

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



**“ANÁLISIS DE GRADO DE MEJORAMIENTO DE LAS
PROPIEDADES DE LOS SUELOS FINOS, COMBINADOS
CON SUELO ALUVIAL”**

Por:

HUALLPA IMPA WILMA

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

SEMESTRE I - 2021

TARIJA - BOLIVIA

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

“ANÁLISIS DE GRADO DE MEJORAMIENTO DE LAS
PROPIEDADES DE LOS SUELOS FINOS, COMBINADOS
CON SUELO ALUVIAL”

Por:

HUALLPA IMPA WILMA

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

SEMESTRE I - 2021

TARIJA - BOLIVIA

V°B°

.....
M.Sc. Ing. José Aurelio Navía
Ojeda

**DECANO A.I. FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Deysi Arancibia
Marquez

**VICEDECANA A.I. FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
M.Sc. Ing. Luis A. Yurquina Flores

.....
M.Sc. Ing. Oscar M. Chávez Calla

.....
M.Sc. Ing. Adolfo R. Molina López

ADVERTENCIA:

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleadas en la elaboración del presente trabajo, siendo estas únicamente responsabilidad del (la) autor (a).

DEDICATORIA:

A Dios por darme fuerzas para seguir adelante y no rendirme, enseñándome a perseverar en todo momento y que todo tiene un propósito.

A mis adorados padres, Miguel Huallpa Sauza y Nancy Impa Bejarano por todo su sacrificio, amor y confianza en mí, a mis abuelitos, Paulino y Jacinta, quienes forman una parte importante en mi vida, a mi sobrino Josías que fue uno de los motivos que me impulso a culminar esta etapa de mi vida, a mis queridos hermanos, Hilda, Ruth Esther, Alex Miguel, quienes me brindaron su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, a todos mis familiares, a todos mis amigos los más próximos y a todas las personas que me dieron su apoyo.

AGRADECIMIENTO:

A Dios, por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, tu amor y bondad no tiene fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son un resultado de tu ayuda y que, a pesar de los obstáculos, tú estás guiándome en cada momento de mi vida.

A mis queridos padres, Miguel y Nancy, con ustedes logré todo esto, quienes me han apoyado, motivado siempre a salir adelante, por brindarme su amor incondicional y formar parte de mi vida, a mis abuelitos, quienes me enseñaron a recorrer el camino de la vida, a mis hermanos, por ser pacientes conmigo y apoyarme en todo momento los quiero mucho.

Un agradecimiento especial a mi hermana Hilda por brindarme su apoyo, comprensión, y confianza en estos años, a mis amigos, Rosio, Juan, Evelin, Gimena, Regina, David, Mirian por su amistad y apoyo. A los docentes de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por el apoyo que me brindaron durante esta etapa de mi vida.

A mi docente guía por brindarme su apoyo, tiempo, conocimientos y experiencia, a sí mismo todas las personas que me han colaborado de forma directa e indirecta en la elaboración de este trabajo.

PENSAMIENTO:

“Un sueño escrito con una fecha se convierte en una meta.

Una meta desglosada en pasos se convierte en un plan.

Un plan respaldado por las acciones hace que tus sueños se hagan realidad”

(Anónimo)

ÍNDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

Resumen

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

| | Página |
|--|---------------|
| 1.1. Introducción | 1 |
| 1.2. Justificación | 2 |
| 1.3. Diseño teórico | 2 |
| 1.3.1. Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.3.1.1. Situación problemática..... | 2 |
| 1.3.1.2. Problema | 3 |
| 1.4. Objetivos | 3 |
| 1.4.1. Objetivo general | 3 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.5. Hipótesis..... | 3 |
| 1.6. Identificación de variables | 4 |
| 1.6.1. Variable independiente | 4 |
| 1.6.2. Variable dependiente..... | 4 |
| 1.6.3. Definición operacional..... | 4 |
| 1.7. Alcance de la investigación..... | 5 |

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

| | Página |
|--|---------------|
| 2.1. Definición de suelos..... | 6 |
| 2.1.1. Suelos finos..... | 6 |
| 2.1.2. Arcillas y limos..... | 6 |
| 2.2. Contenido de humedad de los suelos..... | 7 |
| 2.2.1. Métodos para la determinación del contenido de humedad..... | 8 |
| 2.2.1.1. Método estándar (horno)..... | 8 |
| 2.2.1.2. Método hornalla..... | 9 |
| 2.2.1.3. Método del alcohol..... | 9 |
| 2.3. Granulometría de suelos..... | 9 |
| 2.3.1. Análisis mecánico del suelo..... | 10 |
| 2.3.1.1. Curva de distribución granulométrica..... | 11 |
| 2.3.1.2. Análisis granulométrico por medio del hidrómetro..... | 12 |
| 2.4. Límites de consistencia..... | 13 |
| 2.4.1. Plasticidad de los suelos..... | 15 |
| 2.4.2. Índice de plasticidad..... | 15 |
| 2.4.3. Límite líquido..... | 16 |
| 2.4.4. Límite plástico..... | 16 |
| 2.5. Sistema de clasificación de suelos..... | 17 |
| 2.5.1. Sistema de clasificación AASHTO..... | 18 |
| 2.5.1.1. Características de los suelos clasificados según el sistema AASHTO..... | 21 |
| 2.5.2. Sistema de clasificación Unificada..... | 22 |
| 2.6. Compactación de suelos..... | 25 |

| | |
|---|----|
| 2.6.1. Grado de compactación..... | 26 |
| 2.6.2. Finalidad de la compactación..... | 26 |
| 2.6.3. Curvas de compactación | 27 |
| 2.6.4. Curva de saturación..... | 28 |
| 2.6.5. Energía de compactación | 28 |
| 2.7. Prueba de relación de soporte del suelo CBR | 29 |
| 2.8. Suelo aluvial..... | 29 |
| 2.8.1. Carácter de los depósitos aluviales | 30 |
| 2.8.2. Comportamiento de los suelos aluviales en ingeniería. | 31 |
| 2.9. Subrasante | 32 |
| 2.10. Estabilización de suelos | 33 |
| 2.10.1. Tipos de estabilización..... | 35 |
| 2.10.2. Importancia de la estabilización de suelos | 36 |

CAPÍTULO III

RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

| | Página |
|---|---------------|
| 3.1. Criterios metodológicos de la investigación..... | 37 |
| 3.1.1. Unidades de estudio y descision muestral por variable..... | 37 |
| 3.1.2. Unidad de estudio o muestreo..... | 37 |
| 3.1.3. Población y muestra | 37 |
| 3.1.4. Tamaño de muestra. | 37 |
| 3.1.5. Selección de las técnicas de muestreo..... | 37 |
| 3.2. Métodos y técnicas empleadas..... | 39 |
| 3.2.1. Método | 39 |
| 3.2.2. Experimento y técnica..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.2.3. Descripción de los instrumentos para la obtención de datos | 39 |
| 3.2.4. Procedimiento de aplicación | 39 |
| 3.2.5. Esquema de actividades en función a la perspectiva. | 40 |
| 3.3. Reconocimiento de la zona de muestreo..... | 41 |
| 3.4. Obtención de las muestras..... | 43 |
| 3.4.1. Muestreo zona de estudio: barrio Fray Quebracho | 43 |
| 3.4.2. Muestreo zona de estudio: barrio Moto Méndez | 44 |
| 3.4.3. Muestreo zona de estudio: barrio Lourdes | 45 |
| 3.4.4. Muestreo zona de estudio: barrio Nueva Terminal..... | 45 |
| 3.4.5. Ubicación del estabilizante en estudio (aluvial) | 46 |
| 3.5. Descripción de las características de los equipos usados en laboratorio | 47 |
| 3.6. Caracterización de los materiales a mejorar | 53 |
| 3.6.1. Análisis granulométrico por el método de lavado (ASTM D-422 / AASHTO T-88)..... | 53 |
| 3.6.2. Determinación del peso específico y calibración del picnómetro (ASTM D-854 / AASHTO T-100)..... | 55 |
| 3.6.3. Análisis granulométrico por medio del hidrómetro (ASTM D-422) | 57 |
| 3.6.4. Límites de Atterberg (ASTM D-4318 / AASHTO T-90) | 58 |
| 3.6.5. Contenido de humedad..... | 59 |
| 3.6.6. Clasificación de los suelos finos | 60 |
| 3.6.7. Ensayo de compactación (AASHTO T-180 / ASTM D-1557)..... | 61 |
| 3.6.8. Determinación de la relación de soporte del suelo en laboratorio CBR (ASTM D-1883 / AASHTO T-193)..... | 63 |
| 3.7. Caracterización del suelo aluvial (estabilizante)..... | 65 |
| 3.7.1. Análisis granulométrico del suelo aluvial (ASTM D-422 / AASHTO T-88)..... | 65 |

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

| | Página |
|--|---------------|
| 4.1. Descripción de la investigación | 68 |
| 4.2. Dosificación de muestras | 68 |
| 4.3. Caracterización de la muestra suelo - aluvial..... | 69 |
| 4.3.1. Análisis granulométrico suelo - aluvial (ASTM D-422 / AASHTO T-88) | 69 |
| 4.3.2. Determinación de la compactación suelo - aluvial (AASHTO T-180 / ASTM D-1557)..... | 70 |
| 4.3.3. Determinación de la relación de soporte CBR del suelo – aluvial (ASTM D-1883 / AASHTO T-193)..... | 72 |
| 4.3.4. Resultados de los ensayos de suelo - aluvial..... | 74 |
| 4.3.4.1. Resultados de la muestra del barrio Fray Quebracho | 74 |
| 4.3.4.2. Resultados de la muestra del barrio Moto Méndez..... | 76 |
| 4.3.4.3. Resultados de la muestra del barrio Lourdes | 79 |
| 4.3.4.4. Resultados de la muestra del barrio Nueva Terminal | 81 |
| 4.3.5. Resumen de resultados de los ensayos de suelo - aluvial | 83 |
| 4.3.6. Análisis de resultados..... | 88 |
| 4.3.6.1. Análisis de resultados de los ensayos de suelo - aluvial | 90 |
| 4.3.6.1.1. Análisis de resultados de los ensayos de suelo A-7-6 (14) - aluvial (barrio Fray Quebracho)..... | 90 |
| 4.3.6.1.2. Análisis de resultados de los ensayos de suelo A-7-5 (16) – aluvial (barrio Moto Méndez)..... | 94 |
| 4.3.6.1.3. Análisis de resultados de los ensayos de suelo A-4 (8) – aluvial (barrio Lourdes)..... | 97 |

| | |
|--|-----|
| 4.3.6.1.4. Análisis de resultados de los ensayos de suelo A-6 (16) – aluvial (barrio Nueva Terminal)..... | 101 |
| 4.3.7. Porcentaje recomendable de suelo aluvial para cada suelo..... | 104 |
| 4.3.7.1. Porcentaje recomendable de suelo aluvial para el suelo A-7-6 (14)..... | 104 |
| 4.3.7.2. Porcentaje recomendable de suelo aluvial para el suelo A-7-5 (16)..... | 105 |
| 4.3.7.3. Porcentaje recomendable de suelo aluvial para el suelo A-4 (8)..... | 105 |
| 4.3.7.4. Porcentaje recomendable de suelo aluvial para el suelo A-6 (16)..... | 106 |
| 4.3.8. Prueba de hipótesis de la investigación..... | 107 |
| 4.3.9. Porcentaje de suelo aluvial recomendable en función del CBR óptimo para diversas etapas en la construcción de los terraplenes..... | 110 |
| 4.3.10. Especificación técnica del método usado..... | 112 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | Página |
|---------------------------|---------------|
| 5.1. Conclusiones | 120 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 124 |

BIBLIGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ALUVIAL

ANEXO II CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS FINOS EN ESTADO
NATURAL

ANEXO III COMBINACIONES DE LOS SUELOS FINOS CON DISTINTOS
PORCENTAJES DE SUELO ALUVIAL

ANEXO IV TABLA PARA TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

ANEXO V REPORTE FOTOGRÁFICO

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|--|---------------|
| Tabla 1: Operacionalización de variables. | 4 |
| Tabla 2: Límites de tamaño de los suelos separados. | 7 |
| Tabla 3: Índice de plasticidad del suelo. | 15 |
| Tabla 4: Clasificación de suelos granulares por el sistema AASHTO. | 20 |
| Tabla 5: Clasificación de suelos finos por el sistema AASHTO. | 20 |
| Tabla 6: Símbolos de grupo según el sistema de clasificación Unificada. | 22 |
| Tabla 7: Tipología de suelos según el sistema de clasificación Unificada. | 23 |
| Tabla 8: Clasificación de suelos gruesos por el sistema de clasificación Unificada. | 24 |
| Tabla 9: Clasificación de suelos finos por el sistema de clasificación Unificada. | 25 |
| Tabla 10: Clasificación de la subrasante, según el valor de CBR. | 32 |
| Tabla 11: Resultados del análisis granulométrico del suelo natural. | 55 |
| Tabla 12: Resultados de los ensayos peso específico del suelo natural. | 56 |
| Tabla 13: Resultados de los ensayos de análisis granulométrico por medio del hidrómetro del suelo natural. | 57 |
| Tabla 14: Resultados de los límites de Atterberg del suelo natural. | 59 |
| Tabla 15: Resultados del contenido de humedad natural del suelo. | 60 |
| Tabla 16: Resultados de la Clasificación de los suelos según AASHTO Y SUCS. | 61 |
| Tabla 17: Resultados de los ensayos de compactación del suelo natural. | 63 |
| Tabla 18: Resultados de los ensayos de la relación de soporte CBR del suelo natural. ... | 65 |
| Tabla 19: Resultados del análisis granulométrico del suelo aluvial. | 67 |
| Tabla 20: Clasificación del suelo aluvial. | 67 |
| Tabla 21: Distribución de dosificaciones para cada muestra de suelo. | 69 |

| | |
|---|----|
| Tabla 22: Resultados del ensayo de análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 74 |
| Tabla 23: Resultados del ensayo de compactación del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 74 |
| Tabla 24: Resultados del ensayo de CBR y expansión del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 75 |
| Tabla 25: Resultados del ensayo de análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 76 |
| Tabla 26: Resultados del ensayo de compactación del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 77 |
| Tabla 27: Resultados del ensayo de CBR y expansión del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 78 |
| Tabla 28: Resultados del ensayo de análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 79 |
| Tabla 29: Resultados del ensayo de compactación del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 79 |
| Tabla 30: Resultados del ensayo de CBR y expansión del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 80 |
| Tabla 31: Resultados del ensayo de análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 81 |
| Tabla 32: Resultados del ensayo de compactación del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 82 |
| Tabla 33: Resultados del ensayo de CBR y expansión del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial..... | 83 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 34: Resumen del análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Fray Quebracho)..... | 84 |
| Tabla 35: Resumen de las características mecánicas del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Fray Quebracho)..... | 84 |
| Tabla 36: Resumen del análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Moto Méndez)..... | 85 |
| Tabla 37: Resumen de las características mecánicas del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Moto Méndez)..... | 85 |
| Tabla 38: Resumen del análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Lourdes)..... | 86 |
| Tabla 39: Resumen de las características mecánicas del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Lourdes)..... | 87 |
| Tabla 40: Resumen del análisis granulométrico del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Nueva Terminal)..... | 87 |
| Tabla 41: Resumen de las características mecánicas del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial (barrio Nueva Terminal)..... | 88 |
| Tabla 42: Cantidad recomendable de suelo aluvial para el suelo A-7-6 (14). | 104 |
| Tabla 43: Cantidad recomendable de suelo aluvial para el suelo A-7-5 (16). | 105 |
| Tabla 44: Cantidad recomendable de suelo aluvial para el suelo A-4 (8). | 105 |
| Tabla 45: Cantidad recomendable de suelo aluvial para el suelo A-6 (16). | 106 |
| Tabla 46: Datos de CBR del suelo A-7-5 para tratamiento estadístico..... | 107 |
| Tabla 47: Porcentaje de suelo aluvial recomendable en función del CBR (%) óptimo, según parámetros de la especificación técnica para cuerpo de terraplén..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 48: Porcentaje de suelo aluvial recomendable en función del CBR (%) óptimo, según parámetros de la especificación técnica para cuerpo de terraplén..... | 110 |
| Tabla 49: Porcentaje de suelo aluvial recomendable en función del CBR (%) óptimo, según parámetros de la especificación técnica para cuerpo de terraplén..... | 111 |
| Tabla 50: Porcentaje de suelo aluvial recomendable en función del CBR (%) óptimo, según parámetros de la especificación técnica para cuerpo de terraplén..... | 111 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | página |
|--|---------------|
| Figura 1: Juego de tamices..... | 10 |
| Figura 2: Curva de distribución granulométrica. | 11 |
| Figura 3: Tipos de diferentes curvas granulométricas. | 12 |
| Figura 4: Definición “L” en una prueba hidrométrica. | 13 |
| Figura 5: Estados de consistencia del suelo y límites de Atterberg..... | 14 |
| Figura 6: Aparato de Casagrande..... | 16 |
| Figura 7: Prueba del límite plástico. | 17 |
| Figura 8: Carta de plasticidad. | 24 |
| Figura 9: Representación gráfica de la densidad máxima seca vs humedad óptima (%).27 | 27 |
| Figura 10: Representación gráfica de densidad seca vs humedad (%). | 28 |
| Figura 11: Suelo aluvial. | 30 |
| Figura 12: Ubicación de la zona de muestreo barrio Fray Quebracho..... | 41 |
| Figura 13: Ubicación de la zona de muestreo barrio Moto Méndez. | 42 |
| Figura 14: Ubicación de la zona de muestreo barrio Lourdes. | 42 |
| Figura 15: Ubicación de la zona de muestreo barrio Nueva Terminal. | 43 |
| Figura 16: Extracción de la muestra (barrio Fray Quebracho). | 44 |
| Figura 17: Extracción la muestra (barrio Moto Méndez)..... | 44 |
| Figura 18: Extracción de la muestra (barrio Lourdes). | 45 |
| Figura 19: Extracción de la muestra (barrio Nueva Terminal). | 45 |
| Figura 20: Ubicación de la muestra del suelo aluvial. | 46 |
| Figura 21: Extracción de la muestra (suelo aluvial)..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Figura 22: Equipo y materiales para el ensayo de granulometría. | 47 |
| Figura 23: Equipo y materiales para el ensayo de límites de Atterberg..... | 48 |
| Figura 24: Equipo y materiales para el ensayo de compactación | 49 |
| Figura 25: Equipo y materiales para el ensayo de CBR (Relación de Soporte de Soporte de California)..... | 50 |
| Figura 26: Lavado del suelo por el tamiz N° 200..... | 54 |
| Figura 27: Tamizado del suelo después del lavado..... | 54 |
| Figura 28: Determinación del límite líquido del suelo..... | 58 |
| Figura 29: Determinación del límite plástico del suelo. | 59 |
| Figura 30: Contenido de humedad del suelo natural..... | 60 |
| Figura 31: Materiales y tamizado del suelo por el tamiz N° 4..... | 62 |
| Figura 32: Ensayo de compactación del suelo. | 62 |
| Figura 33: Compactación de moldes CBR a distintos golpes. | 64 |
| Figura 34: Determinación de la resistencia a la penetración..... | 64 |
| Figura 35: Tamizado del suelo aluvial..... | 66 |
| Figura 36: Muestra retenida en cada tamiz. | 66 |
| Figura 37: Tamizado de la muestra suelo - aluvial. | 70 |
| Figura 38: Combinación y compactación de la muestra suelo - aluvial. | 71 |
| Figura 39: Enrasado y pesado de la muestra suelo - aluvial. | 71 |
| Figura 40: Preparado y mezclado de la muestra suelo - aluvial..... | 72 |
| Figura 41: Moldes de CBR suelo - aluvial con diferentes golpes de energías..... | 73 |
| Figura 42: Rotura de la probeta en la prensa y lectura de la expansión..... | 73 |
| Figura 43: Curvas de compactación del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial a 10%, 20%, 30%, 35%..... | 75 |

| | |
|---|-----|
| Figura 44: Curvas de compactación del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial a 10%, 20%, 30%, 35%..... | 77 |
| Figura 45: Curvas de compactación del suelo combinado con distintos porcentajes de suelo aluvial a 10%, 20%, 30%, 35%..... | 80 |
| Figura 46: Curvas de compactación del suelo combinados con distintos porcentajes de suelo aluvial a 10%, 20%, 30%, 35%..... | 82 |
| Figura 47: Influencia del suelo aluvial en el CBR del suelo A-7-6 (14)..... | 90 |
| Figura 48: Influencia del suelo aluvial en la expansión del suelo A-7-6 (14). | 91 |
| Figura 49: Influencia del suelo aluvial en la densidad máxima del suelo A-7-6 (14). ... | 91 |
| Figura 50: Influencia del suelo aluvial en la humedad óptima del suelo A-7-6 (14)..... | 92 |
| Figura 51: Relación de la densidad máxima vs humedad óptima del suelo A-7-6 (14) - suelo aluvial a distintos porcentajes..... | 93 |
| Figura 52: Influencia del suelo aluvial en el CBR del suelo A-7-5 (16)..... | 94 |
| Figura 53: Influencia del suelo aluvial en la expansión del suelo A-7-5 (16). | 94 |
| Figura 54: Influencia del suelo aluvial en la densidad máxima del suelo A-7-5 (16). | 95 |
| Figura 55: Influencia del suelo aluvial en la humedad óptima del suelo A-7-5 (16)..... | 96 |
| Figura 56: Relación de la densidad máxima vs humedad óptima del suelo A-7-5 (16) - suelo aluvial a distintos porcentajes..... | 96 |
| Figura 57: Influencia del suelo aluvial en el CBR del suelo A-4 (8)..... | 97 |
| Figura 58: Influencia del suelo aluvial en la expansión del suelo A-4 (8)..... | 98 |
| Figura 59: Influencia del suelo aluvial en la densidad máxima del suelo A-4 (8)..... | 98 |
| Figura 60: Influencia del suelo aluvial en la humedad óptima del suelo A-4 (8). | 99 |
| Figura 61: Relación de la densidad máxima vs humedad óptima del suelo A-4 (8) - suelo aluvial a distintos porcentajes..... | 100 |

| | |
|--|-----|
| Figura 62: Influencia del suelo aluvial en el CBR del suelo A-6 (16)..... | 101 |
| Figura 63: Influencia del suelo aluvial en la expansión del suelo A-6 (16)..... | 101 |
| Figura 64: Influencia del suelo aluvial en la densidad máxima del suelo A-6 (16)..... | 102 |
| Figura 65: Influencia del suelo aluvial en la humedad óptima del suelo A-6 (16). | 103 |
| Figura 66: Relación de la densidad máxima vs humedad óptima del suelo A-6 (16) - suelo aluvial a distintos porcentajes..... | 103 |