



Universidad César Vallejo

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

Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho
Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas,
en Arequipa.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Vega Vega, Isai Isaac (orcid.org/0000-0003-0058-7991)

ASESOR:

Mg. Siguenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid/0000-0002-1979-3552)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERU

2022

Dedicatoria

Dedico la presente investigación en primera oportunidad a Dios, por haberme cuidado en todo mi tiempo de vida y permitirme haber llegado hasta esta etapa de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante que me apoyo durante el tiempo de mi preparación profesional, por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional en todo mi camino de estudiante.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por protegerme y guiarme en mi formación de ingeniero civil, por darme las fuerzas para pasar los obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi vida. A mi madre, que, con su cariño, comprensión y apoyo incondicional, que me enseñó a no rendirme ante nada y siempre mirar los problemas como retos a cumplir.

Al ING. SIGUENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, por su valioso tiempo que nos dedicó en el asesoramiento.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización y concretar este proyecto de investigación.

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	17
Tipo y diseño de investigación	18
Variables y operacionalización.....	18
Población, muestra y muestro.....	21
Técnicas de instrumentos de recolección de datos.....	23
Procedimientos	25
Método de análisis de datos	26
Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN	70
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS	79
ANEXOS.....	84

Índice de tablas

Tabla 1. Población y muestra en estudio	22
Tabla 2. Ubicación del estudio	29
Tabla 3. Coordenadas del tramo en estudio	30
Tabla 4. Coordenadas de ubicación de las Calicatas.....	33
Tabla 5. Ensayo de granulometría según clasificación ASTM D-422	36
Tabla 6. Ensayo de granulometría.....	39
Tabla 7. Coordenadas de ubicación de las canteras.....	42
Tabla 8. Descripción de la muestra de la cantera la Poderosa	43
Tabla 9. Descripción de la muestra de la cantera Elena de Troya	45
Tabla 10. Descripción de la muestra de la cantera Elena de Troya.	46
Tabla 11. Cantera seleccionada con el menor porcentaje de abrasión.	47
Tabla 12. Composición física del caucho	48
Tabla 13. Datos de los agregados para diseño de mezclas.	50
Tabla 14. Datos del diseño de mezclas	51
Tabla 15. Diseño de mezclas patrón.....	51
Tabla 16. Dosificación de concreto patrón	51
Tabla 17. Dosificación con 2% de caucho de neumático reciclado.	52
Tabla 18. Dosificación con 4% de caucho de neumático reciclado.	53
Tabla 19. Dosificación con 6% de caucho de neumático reciclado.	53
Tabla 20. Resistencia del concreto a los 7 días del curado.....	55
Tabla 21. Resistencia del concreto después de 14 días de curado.....	56
Tabla 22. Resistencia del concreto a los 28 días.	56
Tabla 23 Resistencia del concreto a los 7 días sometida a flexión.....	59
Tabla 24. Resistencia del concreto después de 28 días, sometida a flexión.....	59
Tabla 25. Desviación estándar	63
Tabla 26. Coeficiente de drenaje de la guía.....	65
Tabla 27. Coeficiente de transmisión de carga (j)	66
Tabla 28. Datos del diseño y espesor de concreto patrón.	67
Tabla 29. Datos del diseño y espesor para el concreto adicionado con 4% de caucho de neumático reciclado.	68
Tabla 30 Resultado de resistencia a la compresión del concreto ASTM C39 de Chavarri.	71

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. <i>Importación de automóviles desde el año 2019 hasta el 2021</i>	2
Figura 2. <i>Producción de llantas en el Perú</i>	3
Figura 3 <i>Carreteras pavimentadas según redes viales</i>	5
Figura 4. <i>Transferencia de cargas sobre los pavimentos rígido y flexible</i>	13
Figura 5. <i>Estructura del pavimento</i>	14
Figura 6. <i>Conformación del pavimento rígido</i>	14
Figura 7. <i>Pavimento rígido con vista de planta y perfil</i>	15
Figura 8. <i>Pavimento rígido con refuerzo de acero transversal</i>	15
Figura 9. <i>Partes del pavimento articulado</i>	16
Figura 10. <i>Formato de conteo y clasificación vehicular</i>	23
Figura 11. <i>Ubicación geográfica de la investigación</i>	29
Figura 12. <i>Ubicación de la Av. Telégrafos</i>	30
Figura 13. <i>Resumen del Estudio vehicular</i>	31
Figura 14. <i>Gráfico de barras del estudio de tráfico</i>	31
Figura 15. <i>Índice Medio Diario</i>	32
Figura 16. <i>Zona de estudio de Suelos - calicatas</i>	32
Figura 17. <i>Calicata C-1</i>	33
Figura 18. <i>Calicata C-2</i>	34
Figura 19. <i>Resultados de clasificación SUCS GP</i>	37
Figura 20. <i>Gráfico de CBR</i>	37
Figura 21. <i>Ensayo de CBR</i>	38
Figura 22. <i>Clasificación SUCS GP, C-2</i>	40
Figura 23. <i>Gráfico de ensayo CBR.C-2</i>	40
Figura 24. <i>Gráfico de densidad.C-2</i>	41
Figura 25. <i>Ubicación de la cantera La Poderosa</i>	43
Figura 26. <i>Ubicación de la Cantera Elena de Troya</i>	44
Figura 27. <i>Ubicación geográfica de la cantera Socabaya</i>	46
Figura 28. <i>Características de la composición de los neumáticos</i>	48
Figura 29. <i>composición química del caucho</i>	49
Figura 30. <i>Proceso de adición de las partículas y granos de caucho reciclado</i>	49
Figura 31. <i>Preparación de la mezcla sin partículas de caucho reciclado</i>	50

Figura 32. Preparación de la mezcla con las partículas de caucho reciclado.	52
Figura 33. Vaciado de concreto en briquetas de 6"x12".	54
Figura 34. Ensayo de rotura de probeta.	55
Figura 35 Resistencia sometido a compresión a 7 días del curado de las muestras.	57
Figura 36. Resistencia del ensayo de compresión a 14 días del curado.....	57
Figura 37. Gráfico del resultado después de 28 días del curado de las muestras.	58
Figura 38. Evolución de la resistencia del concreto.	58
Figura 39. Gráfico de resistencia de las vigas de concreto sometidos a la flexión.	60
Figura 40. Gráfico de resistencia de las vigas sometidos a flexión después de 28 días.....	60
Figura 41. Evolución del concreto sometido a flexión de los 7 días hasta los 28 días.	61
Figura 42. Fórmula para el diseño del pavimento.	62
Figura 43. Cuadro de ejes equivalentes y tipos de Caminos.	63
Figura 44. Grafico del diseño y espesor de concreto patrón.....	68
Figura 45. Grafico del diseño y espesor del concreto adicionado con 4% de de caucho de neumático reciclado.	69
Figura 46. Muestra de caucho molido	95
Figura 47. Composición de los neumáticos	95
Figura 48. Tomando muestra de agregado grueso 1.....	95
Figura 49. Recojo de muestras de agregado grueso 2.	95
Figura 50. Toma de muestra de agregado grueso 3.....	96
Figura 51. Toma de muestras de agregado fino 1.	96
Figura 52. Toma de muestra de agregado fino 2.	96
Figura 53. Toma de muestra de agregado fino 3.....	96
Figura 54. Toma de muestra en calicata N°2.....	96
Figura 55. Toma de muestra en calicata N°2.....	96
Figura 56. Toma de muestra de suelo.....	97
Figura 57. Excavación - apertura de calicata.....	97
Figura 58. Muestra de agregados de cantera la poderosa.	97

Figura 59. Mallas de tamizado en laboratorio.	97
Figura 60. Ensayo de peso específico.....	98
Figura 61. Ensayo de peso específico - secado.	98
Figura 62. Verificación del peso del agregado grueso.	98
Figura 63. Verificación del peso del agregado fino.	98
Figura 64. Pesado del volumen del cemento.....	99
Figura 65. Muestras del vaciado de las briquetas.....	99
Figura 66. Fraguado de muestras.	99
Figura 67. Curado de las muestras.	99
Figura 68. Muestras secas, preparación para desmoldar.	100
Figura 69. Muestras desmoldadas, marcadas para el curado.	100
Figura 70. Muestras secas, medidas para ensayo de rotura.	100
Figura 71. Ensayo a rotura.	100

Resumen

La presente investigación tuvo por general analizar la influencia del caucho de neumático reciclado en la fabricación de concreto hidráulico para pavimento rígido y articulado, este se realizará con la comparación de las propiedades físicas y mecánicas que presenten posterior a los ensayos especificados en el manual de carreteras, en las Normas Técnicas Peruanas y el método ASSTHO 93.

La presente es realizada de forma experimental de tipo aplicada. La población influye sobre el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con muestras sin y con adición de caucho de neumático reciclado.

El estudio realizado con 11 muestras de concreto sin adición de caucho (llamada muestras patrón), 33 muestras de concreto con adición de caucho de neumático reciclado, con dosis de 2%, 4% y 6%, que serán ensayadas; 3 a los 7 días, 3 a los 14 días y los 3 restantes a los 28 días, haciendo un total de 36 muestras en compresión y 8 muestras en flexión.

Las propiedades físicas de la adición del caucho se encuentran dentro de los parámetros descritos en la NTP399.611.

Del análisis realizado finalmente se concluyó que las muestras con 4% de adición de caucho de neumático reciclado obtuvieron una mayor resistencia a la compresión.

Palabras clave: Caucho de neumático reciclado, pavimento rígido y articulado, concreto.

Abstract

The present investigation had, in general, to analyze the influence of recycled tire rubber in the manufacture of hydraulic concrete for rigid and articulated pavement, this will be carried out with the comparison of the physical and mechanical properties that they present after the tests specified in the road manual. , in the Peruvian Technical Standards and the ASSTHO 93 method. The present one is carried out in an experimental way of applied type. The population influences the concrete $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, with samples without and with the addition of recycled tire rubber.

The study carried out with 11 concrete samples without the addition of water (called standard samples), 33 concrete samples with the addition of recycled tire rubber, with doses of 2%, 4% and 6%, which will be tested; 3 at 7 days, 3 at 14 days and the remaining 3 at 28 days, making a total of 36 samples in compression and 8 samples in bending.

The physical properties of the rubber addition are within the parameters described in NTP399.611.

From the analysis carried out, it was finally concluded that the samples with 4% addition of recycled tire rubber obtained a higher compressive strength.

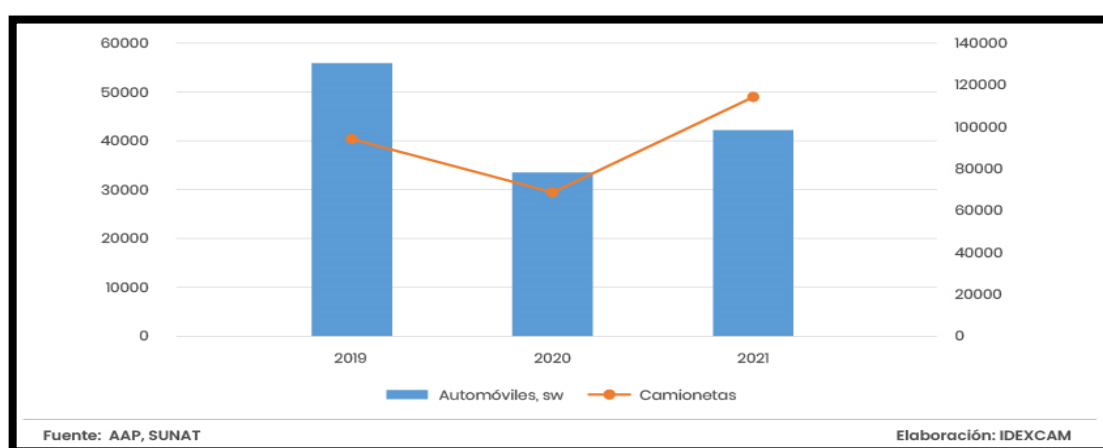
Keywords: Recycled tire rubber, rigid and articulated pavement, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se tiene que el parque vehicular se incrementó en 63% en estos últimos diez años, al superar de 1.3 millones de unidades a 2.2 millones. De acuerdo al documento de estadístico, el parque vehicular en la comunidad Andina en los años 2004 al 2013. Así también este documento indica que el comportamiento en la comunidad Andina es creciente puesto que paso de 6.1 millones de vehículos en el año 2004 a 15 millones en el año 2013, el cual representa un ascenso anual de promedio 10.6%. (Diario Gestión – Lima 20/12/2014).

Según la información emitida por SUNAT, la industria automotriz en el Perú, se vio golpeada en la pandemia. La importación de automóviles disminuyó en 40% y de las camionetas cayeron en 27%. En el 2021, con la recuperación económica se incrementó la importación de automóviles en 26%, de camionetas en 66%. De acuerdo a la Superintendencia Nacional de Aduanas y administración tributaria (Sunat), en el año 2021 se incrementó la demanda de los autos. Esto debido a la recuperación económica local. Según la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (Sunarp), en el año 2021, se incrementó en 40% en relación al año 2020 en la venta de nuevos vehículos livianos tales como automóviles, camionetas Pick y furgonetas), que tuvo un ascenso a 157,100 unidades, y en referencia al 2019 se incrementó en un 3.4%. (Revista digital de la cámara de comercio de Lima-2021).

Figura 1. Importación de automóviles desde el año 2019 hasta el 2021.



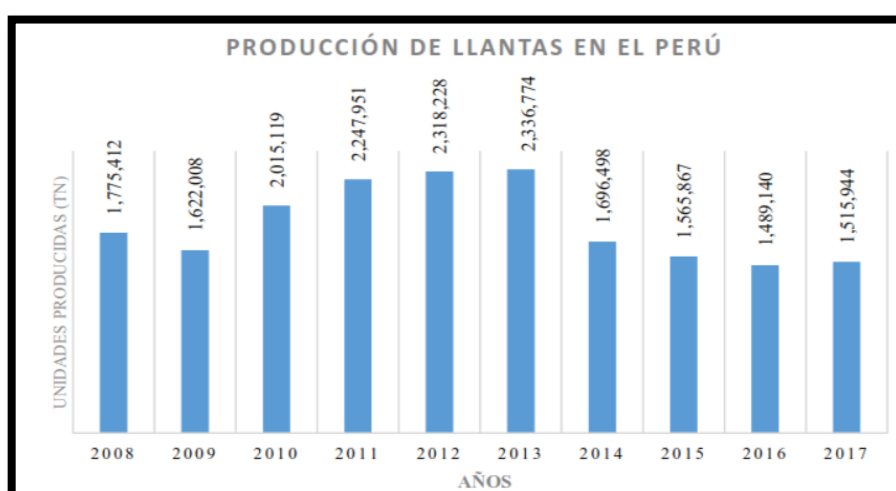
Nota. Adaptado de Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (Sunat).

Durante el año 2018 el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), ha informado que la ciudad de Lima tiene el 58.06% del parque automotor de todo el Perú. Esto hace referencia al crecimiento anual, desde el año 2012 hasta el año 2018 en un 7.63% (MTC-2018)

En el Perú, según el Instituto de Estudios Económicos, del 2018, se tiene como origen a la minería en el problema del desecho de los neumáticos. Así también en el año 2013, en el Perú, el mercado de los neumáticos ha tenido un crecimiento muy importante por el ingreso de nuevos vehículos tales como automóviles, camionetas, camiones, buses, camiones mineros, y tractores, de uso agrícola, forestal, construcción y otros como motocicletas, bicicletas, y aeronaves (Sunat, 2013).

Según información del Instituto de Estudios Económicos y sociales del Perú, las fábricas de caucho vienen teniendo un crecimiento positivo año tras año, debidos al incremento de la demanda del mercado nacional e internacional. Así también han percibido una caída en la producción en los años 2013 al 2016, así mismo este viene retomando su crecimiento normal debido a la activa producción del sector minero en los últimos años. (IEES - 2017)

Figura 2. Producción de llantas en el Perú



Nota. Adaptado de IEES - Producción durante los años 2008-2017.

Se calcula que en la actualidad se tiene acumulación de neumáticos de caucho a nivel de la unión europea en vertederos más de 3,000 millones, en los Estados Unidos más de 1,000 millones. Es una amenaza ecológica mantener esta acumulación. Es responsabilidad de los que contribuyen, puesto que hay una notable reducción de la biodiversidad porque contiene componentes tóxicos no solubles que contaminan el suelo y el agua. Así también el quemado de las llantas es un método utilizado por el hombre para la eliminación, es una fuente muy elevada en contaminación del aire puesto que produce humos tóxicos. (sofi,2017).

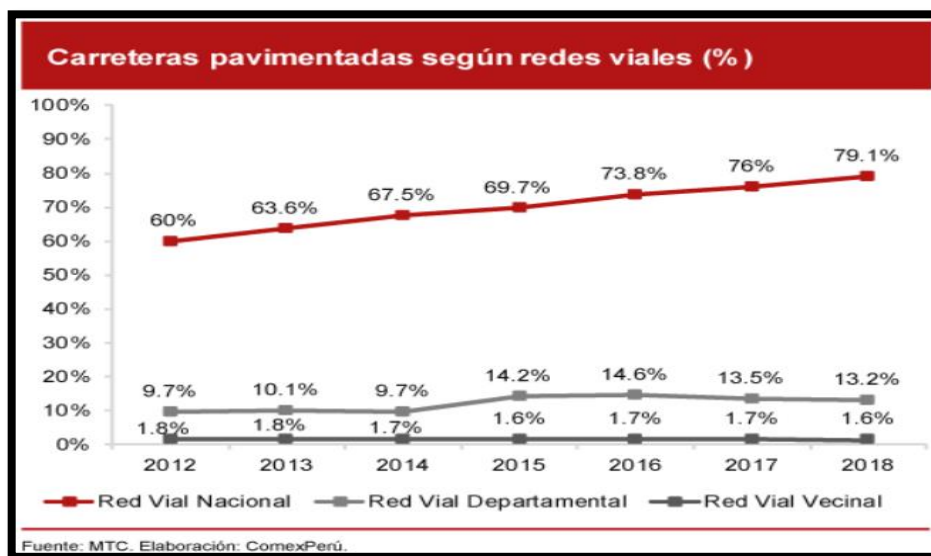
Los Congresistas realizaron un recorrido por las regiones a las que representan, obteniendo información de las autoridades locales, así como de la población en general. En este recorrido el Congresista Miguel Castro Grandez, comprobó que las carreteras de la provincia de Chachapoyas se encuentran en condiciones deplorables, así mismo indico que se necesitan acciones por parte del ejecutivo, así como del ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), para el mejoramiento (Fernández, 2018).

El crecimiento de las redes viales guarda relación con el crecimiento anual del transporte de los sectores productores tales como; la minería, agricultura, manufacturera y pecuario. Para lo cual las redes viales nacional, regional y local deben encontrarse en óptimas condiciones para que puedan soportar el peso de los vehículos, así como transmitir las cargas a las cuales son sometidos. Sin embargo, por lo general los pavimentos de las redes viales presentan desgaste, así como poca durabilidad en el tiempo, esto se debe a la demanda y sobre demanda de uso, así como las grandes cargas vehiculares para el cual mucho de los pavimentos no están diseñados. (Rondón y Reyes, 2015).

En el Perú, el sistema vial se encuentra estructurado en redes viales nacionales con 27,109km, que se encuentran bajo la administración del M.T.C. Redes viales departamentales de 27,505 km, que se encuentran bajo la responsabilidad de los Gobiernos Regionales, y una red vecinal de 113,857 km, que se encuentran bajo la responsabilidad de los gobiernos municipales. En cuanto a las redes nacionales, el porcentaje de red nacional pavimentada en el año 2012 fue de 59.9% creciendo en

el año 2018 a 79.1%. Sin embargo, no sucede lo mismo en las redes departamentales los cuales en el año 2018 alcanzo un 13.2% haciendo un total de 3,623km. (Comexperu.org.pe-2018).

Figura 3 Carreteras pavimentadas según redes viales.



Nota. Adaptado de la Fuente Plataforma RED GAMS – PERU.

En este contexto, el uso y el cambio de un nuevo juego de neumáticos son directamente proporcionales al crecimiento del Parque Automotor, por ende, la acumulación de neumáticos de caucho utilizados es creciente, esto se ve reflejado en los botaderos. **Son un problema** poco controlado por la falta de educación de la gestión de residuos sólidos. Mas aun, es un problema notable no contar con la reutilización de los neumáticos de caucho. En vista de la problemática actual en la ciudad Arequipa ciudad y provincias, en general en todo el Perú. En la presente tesis de investigación se plantera resolver dos problemas en específico, el primero; en la construcción convencional se viene utilizando un recurso no renovable como son los agregados (piedra y la arena). El segundo, los neumáticos de caucho viene siendo acumulado sin control, por no decir que los usuarios lo desechan sin tener conciencia del grado de afectación que produce el medio ambiente. Mediante la presente tesis de investigación se busca reutilizar el caucho de neumáticos abandonados en la ciudad de Arequipa, más específicamente en la provincia de Camaná, distrito de Samuel Pastor, proponiendo como alternativa de DISEÑO DE

PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA. En esta tesis de investigación tiene como **justificación** proponer la adición de partículas y gránulos de caucho de neumático reciclado en la mezcla de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, para mejorar y extender el tiempo de vida de los pavimentos rígidos, contribuyendo al medio ambiente en reciclaje del caucho y una reducción del uso descontrolado de los agregados, de esta manera reducir la huella de carbono de la población del distrito de Samuel Pastor.

Definido la investigación; a presente tesis denominada DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA, tiene como **objetivo general** determinar las propiedades físicas y mecánicas para el pavimento rígido y articulado con la adición de partículas de caucho de neumáticos reciclados. En ese sentido esta tesis tiene como **primer objetivo específico** encontrar la proporción óptima mediante el diseño de mezclas para el pavimento rígido y articulado adicionando caucho de neumático reciclado. Para lo cual se estudiará las proporciones de volumen de caucho reciclado en 2%, 4%, y 6% del volumen del cemento.

En ese sentido esta tesis tiene como **segundo objetivo específico** determinar la propiedad de resistencia física sometida a la compresión del concreto $f'c$ 280kg/cm² patrón del mismo y con la adición de caucho reciclado con las proporciones de 2%, 4%, y 6% del volumen del cemento.

Como tercer objetivo específico determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c$ 280kg/cm² con la adición de caucho reciclado con las proporciones de 2%, 4%, y 6% del volumen del cemento, sometidos a una fuerza de flexión.

En la presente tesis de investigación plantea, que el reciclaje de los neumáticos como alternativa de DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA.

Con la definición del problema, la justificación y los objetivos, En la presente tesis de investigación, se plantea como **hipotesis** que las propiedades del caucho de los

neumáticos reciclados, con adición al concreto, mejora las propiedades físicas y mecánicas sometidas a fuerzas de compresión.

En esta tesis de investigación como segunda hipótesis se presume que las partículas de caucho de neumáticos reciclados como adición en un porcentaje óptimo, puede mejorar las características físicas sometidas a fuerzas de flexión de los pavimentos rígidos, en consecuencia, de los pavimentos articulados puesto que son de concreto.

II. MARCO TEÓRICO

Para la presente tesis de investigación se ha revisado fuentes internacionales y nacionales en los que se ha estudiado el caucho de neumático reciclado en el concreto, estos se detallan a continuación.

(Taha, 2008), es una preocupación nacional e internacional el reciclaje de residuos sólidos, teniendo en consideración que el crecimiento de la población de forma acelerada. Las grandes cantidades de desechos generados a diario y los pocos lugares de disposición para los residuos sólidos, son el mayor problema que afrontan países desarrollados, en vías de desarrollo y sub desarrollados. Los desechos de los neumáticos en desuso son un problema a nivel mundial, puesto que en varios países estos residuos son mal utilizados, ya que son quemados desmedidamente, contaminando el aire. Un mínimo porcentaje es reciclado en productos de uso doméstico.

(Núñez, 2016), hoy en día reutilizar el caucho de los neumáticos como fuente de material prima en la construcción es una realidad, en países como son Estados Unidos, Puerto Rico, México y otros países de Sudamérica utilizan el caucho como agregado en mezclas de concreto. Así también en universidades de California, Colorado y Arizona, esta última en conjunto con el departamento de transporte de Arizona desde el año 1994, hasta hoy, vienen llevando investigaciones usando el caucho de neumático como agregado con fines de aprovechar sus propiedades en la construcción de obras civiles. De igual manera la empresa de concreto mexicana, reconocida a nivel mundial con el nombre de CEMEX, ha realizado investigaciones con el caucho de neumático en desuso con la finalidad de utilizarlo como agregado en la fabricación de concreto.

(Kozievith, 2011), revela que el comportamiento del cemento con las partículas de caucho extraído de los neumáticos, en tamaños de 0.4mm y de 1.0mm. se ensayó con dos mezclas, la primera con caucho de diámetro de 1.0mm, en proporción de 5%, 10%, con variaciones de agua hasta del 40%, en la segunda mezcla con caucho de un diámetro de 0.4mm, en proporciones de 10% y 25%, con variaciones de agua de 66%, 55% y 40%. Finalmente concluyo que los valores de resistencia a la compresión y porosidad no disminuyeron de manera significativa, en

comparación con el concreto puro. De igual manera encontró que a mayor tamaño de las fibras, la resistencia si disminuye.

(Chávarri Cueva, Luis Antonio; Falen Solís, Jorge Arturo-2020), en su propuesta de concreto ecológico mediante la inclusión de caucho de un tamaño de 20mm y 25mm, para remplazar un 50% del agregado finos en la elaboración del concreto, ha determinado que es factible cumplir con la trabajabilidad. Además, que las muestras con caucho incorporado son resistentes a la compresión con un remplazo de hasta un 20% de los agregados, a mayor porcentaje de caucho reduce la resistencia en el concreto. Así mismo indica que la mezcla optima que obtuvo inferior en 2.9% menor en costos por metro cubico y una reducción a la huella de carbono de un 0.4%.

(Liévano, 2017), en su tesis que lleva por título “Análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos”, tuvo como objetivo encontrar los esfuerzos máximos sometidos a la compresión del concreto con adición de caucho reciclado. Aplico una metodología experimental con la cual llego a la conclusión de que el concreto patrón de resistencia $f_c=280\text{kg/cm}^2$, luego de incorporar caucho reciclado disminuye su resistencia, obteniendo únicamente valores de 169.29kg/cm^2 para una adición del 5%, 163.35kg/cm^2 para una adición de 10% y 83.16kg/cm^2 para una adición del 15%.

(Gonzales - 2017), en su tesis de investigación que lleva por título Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares, tuvo como objetivo estudiar el uso de los gránulos de caucho reciclado como adición para el concreto permeable, eso con la finalidad de utilizarlo en estacionamiento para vehículos. Utilizo la metodología experimental mediante el cual concluyo que el concreto patrón permeable de resistencia $f_c=84\text{kg/cm}^2$, al incorporarle gránulos de caucho reciclado disminuye su resistencia. Obteniendo únicamente valores de 79.11 kg/cm^2 para un porcentaje de 2%, y 51.85 kg/cm^2 para adición de 4%. Por otro lado, al ser sometido a flexión los valores son favorables. Puesto que en el concreto patrón se logró un $MR=10\text{kg/cm}^2$, sin

embargo, al añadirse 2% de caucho se logró obtener 14.20kg/cm² y 15.44kg/cm² al añadirse 4%.

(López, 2018), en su tesis que lleva por título “concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas”, este tuvo como objetivo encontrar el porcentaje máximo de incorporación de caucho en la mezcla para el concreto estructural. En el proceso aplico una metodología experimental, que le permitió concluir que se puede incorporar caucho hasta un 7%, puesto que el valor que obtuvo 224.64kg/cm² de un concreto de $f'c=393.9\text{kg/cm}^2$, cumpliéndose de esta manera la condición que el concreto sea mayor a 17Mpa.

(Llerena y Paredes – 2019), en su tesis de investigación que lleva por título “Reforzamiento de suelo arcilloso con caucho reciclado para fines de cimentación en el distrito de Yarabamba en la ciudad de Arequipa”, que tuvo como propósito mejorar la capacidad portante del terreno arcilloso, para lo cual añadió caucho reciclado, teniendo como intención impulsar el cuidado del medio ambiente. Planteo una metodología experimental, en primer lugar, determino las propiedades físicas y mecánicas del suelo, del cual obtuvo que era un suelo arcilloso de baja plasticidad. En segundo lugar, realizo pruebas añadiendo caucho de neumático reciclado. Finalmente concluyo que al añadir 3% de caucho el suelo arcilloso mejora su capacidad portante de 0.149kg/cm² a 0.81kg/cm², de esta manera es las viable para una cimentación.

Expuesto los resultados de las investigaciones que anteceden, con fines de profundizar en la investigación conceptualizare conceptos y teorías de la historia y la composición de los pavimentos para brindar mayor comprensión al lector.

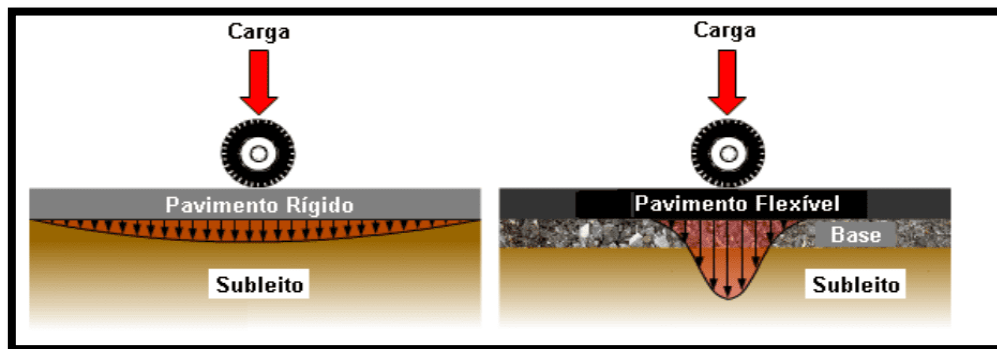
En la historia de la humanidad se conoce que la ingeniería fue evolucionando para solucionar las necesidades básicas, así como ampliar las limitaciones de desplazamiento. Uno de los principales materiales que utilizó el hombre fue la piedra, puesto que servía como materia prima para la construcción. Se estima que el Imperio Hitita construyó los primeros caminos a suelo firme en el 3000 a.c. Otro antecedente fueron los caminos realizados por los esclavos egipcios, estos

caminos mostraban resistencia y contaban con una superficie lisa además de ser indeformable al transportar volúmenes pesados. En la Edad Media, en países como Francia, Italia y España, las órdenes religiosas fomentan la construcción de caminos de peregrinaje. A mitad del siglo XVIII en Inglaterra el ingeniero John Smeaton inicia el desarrollo de la cal. En el siglo XIX, Inglaterra fue el país pionero en la implementación de normativas para la pavimentación mediante el Comisionado de Pavimentación. Europa durante el siglo XIX es conocida por su desarrollo en la construcción de caminos pavimentados. Para la Era de la industrialización se ahonda en el uso de la piedra, se utilizan piedras pequeñas, hoy conocidas como adoquín, con los que se pavimenta rutas más extensas que fueron necesarias a la aparición de los primeros vehículos. En el año de 1758, gracias al ingeniero Jhon Loundon, se conoce el “macadam”, este nuevo tipo de superficie podía soportar más peso, estaba conformado por pequeñas gramillas de piedra y capas de roca. Esta composición tenía un mejor comportamiento en el drenaje del agua de lluvias o acumulada por otra fuente. (Meza Ancasi, Fiorella - Código: U202218134 /HISTORIA DE LOS PAVIMENTOS).

En el siglo XX, se construyó en el Perú el primer pavimento, este se dio en la Av. Venezuela, en la ciudad de Lima. La vía expresa es una de las obras importantes que se puede apreciar hasta la actualidad. Así como otras obras muy importantes que perduraron por muchos años en la ciudad, de esta manera se ha demostrado que son pavimentos tuvieron gran durabilidad. En la actualidad se cuenta con normas técnicas peruanas, también con el manual de diseño geométrico de carreteras y se puede observar que hubo una gran mejora en los conceptos, ejemplos, etc. (Reyna Nataly Apaza Apaza Fecha en que fue cargado el May 14, 2018-Historia De Los Pavimentos En El Perú).

Con los años, el desarrollo de la ingeniera civil logro mejoras significativas en la construcción de los caminos a base de pavimento. Los pavimentos son una estructura diseñada para soportar, distribuir y transmitir las cargas aplicadas por los vehículos en la superficie de rodadura. Estas están compuestas por capas compactadas de material granular, desde la rasante hasta la capa de rodadura.

Figura 4. Transferencia de cargas sobre los pavimentos rígido y flexible.



Nota. Adaptado de la questoesdeconcurso.com.br.

El pavimento conforma por una estructura de capas, la capa de rodadura o también pavimento es colocada sobre otras, denominadas base, sub base y rasante con el objetivo de recibir las cargas y transmitir las al estrato inferior en el que está apoyado. (García, 2018).

La formación de la estructura permite que los vehículos puedan transitar con comodidad durante todo el tiempo de la vida útil del pavimento de forma satisfactoria.

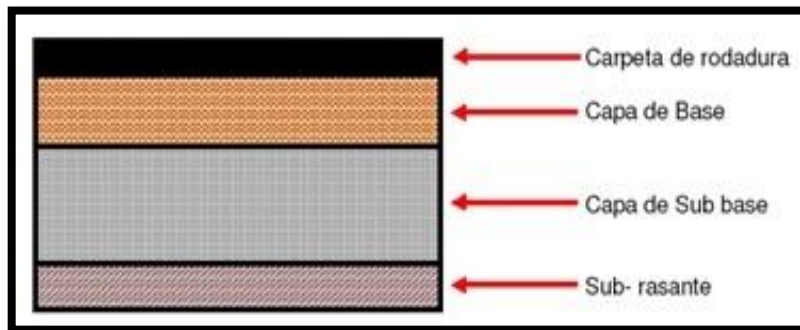
En el Perú tenemos la norma técnica CE.010, para los pavimentos urbanos, en el capítulo 4 de esta norma, se presenta las consideraciones mínimas que debe considerarse de la conformación de la estructura de pavimentos vehiculares (flexible, rígido y adoquinado o articulado), esto se detalla en la tabla 30 de dicho capítulo, para la presente, se encuentra en el apartado de anexos. Del mismo modo en el capítulo 4 de la NT. CE.010, en la tabla 31, se encuentra especificado las consideraciones mínimas de la estructura para pavimentos de uso peatonal y de ciclovías. Para la presente se encuentra en el apartado de anexos.

En la actualidad, en el Perú se utiliza varios tipos de pavimento tales como el pavimentos flexible, rígido, mixto y articulado. Con el objetivo de entrar en contexto a continuación conceptualizaré brevemente:

El pavimento flexible está compuesto por capas de material granular compactados uniformemente. La capa de rodadura se une al material granular mediante el imprimado, esto se realiza mediante el esparcimiento de líquido

asfáltico, posteriormente se coloca la carpeta de rodadura la cual es una mezcla bituminosa de líquido asfáltico con agregados (piedra chancada y arena gruesa con un porcentaje importante de finos), quedando de finalmente como se puede apreciar en la siguiente figura.

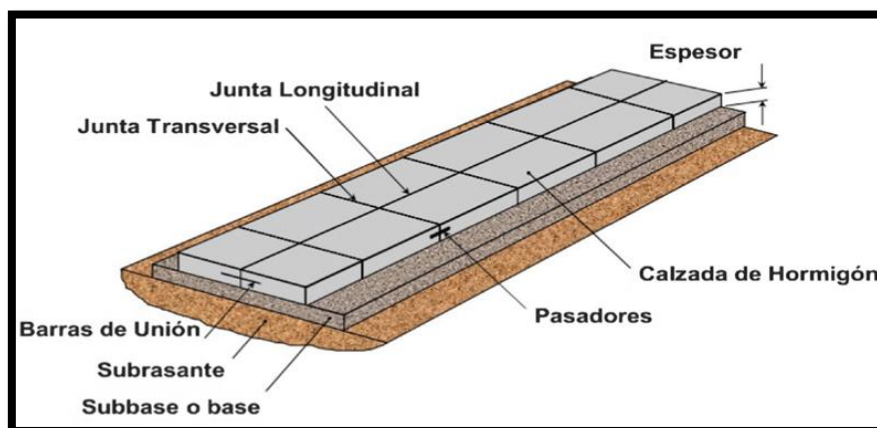
Figura 5. Estructura del pavimento.



Nota. Adaptado de Morales Rosales, 2007

El pavimento rígido está compuesto de cemento, agregados, agua y aditivos. Dependiendo a la capacidad de la vía, este lleva reforzamiento de acero. Generalmente esta dividido en paños rectangulares o cuadrados, con el propósito de tener una mejor transferencia de las fuerzas y esfuerzos provenientes de la capa de rodadura a la estructura del pavimento, así como también para evitar las fracturas por la dilatación y/o contracción producto de la variación de la temperatura del clima.

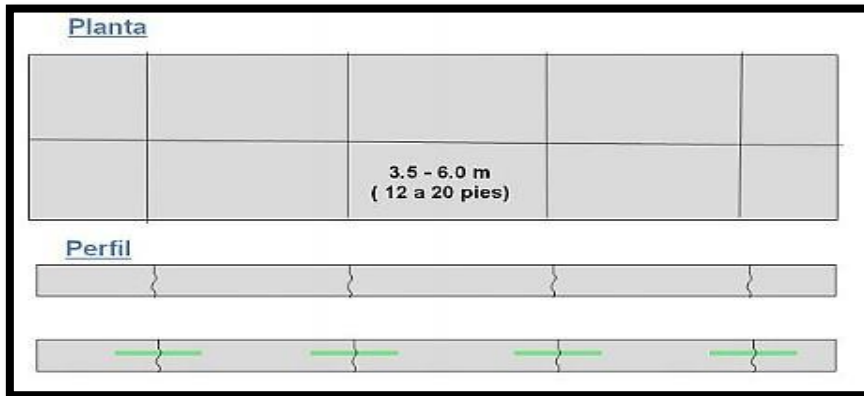
Figura 6. Conformación del pavimento rígido.



Nota. Adaptado de Mario Becerra, 2017.

Salas El pavimento con Concreto de Juntas Simples, se construir con juntas de construcción que debe estar espaciado cada 3.00m a 6.00 metros. Para tener una buena transferencia de cargas se debe considerar candados, finalmente la distribución de las juntas induce al agrietamiento controlado (Salas, 2017).

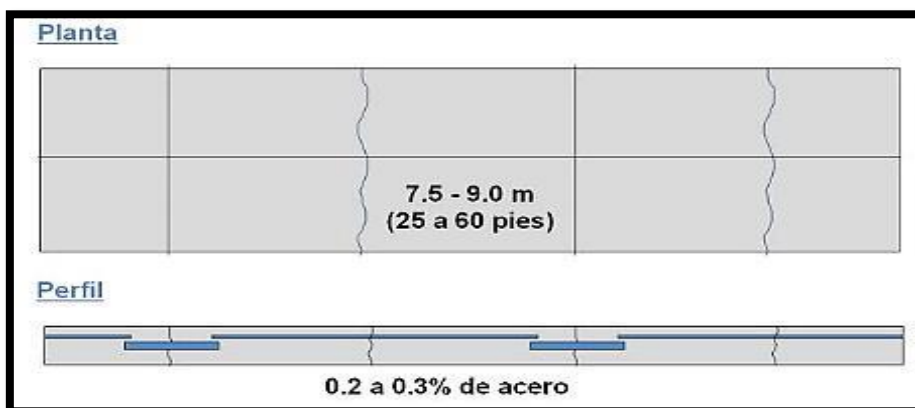
Figura 7. Pavimento rígido con vista de planta y perfil.



Nota. Adaptado de Mario Becerra, 2017.

En el pavimento de concreto armado, conformado con acero de refuerzo transversal y longitudinal, en este tipo de pavimento se incorpora mallas de acero o barras entrelazadas con el propósito de mejorar las prestaciones físicas y mecánicas, así también se puede tener distancias de 7.50m hasta 9.00m sin juntas, sin embargo, como el refuerzo de acero es moderado, se espera que se produzcan fisuras controladas dentro de los paños.

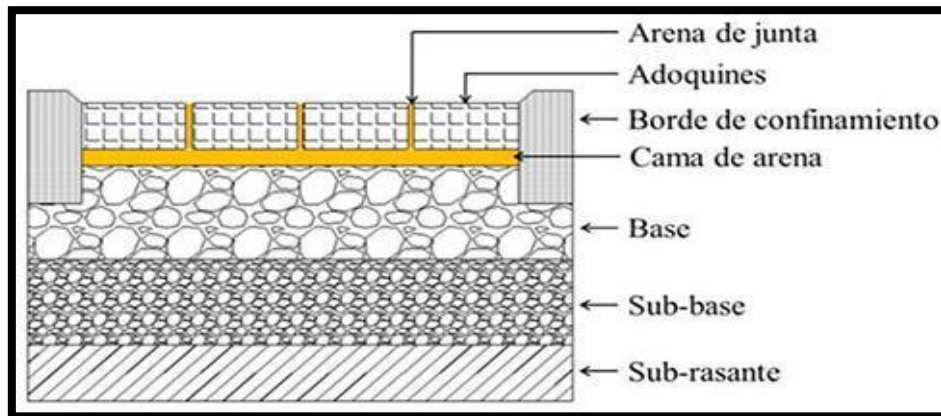
Figura 8. Pavimento rígido con refuerzo de acero transversal.



Nota. Adaptado de Mario Becerra, 2017.

Los pavimentos articulados, o también llamados adoquinados, están compuesto por una estructura similar, en la capa de rodadura está formado por bloques denominados adoquín, por lo general son de concreto. Así también por lo general en vías de tránsito vehicular llevan una trama diagonal con costuras horizontales, a su vez se segmentan en paños transversales, cuyo objetivo es evitar la deformación de la trama.

Figura 9. Partes del pavimento articulado.



Nota. Adaptado de José Andrés Lozada Moya Tutor, 2018.

III. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Hernández Sampieri et. al (2018) y Borja (2015), una investigación es de tipo aplicada cuando se utilizan conocimientos existentes para la solución de una problemática existente, esto quiere decir que no se requiere generar nuevos conocimientos. En consecuencia, la presente tesis de investigación es de tipo aplicado, ya que los ensayos no requieren generar nuevas teorías y los resultados que se obtuvieron permiten determinar si las partículas de caucho de neumático reciclado dan mejoras al concreto, esto será realizado de forma experimental siguiendo la normativa E.060 y algunas de Norma Técnica Peruana (NTP).

3.1.2. Diseño de investigación

Para la presente investigación propuesta consiste en estudiar un concreto simple sin adiciones y un concreto con adiciones de partículas de caucho de neumáticos reciclados, en dosificaciones de 2%, 4%, y 6% del volumen del cemento. Posteriormente, proponer el uso de las partículas de caucho de neumáticos reciclados como alternativa, en este evaluar su respuesta frente a las fuerzas de compresión y de flexión, finalmente, la comparación de los parámetros de interés, se determinarán las posibles mejoras o desmejoras. Para esto se someterán a rupturas muestras mediante la compresión y la flexión hasta el punto de falla.

Como se describió, en la presente tesis de investigación propuesta, se realizará manipulación deliberada de la variable independiente y dependiente. En este caso la variable independiente es **el caucho reciclado de neumáticos**, puesto que estará presente en un caso, y en otro no. Por tanto, se concluye que el diseño de la **investigación es cuasiexperimental**.

Variables y operacionalización

Hernández Sampieri et. al (2014) y Borja (2015), una variable es una magnitud de interés en el estudio y que es susceptible de ser medida y caracterizada ya sea de manera cualitativa o cuantitativa. Son clasificadas

como variable independiente y dependiente. En este sentido, una variable independiente es aquella que es controlada y cuya variación tiene efecto en otro juego de variables. Una variable dependiente es aquella cuyo efecto es el que se desea medir y cuyas variaciones son producidas a consecuencia de la variación de la variable independiente.

La presente tesis de investigación busca establecer mejoras en el diseño del pavimento rígido y el pavimento flexible, de concreto hidráulico. Con el planteamiento realizado, la variable independiente es **el caucho de neumáticos reciclados**, por consiguiente, la variable dependiente es el Diseño de concreto para pavimento rígido y articulado.

X = Caucho de neumáticos reciclados

Y = Diseño de concreto para pavimento rígido y articulado

Tal como se puede apreciar las variables consideradas en la presente tesis de investigación, se pretende establecer la relación entre las variables X y Y, del que se tiene:

$$X \rightarrow Y$$

Variable independiente: Caucho de neumáticos reciclados

- **Definición conceptual.** El caucho de neumático es un polímero con propiedades elásticas que compone generalmente de un neumático se compone por caucho (48%), negro de carbón (22%), el óxido de zinc (1,2%), el material textil (5%), acero (15%), azufre (1%) y otros elementos (12%). En contacto con el concreto se busca mejorar sus propiedades físicas del pavimento rígido y articulado.
- **Definición operacional.** El caucho de neumático reciclado tiene propiedades interesantes que permite utilizar este elemento como un auxiliar al cemento y los agregados, que podría utilizarse en vías de pavimento rígido o articulado, que tiene alta exposición a vehículos gran tonelaje.

- **Indicadores.** La presente tesis tiene como indicadores 0.00%, 2.00%, 4.00% y 6.00%.
- **Escala de medición.** La escala de medición de la presente tesis de investigación se da de razón.

Variable dependiente: Diseño de concreto para pavimento rígido y articulado.

- **Definición conceptual.** El concreto tiene un comportamiento físico y mecánico, con una practicidad de manipulación cuando se encuentra fresco, eso por lo general es en los primeros minutos de su preparación. Sin embargo, su característica de mayor dureza y de resistencia a las cargas es cuando seca, por lo general se obtiene a los 28 días su máxima resistencia a alcanzar.
- **Definición operacional.** El propiedades físicas y mecánicas que tiene el concreto se puede expresar en la resistencia que se obtenida. El comportamiento del concreto en estudio es el $f'c$ 280kg/cm², compone de cemento, arena gruesa, piedra chancada y agua, a este se ha adicionado con partículas de caucho de neumáticos reciclados, con sus propiedades de elásticas se busca mejorar su comportamiento a las fuerzas de compresión. El proceso de preparación depende de factores como, maniobrabilidad, el peso unitario, la durabilidad, que determinan la consistencia del concreto. Estos se realizarán en laboratorio.
Dimensiones de la variable Y serán las propiedades físicas y mecánicas.
- **Indicadores.** Los indicadores utilizados serán: Análisis granulométrico, peso unitario seco y compactado, peso específico,

absorción, contenido de humedad, variación dimensional, absorción, fluidez del concreto (slump), resistencia a la compresión del concreto.

- **Escala de medición.** La escala utilizada es De razón.

Población, muestra y muestro

3.3.1 Población

Según Hernández Sampieri et. al (2018) y Borja (2015), la población es el conjunto de unidades de análisis de las que el investigador pretende obtener información. En la presente tesis de investigación se pretende evaluar los efectos del pavimento que tiene la vía urbana actualmente pavimentada denominada Avenida Telégrafos. En el presente estudio la población influye sobre el concreto $f'c = 280$ kg/cm², con muestras sin y con adición de caucho de neumático reciclado.

Criterios de inclusión. Para la presente tesis de investigación se utilizó los criterios de inclusión únicamente a los vehículos, desde mototaxis, los autos hasta los camiones de 6 ejes, para el cual se ha utilizado del Manual para Estudio de Trafico MTC. Con el objetivo final de realizar el diseño de pavimento.

El presente estudio de investigación cuenta con el material recabado en la a Avenida Telégrafos, del distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

Criterios de exclusión. Para la presente tesis de investigación se utilizó el Manual para Estudio de Trafico MTC, como criterios de exclusión en el estudio de tráfico a los peatones ya los vehículos menores, como motocicletas y bicicletas. Con el objetivo de realizar el correcto diseño de pavimento.

3.3.2 Muestra

Para la presente tesis de investigación se utilizó el Manual para Estudio de Trafico MTC, del cual como se describe en los criterios de inclusión, se realizó la toma de la muestra con autos, camionetas, combis, bus, camión dos ejes y vehículos pesados, como se puede apreciar en la Figura N°15 La muestra se realizó avenida Telégrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camaná y Departamento Arequipa.

La presente tesis de investigación tiene como muestra dirigida en análisis 9 muestras de concreto sin adición de acucho (llamada muestras patrón) que serán ensayadas; 3 a los 7 días, 3 a los 14 días y los 3 restantes a los 28 días.

Del mismo modo la presente tesis de investigación tiene como muestra dirigida en análisis 27 muestras de concreto con adición de caucho de neumático reciclado, con dosis de 2%, 4% y 6%, que serán ensayadas a los 7 días, 14 días y 28 días. Tal como se detalle en la tabla N°01.

Tabla 1. Población y muestra en estudio

% de adición en función al peso del cemento		Muestras del estudio		
		Ensayo de compresión		
		7 días	14 días	28 días
Muestra patrón	0%	3	3	3
Muestra con	2%	3	3	3
adición de	4%	3	3	3
caucho	6%	3	3	3
Sub total		12	12	12
Total, de muestras			36	

Nota: Elaboración de fuente propia.

Del mismo modo se presenta en la siguiente figura, el Formato de conteo y clasificación vehicular.

Figura 10. Formato de conteo y clasificación vehicular.

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACION: _____
 CODIGO DE LA ESTACION: _____
 DIA Y FECHA: _____

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2
00	E																		
01	S																		
02	E																		
03	S																		
04	E																		
05	S																		

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ NO. RESPONDS: _____ SUPERV.MTC: _____

Nota. Adaptado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.3.3 Muestreo

El muestreo según el autor Arias (2012), indica que “el muestreo no probabilístico consiste en que la elección de los elementos de acuerdo a las características de la investigación y no depende de la probabilidad” (p.85). Para la presente tesis de investigación se utilizó como guía el Manual para Estudio de Trafico del MTC. Del mismo modo el muestreo puede que no garantice la representatividad de la muestra, por lo que la muestra se selecciona según los principios de la norma E-070 en base a sus criterios subjetivos.

Técnicas de instrumentos de recolección de datos

Los datos necesarios para el desarrollo del presente trabajo de investigación se recolectarán usando fuentes de observación e impresas con mediciones

de campo directa. Es decir, se usarán la técnica de investigación documentaria y la técnica de recolección de campo.

La presente tesis de investigación para la recolección de información, utilizo herramientas para basadas en técnicas recopilación de información ocular, de apoyo se utilizó cartillas de llenado de datos con información predeterminada. En consecuencia, se describe los instrumentos de recolección de datos:

- Evaluación preliminar: se realizó de forma visual, el cual se identificó la problemática de la zona.
- Conteo vehicular: se realizó el conteo de vehículos que transitan en la zona, en función al tamaño, al peso y características particulares (servicio que prestan), esto con la finalidad de obtener el IMD diario, semanal y anual.
- Estudio de Canteras: se determinó el estudio de las canteras, mediante el cual se determinó las características de los agregados para realizar el diseño de mezclas.
- Estudio de suelos: Se realizó el estudio de las características y propiedades de los suelos mediante el estudio de calicatas.
- Diseño de mezclas: Con el resultado obtenido del Estudio de canteras, se realizó el diseño de mezclas patrón, así como diseño de mezclas en estudio, con la adición de caucho de neumático reciclado en proporciones de 2%, 4% y 6%.
- Diseño de pavimento: Con el resultado final de todos los estudios previamente detallados se realiza el diseño del pavimento con el concreto patrón y con la mejor proporción obtenida.

Los Instrumentos de Recolección de datos, es parte de la recopilación de información obtenida en el campo de estudio:

- Formatos de conteo: Mediante el cual se registró el conteo vehicular, de acuerdo a sus características de tamaño y peso.
- Libreta de notas: Medio utilizado para el registro de los datos de las canteras, así como del estudio de la mecánica de suelos.

Procedimientos

El procesamiento de la información y de los datos encontrados en esta investigación es importante para el resultado encontrado. El procesamiento de estos, se plasmaron en formatos de lectura, que nos permitan traducir la información a datos precisos para nuestro estudio. Para el presente estudio con el propósito de una mayor facilidad de la interpretación, se detalla el procedimiento en el siguiente orden:

- Estudio de tráfico
- Estudio de la mecánica de suelos
- Estudio y selección de canteras.
- Diseño de mezclas
- Diseño pavimento

Estudio de tráfico. Este tiene como finalidad determinar la demanda vehicular de la vía en estudio. Para lo, apoyado de la guía del Manual de Estudio de Tráfico del MTC., me situé en la parte intermedia de la Av. Telégrafos, en el distrito de Samuel Pastor en la Provincia de Camaná y departamento de Arequipa. Realice el conteo vehicular de acuerdo al Formato de conteo y clasificación vehicular de MTC, este se llevo en horario de 6:00 hasta las 21:00 horas, durante 7 días de la semana.

Estudio de mecánica de suelos. Este tiene como propósito determinar las propiedades del suelo, se realizó con la excavación de dos calicatas al borde de la vía, de una profundidad de 1.50m. del cual se extrajo una muestra representativa para su respectivo estudio en el laboratorio.

Estudio de canteras. Este tuvo como finalidad determinar el agregado de mejores propiedades para realizar el diseño de mezclas de concreto. Se tomo muestras de tres canteras referenciales, las muestras se sometieron al ensayo de abrasión en la máquina de los agentes. Finalmente se obtuvo la muestra que presento menor abrasión.

Diseño de mezclas. Este tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso y fino, para posteriormente realizar el diseño de mezcla y obtener las proporciones óptimas de cemento, arena, piedra chancada y agua. Este ensayo se realizó utilizando el cemento tipo de la marca Yura tipo IP. Finalmente, a la dosificación para el concreto patrón se realizó la cubicación para la elaboración de las muestras de tipo cilíndricas y tipo viga, a los cuales se añadió las proporciones del caucho en volumen de cemento que posteriormente fueron sometidos a fuerzas de compresión y flexión.

Diseño del pavimento. Con el resultado de todos los estudios y ensayos previamente descrito, este tuvo como objetivo determinar la relación del diseño de pavimento con el concreto patrón y el concreto con adición de caucho con mejor comportamiento. En ambos casos se realizó el diseño por el método AASTHO 93, para pavimento rígido.

Método de análisis de datos

Analizaremos la información recolectada en campo con el apoyo de herramientas profesionales, como son los softwares:

- Microsoft Excel 2019
- Microsoft word 2019
- Microsoft project 2019

La información recolectada en el estudio del tráfico se analizará mediante tablas y gráfico en los softwares de Excel 2019 y Word 2019.

Los resultados de los estudios de suelos, estudio de canteras serán analizados tablas y gráfico en los softwares de Excel 2019 y Word 2019.

La interpretación de los resultados del diseño de mezclas, preparación de las briquetas hasta la ruptura y el procesamiento de los mismos se analizarán en los softwares de Excel 2019 y Word 2019, los mismo que se contarán con la norma técnica peruana, para determinar las mejoras o en su defecto de las desmejoras de propuesto.

Aspectos éticos

En el presente estudio de investigación, siendo el responsable de elaborar la tesis de investigación titulada “Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa”, declaro que he puesto mayor énfasis en realizar la investigación con la mayor autenticidad en la recolección de datos de campo, análisis de información de fuentes certificadas y honestas, con el objetivo de aportar con los resultados de los obtenidos.

IV. RESULTADOS

Para el Estudio de Tráfico, se tomó como guía Manual para Estudio de Tráfico del MTC. Nos situamos en la Av. Telégrafos, ubicado en el distrito de Samuel Pastor de la Provincia de Camaná y departamento de Arequipa. Se procedió a realizar el estudio de tráfico, en el cual se procedió a la recolección de los tipos de vehículos contabilizado que transitan en vía de estudio, dentro de los parámetros del formato de conteo vehicular de la guía antes mencionada.

Tabla 2. *Ubicación del estudio*

Avenida	Telégrafos
Localidad	Cono Sur
Distrito	Samuel Pastor
Provincia	Camaná
Departamento	Arequipa

Nota. Elaboración propia.

Figura 11. *Ubicación geográfica de la investigación.*



Nota. Adaptado del Google Earth.

Figura 12. Ubicación de la Av. Telégrafos.



Nota. Adaptado del Google Earth.

Para la presente tesis de investigación tomo el tramo remarcado de la Av. Telégrafos que hace una longitud de 959.01 ml, que tiene como coordenadas geográficas:

Tabla 3. Coordenadas del tramo en estudio

TRAMO	NORTE	ESTE
Inicio	8160134.69	746101.70
Final	8160328.94	747032.82
Longitud	959.01 metros	

Nota. Elaboración propia.

Se optó por el estudio de este tramo puesto que es ideal para determinar un punto de toma de datos, así mismo la vía se encuentra en medio de terrenos de cultivo, lo que generalmente este tipo de suelos contiene humedad, ideal para el uso de pavimento rígido y articulado con partículas de neumáticos de caucho.

El estudio de tráfico en la Av. Telégrafos fue realizado durante 7 días de la semana, en el cual se tomó nota todos los vehículos que transitan en esta vía, expresado en el Formato de conteo y clasificación vehicular.

Figura 13. Resumen del Estudio vehicular.

RESUMEN DE ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0+380
SENTIDO	ESTE A OESTE
UBICACION	AV. TELEGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANÁ - REQUIPA

ESTACION	UNICO
DIA	DOMINGO
FECHA	5/06/2022

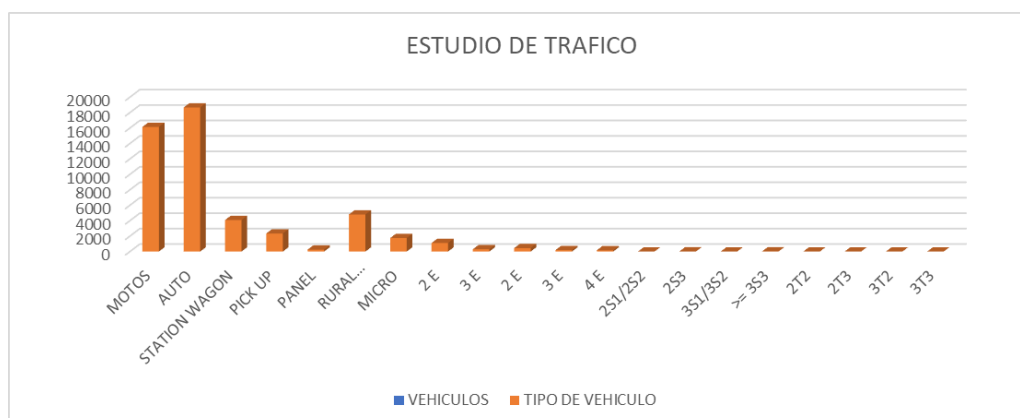


HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
6:00 - 7:00	658	779	174	58	5	203	57	34	5	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1993
7:00 - 8:00	871	968	214	69	6	235	72	46	10	47	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2555
8:00 - 9:00	772	1035	217	105	10	291	92	66	12	38	13	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2658
9:00 - 10:00	786	893	200	82	29	217	105	42	17	16	15	22	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2426
10:00 - 11:00	694	866	177	133	2	230	67	69	16	22	7	6	2	2	0	1	0	0	0	0	0	2294
11:00 - 12:00	775	900	209	164	18	235	99	45	13	38	9	15	0	3	0	2	0	0	0	0	0	2525
12:00 - 13:00	852	931	202	108	13	215	79	58	33	27	31	7	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2559
13:00 - 14:00	847	915	172	141	11	257	102	58	21	34	7	10	0	3	0	3	0	1	0	0	0	2582
14:00 - 15:00	781	892	174	141	14	239	88	55	15	26	4	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2442
15:00 - 16:00	818	832	177	134	7	231	73	51	30	14	10	8	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2390
16:00 - 17:00	782	847	204	148	28	254	94	65	17	41	17	10	1	1	0	1	2	0	0	0	0	2512
17:00 - 18:00	877	1011	242	131	14	233	96	62	31	12	10	14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2734
18:00 - 19:00	922	1084	235	119	22	266	112	59	7	21	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2862
19:00 - 20:00	904	1077	225	124	2	283	99	80	7	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2816
20:00 - 21:00	657	806	175	79	0	187	58	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1988
TOTALES	11996	13836	2997	1736	181	3576	1293	815	235	363	149	124	5	11	0	13	4	2	0	0	37336	

Nota. Fuente propia.

En la figura anterior se tiene el resumen de los siete días de aforamiento en la Av. Telégrafos se determinó que la mayor cantidad de vehículos que transitan por esta vía son vehículos menores (motos y mototaxis), autos, seguidos de combis rurales. El resultado de forma gráfica da como resultado las barras expresadas en la figura siguiente.

Figura 14. Gráfico de barras del estudio de tráfico.



Nota. Fuente propia.

Del gráfico de barras se puede determinar que, si bien es claro que esta vía es más transitada por vehículos menores, también se tiene el tránsito de vehículos de gran tonelaje, tales como Tráiler con carreta, que en promedio tienen capacidad de carga de entre 18 toneladas hasta 25 toneladas.

Para fines del diseño del pavimento rígido y articulado en estudio se encontró el Índice medio diario.

Figura 15. Índice Medio Diario.

IMDh																					
TRAMO DE LA CARRETERA										PROGRESIVA 0+380											
SENTIDO										ESTE A OESTE											
UBICACIÓN										AV. TELEGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA											
ESTACION										UNICO											
DIA																					
FECHA										5/06/2022 al 11/06/2022											
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2		3T3
DOMINGO	1275	1560	377	223	16	462	137	74	9	36	21	2	3	0	0	0	4	2	0	0	4,201.00
LUNES	1759	1994	431	221	29	520	180	89	7	24	20	20	1	3	0	2	0	0	0	0	5,300.00
MARTES	1743	2107	433	222	16	492	151	137	35	54	20	30	0	2	0	2	0	0	0	0	5,444.00
MIERCOLES	1890	2015	392	195	24	548	156	133	40	63	44	20	1	2	0	4	0	0	0	0	5,527.00
JUEVES	1815	2148	471	333	28	529	189	136	53	66	14	20	0	1	0	1	0	0	0	0	5,804.00
VIERNES	1776	1968	467	248	35	538	239	118	38	49	12	8	0	2	0	2	0	0	0	0	5,500.00
SABADO	1738	2044	426	294	32	487	241	128	53	71	18	24	0	1	0	2	0	0	0	0	5,559.00
IMDh	1,713.71	1,976.57	428.14	248.00	25.71	510.86	184.71	116.43	33.57	51.86	21.29	17.71	0.71	1.57	-	1.86	0.57	0.29	-	-	5,333.57

Nota. Fuente propia.

Para el estudio de mecánica de suelos, se procedió a realizar dos calicatas, de 1.50m de altura, ambas calicatas se encuentran a una distancia de 490 metros. De los cuales se obtuvieron muestras y se llevaron al laboratorio.

Figura 16. Zona de estudio de Suelos - calicatas.



Nota. Elaboración de fuente propia.

Estas calicatas se realizaron al costado de la vía existente. Se tiene la ubicación en coordenadas graficas de ambas calicatas.

Tabla 4. *Coordenadas de ubicación de las Calicatas*

Calicata	C/Norte	C/Este	Profundidad
C-1	8160216.88	746513.95	1.50
C-2	8160320.22	747021.23	1.50
Separación:	490 metros		

Nota. Fuente propia.

Entre las características del subsuelo, tenemos un perfil de suelo registrado en las calicatas de suelo de fundación a 1.50 m. en promedio está conformado por estratos intercalados de suelos grava arenosa con limos no presenta plasticidad.

Figura 17. *Calicata C-1.*



Nota. Fuente propia.

Calicata N°01:

ESTRATO I.- (0.00-1.50 m)

Se encontró un estrato E-1 con un espesor de 1.50 m. el suelo encontrado corresponde a una grava arenosa limosa mal graduada – con intercalación de boconerías masiva de hasta 2". No presenta plasticidad, en estado de compacidad media a alta, de color marrón a gris.

En la calicata efectuadas no se encontró nivel freático, pero se ve que hay instalaciones sanitarias existente (Sedapar), verificar las estructuras de este para evitar filtraciones futuras.

Calicata N°02:

ESTRATO I.- (0.00-1.50 m)

Se encontró un estrato E-1 con un espesor de 1.50 m. el suelo encontrado corresponde a una grava arenosa limosa mal graduada combinado con ripio – con intercalación de boconerías masiva de hasta 2". No presenta plasticidad, en estado de compacidad media a alta, de color marrón a gris.

En la calicata efectuadas no se encontró nivel freático, pero se ve que hay instalaciones sanitarias existente (Sedapar), verificar las estructuras de este para evitar filtraciones futuras.

Figura 18. Calicata C-2.



Nota. Fuente propia.

Características de la Subrasante del Terreno

Los suelos más desfavorables y que predominan al nivel de la subrasante, son las gravas arenosas con limos mal graduadas (material de relleno), estos pertenecientes al estrato I. calicata C-2.

Según la correlación estadística existente entre la Clasificación Unificada de Suelos y el valor de CBR, se tiene que el valor de CBR de las arenas gravosas mal graduadas, debe estar comprendido entre 18 y 25. En el presente caso, teniendo en cuenta las propiedades físicas y mecánicas de la arena gravosa mal graduada, registradas en las calicatas, los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados (CBR = 25.00), al cual le corresponde un módulo elástico (Mr) de 18500.001 psi (Huang) Cabe señalar, que la subrasante debe estar compactada a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado, siendo la tolerancia $\pm 2.0\%$.

Ensayos de Laboratorio

En el laboratorio se verificó la clasificación visual de todas las muestras obtenidas y se escogieron muestras representativas para ejecutar con ellas los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado: ASTM D-422
- Límites de Atterberg: ASTM D- 4318
- Proctor Modificado: ASTM D1557
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASHTO
- CBR (California Bearing Ratio): ASTM D 1883
- Contenido de Sales Solubles Totales: NTP 339.152
- Contenido de Sulfatos Solubles: NTP 339.178

De la calicata N°01

Con las muestras en laboratorio se procedió a realizar el ENSAYO DE GRANULOMETRÍA - CLASIFICACIÓN DE SUELO ASTM D-422, del cual se obtuvo los resultados que se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 5. *Ensayo de granulometría según clasificación ASTM D-422*

Malla	Abertura En (mm)	Retenido Peso (gr)	Retenido %	Retenido Acumulado %	Pasante Acumulado %
3"	75.00	-	-	-	100.00
2-1/2 "	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1-1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	185.00	17.42	17.42	82.58
3/4"	19.05	150.00	14.12	31.54	68.46
3/8"	9.53	135.00	12.71	44.26	55.74
Nº 4	4.76	95.00	8.95	53.20	46.80
Nº 10	2.00	50.00	4.71	57.91	42.09
Nº 20	0.85	72.00	6.78	64.69	35.31
Nº 40	0.43	70.00	6.59	71.28	28.72
Nº 100	0.19	120.00	11.30	82.58	17.42
Nº 200	0.07	110.00	10.36	92.94	7.06
FONDO		75.00	7.06	100.00	-
	Sumatorias =>	1,062.00	100.00		

Nota. Fuente de la elaboración propia.

Realizado el ensayo de granulometría se grafica en la curva granulométrica la que a continuación se presenta:

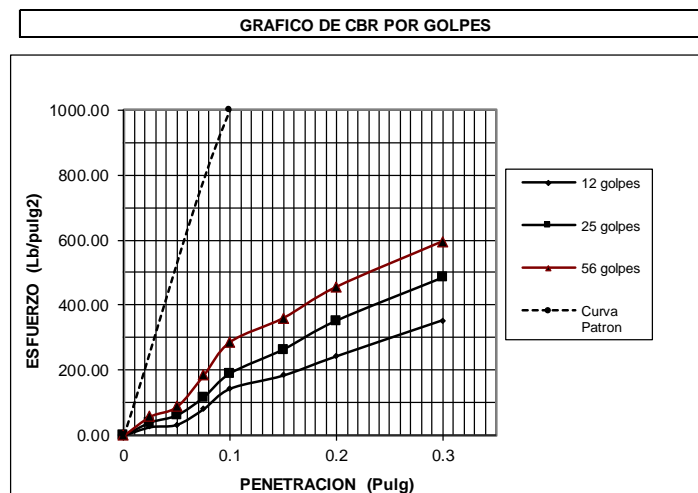
Figura 19. Resultados de clasificación SUCS GP.



Nota. Fuente propia.

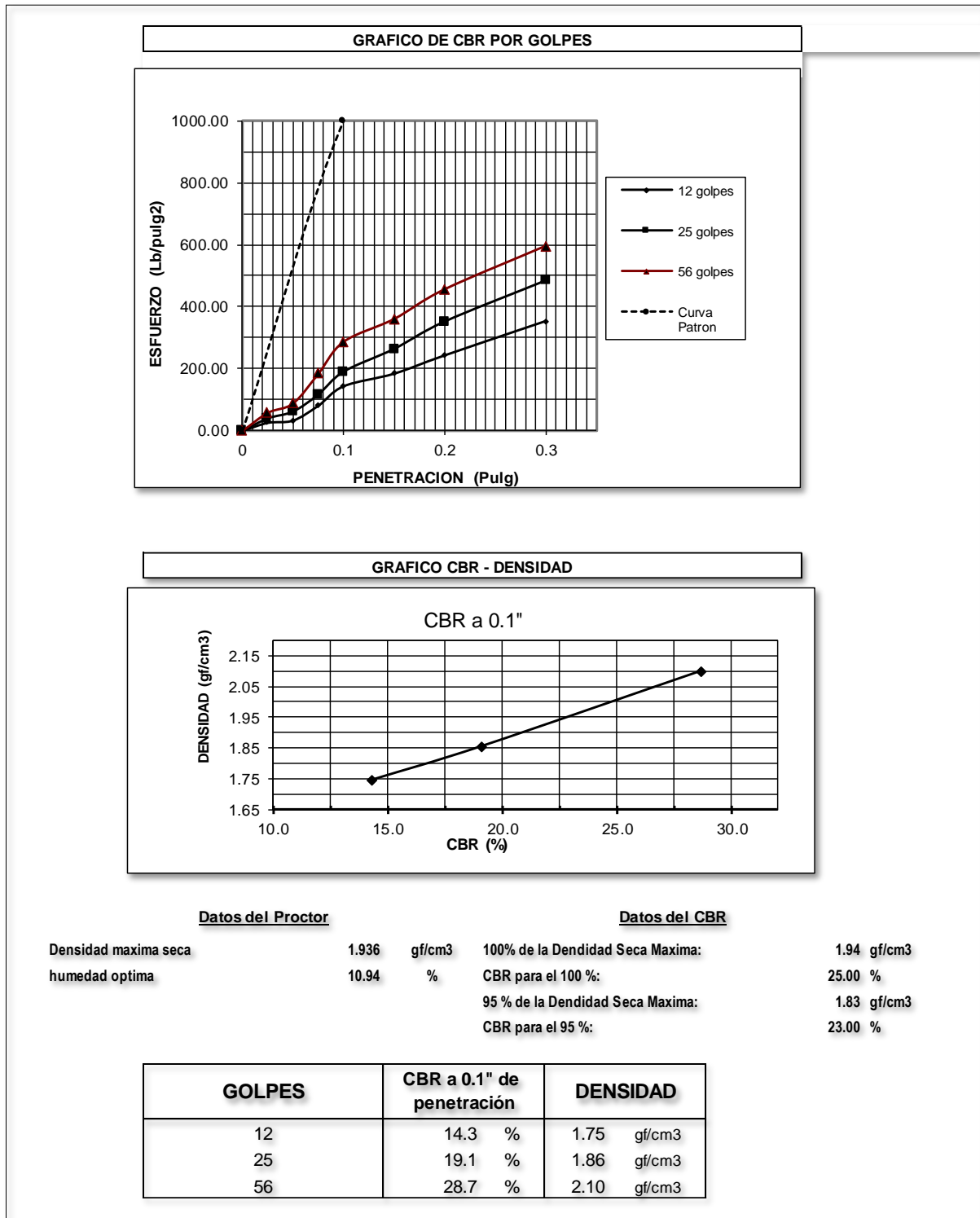
Del mismo modo, con la muestra se realizó el ensayo de ENSAYO CBR ASTM D 1883.

Figura 20. Gráfico de CBR.



Nota. Fuente de la elaboración propia.

Figura 21. Ensayo de CBR.



Nota. Elaboración de Fuente propia.

De la calicata N°02

Con las muestras en laboratorio se procedió a realizar el ENSAYO DE GRANULOMETRÍA - CLASIFICACIÓN DE SUELO ASTM D-422, del cual se obtuvo los resultados que se expresan en la siguiente tabla:

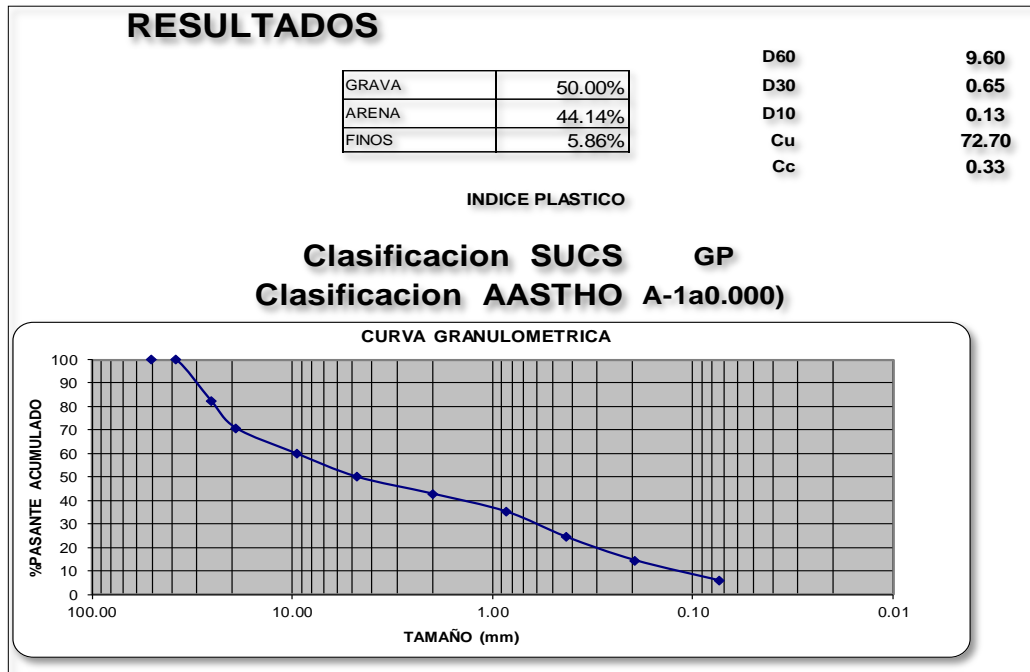
Tabla 6. *Ensayo de granulometría*

Malla	Abertura En (mm)	Retenido Peso (gr)	Retenido %	Retenido Acumulado %	Pasante Acumulado %
3"	75.00	-	-	-	100.00
2-1/2 "	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1-1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	195.00	17.57	17.57	82.43
3/4"	19.05	130.00	11.71	29.28	70.72
3/8"	9.53	120.00	10.81	40.09	59.91
N° 4	4.76	110.00	9.91	50.00	50.00
N° 10	2.00	80.00	7.21	57.21	42.79
N° 20	0.85	85.00	7.66	64.86	35.14
N° 40	0.43	120.00	10.81	75.68	24.32
N° 100	0.19	110.00	9.91	85.59	14.41
N° 200	0.07	95.00	8.56	94.14	5.86
FONDO		65.00	5.86	100.00	-
	Sumatorias =>	1,110.00	100.00		

Nota. Elaboración de Fuente propia.

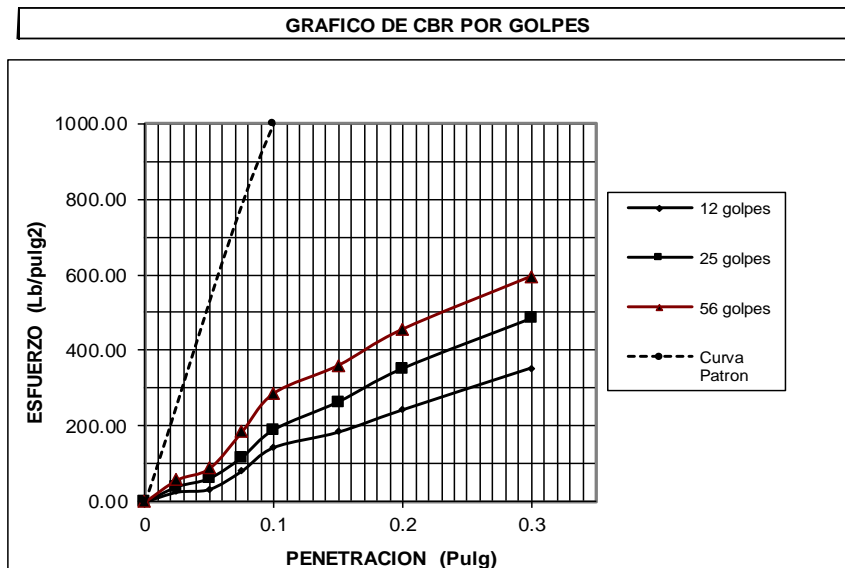
Realizado el ensayo de granulometría se grafica en la curva granulométrica la que a continuación se presenta:

Figura 22. Clasificación SUCS GP, C-2



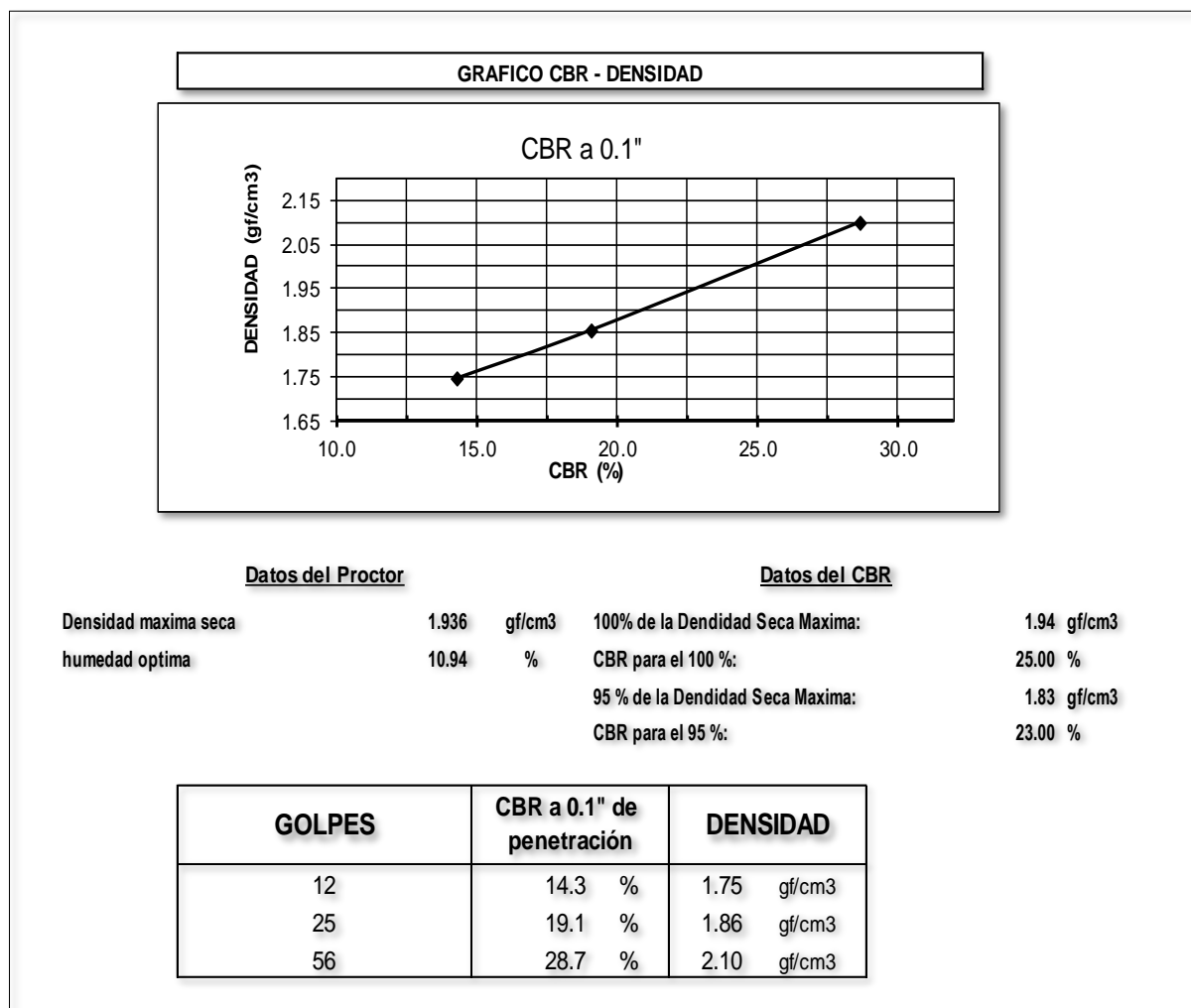
Nota. Elaboración de Fuente propia

Figura 23. Gráfico de ensayo CBR.C-2.



Nota. Elaboración de Fuente propia

Figura 24. Gráfico de densidad.C-2.



Nota. Elaboración de Fuente propia

Estudio de canteras

Se procedió con el estudio de las canteras para la selección de los agregados adecuados para el diseño de mezclas. Se tomo muestras del agregado, arena gruesa y piedra chancada de tres canteras. Con la piedra chancada se realizó el ensayo de abrasión, en la maquina denominada Los Ángeles.

El procedimiento de selección de muestras se realizó de la siguiente manera; Se evaluó los bancos de material, del cual se selecciono el mas adecuado, el que tenga las mejores características de acuerdo al análisis geotécnico en referencia a la necesidad, se precede con la explotación se hace selección de los materiales sean alcanzables para el transporte económico.

La calidad requerida de materiales para la presente tesis de investigación como de diversos usos, ha sido verificada con los siguientes ensayos en Laboratorio:

- Análisis Mecánico por Tamizado ASTM C – 136
- Abrasión (máquina los ángeles) ASTM C – 131
- Gravedad específica y de absorción, ASTM C – 188

Selección de agregados y cantera

A continuación, se presenta la data encontrada en la exploración y medición en campo, así también los parámetros más importantes de cada una de las canteras evaluadas. Resumen de la ubicación en coordenadas geográficas de las canteras, de las cuales se realizó la selección de agregados:

Tabla 7. *Coordenadas de ubicación de las canteras.*

CALICAT	LATITUD N	LONGITUD E	ALTITUD	TIPO SUELO
1	8181037.10	217579.39	2027	SP-
2	8171435.41	201992.42	1675	SP/SP
3	8178203.65	229524.04	2275	SP-SM/SP

Nota. Elaboración de Fuente propia.

CANTERA KM 20 UCHUMAYO - LA PODEROSA

Nombre	: LA PODEROSA
Ubicación	: 8179060 N 0213096 E 2067 m. s. n. m.
Descripción	: Es un material de color gris azulino composición tiene forma angular
Tipo de material	: Depósito aluvial
Acceso	: En carro por carretera asfaltada
Potencia	: 18000 m3 Piedra > 2" y 3": 5%
Usos	: Base, sub base, Asfalto y concreto.
Periodo de Uso	: Todo el año
Explotación	: Zaranda y equipo convencional y chancadora
Propiedad	: Privado

Figura 25. Ubicación de la cantera La Poderosa.



Nota. Elaboración de Fuente propia

Tabla 8. Descripción de la muestra de la cantera la Poderosa

Descripción de la muestra de la cantera	
La poderosa	
Muestra	M-1
Capa	Nº-1
Profundidad	-0.20 metros
Tamaño máximo	2"
Peso total (gr)	3172
Limite liquido	32.35
Índice de plasticidad	NP
Clasificación	A-1-b (0)
	SP-SM

Nota. Elaboración de Fuente propia.

CANTERA – ELENA DE TROYA

Nombre	: ELENA DE TROYA
Ubicación	: 8177600 N 0203005 E 1669 m. s. n. m.
Acceso	: Por Panamericana Sur, un desvío de trocha carrozable desde la pista que va a la Joya.
Descripción	: Es un material de color gris claro a azulino de naturaleza intrusiva, en una matriz de areno limoso angular a sub angular
Tipo de Material	: Es un depósito de origen aluvial reciente
Potencia	: 45,000 m ³ Piedra >2": 5% a 3%
Usos	: Base, sub base, Asfalto, concreto. Y relleno previo chancado
Periodo de uso	: Todo el año
Explotación	: Zaranda y equipo convencional, chancadora
Propietario	: Estado

Figura 26. Ubicación de la Cantera Elena de Troya.



Nota. Elaboración de Fuente propia

Tabla 9. Descripción de la muestra de la cantera Elena de Troya

Descripción de la muestra de la cantera	
Elena de Troya	
Muestra	M-2
Capa	Nº-1
Profundidad	-0.30 metros
Tamaño máximo	1 1/2"
Peso total (gr)	2045
Limite liquido	23.01
Índice de plasticidad	NP
Clasificación	A-1-b (0)

SP

Nota. Elaboración de Fuente propia.

CANTERA – SOCABAYA

Nombre	: SOCABAYA
Ubicación	: 8178203.65 N 229524.04 E 2275 m. s. n. m.
Acceso	: Por una trocha carrozable una distancia aproximada de 2km de la Av. Lara.
Descripción	: Es un material de color gris claro a rojizo de naturaleza intrusiva, en una matriz de areno limoso angular a sub angular
Tipo de Material	: Es un depósito de origen aluvial reciente
Potencia	: 45,000 m3 Piedra >2" : 5% a 3%
Usos	: Base, sub base, Asfalto, concreto. Y relleno previo chancado
Periodo de uso	: Todo el año
Explotación	: Zaranda y equipo convencional, chancadora
Propietario	: Estado

Figura 27. Ubicación geográfica de la cantera Socabaya.



Nota. Elaboración de Fuente propia.

Tabla 10. Descripción de la muestra de la cantera Elena de Troya.

Descripción de la muestra de la cantera Socabaya	
Muestra	M-3
Capa	Nº-1
Profundidad	-0.50 metros
Tamaño máximo	1"
Peso total (gr)	650
Limite liquido	22.31
Índice de plasticidad	NP
Clasificación	A-2-4 (0)
	SP-SM/SP

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Se adjunta los resultados del Análisis Granulométrico por Tamizado de las muestras obtenidas en las Calicatas y más resultados en el apartado de Anexos.

Tabla 11. *Cantera seleccionada con el menor porcentaje de abrasión.*

Ítem	Cantera	% abrasión
1	La poderosa	38.62%
2	Elena de Troya	51.46%
3	Socabaya	67.81%
Cantera seleccionada es La Poderosa		38.62%

Nota. Elaboración de Fuente propia

El ensayo de abrasión contemplado en la NTP 400.037, indica los requisitos mínimos que debe contar el agregado grueso. Con las muestras sometidas a abrasión se selecciona para la presente tesis, el agregado grueso de la Cantera la Poderosa, el cual tubo menor porcentaje después de ser sometida a la máquina de los ángeles con una abrasión 38.62%.

Diseño de mezclas. En tanto, el objetivo de la presente investigación, tiene como eje central realizar el diseño de mezclas patrón de resistencia $f'c = 280$ kg/cm², del mismo modo, realizar el diseño de mezclas en análisis con adición de las fibras de caucho de neumático reciclado en proporciones de 2%, 4% y 6% en función al peso y volumen del concreto.

En la ciudad de Arequipa se altos índices de caucho botado en las calles de la ciudad metropolitana, así como en los exteriores. En el ingreso a la ciudad de Camaná, también se tiene presencia de neumáticos desechado al costado de la vía. Para la presente se tomó caucho de la abrasión de los neumáticos reparados por la planta reencauchadora llamada Relino, del cual se tiene referencia que el caucho de neumático, tiene una composición química y física, a su vez ciertas características de composición, las cuales por lo general son las siguientes:

Figura 28. Características de la composición de los neumáticos.



Nota. Adaptado Margarita Naupari (2018), Universidades de Buenos Aires.

De forma un poco más precisa las propiedades físicas y químicas describen de la siguiente manera:

Tabla 12. Composición física del caucho

Propiedades físicas	Descripción
Forma	Sólidos en forma de gránulos y polvo
Color	Negro
Olor	Caucho
Densidad (gr/cm ³)	0.40 – 0.50
Peso específico	1.15 – 1.27
Humedad (%)	< 0.75
Punto de combustión (°C)	300 - 450

Nota. Adaptado Renecal - reciclado de Neumáticos de castilla y leon, s.a.

Figura 29. composición química del caucho

Propiedades químicas	Descripción
Extracto cetónico (%)	5.00 – 22.00
Contenido de cenizas (%)	7.00 – 11.00
Contenido de polímeros NR/SR (%)	70/30 – 60/40
Contenido de negro de humo (%)	26.00 – 38.00
Contenido de caucho natural (%)	10.00 – 35.00
Contenido de hidrocarburo de caucho (%)	57.00 – 58.00
Azufre (%)	1.0 – 7.0
pH (25°C)	8.12 – 8.20
Solubles	Insolubles en agua, parcialmente solubles en acetona.

Nota. Adaptado Renecal - reciclado de Neumaticos de castilla y leon, s.a.

El proceso de la preparación de las partículas y granos de caucho reciclado, inicia con la recolección de los neumáticos usados, para posteriormente ser picados en secciones cada vez más pequeñas. Para el presente estudio utilizaremos partículas de un diámetro máximo nominal de 0.5mm a 2mm.

Figura 30. Proceso de adición de las partículas y granos de caucho reciclado.



Nota. Elaboración de Fuente propia

En la presente tesis de investigación se realizó la preparación de la mezcla con un 2% de partículas de caucho reciclado, del mismo modo para los porcentajes de 4% y 6 % de partículas de caucho. Finalmente se realizó la

rotura de todas las muestras sometiéndolas a fuerzas de compresión y de flexión.

Diseño de mezclas patrón

Con los agregados adecuados se realizó el diseño de mezclas guiado por la normativa del Ministerio de Transportes, para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 31. Preparación de la mezcla sin partículas de caucho reciclado.



Nota. Adaptado de manual del maestro constructor - Aceros Arequipa.

Para realizar el diseño de mezclas patrón, de los ensayos previamente realizados en el laboratorio los siguientes datos del agregado fino y del agregado grueso.

Tabla 13. Datos de los agregados para diseño de mezclas.

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso
P. unitario suelto seco	1671 kg/m ³	1507 kg/m ³
P. unitario compactado seco	1667 kg/m ³	1612 kg/m ³
P. masa seca	2.60 g/cm ³	2.74 g/cm ³
Contenido de humedad	4.33 %	0.20 %
% de absorción	3.4%	0.50 %
Módulo de fineza	2.5	
Tamaño máximo nominal		3/4"

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Con los datos de la tabla anterior, se determina los datos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 14. Datos del diseño de mezclas

Datos de diseño	Cantidad	Unidad
Contenido total de aire	2	%
Volumen unitario de agua de mezclado:	205	Lts. /m3
Peso Específico del cemento:	2.85	g/cm3
Resistencia promedio requerida RM	364	Kg/cm2
Relación agua cemento	0.47	
Factor Cemento	436	Kg/m3=10.26 bols. /m3
Cantidad de Agregado Grueso	0.65	M3

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Para la presente tesis de investigación se determinó el diseño de mezclas patrón, el cual se realizó sin presencia de caucho de neumático reciclado.

Tabla 15. Diseño de mezclas patrón

Descripción	Vol. Abs. Materiales	Pesos secos del agregado	Corrección por Humedad	Prop. Peso	Vol.
Cemento	0.153 m3	436 kg/m3	436kg/m3	1.0	1.0
Arena fina	0.335 m3	870 kg/m3	908kg/m3	2.1	1.8
Arena gruesa	0.342 m3	938 kg/m3	940kg/m3	2.2	2.1
Agua	0.205 m3	205 lts/m3	199 lts/m3	198.9	19.5 lts/bolsa
Aire	0.02 m3				

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Tabla 16. Dosificación de concreto patrón

Descripción	Cantidad por volumen	Procedencia
Cemento	3,993.63 cm3	Yura IP
Arena gruesa	7,153.36 cm3	Cantera la Poderosa
Piedra Chanda	8,553.84 cm3	Cantera la Poderosa

Agua	
Aire	2%
Volumen total:	19,700.83 cm³

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Diseño de mezclas en análisis con adición de caucho de neumático rescaldo:
 El diseño de mezclas para el presente estudio será realizado por el método del ACI. El ACI da las pautas a seguir para obtener las proporciones de las mezclas para estos tipos de concreto. Son los concretos que emplean agregados gruesos de peso normal, es el concreto de mayor empleo en la industria de la construcción.

Figura 32. Preparación de la mezcla con las partículas de caucho reciclado.



Nota. Adaptado de manual del maestro constructor - Aceros Arequipa.

Para el concreto en análisis, se adiciono caucho de neumático reciclado en proporciones de 2% del volumen del cemento. Con los agregados adecuados que se realizó el diseño de mezclas guiado por la normativa del Ministerio de Transportes, para el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. La preparación de la mezcla del concreto en estudio de la siguiente manera, adicionando las partículas de caucho reciclado.

Tabla 17. Dosificación con 2% de caucho de neumático reciclado.

Descripción	Cantidad por volumen	Procedencia
Cemento	3,993.63 cm ³	Yura IP
Arena gruesa	7,153.36 cm ³	Cantera la Poderosa

Piedra Chanda	8,553.84 cm ³	Cantera la Poderosa
Agua		
Aire	2%	
Caucho	79.87 cm ³	Relino Aqp.
Volumen total:	19,780.71 cm³	

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Para el segundo concreto en análisis, se adiciono caucho de neumático reciclado en proporciones de 4% del volumen del cemento.

Tabla 18. *Dosificación con 4% de caucho de neumático reciclado.*

Descripción	Cantidad por volumen	Procedencia
Cemento	3,993.63 cm ³	Yura IP
Arena gruesa	7,153.36 cm ³	Cantera la Poderosa
Piedra Chanda	8,553.84 cm ³	Cantera la Poderosa
Agua		
Aire	2%	
Caucho	159.75 cm ³	Relino Aqp.
Volumen total:	19,860.58 cm³	

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Para el tercer concreto en análisis, se adiciono caucho de neumático reciclado en proporciones de 4% del volumen del cemento.

Tabla 19. *Dosificación con 6% de caucho de neumático reciclado.*

Descripción	Cantidad por volumen	Procedencia
Cemento	3,993.63 cm ³	Yura IP
Arena gruesa	7,153.36 cm ³	Cantera la Poderosa
Piedra Chanda	8,553.84 cm ³	Cantera la Poderosa
Agua		
Aire	2%	
Caucho	239.62 cm ³	Relino Aqp.
Volumen total:	19,940.45 cm³	

Nota. Elaboración de Fuente propia.

La trabajabilidad medida por el ensayo de SLUMP, en el concreto patrón da 3.5", del mismo modo el SLUMP para el concreto con adición de 2% y 4% con dan 3.7", finalmente concreto con 6% de caucho tuvo un SLUMP de 4", de estos resultados se pueden indicar que si es trabajable. Con la dosificación para el concreto patrón y los concretos con adición de caucho con dosificación de 2", 4" y 6" de caucho de neumático reciclado, se realiza el vaciado en los moldes, posteriormente fueron colocados en agua para el curado correspondiente.

Figura 33. *Vaciado de concreto en briquetas de 6"x12".*



Nota. Elaboración de Fuente propia.

Se realizo el curado sumergidos en agua según NTP 339.033 – 2015. Las muestras se colocaron en función a la **Tabla N°1**, para el ensayo de rotura correspondiente a los 7 días, 14 días y finalmente a los 28 días. Se realizo el ensayo de rotura de las muestras de concreto en el orden ya descrito, con las medidas indicadas en la NTP 339.034

Figura 34. *Ensayo de rotura de probeta.*



Nota. Elaboración de Fuente propia.

Realizado los ensayos de compresión para todas las muestras a se obtiene los siguientes resultados para la el concreto a los 7 días, del concreto de la mezcla patrón y del concreto con la adición de los porcentajes de caucho.

Tabla 20. *Resistencia del concreto a los 7 días del curado.*

RESISTENCIA SOMETIDO A COMPRESIÓN - ASTM C 39				
	Resultados a los 7 días de curado			R.Prom.
%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
0%	192	183	186	187.00
2%	182	173	169	174.67
4%	171	164	177	170.67
6%	168	164	163	165.00

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Realizado los ensayos de compresión se tiene resultados a continuación para las muestras a los 14 días, del concreto con la mezcla patrón y del concreto con adición de los porcentajes de fibra de caucho.

Tabla 21. Resistencia del concreto después de 14 días de curado.

RESISTENCIA SOMETIDO A COMPRESIÓN - ASTM C 39				
	Resultados a los 14 días de curado			R.Prom.
%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0%	224	234	227	228.33
2%	217	213	216	215.33
4%	228	226	219	224.33
6%	209	204	214	209.00

Nota. Elaboración de Fuente propia.

Realizado los ensayos de compresión se tiene resultados a continuación para las muestras a los 28 días, del concreto patrón y del concreto con los porcentajes de adición de caucho.

Tabla 22. Resistencia del concreto a los 28 días.

RESISTENCIA SOMETIDO A COMPRESIÓN - ASTM C 39				
	Resultados a los 28 días de curado			R.Prom.
%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0%	294	311	298	301.00
2%	283	276	283	280.67
4%	307	298	314	306.33
6%	261	273	267	267.00

Nota. Elaboración de Fuente propia.

De la rotura de las muestras sometidos al ensayo de compresión se tiene evidencia que el concreto patrón a los 7 días tiene mayor resistencia, de igual manera a los 14 días, sin embargo a los 28 días el concreto patrón obtiene un promedio de $f^c=301.00\text{kg/cm}^2$ siendo superado por el

concreto con adición de caucho de 4%, el cual tiene una muestra que llego a un $f_c = 314 \text{ kg/cm}^2$, con un promedio de rotura general de $f_c = 306.33 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 35 Resistencia sometido a compresión a 7 días del curado de las muestras.



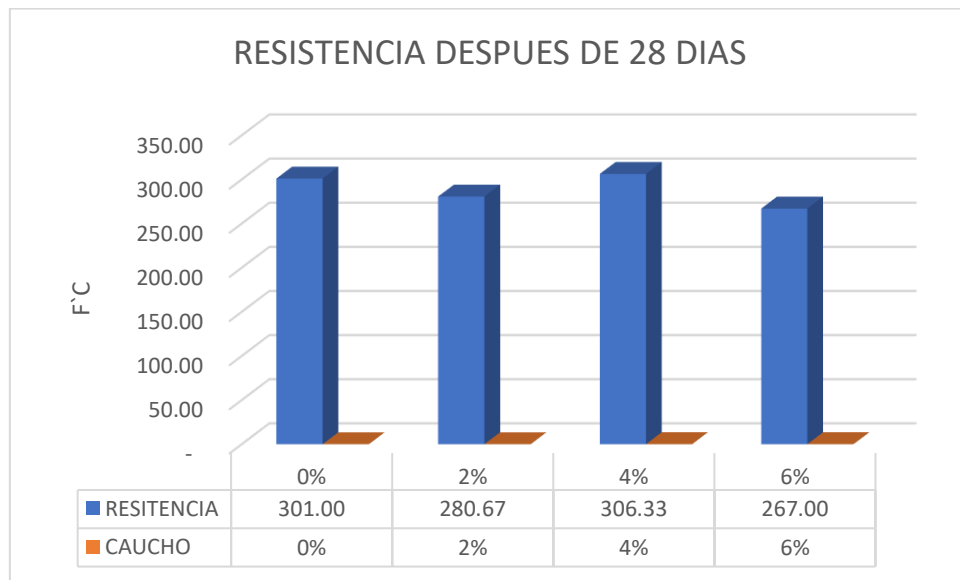
Nota. Elaboración de Fuente propia.

Figura 36. Resistencia del ensayo de compresión a 14 días del curado.



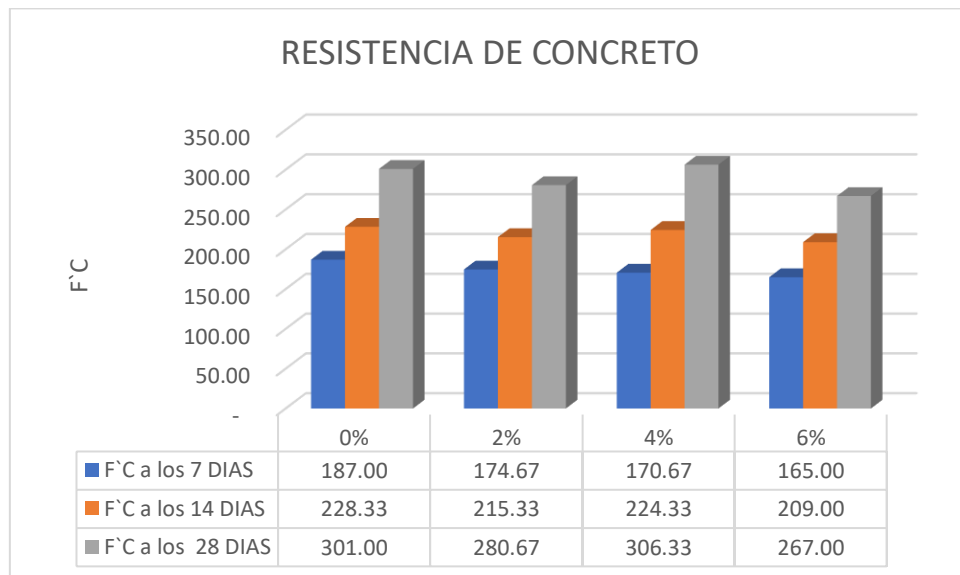
Nota. Elaboración de Fuente propia.

Figura 37. Gráfico del resultado después de 28 días del curado de las muestras.



Nota. Elaboración de Fuente propia.

Figura 38. Evolución de la resistencia del concreto.



Nota. Elaboración de Fuente propia.

Del mismo modo se realizó el ensayo a flexión (MR), para el cual se elaboraron 16 muestras de vigas de medias (45x15x15 cm), con la finalidad de encontrar la resistencia del concreto a flexión del concreto

diseñado. En la siguiente tabla se muestra la evolución de la resistencia pasados 7 días del curado.

Tabla 23 Resistencia del concreto a los 7 días sometida a flexión.

RESISTENCIA SOMETIDA FLEXIÓN - ASTM C78			
%	FLEXIÓN-7 DIAS		R.PROM
	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
	MR1	MR2	MR
0%	16.84	16.34	16.59
2%	16.71	15.98	16.35
4%	17.10	16.20	16.65
6%	16.70	16.45	16.58

Nota. Elaboración de Fuente propia.

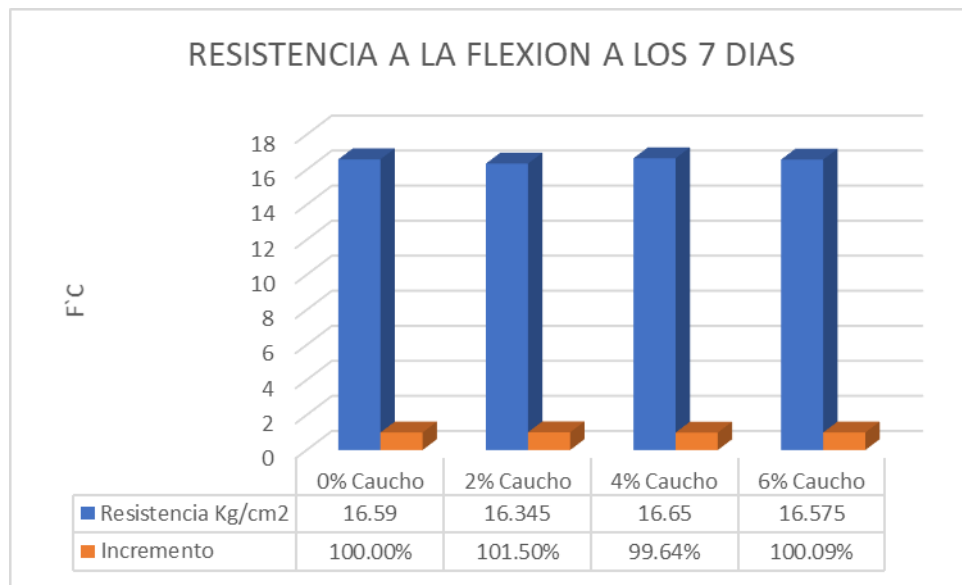
A continuación, se muestran los resultados encontrados a la resistencia a la flexión de la muestra pasados 28 días de curado.

Tabla 24. Resistencia del concreto después de 28 días, sometida a flexión.

RESISTENCIA SOMETIDA FLEXIÓN - ASTM C78			
%	FLEXIÓN-28 DIAS		R.PROM
	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
	MR1	MR2	MR
0%	26.14	27.80	26.97
2%	29.33	28.14	28.74
4%	35.40	33.90	34.65
6%	36.40	37.63	37.02

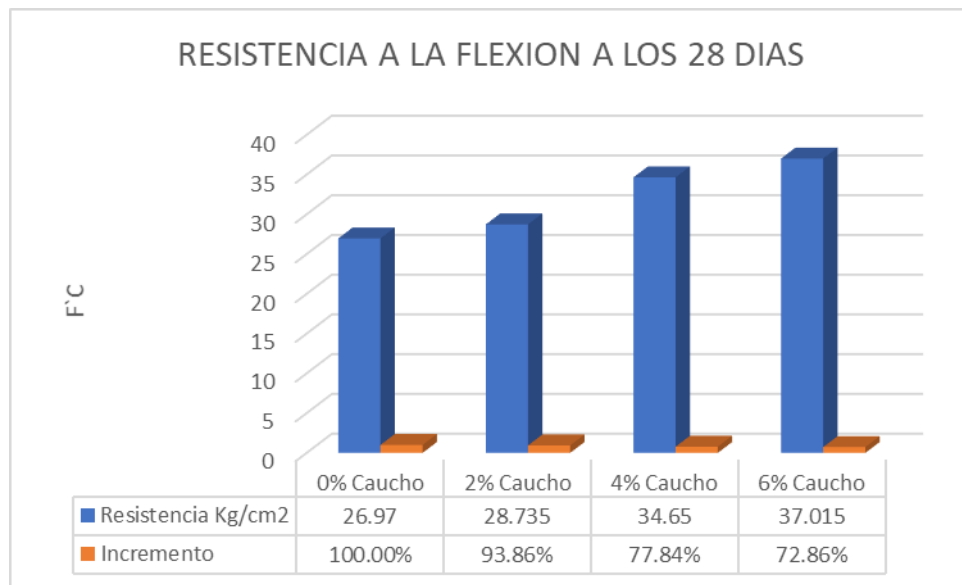
Nota. Elaboración de Fuente propia.

Figura 39. Gráfico de resistencia de las vigas de concreto sometidos a la flexión.



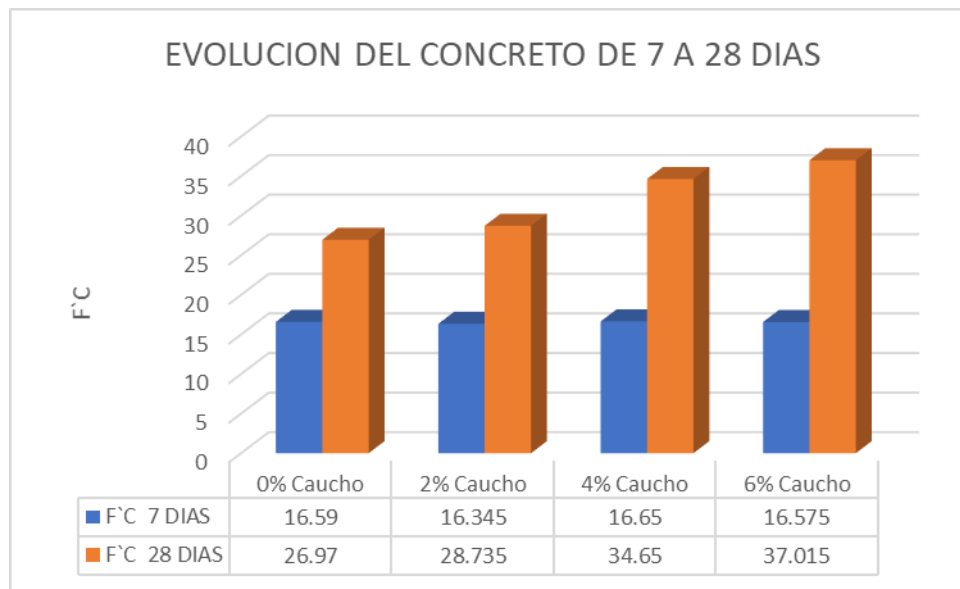
Nota. Elaboración de Fuente propia.

Figura 40. Gráfico de resistencia de las vigas sometidos a flexión después de 28 días



Nota. Elaboración de Fuente propia.

Figura 41. Evolución del concreto sometido a flexión de los 7 días hasta los 28 días.



Nota. Elaboración de Fuente propia.

Diseño pavimento por el método ASSHTO 93. La norma AASHTO define los diferentes tipos de cargas proveniente de los móviles que actúan sobre los diferentes componentes del pavimento. Los camiones que tienen dos ejes, tres ejes, en adelante, se hace la equivalencia de la carga mediante ESAL's.

Con los resultados obtenido de los estudios descrito se procede a elaborar el diseño para la capa base y de rodadura del pavimento rígido y articulado (con los datos del estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de canteras y diseño de mezclas). Para lo cual se toma como guía principal de diseño por el método AASHTO-93.

El metro ASSTHO 93 tiene como consideraciones las siguientes especificaciones, los cuales ya se obtuvo en los ensayos previamente descritos.

Figura 42. Fórmula para el diseño del pavimento.

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/K)^{0.25}}\right)}\right]$$

Nota. Adaptado del código ASSHTO.

De la ecuación tenemos:

W18 = Es el Numero de cargas

ZR = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

So = Desvió estándar de todas las variables.

ΔPSI = Perdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

Pt = Serviciabilidad final.

Sc = Modulo de rotura del concreto (psi).

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = coeficiente de drenaje.

Ec = Modulo de elasticidad del concreto (PSI).

K = Módulo de reacción de la subrasante o también llamado coeficiente de balastro), en psi (psi/pulg.).

Para la presente, en vista que los vehículos mayores que transitan por la vía son relativamente pocos, tomaremos como referencia los cuadros brindados por la guía del Guía de Diseño AASHTO 93. Diseño de pavimentos, para lo cual tendremos ESAL's(W18) en función de la variable de diseño de confiabilidad (R), este es la probabilidad que la serviciabilidad del pavimento se mantenga en un nivel aceptable por los usuarios durante el tiempo de vida de diseño. Así mismo el diseño planteado para la vía colectora del tipo rural, se dará el nivel de confiabilidad (R) de 75%, ingresamos a la siguiente tabla.

Figura 43. Cuadro de ejes equivalentes y tipos de Caminos.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

Nota. Adaptado de la Guía de Diseño AASHTO 93. Diseño de pavimentos, (1993).

Teniendo como dato previo que la confiabilidad de la vía en estudio es de 75%, de la tabla anterior, por relación $ZR = -0.674$.

Para la desviación estándar (S_o) tomare el valor de $S_o = 0.30$, el cual es el mínimo para pavimento rígido, también se encuentra dentro del parámetro sugerido por el método AASHTO 93.

Tabla 25. Desviación estándar

Método AASHTO	Desviación estándar (S_o)
Pavimento rígido	0.30 – 0.40

Construcciones nuevas	0.35
Sobre carpeta	0.40

Nota. Adaptado de la Guía de Diseño AASHTO 93.

El índice de serviciabilidad inicial para pavimentos rígidos es de 4.5, con un índice de serviciabilidad final de 2.0 para esta vía de tránsito menor, por consiguiente, se tiene que:

$$\Delta PSI = 4.5 - 2.0 = 2.5$$

Módulo de Rotura (S_c), Es propiedad del concreto ya que influye de manera importante en el diseño para pavimentos rígidos de concreto. Debido a que estos trabajan principalmente a flexión, por ello es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso para el diseño se considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, a este se conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'_c) ó también módulo de ruptura a los 28 días.

Por ende, la resistencia denominada módulo de rotura (S_c), para el presente estudio, guiado por el AASHTO 93, será:

$$S_c = 32 * \sqrt{f'_c}$$

Donde:

S_c = Modulo de rotura del concreto en unidades de psi.

$$S_c = 32 * \sqrt{280} = 535.46 PSI$$

El cual se encuentra dentro de los parámetros para el tipo de pavimentos secundarios, como es el que se necesita en la zona.

El coeficiente de Drenaje (C_d), que representa la presencia de agua o humedad en la estructura del pavimento.

Tabla 26. *Coefficiente de drenaje de la guía.*

CALIDAD DE DRENAJE	PORCENTAJE DEL TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
SATURACIÓN				
EXCELENTE	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
MEDIANO	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
MALO	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY MALO	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Nota. Adaptado de la Guía de Diseño AASHTO-93.

Según el método Diseño AASHTO-93, el tiempo que tarda en evacuar se le denomina coeficiente de drenaje.

Excelente : 2 horas
Bueno : 1 día
Mediano : 1 semana
Malo : 1 mes
Muy malo : el agua no evacua

La calidad de drenaje que cuenta la vía es mala porque se encuentra cercano de terreno de cultivo, así como el tiempo de exposición a los niveles de humedad, se puede decir que es de 80, próximos a la saturación se encuentra entre el 5% y el 25% por tal motivo el coeficiente de drenaje es $C_d = 0,90$.

Periodo de Diseño.

La presente tesis de investigación tomare el periodo de diseño de 20 años siguiendo las recomendaciones del manual de diseño de pavimentos rígidos por consiguiente para el pavimento articulado.

El Coeficiente de Transferencia de Cargas (J), este factor se considera para saber la carga que transmite el pavimento a través de la

discontinuidad que presente (grietas y/o juntas). Este depende si es de tipo pavimento reforzado con armadura continua o tipo berma, el AASHTO 93 presenta la siguiente tabla.

Tabla 27. *Coeficiente de transmisión de carga (j)*

Valores del coeficiente de transmisión de cargas (j)				
Dispositivos de transferencia de carga	asfalto		Concreto	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.20	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	
Reforzado continuo	2.9 – 3.2	-	2.3 – 2.9	3.60 – 4.20

Nota. Adaptado de la Guía de Diseño AASHTO 93.

Para la presente tesis de investigación por las condiciones de ubicación de la vía en estudio, tomamos el coeficiente de transmisión de cargas, el valor de 3.10, puesto que no será reforzado, pero será con juntas.

El Módulo de elasticidad del concreto es la capacidad de este de volver a su forma, la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determinará por la Norma ASTM C469. Es decir, el F_c a los 28 días del curado. La calidad de concreto (F_c). Por consiguiente, el módulo de elasticidad se puede calcular como:

$$E_c = 55000 * (F_c)^{0.5} \text{ en unidades de MPa}$$

$$E_c = 17000 * (F_c)^{0.5} \text{ en unidades de Kg/cm}^2$$

Para el presente estudio utilizaremos la segunda formula el cual nos da como resultado:

$$E_c = 17000 * (280)^{0.5} = 248,464.41 \text{ kg/cm}^2$$

Convertido seria:

$$E_c = 4046034.007 \text{ PSI}$$

El módulo de la reacción en la subrasante. Dado en Mpa/M, es la que se apoya en el pavimento de concreto (K), es propuesto por algunas correlaciones de "K" a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, para el ASSHTO las expresiones aceptables son las siguientes:

$$k = 2.55 + 52.5 (\log CBR) \text{ MPa/m cuando él es } CBR \leq 10$$

$$k = 46.0 + 9.08 (\log CBR)^{4.34} \text{ MPa/m cuando él es } CBR > 10$$

En el estudio de suelos realizado tenemos como dato que el CBR de la subrasante es CRB=23% y 25%, para efectos del diseño del pavimento con el concreto patrón tomaremos el valor de CBR = 23%.

Finalmente vamos a determinar el espesor del concreto mediante el método AASHTO-93, se aplica la formula presentada previamente con los siguientes valores.

Tabla 28. Datos del diseño y espesor de concreto patrón.

DATOS DE DISEÑO	VALORES	
TRAFICO (ESAL's)	100000	
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (Po)	4.5	
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (Pt)	2	
MODULO DE ROPTURA (S'c)	535.462417	Psi
MODULO DE ELASTICIDAD (Ec)	4046034.01	Psi
RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE (K)	80.6767044	Mpa/m
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.1	
COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	0.9	
NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	75	
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-0.674	
ERROR ESTANDAR COMBINADO (So)	0.3	
ESPESOR DE LOSA	12.67	cm

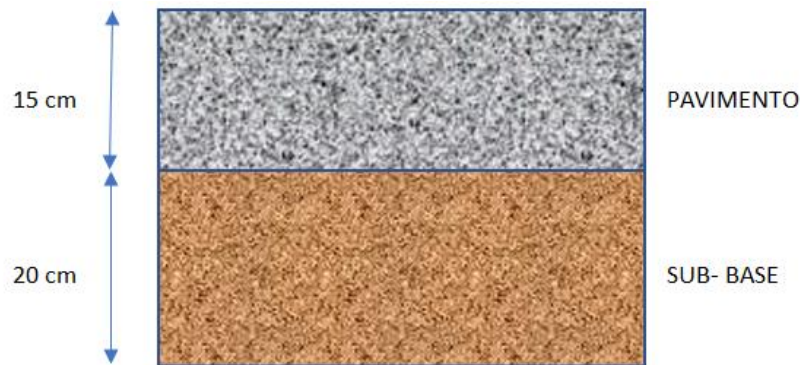
Nota. Elaboración de Fuente propia.

Finalmente,

Espesor de concreto D=12.67 cm = 15cm

el espesor de la subbase H=20 cm

Figura 44. Grafico del diseño y espesor de concreto patrón.



Nota. Elaboración de Fuente propia.

El diseño del concreto con la mejor proporción obtenida de la adición de caucho de neumático reciclado se proyecta a continuación:

Tabla 29. Datos del diseño y espesor para el concreto adicionado con 4% de caucho de neumático reciclado.

DATOS DE DISEÑO	VALORES
TRAFICO (ESAL's)	100000
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (Po)	4.5
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (Pt)	2
MODULO DE ROPTURA (S'c)	535.462417 Psi
MODULO DE ELASTICIDAD (Ec)	4046034.01 Psi
RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE (K)	80.6767044 Mpa/m
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.1
COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	0.9
NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	75
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-0.674
ERROR ESTANDAR COMBINADO (So)	0.3
ESPESOR DE LOSA	12.29 cm

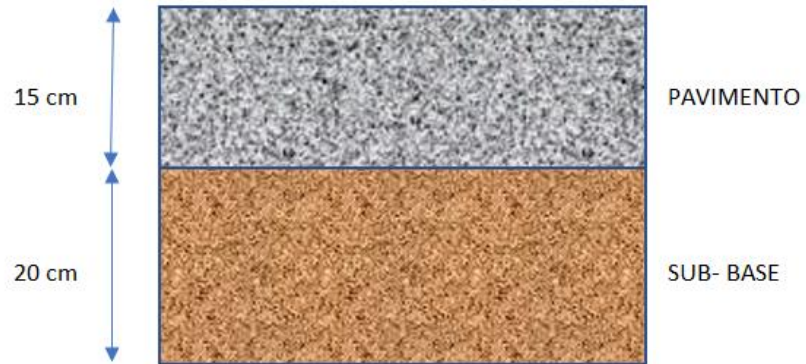
Nota. Elaboración de Fuente propia.

Finalmente,

Espeor de concreto $D=12.29 \text{ cm} = 15\text{cm}$

el espeor de la subbase $H=20 \text{ cm}$

Figura 45. Grafico del diseño y espesor del concreto adicionado con 4% de de caucho de neumático reciclado.



Nota. Elaboración de Fuente propia.

V. DISCUSIÓN

La presente tesis de investigación tuvo como premisa verificar si el concreto con adición de caucho de neumático reciclado cumple con las propiedades básicas indicadas en las normas y manual de diseño de pavimentos. En ese sentido se realizaron los diferentes ensayos en laboratorio que son contemplados en el manual de carreteras, así como en la NTP399.611, entre otras normas descritas en la presente. Los resultados fueron comparados con la teoría aplicada en las investigaciones mencionadas.

En los resultados obtenido en el ensayo de compresión, mis resultados guardan relación con Chávarri Cueva, Luis Antonio y Falen Solís, Jorge Arturo (2020), en su investigación “Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima”, Puesto que a mayor adición de caucho la resistencia a la compresión disminuye, esto se demostró en el estudio del comportamiento de 11 muestras de concreto utilizando caucho reciclado de tamaños de 20 y 25 mm, obteniendo como resultados que las pruebas con incorporación de caucho, son resistentes a la compresión hasta cuando se reemplaza el 20% de agregado fino con caucho reciclado. Del cual obtuvo el módulo de rotura mínimo de 36 kg/cm, así mismo con reemplazos hasta de 40%, se obtuvo que la mezcla optimizada tuvo una reducción en el costo de su fabricación por metro cúbico en 2.9% y una reducción de la huella de carbono de 0,4%, en la siguiente tabla se puede mostrar claramente la tendencia que tiene el concreto con la adición de mayor caucho.

Tabla 30

Resultado de resistencia a la compresión del concreto ASTM C39 de Chavarri.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39									
COD	REEMPLAZO	COMPRESION (7 DIAS)			PROM	COMPRESION (28 DIAS)			PROM
		f'c 1	f'c 2	f'c 3		f'c 1	f'c 2	f'c 3	
		kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
P-0	0%	310	288	321	306	413	397	442	417
CA - 25	10%	293	284	290	289	392	403	367	387
	20%	217	217	220	218	313	316	325	318
	30%	175	157	170	167	260	265	268	264
	40%	132	135	142	136	205	197	185	196

	50%	118	111	107	112	154	146	148	149
CA - 20	10%	258	275	266	266	350	362	354	355
	20%	223	224	208	218	299	290	302	297
	25%	199	167	184	183	272	243	268	261
	30%	187	185	185	186	250	228	251	243
	40%	131	124	121	125	154	152	148	151

Nota. Adaptado de Chávarri y Falen (2020).

El suscrito ha realizado pruebas de resistencia a la compresión para las muestras de concreto CA-25 y CA-20 a 7 días y 28 días, según lo establecido por la norma ASTM-C39. Estas muestras estuvieron en proceso de curación sumergidos en una poza de agua controlado. La tabla anterior mostrada, se ve el resumen de las muestras sometidos a los esfuerzos de compresión en kg/cm², que fueron capaz de resistir a los 7 y 28 días. Por cada una de ellas se ensayaron 3 muestras cilíndricas, de las cuales se obtuvo el promedio.

Del mismo modo en relación con los resultados del ensayo, sometido a flexión se tiene que un concreto con la adición de 4% de caucho obtiene un modulo de rotura de $M_r = 43 \text{ kg/cm}^2$, este resultado a los 28 días del curado del concreto sobre pasa la resistencia mínima de 35 kg/cm^2 que indica la Norma CE.010 de pavimentos urbanos, para los pavimentos rígidos. En consecuencia guardo relación con Chavarri y Falen (2020).

En los resultados obtenido en el ensayo de flexión, mis resultados guardan relación con por Gonzales (2017), en su tesis denominada "Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares", que concluyo que el concreto patrón permeable de resistencia $f_c = 84 \text{ kg/cm}^2$, al incorporarle gránulos de caucho reciclado disminuye su resistencia. Obteniendo únicamente valores de 79.11 kg/cm^2 para un porcentaje de 2%, y 51.85 kg/cm^2 para adición de 4%. Por otro lado, al ser sometido a flexión los valores son favorables. Puesto que en el concreto patrón se logró un $M_R = 10 \text{ kg/cm}^2$, sin embargo, al añadirse 2% de caucho se logró obtener 14.20 kg/cm^2 y 15.44 kg/cm^2 al añadirse 4%.

En cuando a los resultados obtenidos en el ensayo de compresión discrepo con los resultados de Liévano (2017), en su tesis denominada “análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos”, puesto que concluyo que la resistencia de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, añadiéndole caucho en un 5% únicamente se obtiene un $f'c=163.35\text{kg/cm}^2$, razón por la cual discrepo, siendo la diferencia solo un 1% de la mezcla optima encontrada.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que en la presente investigación cumplió con el objetivo general, para el cual realizo los estudios necesarios para determinar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido propuesto para la av. Telégrafos en el distrito de Samuel Pastor en la provincia de Camaná del departamento de Arequipa. Una vía que tiene obtuvo los siguientes resultados:

Por lo que se puede concluir del estudio de tráfico, que la vía en estudio tiene un mayor índice de afluencia de vehículos menores. En primer lugar, los usuarios más recurrentes son las motos y los mototaxis. En segundo lugar, se encuentran los autos, station wagon y las combis rurales. En tercer lugar, se encuentran las camionetas y micro buses. Finalmente el grupo más reducido son los vehículos pesados.

Por lo que se puede concluir del estudio de mecánica de suelos que en la calicata N°1 y N°2 se obtuvo los resultados encontrados están de acuerdo a los parámetros según la clasificación del ASTM D-422, Del mismo modo su Clasificación SUCS GP, con una clasificación AASTHO A-1 a0.

Para diseñar un óptimo pavimento se realizó el estudio y selección de canteras, del cual se concluye que la muestra de la cantera LA PODEROSA, sometidas al ensayo de abrasión en la máquina de los ángeles, resultó con un 38.62% de desgaste. Por lo que concluye que es la cantera indicada y apropiada para el diseño de concreto para pavimentos rígidos y articulado. Tiene las mejores propiedades para el diseño de mezclas por su superioridad frente a las canteras Elena de Troya y Socabaya con su mejor resistencia.

2. Se concluye que, de los ensayos realizados con los resultados antes descritos, el presente estudio determino la proporción óptima de caucho mediante el diseño de mezclas para el pavimento rígido y articulado. Para el cual se estudió las proporciones de volumen de caucho reciclado en 2%, 4%,

y 6% del volumen del cemento. Para elementos sometidos a compresión como el adoquín de concreto, utilizado en pavimentos articulados se determinó que el porcentaje adecuado es con adición al 4% de caucho de neumático reciclado en relación al volumen del cemento, en el estudio se utilizó la dosificación:

Cemento	: 3,993.63 cm ³	Yura IP
Arena gruesa	: 7,153.36 cm ³	Cantera la Poderosa
Piedra Chanda	: 8,553.84 cm ³	Cantera la Poderosa
Caucho	: 159.75 cm ³	Relino Aqp.

Para elementos sometidos a mayor flexión como es las losas de concreto de concreto, utilizado en pavimentos rígidos se determinó que el porcentaje adecuado es con adición al 6% de caucho de neumático reciclado del volumen del cemento, en el estudio se utilizó la dosificación:

Cemento	: 3,993.63 cm ³	Yura IP
Arena gruesa	: 7,153.36 cm ³	Cantera la Poderosa
Piedra Chanda	: 8,553.84 cm ³	Cantera la Poderosa
Caucho	: 239.62 cm ³	Relino Aqp.

3. Del diseño de pavimento se obtuvo que el espesor del concreto con el diseño de mezclas sin adición de partículas de caucho es 12.67 cm, el cual por trabajabilidad se puede redondear a 15cm. Sin embargo, el diseño del espesor de pavimento con el concreto con adición de partículas de caucho reciclado es de 12.29 cm, con una diferencia menor de 38mm en relación al concreto normal. Este resultado no es tan significativo por ende se puede tomar como espesor de 15cm.

VII. RECOMENDACIONES

1. El uso del caucho de neumáticos reciclado, con los resultados encontrados en el diseño de mezclas y el ensayo de rotura, se tiene evidencia que se tiene mejoras en la resistencia del concreto, sin embargo, se recomienda continuar con investigaciones más profundas a nivel nacional con respecto al comportamiento de las partículas del caucho en el concreto.
2. Se recomienda que empresas industriales y artesanales que producen concreto, puedan utilizar las partículas de caucho de neumático reciclado mediante el diseño de mezclas con un 4% del volumen del cemento utilizado.
3. De elaborar concreto con caucho en la ciudad de Arequipa y alrededores se recomienda el agregado de la cantera LA PODEROSA, para elaboración de concreto para pavimentos porque sometidas a la abrasión de la máquina de los ángeles, resulto con un 38.62% de desgaste.
4. Del concreto elaborado en las proporciones de 2%, 4% y 6%, de utilizar caucho de neumático reciclado se recomienda usar en proporción de 4% del volumen del cemento IP, en concretos de pavimento rígido y articulado.
5. Cuando se requiera adicionar caucho de neumático reciclado se recomienda que las partículas tengan sean del tamaño de partículas y fibras de 0.5mm a 2mm. Para que este pueda integrarse en la mezcla adecuadamente.

REFERENCIAS

1. Reglamento Nacional De Edificaciones. (2010). Tercera edición actualizada, *Empresa Editora Macro EIRL, Lima. Difundo por ICG – Instituto de la Construcción y Gerencia.* www.construccion.org
2. DAS, B.M. (2001). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones.* Internacional Thomson Editores. Cuarta edición, México.
3. Jimenes Salas, J.A.; De Alpañes, J. L. Y Serrano Gonzales, A.A. (1980). *Geotecnia y Cimentaciones III, Cimentaciones, Excavaciones y Aplicaciones de la Geotecnia.* Editorial Rueda, Madrid.
4. YANQUI, C. (1988). Características del Subsuelo y Efecto Sísmicos en Arequipa Ponencia CISMID, UNSA. Lima.
5. Quispe Soto, Yaneth y Mayhuire Pacheco, Huber Jorge (2019). *Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay, 2018.* Para optar el título o grado académico de Ingeniero Civil. Facultad De Ingeniería Escuela Profesional De Ingeniería Civil. Universidad Tecnológica De Los Andes.
6. Esthefani Concepción Segovia Carhuas y Alexandra Paco Martinez. (2020). *Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto.* Tesis Para Optar por el Grado Académico de Bachiller en: Ingeniería Industrial. Facultad De Ingeniería Y Computación Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Repositorio Institucional Universidad Católica San Pablo.
7. Maguiña Salazar Walther Teófilo. (2019). *Caucho reciclado de llantas en la mezcla de Asfalto a Compresión para mejorar las Propiedades Mecánicas.* Tesis para optar el grado de Maestro en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles. Repositorio Institucional Universidad Ricardo Palma.
8. Liévano. (2017). *Análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos.* [Tesis de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de Magister en Construcción, Universidad Nacional de Colombia].

9. González Q. (2017). *utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares*. [tesis para obtener el grado de Ingeniero civil, Universidad De San Carlos De Guatemala].
10. López F. (2018). *concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas*. [tesis para grado para optar al título de Ingeniero Civil, en la universidad Escuela Nacional de ingeniería de Antioquia Colombia.]
11. Silvestre G. (2019). *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales*. [Tesis para obtener el grado de ingeniero, universidad libre seccional Pereira].
12. Llerena y Paredes. (2019). *Reforzamiento de suelo arcilloso con caucho reciclado para fines de cimentación en el distrito de Yarabamba en la ciudad de Arequipa*. [tesis para obtener el grado de ingeniero civil. Universidad Católica de Santa María].
13. Chávarri, y Falen. (2020). *Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima*. [tesis para obtener el grado de ingeniero civil, Universidad Aplicada de Ciencias]. Archivo digital
14. Gutiérrez de Lopez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
15. IBCH. (2012). *Manual de Construcción de Pavimentos Rígidos Tomo II*. Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
16. ASTM (Estados Unidos). ASTM D395, *American Society for Testing and Materials*. Florida: MTS, 2018. 8 pp.
17. ASTM (Estados Unidos). ASTM D412, *American Society for Testing and Materials*. Florida: MTS, 2016. 14 pp.
18. CABANILLAS Huachua, EMMA. *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2017. 189 pp.
19. CARRETERAS en mal estado y centros de emergencia para la mujer. *Centro de noticias del congreso*. 31 de mayo de 2018.

20. CHIMBORAZO, Luis, CAISA, Elías y MIRANDA, Rodrigo. *Trituración de neumáticos reciclados como desencadenantes en los procesos industriales en la Provincia de Tungurahua*. Revista publicando. Volumen 4, n°12.
21. MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). *Manual de carreteras sección suelo y pavimentos*. Resolución Directoral N° 10-2014-MTC/14. Lima: MVCS, 2014. 301 pp.
22. QUISPE, Yaneth y MAYHUIRE, Huber. *Incorporación de fibras de caucho reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay*. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Perú Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería.
23. SOTO, Mate y MARÍN, Juan. *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales*. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Pereira: Universidad Libre Seccional, Facultad de Ingeniería, 2019. 71 pp.
24. VENTAJAS y desventajas del reciclaje y la reutilización de recursos materiales [Mensaje en un blog]. Madrid: Espaciociencia.com, (08 de noviembre de 2019). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://espaciociencia.com/ventajas-desventajas-reciclaje/>
25. VENEGAS, Laura. *Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa argos*. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Químico). Bogotá: Fundación Universidad de América, facultad de ingenierías, 2016. 78 pp.
26. SUÁREZ, Issel y MUJICA, Edgar. *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación*. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, 2016. 133 pp.
27. SOTO, Mate y MARÍN, Juan. *Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales*. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Pereira: Universidad Libre Seccional, Facultad de Ingeniería, 2019. 71 pp.
28. MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). *Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*. Resolución Directoral N° 22-2013-MTC/14. Lima: MVCS, 2010. 1274 pp.

29. MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). *Norma CE.010. Decreto Supremo Nº 001-2010-Vivienda*. Lima: MVCS, 2010. 79 pp.
30. Barragán, E. G. (2012). *Comparación de los Módulos de Elasticidad de Concreto Normal*, con el Ensayo de Compresión y el Ensayo de Flexión.
31. Barrios, D. B. (2017). *Cálculo de Huella de Carbono del Archivo Central Hoschschild Mining sede Lima 2016 a través del Estandar Competitivo de Contabilidad y Reporte*. Lima, Peru.
32. Damian, W. F. (2017). *Desempeño de las Propiedades Físicas Y Mecánicas del Concreto Dosificado con Cemento "Nacional" Comparado con el Concreto Dosificado con Cemento "Sol"*. Lima, Perú.
33. NTP 339.034. (2015). *CONCRETO - Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima - Perú.
34. NTP. 334.066:2008 Cementos. *Métodos de ensayo para determina el límite de actividad puzolánica utilizado en cemento portland*.
35. NTP. 400.013:2013 Agregados. *Método de ensayo normalizado para determina el efecto de las impurezas orgánicas del agregado dino sobre la resistencia de los morteros y hormigones*.
36. Huachua, E. R. (2017). *Comportamiento Físico Mecánico del Concreto Hidráulico Adicionado con Caucho Reciclado*. Cajamarca, Perú.
37. Kozievith. (2011). *Comportamiento del caucho pulverizado proveniente de llantas con el cemento portland*. EEUU.
38. Linton, C. E. (2015). *Modificación de las Propiedades de Matrices Cementantes Mediante la Adición de Nanopartículas de Sílice*. México.
39. Morocho, P. M. (2013). *Estudios de la Aplicación Potencial de Compuestos Obtenidos con Residuo de Caucho Reciclado Provenientes del Continental Tire Andina como Materiales Estructurales*. Cuenca.
40. MTC. (2018). *Manual de Carretera Mantenimiento o Conservación Vial*. Perú.
41. Núñez, E. A. (2016). *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación*. Cusco, Perú.

ANEXOS

Tabla de operacionalización de variables

Anexo1. Matriz de consistencia

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Caucho de neumáticos reciclados	El caucho de neumático es un polímero con propiedades elásticas, ese será usado después de haber cumplido su vida de servicio, una vez desechado.	El caucho de neumático reciclado, será recolectado para utilizar este elemento como un auxiliar al cemento y los agregados, podrá utilizarse en vías de pavimento rígido o articulado, que tiene alta exposición a vehículos gran tonelaje.	Propiedades físicas	Abrasión, compresión y tracción	De razón.
			Porcentaje de caucho	0.00%, 2.00%, 4.00% y 6.00%.	
			Ayuda al medio ambiente	Ventaje	
				Desventaja	
Variable dependiente: Diseño de concreto para pavimento rígido y articulado	El concreto tiene un comportamiento físico y mecánico, con una practicidad de manipulación cuando se encuentra fresco, eso por lo general es en los primeros minutos de su preparación. Sin embargo, su característica de mayor dureza y de resistencia a las cargas es cuando seca, por lo general se obtiene a los 28 días su máxima resistencia a alcanzar.	El comportamiento del concreto en estudio es el $f'c=280\text{kg/cm}^2$, compone de cemento, arena gruesa, piedra chancada y agua, a este se ha adicionado caucho de neumáticos reciclados, en porciones de 2%, 4%, y 6%.	Concreto previa fragua	Trabajabilidad	De razón.
				Fraguado correctamente	
			Concreto previa fragua	Resistencia a la compresión	
				Resistencia a la flexión	

Tabla de categorización

Anexo2. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis General	Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
¿De qué manera influye el diseño del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido y articulado con la adición de neumático de caucho reciclado, en la av. Telégrafos en el departamento de Arequipa?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas para el pavimento rígido y articulado con la adición de partículas de caucho de neumáticos reciclados.	Se plantea que el reciclaje de caucho como alternativa en la fabricación de concretos para pavimentos rígidos y articulados.	Pavimento rígido	IMDa	Veh./día	MTC
				Clasificación	Granulometría	ASTM D6913M-17
				Plasticidad	Limite líquido	ASTM D4318
				Compactación	Limite Plástico	
			Capacidad de respuesta	Proctor	ASTM D1557	
			Tamaño	Milímetros	Vernier	
			Dosificación	2%, 4% y 6%	Balanza	
			Características físicas	Composición	Ficha fabricante	
Características físicas	Trabajabilidad	Prueba Slump				
¿De que manera influye la resistencia el caucho de neumático en la resistencia a la compresión del concreto?	Encontrar la mejor proporción de caucho para la mejor resistencia a la compresión	La adición de caucho mejora la resistencia del concreto a compresión	Adición de caucho de neumático reciclado	Características de respuesta	Resistencia a compresión	Ensayo NTP 339.034
					Resistencia a flexión	Ensayo NTP 339.078
¿De qué manera influye la resistencia el caucho de neumático en la resistencia a la flexión del concreto?	Encontrar la mejor proporción de caucho para la mejor resistencia a la flexión	La adición de caucho mejora la resistencia del concreto a flexión.				

Anexo 3. Tabla N°13 del Manual de Carreteras – Requerimiento para el agregado grueso.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3000	≥ 3000
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión de los ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min.	35% min.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción*	MTC E 206	1.0% máx.	1.0% máx.

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

Anexo 4. Tabla N°13 del Manual de Carreteras – Requerimiento para el agregado grueso.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3000	≥ 3000
Equivalente de arena	MTC E 209	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 207	30	40
Azul de metileno	MTC E 517	8 máx.	8 máx.
Índice de plasticidad (malla N°40)	MTC E 214	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	ASTM 4791	-	18% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 210	35 min.	35 min.
Índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 219	4 máx.	NP
Sales solubles totales	MTC E 206	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción *	MTC E 207	0.5% máx.	0.5% máx.

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

Anexo 5. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos.

Elemento \ Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
		Sub-rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar	
Sub-base		CBR \geq 40 %	CBR \geq 30 %	
Base		CBR \geq 80 %	N.A.*	CBR \geq 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación \geq 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	\geq 50 mm	\geq 150 mm	\geq 60 mm
	Vías colectoras	\geq 60 mm		\geq 80 mm
	Vías arteriales	\geq 70 mm		NR**
	Vías expresas	\geq 80 mm	\geq 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR \geq 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)	f _c \geq 380 Kg/cm ² (38 MPa)

Nota. Adaptado de la NORMA TÉCNICA CE.010 – PAVIMENTOS URBANOS

Anexo 5. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos.

Elemento \ Tipo de Pavimento		Aceras o Veredas	Pasajes Peatonales	Ciclo vías
		Sub-rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar	
Base		CBR \geq 30 %	CBR \geq 60%	
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	\geq 30 mm		
	Concreto de cemento Portland	\geq 100 mm		
	Adoquines	\geq 40 mm (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina , de espesor comprendido entre 25 y 40 mm)		
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico*		
	Concreto de cemento Portland	f _c \geq 175 Kg/cm ² (17,5 MPa)		
	Adoquines	f _c \geq 320 Kg/cm ² (32 MPa)	N.R. **	

Nota. Adaptado de la NORMA TÉCNICA CE.010 – PAVIMENTOS URBANOS



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
DE INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y nombres del validador:** Alan Abimael, Machaca Gonzales
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Ingeniero Gerente de ejecución de obras viales con la empresa Vulterra S.A. en la Mina Compañía Minera Antapaccay.
- 1.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero Civil
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Recolección de datos para los ensayos de laboratorio de los agregados, procesado de información de diseño.
- 1.5. **Título de la investigación:** "Diseño De Pavimento Rígido Y Articulado Utilizando Caucho Reciclado De Neumáticos, Mediante El Óptimo Diseño De Mezclas, En Arequipa".
- 1.6. **Autor del instrumento:** Vega Vega, Isai Isaac

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Criterios	Indicadores	Deficiente 00-20%	Deficiente 21-40%	Deficiente 41-60%	Deficiente 61-80%	Deficiente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico					82
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existencia de una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de estrategias.					82
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos y científicos.					90
8. Coherencia	Entre los indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación				80	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85.9


Alan A. Machaca Gonzales
Ingeniero Civil
CIP-102224



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

Variable independiente:

Dimensión	Indicadores	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Estudio de tráfico	Conteo vehicular	86		
	ESAL de diseño	89		
Método de diseño del pavimento rígido y articulado	Método AASHTO	85		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Promedio de valoración: 86,7 %

El instrumento puede ser aplicado, tal como fue elaborado.

El instrumento puede ser mejorado antes de ser aplicado.

Arequipa, 23 de septiembre del 2022.


Alan A. Machaca Gonzales
Ingeniero Civil
CIP-102824

Firma y Sello del Experto

DNI: 42033924



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
DE INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y nombres del validador:** Gonzales Ccoscco Tinson Christian
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Ingeniero Civil, Consultor en Ingeniería Geotecnia, Concreto y Asfalto.
- 1.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero Civil
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Recolección de datos para los ensayos de laboratorio de los agregados, procesado de información de diseño.
- 1.5. **Título de la investigación:** "Diseño De Pavimento Rígido Y Articulado Utilizando Caucho Reciclado De Neumáticos, Mediante El Óptimo Diseño De Mezclas, En Arequipa".
- 1.6. **Autor del instrumento:** Vega Vega, Isaí Isaac

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Crterios	Indicadores	Deficiente 00-20%	Deficiente 21-40%	Deficiente 41-60%	Deficiente 61-80%	Deficiente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con leguaje apropiado y especifico				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85
4. Organización	Existencia de una organización lógica.					92
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de estrategias.				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos y científicos.					90
8. Coherencia	Entre los indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						86.2



Christian Gonzales Ccoscco
INGENIERO CIVIL
CIP: 181150



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

Variable independiente:

Dimensión	Indicadores	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Estudio de trafico	Conteo vehicular	83		
	ESAL de diseño	88		
Método de diseño del pavimento rígido y articulado	Método AASHTO	85		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Promedio de valoración: 85.3 %

() El instrumento puede ser aplicado, tal como fue elaborado.

() El instrumento puede ser mejorado antes de ser aplicado.

Arequipa, 27 de setiembre del 2022.

Firma y Sello del Experto

DNI: 44450242



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
DE INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y nombres del validador:** Chavez Cordova, Manuel Enrique.
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Ingeniero Civil, Consultor de obras Públicas, Residente de Obra en la Municipalidad de Yanahuara.
- 1.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero Civil
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Recolección de datos para los ensayos de laboratorio de los agregados, procesado de información de diseño.
- 1.5. **Título de la investigación:** "Diseño De Pavimento Rígido Y Articulado Utilizando Caucho Reciclado De Neumáticos, Mediante El Óptimo Diseño De Mezclas, En Arequipa".
- 1.6. **Autor del instrumento:** Vega Vega, Isaí Isaac

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Crterios	Indicadores	Deficiente 00-20%	Deficiente 21-40%	Deficiente 41-60%	Deficiente 61-80%	Deficiente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con leguaje apropiado y especifico					83
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnologia.				80	
4. Organización	Existencia de una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos y científicos.					85
8. Coherencia	Entre los indicadores y dimensiones.					82
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación					88
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						84,3


Manuel Enrique Chavez Cordova
ING. CIVIL
CIP N° 280577



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS
Variable independiente:

Dimensión	Indicadores	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Estudio de tráfico	Conteo vehicular	87		
	ESAL de diseño	85		
Método de diseño del pavimento rígido y articulado	Método AASHTO	85		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Promedio de valoración: 85,7 %

() El instrumento puede ser aplicado, tal como fue elaborado.

() El instrumento puede ser mejorado antes de ser aplicado.

Arequipa, 24 de, setiembre del 2022.


.....
Manuel Enrique Chavez Cordova
ING. CIVIL
CIP N° 290577
Firma y Sello del Experto
DNI: 74085737

Instrumento de recolección de datos

Panel de fotografías

Figura 46. Muestra de caucho molido



Nota. Neumatico de caucho molido

Figura 47. Composición de los neumáticos



Nota. Propiedades del caucho de neumatico.

Figura 48. Tomando muestra de agregado grueso 1.



Nota. Agregado grueso cantera socabaya.

Figura 49. Recojo de muestras de agregado grueso 2.



Nota. Agregado grueso cantera Elena de troya.

Figura 50. Toma de muestra de agregado grueso 3.



Nota. Agregado grueso cantera la poderosa.

Figura 51. Toma de muestras de agregado fino 1.



Nota. Agregado fino cantera socabaya.

Figura 52. Toma de muestra de agregado fino 2.



Nota. Agregado fino, cantera Elena de troya.

Figura 53. Toma de muestra de agregado fino 3.



Nota. Agregado fino cantera la poderosa.

Figura 54. Toma de muestra en calicata N°2.



Nota. Calica N°02.

Figura 55. Toma de muestra en calicata N°2.



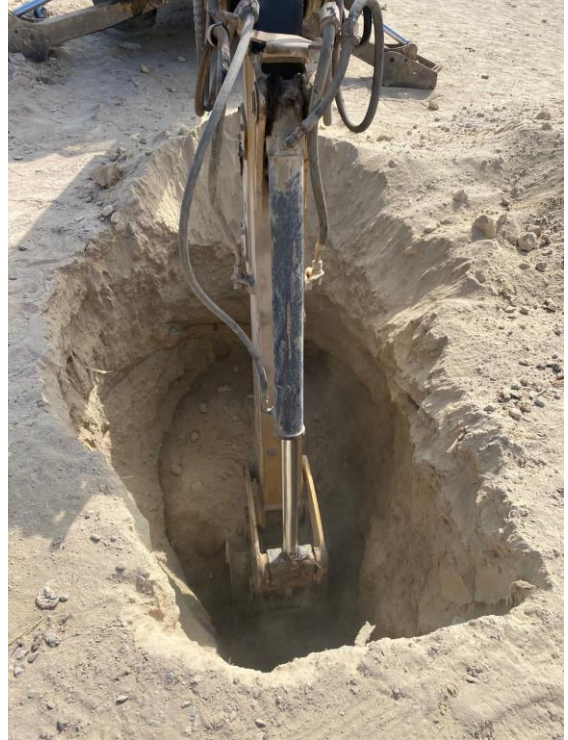
Nota. Muestra de calicata N°2.

Figura 56. Toma de muestra de suelo.



Nota. Excavacion de Calicata N°1.

Figura 57. Excavación - apertura de calicata.



Nota. Excavacion calica N°01.

Figura 58. Muestra de agregados de cantera la poderosa.



Nota. Agregados seleccionados.

Figura 59. Mallas de tamizado en laboratorio.



Nota. Herramientas de ensayo.

Figura 60. Ensayo de peso específico.



Nota. Agregado fino seleccionado.

Figura 61. Ensayo de peso específico - secado.



Nota. Secado completa de la muestras.

Figura 62. Verificación del peso del agregado grueso.



Nota. Peso del volumen del Agregado grueso.

Figura 63. Verificación del peso del agregado fino.



Nota. Peso del volumen del Agregado fino.

Figura 64. Pesado del volumen del cemento.



Nota. Pesado Volumen de cemento.

Figura 65. Muestras del vaciado de las briquetas.



Nota. Vaciado concreto en los moldes.

Figura 66. Fraguado de muestras.



Nota. Fraguado de muestras.

Figura 67. Curado de las muestras.



Nota. Curado de muestras.

Figura 68. Muestras secas, preparación para desmoldar.



Nota. Muestra seca.

Figura 69. Muestras desmoldadas, marcadas para el curado.



Nota. Muestra desmoldada.

Figura 70. Muestras secas, medidas para ensayo de rotura.



Nota. Muestra seca medida para rotura.

Figura 71. Ensayo a rotura.



Nota. Rotura de muestras.

Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".

COD. EST.: E-1

Estación: Av. Telégrafos

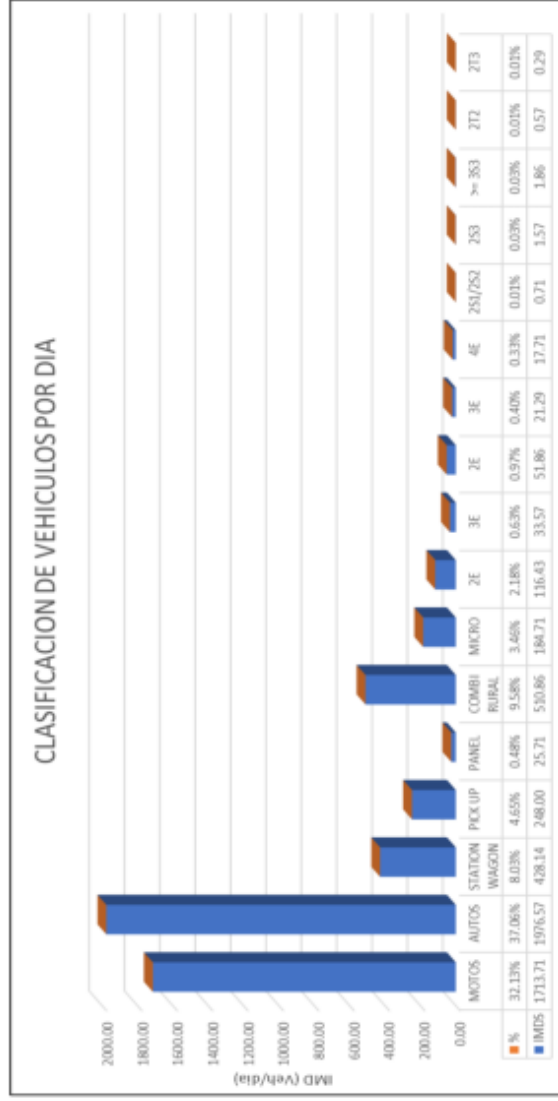
Sentido: Entrada y Salida

Ubicación:

N: 8160151.05

E: 746195.36

TIPO DE VEHICULOS	IMDS	IMD (veh/día)	%
MOTOS	1713.71	32.13%	37.06%
AUTOS	1976.57	8.03%	4.65%
STATION WAGON	428.14	0.48%	9.58%
PICK UP	248.00	2.18%	0.01%
PANEL	25.71	0.03%	0.01%
COMBI RURAL	510.86	0.03%	0.01%
MICRO	184.71	0.33%	0.01%
2E	116.43	0.63%	0.97%
3E	33.57	0.40%	0.33%
2E	51.86	0.33%	0.01%
3E	21.29	0.01%	0.03%
4E	17.71	0.03%	0.01%
251/252	0.71	0.03%	0.03%
253	1.57	0.03%	0.01%
>= 353	1.86	0.01%	0.01%
2T2	0.57	0.01%	0.01%
2T3	0.29	0.01%	100.00%
TOTAL IMD	5333.57		



Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".

COD. EST.: E-1

Estación: Av. Telégrafos

Sentido: Entrada y Salida

Ubicación:
N: 8160151.05
E: 746195.36

FORMULARIO N° 1

RESUMEN

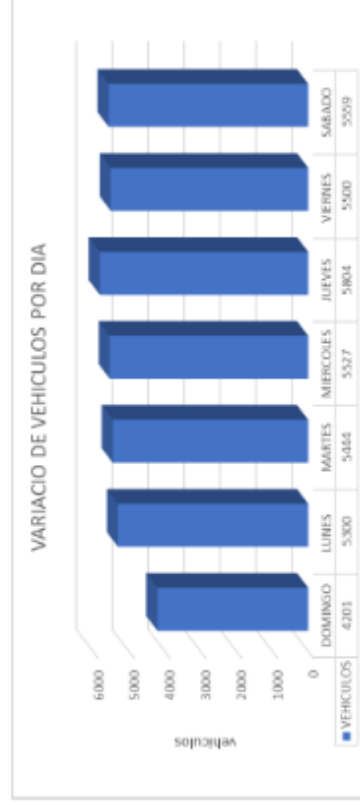


ESTACION	FINCO
DIA	
FECHA	

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA D-360
SENTIDO	ESTE A OESTE
UBICACION	AV. TELEGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA

HORA	VEHICULOS LIGEROS											VEHICULOS PESADOS						TOTAL				
	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAB	PANEL	RURAL Comb	MICRO	BUS		CAMION		SEMI TRAILER		TRAYLER							
									2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	25 1/252	283	381/352	>= 353	212	213	3T2	3T3	
ENTRADA	6026	6912	1603	962	104	3530	720	418	360	214	77	62	4	3	0	6	2	1	0	0	0	19302
SALIDA	5972	6924	1394	774	76	3746	573	397	75	349	72	62	1	8	0	7	2	1	0	0	0	18233
TOTAL	11996	13836	2997	1736	180	3576	1293	815	285	363	148	124	5	11	0	13	4	2	0	0	0	37335
%	32.13%	37.06%	8.03%	4.63%	0.48%	9.58%	3.46%	2.35%	0.62%	0.97%	0.40%	0.33%	0.07%	0.03%	0.00%	0.03%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
IMD	1713.7	1976.57	428.14	248.00	25.71	530.86	184.71	116.43	33.57	51.86	21.25	17.71	0.71	1.57	0.00	1.86	0.57	0.29	0.00	0.00	0.00	5338.57
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
IMD	1747.99	2016.30	436.71	252.96	26.23	521.07	188.41	97.80	28.20	48.56	17.86	14.88	0.60	1.32	0.00	1.56	0.48	0.26	0.00	0.00	0.00	5395.99
%	32.39%	37.36%	8.09%	4.69%	0.49%	9.68%	3.49%	1.81%	0.52%	0.83%	0.33%	0.28%	0.07%	0.02%	0.00%	0.03%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

DIA	VEHICULOS
DOMINGO	4201
LUNES	5300
MARTES	5444
MIERCOLES	5527
JUEVES	5804
VIERNES	5500
SABADO	5559
TOTAL	37335



Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".

COD. EST.: E-1

Estación: Av. Telégrafos

Sentido: Entrada y Salida

Ubicación:
N: 8160151.05
E: 746195.36

RESUMEN DE ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



ESTACION	UNICO
DIA	DOMINGO
FECHA	5/08/2022

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0+380
SENTIDO	ESTE A OESTE
UBICACION	AV. TELEGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICKRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>>353	2T2	2T3	3T2		3T3		
6:00 - 7:00	658	779	174	58	5	203	57	34	5	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,993.00		
7:00 - 8:00	871	968	214	69	6	235	72	46	10	47	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2,555.00		
8:00 - 9:00	772	1035	217	305	10	291	92	66	12	38	13	6	0	0	0	0	1	0	0	0	2,658.00		
9:00 - 10:00	786	893	200	82	29	217	305	42	17	16	15	22	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2,426.00	
10:00 - 11:00	694	866	177	133	7	230	67	69	16	22	7	6	2	2	0	0	1	0	0	0	0	2,294.00	
11:00 - 12:00	775	900	209	364	18	235	99	45	13	38	9	15	0	3	0	0	2	0	0	0	0	2,525.00	
12:00 - 13:00	852	931	202	308	13	215	79	58	33	27	31	7	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2,558.00	
13:00 - 14:00	847	915	172	341	11	257	302	58	21	34	7	10	0	3	0	0	3	0	1	0	0	2,582.00	
14:00 - 15:00	781	892	174	341	14	239	88	55	15	26	4	12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2,442.00	
15:00 - 16:00	818	832	177	384	7	231	73	51	30	14	10	8	1	2	0	0	2	0	0	0	0	2,490.00	
16:00 - 17:00	782	847	204	348	28	254	94	65	17	41	17	10	1	1	0	0	1	2	0	0	0	2,512.00	
17:00 - 18:00	877	1011	242	331	14	233	96	62	31	12	10	14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2,734.00
18:00 - 19:00	922	1084	235	319	22	266	112	59	7	21	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,862.00
19:00 - 20:00	904	1077	225	324	2	283	99	80	7	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,816.00
20:00 - 21:00	657	806	175	79	0	187	58	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,988.00
TOTALES	11996	13836	2997	1796	181	3576	1293	815	235	363	149	124	5	11	0	13	4	2	0	0	0	37,336.00	

ANITA MARGARET GONZALEZ
Ingeniera Civil

Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".		Ubicación: N: 8160151.05 E: 746195.36	
COD. EST.: E-1	Estación: Av. Telégrafos	Sentido: Entrada y Salida	

FORMULARIO Nº 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



ESTACION	INICIO
DIA	SABADO
FECHA	11/08/2022

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0+300
SENTIDO	ESTE A OESTE
UBICACION	AV. TELEGRAFOS DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	PICKUP	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL
					PANEL	RURAL	Combi		2 E	3 E	4 E	3 E	4 E	212	213	214	215	216	217	
6:00 - 7:00	44	49	10	4	1	13	4	2	1											128
7:00 - 8:00	69	71	14	6	2	19	13	4	2	7	2	1								210
8:00 - 9:00	72	79	19	11	1	20	15	3	4	6	1	1								232
9:00 - 10:00	56	68	13	7	5	14	16	7	2	3										191
10:00 - 11:00	63	52	11	13	1	16	9	6	5	4	2									181
11:00 - 12:00	72	67	15	12	2	17	11	5	2	2	3	1								209
12:00 - 13:00	59	71	17	10	1	13	17	8	1											197
13:00 - 14:00	61	63	9	14	1	11	13	7	5											184
14:00 - 15:00	67	54	11	9	2	15	10	3	3	5	1									181
15:00 - 16:00	82	49	13	11	1	13	8	6	2	7	1									193
16:00 - 17:00	47	56	8	10	3	19	14	1	5											164
17:00 - 18:00	49	72	17	8	2	17	11	5	2											184
18:00 - 19:00	57	76	19	13	1	16	13	3	1	5										204
19:00 - 20:00	62	86	17	11		18	9	1	2											206
20:00 - 21:00	46	53	13	5		17	2													136
TOTALES	906	966	206	144	22	238	165	61	34	42	7	8	0	0	0	0	0	0	0	2800



Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".		Ubicación: N: 8160151.05 E: 746195.36	
COD. EST.: E-1	Estación: Av. Telégrafos	Sentido: Entrada y Salida	

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0+330	ESTACION	LINCO
SENTIDO	OESTE A ESTE	DIA	VIERNES
UBICACION	AV. TELEGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - AREQUIPA	FECHA	10/06/2022



HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAVLER			TRAVLER			TOTAL
				PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	25/1252	253	35/1352	>=353	272	273	
6:00 - 7:00	46	63	13	5	1	16	5	1												150
7:00 - 8:00	71	75	17	4		14	4	3												189
8:00 - 9:00	62	82	19	6		23	6	5												203
9:00 - 10:00	55	61	15	3	4	13	7	4												164
10:00 - 11:00	58	55	14	8		11	4	6												159
11:00 - 12:00	62	57	16	5		14	9	3												166
12:00 - 13:00	63	62	12	5	2	12	7	1												164
13:00 - 14:00	52	66	11	3		28	8	4												174
14:00 - 15:00	59	73	14	7		10	13	7												186
15:00 - 16:00	67	56	13	5		17	5	4												170
16:00 - 17:00	48	51	18	15		5	19	4												164
17:00 - 18:00	59	69	20	13		2	16	6												188
18:00 - 19:00	63	74	15	9		1	17	8												189
19:00 - 20:00	82	88	13	11			27	7												232
20:00 - 21:00	49	83	9	7			10	4												164
TOTALES	896	1015	219	106	15	247	97	46	0	11	6	3	0	2	0	1	0	0	0	2664

[Handwritten signature]
ANA A. MORALES GONZALEZ
 INGENIERA DE TRAFICO

Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".		Ubicación: N: 8160151.05 E: 746195.36	
COD. EST.: E-1	Estación: Av. Telégrafos	Sentido: Entrada y Salida	

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0+380
SENTIDO	DESDE A ESTE
UBICACIÓN	AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA.

ESTACION	JUNCO
DIA	JUEVES
FECHA	01/02/22



HORA	MOTOS	AUTO	STAFION WAGON	CAMIONETAS			BUS	CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLER			TOTAL				
				PICK UP	PANEL	RURAL Contel		MICRO	2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	253	351/352		35+ 353	2T2	2T3	3T2
6:00-7:00	53	65	12	2		17	6														159
7:00-8:00	62	69	16	6		19	2	2		6	3										185
8:00-9:00	47	67	11	8	2	23	4	6	4												172
9:00-10:00	55	78	18	4		13	8	1	3		1	5									186
10:00-11:00	44	81	12	16		17	3	8													181
11:00-12:00	40	77	14	18	2	16	7	6	3		4		1								188
12:00-13:00	61	71	18	11		14	2	7	6	5											195
13:00-14:00	65	65	13	16		15	9	3	8	1											196
14:00-15:00	59	72	11	13	3	18	4	2		1											183
15:00-16:00	42	64	9	14	1	12	3	1	5												151
16:00-17:00	58	63	15	8		19	7	7	2												186
17:00-18:00	57	79	16	6		14	5	6	4	3											190
18:00-19:00	74	86	14	7	2	22	3	4	1												213
19:00-20:00	67	80	19	15		17	5	6	1												212
20:00-21:00	48	61	22	6		13	8	4													162
TOTALES	832	1078	220	150	30	249	76	67	15	29	11	36	0	1	6	1	0	0	0	0	2755



Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".

COD. EST.: E-1

Estación: Av. Telégrafos

Sentido: Entrada y Salida

Ubicación:
N: 8160151.05
E: 746195.36

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA: PROGRESIVA 0+300

SENTIDO: ESTE A OESTE

UBICACION: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAAUEL PASTOR - CAMANA - AREQUIPA

ESTACION: LUNCO

DIA: LUEVES

FECHA: 9/06/2022



HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAILER			TRAILER			TOTAL
					PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	251252	253	351352	271	272	273	
6:00 - 7:00	63	56	12	7	2	14	3	2	1											160
7:00 - 8:00	66	67	38	3	1	36	6	6	3	5	1									192
8:00 - 9:00	45	92	36	12	1	35	8	5	2	7										203
9:00 - 10:00	51	77	34	36	3	39	3	3	3											189
10:00 - 11:00	55	76	38	34	1	22	5	7	2	7	1									208
11:00 - 12:00	63	63	35	35	2	37	11	2	3	3	1									192
12:00 - 13:00	77	66	36	11	4	33	2	1	4	6	1									201
13:00 - 14:00	82	67	39	21	1	38	36	1	9	4										238
14:00 - 15:00	88	74	11	9		23	9	1	4		2									221
15:00 - 16:00	93	72	17	13		38	7	1	1	1										223
16:00 - 17:00	65	76	25	17		36	8	7	1	1										216
17:00 - 18:00	62	82	36	11	2	21	8	6	4	1										213
18:00 - 19:00	68	86	26	34	1	24	34	11	3											247
19:00 - 20:00	61	63	17	13		25	11	16												206
20:00 - 21:00	44	53	11	7		29	2													136
TOTALES	983	1070	251	183	18	280	113	69	34	37	3	4	0	0	0	0	0	0	0	3045

Araya, Mónica Rodríguez

Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".		Ubicación: N: 8160151.05 E: 746195.36	
COD. EST.: E-1	Estación: Av. Telégrafos	Sentido: Entrada y Salida	

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



ESTACION	UNICO
DIA	MIÉRCOLES
FECHA	8/08/2022

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0+380
SENTIDO	DE ESTE A ESTE
UBICACION	AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL
				PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>=353	2T1	2T2	3T1	
6:00 - 7:00	55	47	6	4	17	2	3	2	3											139
7:00 - 8:00	65	76	4	3	1	19	3	2	5											183
8:00 - 9:00	71	82	8	5	23	6	4	1	2	1	2	3								204
9:00 - 10:00	84	43	3	4	16	8	6	1	3	3										169
10:00 - 11:00	62	45	6	2	1	15	5	2	1	2	1	1								142
11:00 - 12:00	57	49	4	9	2	16	3	1	3	4										148
12:00 - 13:00	63	55	10	5	14	7	7	6	5											179
13:00 - 14:00	61	53	6	2	16	6	6	3	2	1										155
14:00 - 15:00	44	50	3	4	2	18	8	5	4	2	1	1								142
15:00 - 16:00	62	68	4	3	22	4	2	4	2	3	1									169
16:00 - 17:00	58	67	7	4	3	26	5	3	3	1										177
17:00 - 18:00	67	78	11	6	1	14	9	4	1	1										199
18:00 - 19:00	73	77	13	4	2	19	7	6	1	2	1									205
19:00 - 20:00	77	86	8	3	24	7	7													212
20:00 - 21:00	53	52	5	5	13	2	2													132
TOTALES	956	927	98	63	12	272	78	62	15	30	18	9	0	1	0	0	0	0	0	2543



Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".

COD. EST.: E-1

Estación: Av. Telégrafos

Sentido: Entrada y Salida

Ubicación:
N: 8160151.05
E: 746195.36

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



ESTACION	INICIO
DIA	HEOROCLES
FECHA	8/02/02

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0+380
SENTIDO	ES E. A. OESTE
UBICACION	AV. TELEGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAILER			TRAILER			TOTAL	
					PANEL	RURAL Comb		2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3		3T2
6:00 - 7:00	53	64	16	6			18	1	4												166
7:00 - 8:00	67	77	14	3			19	4	2												189
8:00 - 9:00	46	72	15	8			24	13	7	2											192
9:00 - 10:00	82	63	19	11			16	5	1												204
10:00 - 11:00	43	50	23	6			18	12	3	6											165
11:00 - 12:00	66	57	31	14			18	1	5	2											199
12:00 - 13:00	74	69	22	4			13	2	4	4											207
13:00 - 14:00	53	76	16	16			19	1	6												187
14:00 - 15:00	58	88	18	4			27	2	5												204
15:00 - 16:00	67	82	13	14			14	1	8	1											206
16:00 - 17:00	71	83	19	17			13	1	3	5											224
17:00 - 18:00	76	64	27	11			17	7	7	4											227
18:00 - 19:00	64	88	26	6			23	14	6												234
19:00 - 20:00	61	89	21	8			24	11	8	1											225
20:00 - 21:00	53	66	14	4			13	3	2												155
TOTALES	984	1088	294	132	12	276	78	25	71	25	33	26	11	1	0	2	0	0	0	0	2984

Abel A. Murocristóbal
Ingeniero Civil
Especialista en Obras de Vialidad

Tesis "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".		Ubicación: N: 8160151.05 E: 746195.36	
COD. EST.: E-1	Estación: Av. Telégrafos	Sentido: Entrada y Salida	

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



ESTACION	UNICO
DIA	DOMINGO
FECHA	5/08/2022

TRAMO DE LA CARRETERA	PROGRESIVA 0-380
SENTIDO	DESTE A ESTE
UBICACION	AV. TELEGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR - CAMANA - REQUIPA.

HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLER			TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	25 1/252	253	351052	35 353	212	213	
6:00 - 7:00	26	32	12	3		7	4	1		2								87	
7:00 - 8:00	37	44	15	5		11	7	4	1									119	
8:00 - 9:00	35	65	17	5	1	17	6	2		2								150	
9:00 - 10:00	33	35	16	7	3	16	4	3	1	4						1		143	
10:00 - 11:00	42	52	9	11		19	5	2	1	3								144	
11:00 - 12:00	41	69	11	9		21	9	4	2	2								168	
12:00 - 13:00	37	33	14	13	1	18	7	4		4								151	
13:00 - 14:00	57	36	10	9	2	16	3	3	2									158	
14:00 - 15:00	42	44	16	7		17	6	3	1									136	
15:00 - 16:00	36	42	13	11		19	9	1		1								133	
16:00 - 17:00	42	58	11	8	1	22	4	2	1	2						2		153	
17:00 - 18:00	66	62	17	13		14	7	1	1	1								185	
18:00 - 19:00	52	51	21	14		18	2	5										163	
19:00 - 20:00	39	68	15	8		15	1	3										169	
20:00 - 21:00	47	31	8	4		9	1	1										100	
TOTALES	648	792	205	127	8	239	74	39	6	14	11	1	1	0	0	0	0	2199	

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Programa de
Ingeniería Civil

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa." INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS	Fecha: julio del 2022
---------------------------------------	---	--------------------------

SH & ML S.R.L.
Arquitectura e
Ingeniería de Proyectos 

Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA PAVIMENTACIÓN

Cliente: : ISAI ISAAC, VEGA VEGA

Lugar : Av. Telégrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camaná y departamento de Arequipa.

Elaborado : Ing. T. Christian Gonzales Ccoscco
Consultor en Ingeniería Geotécnica
Coop. La Estrella Mz.-B, Lt.-10, P. Polanco, A.S.A.

AREQUIPA, JULIO DEL 2022

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

INDICE

RESUMEN Y CONCLUSIONES	4
VIA EXISTENTES	5
RECOMENDACIONES ADICIONALES	5
1.0 CONTENIDO DEL INFORME	6
2.0 NORMATIVIDAD.....	6
3.0 UBICACIÓN DEL PROYECTO	6
4. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO	7
5. TOPOGRAFIA.....	7
6. CLIMATOLOGIA	8
7. HIDROLOGÍA.....	8
8.0 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO DE PAVIMENTACION.....	8
9.0 TRABAJOS EFECTUADOS	9
9.1 Exploración de Campo	9
9.2 Ensayos de Laboratorio	9
10.0 CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO.....	10
10.1 Perfil del Suelo	10
11.0 CARACTERISTICAS DE LA SUBRASANTE DEL TERRENO.....	11
12.0 CARACTERISTICAS DE LAS PAVIMENTOS EXISTENTES.....	11
13.0 CALCULO DEL PAVIMENTO RÍGIDO	12
13.1 Tráfico Considerado	12
13.2 Factores de diseño.....	12
14.0 AGRESIVIDAD DE LAS SALES DEL SUBSUELO.....	13
15.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES	14
16.0 BIBLIOGRAFIA	15

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa." INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS	Fecha: julio del 2022
---------------------------------------	---	--------------------------

SH & ML S.R.L.
Arquitectura e
Ingeniería de Proyectos 

Anexos

Perfiles Estratigráficos.
Plano de Ubicación de Calicatas.
Cuadro Resumen de Ensayos.
Ensayos de Laboratorio.
Panel Fotográfico.

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente Informe comprende el Estudio de Suelos llevado con la finalidad de determinar las características del perfil del subsuelo, y la subrasante y las condiciones de pavimentación de la Av. Telégrafos, en el distrito de Samuel Pastor, provincia de Camaná y departamento de Arequipa.

El programa de exploración de campo llevado a cabo, consistió en la ejecución de dos calicatas excavadas en forma manual hasta 1.50 m de profundidad con respecto a la superficie actual de la calle, y ensayos de densidad de campo para determinar la compactación al nivel de la subrasante.

El perfil del suelo registrado en las calicatas bajo las calles existente es hasta 1.50 m de profundidad, está conformado por estratos intercalados de suelos finos:


- Arena gravosa con limos (con intercalación de material de relleno) Constituido por clastos y fragmentos de roca volcánica heterogénea incluidos en una matriz areno-limosa, medianamente densa, no presenta plasticidad y de compactación media a baja, material predominante.
- En las calicatas efectuadas no se detectó el nivel de la napa freática.
- Los suelos más desfavorables y que predominan al nivel de la subrasante son la (C-1). se cree que esta calicata es parte de relleno para mejorar la sección de la vía Coordinadas; C-1: E= 746513.95, N= 8160216.88
- Las calicatas C-2, Está constituida por un suelo de fundación sin alteración, dando a entender que tiene una subrasante intermedio bueno

Coordinadas C-2: E= 747021.23, N= 8160320.22

Este suelo le corresponde un valor de CBR de 25, un módulo elástico (Mr) de 18473.16 psi y un módulo de reacción de la subrasante (k) de 250 lb/pulg³.

Con respecto a la compactación de la subrasante existente en los ensayos de densidad de campo realizados, se han obtenido valores comprendidos entre 60 y 75% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado en las calicatas C-2, excavadas en la calle.

Y los valores comprendidos entre 80 y 85% en las calicatas C-1. Cabe señalar, que la subrasante debe estar compactada a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado, siendo la tolerancia 92.5%.



[Signature]
E. Christian González Cosco
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

VIA EXISTENTES

La vía existente de la Av. Telégrafos, en el distrito de Samuel Pastor, está conformado por tramos de caminos pavimentadas y está conformado por las siguientes capas:

- Sub rasante o suelo de fundación inalterado (Constituido por clastos y bolonería esporádica incluidos en una matriz areno-limosa)
- C-1 y C-2, conformado por arenas gravosas con limos (compacidad alta)

RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO

- Carpeta asfalto en frío : 3.5"(8.80 – 9.00 cm.)
- Base granular : 8"(20.00cm.)
- La base (material de préstamo) debe ser compactada 20 cm. al 95 % del Ensayo Proctor Modificado. Gradación tipo – B
- La carpeta asfáltica, debe de ser con piedra chancada ó angulosa, ello evitara la deformación por
- la presencia de solvente en el RC-250, en el inicio de uso de las vías.
- Subrasante debe ser compactada 15 cm al 80% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado)
- El terreno no contiene elementos químicos están por debajo del nivel.
- No se encontró nivel freático en la zona de estudio.
- Se recomienda hacer evacuación de aguas pluviales (DRENES)

RECOMENDACIONES ADICIONALES

Previo a la ejecución de las obras de pavimentación, se recomienda efectuar una evaluación de las redes de agua y desagüe que pasan por las áreas que serán intervenidas y en el caso de detectar alguna fuga de agua o la existencia de redes deterioradas, efectuar las reparaciones correspondientes.

El estudio de suelos efectuado es válido exclusivamente para el tramo estudiado del proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".



[Handwritten Signature]
T. Christian González Cevallos
INGENIERO CIVIL
CIP: 121150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

INFORME

1.0 CONTENIDO DEL INFORME

Este Informe Técnico presenta la descripción de los trabajos realizados en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas en el Estudio de Suelos llevado a cabo con la finalidad de determinar las características del perfil del subsuelo, la sub rasante de la Av. Telégrafos, en el distrito de Samuel Pastor, provincia de Camaná y departamento de Arequipa.

Para tal fin se han realizado en la subrasante reconocimiento geotécnico, ensayos densimétricos, y toma de muestras en campo; ensayos de caracterización, físico y mecánicos en laboratorio; y en base a los anteriores, la estructuración del pavimento articulado, esto en gabinete.

2.0 NORMATIVIDAD.

- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Aprobado por R.D. N° 10-2014-MTC/14
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2013). Aprobado por R.D. N° 31-2013-MTC/14 y R.D. N° 019-2014-MTC/14 • Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG- 2013). Aprobado por R.D. N° 22-2013-MTC/14
- Manual de carreteras: Ensayo de Materiales para Carreteras. Aprobado por R.D. N° 028-2001-MTC/15.17. Modificatorias: MTC E 1109-2004
- Ensayo sobre estabilización química de suelos - caracterización del estabilizador y evaluación de propiedades de comportamiento del suelo (2004)
- Norma técnica GE.010 Pavimentos Las técnicas de investigación en el campo, aplicables al EMS

3.0 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en:

Distrito : **Samuel Pastor**
Provincia : **Camana**
Departamento: **Arequipa.**



Se ha estudiado los tramos de todas las asociaciones, los proyectistas verán con más detalles que calles o pasajes se pavimentara.


Christian González Cueva
INGENIERO CIVIL
CIP 121150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



Figura 01.- trazo y ubicación de las calles del Proyecto.

4. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO.

- o El área de estudio está situada en la Av. Telégrafos, en el distrito de Samuel Pastor, provincia de Camaná y departamento de Arequipa.
- o El acceso es a través de vehículos, la vía de ingreso al lugar es por la Panamericana Sur, teniendo pendientes máximas de hasta 3% y el 1.4% de la vía de acceso es pavimento asfáltico. El ingreso es un poco tedioso para vehículos pesados

5. TOPOGRAFIA.

La forma de tomar los datos de campo, distribución y densidad de puntos planimétricos y de relleno se han adecuado a las especificaciones técnicas respectivas y a los criterios indicados en los alcances pactados en las reuniones; así como el procesamiento de la información topográfica, especialmente en la generación de las curvas de nivel, el cual requiere de varios pasos previos, siendo el más importante el establecimiento de las líneas obligatorias o breaklines a colocarse en las zonas de cambio pronunciado de pendientes, terreno natural, hombros de talud, pies de talud, veredas existentes, accesos (trocha), límites de propiedad, buzones, niveles de



Christian González Cerna
INGENIERO CIVIL
C.P. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

portones, niveles de puertas, esquinas de manzana, postes de luz, postes de media tensión, pozo d y BM'S,

- **Monumentación y señalización de puntos de control topográfico**

Se establece una poligonal de apoyo o puntos de estaciones auxiliares, los cuales quedan bien monumentados, generalmente realizando el pintado, en zonas fijas. La señalización de los mismos es inconfundible y se deja pintado el nombre sobre rocas, árboles o muros adyacentes para facilitar su ubicación posterior.

6. CLIMATOLOGIA

Para las condiciones climatológicas, se ha tomado la información del Informe Técnico de SENAMHI 2017, Informe de Lluvias de Precipitación en la Región Arequipa.

La época húmeda con mayores precipitaciones se da en los meses de junio a setiembre, siendo los meses de julio y agosto, los meses de transición; mientras la época de secas corresponde a los demás meses del año.

7. HIDROLOGÍA.

El ámbito de estudio presenta redes hidrográficas (cauces secos) provenientes de estratos por donde discurre las aguas de las precipitaciones pluviales, encontrando algunos cauces aun activos a la actualidad, así como los tramos de cauces que han sido cubiertos y ocupados urbanamente.

8.0 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO DE PAVIMENTACION

Las obras de pavimentación que comprende el proyecto son las siguientes:

- En el proyecto en mención: se tiene que hacer mejoramiento de la base (Material De préstamo) y la conformación de la subrasante con material propio, y ver vías de drenaje que ayuden a que la estructura del pavimento no falle.
- Tener cuidado de las instalaciones y sanitarias existente en la vía, esta se encuentra a una profundidad de 50 cm.
- Eliminar toda presencia de materia orgánica existente en el suelo de fundación.
- Hacer mejoramiento de suelos si la rasante presenta suelos netamente alterados, el responsable técnico toma esta decisión



[Handwritten Signature]
F. Christian González Cansio
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

9.0 TRABAJOS EFECTUADOS

9.1 Exploración de Campo

El programa de exploración de campo llevado a cabo consistió en la ejecución de 2 calicatas excavadas manualmente de hasta 1.50 m de profundidad con respecto a la superficie actual del tramo (Tabla 01), y ensayos de densidad de campo para determinar la compactación al nivel de la subrasante en la ubicación de cada calicata.

En las calicatas se realizó un perfilaje minucioso, el cual incluyó el registro cuidadoso de las características de los suelos que conforman cada estrato del perfil del suelo, la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos **SUCS** y Clasificación **AASHTO** así como la extracción de muestras Representativas de los suelos típicos las cuales debidamente protegidas e identificadas fueron remitidas al laboratorio para su verificación y análisis.

Tabla 01. Profundidad de Calicatas.

Calicata	Profundidad (m)
C-1	1.50
C-2	1.50

9.2 Ensayos de Laboratorio

En el laboratorio se verificó la clasificación visual de todas las muestras obtenidas y se escogieron muestras representativas para ejecutar con ellas los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado: ASTM D-422
- Límites de Atterberg: ASTM D- 4318
- Proctor Modificado: ASTM D1557
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASHTO
- CBR (California Bearing Ratio): ASTM D 1883
- Contenido de Sales Solubles Totales: NTP 339.152



[Handwritten Signature]
 T. Christian González Casoa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 161150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

- Contenido de Sulfatos Solubles: NTP 339.178

Los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo con las normas ASTM respectivas y con los resultados obtenidos (Anexo Resultado de Ensayos) se procedió a efectuar una comparación con las características de los suelos obtenidas en el campo y las compatibilizaciones correspondientes en los casos en que fue necesario para obtener los perfiles de suelos definitivos, que son los que se presentan.

10.0 CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

10.1 Perfil del Suelo

El perfil del suelo registrado en las calicatas de suelo de fundación a 1.50 m. en promedio está conformado por estratos intercalados de suelos grava arenosa con limos no presenta plasticidad:

Nota:

Para dicha pavimentación el responsable técnico determinara los niveles del terreno para llegar a un estrato favorable.

- **CALICATA 01.**

ESTRATO I.- (0.00-1.50 m)

Se encontró un estrato E-1 con un espesor de 1.50 m. el suelo encontrado corresponde a una grava arenosa limosa mal graduada
– con intercalación de bolonerías masiva de hasta 2". No presenta plasticidad, en estado de compactación media a alta, de color marrón a gris.

- **CALICATA 02. (0.00-1.50 m)**

ESTRATO I.-

Se encontró un estrato E-1 con un espesor de 1.50 m. el suelo encontrado corresponde a una grava arenosa limosa mal graduada combinado con ripio
– con intercalación de bolonerías masiva de hasta 2". No presenta plasticidad, en estado de compactación media a alta, de color marrón a gris..



Christian González Casco
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

NIVEL FREÁTICO

En las calicatas efectuadas no se encontró nivel freático, pero se ve que hay instalaciones sanitarias existente (Sedapar), verificar las estructuras de este para evitar filtraciones futuras.

Tabla 02. Nivel Freático.

Calicata	Profundidad (m)
C-1	No Presenta.
C-2	No Presenta.

11.0 CARACTERISTICAS DE LA SUBRASANTE DEL TERRENO.

Los suelos más desfavorables y que predominan al nivel de la subrasante, son las gravas arenosas con limos mal graduadas (material de relleno), estos pertenecientes al estrato I. calicata C-2

Según la correlación estadística existente entre la Clasificación Unificada de Suelos y el valor de CBR, se tiene que el valor de CBR de las arenas gravosas mal graduadas, debe estar comprendido entre 18 y 25. En el presente caso, teniendo en cuenta las propiedades físicas y mecánicas de la arena gravosa mal graduada, registradas en las calicatas, los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados (CBR = 25.00)

al cual le corresponde un módulo elástico (Mr) de 18500.001 psi (Huang) Cabe señalar, que la subrasante debe estar compactada a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado, siendo la tolerancia $\pm 2.0\%$.

12.0 CARACTERISTICAS DE LAS PAVIMENTOS EXISTENTES.

La vía existente, es una vía de ingres a los Asentamiento, los mismos que tienen las calles y pasajes, está conformado por tramos de caminos no pavimentadas y está conformado por las siguientes capas:

- Sub rasante o suelo de fundación inalterado (Constituido por clastos y fragmentos de bolonería masiva heterogénea incluidos en una matriz arenolimososa).


T. Cristian Gonzalez Coasa
INGENIERO CIVIL
A.P. 181150



Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Artificado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

13.0 CALCULO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

13.1 Tráfico Considerado


No se tiene estadísticas de tránsito, por lo cual se recurre a las recomendaciones del procedimiento simplificado que establece:

Clase	:	II
Tipo	:	Calles Residenciales Menores.
Periodo de diseño	:	10 AÑOS
ESAL de diseño	:	1.6 * 10 ⁶

13.2 Factores de diseño

El diseño de pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida en servicio.

La ecuación fundamental ASSHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\log W_{18} = Z_R S_w + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1.624 \times 10^{-4}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{S_e C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J D^{0.75} \left[\frac{E_c}{k} \right]^{0.55}} \right]$$


W₁₈ = Numero de cargas

Z_R = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S_w = Desvió estándar de todas las variables.

ΔPSI = Perdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

P_t = Serviabilidad final.



T. Christian González Casco
INGENIERO CIVIL
CIP. 161150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

Sc = Modulo de rotura del concreto de psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = coeficiente de drenaje.

Ec = Modulo de elasticidad del concreto en PSI.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en psi (psi/pulg.).

Para una mejor descripción de las variables, estas se han clasificado de la siguiente manera:

- **Variable de diseño.** Esta categoría se refiere al grupo de criterios que debe ser considerado para el procedimiento de diseño.
- **Criterio de comportamiento.** Representa el grupo de condiciones de fronteras especificado por el usuario, dentro del que una alternativa de diseño deberá comportarse.
- **Propiedades de los materiales para el diseño estructural.** Esta categoría cubre todas propiedades de los materiales de los materiales del pavimento y del suelo de fundación, requeridas para el diseño estructural.
- **Características estructurales.** Se refiere a ciertas características físicas de la estructura del pavimento que tienen efecto sobre su comportamiento.

14.0 AGRESIVIDAD DE LAS SALES DEL SUBSUELO

El contenido de sulfatos solubles del suelo determinado mediante análisis químicos de laboratorio en una muestra representativa es 150.24 p.p.m.

Según el Concrete Manual (3) y la Norma Técnica de Edificación E060: Concreto Armado (4), cuando este contenido es menor de 1 000 p.p.m. el ataque de los sulfatos del suelo al concreto es despreciable; cuando dicho contenido está comprendido entre 1,000 y 2,000 p.p.m. el ataque es positivo; y cuando dicho contenido es superior a 2,000 p.p.m. el ataque de los sulfatos solubles del suelo al concreto es considerable.

Teniendo en cuenta el resultado obtenido, en el presente caso se puede concluir que el ataque de los sulfatos solubles del suelo al concreto será despreciable y no es necesario tomar precauciones al respecto.

No es necesario utilizar cementos especiales para contrarrestar la agresividad de las sales y sulfatos.


T. Christian González Cova
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150



Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

15.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ADICIONALES

Previo a la ejecución de las obras de pavimentación, se recomienda efectuar una evaluación de las redes de agua y desagüe que pasan por las áreas que serán intervenidas y en el caso de detectar alguna fuga de agua o la existencia de redes deterioradas, efectuar las reparaciones correspondientes.

Deben construirse sardineles elevados o enterrados en todo el perímetro de la superficie asfaltada que será sometida a tránsito vehicular, para asegurar el confinamiento y la trabazón de los adoquines.

Para el pavimentado se puede utilizar:

- Carpeta de concreto hidráulico : 4.00" (10.00 cm.)
- Base granular : 8 "(20.00cm.)
- La base debe ser escarificada y compactada 20 cm. al 95 % del Ensayo Proctor Modificado.
- La sub rasante debe ser escarificada y compactada 20 cm. Al 80 % del ensayo de Proctor modificado.
- El material Base debe ser compactado al 95% del Ensayo Proctor Modificado y este deberá tener un CBR> 60%.
- La carpeta asfáltica, debe de ser con piedra chancada ó angulosa, ello evitara la deformación por la presencia de solvente en el RC-250, en el inicio de uso de las vías.




T. Cristian Gonzales Cosma
INGENIERO CIVIL
CIP. 121150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

16.0 BIBLIOGRAFIA

- 1.- "Civil Engineering Pavements" Design Manual 5.4 (DM-5.4) Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command Alexandria, October 1979
- 2.- "Pavement Analysis and Design " Yang H. Huang Prentice Hall United States of America, 1993
- 3.- "Concrete Manual" Bureau of Reclamation United States Department of the Interior Washington, 1966
- 4.- "Reglamento Nacional de Construcciones Norma Técnica de Edificación E060: Concreto Armado" ININVI (Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda) Lima, Abril de 1989



[Handwritten Signature]
T. Christian González Cosco
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa." INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS	Fecha: julio del 2022
---------------------------------------	--	--------------------------

SH & ML S.R.L.
Arquitectura e
Ingeniería de Proyectos 

ANEXOS

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa." INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS	Fecha: julio del 2022
---------------------------------------	---	--------------------------

SH & ML S.R.L.
Arquitectura e
Ingeniería de Proyectos 

PERFILES DE SUELOS

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



[Handwritten Signature]
E. Christian González Cosco
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		




 Christian González Cusar
 Ingeniero Civil
 A.R. 181152

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa." INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS	Fecha: julio del 2022
---------------------------------------	--	--------------------------

SH & ML S.R.L.
Arquitectura e
Ingeniería de Proyectos 

RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa.	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



ENSAYO DE GRANULOMETRIA - CLASIFICACION DE SUELO ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA

SOLICITA : ISAI ISAAC VEGA VEGA

UBICACIÓN : Av. Telegrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y departamento de Arequipa

CALICATA: 1 **MUESTRA :** 01

PROFUNDIDAD : 1.50 m **FECHA :** Julio del 2022

Malla	Abertura En (mm)	Retenido Peso (gr)	Retenido %	Retenido Acumulado %	Pasante Acumulado %
3	75.000				
2-1/2	63.500				
2	50.800				
1-1/2	36.100				100.00
1	25.400	165.00	17.42	17.42	82.58
3/4	19.050	150.00	14.12	31.54	68.46
3/8	9.525	135.00	12.71	44.26	55.74
N° 4	4.763	95.00	6.95	53.20	46.80
N° 10	2.000	50.00	4.71	57.91	42.09
N° 20	0.852	72.00	6.78	64.69	35.31
N° 40	0.425	70.00	6.59	71.29	28.72
N° 100	0.194	120.00	11.30	82.58	17.42
N° 200	0.074	110.00	10.36	92.94	7.06
FONDO		75.00	7.06	100.00	
Zumatorias =>		1,062.00	100.00		

DATOS

Limite Liquido NO PRESENTA
 Limite Plastico NO PRESENTA
 Apreciacion Visual NO PRESENTA
 Presenta Organicos? NO

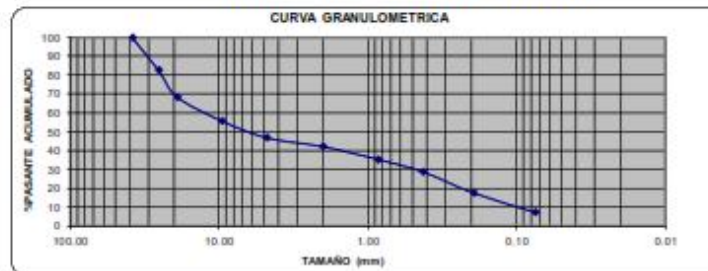
RESULTADOS

GRAVA	53.20%
ARENA	39.74%
FINOS	7.06%

D60	12.71
D30	0.51
D10	0.11
Cu	117.68
Cc	0.19

INDICE PLASTICO

Clasificacion SUCS GP
Clasificacion AASTHO A-1a(0.000)



[Handwritten Signature]
 F. Claudio...
 Ing. Civil...
 No. 10000...

Partida Registral N°11017842
 Calle Corbacho 116 – Departamento 01
 RPM: #941948070

RUC N°20498405275
 Teléfono 054 – 630140
 Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



ENSAYO DE GRANULOMETRIA - CLASIFICACION DE SUELO ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA

SOLICITA : ISAI ISAAC VEGA VEGA

UBICACIÓN : Av. Telegrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y departamento de Arequipa

CALICATA: 2 **MUESTRA :** 01
PROFUNDIDAD : 1.50 m **FECHA :** Julio del 2022

Malla	Abertura En (mm)	Retenido Peso (gr)	Retenido %	Retenido Acumulado %	Pasante Acumulado %
3	75.000				
2-1/2	63.500				
2	50.000				
1-1/2	38.100				100.00
1	25.400	195.00	17.57	17.57	82.43
3/4	19.050	130.00	11.71	29.28	70.72
3/8	9.525	120.00	10.81	40.09	59.91
N° 4	4.763	110.00	9.91	50.00	50.00
N° 10	2.000	80.00	7.21	57.21	42.79
N° 20	0.852	65.00	5.86	64.66	35.14
N° 40	0.426	120.00	10.81	75.68	24.32
N° 100	0.194	110.00	9.91	85.59	14.41
N° 200	0.074	95.00	8.56	94.14	5.86
FONDO		65.00	5.86	100.00	
Zumatorias =>		1,110.00	100.00		

DATOS

Límite Líquido NO PRESENT
 Límite Plástico
 Apreciación Visual
 Presenta Organicos? NO

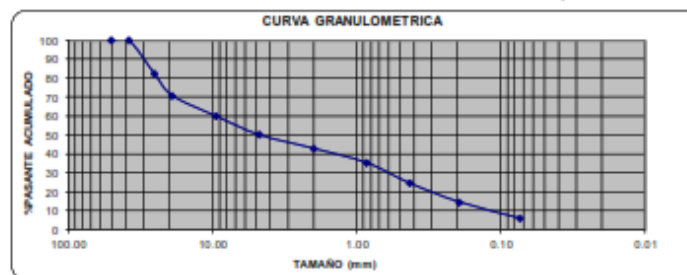
RESULTADOS

GRAVA	50.00%
ARENA	44.14%
FINOS	5.86%

D60 9.60
 D30 0.65
 D10 0.13
 Cu 72.70
 Cc 0.33

INDICE PLASTICO

Clasificación SUCS GP
Clasificación AASTHO A-1a(0.000)



[Firma manuscrita]
 F. C. [Firma]
 INGENIERO CIVIL
 CEP 181152

Partida Registral N°11017842
 Calle Corbacho 116 – Departamento 01
 RPM: #941948070

RUC N°20498405275
 Teléfono 054 – 630140
 Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



ENSAYO CBR ASTM D 1883

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA	
SOLICITA :	ISAI ISAAC VEGA VEGA	FECHA : Julio del 2022
UBICACIÓN :	Av. Telegrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y departamento de Arequipa	

DATOS DE LA MUESTRA		
PROCEDENCIA:	Base - Terreno	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m.	
CALICATA:	C-001	

ENSAYO DE COMPACTACION				
Contenido de Humedad		12	25	56
Peso muestra compactada + molde	gf	12750.0	13056.0	13056.0
Peso de molde	gf	5660.0	5660.0	5660.0
Volumen de molde	cm3	2049.9	2066.3	2066.3
Peso muestra compactada	gf	4090.0	4396.0	4996.0
Densidad Húmeda	gf/cm3	2.00	2.13	2.42
Contenido de Humedad	%	14.20	14.50	15.00
Densidad Seca	gf/cm3	1.75	1.86	2.10

TIEMPO (hr:min)	EXPANSION		
	12	25	56
	EXPANSION		
	(mm)	(mm)	(mm)
00:01	0.000	0.000	0.000
01:00	0.000	0.000	0.000
02:00	0.000	0.000	0.000
04:00	NO EXPANSIVO		
24:00	0.000	0.000	0.000
48:00	0.000	0.000	0.000
72:00	0.000	0.000	0.000

PENETRACION (pulg)	PENETRACION		
	12	25	56
	Esfuerzo		
	(lb/pulg 2)	(lb/pulg 2)	(lb/pulg 2)
0.0250	25.7	40.4	56.1
0.0500	33.1	62.5	86.2
0.0750	60.8	117.6	163.7
0.1000	143.3	191.1	266.6
0.1500	163.7	264.6	360.1
0.2000	242.5	352.7	485.6
0.3000	352.7	485.0	585.2




 E. Christian Morales Cordero
 Ingeniero Civil
 R.P. 16110

Partida Registral N°11017842
 Calle Corbacho 116 – Departamento 01
 RPM: #941948070

RUC N°20498405275
 Teléfono 054 – 630140
 Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



ENSAYO CBR ASTM D 1883

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA	
SOLICITA :	ISAI ISAAC VEGA VEGA	FECHA : Julio del 2022
UBICACIÓN :	Av. Telegrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y departamento de Arequipa	

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA:	Base - Terreno	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m.	
CALICATA:	C-001	

GRAFICO DE CBR POR GOLPES

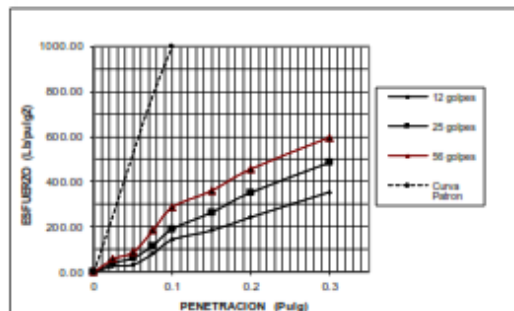
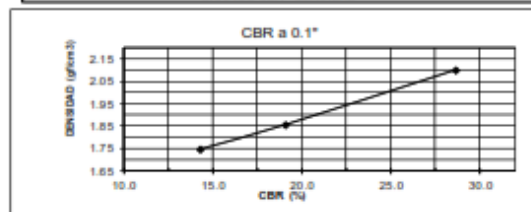


GRAFICO CBR - DENSIDAD



Datos del Proctor

Densidad maxima seca	1.936	g/cm ³	100% de la Densidad Seca Maxima:	1.94	g/cm ³
humedad optima	19.94	%	CBR para el 100 %:	25.80	%
			95 % de la Densidad Seca Maxima:	1.83	g/cm ³
			CBR para el 95 %:	23.80	%

Datos del CBR

GOLPES	CBR a 0.1" de penetración	DENSIDAD
12	14.3 %	1.75 g/cm ³
25	19.1 %	1.80 g/cm ³
56	25.7 %	2.10 g/cm ³



T. Christian González Casas
 Ingeniero Civil
 RUC 101150

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		

ENSAYO CBR ASTM D 1883

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA	
SOLICITA :	ISAI ISAAC VEGA VEGA	FECHA : Julio del 2022
UBICACIÓN :	Av. Telegrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y departamento de Arequipa	

DATOS DE LA MUESTRA		
PROCEDENCIA:	Base - Terreno	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m.	
CALICATA:	C-002	

ENSAYO DE COMPACTACION				
Contenido de Humedad		12	25	56
Peso muestra compactada + molde	gf	12800.0	13076.0	13646.0
Peso de molde	gf	8650.0	8650.0	8670.0
Volumen de molde	cm ³	2049.9	2066.3	2066.3
Peso muestra compactada	gf	4150.0	4396.0	4976.0
Densidad Húmeda	gf/cm ³	2.02	2.13	2.41
Contenido de Humedad	%	14.20	14.50	15.00
Densidad Seca	gf/cm ³	1.77	1.86	2.09

EXPANSION			
TIEMPO (hr:min)	12	25	56
	EXPANSION		
	(mm)	(mm)	(mm)
00:01	0.000	0.000	0.000
01:00	0.000	0.000	0.000
02:00	0.000	0.000	0.000
04:00	NO EXPANSIVO		
24:00	0.000	0.000	0.000
48:00	0.000	0.000	0.000
72:00	0.000	0.000	0.000



PENETRACION			
PENETRACION (pulg)	12	25	56
	Esfuerzo		
	(lb/pulg ²)	(lb/pulg ²)	(lb/pulg ²)
0.0250	25.7	40.4	58.1
0.0500	33.1	62.5	88.2
0.0750	80.8	117.6	183.7
0.1000	143.3	191.1	286.6
0.1500	183.7	264.6	360.1
0.2000	242.5	352.7	455.6
0.3000	352.7	485.0	595.2

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

[Handwritten signature]
Ingeniero Geomédico Civil
RPM: #941948070
CALLE CORBACHO 116
DEPARTAMENTO 01

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



ENSAYO CBR ASTM D 1883

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA	
SOLICITA :	ISAI ISAAC VEGA VEGA	FECHA : Julio del 2022
UBICACIÓN :	Av. Telegrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y departamento de Arequipa	

DATOS DE LA MUESTRA		
PROCEDENCIA:	Baso - Terreno	M-2
PROFUNDIDAD:	1.50 m.	
CALICATA:	C-002	

GRAFICO DE CBR POR GOLPES

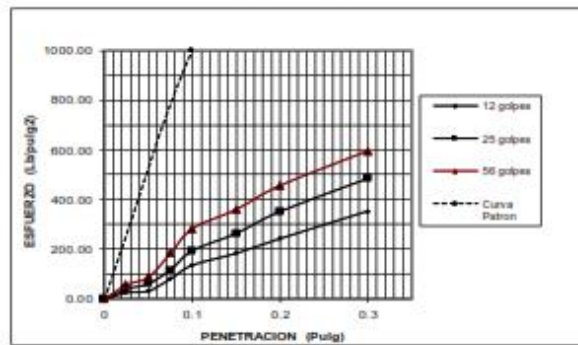
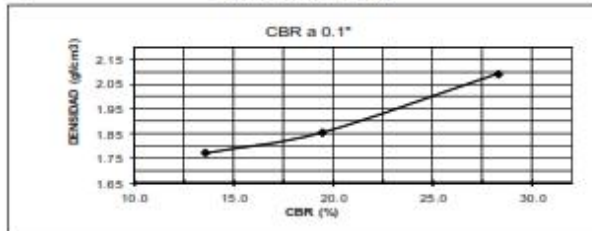


GRAFICO CBR - DENSIDAD



Datos del Proctor		Datos del CBR	
Densidad maxima seca	1.936 g/cm ³	100% de la Densidad Seca Maxima:	1.84 g/cm ³
humedad optima	10.94 %	CBR para el 100 %:	25.00 %
		95 % de la Densidad Seca Maxima:	1.83 g/cm ³
		CBR para el 95 %:	23.00 %

GOLPES	CBR a 0.1" de penetración	DENSIDAD
12	13.6 %	1.77 g/cm ³
25	19.5 %	1.86 g/cm ³
56	26.3 %	2.09 g/cm ³

P. Christian González Casas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 181150

Partida Registral N°11017842
 Calle Corbacho 116 – Departamento 01
 RPM: #941948070

RUC N°20498405275
 Teléfono 054 – 630140
 Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa." INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS	Fecha: julio del 2022
---------------------------------------	---	--------------------------

SH & ML S.R.L.
Arquitectura e
Ingeniería de Proyectos 

PANEL FOTOGRAFICO.

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



Foto: 1 Panorámico de la Calicata N°1:



Foto: 2 Profundidad de la Calicata N°1:



[Handwritten Signature]
F. Christian González Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. 187150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: julio del 2022
INFORME DE SUELOS PARA PAVIMENTOS		



Foto: 3 Panorámico de la Calicata N°2:



Foto: 4 Profundidad de la Calicata N°2:



[Handwritten Signature]
Christian González Cerna
 Ingeiero Civil
 AIP 181150

Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa".

ESTUDIO DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS

Cliente: : ISAI ISAAC, VEGA VEGA

Lugar : Av. Telégrafos, Distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camaná y departamento de Arequipa.

Elaborado : Ing. T. Christian Gonzales Ccoscco
Consultor en Ingeniería Geotécnica
Coop. La Estrella Mz.-B, Lt.-10, P.Polanco, A.S.A.

AREQUIPA, JUNIO DEL 2022

ÍNDICE

1.	SUELOS	3
1.1.	NORMATIVA.....	3
2.	CANTERAS	3
2.1.	ESTUDIO DE CANTERAS.....	3
2.2.	CANTERAS ESTUDIADAS.....	4
2.2.1.	CANTERA KM 20 UCHUMAYO - LA PODEROSA.....	4
2.2.2.	CANTERA – ELENA DE TROYA.....	5
2.2.3.	CANTERA – SOCABAYA.....	6
2.3.	RESUMEN DE SUELOS Y CALICATAS.....	7
2.4.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	7
3.	PAVIMENTOS	7
3.1.	CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS.....	7

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		

SUELOS

El objeto del presente estudio es la elección de una solución de firme adecuada para la elaboración del diseño de un pavimento rígido y articulado en la tesis de investigación "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa", conforme a los datos de partida básicos.

NORMATIVA

La normativa empleada ha sido la siguiente:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.
- Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección suelos y pavimentos. N°072-2011-MTC/10.

CANTERAS

La labor realizada en esta fase ha consistido en tomar una muestra de las rumas de agregados de las diversas canteras visitadas, de mejor referencia.

Con las muestras obtenidas, el agregado grueso se sometió a la prueba de desgaste en la máquina de los ángeles.

ESTUDIO DE CANTERAS

Con la finalidad de establecer los volúmenes necesarios de materiales adecuados que el diseño de mezclas del estudio en mención, en calidad y cantidad requerida se han efectuado una investigación de los diversos tipos de materiales existentes en la zona.

Basados en primera instancia por referencias obtenidas por estudios efectuados en zonas cercanas al proyecto se procedió a efectuar un reconocimiento de las probables áreas explotables, labor determinante para localizar las fuentes de materiales más adecuadas.

Las extensiones comprometidas para los posibles Bancos de Materiales, se han ejecutado calicatas exploratorias cuando no se han validado por reconocimientos de contorno, de cortes o trincheras existentes, que muestran indicios de explotación anterior.

De esta manera se seleccionó inicialmente los bancos de materiales más adecuados, sobre la base de poseer características geotécnicas adecuadas respecto al uso requerido, volúmenes disponibles de materiales, procedimientos de explotación, facilidad de acceso, descartando materiales cuya distancia de transporte hacen antieconómicos su uso y descartando aquellas que no contienen volúmenes de reservas adecuadas, no ameritando investigaciones complementarias.

La calidad de los materiales para los usos diversos, ha sido verificada mediante los siguientes ensayos, efectuados en Laboratorio:




E. Christian González Crespo
INGENIERO CIVIL
CIP. 121120

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		

- Análisis Mecánico por Tamizado ASTM C – 136
- Límite líquido ASTM D – 4318
- Límite Plástico ASTM D – 4318
- Clasificación SUCS Y AASHTO
- Ensayo Densidad Humedad ASTM D – 1557
- Equivalente Arena ASTM D – 2419
- Abrasión (máquina los ángeles) ASTM C – 131
- Durabilidad (Intemperismo) ASTM C – 1883
- C. B. R. ASTM D – 1883
- Compactación (Próctor) ASTM D – 1556
- Porcentaje de caras fracturadas ASTM D – 5821
- Partículas chatas y alargadas ASTM D – 4791
- Sales solubles totales ASTM C – 1888
- Peso Unitario ASTM C – 29
- Gravedad específica y absorción ASTM C – 188
- Adherencia de agregado fino (Riedel Weber)
- Adherencia de agregado grueso ASTM D – 1664
- Módulo de fineza agregado fino ASTM D – 2419
- Impurezas Orgánicas de agregado fino ASTM C – 131

CANTERAS ESTUDIADAS

Se describe a continuación el resultado de exploración y medición en campo, así como de los parámetros más relevantes en cada una de las canteras evaluadas:

1.1.1. CANTERA KM 20 UCHUMAYO - LA PODEROSA

Nombre : LA PODEROSA
Ubicación : 8181046.30N, 217570.99E, 2027 m. s. n. m.
Descripción : Es un material de color gris azulino composición heterogénea tiene forma angular
Tipo de material : Depósito aluvial
Acceso : En carro por carretera asfaltada
Potencia : 18000 m3 Piedra > 2" y 3": 5%
Usos : Base, sub base, Asfalto y concreto.




F. Christian Gonzalez Cosco
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		

Periodo de Uso : Todo el año
 Explotación : Zaranda y equipo convencional y chancadora
 Propiedad : Privado



1.1.2. CANTERA – ELENA DE TROYA

Nombre : ELENA DE TROYA
 Ubicación : 8171393.34 N, 201903.31 E, 1669 m. s. n. m.
 Acceso : Por Panamericana Sur, un desvío de trocha carrozable desde la pista que va a la Joya.
 Descripción : Es un material de color gris claro a azulino de naturaleza intrusiva, en una matriz de areno limoso angular a sub angular
 Tipo de Material : Es un depósito de origen aluvial reciente
 Potencia : 58,000 m3 Piedra >2", 5% a 3%
 Usos : Base, sub base, Asfalto, concreto. Y relleno previo chancado
 Periodo de uso : Todo el año
 Explotación : Zaranda y equipo convencional, chancadora
 Propietario : Estado



[Handwritten Signature]
 F. Christian González Casar
 INGENIERO CIVIL
 R.P. 181150

Partida Registral N°11017842
 Calle Corbacho 116 – Departamento 01
 RPM: #941948070

RUC N°20498405275
 Teléfono 054 – 630140
 Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		



1.1.3. CANTERA – SOCABAYA

Nombre	: SOCABAYA
Ubicación	: 8178187.39N, 229564.91E 2278 m. s. n. m.
Acceso	: Por una trocha carrozable una distancia aproximada de 2km de la Av. Socabaya.
Descripción	: Es un material de color gris claro a rojizo de naturaleza intrusiva, en una matriz de arena limoso angular a sub angular
Tipo de Material	: Es un depósito de origen aluvial reciente
Potencia	: 45,000 m3 Piedra >1" : 5% a 3%
Usos	: Base, sub base, Asfalto, concreto. Y relleno previo chancado
Periodo de uso	: Todo el año
Explotación	: Zaranda y equipo convencional, chancadora
Propietario	: Estado



[Handwritten Signature]
F. Christian Covales Conas
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		



RESUMEN DE UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRAS

CANTERA	LATITUD N	LONGITUD E	ALTITUD	TIPO SUELO
La poderosa	8181046.30	217570.99	2027	SP-SM/ROCA
Elena de Troya	8171393.34	201903.31	1669	SP/SP
Socabaya	8178187.39	229564.91	2278	SP-SM/SP

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

A continuación, se anexa el Análisis Granulométrico por Tamizado de las muestras obtenidas en las muestras.

PAVIMENTOS

En función de las características de los suelos de fundación encontrados en la zona de desarrollo del proyecto, se prevén las siguientes consideraciones constructivas para la ejecución y construcción de las capas estructurales del pavimento:



CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

Para efectos de construcción se deberá considerar los siguientes puntos, en concordancia con la metodología de diseño para pavimentos propuesta (AASHTO).

[Handwritten Signature]
Christian Guzmán Casas
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 121152

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		

- El suelo de fundación es un suelo de buena calidad
- La cantera LA PODEROSA, sometidas al ensayo de abrasión en la máquina de los ángeles, resultado con un 38.62% de desgaste. La cantera Elena de Troya 51.46%, la cantera Socabaya 67.81%.
- Desde el punto de vista de Geología el tramo tiene 4 tipos de suelos las que se denominan; suelos rocosos, Volcánico Sencca (puzolana y sillar), flujos de barro y rellenos eólicos y aluviales recientes, estos suelos se encuentran intercalados en el campo indistintamente.
- El valor de C. B. R. del material Granular de Base y Sub Base deberá ser como mínimo de 80% al 100% de la máxima Densidad seca (MDS).
- El valor de CBR del suelo de fundación es la siguiente; SM = 72% y 37%, SM (Puzolana) =33% y 23%, SP = 88% y 47%, SP – SM = 40% y 30% al 100% y 95% respectivamente, sin embargo para propósitos de diseño, para cortes deberá emplearse un valor de CBR de 23% y para terraplenes del 7%, ya que el proceso de desconfinamiento de materiales involucra una significativa reducción en su aporte estructural.
- El grado de compactación a alcanzar en las capas del Pavimento será como mínimo en sub rasante de 95% de la máxima densidad seca (MDS).
- El grado de compactación para Base y Sub Base Granular debe ser 100% del Proctor Modificado.
- De acuerdo a la temperatura promedio anual de la zona se recomienda el empleo de asfalto tipo PEN 80/100.
- Los requerimientos de calidad para efectos de control de campo. Tanto para los materiales a emplearse en la conformación de la Base granular, Sub base granular, Concreto de cemento Portland y/o Carpeta asfáltica deberán regirse a las Especificaciones Técnicas del MTC para todo el proyecto.
- Los materiales a emplearse en las diferentes partidas deberán cumplir con las especificaciones emitidas en el presente documento.
- El agua es necesario coordinar con las entidades correspondientes para el uso del proyecto ya que los puntos propuestos son de uso agrícola.




F. Christian González Cueva
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA.
CANTERA:	LA PODEROSA
SOLICITA:	ISAI ISAAC VEGA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MÉTODO AASHTO T-89 Y ASTM D-422

TAMIZ	ABERT. (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600					CALICATA : 1 MUESTRA : M-1 CAPA : N°1 PROFUNDIDAD : 0.00-0.20m TAMAÑO MAX. : 2" PESO TOTAL (gr) : 3172 LÍMITE LÍQUIDO : 32.35 ÍNDICE PLAST. : NP CLASIFICACIÓN : A-1-b(0) SP-5M
3"	76.200				100.0	
2 1/2"	63.500				100.0	
2"	50.800		0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	177	5.6	5.6	94.4	
1"	25.400	311	9.8	15.4	84.6	
3/4"	19.050	84	2.6	18.0	82.0	
1/2"	12.700	149	4.7	22.7	77.3	
3/8"	9.525	114	3.6	26.3	73.7	
1/4"	6.350	193	6.1	32.4	67.6	
#4	4.760	95	3.0	35.4	64.6	
#6	3.360	131	4.1	39.5	60.5	
#8	2.380	140	4.4	43.9	56.1	
#10	2.000	77	2.4	46.4	53.6	
#16	1.190	281	8.9	55.2	44.8	
#20	1.190	195	6.1	61.4	38.6	
#30	0.590	210	6.8	68.2	31.8	
#40	0.420	154	4.9	73.0	27.0	
#50	0.297	164	5.2	78.2	21.8	
#80	0.177	231	7.3	85.5	14.5	
#100	0.149	38	1.2	86.7	13.3	
#200	0.074	122	3.8	90.5	9.5	
<#200		300	9.5	100.0	0.0	

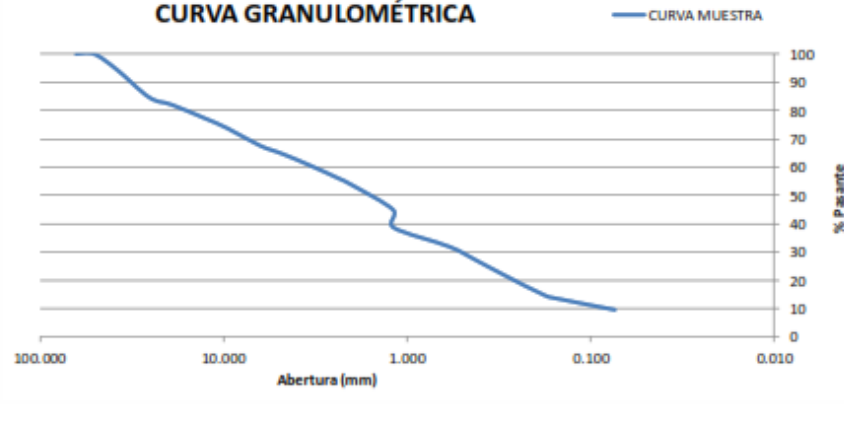
Observaciones:



T. Christian González Caceres
INGENIERO CIVIL
R.P. 181150

Total final: 3172 100
Suma de Partículas Finas: 2049

CURVA GRANULOMÉTRICA



Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA.
CANTERA:	ELENA DE TROYA
SOLICITA:	ISAI ISAAC VEGA VEGA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MÉTODO AASHTO T-89 Y ASTM D-422

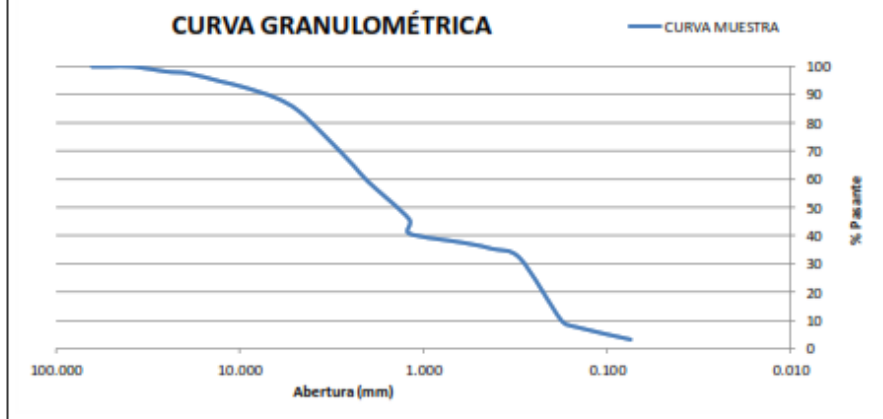
TAMIZ	ABERT. (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600					CALICATA : 2 MUESTRA : M-2 CAPA : N°1 PROFUNDIDAD : 0.00-0.30m TAMAÑO MAX. : 1 1/2" PESO TOTAL (gr) : 2045 LÍMITE LÍQUIDO : 23.01 ÍNDICE PLAST. : NP CLASIFICACIÓN : A-1-b(0) SP
3"	76.200				100.0	
2 1/2"	63.500				100.0	
2"	50.800		0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	36	1.8	1.8	98.2	
3/4"	19.050	14	0.7	2.4	97.6	
1/2"	12.700	58	2.8	5.3	94.7	
3/8"	9.525	41	2.0	7.3	92.7	
1/4"	6.350	78	3.8	11.1	88.9	
#4	4.750	95	4.6	15.7	84.3	
#6	3.360	192	9.4	25.1	74.9	
#8	2.380	206	10.1	35.2	64.8	
#10	2.000	112	5.5	40.7	59.3	
#16	1.190	274	13.4	54.1	45.9	
#20	1.190	104	5.1	59.2	40.8	
#30	0.590	69	3.4	62.5	37.5	
#40	0.420	42	2.1	64.6	35.4	
#50	0.297	67	3.3	67.9	32.1	
#80	0.177	449	22.0	89.8	10.2	
#100	0.149	48	2.3	92.2	7.8	
#200	0.074	93	4.5	96.7	3.3	
<#200		67	3.3	100.0	0.0	

Observaciones:



F. Christian González Cueva
INGENIERO CIVIL
M.P. 121150

Total final: 2045 100
Suma de Partículas Finas: 1723



Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

Documento N°1 INF-1 Revisión: 1	Proyecto: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa."	Fecha: junio del 2022
INFORME DE CANTERAS PARA PAVIMENTOS		



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA.
CANTERA:	SOCABAYA
SOLICITA:	ISAI ISAAC VEGA VEGA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MÉTODO AASHTO T-89 Y ASTM D-422

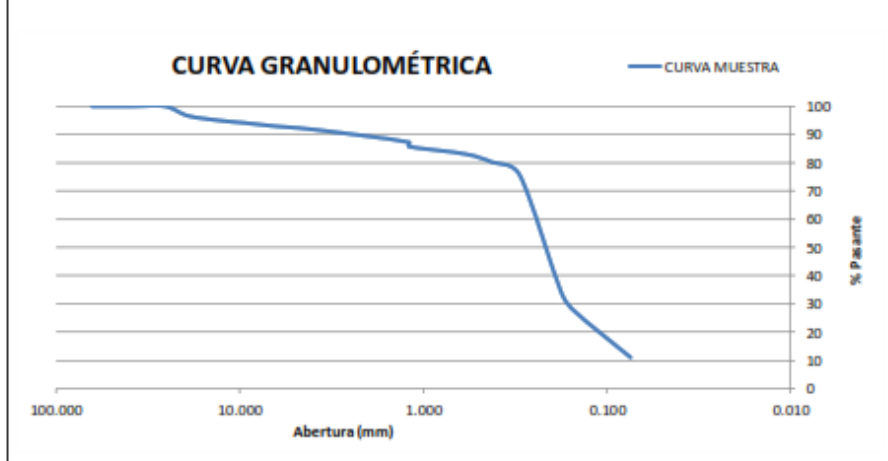
TAMIZ	ABERT. (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600					CALICATA : 3 MUESTRA : M-3 CAPA : N°1 PROFUNDIDAD : 0.00-0.50m TAMAÑO MAX. : 1" PESO TOTAL (gr) : 650 LÍMITE LÍQUIDO : 22.31 ÍNDICE PLAST. : NP CLASIFICACIÓN : A-2-4(0) SP-SM/SP
3"	76.200				100.0	
2 1/2"	63.500				100.0	
2"	50.800		0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050	22	3.4	3.4	96.6	
1/2"	12.700	11	1.7	5.1	94.9	
3/8"	9.525	5	0.8	5.8	94.2	
1/4"	6.350	8	1.2	7.1	92.9	
#4	4.750	4	0.6	7.7	92.3	
#6	3.360	7	1.1	8.8	91.2	
#8	2.380	8	1.2	10.0	90.0	
#10	2.000	4	0.6	10.6	89.4	
#16	1.190	14	2.2	12.8	87.2	
#20	1.190	10	1.5	14.3	85.7	
#30	0.590	17	2.6	16.9	83.1	
#40	0.420	19	2.9	19.8	80.2	
#50	0.297	30	4.6	24.5	75.5	
#80	0.177	209	41.4	65.8	34.2	
#100	0.149	45	6.9	72.8	27.2	
#200	0.074	106	16.3	89.1	10.9	
<#200		71	10.9	100.0	0.0	

Observaciones:



T. Christian González Cordero
INGENIERO CIVIL
R.P. 181156

Total final: 650 100
Suma de Partículas Finas: 600



Partida Registral N°11017842
Calle Corbacho 116 – Departamento 01
RPM: #941948070

RUC N°20498405275
Teléfono 054 – 630140
Celular 95-9796480 (Claro)

DISEÑO DE MEZCLAS

PROYECTO: Tesis "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA".

SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA

1.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

El concreto será para la construcción de los pavimentos del proyecto en mención.

*** grava de 1/2" combinado CON 3/4" Y con arena (cantera La Poderosa)

2.- ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO

Resistencia a la compresión : **280 kg/cm²**
Relación agua/cemento : 0.47
Revestimiento : 2"
Tamaño máximo de grava : 3/4"
Cemento : PORTLAND Tipo IP Yura
Exposición : Moderada

3.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y VOLUMÉTRICAS DEL AGREGADO

Descripción	A. Fino	A. Grueso
P. Unitario suelto seco	1671 Kg/m ³	1507 Kg/m ³
P. Unitario Compactado seco	1667 Kg/m ³	1612 Kg/m ³
P. Específico Masa seca	2.60 g/cm ³	2.74 g/cm ³
Contenido de Humedad	4.33 %	0.20 %
% de Absorción	3.4 %	0.5 %
Modulo de fineza	2.50	
Tamaño Máximo nominal		3/4" "



4.- CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

Cemento : Yura
Tipo : IP
Peso específico : 2.85 gr/cm³

Según especificaciones técnicas

T. Christian Gonzales Cosco
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

5.- METODOLOGÍA

Para el presente diseño se utilizará el método de ACI (211.1-84) y para la dosificación de agregados el método de Fuller el cual indica 50% de agregado fino y 50% de agregado grueso

I) DOSIFICACION EN PESO POR M3

Cemento	:	436 kg/m ³ .
Arena	:	908 kg.
Grava	:	940 kg.
Agua	:	200.00 lts.
Aire Atrapado	:	2.00 %.

II) DOSIFICACION EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 kg.
Arena	:	88.44 kg.
Grava	:	91.42 kg.
Agua	:	19.98 lts.

III) PROPORCION EN PESO POR BOLSA

C		A		G
1	:	2.1	:	2.2

IV) PROPORCION EN VOLUMEN SUELTO SECO POR PIE CUBICO

Cemento		Arena		Grava
1	:	1.8	:	2.1




T. Christian Gonzales Cosco
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 181150

RECOMENDACIONES

- 1.- El contenido de humedad por ser una propiedad de fase de los agregados debe ser verificado periódicamente.
- 2.- El agua de mezclado debe estar dentro de las especificaciones para concreto.
- 3.- Verificar revenimiento en forma periódica.
- 4.- verificar las condiciones climáticas según la zona el clima clasifica como extrema
- 5.- Curar el concreto adecuadamente o cubrirlo de inmediato.
- 6.- suspender el vertido de concreto cuando se prevean bajas temperaturas, siendo lo deseable que la temperatura de la superficie expuesta del concreto no baje de 5°C
- 7.- Uso de aditivos y aceleradores de fraguado y/o incorporadores de aire.
- 8.- Calentar el agua del mezclado a unos 40°C
- 9.- Prolongar el curado durante el mayor tiempo posible




Tinson Christian González Ccosco
INGENIERO CIVIL
CIP. 181150

INFORME		Código	GOCOO-31						
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI		Versión	01						
		Fecha	Julio-22						
		Página	1 de 1						
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA		REGISTRO N°: IGC19-LEM-163-26						
SOLICITANTE	: ISAI ISAAC VEGA VEGA		REALIZADO POR :						
CÓDIGO DE PROYECTO	:		REVISADO POR :						
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Av. Tallagras, distrito de Sersul Pastor, Provincia de Camana y Departamento de Arequipa		FECHA DE ENSAYO : 12/04/2022						
FECHA DE EMISIÓN	: 16/07/22		TURNO : Diurno						
Tipo de muestra	: Carretera La Poderosa								
Presentación	: Diseño de mezclas para investigación de tesis.								
F'c= 280 Kg/cm2 AG COMBINADO 3/4 Y 1/2									
AGREGADO GRUESO					AGREGADO FINO				
Malla	mm	Masa Retenido (g)	% Retenido	% Retenido acumulado	Malla	mm	Masa Retenido (g)	% Retenido	% Retenido acumulado
3"	75.000	-	-	100.00	3/8"	9.500	18.00	2.77	2.77
2 1/2"	63.000	-	-	100.00	N° 4	4.750	102.0	15.70	15.47
2"	50.000	-	-	100.00	N° 5	2.360	57.1	8.80	27.27
1 1/2"	37.500	-	-	100.00	N° 10	1.180	90.0	13.66	41.12
1"	25.000	-	-	100.00	N° 20	0.600	95.8	14.75	55.85
3/4"	19.000	691.0	5.92	94.08	N° 50	0.300	99.4	15.30	71.15
1/2"	12.500	4398.0	37.46	43.39	N° 100	0.150	98.5	15.16	86.33
3/8"	9.500	1751.0	15.23	58.62	N° 200	0.075	48.3	7.44	93.77
N° 4	4.750	2753.0	23.95	82.57	FONDO	-	40.5	6.23	100.00
N° 8	2.360	2053.3	17.43	100.00	Masa total (g)		648.58		
Masa total (g)	11494.3								
Descripción			A. Fino	A. Grueso	Rm = Resistencia prom.				
P. Unitario suelto seco			1671 Kg/m3	1507 Kg/m3	F'c	F'cr			
P. Unitario Compactado seco			1667 Kg/m3	1612 Kg/m3	+ 210	F'c + 70			
P. Especifico Masa seca			2.80 g/cm3	2.74 g/cm3	210 a 350	F'c + 84			
Contenido de Humedad			4.33 %	0.20 %	+ 350	F'c + 98			
% de Absorción			3.4 %	0.5 %					
Modulo de flexión			2.50						
Tamaño Máximo nominal				3/4"					
Contenido Total de aire :			2 %	(Tabla 3. a de contenido de aire atrapado)					
Volumen unitario de agua de mezclado:			205 Lt/m3	(Tabla 2. de Volumen unitario de agua ACI)					
Peso Especifico del cemento :			2.85 g/cm3	(Propiedad física del cemento)					
Rm =			364 Kg/cm2	(Resistencia promedio requerida)					
Relación agua cemento			0.47	(Tabla 4.a y 4.b por resistencia y durabilidad)					
Factor Cemento			436 Kg/m3	= 10.26 bolsas/m3					
Cantidad de Agregado Grueso			0.65 m3	(Tabla N° 6 Volumen de agregado grueso)					
DESC.	Vol. Abs. Materiales	Peso seco del agregado	Correccion por Humedad	Prop. Peso	Vol en P3	Prop. En Volm.			
Cemento	0.153 m3	436 kg/m3	436 kg/m3	1.0	10.3	1.8			
A. Fino	0.335 m3	870 kg/m3	908 kg/m3	2.1	16.4	1.8			
A. Grueso	0.342 m3	936 kg/m3	940 kg/m3	2.2	22.0	2.1			
Agua	0.205 m3	205 lt/m3	200 lt/m3	199.9	199.9	19.5 lt/bolsa			
Aire	0.02 m3								



[Handwritten Signature]
T. Christian Gonzales Casco
INGENIERO CIVIL
CIP 181150

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 400.012-2013, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

F. Emisión: 04 de Agosto de 2022

Página: 1 de 7

SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA
DIRECCIÓN: APIS LAS ESMERALDAS J-7, JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA"
UBICACIÓN: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR, PROVINCIA DE CAMANA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 02 de Agosto de 2022
ANALIZADO: martes, 03 de Agosto de 2022

CÓDIGO INTERNO: -
CANTERA: La Poderosa
MUESTRA: Agregado fino
PROGRESIVA: -
TIPO DE MUESTRA: Agregado Fino
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET-TAMA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00					
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	25.00					
3/4"	19.00	116	0	0.0	0.00	100.0
1/2"	12.70	121	5	0.2	0.17	99.8
3/8"	9.50	129	13	0.4	0.60	99.4
Nº 4	4.760	218	102	3.4	4.00	96.0
Nº 8	2.380	172.8	57.13	11.0	14.98	85.0
Nº 10	2.000	134.8	19.08	3.7	18.65	81.4
Nº 16	1.190	186.6	70.92	13.6	32.27	67.7
Nº 30	0.590	211.5	95.82	18.4	50.69	49.3
Nº 40	0.425	169.1	53.41	10.3	60.95	39.0
Nº 50	0.297	161.7	45.97	8.8	69.79	30.2
Nº 80	0.180	168.9	53.23	10.2	80.01	20.0
Nº 100	0.149	130.9	15.22	2.9	82.94	17.1
Nº 200	0.075	164.0	48.3	9.3	92.22	7.8
FOCDO		156.2	40.48	7.8	100.00	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	4.0
% ARENA	% AG	14.6
	% AM	42.3
	% AF	31.3
% FINOS		7.8

Tamaño Máximo de la grava Nº8

Forma del suelo grueso Subangular

Porcentaje retenido en la 3" 0

Coeficiente de curvatura 1.00

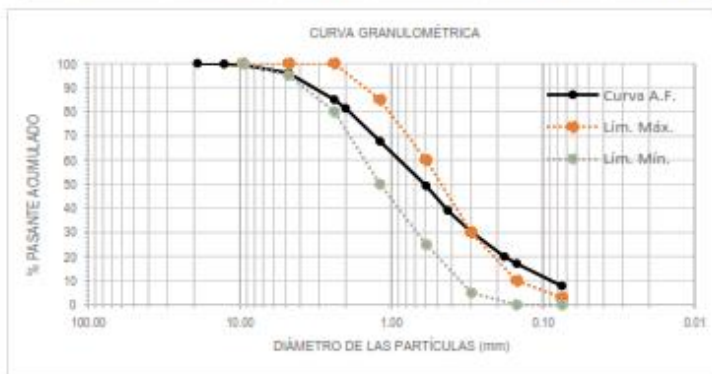
Coeficiente de uniformidad 10.12

*CLASIFICACION

MF 2.5

TM -

(1) Huso* Ag. Fino



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab

(1) Norma de referencia ASTM C-33.

Manuel Enrique Chávez Cordova
 ING. CIVIL
 CIP Nº 280577

Cristian González Córdova
 ING. CIVIL
 CIP 181150

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 400.012:2013, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

F. Emisión: 04 de Agosto de 2022
 Página: 2 de 7

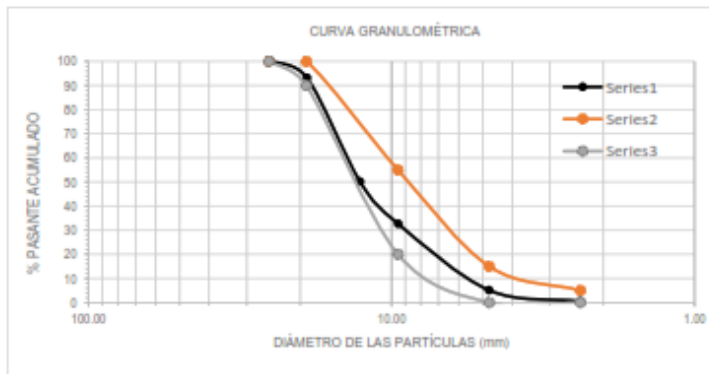
SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA
DIRECCIÓN: APIS LAS ESMERALDAS J-7, JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA"
UBICACIÓN: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR, PROVINCIA DE CAMANA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 02 de Agosto de 2022
ANALIZADO: martes, 03 de Agosto de 2022

CÓDIGO INTERNO: -
CANTERA: La Poderosa
MUESTRA: Agregado grueso
PROGRESIVA: -
TIPO DE MUESTRA: Agregado grueso
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{NET-TAMA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00					
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	25.00	271	0	0.0	0.0	100
3/4"	19.00	952	681	6.8	6.8	93
1/2"	12.70	4577	4306	43.1	49.9	50
3/8"	9.50	2022	1751	17.5	67.4	33
Nº 4	4.760	3024	2753	27.5	94.9	5
Nº 8	2.380	571	455.1	4.6	99.5	1
Nº 10	2.000	121.81	5.91	0.1	99.6	0
Nº 16	1.190	123.59	7.69	0.1	99.6	0
Nº 30	0.590	117.62	1.72	0.0	99.7	0
Nº 40	0.425	116.35	0.45	0.0	99.7	0
Nº 50	0.297	116.34	0.44	0.0	99.7	0
Nº 100	0.149	117.39	1.49	0.0	99.7	0
Nº 200	0.075	120.52	4.62	0.0	99.7	0
FONDO		143.43	27.53	0.3	100.0	0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	6.8
	% GF	88.1
% ARENA	% AG	4.6
	% AM	0.1
	% AF	0.1
% FINOS		0.3
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		3/4"
Forma del suelo grueso		Subangular
Porcentaje retenido en la 3"		0
Coeficiente de curvatura		1.00
Coeficiente de uniformidad		1.00

*CLASIFICACION	
TMN	3/4"
(1) Huso*	67
MF	6.7



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab
 (1) Norma de referencia ASTM C-33.

[Firma]
 F. Cristian González Cordero
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 181150

[Firma]
 Manuel Enrique Chávez Cordova
 ING. CIVIL
 CIP N° 280577

ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma MTC E 203 - 2000

F. Emisión: 04 de Agosto de 2022
Página: 3 de 7

SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA
DIRECCIÓN: APIS LAS ESMERALDAS J-7, JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA"
UBICACIÓN: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR, PROVINCIA DE CAMANA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 02 de Agosto de 2022
ANALIZADO: martes, 03 de Agosto de 2022

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** -
CANtera: La Poderosa **TIPO DE MUESTRA:** Agregado Fino
MUESTRA: Agregado Fino **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	9586	9634	9610
PESO DEL MOLDE	g.	6091	6091	6091
PESO DE LA MUESTRA	g.	3495	3543	3519
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2126.0	2126.0	2126.0
DENSIDAD	g./cm ³	1.644	1.667	1.655

PESO UNITARIO COMPACTADO: 1.667 g./cm³

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	9688	9644	9666
PESO DEL MOLDE	g.	6091	6091	6091
PESO DE LA MUESTRA	g.	3597	3553	3575
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2126.0	2126.0	2126.0
DENSIDAD	g./cm ³	1.692	1.671	1.682

PESO UNITARIO SUELTO: 1.671 g./cm³

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab


 Manuel Enrique Chávez Cordova
 ING. CIVIL
 CIP N° 280577


 Cristian González Casar
 INGENIERO CIVIL
 CIP 121150

ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma MTC E 203 - 2000

F. Emisión: 04 de Agosto de 2022
Página: 4 de 7

SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA
DIRECCIÓN: APIS LAS ESMERALDAS J-7, JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA"
UBICACIÓN: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR, PROVINCIA DE CAMANA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 02 de Agosto de 2022
ANALIZADO: martes, 03 de Agosto de 2022

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** -
CANtera: La Poderosa **TIPO DE MUESTRA:** Agregado
MUESTRA: Agregado Grueso **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	23300	23265	23283
PESO DEL MOLDE	g.	8137	8137	8137
PESO DE LA MUESTRA	g.	15163	15128	15146
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	9406.8	9406.8	9406.8
DENSIDAD	g./cm ³	1.612	1.608	1.610

PESO UNITARIO COMPACTADO: 1.612 g./cm³

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	22309	22428	22369
PESO DEL MOLDE	g.	8137	8137	8137
PESO DE LA MUESTRA	g.	14172	14291	14232
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	9406.8	9406.8	9406.8
DENSIDAD	g./cm ³	1.507	1.519	1.513

PESO UNITARIO SUELTO: 1.507 g./cm³

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab


 Manuel Enrique Chávez Cordova
 ING. CIVIL
 CIP N° 280577


 F. Christian González Cruz
 INGENIERO CIVIL
 CIP 161150

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Norma MTC E 105 - 2000

F. Emisión: 04 de Agosto de 2022
Página: 5 de 7

SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA
DIRECCIÓN: APIS LAS ESMERALDAS J-7, JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA"
UBICACIÓN: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR, PROVINCIA DE CAMANA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 02 de Agosto de 2022
ANALIZADO: martes, 03 de Agosto de 2022

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** -
CANTERA: La Poderosa **TIPO DE MUESTRA:** Agregado
MUESTRA: Agregados **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

HUMEDAD DE GRAVA

ITEM	DESCRIPCIÓN		M-A	M-B
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara	g.	558.07	-
2	Peso de Muestra Seca + Tara	g.	556.94	-
3	Peso de Tara	g.	32.79	-
4	Contenido de Humedad	%	0.20	-

HUMEDAD DE ARENA

ITEM	DESCRIPCIÓN		M-1
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara	g.	199.6
2	Peso de Muestra Seca + Tara	g.	191.3
3	Peso de Tara	g.	26.9
4	Contenido de Humedad	%	4.33

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab



Christian Gonzales Casco
ING. INGENIERO CIVIL
CIP 181150



Manuel Enrique Chávez Cordova
ING. CIVIL
CIP N° 280577

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

Norma MTC E 205 - 2000

F. Emisión: 04 de Agosto de 2022
 Página: 6 de 7

SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA
DIRECCIÓN: APIS LAS ESMERALDAS J-7, JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA"
UBICACIÓN: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR, PROVINCIA DE CAMANA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 02 de Agosto de 2022
ANALIZADO: martes, 03 de Agosto de 2022

CÓDIGO INTERNO:	-	PROFUNDIDAD (m):	-
CANTERA:	La Poderosa	TIPO DE MUESTRA:	Agregado Fino
MUESTRA:	Agregado Fino	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

PESO ESPECÍFICO

ITEM	DESCRIPCIÓN		DATOS
1	Peso de Muestra Saturada Superficialmente Seca	g.	500.0
2	Peso de Muestra + Picnómetro + Agua	g.	1603.8
3	Peso de Picnómetro + Agua	g.	1306.7
4	Peso de Muestra Seca	g.	483.5
5	Temperatura Promedio	°C	16.8
6	K, corrección por temperatura		1.0006

RESULTADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN		VALORES
7	Peso Especifico Aparente y *SSS	adimensional	2.38
8	Peso Especifico Nominal	adimensional	2.60
9	Absorción	%	3.42

*SSS = Saturado Superficialmente Seco


 Christian González Cosma
 INGENIERO CIVIL
 RP: 101150

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab


 Manuel Enrique Chávez Cordova
 ING. CIVIL
 CIP N° 280577

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.021:2013, Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

F. Emisión: 04 de Agosto de 2022
Página: 7 de 7

SOLICITANTE: ISAI ISAAC VEGA VEGA
DIRECCIÓN: APIS LAS ESMERALDAS J-7, JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA"
UBICACIÓN: AV. TELÉGRAFOS, DISTRITO DE SAMUEL PASTOR, PROVINCIA DE CAMANA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 02 de Agosto de 2022
ANALIZADO: martes, 03 de Agosto de 2022

CÓDIGO INTERNO: - **PROGRESIVA:** -
CANTERA: La Poderosa **TIPO DE MUESTRA:** Agregado Grueso
MUESTRA: Ag. Grueso **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA


DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ENSAYO 1
Peso de la muestra *SSS		2725.0
Peso de la muestra + canastilla sumergida	g.	1737.0
Peso de la canastilla sumergida	g.	0.0
Peso de la muestra seca	g	2711.0
Peso de la muestra aparente	g.	1737.0
Gravedad específica	-	2.74
Gravedad específica *SSS	-	2.76
Gravedad específica aparente	-	2.78
Absorción	%	0.5

SSS Saturado superficialmente seco

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab


Manuel Enrique Chávez Cordova
ING. CIVIL
CIP N° 280577


Christian González Cosío
INGENIERO CIVIL
CIP 181150

	INFORME	Código	GOCCO -31
	ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO NTP 339.034:2015. CONCRETO	Versión	01
		Fecha	16-08-22
		Página	1 de 1

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA" **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-163-26
SOLICITANTE : ISAI ISAAC VEGA VEGA **REALIZADO POR :**
CÓDIGO DE PROYECTO : **REVISADO POR :**
UBICACIÓN : Av. Telégrafos, distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y Departamento de Arequipa **FECHA DE ENSAYO :** 15/08/2022
FECHA DE EMISIÓN : 16/08/22 **TURNO :** Diurno

INFORME DE ENSAYO : TL - EMC - 070- 2022
Presentación :

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

Fc (kg/cm²): 280 **Sector:** 0%, 2%, 4% y 6%
Fecha de Modelo: 8/08/2022
Fecha de Rotura: 15/08/2022

CODIGO DE TESTIGO	EDAD DE ENSAYO (DIAS)	DIAMETRO PROMEDIO (MM)	AREA DE RECCION (MM ²)	CARGA MAXIMA (kN)	ESFUERZO A LA COMPRESION (Mpa)	ESFUERZO A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
0%	7	148.50	17,319.80	919.80	18.83	192	3
0%	7	150.50	17,777.60	990.40	17.93	183	3
0%	7	1507.00	17,824.90	977.24	18.24	186	3
2%	7	148.54	17,329.32	970.83	17.83	182	3
2%	7	150.70	17,836.61	1,051.69	16.96	173	3
2%	7	151.07	17,924.13	1,081.72	16.57	169	3
4%	7	148.58	17,341.32	1,034.07	16.77	171	3
4%	7	148.14	17,236.61	1,071.93	16.08	164	3
4%	7	149.82	17,628.13	1,015.45	17.36	177	3
6%	7	147.91	17,182.32	1,042.62	16.48	168	3
6%	7	149.84	17,634.61	1,096.68	16.08	164	3
6%	7	155.23	18,924.13	1,184.24	15.98	163	3

Defectos en el testigo: No presenta
Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio.




Notas:

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TecnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.034:2015.
- 3.- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216:2016.
- 4.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034:2015




 F. Cecilia Gavilán Casas
 INGENIERO CIVIL
 CEP 121150

	INFORME	Código	GOCCO -39
	ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO NTP 339.034-2015. CONCRETO	Versión	01
		Fecha	24-08-22
		Página	1 de 1

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA. REGISTRO N°: IGC19-LEM-163-26
 SOLICITANTE : ISA ISAAC VEGA VEGA. REALIZADO POR :
 CÓDIGO DE PROYECTO : . REVISADO POR :
 UBICACIÓN : Av. Telégrafos, distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y Departamento de Arequipa. FECHA DE ENSAYO : 23/08/2022
 FECHA DE EMISIÓN : 24/08/22. TURNO : Diurno
 INFORME DE ENSAYO : TL - EMC - 076 - 2022
 Presentación :

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

Fc (kg/cm²): 280 Sector: 0%, 2%, 4% y 6%
 Fecha de Modelo: 9/08/2022
 Fecha de Rotura: 23/08/2022

CODIGO DE TESTIGO	EDAD DE ENSAYO (DIAS)	DIAMETRO PROMEDIO (MM)	AREA DE RECCION (MM ²)	CARGA MAXIMA (kN)	ESFUERZO A LA COMPRESION (Mpa)	ESFUERZO A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
0%	14	144.15	16319.8	742.82	21.97	224	3
0%	14	146.01	16743.6	729.57	22.95	234	3
0%	14	147.66	17124.9	769.31	22.26	227	3
2%	14	152.31	18219.8	856.19	21.28	217	3
2%	14	151.99	18143.6	868.53	20.89	213	3
2%	14	151.23	17961.9	848.06	21.18	216	3
4%	14	152.20	18192.8	813.63	22.36	228	3
4%	14	152.84	18346.6	827.92	22.16	226	3
4%	14	151.97	18137.9	844.41	21.48	219	3
6%	14	151.15	17927.8	875.01	20.5	209	3
6%	14	150.74	17846.6	891.88	20.01	204	3
6%	14	152.00	18146.9	864.35	20.99	214	3

Defectos en el testigo: No presenta
 Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio.




Notas:

- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca Técnica/CP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.054-2015.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216-2016.
- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034-2015




 Ing. Erickson Sotillo Torres
 INGENIERO CIVIL
 D.P. 12115

	INFORME	Código	GOCCO -41
	ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO NTP 339.034.2015. CONCRETO	Versión	01
		Fecha	09-09-22
		Página	1 de 1

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN AREQUIPA. **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-163-26
SOLICITANTE : ISA ISAAC VEGA VEGA **REALIZADO POR :**
CODIGO DE PROYECTO : **REVISADO POR :**
UBICACIÓN : Av. Telégrafos, distrito de Samuel Pastor, Provincia de Camana y Departamento de Arequipa **FECHA DE ENSAYO :** 8/09/2022
FECHA DE EMISIÓN : 09/09/22 **TURNO :** Diurno
INFORME DE ENSAYO : TL - EMC - 076 - 2022
Presentación :

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

Fc (kg/cm²): 280 **Sector:** 0%, 2%, 4% y 6%
Fecha de Modelo: 10/08/2022
Fecha de Rotura: 8/09/2022

CODIGO DE TESTIGO	EDAD DE ENSAYO (DIAS)	DIAMETRO PROMEDIO (MM)	AREA DE RECCION (MM ²)	CARGA MAXIMA (kN)	ESFUERZO A LA COMPRESION (Mpa)	ESFUERZO A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
0%	28	151.90	18122.8	628.81	28.83	294	3
0%	28	151.98	18141.2	497.02	36.5	311	3
0%	28	152.27	18211.4	623.25	29.22	298	3
2%	28	152.41	18244.2	857.45	27.75	283	3
2%	28	152.95	18372.4	678.70	27.07	276	3
2%	28	152.20	18194.1	655.64	27.75	283	3
4%	28	151.93	18129.1	602.10	30.11	307	3
4%	28	152.01	18147.2	621.05	29.22	298	3
4%	28	151.31	17982.4	584.03	30.79	314	3
6%	28	144.86	16482.1	643.83	25.6	261	3
6%	28	146.88	16943.3	632.93	26.77	273	3
6%	28	146.40	16834.2	643.02	26.18	267	3

Defectos en el testigo: No presenta
Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio.



Notas:

- El Maestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca Técnica/CP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.054:2013.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron cabezales con almohadillas de neopreno en conformidad con la norma NTP 339.216:2016.
- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.034:2015




 Cristian Acuña Cajas
 Ingeniero Civil
 R. 32113

	INFORME	Código	GOCCO -31
	ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO NTP 339.078.2012. CONCRETO	Versión	01
		Fecha	16-08-22
		Página	1 de 1

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN	REGISTRO N°:	C19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: ISAI ISAAC VEGA VEGA	REALIZADO POR :	
CÓDIGO DE PROYECTO	:	REVISADO POR :	
UBICACION	: Av. Telégrafos, distrito de Samuel Pastor, Provincia de Cuzco y Departamento de Arequipa	FECHA DE ENSAYO :	15/08/2022
FECHA DE EMISION	: 16/08/22	TURNO :	Diurno
INFORME DE ENSAYO	: TL - EMC - 070 - 2022		
Presentación	:		

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS TIPO VIGA DE CONCRETO

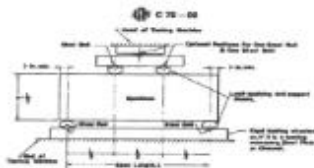
Fr (kg/cm2): 280 Sector: 0%, 2%, 4% y 6%
 Fecha de Modelo: 8/08/2022
 Fecha de Rotura: 15/08/2022 Código: 0%

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	PESO KG.	EDAD DIAS	ANCHO (CM)	LARGO (CM)	UBICACION DE FALLA	DISTANCIA "a"	FUERZA MAXIMA (kgf)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	MODULO DE ROTURA	PROMEDIO
C/PATRON	8/08/2022	15/08/2022	26.34	7	15	50.01	Dentro del Tercio Central	2.51	842.00	45	16.84	16.39
C/PATRON	8/08/2022	15/08/2022	26.42	7	14.98	50.00	Dentro del Tercio Central	2.44	813.74	45	16.34	
2%	8/08/2022	15/08/2022	26.38	7	15	50.02	Dentro del Tercio Central	2.46	835.30	45	16.71	16.35
2%	8/08/2022	15/08/2022	26.36	7	15	50.00	Dentro del Tercio Central	2.55	799.00	45	15.98	
4%	9/08/2022	16/08/2022	26.41	7	14.99	50.04	Dentro del Tercio Central	2.34	855.29	45	17.1	16.65
4%	9/08/2022	16/08/2022	26.39	7	15.01	50.01	Dentro del Tercio Central	2.48	811.62	45	16.2	
6%	9/08/2022	16/08/2022	26.61	7	15	50.00	Dentro del Tercio Central	2.53	835.00	45	16.7	16.58
6%	9/08/2022	16/08/2022	26.47	7	15	50.02	Dentro del Tercio Central	2.49	822.30	45	16.45	

Defectos en el testigo: No presenta
 Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio.

Notas:

- 1.- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recibo ha sido elaborado bajo responsabilidad.
- 2.- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TecnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.078.2012.
- 3.- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.078.2012




 Cristian Gualter Flores
 INGENIERO CIVIL
 N° 181150



	INFORME	Código	GOCCO -31
	ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO NTP 339.078.2012. CONCRETO	Versión	01
		Fecha	09-09-22
		Página	1 de 1

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO UTILIZANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, MEDIANTE EL ÓPTIMO DISEÑO DE MEZCLAS, EN	REGISTRO N°:	C19-LEM-163-26
SOLICITANTE	: ISAI ISAAC VEGA VEGA	REALIZADO POR :	
CÓDIGO DE PROYECTO	:	REVISADO POR :	
UBICACION	: Av. Telégrafos, distrito de Samuel Pastor, Provincia de Cuzco y Departamento de Arequipa	FECHA DE ENSAYO :	8/09/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 09/09/22	TURNO :	Diurno
INFORME DE ENSAYO	: TL - EMC - 070 - 2022		
Presentación	:		

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS TIPO VIGA DE CONCRETO

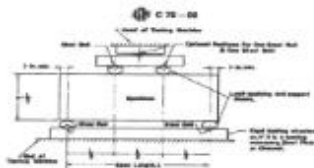
Fr (kg/cm²): 280 Sector: 0%, 2%, 4% y 6%
 Fecha de Modelo: 10/08/2022
 Fecha de Rotura: 8/09/2022 Código: 0%

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	PESO KG.	EDAD DIAS	ANCHO (CM)	LARGO (CM)	UBICACION DE FALLA	DISTANCIA "a"	FUERZA MAXIMA (kgf)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	MODULO DE ROTURA	PROMEDIO
C/PATRON	10/08/2022	8/09/2022	26.34	28	15	50.01	Dentro del Tercio Central	2.39	1,307.00	45	26.14	26.97
C/PATRON	10/08/2022	8/09/2022	26.42	28	15	50.03	Dentro del Tercio Central	2.46	1,390.00	45	27.8	
2%	10/08/2022	8/09/2022	26.38	28	14.99	50.06	Dentro del Tercio Central	2.4	1,465.37	45	26.33	28.74
2%	10/08/2022	8/09/2022	26.36	28	15.01	50.00	Dentro del Tercio Central	2.63	1,409.82	45	28.14	
4%	11/08/2022	9/09/2022	26.41	28	15.01	50.02	Dentro del Tercio Central	2.37	1,773.34	45	35.4	34.65
4%	11/08/2022	9/09/2022	26.39	28	15	50.00	Dentro del Tercio Central	2.39	1,695.00	45	33.9	
6%	11/08/2022	9/09/2022	26.61	28	15.03	50.00	Dentro del Tercio Central	2.54	1,830.94	45	36.4	37.02
6%	11/08/2022	9/09/2022	26.47	28	15	50.00	Dentro del Tercio Central	2.51	1,861.30	45	37.65	

Defectos en el testigo: No presenta
 Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el Laboratorio.

Notas:

- 1- El Muestreo, Moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recibo ha sido elaborado bajo responsabilidad del cliente.
- 2- Los ensayos se realizaron en una prensa automática marca TecnicasCP de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 0.25 Mpa/s en conformidad con la Norma NTP 339.078.2012.
- 3- Tipo de falla del testigo por comparación con el esquema de los patrones de tipos de fractura, en conformidad con la norma NTP 339.078.2012




 F. C. Torres Arellano / Gerente
 INGENIERO CIVIL
 N° 181150



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño de Pavimento Rígido y Articulado Utilizando Caucho Reciclado de Neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa.", cuyo autor es VEGA VEGA ISAÍ ISAAC, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, 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 Completa 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, 11 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 14- 10-2022 08:49:05

Código documento Trilce: TRI - 0433625