

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“DETERMINACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN SUELO DESPUÉS DE SER
ESTABILIZADO CON CAL Y LA INFLUENCIA DEL TIEMPO
DE CURADO”**

Por:

NELVI ALEMÁN RAMIREZ

**Proyecto presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
“JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico
de Licenciatura en Ingeniería Civil.**

Gestión 2015
TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“DETERMINACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN SUELO DESPUÉS DE SER
ESTABILIZADO CON CAL Y LA INFLUENCIA DEL TIEMPO
DE CURADO”**

Por:

NELVI ALEMÁN RAMIREZ

TARIJA – BOLIVIA

.....
M. Sc. Ing. Jhonny Mario Orgaz Fernández
DOCENTE CIV-502

.....
M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO
FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

.....
M. Sc. Ing. Silvana Paz Ramirez
VICEDECANA
FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Ing. Trinidad Cinthia Baldiviezo Montalvo.

.....
Ing. Wilson Roger Yucra Rivera

.....
Ing. Mario Enrique Aparicio Barrientos.

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi camino.

A mis padres y hermanos por darme ánimos en todo momento y su constante apoyo y ejemplo de perseverancia.

A mis amigos por enseñarme con su amistad a ser mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis docentes por compartir sus conocimientos y experiencias en todos mis años de estudio.

A mi casa superior de estudios:
UNIVERSIDAD AUTONOMA
“JUAN MISAEL SARACHO”

Por permitir mi formación en el campo de la ingeniería.

A toda mi familia por la comprensión en cada etapa de mi vida y que agradezco a Dios por tenerlos a mi lado.

PENSAMIENTO

“.....la especulación es un gran arte, vital para excitar vibraciones resonantes en otros y disminuir la energía libre del autor.....” (Handy et al., 1965).

ÍNDICE

Advertencia
Dedicatoria
Agradecimiento
Pensamiento

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN		Página
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	DISEÑO TEÓRICO.....	3
1.2.1	Planteamiento del Problema.	3
1.2.1.1	Situación problemática.....	3
1.2.1.2	Problema.	4
1.2.2	Objetivos de la Investigación.....	4
1.2.2.1	Objetivo general.	4
1.2.2.2	Objetivos específicos.	5
1.2.3	Hipótesis.	5
1.3	DISEÑO METODOLÓGICO.....	6
1.3.1	Definición de Variables Independientes y Dependientes.	6
1.3.1.1	Variables independientes.	6
1.3.1.2	Variables dependientes.....	6
1.3.1.3	Operacionalización de las variables.	6
1.3.2	Tipo de Investigación.....	7
1.3.3	Unidad de Estudio.....	8
1.3.4	Población.	8
1.3.5	Muestra.	8
1.3.6	Alcance de la Investigación.	8

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1	DEFINICIONES IMPORTANTES	9
2.2	FUNDAMENTO TEÓRICO.	9
2.2.1	Análisis Granulométrico por Mallas.....	9

2.2.2	Análisis Granulométrico con el Hidrómetro.....	10
2.2.3	Límites del Tamaño para Suelos.....	11
2.2.3.1	Límites de Atterberg.	12
2.2.4	Sistemas de Clasificación de Suelos.....	12
2.2.4.1	Sistema AASHTO.....	13
2.2.4.2	Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).....	14
2.2.4.3	Clasificación de suelos según su PH.....	17
2.2.5	Densidad.....	17
2.2.6	Compactación de Suelos.....	17
2.2.6.1	Prueba Proctor estándar.....	18
2.2.6.2	Prueba Proctor modificada.....	19
2.2.7	Definición de Cal.....	21
2.2.8	Cal Viva y Cal Hidratada.....	21
2.2.9	Tipos de Estabilización.....	21
2.2.10	Estabilización con Cal.....	22
2.2.11	Selección del Porcentaje Óptimo de Hidróxido de Calcio (Cal).....	25
2.2.12	Esfuerzo.....	28
2.2.13	Deformación.....	28
2.2.14	Límite de Elasticidad o Límite Elástico.....	28
2.2.15	Elasticidad y Módulo de Elasticidad.....	29
2.2.16	Prueba de Compresión Simple.....	30
2.2.17	Diagrama Esfuerzo – Deformación.....	30
2.2.17.1	Elementos de diagrama esfuerzo – deformación.....	31
2.2.18	Generalidades de Modelos Elastoplástico.....	32
2.2.19	Características de un Suelo Arcilloso.....	33
2.2.19.1	Suelos finos cohesivos.....	33
2.2.20	Importancia del Tiempo de Curado.....	34
2.2.21	Coefficiente de Restitución.....	34
2.2.21.1	Expresiones analíticas.....	36
2.2.22	Ciclos de Humedecimiento y Secado (Durabilidad).....	37

2.2.23	Justificación.....	38
2.2.24	Normativa.....	39

CAPÍTULO III. RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1	ANTECEDENTES GENERALES.....	40
3.2	RECONOCIMIENTO DEL SITIO DE APLICACIÓN.....	40
3.3	CRITERIOS A ESTABLECER.....	41
3.3.1	De Muestreo.....	41
3.3.2	De Caracterización.....	42
3.3.3	De ensayos a Realizar.....	42
3.4	SELECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CAL.....	42
3.5	CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES.....	44
3.5.1	Caracterización del Suelo Solo.....	45
3.5.1.1	Caracterización física.....	45
3.5.1.2	Caracterización mecánica.....	46
3.5.1.3	Caracterización química.....	46
3.5.2	Caracterización del Suelo Cal.....	47
3.5.2.1	Caracterización física.....	47
3.5.2.2	Caracterización mecánica.....	48
3.5.2.3	Caracterización química.....	49
3.5.3	Caracterización de la Cal.....	49
3.5.3.1	Caracterización química.....	49
3.5.4	Agua a Utilizar.....	49
3.6	PREPARACIÓN DEL SUELO SOLO.....	49
3.7	PREPARACIÓN DE LA MEZCLA SUELO-CAL.....	50
3.8	DETALLE DEL EQUIPO E INSTRUMENTOS A UTILIZAR SEGÚN NORMATIVA.....	52
3.8.1	Equipo Normalizado.....	52
3.8.2	Equipo no Normalizado.....	52
3.9	MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	52

3.10	ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE RELEVAMIENTO.....	53
3.11	PROCESOS PARA MUESTRO (ENSAYOS).....	53
3.12	CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES.	54
3.12.1	Contenido de Humedad (ASTM D2216).....	55
3.12.2	Análisis Granulométrico por Tamizado Método de Lavado (ASTM D422 AASHTO T88).	55
3.12.3	Análisis Granulométrico por Hidrómetro (ASTM D422).	56
3.12.4	Determinación del Límite Líquido (ASTM D4318 AASHTO T89).	59
3.12.5	Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad ASTM D4318 AASHTO T90).	60
3.12.6	Determinación del Peso Específico de los Suelos (ASTM D854 AASHTO T100)	60
3.12.7	Ensayo de Compactación (Procctor modificado método “A”) (AASHTO T272)	62
3.12.8	Determinación de la Relación de Soporte del Suelo en Laboratorio (CBR de laboratorio) (ASTM D1883 AASHTO T193).	63
3.12.9	Determinación del PH del Suelo, Cal Suelo - Cal.	65
3.12.10	Compresión inconfiada en muestras de suelos (ASTM D2126 AASHTO T208).	65
3.12.11	Ciclos de Humedecimiento y Secado del Suelo-Cal (VN - E21 – 66)..	66

CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS

4.1	ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	68
4.2	ANÁLISIS Y DEPURACIÓN DE DATOS.	69
4.3	PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	69
4.3.1	Procesamiento de Datos y Análisis de Caracterización.....	69
4.3.1.1	Suelo solo.....	69
4.3.1.2	Resumen de ensayos de caracterización del suelo solo	76
4.3.1.3	Suelo-cal.....	77
4.3.1.4	Resumen de ensayos de caracterización del suelo-cal	83

4.3.1.5	Estudios químicos.	84
4.3.1.6	Resultados de los estudios químicos.	85
4.3.1.7	Cal.....	86
4.3.2	Procesamiento de Datos y Análisis de Estudio.....	86
4.3.2.1	Compresión inconfiada en muestras de suelo solo (ASTM D2126 AASHTO T208)	86
4.3.2.2	Gráficos esfuerzo, deformación y tiempo de la prueba de compresión inconfiada del suelo solo.....	90
4.3.2.3	Compresión inconfiada en muestras de suelo-cal a diferentes edades de curado (ASTM D2126 AASHTO T208)	91
4.3.2.4	Compresión inconfiada en muestras de suelo-cal con 0 días de curado	92
4.3.2.5	Compresión inconfiada en muestras de suelo-cal con 7 días de curado	94
4.3.2.6	Gráficos esfuerzo, deformación y tiempo de la prueba de compresión inconfiada del suelo-cal 7 días de curado.	98
4.3.2.7	Compresión inconfiada en muestras de suelo-cal remoldeado de 7 días de curado.....	99
4.3.2.8	Gráficos esfuerzo, deformación y tiempo de la prueba de compresión inconfiada del suelo-cal remoldeado.	101
4.3.2.9	Compresión inconfiada en muestras de suelo-cal con 15 días de curado	103
4.3.2.10	Compresión inconfiada en muestras de suelo-cal con 30 días de curado.	105
4.3.2.11	Compresión inconfiada en muestras de suelo-cal con 50 días de curado	107
4.4	ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL ESFUERZO DEFORMACIÓN A DIFERENTES EDADES DE CURADO.....	109
4.4.1	Análisis de la Evolución del Esfuerzo y Deformación a Diferentes Edades de Curado Antes de la Falla.....	111
4.4.1.1	Análisis estadístico del esfuerzo máximo admisible del suelo cal de todas las muestras a cada edad establecida.....	113
4.4.1.2	Evolución del esfuerzo en función del tiempo o edad de curado.....	114

4.4.1.3	Evolución de la deformación en función del tiempo o edad de curado	114
4.4.1.4	Relación del módulo de elasticidad con el tiempo de curado	116
4.4.1.5	Relación del módulo de elasticidad y el esfuerzo máximo de compresión.....	117
4.4.1.6	Relación del tiempo de hasta la falla con el tiempo de curado	117
4.4.1.7	Análisis de la evolución del esfuerzo y deformación a diferentes edades de curado después de la falla.	118
4.5	ANÁLISIS DE LA RESTITUCIÓN DEL ESFUERZO DESPUÉS DE LA FALLA.....	120
4.5.1	Restitución del Esfuerzo Deformación Después de la Falla del Suelo-cal...	120
4.5.2	Comportamiento del esfuerzo deformación del suelo solo antes y después de llegar a la falla.	121
4.5.3	Comportamiento del Esfuerzo Deformación del Suelo-Cal Antes y Después de la Falla con 7 días de Curado.	125
4.5.3.1	Coeficiente de restitución del esfuerzo.	131
4.5.4	Análisis Estadístico de la Restitución del Esfuerzo.....	133
4.6	ANÁLISIS DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO SOLO Y SUELO-CAL REMOLDEADO A DIFERENTES DÍAS DE CURADO	138
4.6.1	Densidad y Humedad Óptima del Suelo-Cal Remoldeado a Diferentes Edades de Curado.....	139
4.6.2	Evolución de la Densidad del Suelo-Cal Remoldeado a Diferentes Edades de Curado.....	139
4.6.3	Evolución de la Humedad Óptima del Suelo Cal a Diferentes Edades de Curado	140
4.7	EXPRESIONES, COMPARACIONES DEL SUELO SOLO O SIN TRATAR CON EL SUELO -CAL.	140
4.7.1	Resumen de Resultados de la Caracterización Física.....	141
4.7.2	Resumen de Resultados de la Caracterización Mecánica.....	141
4.7.3	Resumen de Resultados de la Caracterización Química.....	142
4.7.4	Resumen de Resultados de las Propiedades Mecánicas en Estudio	142

4.8	CICLOS DE HUMEDECIMIENTO Y SECADO EN MUESTRAS DE SUELO CAL.....	142
4.8.1	Absorción de Agua del Suelo Cal en los Ciclos de humedecimiento y Secado	145
4.8.1.1	Absorción de agua del suelo cal en las muestras que se raparon	145
4.8.1.2	Absorción de agua del suelo cal de en las muestras que no se rasparon... ..	146
4.8.2	Pérdida de Material del Suelo Cal en los Ciclos de Humedecimiento y Secado	147
4.4	PROPUESTA DEFINITIVA.	148

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.	151
5.2	RECOMENDACIONES.....	153

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1 CARACTERIZACION DEL SUELO SOLO

ANEXO 2 CARACTERIZACION DEL SUELO-CAL

ANEXO 3 ENSAYO DE COMPACTACION DEL SUELO CAL REMOLDEADO

ANEXO 4 ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA DEL SUELO SOLO

ANEXO 5 ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA DEL SUELO-CAL

ANEXO 6 ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA DEL SUELO-CAL
REMOLDEADO

ANEXO 7 CICLOS DE HUMEDECIMIENTO Y SECADO DEL SUELO CAL

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Carta de plasticidad.....	15
Figura 2.2 Clasificación de suelos SUCS	16
Figura 2.3 Variación del límite líquido, índice de plasticidad y contracción de una arcilla con aditivo cal	23
Figura 2.4 Variación del peso específico de compactación con la adición de la cal. .	24
Figura 2.5 Cambio de la resistencia a compresión no confinada según porcentajes de cal.....	25
Figura 2.6 Método Eades y Grim para la selección del porcentaje óptimo de cal.....	26
Figura 2.7 Método C. McDowell para la selección del porcentaje óptimo de cal.	27
Figura 2.8 Diagrama esfuerzo deformación.....	29
Figura 2.9 Modelo elástico lineal unidimensional.	30
Figura 2.10 Elementos del diagrama esfuerzo deformación.....	32
Figura 2.11 Elementos del diagrama esfuerzo deformación.....	35
Figura 4.1 Curva granulométrica suelo solo Método del Lavado Prueba N°1	70
Figura 4.2 Curva granulométrica suelo solo Método del Lavado Prueba N°2.....	70
Figura 4.3 Curva granulométrica suelo solo Método del Lavado Prueba N°3.....	71
Figura 4.4 Curva granulométrica suelo solo por Hidrómetro Prueba N° 1	71
Figura 4.5 Curva granulométrica suelo solo por Hidrómetro Prueba N° 2	72
Figura 4.6 Curva granulométrica suelo solo por Hidrómetro Prueba N° 3	72
Figura 4.7 Calibración del frasco peso específico suelo solo	73
Figura 4.8 Curva granulométrica suelo-cal Método del Lavado Prueba N° 1	77
Figura 4.9 Curva granulométrica suelo-cal Método del Lavado Prueba N° 2	78
Figura 4.10 Curva granulométrica suelo-cal Método del Lavado Prueba N° 3	78
Figura 4.11 Curva granulométrica suelo-cal por Hidrómetro Prueba N° 1.....	79
Figura 4.12 Curva granulométrica suelo-cal por Hidrómetro Prueba N° 2.....	79
Figura 4.13 Curva granulométrica suelo-cal por Hidrómetro Prueba N° 3.....	80
Figura 4.14 Calibración del Frasco Peso Específico Suelo-Cal.....	81
Figura 4.15 Gráficos de la prueba de compresión del suelo solo todos los datos.....	88

Figura 4.16 Gráficos de compresión del suelo solo con datos depurados	88
Figura 4.17 Gráfico representativo esfuerzo deformación del suelo solo.....	89
Figura 4.18 Esfuerzo-deformación y esfuerzo-tiempo de deformación suelo solo. ...	90
Figura 4.19 Gráficos de la prueba de compresión del suelo cal a 0 días de curado con todos los datos	93
Figura 4.20 Gráfico representativo de la prueba de compresión del suelo cal a 0 días de curado	93
Figura 4.21 Compresión del suelo cal a 7 días de curado todas las muestras.....	95
Figura 4.22 Compresión inconfiada del suelo cal a 7 días de curado con datos depurados	96
Figura 4.23 Gráfico representativo de la compresión del suelo cal a 7 días de curado	97
Figura 4.24 Esfuerzo-deformación y esfuerzo-tiempo de deformación del suelo-cal 7 días de curado.....	98
Figura 4.25 Compresión inconfiada de todas las muestras de suelo cal remoldeado a 7 días de curado.....	100
Figura 4.26 Gráfico representativo de todas las muestras de suelo cal remoldeado con 7 días de curado.....	101
Figura 4.27 Esfuerzo-deformación y esfuerzo-tiempo de deformación.....	102
Figura 4.28 Gráficos de la prueba de compresión del suelo cal a 15 días de curado con todos los datos	104
Figura 4.29 Gráfico representativo de la prueba de compresión del suelo cal a 15 días de curado	104
Figura 4.30 Gráficos de la prueba de compresión del suelo cal a 30 días de curado con todos los datos	106
Figura 4.31 Gráfico representativo de la prueba de compresión del suelo cal a 30 días de curado	106
Figura 4.32 Gráficos de la prueba de compresión del suelo cal a 50 días de curado con todos los datos	108

Figura 4.33 Gráficos representativo de la prueba de compresión del suelo cal a 50 días de curado.....	108
Figura 4.34 Compresión inconfiada del suelo cal a diferentes días de curado	110
Figura 4.35 Comportamiento del esfuerzo deformación antes de la falla.....	111
Figura 4.36 Análisis estadístico del esfuerzo	113
Figura 4.37 Evolución del esfuerzo máximo del suelo cal a diferentes tiempos de curado.....	114
Figura 4.38 Evolución de la deformación del esfuerzo máximo de compresión a diferentes edades de curado	115
Figura 4.39 Comportamiento del módulo de elasticidad a diferentes edades de curado.	116
Figura 4.40 Relación del módulo de elasticidad y esfuerzo máximo a compresión .	117
Figura 4.41 Relación del tiempo hasta la falla en función al tiempo de curado	118
Figura 4.42 Comportamiento del esfuerzo deformación después de la falla	119
Figura 4.43 Comparación del esfuerzo deformación del suelo solo y suelo cal a 7 días de curado.....	121
Figura 4.44 Comportamiento antes y después de la falla a compresión del suelo solo.	122
Figura 4.45 Ecuaciones del comportamiento del esfuerzo deformación del suelo solo	122
Figura 4.46 Comportamiento del esfuerzo del suelo-cal antes y después de la falla a compresión suelo cal a 7 de curado.....	125
Figura 4.47 Análisis de la curva de restitución de la prueba de compresión en muestras de suelo cal con 7 días de curado.....	129
Figura 4.48 Análisis del inicio de la curva esfuerzo deformación del suelo solo.	130
Figura 4.49 Esfuerzo máximo y de restitución suelo cal a 7 días de curado.	132
Figura 4.50 Probabilidad normal del coeficiente CR del inicio de la restitución	134
Figura 4.51 Probabilidad normal del coeficiente CR de la restitución máxima	135
Figura 4.52 Probabilidad normal del coeficiente “E” del inicio de la restitución.....	136
Figura 4.53 Probabilidad normal del coeficiente “E” de la restitución máxima.....	137

Figura 4.54 Compactación del suelo solo y suelo-cal remoldeado a diferentes edades de curado	138
Figura 4.55 Evolución de la densidad a diferentes edades de curado	139
Figura 4.56 Evolución de la humedad óptima a diferentes edades de curado	140
Figura 4.57 Absorción de agua del suelo cal de las muestras que se rasparon con cepillo.....	145
Figura 4.58 Absorción de agua del suelo cal de las muestras que no se rasparon	146
Figura 4.59 Pérdida de material en cada ciclo	147

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1 Operacionalización de la variable V1	6
Cuadro 1.2 Operacionalización de la variable V2	7
Cuadro 1.3 Operacionalización de la variable V3	7
Cuadro 2.1 Límites del Tamaño para Suelos	11
Cuadro 2.2 Clasificación de suelos sistema AASHTO.....	14
Cuadro 2.3 Clasificación de suelos sistema unificado.....	14
Cuadro 2.4 Clasificación de suelos según su PH.....	17
Cuadro 2.5 Cuadro 2.5 Especificaciones para prueba de Proctor estándar (ASTM D698-91)	20
Cuadro 2.6 Especificaciones para prueba de Proctor modificada (ASTM D 1557-91)	20
Cuadro 3.1 Selección del tipo de estabilización según el tipo de suelo.....	43
Cuadro 3.2 Comparación de técnicas de estabilización	43
Cuadro 3.3 Caracterización física del suelo solo	45
Cuadro 3.4 Caracterización mecánica del suelo solo.....	46
Cuadro 3.5 Caracterización química del suelo solo	46
Cuadro 3.6 Caracterización física del suelo-cal.....	47
Cuadro 3.7 Caracterización mecánica del suelo-cal	48
Cuadro 3.8 Caracterización química del suelo-cal.....	49
Cuadro 3.9 Caracterización química de la cal.....	49
Cuadro 4.1 Resultados del contenido de humedad del suelo solo	69
Cuadro 4.2 Resultados de los límites de Atterberg del suelo solo	73
Cuadro 4.3 Resultados del peso específico del suelo solo	74
Cuadro 4.4 Resultados del ensayo de compactación del suelo solo	74
Cuadro 4.5 Resultados de (CBR de laboratorio) del suelo solo.....	74
Cuadro 4.6 Resumen de la caracterización del suelo solo	76
Cuadro 4.7 Resultados del contenido de humedad del suelo-cal.....	77
Cuadro 4.8 Resultados del límite de Atterberg del suelo-cal.....	80

Cuadro 4.9 Resultados del Peso Específico del Suelo-Cal	81
Cuadro 4.10 Resumen de la compactación del suelo-cal.....	81
Cuadro 4.11 Resultados de la relación de soporte del suelo-cal en laboratorio (CBR de laboratorio) del suelo-cal.....	82
Cuadro 4.12 Resumen de la caracterización del suelo-cal.....	83
Cuadro 4.13 Resultados de los estudios químicos.	85
Cuadro 4.14 Resultados los máximos de la compresión inconfiada del suelo solo ..	87
Cuadro 4.15 Esfuerzo máximo admisible y deformación del suelo solo	89
Cuadro 4.16 Resultados de los máximos de la compresión inconfiada del suelo-cal a 0 días de curado.....	92
Cuadro 4.17 Esfuerzo máximo admisible y deformación del suelo-cal a 0 días de curado.....	94
Cuadro 4.18 Resultados de los máximos de la compresión inconfiada del suelo-cal a 7 días de curado.....	94
Cuadro 4.19 Esfuerzo máximo admisible y deformación del suelo-cal a 7 días de curado.....	97
Cuadro 4.20 Resultados de los máximos de la compresión inconfiada del suelo-cal remoldeado con 7 días de curado.....	100
Cuadro 4.21 Esfuerzo máximo admisible y deformación del suelo-cal remoldeado	101
Cuadro 4.22 Resultados de los máximos de la compresión inconfiada del suelo-cal a 15 días de curado.....	103
Cuadro 4.23 Esfuerzo máximo admisible y deformación del suelo-cal a 15 días de curado.....	105
Cuadro 4.24 Resultados de los máximos de la compresión inconfiada del suelo-cal a 30 días de curado.....	105
Cuadro 4.25 Esfuerzo máximo admisible y deformación del suelo-cal a 30 días de curado.....	107
Cuadro 4.26 Resultados de los máximos de la compresión inconfiada del suelo-cal a 50 días de curado.....	107

Cuadro 4.27 Esfuerzo máximo admisible y deformación del suelo-cal a 50 días de curado.....	109
Cuadro 4.28 Relaciones esfuerzo deformación de las muestras de suelo cal compactadas a diferentes edades.....	109
Cuadro 4.29 Relaciones de la evolución del esfuerzo y deformación en %a diferentes edades.....	11
Cuadro 4.30 Resumen estadístico para el esfuerzo máximo de las muestras de suelo cal a diferentes edades.....	113
Cuadro 4.31 Resultados y comparación del esfuerzo deformación del suelo.....	123
Cuadro 4.32 Resultados del coeficiente de restitución del esfuerzo.....	133
Cuadro 4.33 Coeficiente de restitución del esfuerzo (inicio de la restitución).....	134
Cuadro 4.34 Resumen estadístico para CR de inicio de la restitución.....	134
Cuadro 4.35 Coeficiente de esfuerzo de restitución (fin de la restitución).....	135
Cuadro 4.36 Resumen estadístico para CR de máxima restitución.....	135
Cuadro 4.37 Coeficiente de la deformación de inicio de la restitución del esfuerzo	136
Cuadro 4.38 Resumen estadístico para el coeficiente de deformación del inicio de la restitución.....	136
Cuadro 4.39 Coeficiente de la deformación del fin de la restitución del esfuerzo ...	137
Cuadro 4.40 Resumen estadístico para el coeficiente de deformación de la máxima restitución del esfuerzo.....	137
Cuadro 4.41 Resultados de la densidad del suelo cal remoldeado a diferentes edades.....	138
Cuadro 4.42 Resultados y comparación de la caracterización física.....	141
Cuadro 4.43 Resultados y comparación de la caracterización mecánica.....	141
Cuadro 4.44 Resultados y comparación de la caracterización química.....	142
Cuadro 4.45 Resultados y comparación de las propiedades mecánicas en estudio. .	142