



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las propiedades mecánicas del pavimento rígido
incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Chávez Esteban, Anthony Samuel (0000-0001-5035-0381)

Mendoza Ávila, Juan David (0000-0002-8472-2726)

ASESOR:

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis se la consagro a Dios en primer lugar por darnos la fortaleza, sabidurías y salud, dedico a mi familia que siempre me dio fuerza para seguir adelante hasta lograr mis metas y sueños, que se hagan una realidad.

Dedico a los profesores e ingenieros por sus buenas enseñanzas durante toda esta vida estudiantil.

Este proyecto de investigación
hecho realidad le dedicó a mi familia
porque ellos estuvieron en todo momento
Impulsando, dándome sus bueno consejos
que siga adelante, también les dedicó a los ingenieros
de universidad por formarme profesionalmente,
de igual manera a los amigos que siempre
fuimos por el camino correcto.

AGRADECIMIENTO

A Dios gracias por cada dato e instante durante la elaboración de este proyecto de investigación, a nuestro asesor académico por guiarnos de forma constante, y por el apoyo incondicional agradecemos a nuestros familiares que día a día nos motivaron a terminarlo.

También a mis padres, Samuel Chavez y Doris Esteban Solis , a mi Hermana Gina chavez, por guiarme con las pautas necesarias, que siempre me alentaban desde que comencé en esta hermosa carrera.

Agradezco, en primera instancia, a Dios por darme la vida, gracias a él este sueño se hizo realidad, como también les agradezco a mis padres por traerme al mundo, aunque ya no están, pero sé que me acompañan en todo momento.

Gracias a mi familia que confió en mi y siempre me motivaron para seguir adelante, Mi hijo Adiel Mendoza Ricaldi y me esposa Carmen Ricaldi Astete.

Índice de contenidos

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Índice de tablas	IV
Índice de figuras	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	23
3.1 Tipo y diseño de investigación	23
3.2 Población muestra y muestreo	24
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.4 Método de análisis de datos	27
3.5 Aspectos éticos	27
IV. Resultados	29
4.1 Ensayos de granulometría a los agregados fino y grueso	36
4.2 Granulometría de propiedades del agregado grueso	39
4.3 Diseño de mezcla	44
4.4 Resultados del slump o prueba de asentamiento	51
4.5 Ensayo de resistencia a compresión NTP 339 .034	52
4.6 Ensayo de resistencia a flexión NTP 339 .078	58
4.7 Análisis de datos estadísticos	61
V. Discusión	70
VI. Conclusión	72
VII. Recomendaciones	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Sistema de designación para aleación de aluminio	19
Tabla 02: características físico -mecánico del aluminio	20
Tabla 03: características del cemento portland tipo I	21
Tabla 04: Resistencia a compresión y agua /cemento	23
Tabla 05: Clases de mezcla	24
Tabla 06: Tamaño máximo de los agregados	27
Tabla 07: Requisitos de aproximado de agua de mezclado y contenido de aire	27
Tabla 08: Volumen de agregado grueso, seco y compactado	28
Tabla 09: tamices según el tipo de suelo	29
Tabla 10: Muestra para el ensayo a compresión	31
Tabla 11: muestras para ensayo a flexión	32
Tabla 12: Análisis granulométrico por tamizado (ASTM -C33	36
Tabla 13: peso específico y absorción A.F	37
Tabla 14: peso unitario suelto y compactado del A.F	38
Tabla 15: Análisis granulométrico por tamizado	39
Tabla 16: Resultado del peso específico del agregado grueso	41
Tabla 17: Resultado del peso unitario suelto y compactado del A.G	41
Tabla 18: contenido de humedad de A.G.	42
Tabla 19. cantidad de muestras para diseño de mezcla para pavimento rígido f'c :280 kg/cm ²	42
Tabla 20: Cantidad de muestras de rotura	43
Tabla 21: propiedades del cemento usado	44
Tabla 22: Características del AG Y AF	44
Tabla 23 :Resistencia de la compresión promedio	45
Tabla 24: consistencia y asentamiento	45
Tabla 25: relación de agua cemento y resistencia a la compresión del concreto	45
Tabla26: Agua en Lt/m ³ para los TMN del A.G Y A.F	46
Tabla 27: TMN en referencia al aire atrapado	47
Tabla 28: Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto	47
Tabla 29: Concreto patrón	49
Tabla 30: Concreto con 1% de aluminio	50

Tabla 31: Concreto con 1.5% de aluminio	50
Tabla 32: Concreto con 2% de aluminio	50
Tabla 33: trabajabilidad slump.	51
Tabla 34: Resistencia del concreto patrón a compresión a los 7 días	52
Tabla 35: Resistencia del concreto patrón a compresión a los 14 días	53
Tabla 36: Resistencia del concreto patrón a compresión a los 28 días	53
Tabla 37: Resistencia a compresión a los 7 días con 1% de aluminio	53
Tabla 38: Resistencia a compresión a los 7 días con 1.5% de aluminio	54
Tabla 39: Resistencia a compresión a los 7 días con 2% de aluminio	54
Tabla 40: Resistencia a compresión a los 14 días con 1% de aluminio	54
Tabla 41: Resistencia a compresión a los 14 días con 1.5% de aluminio.	55
Tabla 42: Resistencia a compresión a los 14 días con 2% de aluminio.	55
Tabla 43: Resistencia a compresión a los 28 días con 1% de aluminio.	55
Tabla 44: Resistencia a compresión a los 28 días con 1.5% de aluminio	56
Tabla 45: Resistencia a compresión a los 28 días con 2% de aluminio.	56
Tabla 46: Resistencia del concreto a compresión	56
Tabla47: Resistencia a flexión con 0.00 % de viruta de aluminio a los 28 días	58
Tabla 48: resistencia a flexión con 1.00 % de viruta de aluminio a los 28 días	58
Tabla 49: resistencia a flexión con 1.50 % de viruta de aluminio a los 28 días	58
Tabla 50: resistencia a flexión con 2.00 % de viruta de aluminio a los 28 días	58
Tabla 51: Realización de análisis estadístico del curado normal del concreto, con respecto a la resistencia a compresión. (ANOVA a los 7 días)	60
Tabla 52: Análisis estadístico de la resistencia a compresión del concreto a curado normal aplicando (TUKEY a los 7 días)	60
Tabla 53: Los valores obtenidos en el análisis estadístico (TUKEY a 7 días)	61
Tabla 54: La diferencia entre grupos obtenidos del análisis estadístico con la prueba (TUKEY a los 7 días)	61
Tabla 55: Análisis estadístico de la resistencia a la compresión del concreto a curado normal (ANOVA a 14 días).	62
Tabla 56: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (TUKEY a los 14 días).	62
Tabla 57: Los valores obtenidos del análisis estadístico (TUKEY a 14 días)	63
Tabla 58: Las diferencias entre los grupos obtenidos del análisis estadístico (Tabla TUKEY a los 14 días)	63

59: Análisis estadístico de resistencia a la compresión de concreto a curado normal (ANOVA a 28 días).	64
Tabla 60: Análisis estadístico de resistencia a la resistencia de concreto a curado normal (TUKEY a los 28 días)	64
Tabla 61: Valores obtenidos del análisis estadístico (TUKEY a los 28 días)	64
Tabla 62: La diferencias entre los grupos obtenidos del Análisis estadístico de (TUKEY a los 28 días).	65
Tabla 63: Calculo previos para la obtención de la desviación estándar.	66
Tabla 64: Resultados de laboratorio a ensayo flexión a los 28 días calendario, sometido a curado normal.	67
Tabla 65: Análisis estadístico de resistencia a la flexión de concreto a curado normal (ANOVA a los 28 días).	68
Tabla 66: Análisis estadístico de resistencia a flexión de concreto a curado normal utilizando (TUKEY a 28 días).	68
Tabla 67: Valores críticos para la prueba de (TUKEY).	69
Tabla 68: valores obtenidos haciendo el análisis estadístico utilizando el multiplicador de (TUKEY a loa 28 días).	69
Tabla 69: Desviación estándar y coeficiente de variación	
Tabla 70: Formato de recopilación de datos de ensayo a resistencia a compresión	83
Tabla71:Formato de recopilación de datos de ensayo a resistencia a flexión	83

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Figura 01: Aluminio galvanizado reciclado, en sus diversos envases.....	10
2. Figura 02 : Curva granulométrica del agregado fino.....	30
3. Figura 03: Curva granulométrica del agregado grueso.....	33
4. Figura 04: Asentamiento del concreto.....	45
5. Figura 05: Ensayo a compresión de muestras cilíndricas.....	54
6. Figura 06: Diferencia en rotura con el ASTM C78 y EL ASTM C293.....	59
7. Figura 07: Ensayo de los materiales.....	110

RESUMEN

El estudio científico titulado “Análisis de las propiedades mecánicas del pavimento rígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021” está centrado en el objeto de determinar las propiedades-mecánicas la mezcla de concreto hidráulico en donde se tiene como finalidad un mejoramiento de la ductilidad, también es muy importante la atenuación de la contaminación mediante el reciclaje del aluminio galvanizado y evitar las principales fallas del pavimento rígido los cuales son el deterioro de las juntas, deterioros superficiales y agrietamientos capacidad portante

Para ello, se efectuaron los ensayos a compresión y a flexión, de acuerdo al porcentaje asignado que es de 1%, 1.5% y 2% en correspondencia al volumen del agregado fino. Posteriormente, se elaboraron especímenes cilíndricos y vigas de la mezcla de concreto para su posterior rotura en los 7 días, 14 días y 28 días debidamente curados durante todo ese tiempo, se comparan las resistencias obtenidas para conocer el porcentaje más adecuado alcanzando la mayor resistencia a compresión y a flexión en donde la resistencia de diseño a compresión es de $f'c : 280 \text{ kg/cm}^2$.

Palabras clave: compresión, flexión, viruta, aluminio, resistencia, ductilidad, pavimento

ABSTRACT

The project denominated "Analysis of the mechanical properties of hydraulic concrete incorporating recycled galvanized aluminum shavings in the rigid pavement in Ate 2021" is focused in the objective of determining the mechanical properties of the hydraulic concrete mix where an improvement is intended. Regarding ductility, it is also very important to reduce contamination, recycle galvanized aluminum, and avoid the main failures of rigid pavement, which are the deterioration of joints, surface damage and cracking.

For this, the fine compression and bending tests were carried out, according to the assigned percentage, which is 1%, 1.5% and 2% referring to the volume of the aggregate. Cylindrical specimens and beams of the concrete mixture were manufactured for their subsequent breakage in 7 days, 14 days and 28 days duly cured during all that time, the strengths obtained are compared to know the most appropriate percentage reaching the highest resistance both to compression as in flexion where the design resistance to compression is f'_c : 280 kg / cm².

Keywords: compression, bending, chip, aluminum, strength, ductility, pavement



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de las propiedades mecánicas del pavimento rígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021", cuyos autores son CHAVEZ ESTEBAN ANTHONY SAMUEL, MENDOZA AVILA JUAN DAVID, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 15 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO DNI: 08196873 ORCID 00000000313045008	Firmado digitalmente por: LHDIAZH el 31-12-2021 22:13:22

Código documento Trilce: TRI - 0225899