

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis para la correlación de resultados del daño por
humedad en mezclas asfálticas en caliente, obtenidas
con el ensayo de compresión axial simple de inmersión
compresión y el ensayo de tracción indirecta de
Lottman - Huancayo 2021**

Miguel Angel Vila Canchari

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE ILUSTRACIONES	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPITULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación e importancia	17
1.5. Hipótesis	18
1.5.1. Hipótesis general	18
1.5.2. Hipótesis específicas.....	18
1.6. Variables	18
1.6.1. Variable independiente.....	18
1.6.2. Variable dependiente	18
CAPITULO II	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.1.1. Antecedente nacional.....	20
2.1.2. Antecedente internacional	21
2.2. Bases teóricas.....	22

2.2.1.	Caracterización de mezclas asfálticas.....	22
2.2.2.	Ensayo de tracción indirecta.....	26
2.2.3.	Caracterización de materiales	28
CAPITULO III		32
METODOLOGIA.....		32
3.1.	Método y alcance de la investigación	32
3.1.1.	Método de investigación.....	32
3.1.2.	Tipo de investigación.....	32
3.1.3.	Nivel de investigación	33
3.1.4.	Diseño de investigación.....	33
3.1.5.	Población y muestra.....	33
3.1.6.	Población	33
3.1.7.	Muestra	34
3.1.8.	Muestreo	34
3.2.	Técnicas e instrumento de información	34
3.2.1.	Técnica.....	34
3.2.2.	Instrumento	34
CAPITULO IV.....		35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		35
4.1.	Análisis y resultados	35
4.2.	Estudios previos	35
4.2.1.	Caracterización de materiales	35
4.3.	Resultados finales	51
	Resultados – 4% de asfalto	51
	Resultados – 4.5 % de asfalto	53
	Resultados – 5 % de asfalto	55
	Resultados – 5.5 % de asfalto	57
	Resultados – 6 % de asfalto	59
	Resultados – 6.5 % de asfalto	61
4.4.	Resumen y correlación de resultados.....	63
4.5.	Análisis estadístico.....	65

4.6 Correlación entre compresión axial simple de inmersión compresión y tracción indirecta de Lottman.....	82
4.7.Discusión de resultados.....	82
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procesamiento de Datos - Análisis Granulométrico por tamizado.....	40
Tabla 2. Porcentajes de agregados - Combinación Teórica.....	41
Tabla 3. Pesos por cada Material - Combinación Teórica.....	42
Tabla 4. Resultados 4% de Asfalto.....	51
Tabla 5. Resultados 4.5% de Asfalto.....	53
Tabla 6. Resultados - 5% de Asfalto	55
Tabla 7. Resultados - 5.5% de Asfalto	57
Tabla 8. Resultados 6% de Asfalto.....	59
Tabla 9. Resultados 6.5 % de Asfalto.....	61
<u>Tabla 10.</u> Resumen de Datos - Esfuerzo a la tensión.	62
Tabla 11. Resumen de Datos - Resistencia a la Compresión Axial Simple.	63
Tabla 12.Resumen de Procesamiento de Muestras - Tracción Indirecta de Lottman	65
Tabla 13. Análisis descriptivo - Tracción Indirecta de Lottman	68
Tabla 14. Prueba de normalidad - Tracción indirecta de Lottman.	68
Tabla 15. Correlación bivariada Spearman - Tracción Indirecta de Lottman	73
Tabla 16. Resumen de procesamiento de datos - Compresión Axial Simple de Inmersión	
Compresión.....	74
Tabla 17.Análisis descriptivo - Compresión Axial simple de Inmersión	
Compresión.....	76
Tabla 18. Prueba de Normalidad - Compresión Axial Simple de Inmersión	
Compresión	77
Tabla 19. Resultados de Correlación - porcentaje de asfalto vs Compresión Axial Simple de Inmersión	
Compresión.	82

Tabla 20. Nivel de Correlación.....	83
Tabla 21. Correlación Tracción indirecta de Lottman y Compresión Axial Simple de Inmersión Compresión.....	84.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Test de Lottman Modificado.....	23
Ilustración 2. Modelo de ensayo de Tracción Indirecta de Lottman.....	27
Ilustración 3. Caracterización de materiales.....	28
Ilustración 4. Balanza Digital.....	29
Ilustración 5. Cocina Industrial a Gas.....	29
Ilustración 6. Orden de los Tamices de Malla Cuadrada.....	30
Ilustración 7. Juego de Tamices.....	30
Ilustración 8. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso.....	31
Ilustración 9. Materiales de Cantera.....	36
Ilustración 10. Muestras de Agregados.....	36
Ilustración 11. Secado de Muestra en Estufa.....	37
Ilustración 12. Juego de Tamices para el ensayo de Análisis Granulométrico.....	37
Ilustración 13. Serie Completa de Tamices.....	38
Ilustración 14. Ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado.....	38
Ilustración 15. Tamizado de Forma Manual.....	39
Ilustración 16. Curva Granulométrica.....	40
Ilustración 17. Peso de los Materiales en conjunto.....	43
Ilustración 18. Peso de la Arena procesada.....	44
Ilustración 19. Muestras de Agregados en Horno.....	44
Ilustración 20. Muestras de agregado previamente calentadas.....	45
Ilustración 21. Adición de Asfalto a los Agregados.....	45
Ilustración 22. Mezcla Asfáltica.....	46
Ilustración 23. Vertido de Mezcla Asfáltica.....	46
Ilustración 24. Compactación de Briquetas.....	47

Ilustración 25. Muestra Compactadas – Enfriamiento.....	48
Ilustración 26. Desmolde de Briquetas	48
Ilustración 27. Briquetas desmoldadas.....	49
Ilustración 28. Inmersión de testigo en Agua.....	49
Ilustración 29. Tracción Indirecta de Lottman.....	50
Ilustración 30. Compresión Axial.....	50
Ilustración.31 Esfuerzo a la Tensión - 4 % de Asfalto.....	52
Ilustración 32. Resistencia a la Compresión Axial - 4% de Asfalto.....	52
Ilustración 33. Esfuerzo a la Tensión - 4.5% Asfalto.....	54
Ilustración 34. Resistencia a la compresión axial - 4.5% de Asfalto.....	54
Ilustración 35. Esfuerzo a la tensión - 5% de Asfalto.....	56
Ilustración 36. Resistencia a la compresión Axial - 5% Asfalto.....	56
Ilustración 37. Esfuerzo a la tensión - 5.5% de Asfalto.....	58
Ilustración 38. Resistencia a la Compresión Axial - 5.5% de Asfalto.....	58
Ilustración 39. Esfuerzo a la tensión - 6% de Asfalto.....	60
Ilustración 40. Resistencia a la Compresión Axial - 6% de Asfalto.....	60
Ilustración 41. Esfuerzo a la tensión - 6.5% de Asfalto.....	62
Ilustración 42. Resistencia a la Compresión Axial - 6.5% de Asfalto.....	62
Ilustración 43. Ecuación de Correlación de Variables.....	64
Ilustración 44. Histograma para muestras de 4% de Asfalto - Tracción Indirecta de Lottman.....	69
Ilustración 45. Histograma para muestras de 4.5% de Asfalto - Tracción Indirecta de Lottman.....	69
Ilustración 46. Histograma para muestras de 5% de Asfalto - Tracción Indirecta de Lottman.....	70

Ilustración 47. Histograma para muestras de 5.5% de Asfalto - Tracción Indirecta de Lottman.....	70
Ilustración 48. Histograma para muestras de 6% de Asfalto - Tracción Indirecta de Lottman.....	71
Ilustración 49. Histograma para muestras de 6.5% de Asfalto - Tracción Indirecta de Lottman.....	71
Ilustración 50. Diagrama de Bigotes - Tracción indirecta de Lottman.....	72
Ilustración 51. Histograma para muestras de 4% de Asfalto - Compresión axial simple de inmersión Compresión.....	78
Ilustración 52. Histograma para muestras de 4.5% de Asfalto - Compresión axial simple de inmersión Compresión.....	78
Ilustración 53. Histograma para muestras de 5% de Asfalto - Compresión axial simple de inmersión Compresión.....	79
Ilustración 54. Histograma para muestras de 5.5% de Asfalto - Compresión Axial Simple de inmersión Compresión.....	79
Ilustración 55. Histograma para muestras de 6% de Asfalto - Compresión Axial Simple de inmersión Compresión.....	80
Ilustración 56. Histograma para muestras de 6.5% de Asfalto - Compresión Axial Simple de inmersión Compresión.....	80
Ilustración 57. Diagrama de Bigotes - Compresión Axial Simple de Inmersión Compresión.....	81
Ilustración 58. Dispersión de Puntos - Correlación de variables X vs Y.....	84

RESUMEN

Se plantea en la investigación, como uno de los principales objetivos a alcanzar, establecer el nivel de correlación que presentan los resultados obtenidos mediante los ensayos de compresión axial simple de inmersión compresión y el ensayo de tracción indirecta de Lottman. Para el desarrollo del estudio se consideró un total de ochenta y cuatro briquetas elaboradas para cada ensayo, en el diseño del testigo se consideró una mezcla asfáltica en caliente (MAC-1) donde se utilizó asfalto PEN 85-100. Dentro de los agregados que involucra el MAC – 1 está la piedra chancada de $\frac{1}{2}$ ", piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ", arena chancada y arena natural, para la elaboración de las briquetas se varió el porcentaje de asfalto, obteniendo muestras de 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% de asfalto respectivamente, con una muestra de catorce briquetas por cada porcentaje de variación de asfalto y cantidad de testigos que permitieron elaborar un correcto análisis. El estudio de correlación de variables permite proyectar un valor estimado de una variable “Y” a partir de una variable “X” acorde al nivel de correlación presentado en los estudios, dentro de la ingeniería civil en casos donde se presenten las mismas condiciones en las que se desarrolló esta investigación, esto permitiría optimizar procesos en relación a la realización de ensayos.

En la presente investigación se concluye que existe un cierto grado de correlación entre la compresión axial simple de inmersión compresión y la tracción indirecta de Lottman, planteando así una ecuación que muestra un 66.6% de confiabilidad para su uso según los análisis estadísticos realizados para ambas variables.

Palabras Claves: compresión, esfuerzo, tracción, inmersión.

ABSTRACT

One of the main objectives to be achieved is considered in the research to be able to establish the level of correlation presented by the results obtained through the simple axial compression immersion compression tests and the Lottman indirect traction test, for the development of the study. A total of eighty-four briquettes made for each test were considered, for the design of the controls a hot asphalt mix (MAC-1) was considered where PEN 85-100 asphalt was used. Among the aggregates that MAC - 1 involves is crushed stone of $\frac{1}{2}$ ", crushed stone of $\frac{3}{4}$ ", crushed sand and natural sand. For the production of briquettes, the percentage of asphalt was varied, obtaining samples of 4%, 4.5 %, 5%, 5.5%, 6% and 6.5% of asphalt respectively, with a sample of fourteen briquettes for each percentage of asphalt variation, a number of controls which allowed a correct analysis to be made. The study of correlation of variables allows to project an estimated value of a variable "Y" from a variable "X" according to the level of correlation presented in the studies, within civil engineering in cases where the same conditions are present in the This research was carried out, this would allow to optimize processes in relation to the performance of tests.

In the present investigation it is concluded that there is a certain degree of correlation between the simple axial compression of immersion compression and the indirect Lottman traction, thus posing an equation which shows a 66.6% reliability for its use according to the statistical analyzes carried out for both variables

Keywords: Compression, effort, Traction, immersion.