2814	-0.004	-0.299	
1080.00	32.863	-0.2814	0.000	-0.299	
1260.00	35.496	-0.2827	-0.001	-0.301	
1440.00	37.947	-0.2604	0.022	-0.278	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcal
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 12/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.36 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.02 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.34 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.27 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.61 mm
INDICE DE EXPANSION EI	15.28

o Pozo 3-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 14/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0
HORA DE INICIO: 12:20 PM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	53.87	57.29	67.77	82.47
MASA CAP+SUELO SECO	48.49	51.52	54.18	64.62
MASA CAPSULA	18.05	18.54	22.56	22.66
% DE HUMEDAD	17.67	17.50	42.98	42.54
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.58		42.76	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	153.22 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	92.05 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.77 mm
MASA MUESTRA SECA:	78.28 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71		
ALTURA DE SOLIDOS:	9.14 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	56.19 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	20.01 mm	VOLUMEN SOLIDOS	28.89 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.35 mm	VOLUMEN DE VACIOS	27.30 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	10.59 mm	SATURACION INICIAL	50.42
RELACION DE VACIOS INICIAL:	0.95	SATURACION FINAL	97.31
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.19		
ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.77 mm		
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.03 mm		
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.74 mm		
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	2.27 mm		
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	20.01 mm		
INDICE DE EXPANSION EI	127.92		

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

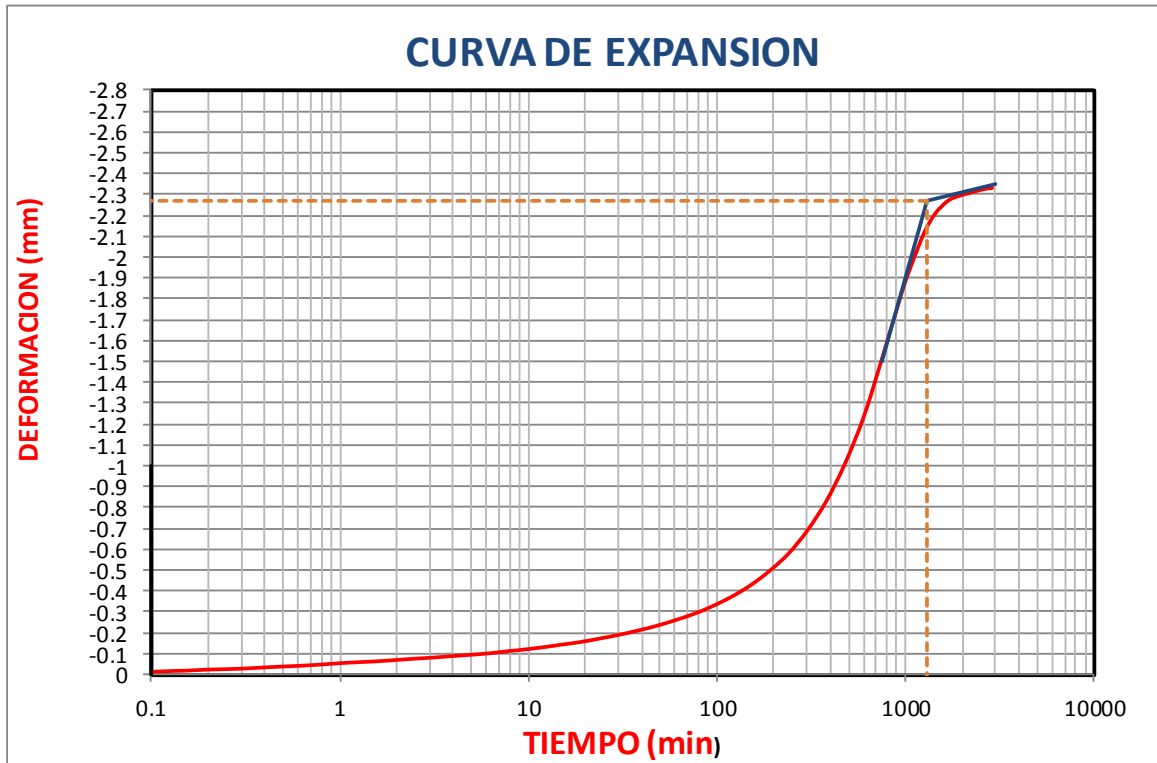
FECHA: 14/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.0000	0.025	0	0
	0.08	0.2887	0.014	-0.011	-0.011
	0.10	0.3162	0.013	-0.001	-0.013
	0.13	0.3651	0.008	-0.004	-0.017
	0.15	0.3873	0.008	-0.001	-0.018
	0.20	0.4472	0.002	-0.005	-0.0231
	0.25	0.5000	0.000	-0.002	-0.025
	0.32	0.5627	-0.003	-0.003	-0.029
	0.40	0.6325	-0.008	-0.005	-0.034
	0.50	0.7071	-0.013	-0.004	-0.038
	0.63	0.7958	-0.017	-0.004	-0.042
	0.80	0.8944	-0.022	-0.005	-0.047
	1.00	1.0000	-0.029	-0.006	-0.054
	1.27	1.1255	-0.034	-0.005	-0.059
	1.58	1.2583	-0.038	-0.004	-0.063
	2.00	1.4142	-0.044	-0.006	-0.069
	2.52	1.5864	-0.050	-0.006	-0.076
	3.17	1.7795	-0.056	-0.005	-0.081
	4.00	2.0000	-0.063	-0.007	-0.088
	5.03	2.2435	-0.069	-0.006	-0.095
	6.35	2.5199	-0.077	-0.008	-0.102
	8.00	2.8284	-0.087	-0.011	-0.113
	9.00	3.0000	-0.092	-0.004	-0.117
	12.00	3.4641	-0.105	-0.013	-0.130
	15.00	3.8730	-0.118	-0.013	-0.143
	19.00	4.3589	-0.130	-0.013	-0.155
	24.00	4.8990	-0.147	-0.017	-0.172
	30.00	5.4772	-0.164	-0.017	-0.189
	38.00	6.1644	-0.185	-0.021	-0.210
	48.00	6.9282	-0.208	-0.023	-0.233
	60.00	7.7460	-0.234	-0.026	-0.260
	76.00	8.7178	-0.266	-0.032	-0.291
95.00	9.7468	-0.302	-0.037	-0.328	
120.00	10.9545	-0.348	-0.045	-0.373	
151.00	12.2882	-0.402	-0.055	-0.428	
190.00	13.7840	-0.470	-0.068	-0.496	
240.00	15.4919	-0.554	-0.084	-0.580	
302.00	17.3781	-0.665	-0.110	-0.690	
381.00	19.5192	-0.806	-0.142	-0.832	
480.00	21.9089	-0.989	-0.183	-1.014	
605.00	24.5967	-1.217	-0.228	-1.242	
762.00	27.6043	-1.508	-0.291	-1.533	
960.00	30.9839	-1.809	-0.302	-1.835	
1080.00	32.8634	-1.942	-0.132	-1.967	
1260.00	35.4965	-2.094	-0.152	-2.119	
1440.00	37.9473	-2.184	-0.090	-2.209	
1680.00	40.9878	-2.245	-0.061	-2.270	
1920.00	43.8178	-2.268	-0.023	-2.293	
2160.00	46.4758	-2.281	-0.013	-2.306	
2400.00	48.9898	-2.292	-0.012	-2.318	
2640.00	51.3809	-2.302	-0.009	-2.327	
2880.00	53.6656	-2.306	-0.004	-2.331	

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.77 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	
LA CARGA (Δh_1):	0.03 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.74 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION	
(Δh_2):	2.27 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	20.01 mm
INDICE DE EXPANSION EI	127.92

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3
HORA DE INICIO: 16:00 PM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	116.98	86.75	81.64	63.23
MASA CAP+SUELO SECO	101.76	76.28	64.61	51.48
MASA CAPSULA	22.76	22.56	22.71	22.56
% DE HUMEDAD	19.27	19.49	40.64	40.63
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.38		40.64	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	156.87 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	90.68 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.84 mm
MASA MUESTRA SECA:	75.96 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71		
ALTURA DE SOLIDOS:	8.84 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	56.57 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	18.59 mm	VOLUMEN SOLIDOS	28.03 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.64 mm	VOLUMEN DE VACIOS	28.54 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.73 mm	SATURACION INICIAL	51.58
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.02	SATURACION FINAL	99.80
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.10		
ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.84 mm		
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.10 mm		
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.74 mm		
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	0.85 mm		
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	18.59 mm		
INDICE DE EXPANSION EI	47.91		

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

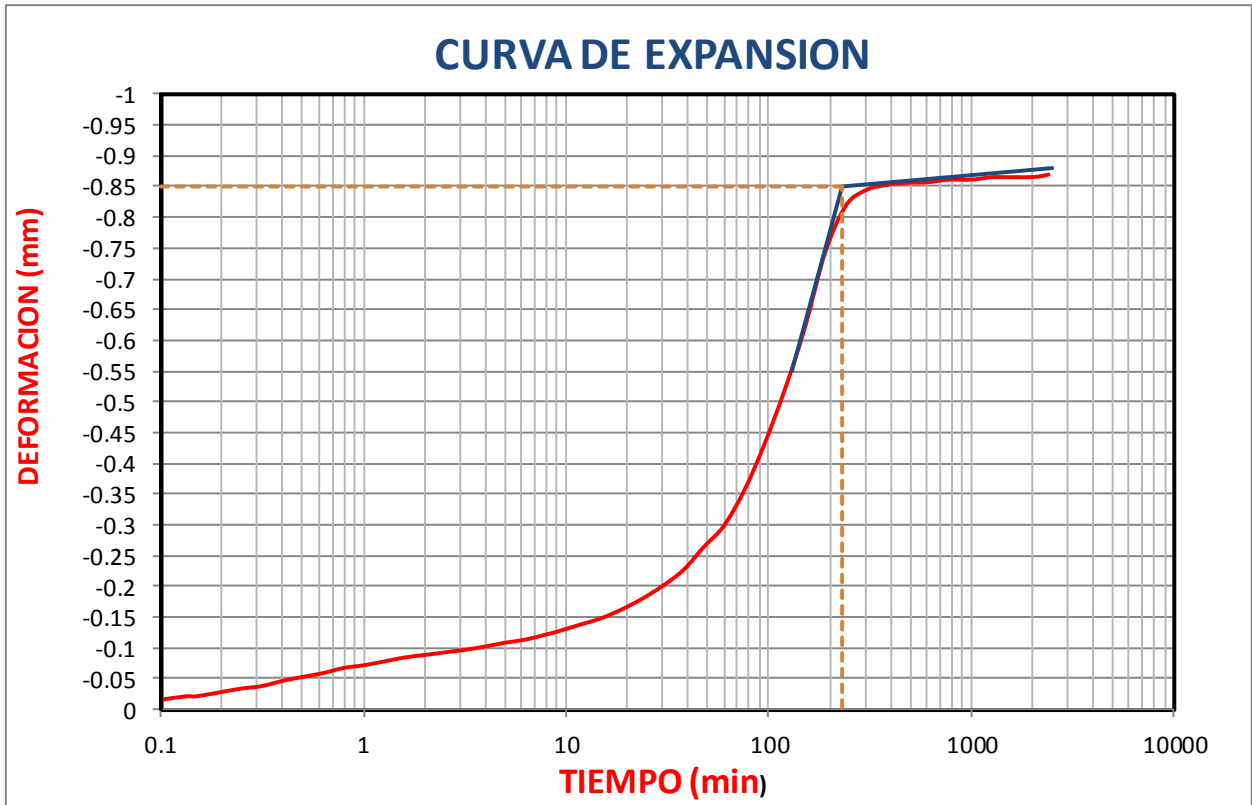
FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3
HORA DE INICIO: 16:00 PM

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.0000	0.097	0	0
	0.08	0.2887	0.084	-0.013	-0.013
	0.10	0.3162	0.081	-0.003	-0.016
	0.13	0.3651	0.076	-0.005	-0.021
	0.15	0.3873	0.076	0.000	-0.021
	0.20	0.4472	0.068	-0.007	-0.0281
	0.25	0.5000	0.063	-0.005	-0.034
	0.32	0.5627	0.059	-0.004	-0.038
	0.40	0.6325	0.050	-0.008	-0.046
	0.50	0.7071	0.044	-0.006	-0.053
	0.63	0.7958	0.038	-0.006	-0.059
	0.80	0.8944	0.029	-0.008	-0.067
	1.00	1.0000	0.025	-0.004	-0.071
	1.27	1.1255	0.019	-0.006	-0.078
	1.58	1.2583	0.013	-0.006	-0.084
	2.00	1.4142	0.008	-0.004	-0.088
	2.52	1.5864	0.004	-0.004	-0.092
	3.17	1.7795	0.000	-0.004	-0.097
	4.00	2.0000	-0.005	-0.005	-0.102
	5.03	2.2435	-0.012	-0.006	-0.108
	6.35	2.5199	-0.017	-0.005	-0.113
	8.00	2.8284	-0.025	-0.008	-0.122
	9.00	3.0000	-0.029	-0.004	-0.126
	12.00	3.4641	-0.042	-0.013	-0.139
	15.00	3.8730	-0.052	-0.010	-0.148
	19.00	4.3589	-0.066	-0.015	-0.163
	24.00	4.8990	-0.084	-0.018	-0.181
	30.00	5.4772	-0.104	-0.020	-0.201
	38.00	6.1644	-0.130	-0.026	-0.227
	48.00	6.9282	-0.168	-0.038	-0.265
60.00	7.7460	-0.202	-0.034	-0.298	
76.00	8.7178	-0.260	-0.059	-0.357	
95.00	9.7468	-0.334	-0.074	-0.431	
120.00	10.9545	-0.423	-0.089	-0.520	
151.00	12.2882	-0.525	-0.102	-0.622	
190.00	13.7840	-0.647	-0.122	-0.743	
240.00	15.4919	-0.722	-0.076	-0.819	
302.00	17.3781	-0.748	-0.025	-0.844	
381.00	19.5192	-0.756	-0.008	-0.853	
480.00	21.9089	-0.759	-0.003	-0.856	
605.00	24.5967	-0.760	-0.001	-0.857	
762.00	27.6043	-0.764	-0.004	-0.861	
960.00	30.9839	-0.764	0.000	-0.861	
1080.00	32.8634	-0.766	-0.001	-0.862	
1260.00	35.4965	-0.769	-0.003	-0.865	
1440.00	37.9473	-0.769	0.000	-0.865	
DIA 2	1680.00	40.9878	-0.769	0.000	-0.865
	1920.00	43.8178	-0.769	0.000	-0.865
	2160.00	46.4758	-0.770	-0.001	-0.866
	2400.00	48.9898	-0.773	-0.003	-0.869

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3
HORA DE INICIO: 16:00 PM



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.84 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.10 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.74 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.85 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	18.59 mm
INDICE DE EXPANSION EI	47.91

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calcial
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 17/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5
HORA DE INICIO: 11:08 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	42.30	65.70	74.63	68.15
MASA CAP+SUELO SECO	37.11	57.69	59.36	54.83
MASA CAPSULA	11.46	18.47	22.56	22.8
% DE HUMEDAD	20.23	20.42	41.49	41.59
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.33		41.54	

DATOS INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	151.86 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	66.19 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.54 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	85.67 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.18 mm
MASA MUESTRA SECA:	71.20 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.71 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71		

ALTURA DE SOLIDOS:	8.29 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	54.48 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.61 mm	VOLUMEN SOLIDOS	26.27 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.56 mm	VOLUMEN DE VACIOS	28.20 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.33 mm	SATURACION INICIAL	51.32
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.07	SATURACION FINAL	100.00
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.13		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.18 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.03 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.15 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	0.46 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.61 mm
INDICE DE EXPANSION EI	26.82

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m

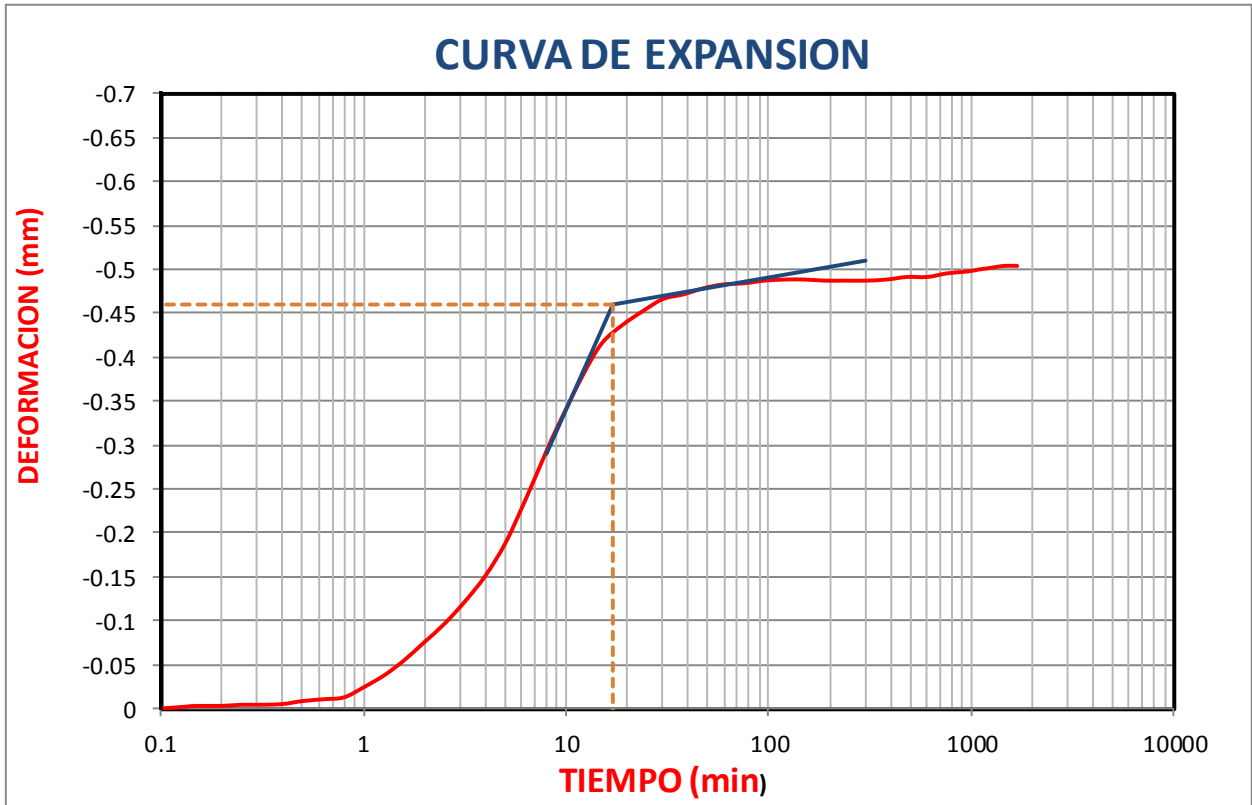
FECHA: 17/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENTO (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACION (mm)
DIA 1	0.00	0.000	0.027	0	0
	0.08	0.289	0.027	0.000	0.000
	0.10	0.316	0.027	0.000	0.000
	0.13	0.365	0.025	-0.002	-0.002
	0.15	0.387	0.024	-0.001	-0.003
	0.20	0.447	0.024	0.000	-0.0029
	0.25	0.500	0.023	-0.001	-0.004
	0.32	0.563	0.023	0.000	-0.004
	0.40	0.632	0.022	-0.001	-0.005
	0.50	0.707	0.019	-0.003	-0.008
	0.63	0.796	0.017	-0.002	-0.011
	0.80	0.894	0.015	-0.002	-0.013
	1.00	1.000	0.003	-0.011	-0.024
	1.27	1.125	-0.011	-0.014	-0.038
	1.58	1.258	-0.027	-0.017	-0.055
	2.00	1.414	-0.048	-0.021	-0.076
	2.52	1.586	-0.069	-0.021	-0.097
	3.17	1.780	-0.095	-0.025	-0.122
	4.00	2.000	-0.124	-0.029	-0.151
	5.03	2.244	-0.162	-0.038	-0.189
	6.35	2.520	-0.212	-0.050	-0.239
	8.00	2.828	-0.266	-0.054	-0.293
	9.00	3.000	-0.292	-0.026	-0.319
	12.00	3.464	-0.351	-0.059	-0.378
	15.00	3.873	-0.389	-0.038	-0.416
	19.00	4.359	-0.410	-0.021	-0.437
	24.00	4.899	-0.425	-0.016	-0.453
	30.00	5.477	-0.439	-0.013	-0.466
	38.00	6.164	-0.444	-0.005	-0.472
	48.00	6.928	-0.452	-0.007	-0.479
60.00	7.746	-0.456	-0.004	-0.483	
76.00	8.718	-0.457	-0.001	-0.484	
95.00	9.747	-0.460	-0.003	-0.487	
120.00	10.954	-0.461	-0.001	-0.488	
151.00	12.288	-0.461	0.000	-0.488	
190.00	13.784	-0.460	0.001	-0.487	
240.00	15.492	-0.460	0.000	-0.487	
302.00	17.378	-0.460	0.000	-0.487	
381.00	19.519	-0.461	-0.001	-0.488	
480.00	21.909	-0.464	-0.003	-0.491	
605.00	24.597	-0.464	0.000	-0.491	
762.00	27.604	-0.468	-0.004	-0.496	
960.00	30.984	-0.470	-0.002	-0.498	
1080.00	32.863	-0.473	-0.002	-0.500	
1260.00	35.496	-0.475	-0.002	-0.502	
1440.00	37.947	-0.477	-0.002	-0.504	
1680.00	40.988	-0.477	0.000	-0.504	
DIA 2					

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 17/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 5



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.18 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.03 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.15 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.46 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.61 mm
INDICE DE EXPANSION EI	26.82

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical	FECHA: 17/02/2014
MUESTRA: P3	TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
PROFUNDIDAD: 2m	% ESTABILIZANTE: 7
NORMA: ASTM D 4546	HORA DE INICIO: 10:35 AM

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	115.11	117.78	62.53	76.12
MASA CAP+SUELO SECO	103.69	105.03	50.67	60.38
MASA CAPSULA	48.19	43.63	22.31	22.58
% DE HUMEDAD	20.58	20.77	41.82	41.64
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.67		41.73	

DATOS INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO+ MUESTRA HUMEDA:	147.22 gr	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	86.05 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.45 mm
MASA MUESTRA SECA:	71.31 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71		

	UNID.		UNID.
ALTURA DE SOLIDOS:	8.32 mm	VOLUMEN DE MUESTRA IN.	55.18 cm ³
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA:	17.74 mm	VOLUMEN SOLIDOS	26.31 cm ³
ALTURA INICIAL DEL AGUA:	4.66 mm	VOLUMEN DE VACIOS	28.86 cm ³
ALTURA FINAL DEL AGUA:	9.41 mm	SATURACION INICIAL	51.07
RELACION DE VACIOS INICIAL:	1.10	SATURACION FINAL	99.95
RELACION DE VACIOS FINAL:	1.13		

ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.45 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA	0.09 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h1):	17.36 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh2):	0.38 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h2):	17.74 mm
INDICE DE EXPANSION EI	21.89

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 17/02/2014

MUESTRA: P3

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

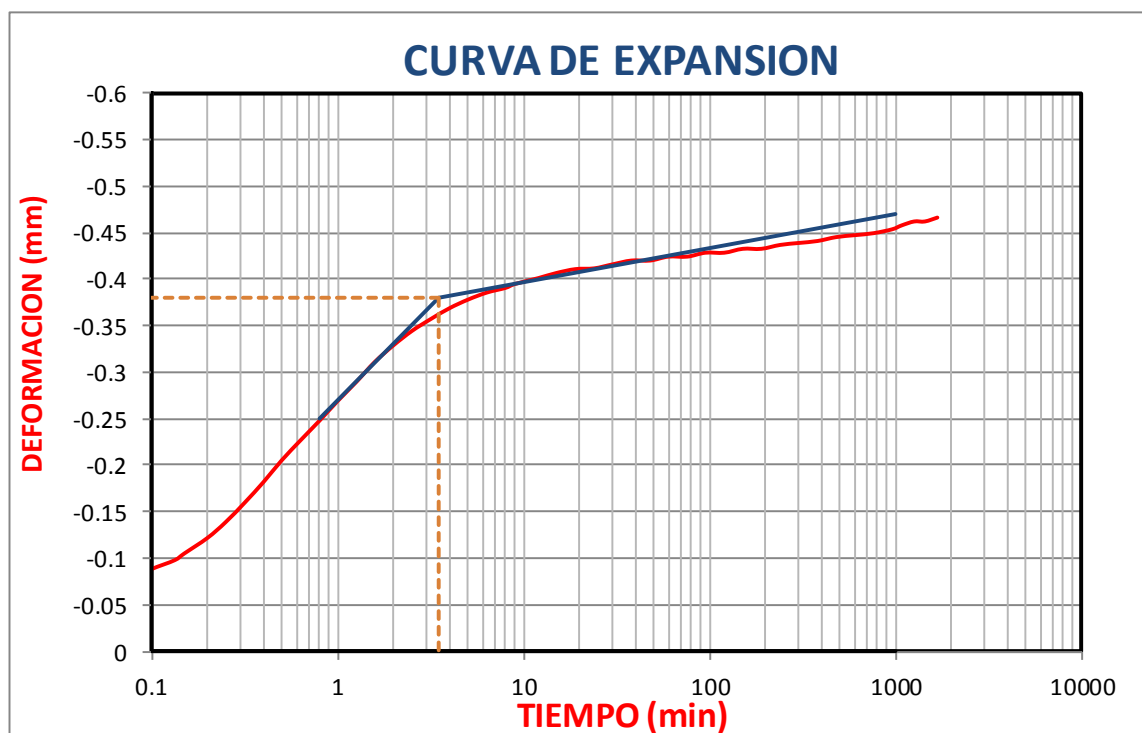
% ESTABILIZANTE: 7

DIA	TIEMPO MINUTOS	\sqrt{t}	DEFORMACION		
			INCREMENT O (mm)	DIFERENCIA (mm)	DEFORMACI ON (mm)
DIA 1	0.00	0.000	0.092	0	0
	0.08	0.289	0.013	-0.080	-0.080
	0.10	0.316	0.004	-0.008	-0.088
	0.13	0.365	-0.005	-0.010	-0.098
	0.15	0.387	-0.013	-0.007	-0.105
	0.20	0.447	-0.029	-0.017	-0.1218
	0.25	0.500	-0.046	-0.017	-0.139
	0.32	0.563	-0.067	-0.021	-0.160
	0.40	0.632	-0.089	-0.022	-0.182
	0.50	0.707	-0.113	-0.023	-0.205
	0.63	0.796	-0.134	-0.022	-0.227
	0.80	0.894	-0.155	-0.021	-0.248
	1.00	1.000	-0.176	-0.021	-0.269
	1.27	1.125	-0.197	-0.021	-0.290
	1.58	1.258	-0.218	-0.021	-0.311
	2.00	1.414	-0.236	-0.018	-0.329
	2.52	1.586	-0.252	-0.016	-0.344
	3.17	1.780	-0.265	-0.013	-0.357
	4.00	2.000	-0.276	-0.012	-0.369
	5.03	2.244	-0.286	-0.009	-0.378
	6.35	2.520	-0.293	-0.008	-0.386
	8.00	2.828	-0.298	-0.005	-0.391
	9.00	3.000	-0.302	-0.004	-0.395
	12.00	3.464	-0.309	-0.006	-0.401
	15.00	3.873	-0.314	-0.005	-0.407
	19.00	4.359	-0.318	-0.004	-0.411
	24.00	4.899	-0.319	-0.001	-0.412
	30.00	5.477	-0.323	-0.004	-0.416
	38.00	6.164	-0.328	-0.004	-0.420
	48.00	6.928	-0.328	0.000	-0.420
	60.00	7.746	-0.332	-0.004	-0.424
	76.00	8.718	-0.332	0.000	-0.424
	95.00	9.747	-0.336	-0.004	-0.428
120.00	10.954	-0.336	0.000	-0.428	
151.00	12.288	-0.340	-0.004	-0.433	
190.00	13.784	-0.340	0.000	-0.433	
240.00	15.492	-0.344	-0.004	-0.437	
302.00	17.378	-0.347	-0.002	-0.439	
381.00	19.519	-0.349	-0.002	-0.441	
480.00	21.909	-0.353	-0.004	-0.445	
605.00	24.597	-0.355	-0.002	-0.447	
762.00	27.604	-0.357	-0.002	-0.449	
960.00	30.984	-0.361	-0.004	-0.454	
1080.00	32.863	-0.365	-0.004	-0.458	
1260.00	35.496	-0.370	-0.004	-0.462	
1440.00	37.947	-0.370	0.000	-0.462	
1680.00	40.988	-0.374	-0.004	-0.466	
DIA 2					

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 17/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 7



ALTURA INICIAL DE ESPECIMEN (Δ):	17.45 mm
COMPRESION DEL ESPECIMEN APLICADA LA CARGA (Δh_1):	0.09 mm
ALTURA DEL ESPECIMEN (h_1):	17.36 mm
CAMBIO DE ALTURA EN LA EXPANSION (Δh_2):	0.38 mm
ALTURA FINAL DEL ESPECIMEN (h_2):	17.74 mm
INDICE DE EXPANSION EI	21.89

Anexos 9: Ensayo de Lambe

- Muestras inalteradas
 - Pozo 1-1m

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

FECHA: 14/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	660.89 gr	ANILLO NUMERO:	25
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	137.1 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	24.96 mm
MASA MUESTRA SECA:	117.73 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	78.80
SATURACION:	56.35		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	55.86	55.47	79.94	78.6
MASA CAP+SUELO SECO	50.49	50.29	64.92	63.17
MASA CAPSULA	18.48	18.17	20.93	18.42
% DE HUMEDAD	16.78	16.13	34.14	34.48
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.45		34.31	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	30.25 LB
LECTURA 24H:	100.56 LB

expansion: 1.319 kg/cm²

o Pozo 2-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 14/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	654.12 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	130.33 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	24.01 mm
MASA MUESTRA SECA:	111.60 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.80
SATURACION:	55.60		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	51.73	50.33	54.19	49.99
MASA CAP+SUELO SECO	46.88	45.61	44.69	41.81
MASA CAPSULA	17.72	17.73	17.8	18.09
% DE HUMEDAD	16.63	16.93	35.33	34.49
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.78		34.91	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	32.87 LB
LECTURA 24H:	100.89 LB
σexpansion:	1.323 kg/cm ²

o Pozo 3-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 21/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	654.09 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	130.3 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.96 mm
MASA MUESTRA SECA:	111.97 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.64
SATURACION:	54.90		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	65.31	58.92	64.27	71.13
MASA CAP+SUELO SECO	57.69	53.29	52.44	58.02
MASA CAPSULA	11.49	18.63	18.02	19.62
% DE HUMEDAD	16.49	16.24	34.37	34.14
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.37		34.26	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	28.96 LB
LECTURA 24H:	103.29 LB

σ_{expansion}: 1.358 kg/cm²

- Pozo 1-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 23/10/2013

MUESTRA INALTERADA

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	642.51 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	125.71 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.45 mm
MASA MUESTRA SECA:	109.26 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	73.33
SATURACION:	50.06		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	60.08	67.02	81.2	71.35
MASA CAP+SUELO SECO	54.58	60.67	65.48	58.09
MASA CAPSULA	18.02	18.55	18.58	18.41
% DE HUMEDAD	15.04	15.08	33.52	33.42
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.06		33.47	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	40.18 LB
LECTURA 24H:	120.89 LB
 σexpansion:	 1.627 kg/cm²

o Pozo 2-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4546

FECHA: 25/10/2013

CONDICIONES INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	649.76 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	125.97 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.49 mm
MASA MUESTRA SECA:	106.14 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.16
SATURACION:	58.16		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	51.25	46.07	66.64	52.33
MASA CAP+SUELO SECO	46.08	41.71	54.27	43.58
MASA CAPSULA	18	18.72	18.45	18.09
% DE HUMEDAD	18.41	18.96	34.53	34.33
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.69		34.43	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	40.57 LB
LECTURA 24H:	106.98 LB

σexpansion: 1.411 kg/cm²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 24/10/2013

MUESTRA: P3

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA: ASTM D 4829

MUESTRA INALTERADA**CONDICIONES INICIALES**

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	659.17 gr	ANILLO NUMERO:	25
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	135.38 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	24.86 mm
MASA MUESTRA SECA:	114.20 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	78.48
SATURACION:	59.85		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	75.64	50.42	48.96	47.12
MASA CAP+SUELO SECO	66.71	44.94	41.48	39.99
MASA CAPSULA	18.22	15.6	18.11	18.09
% DE HUMEDAD	18.42	18.68	32.01	32.56
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.55		32.28	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	41.25 LB
LECTURA 24H:	110.28 LB
$\sigma_{\text{expansion}}$:	1.459 kg/cm ²

- Muestras alteradas
 - Pozo 1-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m

FECHA: 08/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	643.97 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	120.18 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.49 mm
MASA MUESTRA SECA:	102.25 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.16
SATURACION:	50.41		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	61.99	74.35	68.47	64.66
MASA CAP+SUELO SECO	55.55	66.06	55.1	52.32
MASA CAPSULA	18.62	19.06	18.24	17.68
% DE HUMEDAD	17.44	17.64	36.27	35.62
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.54		35.95	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	35.52 LB
LECTURA 24H:	128.45 LB

oexpansion: 1.720 kg/cm²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 08/01/2014

MUESTRA: P1

TIPO ESTABILIZANTE: CAL

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 3

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	644.7 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	120.91 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.74 mm
MASA MUESTRA SECA:	102.09 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.95
SATURACIÓN:	51.68		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	68.11	69.11	57.26	66.25
MASA CAP+SUELO SECO	60.38	61.24	47.08	53.58
MASA CAPSULA	18.3	18.72	18.35	18.3
% DE HUMEDAD	18.37	18.51	35.43	35.91
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.44		35.67	

ENSAYO**UNID.**

LECTURA INICIAL:	8.93 LB
LECTURA 2H:	24.42 LB
LECTURA 24H:	32.67 LB
	23.74
σ expansion:	0.342 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	642.75 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	118.96 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.74 mm
MASA MUESTRA SECA:	100.38 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.95
SATURACION:	50.12		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	70.42	82.34	60.79	57.33
MASA CAP+SUELO SECO	62.35	72.34	49.43	46.68
MASA CAPSULA	18.55	18.55	18.82	18.42
% DE HUMEDAD	18.42	18.59	37.11	37.69
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.51		37.40	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.99 LB
LECTURA 2H:	28.08 LB
LECTURA 24H:	29.88 LB
	20.89
σexpansion:	0.3007789 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA:

FECHA: 10/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 7

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	637.92 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	114.13 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.89 mm
MASA MUESTRA SECA:	96.03 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.65	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.26
SATURACION:	50.24		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	66.25	59.6	83.83	83.47
MASA CAP+SUELO SECO	58.7	53.04	67.37	67.39
MASA CAPSULA	18.55	18.32	22.65	22.49
% DE HUMEDAD	18.80	18.89	36.81	35.81
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.85		36.31	

	UNID.
LECTURA INICIAL:	45.12 LB
LECTURA 2H:	42.07 LB
LECTURA 24H:	57.11 LB
	11.99
σexpansion:	0.1726347 kg/cm ²

o Pozo 2-1m

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA: 13/01/2014

MUESTRA: P22

TIPO ESTABILIZANTE: CAL

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 0

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	648.04 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	124.25 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	24.38 mm
MASA MUESTRA SECA:	105.86 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	VOLUMEN DE LA MUESTRA	76.97 cm ³
SATURACION:	50.30	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	113.59	113.29	80.83	86.06
MASA CAP+SUELO SECO	100.1	99.9	65.61	69.58
MASA CAPSULA	22.49	22.78	22.78	22.49
% DE HUMEDAD	17.38	17.36	35.54	35.00
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.37		35.27	

ENSAYO

UNID.

LECTURA INICIAL: 8.99 LB

LECTURA 2H: 63.75 LB

LECTURA 24H: 119.1 LB

110.11

σ expansion: 1.585 kg/cm²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 02/04/2014

MUESTRA: P2

TIPO ESTABILIZANTE: CAL

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 3

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	642.83 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	119.04 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.72 mm
MASA MUESTRA SECA:	100.74 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	VOLUMEN DE LA MUESTRA	74.88 cm ³
SATURACION:	50.24		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	60.95	55.92	80.83	86.06
MASA CAP+SUELO SECO	54.33	50.15	65.79	69.53
MASA CAPSULA	17.72	18.55	22.78	22.49
% DE HUMEDAD	18.08	18.26	34.97	35.14
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.17		35.05	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	40.12 LB
LECTURA 2H:	89.21 LB
LECTURA 24H:	97.11 LB
	56.99
σ expansion:	0.82055478 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 15/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	643.9 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	120.11 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	24.05 mm
MASA MUESTRA SECA:	101.39 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	75.92 cm ³
SATURACION:	50.29	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	75.77	88.5	83.44	85.54
MASA CAP+SUELO SECO	66.8	77.6	66.21	67.59
MASA CAPSULA	18.29	18.5	18.71	18.4
% DE HUMEDAD	18.49	18.44	36.27	36.49
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.47		36.38	

	UNID.
LECTURA INICIAL:	45.69 LB
LECTURA 2H:	89.21 LB
LECTURA 24H:	96.74 LB
	51.05
σexpansion:	0.73502933 kg/cm²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 15/01/2014

MUESTRA: P2

TIPO ESTABILIZANTE: CAL

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 7

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	638.03 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	114.24 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.08 mm
MASA MUESTRA SECA:	96.26 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.62	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.86 cm ³
SATURACION:	49.78	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	63.52	75.31	73.94	78.43
MASA CAP+SUELO SECO	56.42	66.35	59.21	62.15
MASA CAPSULA	18.18	18.68	18.34	17.71
% DE HUMEDAD	18.57	18.80	36.04	36.63
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.68		36.34	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	41.2 LB
LECTURA 2H:	84.81 LB
LECTURA 24H:	86.62 LB
	45.42
σ expansion:	0.65396733 kg/cm ²

○ Pozo 3-1m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 1m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 17/01/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CAL
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	640.11 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.97 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	116.14 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.89 mm
MASA MUESTRA SECA:	98.51 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	72.26 cm ³
SATURACION:	50.45	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	65.67	66.06	84.62	84.09
MASA CAP+SUELO SECO	58.47	58.85	67.05	66.95
MASA CAPSULA	18.27	18.55	18.53	18.46
% DE HUMEDAD	17.91	17.89	36.21	35.35
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.90		35.78	

DES. SECA

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	61.41 LB
LECTURA 24H:	121.56 LB
	112.59
σexpansion:	1.621 kg/cm²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 17/03/2014

MUESTRA: P3

TIPO ESTABILIZANTE: CAL

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 3

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	637.78 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	113.99 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.48 mm
MASA MUESTRA SECA:	96.15 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	70.97 cm ³
SATURACION:	51.64	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	79.01	59.89	78.94	84.58
MASA CAP+SUELO SECO	69.53	53.41	62.71	67.09
MASA CAPSULA	18.62	18.36	18.67	17.76
% DE HUMEDAD	18.62	18.49	36.85	35.46
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.55		36.15	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	41.21 LB
LECTURA 2H:	89.38 LB
LECTURA 24H:	94.12 LB
	52.91
$\sigma_{\text{expansion}}$:	0.76181003 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 20/01/2014

MUESTRA: P3

TIPO ESTABILIZANTE: CAL

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 5

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	637.09 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	113.3 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.48 mm
MASA MUESTRA SECA:	95.48 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	VOLUMEN DE LA MUESTRA	70.97 cm ³
SATURACION:	51.20		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	56.96	41.23	56.23	58.15
MASA CAP+SUELO SECO	50.89	37.59	46.5	47.71
MASA CAPSULA	18.02	18.29	18.96	18.11
% DE HUMEDAD	18.47	18.86	35.33	35.27
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.66		35.30	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	40.11 LB
LECTURA 2H:	84.21 LB
LECTURA 24H:	87.01 LB
	46.9
σ expansion:	0.6752767 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 20/01/2014

MUESTRA: P3

TIPO ESTABILIZANTE: CAL

PROFUNDIDAD: 1m

% ESTABILIZANTE: 7

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	636.15 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	112.36 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.48 mm
MASA MUESTRA SECA:	94.47 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.64	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	70.97 cm ³
SATURACION:	50.85	RADIO DE LA PALANCA:	10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	56.23	74.23	89.63	65.98
MASA CAP+SUELO SECO	50.19	65.41	71.81	54.42
MASA CAPSULA	18.22	18.96	22.23	22.59
% DE HUMEDAD	18.89	18.99	35.94	36.32
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.94		36.13	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	41.25 LB
LECTURA 2H:	80.15 LB
LECTURA 24H:	83.19 LB
	41.94
σ expansion:	0.60386151 kg/cm ²

○ Pozo 1-2m

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA : 22/01/2013

MUESTRA : P1

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 0

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	646.36 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	122.57 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.74 mm
MASA MUESTRA SECA:	104.23 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	VOLUMEN DE LA MUESTRA	74.95 cm ³
SATURACION:	50.46		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	67.87	42.43	82.3	79.34
MASA CAP+SUELO SECO	59.99	38.4	66.81	64.59
MASA CAPSULA	15.6	15.29	22.61	22.56
% DE HUMEDAD	17.75	17.44	35.05	35.09
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.60		35.07	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.98 LB
LECTURA 2H:	61.99 LB
LECTURA 24H:	153.63 LB
	144.65
σ expansion:	2.08270308 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P1
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 3

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	644.82 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	121.03 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.74 mm
MASA MUESTRA SECA:	102.12 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	VOLUMEN DE LA MUESTRA:	74.95 cm ³
SATURACION:	50.93		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	62.45	56.39	68.53	87.49
MASA CAP+SUELO SECO	55.58	49.41	55.14	69.12
MASA CAPSULA	18.54	11.64	17.68	18.99
% DE HUMEDAD	18.55	18.48	35.74	36.64
PROMEDIO % DE HUMEDAD	18.51		36.19	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	42.05 LB
LECTURA 2H:	95.06 LB
LECTURA 24H:	106.7 LB
	64.65
σexpansion:	0.93084517 kg/cm²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 02/04/2014

MUESTRA: P1

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 5

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	639.54 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	115.75 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.19 mm
MASA MUESTRA SECA:	96.84 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		VOLUMEN DE LA MUESTRA	73.21 cm ³
SATURACION:	50.64			10:01

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	55.7	79.89	116.98	111.8
MASA CAP+SUELO SECO	48.45	69.97	100.04	95
MASA CAPSULA	11.42	19.03	53.47	49.03
% DE HUMEDAD	19.58	19.47	36.38	36.55
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.53		36.46	

ENSAYO

	UNID.
LECTURA INICIAL:	44.57 LB
LECTURA 2H:	70.88 LB
LECTURA 24H:	75.51 LB
	30.94
$\sigma_{\text{expansion}}$:	0.44548105 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 24/01/2014

MUESTRA: P1

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 7

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	637.54 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	113.75 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.19 mm
MASA MUESTRA SECA:	94.84 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	VOLUMEN DE LA MUESTRA	73.21 cm ³
SATURACION:	49.66		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	55.36	49.63	116.98	111.8
MASA CAP+SUELO SECO	49.29	44.46	99.74	94.58
MASA CAPSULA	18.96	18.45	53.47	49.03
% DE HUMEDAD	20.01	19.88	37.26	37.80
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.95		37.53	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	41.29 LB
LECTURA 2H:	63.22 LB
LECTURA 24H:	57.91 LB
	16.62
$\sigma_{\text{expansion}}$:	0.23929848 kg/cm ²

o Pozo 2-2m

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P2
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 10/02/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	642.29 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	118.5 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.93 mm
MASA MUESTRA SECA:	100.73 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	VOLUMEN DE LA MUESTRA	72.39 cm ³
SATURACION:	50.65		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	104.03	105.38	99.33	78.01
MASA CAP+SUELO SECO	91.89	92.9	79.05	64.41
MASA CAPSULA	22.61	22.61	22.31	22.59
% DE HUMEDAD	17.52	17.76	35.74	32.52
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.64		34.13	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.99 LB
LECTURA 2H:	75.77 LB
LECTURA 24H:	161.87 LB
	152.88
σexpansion:	2.20120047 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 10/02/2014

MUESTRA: P2

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 3

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	151.19 gr	UNID.	ANILLO NUMERO:	3
MASA DE ANILLO:	61.17 gr		DIAMETRO ANILLO:	63.45 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	90.02 gr		ALTURA INICIAL MUESTRA:	17.83 mm
MASA MUESTRA SECA:	75.40 gr		AREA DE LA MUESTRA:	31.62 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7		VOLUMEN DE LA MUESTRA	56.38 cm ³
SATURACION:	51.40			

	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
CONTENIDO DE HUMEDAD				
MASA CAP+SUELO HUMEDO	59.42	53.59	78.08	68.97
MASA CAP+SUELO SECO	52.73	46.76	63.69	57.02
MASA CAPSULA	18.21	11.58	22.31	22.6
% DE HUMEDAD	19.38	19.41	34.78	34.72
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.40		34.75	

ENSAYO**UNID.**

LECTURA INICIAL: 38.6 LB

LECTURA 2H: 78.63 LB

LECTURA 24H: 97.01 LB

58.41σ_{expansion}: **0.83967533** kg/cm²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

MUESTRA: P2

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 02/04/2014

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	638.23 gr	ANILLO NUMERO:	2
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.4 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	114.44 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	22.94 mm
MASA MUESTRA SECA:	95.28 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.57 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	VOLUMEN DE LA MUESTRA	72.42 cm ³
SATURACION:	51.61		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	56.06	51.22	66.43	77.59
MASA CAP+SUELO SECO	49.74	45.74	53.75	62.61
MASA CAPSULA	18.25	18.55	18.56	20.86
% DE HUMEDAD	20.07	20.15	36.03	35.88
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.11		35.96	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.82 LB
LECTURA 2H:	58.94 LB
LECTURA 24H:	64.23 LB
	55.41
σ expansion:	0.79780558 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 12/03/2014

MUESTRA: P2

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 7

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	154.2 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	88.78 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.06 mm
MASA MUESTRA SECA:	73.60 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.7	VOLUMEN DE LA MUESTRA	56.92 cm ³
SATURACION:	51.17		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	95.56	59.62	59.48	67.44
MASA CAP+SUELO SECO	83.05	52.61	48.75	54.56
MASA CAPSULA	22.52	18.55	18.72	18.22
% DE HUMEDAD	20.67	20.58	35.73	35.44
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.62		35.59	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.91 LB
LECTURA 2H:	49.25 LB
LECTURA 24H:	55.45 LB
	46.54
σ expansion:	0.67115152 kg/cm ²

○ Pozo 3-2m

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE LAMBE

LOCALIZACIÓN: Tosagua- Calcical

FECHA : 14/02/2014

MUESTRA : P3

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 0

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	634.99 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	516.8 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	118.19 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.11 mm
MASA MUESTRA SECA:	100.56 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA	72.27 cm ³
SATURACION:	50.14		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	59.33	57.07	52.94	62.96
MASA CAP+SUELO SECO	53.29	51.26	43.98	49.67
MASA CAPSULA	18.42	18.52	18.2	11.61
% DE HUMEDAD	17.32	17.75	34.76	34.92
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.53		34.84	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.97 LB
LECTURA 2H:	99.12 LB
LECTURA 24H:	150.28 LB
	141.31
σ expansion:	2.05400556 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXPANSIÓN LIBRE

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical
MUESTRA: P3
PROFUNDIDAD: 2m
NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 02/04/2014
TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO
% ESTABILIZANTE: 0

CONDICIONES INICIALES

MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	639.68 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	115.89 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.11 mm
MASA MUESTRA SECA:	97.10 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA	72.27 cm ³
SATURACION:	51.56		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	95.47	87.59	67.85	79.19
MASA CAP+SUELO SECO	83.68	77.15	56.41	64.62
MASA CAPSULA	22.96	22.99	22.79	22.61
% DE HUMEDAD	19.42	19.28	34.03	34.68
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.35		34.35	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	9.01 LB
LECTURA 2H:	57 LB
LECTURA 24H:	64.62 LB
	55.61
σexpansion:	0.80831682 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

MUESTRA: P3

PROFUNDIDAD: 2m

NORMA: ASTM D 4829

FECHA: 17/02/2014

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

% ESTABILIZANTE: 5

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	156.52 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	65.42 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.35 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	91.1 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	18.37 mm
MASA MUESTRA SECA:	75.68 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.52 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA	57.90 cm ³
SATURACION:	51.44		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	102.22	72.27	62.15	61.29
MASA CAP+SUELO SECO	88.8	63.84	50.83	50.06
MASA CAPSULA	22.81	22.54	18.51	18.55
% DE HUMEDAD	20.34	20.41	35.02	35.64
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.37		35.33	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	8.96 LB
LECTURA 2H:	50.86 LB
LECTURA 24H:	52.99 LB
	44.03
σ expansion:	0.63495491 kg/cm ²

INFORME DE ENSAYO**ENSAYO DE LAMBE**

LOCALIZACIÓN: Tosagua-Calical

FECHA: 17/02/2014

MUESTRA: P3

TIPO ESTABILIZANTE: CEMENTO

PROFUNDIDAD: 2m

% ESTABILIZANTE: 7

NORMA: ASTM D 4829

CONDICIONES INICIALES

	UNID.		UNID.
MASA ANILLO + MUESTRA HUMEDA:	636.39 gr	ANILLO NUMERO:	1
MASA DE ANILLO:	523.79 gr	DIAMETRO ANILLO:	63.1 mm
MASA MUESTRA HUMEDA:	112.6 gr	ALTURA INICIAL MUESTRA:	23.11 mm
MASA MUESTRA SECA:	93.32 gr	AREA DE LA MUESTRA:	31.27 cm ²
GRAVEDAD ESPECIFICA:	2.71	VOLUMEN DE LA MUESTRA	72.27 cm ³
SATURACION:	50.96		

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIO DE LA PRUEBA		FINAL DE LA PRUEBA	
MASA CAP+SUELO HUMEDO	71.54	78.4	69.79	69.84
MASA CAP+SUELO SECO	62.48	68.11	57.32	57.24
MASA CAPSULA	18.41	18.54	22.51	22.63
% DE HUMEDAD	20.56	20.76	35.82	36.41
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.66		36.11	

ENSAYO	UNID.
LECTURA INICIAL:	9.36 LB
LECTURA 2H:	46.56 LB
LECTURA 24H:	49.68 LB
	40.32
σ expansion:	0.58606966 kg/cm ²

Anexos 9: Ensayo de expansión libre en probeta

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO HINCHAMIENTO LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 23/09/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 1m

EXPANSION LIBRE

PROBETA 1	
Vol. Inicial (cm3)	11
Vol. Final (cm3)	18
E.L.	63.64

$$E.L = (V_f - V_o) / V_o * 100 \quad 63.64$$

EXPANSION LIBRE MODIFICADA

PROBETA 2	
Masa (gr)	10
Gs	2.65
Vol. Inicial (cm3)	3.77
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	4.3

$$E.L = ((V_f - V_s) / V_s) * 100 \quad 4.3$$

HINCHAMIENTO LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 23/09/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 1m

EXPANSION LIBRE

PROBETA 1	
Vol. Inicial (cm3)	11
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	81.82

$$E.L = (V_f - V_o) / V_o * 100 \quad 81.82$$

EXPANSION LIBRE MODIFICADA

PROBETA 2	
Masa (gr)	10
Gs	2.62
Vol. Inicial (cm3)	3.82
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	4.24

$$E.L = ((V_f - V_s) / V_s) * 100 \quad 4.24$$

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO HINCHAMIENTO LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calical

FECHA : 24/09/2013

MUESTRA : P3

PROFUNDIDAD: 1m

EXPANSION LIBRE

PROBETA 1	
Vol. Inicial (cm3)	10
Vol. Final (cm3)	19
E.L.	90.00

$$E.L = (V_f - V_o) / V_o * 100 \quad 90.00$$

EXPANSION LIBRE MODIFICADA

PROBETA 2	
Masa (gr)	10
Gs	2.64
Vol. Inicial (cm3)	3.79
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	4.28

$$E.L = ((V_f - V_s) / V_s) * 100 \quad 4.28$$

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO HINCHAMIENTO LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 24/09/2013

MUESTRA : P1

PROFUNDIDAD: 2m

EXPANSION LIBRE

PROBETA 1	
Vol. Inicial (cm3)	11
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	81.82

$$E.L. = (V_f - V_o) / V_o * 100 \quad 81.82$$

EXPANSION LIBRE MODIFICADA

PROBETA 2	
Masa (gr)	10
Gs	2.7
Vol. Inicial (cm3)	3.70
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	4.4

$$E.L. = ((V_f - V_s) / V_s) * 100 \quad 4.4$$

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO HINCHAMIENTO LIBRE

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 25/09/2013

MUESTRA : P2

PROFUNDIDAD: 2m

EXPANSION LIBRE

PROBETA 1	
Vol. Inicial (cm3)	11
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	45.00

$$E.L. = (V_f - V_o) / V_o * 100 \quad 45.00$$

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

HINCHAMIENTO EL LIBRO

LOCALIZACIÓN : Tosagua- Calcical

FECHA : 25/09/2013

MUESTRA : P3

NORMA:

PROFUNDIDAD: 2m

EXPANSION LIBRE

PROBETA 1	
Vol. Inicial (cm3)	11
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	81.82

$$E.L. = (V_f - V_o) / V_o * 100 \quad 81.82$$

EXPANSION LIBRE MODIFICADA

PROBETA 2	
Masa (gr)	10
Gs	2.71
Vol. Inicial (cm3)	3.69
Vol. Final (cm3)	20
E.L.	4.42

$$E.L. = ((V_f - V_s) / V_s) * 100 \quad 4.42$$

Anexos 10: Análisis químico de suelo, pozo 1-1m



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA, MINAS, PETRÓLEOS Y AMBIENTAL

LABFIGEMPA
INFORME DE RESULTADOS.

1. RESULTADOS ANALITICOS:

Identificación de la muestra:		SUELO: TOSAGUA			
Parámetros	Unidad	Valor	Método Aplicado	Fechas de ensayo	
				Inicial	Final
* Materia Orgánica	%	0,22	Método Interno Walkley- Black	14-03-12	14-03-14
* Sulfatos	mg/Kg	2039,73	Método Interno	14-03-10	14-03-12

Los ensayos marcados sin (*) están incluidos en el alcance de acreditación Nº OAE LE 2C 06-011

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

U= Incertidumbre

El presente informe solo afecta a los objetos sometidos a ensayo. Muestras detalladas según especificación del cliente

Nos responsabilizamos solamente de los análisis de las muestras recibidas en el LABFIGEMPA.

Documento válido únicamente con el sello seco de la institución. El LABFIGEMPA no se responsabiliza de la reproducción parcial o total del mismo.

2. RESPONSABLES DEL ANALISIS: GC, AM


Quím. GABRIEL CEVALLOS GONZALEZ
Director encargado LABFIGEMPA

Anexos 11: Difracción de rayos X, pozo 1-1m



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

Resultados de Análisis

Referencia: ST- 6502 (RM-7648)

Fecha: 20/12/2013

Muestras recibidas: Una muestra sólida denominada:

Muestra 1: MUESTRA TOSAGUA CALCICAL* (Código cliente)

Resultados Análisis por Difracción de Rayos X

La determinación de los compuestos con cristalización definida presentes en las muestras se realizó empleando el Difractómetro D8 ADVANCE, y el programa Diffrac plus para cualificación y cuantificación. A continuación se detallan los resultados obtenidos del análisis:

Míneral	Formula	Muestra 1 Contenido (%)
Cuarzo	SiO ₂	10
Grupo plagioclasa (albita, andesina, anortita)	(Na,Ca)Al(Si,Al)Si ₂ O ₈	31
Montmorillonita (Grupo esmectitas)	(Na,Ca) _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ .nH ₂ O (Al,Mg, Na)(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀ .4H ₂ O	10
Cordierita	Mg ₂ Al ₄ Si ₅ O ₁₈	1
Muscovita	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	13
Pirofilita	Al(OH)Si ₂ O ₅	11
Caolinita	Al ₂ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄	10
Grupo zeolita (Heulandita)	X(YO ₂) _n .mH ₂ O Con X: Na,Ca, Ba, Sr, K, Mg, Li Y: Si, Al	1
Vermiculita	(Mg,Fe,Al) ₆ (OH) ₄ (Al,Si) ₈ O ₂₀ .4H ₂ O	10
Talco	Mg ₃ Fe(OH) ₂ Si ₄ O ₁₀	2
Cordierita	Mg ₂ Al ₄ Si ₅ O ₁₈	1

Nota: El límite de detección del equipo empleado es del 1% para compuestos con cristalización definida.

*La muestra presenta grandes contenidos de fase amorfa no cuantificados por esta técnica de análisis.


Ing. Ernesto de la Torre
Jefe de Departamento




Lic. Evelyn Criollo
Jefe de Laboratorios


Ing. Diana Endara PhD
Responsable

Anexos 12: Contenido mineralógico en función de la Actividad de las arcillas

Valores típicos de actividad según el contenido del mineral. (J. Nelson y D. Miller)

MINERAL	ACTIVIDAD	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
Caolinita	0.33-0.46	Nulo a Muy bajo
Ilita	0.9	Bajo
Montmorillonita (Na)	7.2	Alto
Montmorillonita (Ca)	1.5	Muy Alto

FUENTE: GUARDERAS Patricio, Estabilización de arcillas expansivas con el sistema CONSOLID.2001

Actividad de algunos minerales constituyentes de los suelos (SEED, WOORWARD)

MINERAL	ACTIVIDAD
Cuarzo	0
Halloysita	0.02-0.07
Metahalloysita	0.07-0.16
Calcita	0.18
Mica	0.23
Caolinita	0.01-0.41
Ilita	0.23-0.80
Atapulgita	0.57-1.23
Montmorillonita (Ca,Mg,K,NH4)	0.32-3.09
Montmorillonita (Na,Li)	1.12-11.5

FUENTE: JIMENEZ J, Geotecnia y Cimientos (Segunda Edición), Tomo I.

Valores típicos de actividad según el contenido mineral (Bowles).

MINERAL	ACTIVIDAD
Caolinita	0.4-0.5
Ilita	0.5-1.0
Montmorillonita	1.0-7.0

FUENTE: GUARDERAS Patricio, Estabilización de arcillas expansivas con el sistema CONSOLID.2001

Anexos 13: Parámetros para clasificar a los suelos expansivos

Typical Soil Properties versus Expansion potential

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INDICE DE EXPANSIÓN EI	0-20	21-50	51-90	91-130	130+
CONTENIDO DE ARCILLA (<0.002mm)	0-10%	10-15%	15-25%	25-35%	35-100%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0-10	10-15	15-25	25-35	35+
% DE EXPANSIÓN @ 6.9KPa	0-2	2-4	4-7	7-12	12+

FUENTE: DAY Robert W, Geotechnical engineer's portable handbook, 2000.

Correlations whit common soil tests (Adapted from Holtz 1969 an Gibbs 1969)

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	INDICE DE PLASTICIDAD	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO
BAJO	<18	>15	<39
MEDIO	15-28	10-16	39-50
ALTO	25-41	7-12	50-63
MUY ALTO	>35	<11	>63

FUENTE: CODUTO Donald P, Geotechnical engineering Principles and Practice, 1999.

Clasificación de potencial expansivo en base al % de finos, límites de consistencia, índice de Lambe, presión de hinchamiento y porcentaje de hinchamiento libre

GRADO	EXPANSIVIDAD	FINOS %	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE LAMBE KPa	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO KPa	HINCHAMIENTO LIBRE %
I	BAJA	<30	<35	<80	<25	<1
II	BAJA A MEDIA	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
III	MEDIA A ALTA	60-95	50-65	150-230	125-300	4-10
IV	MUY ALTA	>95	>65	>230	>300	>10

FUENTE: GONZALES DE VALLEJO, L.. *Ingeniería Geológica*(2004)