



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el
diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Lima Arche, Luis Sabino (ORCID:0000-0002-1692-9768)

Lima Arche, Yony (ORCID:0000-0002-6438-7879)

ASESOR:

Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto (ORCID:0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

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 y padre, por ser los pilares más importantes que me sostuvieron durante los momentos más complicados y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional en todo mi camino de estudiante.

Luis Sabino Lima Arche

Dedico este trabajo principalmente a Dios nuestro señor, por haberme dado la vida y salvado del covid-19, también de permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Un agradecimiento especial a mis padres y hermanas por darme tanto cariño y creer en mi en todo momento, De igual manera dedico esta investigación a mi hija Luhanita, quien desde su nacimiento con cariño y comprensión me ha acompañado durante la etapa de mi carrera estudiantil.

Yony Lima Arche

Agradecimiento

Estoy muy agradecido con Dios por protegerme y guiarme en mi camino de estudiante de ingeniería civil, por darme las fuerzas para sobrepasar cada obstáculo que se me presentó a lo largo de mi vida.

A mi madre, que con su cariño, temperamento y apoyo incondicional me enseñó a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre mirar hacia adelante.

A mi padre, por demostrarme que ser perseverante te lleva obtener grandes logros.

A mi hermana, por brindarme apoyo económico cuando no contaba con plata para seguir estudiando.

Al Ing. Luis Díaz Huiza, por su valioso tiempo que nos dedicó en el asesoramiento. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Luis Sabino Lima Arche

Agradezco primordialmente a Dios, quien en todo momento de mi vida siempre me a ayudado y por ello nunca me sentí solo.

Agradezco de igual forma a la confianza que mi madre y mi padre tuvieron conmigo y su apoyo para con mi hija, que fue una de las razones que me mantuvo siempre firme con la decisión de estudiar la maravillosa carrera de ingeniería civil.

Agradezco a mis hermanos, que con sus consejos y sus apoyos moral me han valido para afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Yony Lima Arche

Índice de contenidos	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de la investigación	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos	29
3.6. Métodos de análisis de datos.....	37
3.7. Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS	72
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Parque vehicular autorizado del transporte general nacional 2018</i>	3
Tabla 2. <i>Ensayo a compresión</i>	25
Tabla 3. <i>Ensayo a flexión</i>	25
Tabla 4. <i>Ensayo a retracción</i>	26
Tabla 5. <i>Ingenieros expertos</i>	27
Tabla 6. <i>Procesamiento de casos</i>	28
Tabla 7. <i>Confiabilidad de instrumento</i>	28
Tabla 8. <i>Dosificación patrón</i>	31
Tabla 9. <i>Dosificación de concreto de estudio (4%, 8% y 12%)</i>	31
Tabla 16. <i>Cuadro de análisis granulométricos del agregado fino</i>	39
Tabla 17. <i>Cuadro de análisis de peso unitario del agregado fino</i>	40
Tabla 18. <i>Cuadro de análisis de peso específico del agregado fino</i>	41
Tabla 19. <i>Cuadro de análisis granulométricos del agregado grueso</i>	42
Tabla 20. <i>Cuadro de análisis de peso unitario del agregado grueso</i>	43
Tabla 21. <i>Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso</i>	44
Tabla 22. <i>Cuadro de análisis granulométricos del grano de caucho</i>	45
Tabla 23. <i>Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso</i>	46
Tabla 24. <i>Diseño de concreto patrón</i>	47
Tabla 25. <i>Diseño de concreto con adición de 4% de caucho</i>	48
Tabla 26. <i>Diseño de concreto con adición de 8% de caucho</i>	49
Tabla 27. <i>Diseño de concreto con adición de 12% de caucho</i>	50
Tabla 28. <i>Resultados del ensayo a compresión para $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$</i>	52
Tabla 29. <i>Resultados del ensayo a flexión para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$</i>	58
Tabla 30. <i>Resultados del ensayo a retracción</i>	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino	39
Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso	42
Gráfico 3. Curva granulométrica del grano de caucho.....	45
Gráfico 4. Curva de trabajabilidad	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Deterioro de la Avenida Marco Punte Llanos.	2
Figura 2. Esquema de pavimento simple con juntas.	13
Figura 3. Llantas en desuso.	29
Figura 4. Trituración.	29
Figura 5. Selección de tamaño.	30
Figura 6. Ensayos de agregados.	30
Figura 7. Mezclado patrón.	32
Figura 8. Slump patrón.	33
Figura 9. Muestra cilíndrica y vigueta del patrón.	33
Figura 10. Mezclado de concreto con adición de 4% caucho.	34
Figura 11. Prueba de trabajabilidad – Concreto con adición de 4% caucho.	35
Figura 12. Moldes cilíndrico y viguetas.	35
Figura 13. Ensayo de compresión.	36
Figura 14. Ensayo de flexión.	36
Figura 15. Ensayo de retracción.	37
Figura 16. Medida del slump.	51
Figura 17. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.	52
Figura 18. Resumen estadístico del concreto patrón.	53
Figura 19. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho.	53
Figura 20. Límite y región crítica a la derecha.	54
Figura 21. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.	55
Figura 22. Límite y región crítica a la derecha.	55
Figura 23. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho.	56
Figura 24. Límite y región crítica a la derecha.	56
Figura 25. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.	58

Figura 26. Resumen estadístico del concreto patrón.....	59
Figura 27. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho.....	59
Figura 28. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.....	59
Figura 29. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho.....	60
Figura 30. Límite y región crítica a la derecha.....	60
Figura 31. Valores de cambios volumétricos adquiridas.....	62
Figura 32. Resumen estadístico del concreto patrón.....	62
Figura 33. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho.....	63
Figura 34. Límite y región crítica a la derecha.....	63
Figura 35. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.....	64
Figura 36. Límite y región crítica a la derecha.....	64
Figura 37. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho.....	65
Figura 38. Límite y región crítica a la derecha.....	66
Figura 39. Discusión de resultados de retracción.....	67
Figura 40. Discusión de resultados de slump.....	68
Figura 41. Discusión de resultados de flexión.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
AEC	Asociación Española de carretera
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
INEI	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
DMRB	Design Manual for Roads and Bridges
MEPDG	Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide
ASTM	American Society of Testing Materials
E.T.	Especificaciones Técnicas
CN	Caucho Natural
DIN	Deutsches Institut für Normung
NTP	Normas Técnicas Peruanas
ACI	American Concrete Institute
RENATI	Repositorio Nacional de Trabajo de Investigación
F´c	Fuerza de Compresión
MPa	Megapascales
ISO	International Organization for Standardization

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo determinar los efectos que producen la adición de caucho reciclado al concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ que servirán de propuesta para la construcción de pavimentos rígidos. Para el análisis se utilizó la metodología experimental, elaborando un concreto patrón y tres concretos de estudio con incorporación de grano de caucho de tamaños de 2.36 mm a 4.75 mm, estos en remplazo del agregado fino en porcentajes de 4%, 8% y 12%. Los especímenes de concreto fueron sometidos a los ensayos de slump donde se verificó que la adición de caucho influye positivamente en la trabajabilidad, posteriormente se realizaron ensayos a la compresión donde se obtuvo que la muestra con adición del 4% caucho representa la óptima dosificación, ya que a los 28 días cumple con el 115.5% del $f'c$ de diseño. De igual manera se realizaron ensayos a la flexión a los 28 días, donde se verificó que la muestra con adición del 4% de caucho cumple con el 122.86% del módulo de rotura requerido para pavimentos rígidos y finalmente se realizan los ensayos de retracción que evaluaron el cambio volumétrico de los concretos de estudio en comparación al concreto patrón, obteniendo que la adición de caucho en el concreto disminuye los efectos de contracción, siendo el 12% de adición de caucho la muestra más favorable.

Palabras claves: caucho reciclado, pavimento rígido, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the effects produced by the addition of recycled rubber to concrete $f'c = 280\text{kg} / \text{cm}^2$ that will serve as a proposal for the construction of rigid pavements. For the analysis, the experimental methodology was used, elaborating a standard concrete and three study concretes with incorporation of rubber grain of sizes from 2.36 mm to 4.75 mm, these in replacement of the fine aggregate in percentages of 4%, 8% and 12% . The concrete specimens were subjected to slump tests where it was verified that the addition of rubber positively influences workability, later compression tests were carried out where it was obtained that the sample with the addition of 4% rubber represents the optimal dosage, since that at 28 days complies with 115.5% of the design $f'c$. In the same way, flexural tests were carried out at 28 days, where it was verified that the sample with the addition of 4% of rubber complies with 122.86% of the modulus of rupture required for rigid pavements and finally the shrinkage tests that evaluated the volumetric change of the study concretes compared to the standard concrete, obtaining that the addition of rubber in the concrete reduces the effects of contraction, with 12% of rubber addition being the most favorable sample.

Keywords: recycled rubber, rigid pavement, mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial se ejecuta en relación al crecimiento anual de transporte de productos de los sectores mineros, manufacturero, agrícola y pecuario. Por lo tanto, las vías deben presentar comportamientos adecuado para soportar las cargas que los vehículos transmiten. Sin embargo, los pavimentos presentan desgastes y/o poca durabilidad en el paso del tiempo debido a la gran demanda de vehículos y exceso de cargas permitidos en su diseño (Rondón y Reyes, 2015, p. 362).

A nivel internacional, existe indicios que las carreteras se deterioran a lo largo del tiempo, en el País de España, la Asociación Española de Carretera ya se ha manifestado sobre ello, indicando que sus vías presentan deterioro y una calificación deficiente en su firme de carreteras (Romojaro, 2018).

En el Perú los Congresistas vienen recorriendo las regiones a las que representan, donde recopilan información de sus autoridades locales y pobladores. El congresista Miguel Castro Grández, en su recorrido en Chachapoyas comprobó que las carreteras presentan un estado deplorable y necesitan acciones de parte del gobierno y del ministerio de transporte para lograr el mejoramiento (Fernández, 2018).

En Lima Metropolitana, el Ing. Néstor Huamán (especialista en pavimentos del Colegio de Ingeniero del Perú) ha mencionado que los pavimentos presentan baches, huecos y deformaciones que son consecuencias de una inadecuada gestión municipal que promueve el “parchado” como mantenimiento vial, así mismo las municipalidades no aplican el espesor de capa requerido (Fernández, 2011).

En el distrito de Ate las fallas de los pavimentos son evidentes, estas mismas se pueden verificar la figura 1, puesto que los vecinos de las urbanizaciones reportaron a la empresa radial RPP las series de irregularidades que presenta el

pavimento mediante las fotografías, en donde se pueden apreciar los hundimientos que se han generado (RPP, 2017).

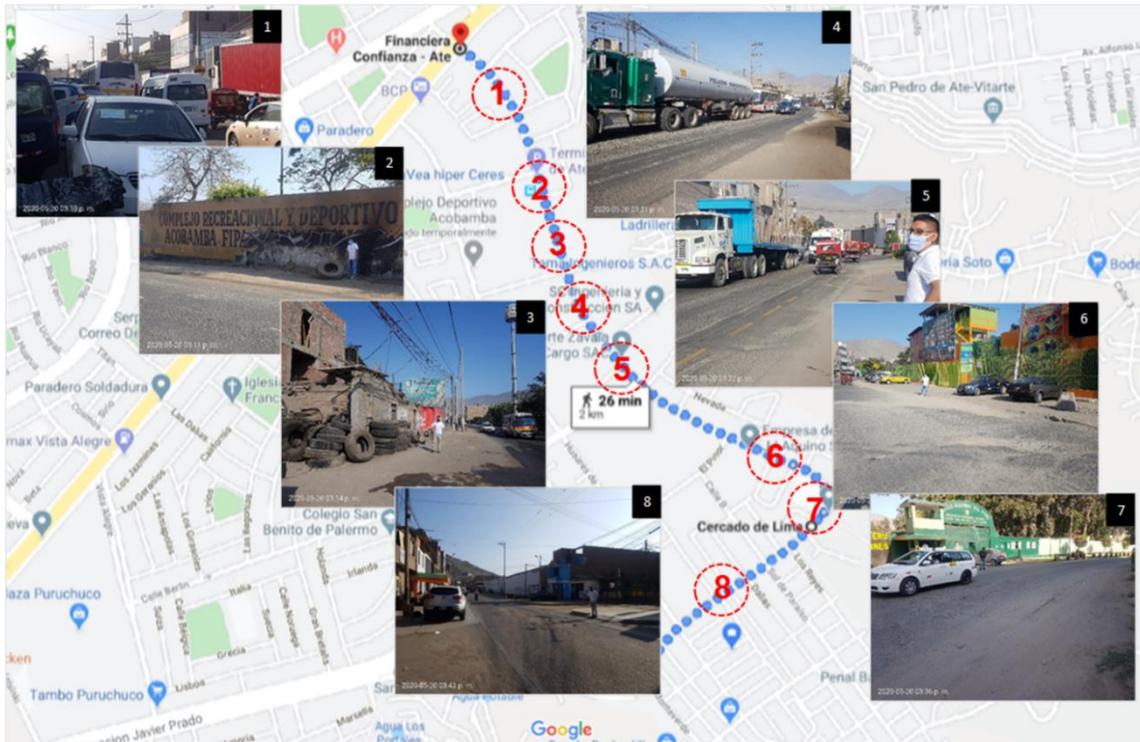


Figura 1. Deterioro de la Avenida Marco Punte Llanos.

Las fallas en los pavimentos son clasificados en fisuras, daños superficiales, pérdida de capa de la estructura y deformación, siendo esta última definida como una deformación vertical permanente acumulada en el pavimento debido al repetitivo paso de los vehículos y las cargas elevadas de tránsito (Rondón y Reyes, 2015, p. 296, 306).

Por otro lado, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones ha reportado en el 2018 que Lima concentra el 58.06% del parque automotor del Perú, la cual ha tenido un crecimiento del 7.63% entre los años 2012 al 2018 de acuerdo a los detalles de la tabla 1 (MTC, 2018). Esto conlleva que los desechos de neumáticos abandonado en botadores o lugares públicos se incrementen provocando una contaminación en la sociedad. Cabe indicar que en el año 2012 la INEI reportó 7 millones 47 mil toneladas de residuos sólidos, ocupando el caucho el 1.6% que equivale a 112 mil 752 toneladas (Anuario de Estadístico ambiental, 2015).

Tabla 1. *Parque vehicular autorizado del transporte general nacional 2018*

Departamento	Total	CLASE DE VEHÍCULO								
		Automovil	Station Wagon	Camionetas			Omnibus	Camión	Remolcador	Remolque Semi-Rem.
				Pick Up	Rural	Panel				
TOTAL	305 795	8	9	15 054	18	2 481	59	173 333	49 201	65 632
Amazonas	613	0	0	15	0	0	0	518	35	45
Ancash	1 355	0	0	30	0	7	0	1 242	30	46
Apurímac	1 991	0	0	27	0	0	0	1 650	154	160
Arequipa	29 563	1	1	579	4	21	4	13 587	6 547	8819
Ayacucho	2 814	0	0	97	0	1	0	1 865	385	466
Cajamarca	6 530	0	0	112	0	3	0	4 427	842	1146
Cusco	8 457	0	0	179	0	15	0	6 326	884	1053
Huancavelica	47	0	0	0	0	0	0	44	2	1
Huánuco	3 018	0	0	47	0	5	1	2 579	185	201
Ica	5 274	0	0	117	0	2	0	3 423	701	1031
Junín	7 083	0	0	78	0	1	1	5 169	806	1028
La Libertad	20 044	0	0	610	2	24	3	11 478	3 280	4647
Lambayeque	10 961	0	0	202	0	6	2	7 178	1 518	2055
Lima	177 545	7	8	11 971	9	2 357	43	93 482	29 770	39 898
Loreto	8	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Madre de Dios	1 469	0	0	105	2	5	0	884	247	226
Moquegua	1 103	0	0	19	0	3	0	734	145	202
Pasco	441	0	0	3	0	0	0	398	23	17
Piura	11 428	0	0	402	0	5	2	7 296	1 574	2 149
Puno	5 880	0	0	102	0	6	2	3 932	901	937
San Martín	3 008	0	0	162	0	5	0	2 106	300	435
Tacna	4 180	0	0	87	0	11	0	2 556	684	842
Tumbes	1 552	0	0	53	1	1	0	1 279	98	120
Ucayali	1 431	0	0	57	0	3	1	1172	90	108

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Teniendo en cuenta los problemas que se presentan en los pavimentos y en la generación de residuos de neumáticos, se plantea mitigar estos problemas utilizando el caucho de neumáticos reciclados como agregados en el concreto y que la composición de esta sirva para la construcción de pavimentos rígidos, ya que no es solo una idea, prácticamente es una realidad en otros países. En el año 2012, en México la empresa concretera CEMEX ha creado un concreto con incorporación de caucho llamado llanconcreto (Thoma, Domínguez y Bolaños, 2013, p. 242). En el año 2020 Zicla, empresa innovadora de residuos sólidos, ha realizado un proyecto para la fabricación del concreto utilizando fibras de caucho reciclado con el objetivo de valorar el reciclaje de residuos sólidos (Zicla, 2020).

En la presente investigación se estudia los problemas que presentan los pavimentos de la Avenida Marco Puente Llanos del distrito de Ate, siendo esta una vía secundaria y que a partir de setiembre del año 2019 se volvió altamente transitada debido al desvío de la carretera central por la ejecución de la línea 2 del metro de lima y callao, el cual trajo fallas excesivas en los pavimentos. En esta investigación proponemos la adición de granos de caucho reciclado en el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos rígidos que se caracterizan por tener un mayor tiempo de vida.

Ya definido nuestra investigación, nos hacemos la siguiente pregunta para el planteamiento del problema general.

- ¿Qué efectos produce la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?

Y como problemas específicos nos hacemos las siguientes preguntas para darle solución al finalizar la investigación.

- ¿La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² disminuirá la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?
- ¿Qué porcentaje de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² representa una óptima dosificación para el diseño de pavimento en la Avenida Llanos, Ate 2020?
- ¿Cómo se relaciona la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?

Luego del planteamiento del problema, demostraremos que nuestra investigación se justifica mediante cuatro aspectos de estudios las cuales son:

- Justificación teórica; con fines de concientizar a los ingenieros civiles sobre el uso del caucho reciclado en el concreto que componen los pavimentos rígidos, la investigación busca darles utilidad a los neumáticos y hacer de estos un tipo de agregado alternativo, debido a sus propiedades de elasticidad y resistencia.
- Justificación práctica; la investigación nos brindará como resultado una dosificación óptima de concreto convencional $f'c=280$ kg/cm² con

incorporación de caucho reciclado, con lo cual se podrá preparar un concreto más ligero.

- Justificación social; la investigación busca demostrar que el caucho reciclado puede ser usado como agregado para el concreto, demostrando a la sociedad nuevos métodos de diseño con aprovechamiento del caucho reciclado.
- Justificación Económica; la investigación busca comprobar que la incorporación del caucho reciclado en el concreto sea de menor o igual costo que un concreto convencional y se pueda usar para el diseño de pavimento rígido.

A partir de nuestras justificaciones, la investigación plantea alcanzar el objetivo general siguiente:

- Determinar los efectos que produce la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

De igual manera se plantea tres objetivos específicos que se alcanzará luego de culminar los ensayos:

- Comprobar si la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ disminuye la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.
- Encontrar el porcentaje óptimo de la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

- Relacionar los resultados de la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

En la investigación se planteó como hipótesis general lo siguiente en respuesta al problema general:

- La adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ producirá efectos negativos en su estado endurecido.

De la misma forma, se plantearon hipótesis específicas para los problemas específicos, los cuales se presentan a continuación:

- La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ afectaría la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.
- El valor mínimo del 4% de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ definirá la resistencia óptima para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.
- El concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición del caucho reciclado cumplirá el módulo de rotura requerida para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación se han indagado cinco antecedentes internacionales que relacionan el uso de caucho reciclado en el concreto, a continuación, se detallan:

(Liévano, 2017), En la tesis titulada “Análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos”, tuvo como un **objetivo** determinar los esfuerzos máximos de compresión del concreto con adición de caucho reciclado para cada una de sus especímenes de estudio. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla sin aditivo los valores de 163.35 kg/cm^2 , 169.29 kg/cm^2 y 83.16 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente. Del mismo modo, para la mezcla con aditivo adherente se logró los valores de 133.65 kg/cm^2 , 71.28 kg/cm^2 y 47.52 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

(Venegas, 2016), En la tesis titulada “Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa cementera argos”, tuvo como **objetivo** evaluar el comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada (GCR) en la producción de concreto para la empresa Argos. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón $f'c = 257 \text{ kg/cm}^2$ disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla con aditivo plastificante los valores de 241.50 kg/cm^2 , 215.25 kg/cm^2 , 192.15 kg/cm^2 y 179.55 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Del mismo modo, para el concreto $f'c = 297 \text{ kg/cm}^2$ la mezcla con aditivo plastificante y superplastificante se logró los valores de 279.30 kg/cm^2 , 252 kg/cm^2 , 197.40 kg/cm^2 y 177.45 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Por otra parte, los ensayos de flexión arrojan valores favorables del módulo de rotura de cada espécimen con adición de caucho, lográndose en una mezcla patrón de $m_r = 20 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo plastificante los

valores de 97.77 kg/cm², 61.18 kg/cm², 71.38 kg/cm² y 10.20 kg/cm² para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Así mismo, para la mezcla patrón de $m_r=20$ kg/cm² con aditivo plastificante y superplastificante los valores de 50.99 kg/cm², 20.39 kg/cm², 61.18 kg/cm² y 91.77 kg/cm² para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente

(González, 2017), En la tesis titulada “Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares”, tuvo como **objetivo** analizar la utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón permeable $f'_c= 84$ kg/cm² disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla sin aditivo los valores de 79.11 kg/cm² y 51.85 kg/cm² para los porcentajes de 2% y 4% respectivamente. Por otra parte, los ensayos de flexión arrojan valores favorables del módulo de rotura de cada espécimen con adición de caucho, lográndose en una mezcla patrón de $m_r=10$ kg/cm² sin aditivo los valores de 15.44 kg/cm² y 14.20 kg/cm² para los porcentajes de 2% y 4% respectivamente.

(López, 2018), En la tesis titulada “concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas”, tuvo como un **objetivo** determinar el porcentaje máximo de incorporación de caucho en una mezcla de concreto estructural. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** de que se puede incorporar a un concreto de $f'_c= 393.9$ kg/cm², un porcentaje de hasta 7% de caucho, ya que el valor que se obtiene es de 224.64 kg/cm², cumpliendo la condición que el concreto sea mayor a 17Mpa.

(Silvestre, 2019), En la tesis titulada “Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales”, tuvo como **objetivo** determinar el comportamiento del concreto con adición de caucho triturado de llantas recicladas en diferentes porcentajes. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón de $f'_c= 249.3$ kg/cm² disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en

una mezcla sin aditivo los valores de 235.8 kg/cm², 235.6 kg/cm², 241.7 kg/cm² y 230 kg/cm² para los porcentajes de 3%, 5%, 7% y 10% respectivamente. Por otra parte, se observó que todos los concretos de estudio cumplen con la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Respecto a los antecedentes nacionales que enmarcan el uso del caucho reciclado en el concreto, presentaremos cinco investigaciones, las cuales se detallan a continuación:

En la tesis titulada “Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima”, fijo como **objetivo** elaborar una propuesta de concreto eco-sostenible a base de caucho reciclado para la elaboración de pavimento en la ciudad de Lima. Usando la **metodología experimental**. Llegando a la **conclusión** de que la propuesta de concreto ecológico con la inclusión de caucho en tamaño de 25 mm., con un 20% de reemplazo ha sido factible su obtención para cumplir las prestaciones de trabajabilidad, desempeño adecuado durante 2 horas, tiempo de fraguado y las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y módulo de rotura acordes a las especificaciones técnicas de concretos para pavimentos (Chavarri y Falen, 2017, p. 11, 116).

En la tesis titulada “Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado”, fijo como **objetivo** diseñar y evaluar las propiedades físico - mecánicas del concreto elaborado con partículas de caucho reciclado, que reemplaza a un porcentaje de agregado fino, tanto en estado fresco como en estado endurecido. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla sin aditivo los valores de 191.65 kg/cm², 129.52 kg/cm² y 112.79 kg/cm² para los porcentajes de 10%, 15% y 20% respectivamente.

En la tesis titulada “Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación”, fijo como **objetivo** realizar un estudio técnico en el cual podamos demostrar a través de pruebas de laboratorio y análisis estadístico que el caucho granulado es apto para utilizarse como sustituto de una parte del agregado fino en la mezcla de concreto, para la fabricación de bloques huecos de concreto. Usando la **metodología experimental**. Llegando a la **conclusión** de que de acuerdo a la hipótesis uno, para la relación agua/cemento de 0.89 sin adición de caucho granulado se obtuvo una resistencia característica de 44.57 kg/cm², esta resistencia va disminuyendo según aumenta el porcentaje de caucho granulado, siendo el porcentaje óptimo un 15% de caucho granulado en volumen, sustituido en el agregado fino ya que la resistencia característica presentada en este diseño D-4 (15% caucho) es de 39.92 kg/cm², con una variación porcentual de 10.43%. La influencia del caucho granulado en la resistencia es mínima puesto que el valor de la covarianza es de -0.049, pero influirá en otras propiedades como el aislamiento acústico y térmico (Suárez y Mujica, 2017, p. 18, 128).

(Contreras, 2018), En la tesis titulada “Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación, Trujillo – 2018”, tuvo como **objetivo** determinar el porcentaje y tamaño de caucho triturado para adicionar al concreto estructural. Luego de aplicar la **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que al adicionar caucho más pequeñas al concreto afectan la resistencia en menor medida mientras más se aumenta el caucho disminuye la resistencia del concreto.

(Quispe y Mayhuire, 2019), En la tesis titulada “Incorporación de fibras de caucho reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay, 2018”, tuvo como **objetivo** demostrar la influencia del comportamiento del caucho en el concreto estructural. Luego de aplicar la **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el caucho influye el comportamiento del concreto significativamente al ensayo a la compresión, en cambio al ensayo a la flexión no influye en el comportamiento.

Luego de evaluar los resultados de los antecedentes y ver sus resultados, nos interesamos en investigar el concreto con adición de caucho para pavimentos rígidos, es por ello que a continuación ahondaremos las teorías relacionadas que serán de gran ayuda para el lector.

Pavimento

Paquete estructural compuesta por la sub rasante del camino, construidos para resistir y distribuir esfuerzos producidos por los vehículos durante el Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, aceras o veredas, estacionamientos, pasajes, peatonales y ciclovías (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p. 43). De igual forma, para el manual de carreteras sección suelos y pavimentos, el pavimento está conformado básicamente por la capa de rodadura, base y subbase. Los tipos de pavimentos que reconoce el manual son del tipo flexible, semirrígidos y rígidos (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 21).

Pavimento Flexible

Carpeta estructural conformada por capas granulares y una carpeta de rodadura constituida por agregados y compuestos bituminosos y si fuera el caso una adición de aditivos. Las capas de rodadura asfálticas más consideradas son: hormigonado asfálticas en caliente, hormigonado asfáltico en frío y macadam (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 22). Así mismo, en los pavimentos flexibles las cargas impuestas por el tránsito producen deformaciones en cada una de las capas que lo conforman. Los métodos de diseño como Shell, AASHTO, DMRB y el método mecánico y empírico MEPDG suponen que las deformaciones permanentes son generadas principalmente en la sub rasante. Sin embargo, en las vías construidas con capas asfálticas de menor espesor o de poca rigidez, las capas granulares soportan casi la totalidad de los esfuerzos generados y pueden a llegar a generar deformaciones permanentes (Rondón y Reyes, 2015, p. 397).

Pavimento Semirrígido

Es una estructura de pavimento conformada básicamente por capas asfálticas de un espesor bituminoso, estas son colocadas sobre una base tratada con asfalto o cemento. Dentro de este grupo también se encuentran los pavimentos adoquinados (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 22).

Pavimentos Rígidos

Elemento constituido por la conformación de la base y losa de concreto, esta losa trabaja de forma estructural absorbiendo los esfuerzos producidos por las cargas cíclicas de tránsito, transfiriendo en menor intensidad los esfuerzos a las subcapas que sirven de base. La estructura de pavimento rígido está conformada específicamente por una capa de subbase granular, sin embargo, esta capa también puede ser de base estabilizada con asfalto, cal o cemento. En este grupo existen tres (03) categorías de pavimentos rígidos, los cuales vienen a ser el pavimento de concreto simple con juntas, pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero y el pavimento de concreto con refuerzo continuo (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 22, 224).

Clasificación de pavimentos rígidos

Se clasifican en 4 tipos, los cuales son pavimento de concreto simple que incluyen juntas, pavimento de concreto con barras de refuerzo, pavimento de concreto continuamente reforzado y pavimento de contracción controlada (Becerra, 2015).

Pavimento de concreto simple

Este tipo de pavimento tienen juntas de contracción transversales que son distribuidas entre 3.50 m y 6.00 m como se muestra en la figura 2. Estas mismas inducen el agrietamiento, propio del comportamiento del concreto, producidas

por la retracción y las tensiones originadas por cambios de humedad y temperatura que experimenta la capa de rodadura (Becerra, 2015).

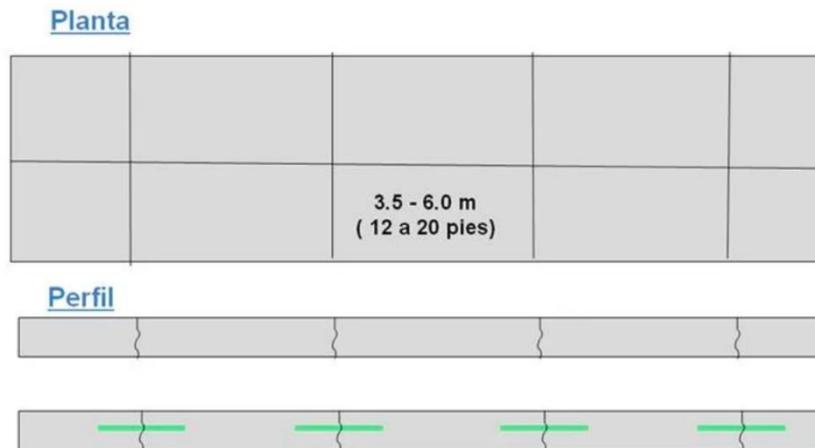


Figura 2. Esquema de pavimento simple con juntas.

Concreto Hidráulico

Mezcla homogénea conformada por el agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y en algunos casos aditivos cuando se requieran (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 801).

Cemento

El cemento hidráulico empleado para elaborar el concreto es del tipo I. Por otro lado, los cemento tipo II, III, IV y V se emplearán según condiciones climatológicas que cada proyecto presente (Rondón y Reyes, 2015, p. 518).

Concreto Fresco

Es un material que permanece en estado fluido, desde la conformación de la mezcla hasta el inicio de endurecimiento (fraguado inicial). En este lapso el concreto es transportado, colocado y compactado. El comportamiento de este concreto fresco depende de su diseño de mezcla, medio ambiente y condiciones de trabajo (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2014, p. 45).

Exudación

Es una propiedad del concreto por la cual, una porción de agua incorporada de la mezcla ya preparada, colocada y consolidada; se separa y sube a la parte superior del concreto. La exudación es propia del concreto, es por esto que se resalta la importancia de evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos podría generar a las propiedades mecánicas del concreto (Aceros Arequipa, 2020).

Exudación excesiva

Es el aflore excesivo de agua que se presenta durante la colocación del concreto fresco, generalmente este fenómeno se debe a que el concreto presenta un contenido bajo de aire; sin embargo, si el aire incorporado está dentro del rango designado entonces se debe investigar si hay pérdida de finos a consecuencia de un bajo contenido de cemento. (Instituto Americano del Concreto y Sociedad americana de contratistas del concreto, 2011, p. 146).

Trabajabilidad

Es una propiedad importante en el concreto fresco que brinda la facilidad de mezclar los componentes y este pueda ser manejable, transportable y de fácil colocación sin perder la homogeneidad. La trabajabilidad o revenimiento se evalúa según los procedimientos norma de la ASTM C 143. El concreto trabajable no genera segregación ni sangrado excesivo (Geoseismic, 2017).

Resistencia

Es una propiedad del concreto que permite soportar cargas y esfuerzos. En general la resistencia final del concreto se determina en una probeta estudiada en compresión, así como en ocasiones por la capacidad de tensión o flexión (Geoseismic, 2017).

Concreto Endurecido

El concreto endurecido lo define el parámetro de resistencia del concreto, cuando este cumple con el f'_c de diseño a los 28 días (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2014, p. 45).

Resistencia a la compresión del concreto

Está representado por f'_c la cual se mide en mega pascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb./pulg.²), a menos que en las especificaciones del proyecto se indiquen de otra manera. El f'_c es la resistencia obtenida a los 28 días de los testigos de concreto ensayados de acuerdo a las normas ASTM C31 y ASTM C39 (Instituto Americano del Concreto y Sociedad americana de contratistas del concreto, 2011, p. 29).

Resistencia a la flexión del concreto

Para estructuras cuyo diseño se hayan basado en la resistencia a la flexión, es importante evaluar el desempeño del concreto endurecido en flexión de acuerdo a la norma ASTM C78 (Instituto Americano del Concreto y Sociedad americana de contratistas del concreto, 2011, p. 31). Así también, el esfuerzo a la flexión controla el diseño de los pavimentos, y la magnitud de esta se debe medir mediante el ensayo de módulo de rotura tomando en cuenta la norma ASTM C78 (Norma CE.010 pavimentos urbanos, 2010, p. 56).

Retracción

Característica de concreto endurecido definido por la disminución del volumen que sufre el concreto, este encogimiento o disminución será tanto mayor mientras más desecante sea el ambiente (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2014, p. 274).

Agregado Grueso

Son los agregados retenidos en la malla N°4 (4.75 mm), dichos agregados fundamentalmente proceden de la trituración de roca o de grava y/o combinación de ambas. Estos materiales deben de estar libres de impureza y deben de presentar una gradación homogénea. Por otra parte, el tamaño máximo nominal del agregado no superará un tercio del espesor del pavimento (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 805, 806).

Agregado Fino

Son los agregados pasantes en la malla N°4 (4.75 mm), provenientes de arenas naturales y de trituración de rocas, gravas u otros productos que resulten adecuados. Para catalogarse como agregado fino el porcentaje de arena triturada no deberá concentrar más del 30% de la masa del agregado fino. Además de ello, la gradación seleccionada para el diseño de mezcla no superará en un 45% de material retenido entre dos tamices consecutivos (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 803).

Agua

El Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones sostiene que lo más recomendable es el uso de agua potable, ya que esta es calificada y no necesita realizarle ensayos. También menciona; en el caso que se emplee otras fuentes de agua o se mescle el agua de dos o más procedencias, esta deberá ser calificada mediante ensayos para cumplir requerimientos respecto al contenido de sustancias, contenidos de sulfatos, materia álcalis y otras establecidos en la NTP 339.073 (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 802).

Variable de Diseño

Las variables de diseño de pavimentos se tipifican en dos categorías: Directas e indirectas. Las variables que inciden de manera directa en el espesor de la capa del pavimento son el tránsito, subrasante, clima, factores de seguridad y propiedades mecánicas de materiales. Por otro lado, las indirectas son aquellas que no inciden en el espesor de la capa, pero si en la selección de tipo de estructura que se va a dimensionar, por ejemplo, materiales disponibles en la zona, estética, costo, topografía, etcétera (Rondón y Reyes, 2015, p. 553).

Base Granular

Es una capa de la estructura del pavimento que se sitúa por debajo de la carpeta asfáltica, losa de concreto y la capa estabilizada con cementante hidráulico. Esta capa está compuesta por materiales granulares no tratados situados generalmente sobre la subbase. En ocasiones esta capa puede ser conformarse directamente sobre la subrasante si esta presenta buen comportamiento mecánico. El espesor compacto para pavimento flexible oscila entre 10 y 30cm, mientras que en un pavimento rígido oscila entre 10 y 25cm (Rondón y Reyes, 2015, p. 371).

Subbase Granular

Es una capa de la estructura del pavimento que está situado por debajo de la base granular, compuesta por materiales granulares no tratados situados generalmente sobre el terraplén o el afirmado, la subrasante y la subrasante mejorada. En algunas ocasiones sirven para contrarrestar los cambios volumétricos producidos por la subrasante. El espesor compacto para pavimento flexible oscila entre 10 y 50cm, mientras que en un pavimento rígido oscila entre 10 y 25cm (Rondón y Reyes, 2015, p. 373).

Afirmado

Es una capa de la estructura del pavimento que está situado por debajo de la capa de la subbase. Tiene una función de conformar y nivelar la plataforma de las estructuras del pavimento en zonas donde la subrasante no presenta un perfil transversal y longitudinal definido. El espesor de esta capa es variable ya que depende el estado del terreno natural (Rondón y Reyes, 2015, p. 375, 376).

Subrasante Mejorado

Esta capa por lo general subyace a la capa de la subbase. Tiene funciones similares a las mencionadas de la capa base y subbase, pero de manera adicional tiene como función sustituir parte de la subrasante de baja rigidez y baja resistencia a cargas cíclicas (Rondón y Reyes, 2015, p. 377).

Subrasante

Es la capa donde se cimienta la estructura del pavimento, esta capa debe soportar en última instancia las cargas cíclicas producidas por el tránsito suministrando un apoyo uniforme a la estructura del pavimento. Adicionalmente se recomienda apoyar la losa de estructura vial sobre plataforma con CBR mínimo de 5% (Rondón y Reyes, 2015, p. 380, 554).

Compactación

El material de las capas a compactar debe de cumplir con la humedad requerida, y así; esta será conformada con rodillo compactador de forma longitudinal hasta obtener la densidad especificada. Así mismo; menciona que no se debe realizar esta actividad en el caso ocurra precipitaciones o si fuese el caso de encontrarnos en ambientes con temperaturas inferiores a 6°C (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 362).

Caucho Reciclado

Es conocido como caucho reciclado, al caucho reutilizado de los neumáticos que cumplieron su vida útil, este elemento además de ser un residuo aprovechable es usado en infinidad de aplicaciones (Chávarri y Falen, 2020, p. 43).

Caucho

Es un hidrocarburo de suma importancia que se obtiene del látex que se extrae de los árboles de las zonas tropicales (Chávarri y Falen, 2020, p. 44). Así mismo estas presentan dos (2) tipos de caucho: el natural y el sintético (Diferencias.info, 2019).

Caucho Natural

Es un producto vegetal procesado que se obtiene de la Saravia, este tiene un aspecto viscoso o látex que se extrae del árbol Hevea Brasiliensis, del Ficus elatica y de otras plantas africanas que se cultivan en Brasil, México y a nivel mundial Vietnam y china (Diferencias.info, 2019).

Caucho Sintético

El caucho sintético es un copolímero que es elaborado a través de reacciones químicas o productos que se derivan del petróleo, por otra parte, estos tienen características como duros y eficaces que el caucho natural (Diferencias.info, 2019).

Propiedades Físicas del Caucho

Las propiedades físicas del caucho son los siguientes: elasticidad, retracción, resistencia al calor, resistencia a la fatiga y abrasión, resistencia a los ataques de agentes y atmosféricos (Arroyo, 2014).

Trituración Mecánica

Es un proceso que con lleva a obtener excelentes componentes de calidad (caucho, acero, nylos) es decir se obtiene productos libres de impurezas, facilitando la utilización en nuevos procesos de producción. Este proceso es un método compatible con el medioambiente, es ideal para ser utilizado en la planta de tratamiento de neumáticos fuera de uso (Chimborazo, Caisa y Miranda, 2017, p. 427).

Tracción del caucho

El ensayo a la tracción tiene como característica la dureza, se puede realizar con el equipo dinamómetro, dicha prueba consiste en tomar una muestra del caucho, el cual se sujeta en cada extremo y luego se procede a estirla a una velocidad constante hasta ejercer la rotura. Para obtener el resultado de tensión de la muestra, solo consta dividir la fuerza que ha ejercido entre el área de la muestra (Erica, 2019). La norma ASTM D412 establece un procedimiento de la prueba de tracción al caucho u otros elastómeros, dicha norma decreta dos (2) métodos de prueba: Método "A" y método "B", la primera consiste con muestras con mancuernas y de sección recta, por otra parte, la segunda consiste con muestras de anillo cortado. Estos dos métodos diferentes no producen resultados idénticos (ASTM D412-16, p. 1).

Abrasión del caucho

El ensayo a la abrasión consiste en la pérdida de material producida por la fricción contra la superficie, según la Norma DIN 53516 el cual establece el ensayo que consiste que una probeta cilíndrica de 16 mm de diámetro, recorra longitudinalmente encima de un cilindro dotado de un movimiento de rotación y cubierto con una tela de esmeril, con la finalidad que la probeta recorra 40 m. sin ocupar nunca la misma posición anterior, este ensayo de la probeta es sometido a 10 N de fuerza en cauchos duros y 5 N en cauchos blandos. Los resultados por pérdida de abrasión se expresan en mm³ mediante la siguiente operación:

pérdida de peso entre la densidad del material, mientras más bajo sea el valor, mayor resistencia a la abrasión tiene (Erica, 2019).

Compresión en el Caucho

Según la Norma ASTM D395 (2018), la prueba de compresión se utiliza para medir la capacidad de los compuestos de caucho para retener propiedades elásticas después de un esfuerzo de compresión prolongado (ASTM D395-18, p. 1).

Impacto Ambiental

Esta puede ser provocada directa o indirectamente por una actividad o proyectos, es decir ocasionada por la naturaleza o la acción del hombre (Gestión en Recursos Naturaleza, 2018). Por otra parte, la contaminación ambiental produce enfermedades que causan muertes, en el Perú al año mueren mil (1000) personas, según el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES). Por otro lado, en el Perú aumentan el incremento de los problemas ambientales continuamente con el incremento de la población (Universidad Privada del Norte, 2016).

Ventajas ambientales con el uso de caucho reciclado

Generación de espacios para otros residuos sólidos en el vertedero, también previene los incendios y la contaminación, previene generación de hogares para los roedores, genera microempresas de reciclaje de neumáticos fuera de uso y a la vez, abre más puestos de trabajo en la sociedad, concientización de las personas sobre la reutilización de los desechos, creación de nuevos productos beneficiosos como por ejemplo: pisos, césped de patio de recreo, amarres de ferrocarriles y entre otros (Eco Green, 2014).

Desventajas ambientales con el uso de caucho reciclado

El caucho reciclado requiere de una máquina especializada en separación del caucho e hilos acerados dentro de los neumáticos, esta máquina es difícil de encontrar en las industrias. Así mismo para Miguel (2019), indica que existe pérdida del material después de haber reciclado, por lo que dificulta la nueva creación de un producto reciclado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Método: El método de la investigación es cuantitativa, ya que el análisis es referenciado por la “Cantidad”, por tanto, su medio principal es el cálculo y la medición. En general, el objetivo es medir variables y tomar como indicadores a las magnitudes. Desde tiempos anteriores el método se ha venido aplicando con éxito en investigaciones del tipo explicativo, experimental, descriptivo, y exploratorio (Niño, 2011, p. 29).

Tipo de investigación: Esta investigación es de tipo aplicada debido a que plantea problemas específicos que necesitan resolverse de forma inmediata, este tipo de investigación puede brindar hechos nuevos que al realizarlo de forma correcta puedan ser útil y predictivo para la teoría (Baena, 2017, p. 17-18).

Nivel: Esta investigación tiene el nivel explicativo y no solo busca describir los fenómenos o conceptos o relacionar conceptos; más bien, están dirigidos a responder causas de eventos y fenómenos físicos o sociales. [...], su interés se basa en explicar del por qué sucede un fenómeno y en qué condiciones se presenta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández *et al.*, 2014, p. 95).

Diseño de investigación: La presente investigación es de carácter experimental, estudio donde se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para luego analizar sus consecuencias que tiene sobre la manipulación de una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p. 129).

El diseño es de carácter cuasiexperimental, estudio en que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, diferenciándose de los experimentos “puros” en su grado de seguridad (Hernández *et al.*, 2014, p. 151).

GE (A): $Y_1 \rightarrow X \rightarrow Y_2$

GC (A): $Y_3 \rightarrow X' \rightarrow Y_4$

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control

X: Variables independiente

X': Tratamiento convencional

Y_1, Y_3 : Pretest

Y_1, Y_3 : Pretest

3.2. Variables y operacionalización

Variable: Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. [...] El concepto de variable se aplica a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos calores respecto de la variable referida (Hernández *et al.*, 2014, p. 105).

Variable 1: Adición de caucho reciclado (Independiente, Cuantitativa)

Variable 2: Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido (Dependiente, Cuantitativa)

3.3. Población, muestra y muestreo

– Población

La población es el total de un conjunto de todos los casos o elementos, sean acontecimientos, objetos o individuos, éstos se identifican en un área a ser estudiada (Sánchez, Reyes y Katia, 2018, p. 102). Bajo este concepto, la presente investigación define dos poblaciones, la primera población está conformado por 36 probetas cilíndrica y la segunda población está conformado por 20 viguetas, los cuales servirán para analizar el $f'c$, Módulo de rotura e índice de retracción del concreto piloto y los concretos de estudio,

este mismo presentados como propuesta para el diseño del pavimento rígido de la Avenida Llanos ubicada en el distrito de Ate.

– Muestra

Es un subgrupo de la población de estudio sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, estos también deben ser representativo de la población (Hernández et al., 2014, p. 173). Así mismo el tamaño de la muestra está referido al número individuos o casos que contiene la muestra, las cuales dependerán del muestreo (Sánchez et al., 2018, p. 93). En tal sentido, se contempla 04 muestras para la población de cilindro y 04 muestras para la población de viguetas, estos definidos en las tablas 2, 3 y 4:

Tabla 2. *Ensayo a compresión*

Ensayo a la Compresión		Números de probetas según día			Total de probetas
		Día 7	Día 14	Día 28	
Concreto patrón	Normal	3	3	3	36
Concreto con adición de caucho	4 %	3	3	3	
	8 %	3	3	3	
	12 %	3	3	3	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. *Ensayo a flexión*

Ensayo a la flexión		Números de viguetas según día		Total de viguetas
		Día 7	Día 28	
Concreto patrón	Normal	2	2	16
Concreto con adición de caucho	4 %	2	2	
	8 %	2	2	
	12 %	2	2	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. *Ensayo a retracción*

Ensayo a la retracción		Números de viguetas según día		Total de viguetas
		Día 56		
Concreto patrón	Normal	1		4
Concreto con adición de caucho	4 %	1		
	8 %	1		
	12 %	1		

Fuente: Elaboración propia.

– Muestreo

Existe dos clases de muestreo: probabilística y dirigida o no probabilística (Hernández et al., 2014, p. 171). Además, el tipo no probabilístico está basado en el criterio del investigador y pueden ser sin normas e intencionado (Sánchez et al., 2018, p. 94). En este sentido, la presente investigación es de clase no probabilística, ya que el muestreo fue seleccionado bajo el criterio del diseño de pavimento rígido.

Unidad de análisis

Diseño de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

Proceso de la investigación mediante el cual se recolecta datos o información del estudio, y para ello se emplean instrumentos y técnicas específicos de recolección de datos (Sánchez *et al.*, 2018, p. 111). La técnica que se aplica en el presente estudio es la observación, puesto que permite demostrar de forma gradual y sistemática el comportamiento que toma el concreto con adición de caucho desde la selección de los agregados, diseño de mezcla, la preparación del concreto y consolidación, estos representados mediante las normas: ASTM C 136 (Análisis granulométrico de agregados), ASTM C29 (Análisis de peso unitario), ASTM C127 y C128 (Análisis de peso específico y absorción), ASTM C 143 (Ensayo de trabajabilidad), ASTM C39-07 (compresión), ASTM C 78 (flexión) y ASTM C157 (retracción). Como instrumentos se usaron las guías de observación en campo que fueron elaborados con criterios de las normas antes mencionadas, las cuales se presentan en los capítulos de resultados.

– Validación de instrumento

La validación es un proceso de investigación tecnológica que demuestra la validez de los métodos, instrumentos, técnicas y programas. Estos procedimientos de validación pueden sostenerse de técnicas cualitativas o técnicas estadísticas (Validez de Jueces, validez de contenido) (Sánchez et al., 2018, p. 124). Por lo tanto, la validación de los instrumentos de la presente investigación es realizado a través del juicio de expertos mediante un cuestionario con valoración en escala de Likert (1 - 5). A continuación, se presenta el listado de los expertos:

Tabla 5. *Ingenieros expertos*

Ingenieros	Código CIP
Orellana Lazo, Adherlyn Ricardo	184702
Puempae Calderón, Luis Santos	184719
Ludeña Medina, Maria Mercedes	50999
Espinoza Piccone, Manuel	202083
Núñez Vicente, Víctor Jesús	208174
Pereyra Rojas, Edgar Jesús	848991
Torres Montesinos, Francisco Wilfredo	19729
Guzmán Huaman, Juan Carlos	204613
Maximiliano Velasquez, Elmer Jaime	202148
Pizarro Andahua, Rafael Alejandro	184716
Lucas Carrillo, Leandro Maximovich	193575
Quiñonez Espinoza, Joseph Alberto	195753
Manchego Meza, Juan Alfredo	200816
Gomez Campos, Julián	185596
Jurado Tasayco, Sebastián	243694
Gutierrez Bazan, Miguel Rodolfo	170337
Saldamando Camac, Carlos Edu	170337

Fuente: Elaboración propia.

– Confiabilidad

La confiabilidad se define como una aproximación a la exactitud de datos y técnicas de investigación. Esta se muestra en relación con el error, pues a menor error mayor confiabilidad (Sánchez et al., 2018, p. 35). Para el cálculo de la confiabilidad de nuestro instrumento de encuesta procederemos a analizar los datos con el método de coeficiente de α (Alpha de Cronbach) con apoyo del software SPSS.

Resumen de procesamiento de casos

Tabla 6. *Procesamiento de casos*

		N	%
Casos	Válido	17	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	17	100,0

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Estadística de fiabilidad

Tabla 7. Confiabilidad de instrumento

Alfa de Cronbach	N de elementos
,812	16

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

En la interpretación de los resultados del coeficiente α se obtuvo 0.812, el cual se encuentra dentro del Rango del 0.81 a 1.00 interpretando una Magnitud de muy Alta confiabilidad.

3.5. Procedimientos

La elaboración del concreto con adición de caucho se realizará en 5 pasos, los cuales abarcarán desde su recolección de los agregados (piedra chanchada, arena y caucho) hasta los resultados de los ensayos. Estas se demuestran a continuación:

Paso 01: Recolección de agregados

- a. Se recolecta las llantas en desuso que se encuentran abandonadas en las distintas localidades como se aprecia en la figura 3, para luego llevarlas a un lugar de almacenaje.



Figura 3. Llantas en desuso.

- b. Desde el depósito se traslada las llantas recicladas hacia la planta de trituración de la empresa GRUPO RAMOS S.A.C. para realizar el proceso de trituración que consta de cortar en tiras las llantas y separar el caucho para luego llevar a la máquina de trituración tal cual se muestra en la figura 4.



Figura 4. Trituración.

- c. Una vez triturado el caucho reciclado, se procede a seleccionar el tipo de caucho triturado según su forma, para nuestro caso seleccionamos el caucho de tipo grano de 2.36 mm a 4.75 mm que se muestra en la figura 5, los mismos que reemplazarán al agregado fino en un 4%, 8% y 12%.



Figura 5. Selección de tamaño.

- d. Los agregados gruesos y finos son extraídos de la cantera trapiche para luego realizar los ensayos granulométricos en el laboratorio de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C. el cual se puede evidenciar en la figura 6.



Figura 6. Ensayos de agregados.

Paso 02: Diseño de mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

- a. Una vez analizada los agregados, se elabora el diseño de mezcla del concreto patrón bajo los lineamientos de la Norma ACI 211, del cual obtenemos la dosificación que se muestra en la tabla 8:

Tabla 8. Dosificación patrón

Cemento (p3)	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
1	2.2	2.39	23.62

Fuente: Elaboración propia.

- b. Utilizando la misma dosificación del concreto patrón se elabora 3 muestras de estudio, los cuales incorporan 4%, 8% y 12% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino, más la adición del aditivo Sikacem, obteniendo la dosificación en la tabla 9:

Tabla 9. Dosificación de concreto de estudio (4%, 8% y 12%)

Adición de caucho	Cemento (Bls.)	A. Grueso (Bls.)	A. Fino (Bls.)	Caucho (g.)	Agua (Lt.)	Aditivo (g.)
4 %	1	2.39	2.11	372	6.01	76.43
8 %	1	2.39	2.03	715.51	6.01	76.43
12 %	1	2.39	1.94	1087.58	6.01	76.43

Fuente: Elaboración propia.

Paso 03: Preparación y evaluación del concreto en estado fresco

- a. De acuerdo a nuestro diseño de mezcla patrón, se procedió primero a pesar el cemento, piedra chancada, arena, agua y aditivo superplastificante en una balanza calibrada, posterior a ello se procedió a mezclar todos los componentes en el trompo mezclador por un tiempo aproximado de 5 minutos hasta obtener una mezcla homogénea cuyas evidencias se encuentra en la figura 7.



Figura 7. Mezclado patrón.

- b. Una vez obtenida la mezcla homogénea del patrón, se realizó el ensayo del cono de abrams siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C143 como se aprecia en la figura 8, el cual consiste en rellenar de concreto el cono compactando en 3 capas, cada una de ellas deberá dar 25 golpes y llenarlo a tope. Posterior a ello el cono será retirado en no más de 5 segundos para luego realizar la medición desde la parte más alta del concreto hasta el fondo de la varilla.



Figura 8. Slump patrón.

- c. Después del ensayo de slump, se procede a llenar los moldes cilíndricos 15cm x 30cm, viguetas 15cm x 50cm x 15cm y viguetas de 10cm x 10cm x 22.5cm como se evidencia en la figura 9.



Figura 9. Muestra cilíndrica y vigueta del patrón.

- d. Luego de realizar la muestra del patrón, se procede a realizar el concreto con adición de caucho 4%, primero se pesó el cemento, piedra chancada, arena, caucho 4%, agua y aditivo superplastificante en una balanza calibrada. Para el mezclado de estos concretos de estudio primeramente se colocó los agregados y el cemento dentro del trompo, posteriormente se adicionó el caucho y finalmente agua y aditivo. Este proceso se realizó para obtener una mezcla homogénea según se aprecian en la figura 10.



Figura 10. Mezclado de concreto con adición de 4% caucho.

- e. Una vez obtenida la mezcla homogénea del concreto con adición de 4% de caucho, se realizó el ensayo del cono de abrams siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C143 como se aprecia en la figura 11, el cual consiste en rellenar de concreto el cono compactando en 3 capas, cada una de ellas deberá dar 25 golpes y llenarlo a tope. Posterior a ello el cono será retirado en no más de 5 segundos para luego realizar la medición desde la parte más alta del concreto hasta el fondo de la varilla.



Figura 11. Prueba de trabajabilidad – Concreto con adición de 4% caucho.

- f. Después del ensayo de slump del concreto con adición de 4% de caucho, se procede a llenar los moldes cilíndricos 15cm x 30cm, viguetas 15cm x 50cm x 15cm y viguetas de 10cm x 10cm x 22.5cm como se aprecia en la figura 12.



Figura 12. Moldes cilíndrico y viguetas.

- g. Para la adición del 8% y 12% al diseño de mezcla de concreto, se siguió el mismo procedimiento que menciona en el paso 3 ítems d,e,f.

Paso 04: Traslado de testigos cilíndricos y viguetas

- a. Una vez obtenida el total de probetas y viguetas detalladas en las tablas 2, 3 y 4, se trasladaron al laboratorio de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C., donde fueron curadas durante 7 días.

Paso 05: Ensayos de concreto endurecido

- a. Los testigos fueron ensayados a compresión, los cuales fallaron 3 a 7 días, 3 a 14 días y 3 a 28 días según se muestran en la figura 13, los valores obtenidos se analizan para obtener el $f'c$ del concreto patrón y los concretos de estudios.

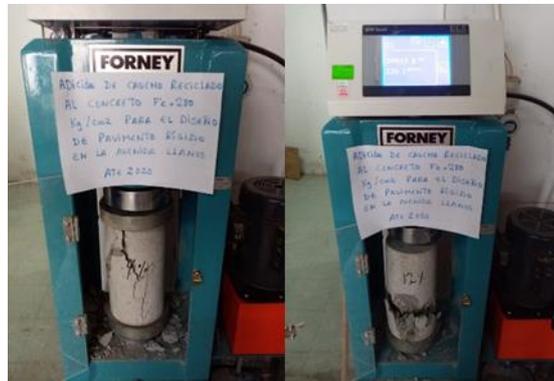


Figura 13. Ensayo de compresión.

- b. Se ensayó los testigos a flexión las viguetas los cuales fallaron 2 a 7 días y 2 a 28 días según se muestran en figura14, los valores obtenidos determinan el módulo de rotura de cada espécimen.



Figura 14. Ensayo de flexión.

- c. Se ensayó los testigos a retracción para medir el grado de contracción del concreto, estos a ser evaluado en 3 instancia: primero a las 24 horas, segundo a los 28 días y tercero a los 56 días después de obtenida las viguetas como se evidencia en la figura 15.



Figura 15. Ensayo de retracción.

3.6. Métodos de análisis de datos

En el análisis de los datos encontramos dos (02) cuestiones, primero los modelos estadísticos son representaciones de la realidad mas no la realidad misma, y segundo que los resultados numéricos siempre se interpretan en contexto (Hernández *et al.*, 2014, p. 270). Es por ello, que los datos obtenidos durante los ensayos de estudio son procesados en la herramienta Microsoft, bajo los criterios de diseño y calidad de concreto indicados en el RNE. E.060 (Capítulo 05) y el código ACI 318-14 (capitulo 19). Así mismos, los parámetros indicados en el Ítem 26.12 son indispensables para el para la evaluación y aceptación del concreto.

Por otro lado, el análisis estadístico de los resultados se realizará mediante la técnica del T Student, donde primero se calculará las medidas de resumen (media, desviación estándar), posteriormente se calculará el punto crítico de la curva de distribución normal y finalmente se realizará la prueba de hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación tiene ética profesional puesto que guarda los lineamientos de la guía de elaboración de productos observables UCV (Versión 2020) y siguiendo la dirección del asesor institucional. Por otro lado, las citas descritas en el desarrollo de la investigación se realizaron en base a la Norma International Organization for Standardization (ISO). Así mismo los antecedentes son acreditados por RENATI-SUNEDÚ.

En los antecedentes mencionados en el ítem 2.1 los porcentajes a trabajar fueron de 5%, 10% y 15%, por lo contrario, en esta investigación se propone nuevos valores que comprenden el 4%, 8% y 12% de caucho reciclado con respecto al peso del agregado fino que concluirán en un nuevo diseño de mezcla.

Finalmente; esta investigación es verídica debido a que se respetó los resultados obtenidos y no es alterado, así mismo se siguieron los procedimientos de ensayos de acuerdo a las normas descritas en técnicas e instrumento de recolección de datos anexados en esta investigación.

IV. RESULTADOS

Los ensayos físicos del agregado y del caucho cumplieron las normas ASTM C136 de análisis granulométrico, ASTM C29 de peso unitario, ASTM C127 para el peso específico del agregado grueso y ASTM C128 para el peso específico, arrojando los siguientes resultados.

Tabla 16. Cuadro de análisis granulométricos del agregado fino

MATERIAL:		Agregado fino		CANTERA:		Trapiche
PESO INICIAL HUMEDO (g)		632.5		% W =		0.9
PESO INICIAL SECO (g)		627.0		MF =		2.94
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	13.4	2.1	2.1	97.9	95 - 100
Nº8	2.38	112.8	18.0	20.1	79.9	80 - 100
Nº 16	1.19	132.9	21.2	41.3	58.7	50 - 85
Nº 30	0.60	137.2	21.9	63.2	36.8	25 - 60
Nº 50	0.30	85.4	13.6	76.8	23.2	05 - 30
Nº 100	0.15	83.8	13.4	90.2	9.8	0 - 10
FONDO		61.5	9.8	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia

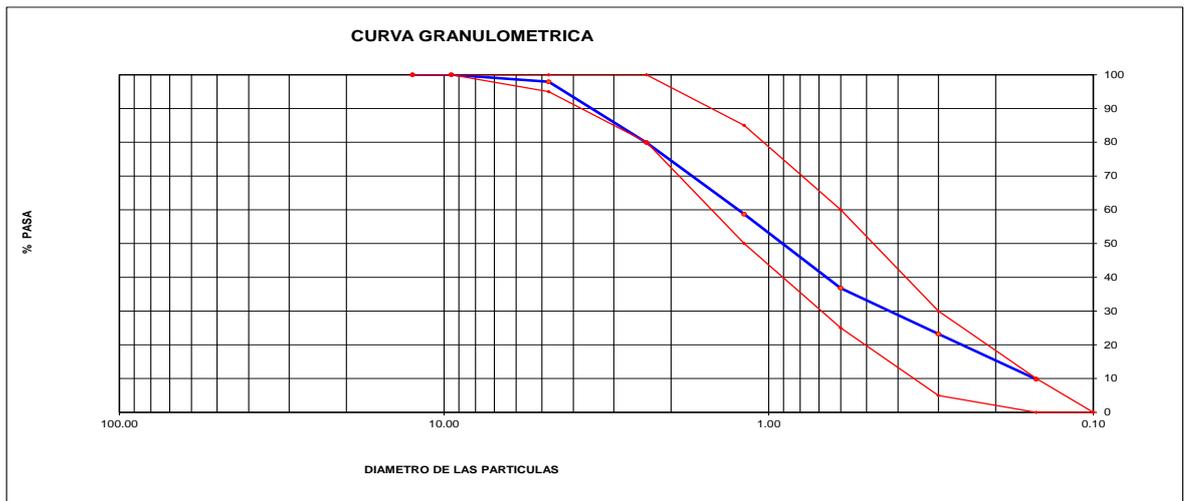


Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino

Los valores obtenidos en la tabla 16 y el gráfico 16 reflejan que se cumple los tamaños requeridos en la norma ASTM C136, dando así por aceptado el agregado fino.

Tabla 17. Cuadro de análisis de peso unitario del agregado fino

MATERIAL:	Agregado fino	CANTERA:	Trapiche
------------------	---------------	-----------------	----------

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6502	6487	6493
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4139	4124	4130
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.500	1.494	1.496
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.497		

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7332	7296	7309
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4969	4933	4946
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.800	1.787	1.792
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.793		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Cuadro de análisis de peso específico del agregado fino

MATERIAL:		Agregado fino	CANTERA:		Trapiche
MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	980.7	981.5	981.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	664.6	664	664.30
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	170.2	169.8	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	494.4	494.2	494.30
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.9

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.65	2.65
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.73	2.73	2.73
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.1	1.2	1.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Cuadro de análisis granulométricos del agregado grueso

MATERIAL:		Agregado Grueso		CANTERA: Trapiche		
PESO INICIAL HUMEDO (g)		4,235.00		% W = 0.1		
PESO INICIAL SECO (g)		4,232.40		MF = 6.78		
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	13.4	2.1	2.1	97.9	95 - 100
Nº8	2.38	112.8	18.0	20.1	79.9	80 - 100
Nº 16	1.19	132.9	21.2	41.3	58.7	50 - 85
Nº 30	0.60	137.2	21.9	63.2	36.8	25 - 60
Nº 50	0.30	85.4	13.6	76.8	23.2	05 - 30
Nº 100	0.15	83.8	13.4	90.2	9.8	0 - 10
FONDO		61.5	9.8	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia

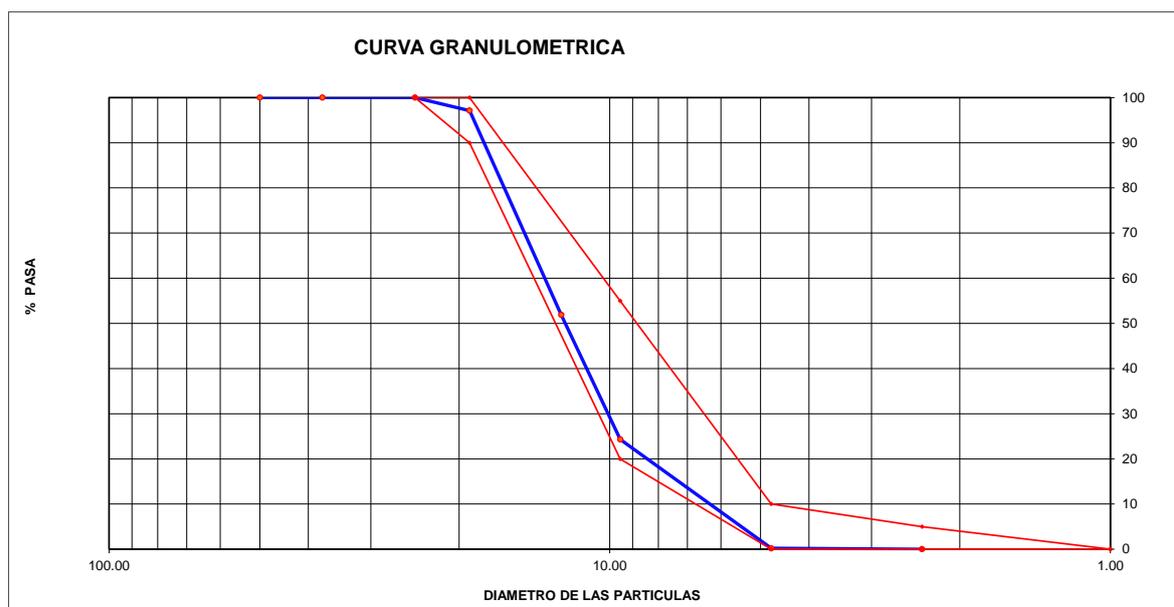


Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso

Los valores obtenidos en la tabla 19 y la gráfica 17 reflejan que se cumple los tamaños requeridos en la norma ASTM C136, Dando por aceptado el agregado grueso.

Tabla 20. Cuadro de análisis de peso unitario del agregado grueso

MATERIAL:	Agregado grueso	CANTERA:	Trapiche
------------------	-----------------	-----------------	----------

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30682	30664	30769
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20882	20864	20969
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.497	1.496	1.503
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.499		

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32453	32475	32492
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22653	22675	22692
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.624	1.625	1.627
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.625		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso

MATERIAL:	Agregado fino	CANTERA:	Trapiche
------------------	---------------	-----------------	----------

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1534.0	1578.0	1556.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco C	g	2409.0	2478.0	2443.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.67	2.66	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.1	1.2	1.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Cuadro de análisis granulométricos del grano de caucho

MATERIAL:		Agregado fino		CANTERA: Trapiche		
PESO INICIAL HUMEDO (g)		585.0		% W = 0.1		
PESO INICIAL SECO (g)		584.6		MF = 5.81		
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.76	472.5	80.8	80.8	19.2	
Nº8	2.38	112.1	19.2	100.0	0.0	
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 30	0.60	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 100	0.15	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0	

Fuente: Elaboración propia

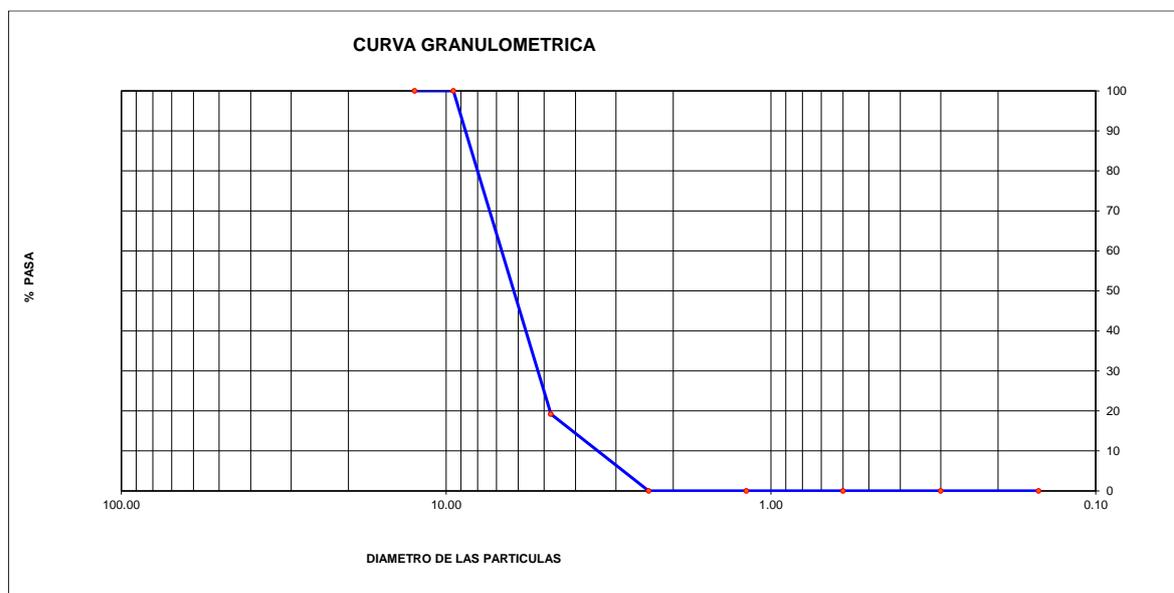


Gráfico 3. Curva granulométrica del grano de caucho

Los valores obtenidos en la tabla 22 y la gráfica 18 reflejan que los tamaños del grano de caucho quedan retenidos entre los tamices de 4 y 8, los cuales comprenden tamaños que oscilan entre 2.36mm y 4.75mm.

Tabla 23. Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso

MATERIAL:	Agregado fino	CANTERA:	Grupo Ramos
------------------	---------------	-----------------	-------------

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1534.0	1578.0	1556.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco C	g	2409.0	2478.0	2443.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.67	2.66	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.1	1.2	1.2

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla se elaboró mediante el método de diseño ACI 211, los cuales muestran los siguientes cálculos y resultados.

Tabla 24. Diseño de concreto patrón

f'c 280 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4	pulg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4 "			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523			
4	AGUA		200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³	
Volumen absoluto del cemento			0.1226	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2000	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		0.343
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3150	m ³ /m ³	0.657	
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Arcilla			0.0000	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			200	Lt/m ³		
AGREGADO FINO			835	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			913	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2330	Kg/m³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			842.3	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1	Kg/m ³		
ARCILLA 30%			#¡REF!	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.30	%	2.5	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO			1.10	%	10.0	Lts/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					12.5	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			213	Lts/m ³		
AGREGADO FINO			842	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2351	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)						
CEMENTO			12.24	Kg		
AGUA			6.80	Lts		
AGREGADO FINO			26.95	Kg		
AGREGADO GRUESO			29.25	Kg		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			86.4	g		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.20		A.F	2.21		
A.G	2.39		A.G	2.39		
H2o	23.62		H2o	23.6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Diseño de concreto con adición de 4% de caucho

f'c 280 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 4%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO					
1	ASENTAMIENTO		4	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523		
4	AGUA		200		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34		
B) ANÁLISIS DE DISEÑO					
FACTOR CEMENTO		382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³
Volumen absoluto del cemento			0.1226	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua			0.2000	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	
					0.343
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3024	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del caucho			0.0130	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
CEMENTO			383	Kg/m ³	
AGUA			200	Lt/m ³	
AGREGADO FINO			801	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			913	Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³	
CAUCHO 4%			13.130	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA			2297	Kg/m³	
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
AGREGADO FINO HUMEDO			808.6	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1	Kg/m ³	
CAUCHO 4%			13.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
			%	Lts/m³	
AGREGADO FINO			0.30	2.4	
AGREGADO GRUESO			1.10	10.0	
CAUCHO 4%			4.90	0.6	
				12.4	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				212.4	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
CEMENTO			383	Kg/m ³	
AGUA			212	Lts/m ³	
AGREGADO FINO			809	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³	
CAUCHO 4%			13.143	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA			2318	Kg/m³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)					
CEMENTO			19.89	Kg	
AGUA			11.05	Lts	
AGREGADO FINO			42.05	Kg	
AGREGADO GRUESO			47.53	Kg	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			140.4	g	
CAUCHO 4%			683.4	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)
C	1.0		C	1.0	
A.F	2.11		A.F	2.12	
A.G	2.39		A.G	2.39	
H2o	23.61		H2o	23.61	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Diseño de concreto con adición de 8% de caucho

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 8%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4	pulg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4 "			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523			
4	AGUA		200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO	382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³	
	Volumen absoluto del cemento		0.1226	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua		0.2000	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³		
						0.343
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.2900	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3420	m ³ /m ³		0.657
	Volumen absoluto del caucho		0.0250	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO		383	Kg/m ³		
	AGUA		200	Lt/m ³		
	AGREGADO FINO		769	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		913	Kg/m ³		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³		
	CAUCHO 8%		25.250	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2264	Kg/m³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO		775.4	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		914.1	Kg/m ³		
	CAUCHO 8%		25.3	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
			%	Lts/m³		
	AGREGADO FINO		0.30	2.3		
	AGREGADO GRUESO		1.10	10.0		
	CAUCHO 8%		4.90	1.2		
				12.4		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			212.4	Lts/m³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO		383	Kg/m ³		
	AGUA		212	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO		775	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		914	Kg/m ³		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³		
	CAUCHO 8%		25.275	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2284	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)						
	CEMENTO		19.89	Kg		
	AGUA		11.04	Lts		
	AGREGADO FINO		40.32	Kg		
	AGREGADO GRUESO		47.53	Kg		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		140.4	g		
	CAUCHO 8%		1314.3	g		
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)
	C	1.0			C	1.0
	A.F	2.03			A.F	2.03
	A.G	2.39			A.G	2.39
	H2o	23.59			H2o	23.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Diseño de concreto con adición de 12% de caucho

f'c 280 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 12%	1.01		0.1	5.0		
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4	pulg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4 "			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523			
4	AGUA		200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³	
Volumen absoluto del cemento			0.1226	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2000	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		0.343
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.2770	m ³ /m ³		0.657
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del caucho			0.0380	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			200	Lt/m ³		
AGREGADO FINO			734	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			913	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.380	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2230	Kg/m³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			740.7	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.4	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
				%	Lts/m³	
AGREGADO FINO			0.30		2.2	
AGREGADO GRUESO			1.10		10.0	
CAUCHO 12%			4.90		1.9	
					12.2	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					212.2	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			212	Lts/m ³		
AGREGADO FINO			741	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.418	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2249	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)						
CEMENTO			4.97	Kg		
AGUA			2.76	Lts		
AGREGADO FINO			9.63	Kg		
AGREGADO GRUESO			11.88	Kg		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			35.1	g		
CAUCHO 12%			499.4	g		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	1.94		A.F	1.94		
A.G	2.39		A.G	2.39		
H2o	23.58		H2o	23.58		

Fuente: Elaboración propia

Durante la elaboración del concreto patrón y los concretos de estudios, se realizaron los ensayos de slump conforme a la norma ASTM C143, en el proceso se obtuvo los siguientes valores:

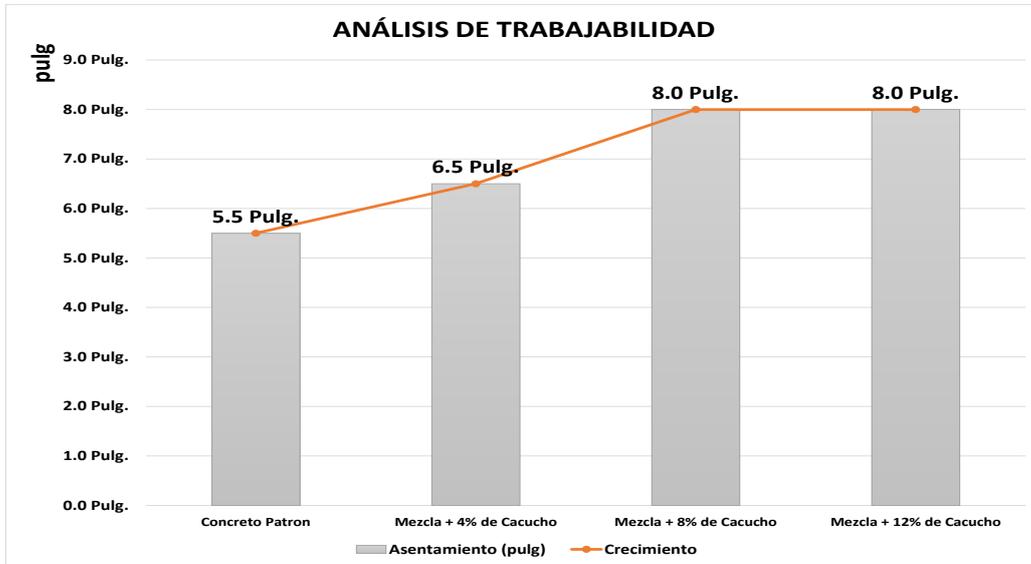


Gráfico 4. Curva de trabajabilidad

El gráfico 4 muestra que cuanto mayor porcentaje de grano de caucho se adicionan al concreto patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, la trabajabilidad es mayor. Por lo tanto, estos resultados responden a la **hipótesis específica 1**, demostrando que la adición de caucho al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ afecta positivamente la trabajabilidad del concreto en su estado fresco.



Figura 16. Medida del slump.

Para el cálculo del esfuerzo a la compresión que adquiere el concreto patrón y los concretos de estudio, se realizaron ensayos de rotura a los 7, 14 y 28 días, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 28. Resultados del ensayo a compresión para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tipos de muestra	7 días		14 días		28 días	
	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
Concreto Patrón	278.83	99.58	281.47	100.52	348.50	124.46
Mezcla + 4% de Caucho	261.70	93.46	277.87	99.24	323.40	115.50
Mezcla + 8% de Caucho	241.43	86.23	250.80	89.57	274.40	98.00
Mezcla + 12% de Caucho	221.17	78.99	235.93	84.26	238.70	85.25

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la tabla 28 son validados por los certificados de ensayos adjuntados en el anexo de la presente investigación, estos mismos fueron de apoyo para contratación de la **hipótesis específica 2** que a continuación se desarrolla:

Prueba de hipótesis con t student

“El valor mínimo del 4% de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ definirá la resistencia óptima a la compresión para el diseño de pavimento rígido “

Para verificar la resistencia óptima que adquiere el concreto al adicionarle caucho, evaluaremos las muestras con diferentes porcentajes y sus respectivos resultados.

+	C1	C2	C3	C4
	CONCRETO PATRON	CONCRETO + 4%	CONCRETO + 8%	CONCRETO + 12%
1	348.4	324.8	276.9	246.4
2	350.5	326.0	270.7	228.6
3	346.6	319.4	275.6	241.1
4				

Figura 17. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.

Utilizamos el diseño de investigación experimental, con observaciones después del mismo, obteniendo el siguiente diagrama.

GE: X-----Y

La evaluación estadística será a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

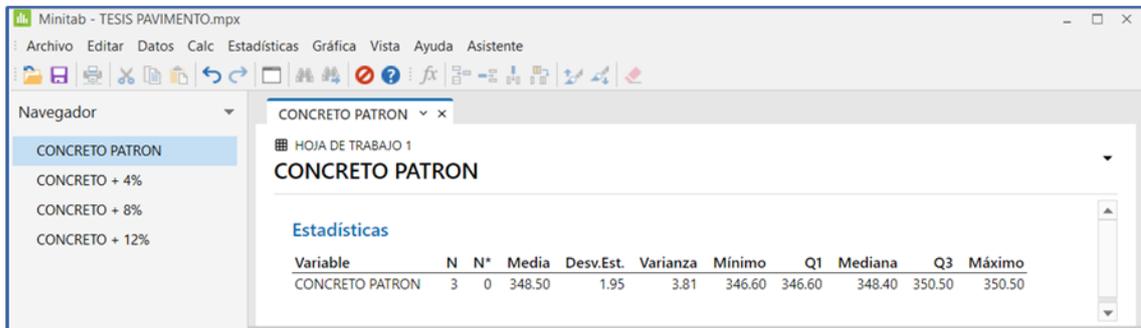


Figura 18. Resumen estadístico del concreto patrón

$$\mu=348.5 ; s=1.95 ; n=3$$

a. Prueba estadística t para el 4%

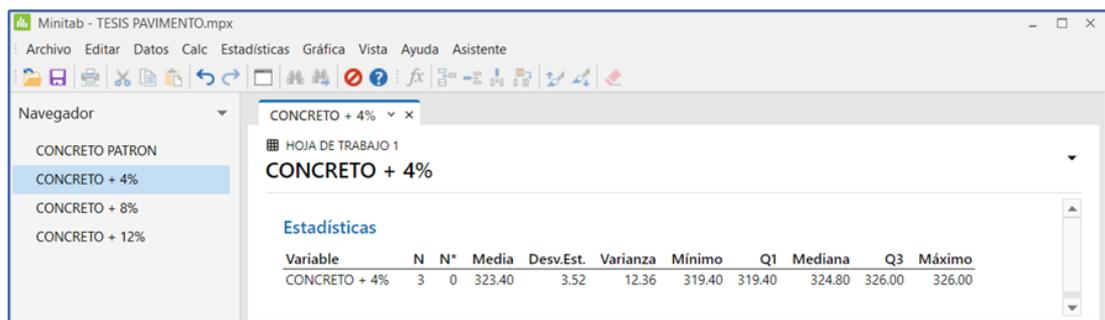


Figura 19. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho

a.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 323.4 ; s = 3.52 ; n = 3$$

a.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl= n-1=2$$

$$t=2.92$$

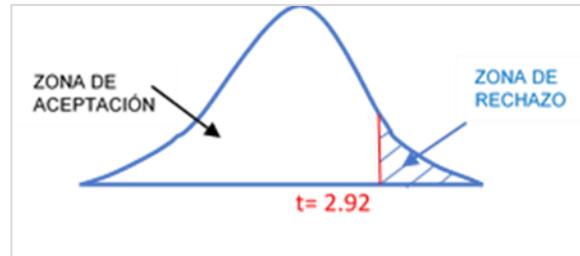


Figura 20. Límite y región crítica a la derecha

a.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = 348.5$; Con la adición del 4% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

$H_1: \mu > 348.5$; Con la adición del 4% de caucho al concreto la resistencia a la compresión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{323.4 - 348.5}{\frac{3.52}{\sqrt{3}}} = -12.35$$

a.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -12.35$ respecto a la resistencia a la compresión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 4% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

b. Prueba estadística t para el 8%

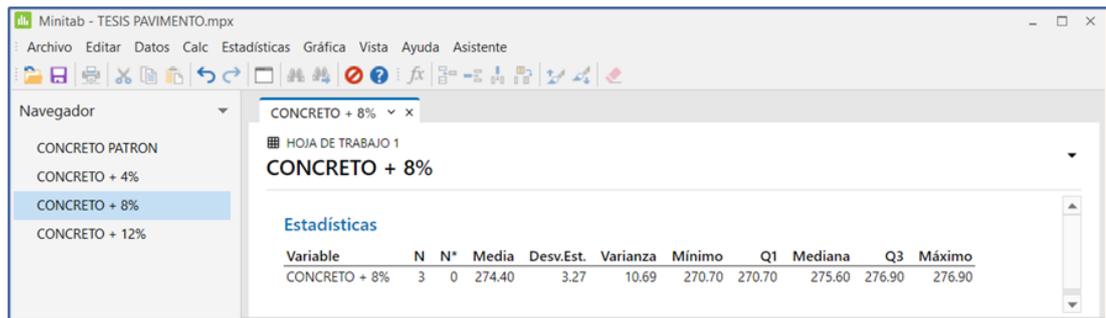


Figura 21. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.

b.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 274.4 ; s = 3.27 ; n = 3$$

b.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n-1=2$$

$$t=2.92$$

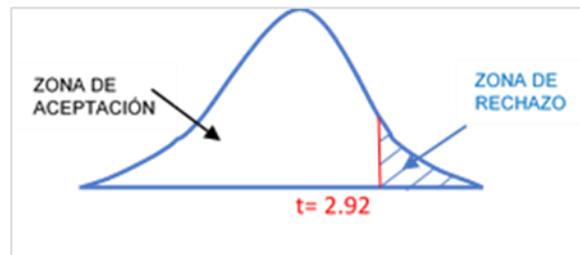


Figura 22. Límite y región crítica a la derecha

b.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

H_0 : $\mu = 348.5$; Con la adición del 8% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

H_1 : $\mu > 348.5$; Con la adición del 8% de caucho al concreto la resistencia a la compresión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{274.4 - 348.5}{\frac{3.27}{\sqrt{3}}} = -39.25$$

b.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -39.25$ respecto a la resistencia a la compresión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 8% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

c. Prueba estadística t para el 12%

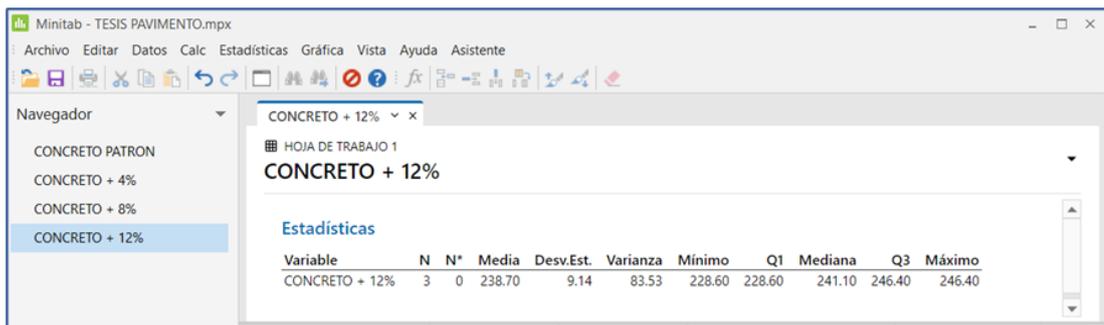


Figura 23. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho.

c.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 238.7 ; s = 9.14 ; n = 3$$

c.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n-1=2$$

$$t=2.92$$

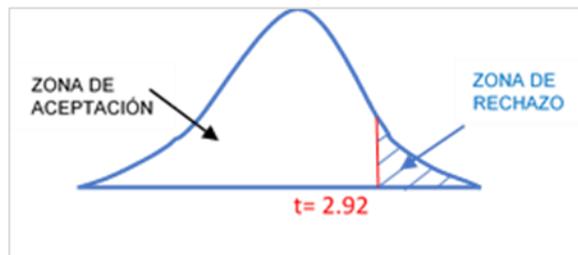


Figura 24. Límite y región crítica a la derecha

c.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

Ho: $\mu = 348.5$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

H1: $\mu > 348.5$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la compresión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{238.7 - 348.5}{\frac{9.14}{\sqrt{3}}} = -20.81$$

c.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -20.81$ respecto a la resistencia a la compresión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alterna (H1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

Tomando en cuenta los resultados mostrados en la contratación de hipótesis se demuestra que la adición del caucho afecta de forma negativa a la resistencia del concreto; sin embargo, los resultados de laboratorio muestran que el adicionar caucho hasta en un 4% logra cumplir con la resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Por otro lado, para el cálculo del esfuerzo a que adquiere el concreto patrón y los concretos de estudio, se realizaron ensayos a los 7 y 28 días, con la finalidad de evaluar el módulo de rotura del concreto, para nuestro caso ver si los especímenes llegan a cumplir con un $M_r = 35 \text{ kg/cm}^2$ de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29. Resultados del ensayo a flexión para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

TIPOS DE MUESTRA	7 DÍAS		28 DÍAS	
	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
Concreto Patrón	27.50	78.57	47.00	134.29
Mezcla + 4% de Caucho	28.50	81.43	43.00	122.86
Mezcla + 8% de Caucho	30.00	85.71	33.00	94.29
Mezcla + 12% de Caucho	33.50	95.71	32.50	92.86

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la tabla 29 son validados por los certificados de ensayos adjuntados en el anexo de la presente investigación, estos mismos fueron de apoyo para contratación de la **hipótesis específica 3** que a continuación se desarrolla:

Prueba de hipótesis con t student

“El concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición del caucho reciclado cumplirá el módulo de rotura requerida para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020. “

Para verificar el módulo de rotura que adquiere el concreto al adicionarle caucho, evaluaremos las muestras con diferentes porcentajes y sus respectivos resultados.

#	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	CONCRETO PATRON	CONCRETO + 4%	CONCRETO + 8%	CONCRETO + 12%			
1	47	43	33	32			
2	47	43	33	33			
3							

Figura 25. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.

Utilizamos el diseño de investigación experimental, con observaciones después del mismo, obteniendo el siguiente diagrama.

GE: X-----Y

La evaluación estadística será a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

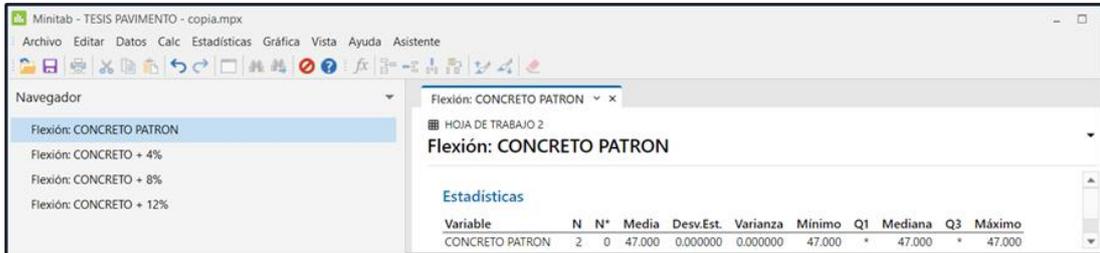


Figura 26. Resumen estadístico del concreto patrón



Figura 27. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho

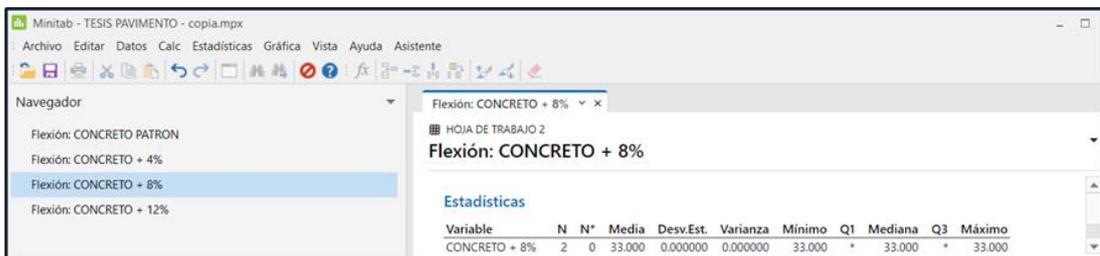


Figura 28. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho

Según las figuras 27 y 28 nuestras desviaciones estándar tienden a ser cero ya que los resultados de los ensayos a flexión dan un mismo valor a los 28 días, por lo que si reemplazamos a la fórmula de t student nos arroja un valor de cero.

a. Prueba estadística t para el 12%

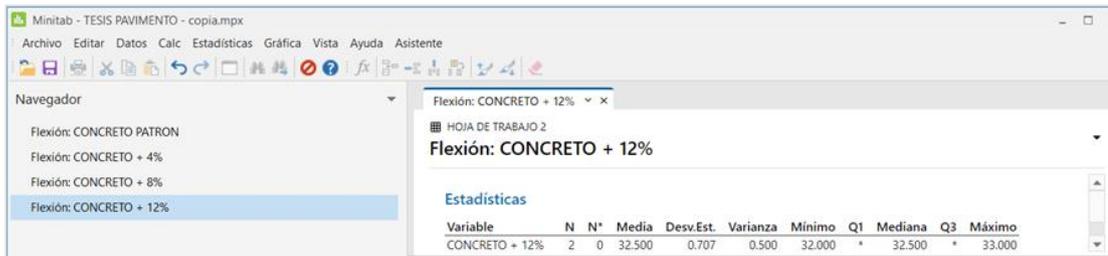


Figura 29. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho

a.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 32.5 ; s = 0.707 ; n = 2$$

a.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n - 1 = 1$$

$$t = 6.314$$

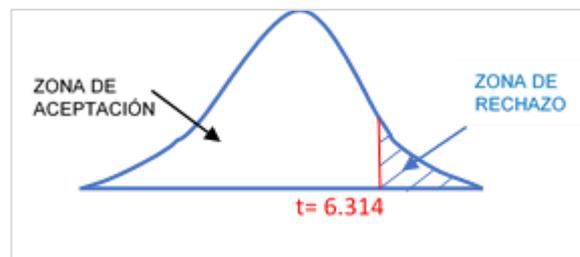


Figura 30. Límite y región crítica a la derecha

a.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

Ho: $\mu = 47$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la flexión no mejora.

H1: $\mu > 47$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la flexión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{32.5 - 47}{\frac{0.707}{\sqrt{2}}} = -35.5$$

a.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -35.5$ respecto a la resistencia a la flexión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la flexión no mejora.

Los resultados mostrados en la contratación de hipótesis demuestran que la adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ no mejora el módulo de rotura (M_r), por lo contrario, disminuye su resistencia. Sin embargo, los resultados de laboratorio muestran que al adicionar caucho hasta en un 4% pueden llegar a obtener un módulo de rotura de $M_r=43 \text{ kg/cm}^2$, superando al $M_r=35 \text{ kg/cm}^2$ que se requiere para el diseño de pavimento rígido.

Por último, el concreto patrón y los concretos de estudio fueron sometidos a los ensayos de retracción a los días 1, 3, 7, 28 y 56, con la finalidad de evaluar el cambio volumétrico que se genera en los concretos de estudios en comparación al concreto patrón. De los ensayos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 30. Resultados del ensayo a retracción

TIPOS DE MUESTRA	1 día	3 día	7 día	28 día	56 día
	ΔL_m				
Concreto Patrón	-0.010237	-0.014305	-0.016237	-0.023593	-0.029763
Mezcla + 4% de Caucho	-0.009966	-0.013085	-0.015390	-0.021153	-0.028068
Mezcla + 8% de Caucho	-0.010407	-0.012881	-0.015051	-0.020169	-0.026881
Mezcla + 12% de Caucho	-0.009017	-0.010136	-0.012746	-0.014746	-0.016983

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la tabla 29 son validados por los certificados de ensayos adjuntados en el anexo de la presente investigación, estos mismos fueron de apoyo para contratación de la **hipótesis general** que a continuación se desarrolla:

Prueba de hipótesis con t student

“La adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ producirá efectos negativos en su estado endurecido.”

Para verificar si la adición de caucho al concreto producirá efectos negativos, evaluaremos la contracción mediante el cambio volumétrico de las distintas muestras con diferentes porcentajes.

	C1	C2	C3	C4
	CONCRETO PATRON	CONCRETO + 4%	CONCRETO + 8%	CONCRETO + 12%
1	-0.0102373	-0.0099661	-0.0104068	-0.0090169
2	-0.0143051	-0.0130847	-0.0128814	-0.0101356
3	-0.0162373	-0.0153898	-0.0150508	-0.0127458
4	-0.0235932	-0.0211525	-0.0201695	-0.0147458
5	-0.0297627	-0.0280678	-0.0268814	-0.0169831

Figura 31. Valores de cambios volumétricos adquiridas.

Utilizamos el diseño de investigación experimental, con observaciones después del mismo, obteniendo el siguiente diagrama.

GE: X-----Y

La evaluación estadística será a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.



Figura 32. Resumen estadístico del concreto patrón

$$\mu = -0.01883 ; s = 0.0078 ; n = 5$$

a. Prueba estadística t para el 4%

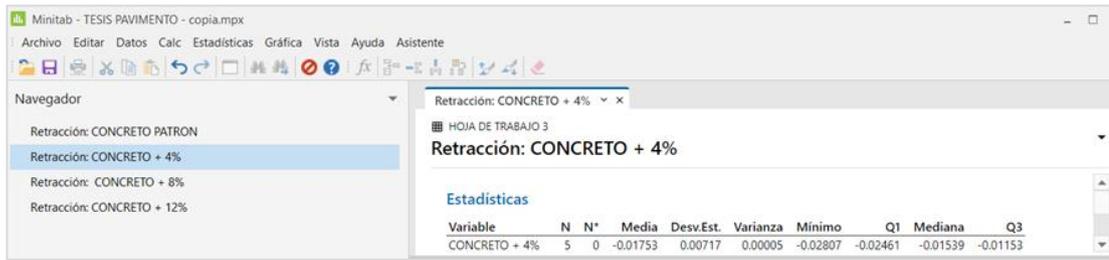


Figura 33. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho

a.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = -0.01753 ; s = 0.00717 ; n = 5$$

a.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n-1=4$$

$$t=2.132$$

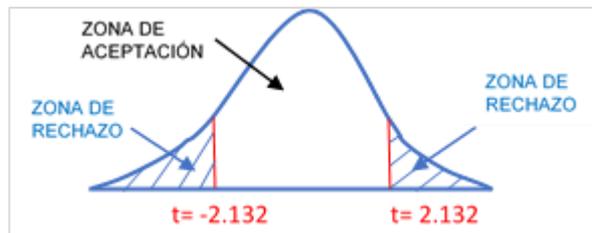


Figura 34. Límite y región crítica a la derecha

a.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

Ho: $\mu = -0.01883$; El concreto con la adición del 4% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

H1: $\mu \neq -0.01883$; El concreto con la adición del 4% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{-0.01753 - (-0.01883)}{\frac{0.00717}{\sqrt{5}}} = 0.405$$

a.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = 0.405$ respecto al cambio volumétrico del concreto se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, el concreto con la adición del 4% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

b. Prueba estadística t para el 8%



Figura 35. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.

b.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = -0.01708 ; s = 0.00656 ; n = 5$$

b.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n-1=4$$

$$t=2.132$$

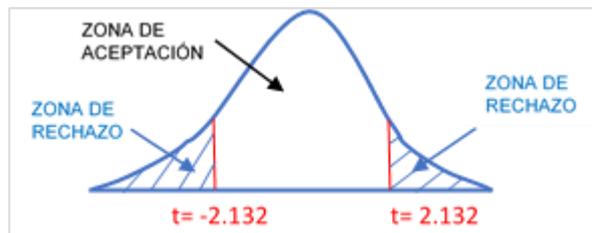


Figura 36. Límite y región crítica a la derecha

b.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = -0.01883$; El concreto con la adición del 8% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

H1: $\mu \neq -0.01883$; El concreto con la adición del 8% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{-0.01708 - (-0.01883)}{\frac{0.00656}{\sqrt{5}}} = 0.597$$

b.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = 0.597$ respecto al cambio volumétrico del concreto se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, el concreto con la adición del 8% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

c. Prueba estadística t para el 12%

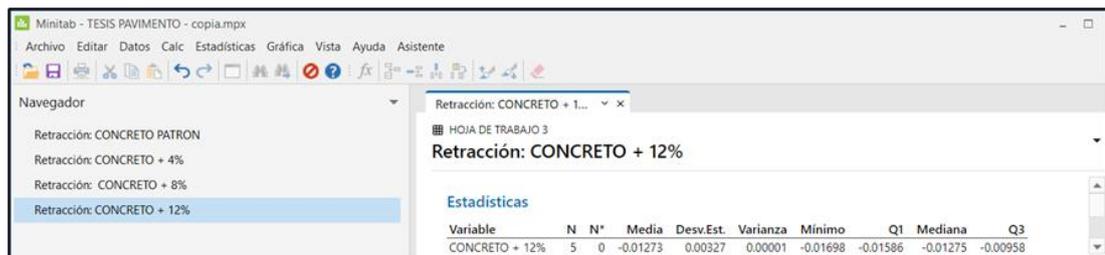


Figura 37. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho.

c.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = -0.01273 ; s = 0.00327 ; n = 5$$

c.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n - 1 = 2$$

$$t = 2.132$$

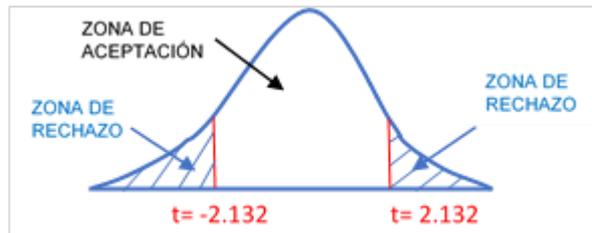


Figura 38. Límite y región crítica a la derecha

c.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = -0.01883$; El concreto con la adición del 12% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

$H_1: \mu \neq -0.01883$; El concreto con la adición del 12% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{-0.01273 - (-0.01883)}{\frac{0.00327}{\sqrt{5}}} = 4.17$$

c.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = 4.17$ respecto al cambio volumétrico del concreto se encuentra en la región de rechazo, por tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y se aceptamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, El concreto con la adición del 12% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

Tomando en cuenta los resultados mostrados en la contratación de hipótesis se demuestra que los concretos con 4% y 8% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto patrón; sin embargo, el concreto con 12% de caucho sufre diferente cambio volumétrico, este último demuestra menor cambio de longitud. Por lo tanto, los resultados de hipótesis y de laboratorio muestran que al adicionar el 12% de caucho se puede reducir los efectos de contracción.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de nuestros hallazgos encontrados, negamos nuestra hipótesis general, ya que la adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ produce efectos positivos en su estado endurecido. Para nuestro caso la adición del 12% de caucho disminuye los efectos de retracción del concreto patrón en un 0.016%, por ende, disminuye la aparición de fisuras.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Chávarri y Falen (2020), quienes señalan que la incorporación de caucho de 20% al concreto cuyo tamaño de grano es 20 mm logra reducir la contracción en un 0.006% debido a su naturaleza blanda, sin embargo. Dicho resultado es coherente con lo que en la presente investigación se halla.

Sin embargo, en lo que no concuerda el estudio presentado por ellos en comparación con nuestra investigación, son los tiempos donde fueron medidos la diferencia de longitud de las muestras, ellos tomaron 8 lecturas en un tiempo máximo de 35 días mientras que nosotros tomamos 5 lectura en un tiempo máximo de 56 días.

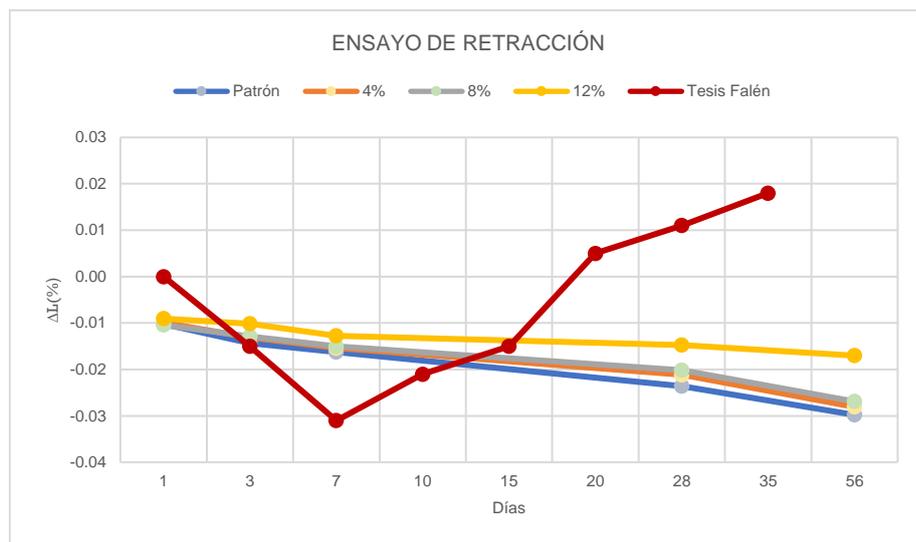


Figura 39. Discusión de resultados de retracción

Nuestros resultados sobre el slump del concreto con adición de caucho de 4%, 8% y 12% en reemplazo al agregado fino, demuestra mayor trabajabilidad que el concreto patrón, resultados que no concuerdan con la investigación de Liévano (2017), quién señala que el concreto con incorporación de caucho no es trabajable ya que lo valores de slump obtenidos fueron como máximo 0.08 pulgadas. Por otra parte, los resultados de slump de la presente investigación si guardan relación con lo que sostiene Venegas (2016), Chavarri y Falén (2020), ya que indican que la adición de caucho no disminuye la trabajabilidad del concreto fresco.

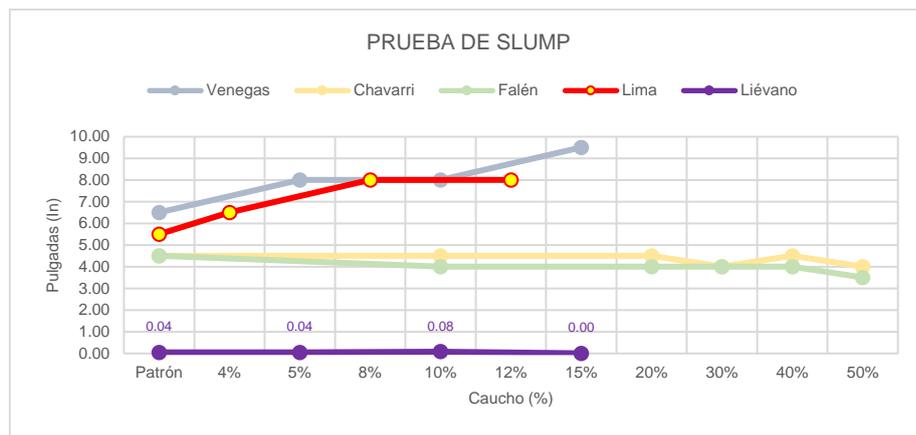


Figura 40. Discusión de resultados de slump

Respecto a nuestros resultados de los ensayos a la compresión, se demostró que la adición del 4% de caucho al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ es la óptima, ya que cumple con la resistencia de diseño, por lo contrario, Liévano (2017) y Venegas (2016) especifican que la adición de caucho al concreto disminuye su resistencia a la compresión. Sin embargo, Gonzales (2017) demostró que la adición de caucho al concreto no disminuye la resistencia a la compresión, siempre y cuando este sea añadido hasta en un 2% como máximo.

Con referencia a nuestros resultados de ensayo a la flexión, se deduce que el concreto con adición de 4% de caucho adquiere un módulo de rotura de $M_r=43 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, sobrepasando la resistencia mínima de 35 kg/cm^2 que se requiere para el diseño de pavimento rígido, según norma CE.010 de pavimentos urbanos, por lo que se podría asumir que las investigaciones de Venegas (2016), Chavarri y Falén (2020) son correctas, cuando mencionan que la mayoría de sus concretos de estudio cumplen favorablemente el módulo de rotura en comparación al concreto patrón.

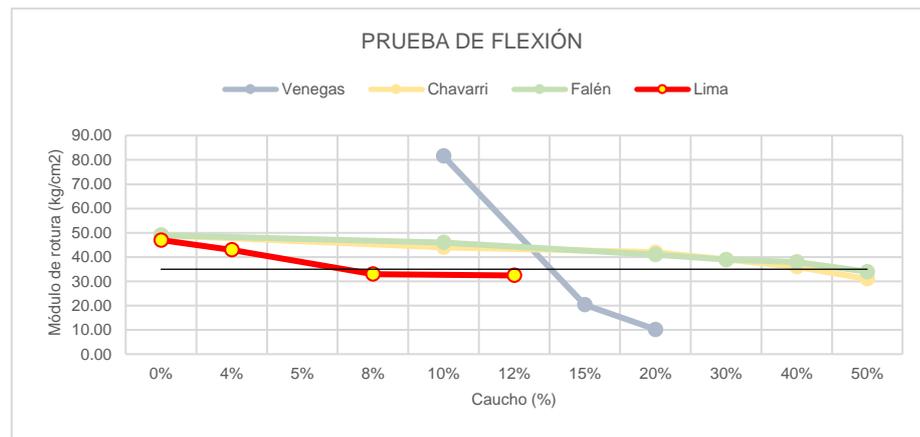


Figura 41. Discusión de resultados de flexión.

Nuestros resultados sobre la adición de caucho reciclado al concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido, tienen mucha relación con los resultados obtenidos en la investigación de los autores Chavarri y Falen (2020), demostrando que el concreto con adición caucho en remplazo al agregado fino puede ser una alternativa en la construcción de pavimentos rígidos, siempre y cuando este no exceda el 4%, ya que esta proporción de adición no perjudica su trabajabilidad, cumplen con tener el 115.5% de su f'_c de diseño y su módulo de rotura requerido alcanza el 122.85%.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ no produce efectos negativos en su estado endurecido, por lo contrario, al incrementar caucho se logra disminuir los efectos de contracción, lo que ayuda a minimizar la aparición de fisuras. Para nuestro caso el concreto con adición de 4% y 8% reducen ligeramente la contracción, mientras que el 12% de adición de caucho es la que más aporta a la disminución de la contracción.
2. Se comprobó que la adición de caucho no disminuye la trabajabilidad en su estado fresco del concreto, por lo contrario, la trabajabilidad se incrementa en cuanto mayor porcentaje de caucho se adiciona, para nuestro caso un 12% logró 8" de slump, 2.5" más que el concreto patrón.
3. Se encontró que al adicionar el 4% de caucho al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. cumple con la dosificación óptima, ya que esta mezcla a los 28 días llega a adquirir una resistencia $f'c=323.4 \text{ kg/cm}^2$, el cual representa 115% de su resistencia de diseño.
4. Se relacionó los resultados de módulo de rotura obtenidos para las distintas muestras de concreto, viéndose que la resistencia se incrementa proporcionalmente cuanto mayor adición de caucho se incorpore al concreto, para nuestro caso el concreto con la adición del 4% de caucho logra adquirir un módulo de rotura $Mr=43 \text{ kg/cm}^2$, resistencia válida para catalogarlo como un concreto estructural para pavimentos.

VII. RECOMENDACIONES

Para el reemplazo de caucho por el agregado fino se debe emplear caucho que tengan forma de grano (entre 2.36 mm a 4.75 mm) y no las que tenga forma de hilo, ya que éstas últimas presentan finos y se asemejan al agregado.

Para poder usar el concreto con adición de caucho, es necesario utilizar un aditivo plastificante, ya que el concreto se auto compacta durante su elaboración y reduce la aparición de porcentajes de vacíos.

Dado que las pruebas de contracción para nuestra investigación han sido desarrolladas de forma preliminar, se recomienda que en las posteriores investigaciones se utilicen mayores recursos para el estudio de mayores ensayos, así ahondar este tipo de investigación.

Teniendo en cuenta que nuestra investigación presenta resultados favorables en las propiedades mecánicas del concreto, se recomienda que en las posteriores investigaciones realicen un estudio al comportamiento de un pavimento rígido de un área de 15 m², con la finalidad de analizar los fenómenos físicos que ocurren en el elemento cuando está sometido a la intemperie.

REFERENCIAS

Anuario de estadísticas ambientales 2015. Instituto nacional de estadísticas e informática. Diciembre de 2015. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/

Ate: Pista recién inaugurada en avenida Urubamba termina hundiéndose [en línea]. rpp.pe. 24 de julio de 2017. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://rpp.pe/lima/actualidad/ate-pista-recien-inaugurada-en-avenida-urubamba-termina-hundiendose-noticia-1066081?ref=rpp>

ASTM (Estados Unidos). ASTM D395, American Society for Testing and Materials. Florida: MTS, 2018. 8 pp.

ASTM (Estados Unidos). ASTM D412, American Society for Testing and Materials. Florida: MTS, 2016. 14 pp.

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3.^a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 141 pp.
ISBN: 978-607-744-748-1

CAUCHO: Comportamiento Mecánico. Erica aislamiento - estanqueidad. 2019. Disponible: <http://www.eric.es/web/mecanica-de-los-cauchos/>

CONSTRUYENDO con juan seguro. Recurso internet [en línea]. Lima: Aceros Arequipa. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_32/capacitandonos-propiedades-del-concreto-3.html

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.

CARRETERAS en mal estado y centros de emergencia para la mujer. Centro de noticias del congreso. 31 de mayo de 2018. Disponible en: <https://comunicaciones.congreso.gob.pe/noticias/carreteras-en-mal-estado-y-centros-de-emergencia-para-la-mujer/>

CHIMBORAZO, Luis, CAISA, Elías y MIRANDA, Rodrigo. Trituración de neumáticos reciclados como desencadenantes en los procesos industriales en la Provincia de Tungurahua. Revista publicando [en línea]. Volumen 4, n° 12. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/715>
ISSN: 1390-93

CHÁVARRI, Luis y FALEN, Jorge. Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2020. 144 pp.

CONTRERAS, Rodrigo. Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada del Norte, facultad de ingeniería, 2018. 132pp.

Desarrollo de hormigones resistentes con fibras de caucho reciclado. Zicla. 13 de abril de 2020. Disponible en: <https://www.zicla.com/project/hormigones-con-fibras-de-caucho-reciclado/>

DIFERENCIA entre caucho natural y caucho reciclado [Mensaje en un blog]. Panamá: Soto, I., (12 de abril de 2019). [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Recuperado de <https://diferencias.info/diferencia-entre-caucho-natural-y-caucho-sintetico/>

Estadística - Servicios de Transporte Terrestre por Carretera - Parque Automotor. Plataforma digital única del estado peruano. 12 de marzo de 2020. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344892-estadistica-servicios-de-transporte-terrestre-por-carretera-parque-automotor>

FERNÁNDEZ, Lourdes. Sin criterio técnico para reparar pistas [en línea]. Perú 21.PE. 15 de noviembre de 2011. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://peru21.pe/lima/criterio-tecnico-reparar-pistas-4598-noticia/?ref=p21r>

GUIA del contratista para la construcción en concreto de calidad por ASCC y ACI [et al.]. Estados unidos: American Concrete Institute, 2011. 160 pp. ISBN: 0-87031-408-4

GONZÁLEZ, José. Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 92 pp.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.a ed. México, McGraw-Hill, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

IMPACTO ambiental [Mensaje en un blog]. Santiago de Chile: Gestión en Recursos Naturales, (2018). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible de <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>

IMPACTO de la contaminación ambiental en el Perú [Mensaje en un blog]. Lima: Universidad Privada del Norte, (30 de noviembre de 2016). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible de <https://blogs.upn.edu.pe/carreras-para-adultos-que-trabajan/2016/04/19/impacto-la-contaminacion-ambiental-peru/>

LEAN Pavement Design – AASHTO 93 Verificado por Elementos Finitos para la Optimización de Pavimentos Urbanos de Concreto [Mensaje en blog]. Lima: Becerra, M., (25 de noviembre de 2015). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://www.flujoalterno.pe/single-post/2015/11/25/Lean-Pavement-Design-%E2%80%93-AASHTO-93-Verificado-por-Elementos-Finitos-para-la-Optimizaci%C3%B3n-de-Pavimentos-Urbanos-de-Concreto>

LIÉVANO, Lina. Análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos. Tesis (Magister en Construcción). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, facultad de artes, 2017. 111 pp.

LÓPEZ, Sebastián. Concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Envigado: Universidad EIA, Facultad de Ingeniería, 2018. 60 pp.

Los beneficios del reciclado de neumáticos [Mensaje en un blog]. Salt Lake City: Eco green, (30 de junio de 2014). Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://ecogreenequipment.com/es/benefits-of-recycling-tires/>

MANUAL del concreto estructural por Joaquín Porrero [et al.]. Caracas: Abaco arte, 2014. 503 pp.

ISBN: 978-980-7658-00-3

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.

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.

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Norma CE.010. Decreto Supremo N° 001-2010-Vivienda. Lima: MVCS, 2010. 79 pp.

NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación. Colombia: Ediciones de la U, 2011. 155 pp.

ISBN: 978-958-8675-94-7

Propiedades del caucho. vulcanización. [Mensaje en un blog]. Argentina: Quimica y algo más, (18 de enero de 2014). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://quimicayalgomas.com/quimica-organica/hidrocarburos/propiedades-del-caucho-vulcanizacion/>

PROPIEDADES del concreto. Geoseismic. 01 de diciembre de 2017. Disponible en: <http://www.geoseismic.cl/propiedades-del-concreto/>

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, 2019. 164pp.

ROMOJARO, Raúl. ¿Dónde están las peores carreteras de España? [en línea]. Motor.elpais.com. 06 de agosto de 2018. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://motor.elpais.com/actualidad/peores-carreteras-espana/>

RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. PAVIMENTOS: materiales, construcción y diseño. Bogotá: Editorial Macro, 2015. 605 pp.
ISBN: 978-958-771-175-2

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018, 144 pp.

ISBN: 978-612-47351-4-1

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.

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.

THOMA, Ulrich, DOMINGUEZ, Gabriela y BOLAÑOS, Juan. De lo insostenible a lo sustentable. México: Ilexe editorial, 2013, 358 pp.

ISBN: 978-607-95539-4-4

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.

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/>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Adición de caucho Reciclado	<p>“Se le denomina caucho reciclado, al caucho reutilizado de los neumáticos que cumplieron su vida útil, este elemento además de ser un residuo aprovechable es usado en infinidad de aplicaciones” (Chávarri y Falen, 2020, p. 43).</p>	<p>Se lleva acabo el reciclaje de los neumáticos que se encuentran en desuso, para luego proceder con la obtención del caucho mediante el proceso de trituración.</p>	Propiedades Físicas	Tracción	Razón
				Abrasión	
				Compresión	
			Proporción de caucho	4% de fibra	
				8% de fibra	
				12% de fibra	
			Impacto Ambiental	Ventaja	
Desventaja					
Concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido	<p>Los pavimentos reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que le constituye, esta losa trabaja de forma estructural absorbiendo casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las cargas cíclicas de tránsito, transfiriendo en menor intensidad los esfuerzos a las subcapas que sirven de base (MTC, 2014, p. 224).</p>	<p>Se diseña una mezcla patrón de concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido, luego se realiza tres (03) especímenes de control incorporando un 4%, 8% y 12% de fibras de caucho en reemplazo proporcional del agregado fino. Finalmente evaluar las propiedades del concretos producidos en su estado fresco y estado endurecido.</p>	Concreto Fresco	Trabajabilidad	Razón
				Exudación	
			Concreto Endurecido	Compresión	
				Flexión (MR)	
				Retracción	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Matriz de Consistencia

Título: Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			MÉTODO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE I	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Qué efecto produce la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Determinar el efecto que produce la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	La adición de caucho en el concreto $f'c=280$ kg/cm ² producirá efectos negativos en su estado endurecido.	Adición de Caucho Reciclado	Propiedades Físicas	Tracción	MÉTODO: Cuantitativo DISEÑO METODOLÓGICO: Experimental TIPO DE INVESTIGACIÓN: Explicativo, aplicada.
					Abrasión	
					Compresión	
				Dosificación de caucho	4% de caucho	
			8% de caucho			
				12% de caucho		
			Impacto Ambiental	Ventajas		
				Desventajas		
¿La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² disminuirá la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Comprobar si la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² disminuye la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² afectaría la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	VARIABLE II	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Qué porcentaje de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² representa una óptima dosificación para el diseño de pavimento en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Encontrar el porcentaje óptimo de la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	El valor mínimo del 4% de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² definirá la resistencia óptima para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	Concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido	Concreto Fresco	Trabajabilidad	
					Exudación	
				Concreto Endurecido	Compresión	
					Flexión (MR)	
¿Cómo se relaciona la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Relacionar los resultados de la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Llanos, Ate 2020.	El concreto $f'c=280$ kg/cm ² con adición del caucho reciclado cumplirá el módulo de rotura requerida para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.			Retracción	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. Instrumento de validación tipo encuesta

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:

2. Código CIP:

3. Correo:

4. Celular:

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEMS	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?					
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?					
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?					
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C. 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?					
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos, ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?					
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?					
7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?					
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?.					

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "**Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020**", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	
2. Código CIP:	
3. Correo:	
4. Celular:	

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?					
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204 ,NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?					
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C 1602 M y ACI 318S-14: potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?					
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?					
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?					
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?					
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?					
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedia a la compresión (F'_{cr})?					

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 11

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. Validación de instrumentos rellenos

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto f'c=280 kg/cm 2 para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	ORELLANA LAZO, Adherlyn Ricardo
2. Código CIP:	184702
3. Correo:	aorellana@jlvconsultores.com
4. Celular:	987814234

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

N°	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional: ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia (F'c) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos, ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				
7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.0347.			X		



 ADHERLYN RICARDO
 ORELLANA LAZO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 184702

9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASIM C33M o ASTM C330M: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14: potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				


 ADHERLYNN RICARDO
 ORELLANA LAZO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 184702

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	PUÉMAPE CALDERÓN, Luis Santos
2. Código CIP:	184719
3. Correo:	lpuemape@jlvconsultores.com
4. Celular:	960430354

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



ING. LUIS PUÉMAPE CALDERÓN
JEFE DE SUPERVISIÓN
JLV CONSULTORES

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?			X		
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?		X			
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'cr) y no con la resistencia de diseño (F'c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'cr)?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por sus propiedades elásticas en la pregunta 10.



 ING. LUIS PUEMAPE CALDERÓN
 JEFE DE SUPERVISIÓN
 JLV CONSULTORES

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto f'c=280 kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ale 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	LUDEÑA MEDINA, María Mercedes
2. Código CIP:	50999
3. Correo:	mludena@jvconsultores.com
4. Celular:	955170066

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional, ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma C.E.U.U de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿formaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión, ¿usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mide por su resistencia (F'c) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos, por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos, ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión, cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura, ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?			X		


 MARÍA MERCEDES LUDEÑA MEDINA
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50999

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?			X		
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1402 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 208 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?			X		
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?		X			
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'cr) y no con la resistencia de diseño (F'cd)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'cr)?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.


MARÍA MERCEDES LUDEÑA MEDINA
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50999

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	ESPINOZA PICCONE, Manuel
2. Código CIP:	202083
3. Correo:	Emilioep.15@gmail.com
4. Celular:	950411149

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



MANUEL EMILIO
ESPINOZA PICCONE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 202083

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'cr) y no con la resistencia de diseño (F'c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'cr)?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por sus propiedades elásticas en la pregunta 10.


**MANUEL EMILIO
 ESPINOZA PICCOME
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 202083**

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	NUÑEZ VICENTE, Víctor Jesús
2. Código CIP:	208174
3. Correo:	vnunez@jvconsultores.com
4. Celular:	943346045

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?			X		
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia (F'c)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?			X		
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	PEREYRA ROJAS, Edgar Jesus
2. Código CIP:	848991
3. Correo:	-
4. Celular:	987667820

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.- INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título **"Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020"**, para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.- DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	TORRES MONTESINOS, Francisco Wilfredo
2. Código CIP:	19729
3. Correo:	wtorres@ilvconsultores.com
4. Celular:	990083612

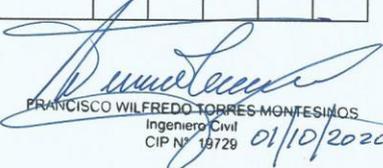
III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

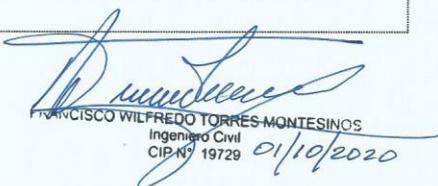
N°	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional: ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($f'c$) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				


 FRANCISCO WILFREDO TORRES MONTESINOS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 19729

01/10/2020

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204 ,NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'cr) y no con la resistencia de diseño (F'c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'cr)?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elásticas en la pregunta 10.


 FRANCISCO WILFREDO TORRES MONTESINOS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 19729 01/10/2020

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	GUZMÁN HUAMAN, Jean Carlos
2. Código CIP:	204613
3. Correo:	jeanguzman0406@gmail.com
4. Celular:	988801627

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?			X		
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?			X		

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?			X		
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?			X		
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?			X		
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?			X		
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?			X		

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	MAXIMILIANO VELASQUEZ, Elmer Jaime
2. Código CIP:	202148
3. Correo:	emaximiliano@jlvconsultores.com
4. Celular:	986607667

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?			X		
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?			X		
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.



JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	PIZARRO ANDAHUA, Rafael Alejandro
2. Código CIP:	184716
3. Correo:	rpizarro@jlvconsultores.com
4. Celular:	946359593

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?			X		
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?			X		
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.



JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	LUCAS CARRILLO, Leandro Maximovich
2. Código CIP:	193575
3. Correo:	lmucas@jlvconsultores.com
4. Celular:	

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	QUIÑÓNEZ ESPINOZA, Joseph Alberto
2. Código CIP:	195753
3. Correo:	jquinones@jvconsultores.com
4. Celular:	959146161

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?			X		
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	MANCHEGO MEZA, Juan Alfredo
2. Código CIP:	200816
3. Correo:	zealperu@gmail.com
4. Celular:	975106859

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?			X		
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia (F'c)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?				X	
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?			X		

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'cr) y no con la resistencia de diseño (F'c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'cr)?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

Juancho Maza
 Juancho Maza J.A.
 Inge. INE. CIVIL
 C.I.P. N° 290818

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	GOMEZ CAMPOS, Julian
2. Código CIP:	185596
3. Correo:	gjulian@hotmail.com
4. Celular:	914170567

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?			X		
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	JURADO TASAYCO, Sebastian
2. Código CIP:	243694
3. Correo:	sjurado@huanwil.pe
4. Celular:	972715240

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?			X		
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?		X			
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.



JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	GUTIERREZ BAZAN, Miguel Rodolfo
2. Código CIP:	170337
3. Correo:	mgutierrezb@uni.pe
4. Celular:	941929958

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	SALDAMANDO CAMAC, Carlos Edu
2. Código CIP:	170337
3. Correo:	-
4. Celular:	-

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204 ,NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

ANEXO 06: Resultados del ensayo de Retracción



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

ENSAYO DE MATERIALES	F-ID-31	Revisión: 01
	CAMBIOS DE LONGITUD DEL CONCRETO Y MORTERO ENDURECIDO	

Cambios de longitud del concreto y mortero endurecido ASTM C157

TESIS : "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"

SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE

FECHA : 13-11-2020

Muestra	Edad	Fecha de lectura	Longitud efectiva de calibración (G)	Lectura de espécimen de concreto (mm)	Diferencia de la lectura actual e inicial (mm)	Cambio de longitud %	Temp. de lectura (°C)
PATRON	INICIAL	17-Set	295.0000	0.9984	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	0.9682	-0.0302	-0.010237288	21.5
	3d	20-Set	295.0000	0.9562	-0.0422	-0.014305085	21.6
	7d	24-Set	295.0000	0.9505	-0.0479	-0.016237288	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	0.9288	-0.0696	-0.023593220	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	0.9106	-0.0878	-0.029762712	22.5
4% DE CAUCHO	INICIAL	17-Set	295.0000	1.3210	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	1.2916	-0.0294	-0.009966102	21.5
	3d	20-Set	295.0000	1.2824	-0.0386	-0.013084746	21.6
	7d	24-Set	295.0000	1.2756	-0.0454	-0.015389831	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	1.2586	-0.0624	-0.021152542	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	1.2382	-0.0828	-0.028067797	22.5
8% DE CAUCHO	INICIAL	17-Set	295.0000	0.9869	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	0.9562	-0.0307	-0.010406780	21.5
	3d	20-Set	295.0000	0.9489	-0.0380	-0.012881356	21.6
	7d	24-Set	295.0000	0.9425	-0.0444	-0.015050847	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	0.9274	-0.0595	-0.020169492	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	0.9076	-0.0793	-0.026881356	22.5
12% DE CAUCHO	INICIAL	17-Set	295.0000	1.0560	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	1.0294	-0.0266	-0.009016949	21.5
	3d	20-Set	295.0000	1.0261	-0.0299	-0.010135593	21.6
	7d	24-Set	295.0000	1.0184	-0.0376	-0.012745763	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	1.0125	-0.0435	-0.014745763	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	1.0059	-0.0501	-0.016983051	22.5

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 07: Resultados del ensayo de Flexión



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

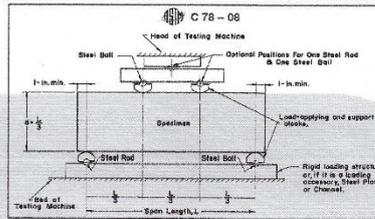
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		REALIZADO POR :	P. Tasayco
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		REVISADO POR :	D. Ceoto
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	12/10/2020
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN :	: 12/10/2020			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	28 kg/cm2
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	27 kg/cm2
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	47 kg/cm2
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	47 kg/cm2



- OBSERVACIONES:**
- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
 - * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

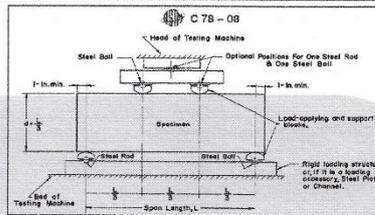
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto, Asfalto Eimer Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C. P. N° 21096	 MTL GEOTECNIA SA CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FG-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		REALIZADO POR :	P. Tasayco
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		REVISADO POR :	D. Cooto
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	12/10/2020
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN :	: 12/10/2020			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	29 kg/cm2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	28 kg/cm2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	43 kg/cm2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	43 kg/cm2



OBSERVACIONES:
 * Muestras Proporcionadas por el solicitante
 * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

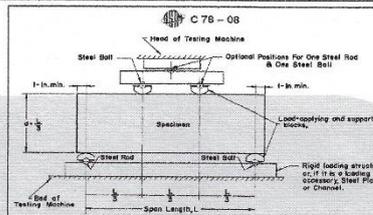
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020*		REALIZADO POR :	P. Tasayco
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		REVISADO POR :	D. Cooto
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	12/10/2020
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN :	: 12/10/2020			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	30 kg/cm2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	30 kg/cm2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm2



- OBSERVACIONES:
- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
 - * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FG-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"

SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE

REALIZADO POR : P. Tasayco

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : D. Cooto

UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA

FECHA DE ENSAYO : 12/10/2020

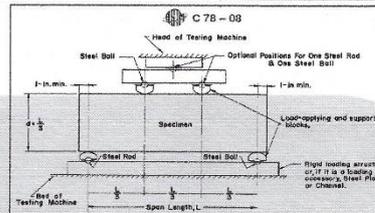
FECHA DE EMISIÓN : 12/10/2020

TURNOS : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	34 kg/cm ²
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm ²
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	32 kg/cm ²
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21090	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 08: Resultados del ensayo de Compresión



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	12/10/2020
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7	50551.0	181.5	278.6	280.0	99.5
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7	49821.0	178.7	280.8	280.0	100.3
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7	48868.0	178.7	277.1	280.0	99.0
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	28/09/2020	14	50128.0	179.1	279.9	280.0	100.0
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	28/09/2020	14	49809.9	178.7	281.9	280.0	100.7
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	28/09/2020	14	49931.0	178.7	282.6	280.0	100.9
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28	63214.0	181.5	348.4	280.0	124.4
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28	63602.0	181.5	350.5	280.0	125.2
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28	61258.0	178.7	346.6	280.0	123.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA
Fecha de emisión: 12/10/2020	

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	48514.0	179.1	269.7	280.0	92.8
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	47621.0	181.5	262.4	280.0	93.7
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	48473.0	178.7	263.0	280.0	93.9
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	49535.0	178.7	290.3	280.0	100.1
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	28/09/2020	14	48709.0	176.7	275.6	280.0	98.4
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	28/09/2020	14	49730.0	179.1	277.7	280.0	99.2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	58933.0	181.5	324.8	280.0	116.0
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	59188.0	181.5	326.0	280.0	116.4
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	57206.0	179.1	319.4	280.0	114.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Mprano Huamán INGENIERO CIVIL CIP N° 219505	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANGOS, ATE 2020
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 12/10/2020

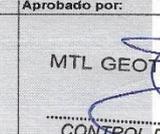
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	43473.0	179.1	242.8	280.0	86.7
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	43019.0	179.1	240.2	280.0	85.8
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	43781.0	181.5	241.3	280.0	86.2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	43077.0	178.7	243.8	280.0	87.1
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	28/09/2020	14	44284.0	178.7	250.6	280.0	89.5
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	48823.0	181.5	268.0	280.0	92.2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	48831.0	178.7	273.9	280.0	98.9
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	47839.0	178.7	270.7	280.0	96.7
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	49352.0	179.1	275.6	280.0	98.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refulgente
- Prohibida la reproducción o uso de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA

Fecha de emisión: 12/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	39498.0	179.1	220.6	280.0	78.8
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	39955.0	179.1	223.1	280.0	79.7
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	39358.0	179.1	219.8	280.0	78.5
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	40750.0	178.7	230.6	280.0	82.4
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	42055.0	179.1	234.9	280.0	83.9
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	43352.0	179.1	242.1	280.0	86.5
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	43542.0	178.7	246.4	280.0	88.0
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	40399.0	178.7	228.6	280.0	81.6
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	42612.0	178.7	241.1	280.0	86.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referencial
- Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 09: Resultados de análisis granulométrico



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

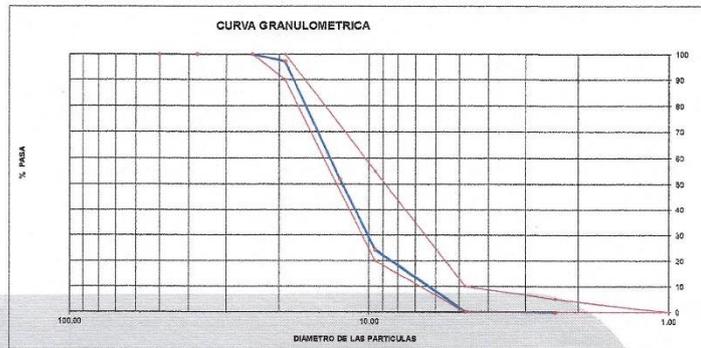
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS : ADICION DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS. ATE 2020
UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g) : 4,235.00 % W = 0.1
PESO INICIAL SECO (g) : 4,232.40 MF = 6.78

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Passa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	121.5	2.9	2.9	97.1	90 - 100
1/2"	12.50	1,911.0	45.2	48.1	51.9	---
3/8"	9.53	1,168.0	27.6	75.7	24.3	20 - 55
Nº 4	4.76	1,021.0	24.1	99.8	0.2	0 - 10
Nº 8	2.38	8.0	0.2	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		2.9	0.1			



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

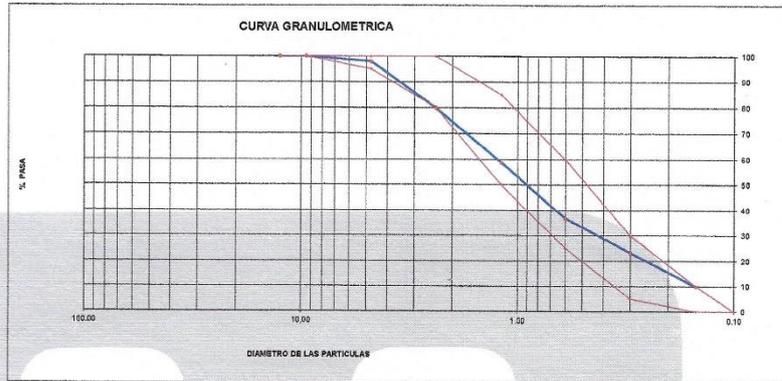
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	14.09.2020
MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	632.6	% W =	0.9
PESO INICIAL SECO (g)	627.0	MF =	2.94

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	13.4	2.1	2.1	97.9	85 - 100
Nº8	2.38	112.8	18.0	20.1	79.9	80 - 100
Nº 16	1.19	132.9	21.2	41.3	58.7	50 - 85
Nº 30	0.60	137.2	21.9	63.2	36.8	25 - 60
Nº 60	0.30	65.4	13.6	76.8	23.2	05 - 30
Nº 100	0.15	83.6	13.4	90.2	9.8	0 - 10
FONDO		61.5	9.8	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Emilio Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL-GEOTECNIA

ANEXO 10: Resultados de gravedad específica de sólidos



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio	
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE	
TESIS : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020	
UBICACION : LIMA	Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°			M-1	M-2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1534.0	1578.0	1556.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco	C	g	2409.0	2478.0	2443.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.67	2.68	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.1	1.2	1.2

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 11: Resultados de peso unitario



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
 ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020'		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6502	6487	6493
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4139	4124	4130
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.500	1.494	1.496

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.497		
-------------------------------	------	-------	--	--

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7332	7296	7309
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4969	4933	4946
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.800	1.787	1.782

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.783		
-----------------------------------	------	-------	--	--

OBSERVACIONES:
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o Gib)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA: TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30682	30684	30769
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20882	20884	20969
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.497	1.486	1.503

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.489
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32453	32475	32492
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22653	22675	22692
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.624	1.625	1.627

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.625
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 12: Resultados de peso específico y absorción



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
 ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACION	: LIMA	Fecha de ensayo:	: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	880.7	881.5	881.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	664.6	664	664.30
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	170.2	169.8	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	494.4	494.2	494.30
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.8

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.84	2.66	2.66
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A[(V-W)/(500-A)])	g/cc	2.73	2.73	2.73
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.1	1.2	1.2

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020*		
UBICACION	: LIMA	Fecha de ensayo:	14/09/2020

MATERIAL : CAUCHO **CANTERA** : ---

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	677.29	678.12	677.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	321.07	319.94	320.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	356.22	359.18	357.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	313.92	312.92	313.42
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	142.92	143.12	143.02
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	498.0	499.3	498.7

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	1.01	1.01	1.01
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	1.06	1.06	1.06
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	1.06	1.07	1.06
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	5.0	4.9	5.0

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 13: Resultados de análisis granulométrico agregado fino



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

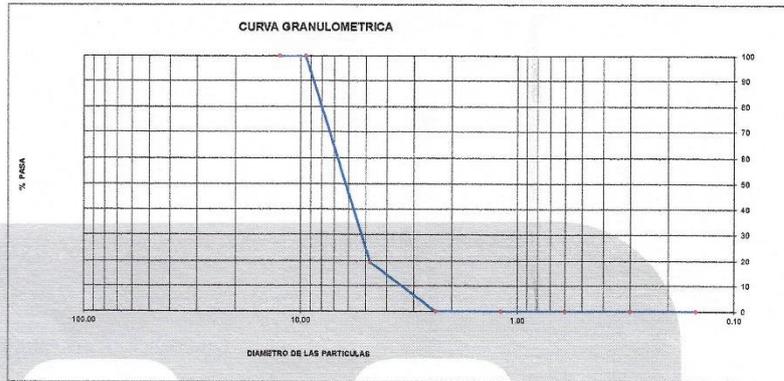
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL	: Caucho	CANTERA	: --
PESO INICIAL HUMEDO (g)	585.0	% W	0.1
PESO INICIAL SECO (g)	584.6	MF	5.81

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
12"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.76	472.5	80.8	80.8	18.2	
Nº8	2.38	112.1	19.2	100.0	0.0	
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 30	0.60	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 100	0.15	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0	



OBSERVACIONES:
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 14: Resultados de diseño de mezcla de concreto



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
 ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
 TESIS : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020
 UBICACION : LIMA
 Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL	f'c 280 kg/cm ²		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.85	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.87	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO			4		ps/g	
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO			0.523			
4 AGUA			200			
5 TOTALES DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		382.500	Kg/m ³	9.0		Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento			0.1226		m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua			0.2000		m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire			0.0200		m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.343
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3150		m ³ /m ³	0.657
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420		m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383		Kg/m ³	
AGUA			200		L/m ³	
AGREGADO FINO			835		Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			913		Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700		Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA			2330		Kg/m ³	
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			842.3		Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1		Kg/m ³	
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.30		Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO			1.10		10.0	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					12.5	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			383		Kg/m ³	
AGUA			213		Lts/m ³	
AGREGADO FINO			842		Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			914		Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700		Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA			2361		Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)						
CEMENTO			19.89		Kg	
AGUA			11.55		Lts	
AGREGADO FINO			43.80		Kg	
AGREGADO GRUESO			47.53		Kg	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			140.4		g	
PROPORCIÓN EN PESO (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.21			
A.G			2.39			
H2o			23.92			
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.21			
A.G			2.39			
H2o			23.6			

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	14/09/2020
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACION	: LIMA		

MATERIAL	f'c 280 kg/cm ²		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINIZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1825.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 12%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4			plg
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523			
4	AGUA		200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			362.600	Kg/m³	9.0	Bls/m³
Volumen absoluto del cemento			0.1226	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2000	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.343
Volumen absoluto del Agregado fino			0.2770	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420	m ³ /m ³		0.657
Volumen absoluto del caucho			0.0380	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			200	L/m ³		
AGREGADO FINO			734	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			915	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.380	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD			2230	Kg/m ³		
AGREGADO FINO HUMEDO			740.7	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.4	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.30	Lts/m ³		
AGREGADO GRUESO			1.10	Lts/m ³		
CAUCHO 12%			4.90	Lts/m ³		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						12.2
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						Lts/m³
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			212	Lts/m ³		
AGREGADO FINO			746	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.418	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (52 #.)			2249	Kg/m ³		
CEMENTO			19.89	Kg		
AGUA			11.94	Lts		
AGREGADO FINO			38.61	Kg		
AGREGADO GRUESO			47.53	Kg		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			140.4	g		
CAUCHO 12%			1997.8	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	1.84		A.F	1.94		
A.G	2.99		A.G	2.39		
H ₂ O	23.58		H ₂ O	23.58		

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Sistemas y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020°
UBICACIÓN : LIMA **Fecha de ensayo:** 14/09/2020

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO		MODULO FINIZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
	g/cc						
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94		0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78		0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20						
CAUCHO 8%	1.01			0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			4		in	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.523			
4	AGUA			200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			382.500	Kg/m³	9.0		Bis/m³
Volumen absoluto del cemento				0.1226	m³/m³		
Volumen absoluto del Agua				0.2000	m³/m³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m³/m³		0.343
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2900	m³/m³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3420	m³/m³		0.657
Volumen absoluto del caucho				0.0250	m³/m³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS							1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				383	Kg/m³		
AGUA				200	L/m³		
AGREGADO FINO				789	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO				913	Kg/m³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				2.700	Kg/m³		
CAUCHO 8%				25.250	Kg/m³		
PESO DE MEZCLA				2284	Kg/m³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				775.4	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				914.1	Kg/m³		
CAUCHO 8%				25.3	Kg/m³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.30	%	2.3	Lts/m³
AGREGADO GRUESO				1.10	%	10.0	
CAUCHO 8%				4.90	%	12.4	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						212.4	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				383	Kg/m³		
AGUA				212	Lts/m³		
AGREGADO FINO				775	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO				914	Kg/m³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				2.700	Kg/m³		
CAUCHO 8%				25.275	Kg/m³		
PESO DE MEZCLA				2284	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)							
CEMENTO				19.89	Kg		
AGUA				11.04	Lts		
AGREGADO FINO				40.32	Kg		
AGREGADO GRUESO				47.53	Kg		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				140.4	g		
CAUCHO 8%				1314.3	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0			C	1.0		
A.F	2.03			A.F	2.03		
A.G	2.36			A.G	2.36		
H2o	23.59			H2o	23.59		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Contador General MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS : "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS. ATE 2020"
UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL	f'c 280 kg/cm ²					
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINIZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1825.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 4%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4		in
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		in
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.523		
4	AGUA			200		g/kg
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³
Volumen absoluto del cemento				0.1226		m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agua				0.2000		m ³ /m ³
Volumen absoluto del Aire				0.0200		m ³ /m ³
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.343
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3024		m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3420		m ³ /m ³
Volumen absoluto del caucho				0.0130		m ³ /m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				383		Kg/m ³
AGUA				200		L/m ³
AGREGADO FINO				801		Kg/m ³
AGREGADO GRUESO				913		Kg/m ³
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				2.700		Kg/m ³
CAUCHO 4%				13.130		Kg/m ³
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCIÓN POR HUMEDAD				2287		Kg/m³
AGREGADO FINO HUMEDO				806.6		Kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO				914.1		Kg/m ³
CAUCHO 4%				13.1		Kg/m ³
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.30		Lts/m ³
AGREGADO GRUESO				1.10		10.0
CAUCHO 4%				4.90		0.6
						12.4
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						212.4
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				383		Kg/m ³
AGUA				212		Lts/m ³
AGREGADO FINO				809		Kg/m ³
AGREGADO GRUESO				914		Kg/m ³
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				2.700		Kg/m ³
CAUCHO 4%				13.143		Kg/m ³
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)				2318		Kg/m³
CEMENTO				19.89		Kg
AGUA				11.66		Lts
AGREGADO FINO				42.05		Kg
AGREGADO GRUESO				47.53		Kg
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				140.4		g
CAUCHO 4%				883.4		g
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
C	1.0			C	1.0	
A/F	2.11			A/F	2.12	
A/G	2.39			A/G	2.39	
H2o	23.81			H2o	23.81	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad

Certificado

INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

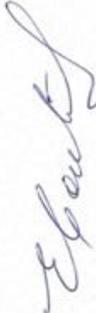
TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración
En su sede ubicada en: Calle Condessa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023


ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de modificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/casos/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-1597-2020

PROFORMA : 2543A

Fecha de emisión : 2020 - 07 - 30

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **PRENSA DE CONCRETO**
Marca : FORNEY
Marca del indicador : ELE Internacional
Modelo del indicador : ADR TOUCH
N° Serie del indicador : 1887-1-00074
Intervalo de indicación : 120000 kgf
Resolución : 0,1 kgf
Procedencia : United States
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2020 - 07 - 28

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,5°C	20,5°C
HUMEDAD RELATIVA	62,0%	65,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-040-2020

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,01	7,32
0,1	120,0	0,1	126,2	-0,01	-6,2	0,01	7,58
0,2	232,4	0,2	239,8	-0,01	-7,4	0,01	8,20
0,9	1022,9	0,9	1037,6	-0,01	-14,7	0,01	8,98
11,6	13880,6	11,6	13892,5	-0,01	-11,9	0,01	9,78
23,3	28000,6	23,3	28019,2	-0,02	-18,6	0,01	10,56
41,7	50007,2	41,7	50027,5	-0,02	-20,3	0,01	12,65
62,5	75005,0	62,5	75027,8	-0,02	-22,8	0,01	15,89
75,0	90010,0	75,0	90033,8	-0,02	-23,8	0,02	18,78
81,7	98000,1	81,7	98035,2	-0,03	-35,1	0,02	20,25

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY
Modelo : YC0-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

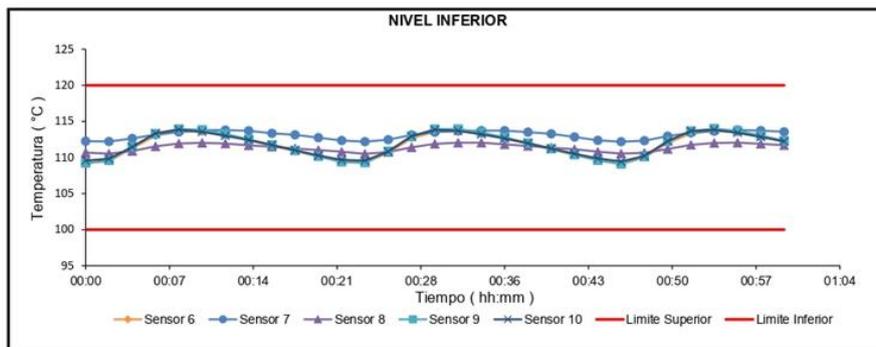
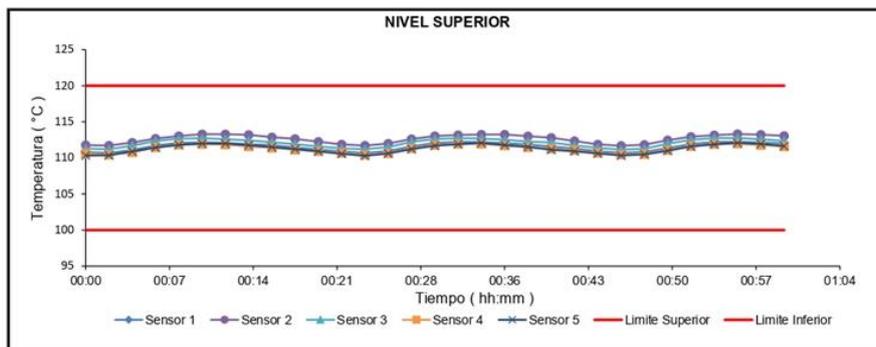
Tiempo (h:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[1] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ^[1]	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9	111,9	
T. MAX ^[2]	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9	113,9	
T. MIN ^[3]	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4	109,4	
DTT ^[4]	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4	4,4	

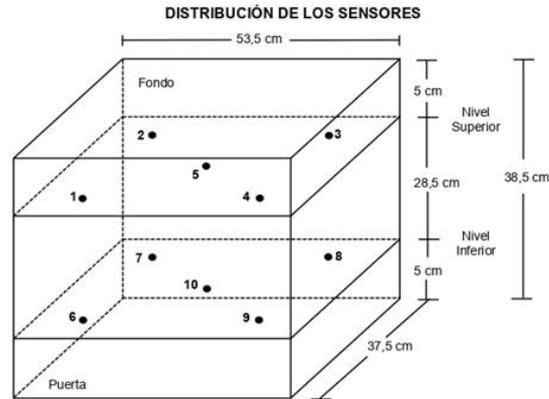


RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



 Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

 informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTA DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño
de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Lima Arche, Luis Sabino (0000-0002-1692-9768)

Lima Arche, Yony (0000-0002-6438-7879)

ASESOR:

Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto (0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Jurado

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 y padre, por ser los pilares más importantes que me sostuvieron durante los momentos más complicados y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional en todo mi camino de estudiante.

Luis Sabino Lima Arche

Dedico este trabajo principalmente a Dios nuestro señor, por haberme dado la vida y salvado del covid-19, también de permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Un agradecimiento especial a mis padres y hermanas por darme tanto cariño y creer en mi en todo momento, De igual manera dedico esta investigación a mi hija Luhanita, quien desde su nacimiento con cariño y comprensión me ha acompañado durante la etapa de mi carrera estudiantil.

Yony Lima Arche

Agradecimiento

Estoy muy agradecido con Dios por protegerme y guiarme en mi camino de estudiante de ingeniería civil, por darme las fuerzas para sobrepujar cada obstáculo que se me presentó a lo largo de mi vida.

A mi madre, que con su cariño, temperamento y apoyo incondicional me enseñó a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre mirar hacia adelante.

A mi padre, por demostrarme que ser perseverante te lleva obtener grandes logros.

A mi hermana, por brindarme apoyo económico cuando no contaba con plata para seguir estudiando.

Al Ing. Luis Díaz Huiza, por su valioso tiempo que nos dedicó en el asesoramiento. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Luis Sabino Lima Arche

Agradezco primordialmente a Dios, quien en todo momento de mi vida siempre me a ayudado y por ello nunca me sentí solo.

Agradezco de igual forma a la confianza que mi madre y mi padre tuvieron conmigo y su apoyo para con mi hija, que fue una de las razones que me mantuvo siempre firme con la decisión de estudiar la maravillosa carrera de ingeniería civil.

Agradezco a mis hermanos, que con sus consejos y sus apoyos moral me han valido para afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Yony Lima Arche

Índice de contenidos	
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	23
3.1. Tipo y diseño de la investigación	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos	29
3.6. Métodos de análisis de datos.....	37
3.7. Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS	39
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
VI. CONCLUSIONES	70
VII. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS	72
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Parque vehicular autorizado del transporte general nacional 2018</i>	3
Tabla 2. <i>Ensayo a compresión</i>	25
Tabla 3. <i>Ensayo a flexión</i>	25
Tabla 4. <i>Ensayo a retracción</i>	26
Tabla 5. <i>Ingenieros expertos</i>	27
Tabla 6. <i>Procesamiento de casos</i>	28
Tabla 7. <i>Confiabilidad de instrumento</i>	28
Tabla 8. <i>Dosificación patrón</i>	31
Tabla 9. <i>Dosificación de concreto de estudio (4%, 8% y 12%)</i>	31
Tabla 16. <i>Cuadro de análisis granulométricos del agregado fino</i>	39
Tabla 17. <i>Cuadro de análisis de peso unitario del agregado fino</i>	40
Tabla 18. <i>Cuadro de análisis de peso específico del agregado fino</i>	41
Tabla 19. <i>Cuadro de análisis granulométricos del agregado grueso</i>	42
Tabla 20. <i>Cuadro de análisis de peso unitario del agregado grueso</i>	43
Tabla 21. <i>Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso</i>	44
Tabla 22. <i>Cuadro de análisis granulométricos del grano de caucho</i>	45
Tabla 23. <i>Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso</i>	46
Tabla 24. <i>Diseño de concreto patrón</i>	47
Tabla 25. <i>Diseño de concreto con adición de 4% de caucho</i>	48
Tabla 26. <i>Diseño de concreto con adición de 8% de caucho</i>	49
Tabla 27. <i>Diseño de concreto con adición de 12% de caucho</i>	50
Tabla 28. <i>Resultados del ensayo a compresión para $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$</i>	52
Tabla 29. <i>Resultados del ensayo a flexión para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$</i>	58
Tabla 30. <i>Resultados del ensayo a retracción</i>	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino	39
Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso.....	42
Gráfico 3. Curva granulométrica del grano de caucho	45
Gráfico 4. Curva de trabajabilidad	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Deterioro de la Avenida Marco Pantoja Llanos.	2
Figura 2. Esquema de pavimento simple con juntas.	13
Figura 3. Llantas en desuso.	29
Figura 4. Trituración.	29
Figura 5. Selección de tamaño.	30
Figura 6. Ensayos de agregados.	30
Figura 7. Mezclado patrón.	32
Figura 8. Slump patrón.	33
Figura 9. Muestra cilíndrica y vigueta del patrón.	33
Figura 10. Mezclado de concreto con adición de 4% caucho.	34
Figura 11. Prueba de trabajabilidad – Concreto con adición de 4% caucho.	35
Figura 12. Moldes cilíndrico y viguetas.	35
Figura 13. Ensayo de compresión.	36
Figura 14. Ensayo de flexión.	36
Figura 15. Ensayo de retracción.	37
Figura 16. Medida del slump.	51
Figura 17. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.	52
Figura 18. Resumen estadístico del concreto patrón	53
Figura 19. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho	53
Figura 20. Límite y región crítica a la derecha.	54
Figura 21. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.	55
Figura 22. Límite y región crítica a la derecha.	55
Figura 23. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho. ...	56
Figura 24. Límite y región crítica a la derecha.	56
Figura 25. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.	58

Figura 26. Resumen estadístico del concreto patrón	59
Figura 27. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho	59
Figura 28. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho	59
Figura 29. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho	60
Figura 30. Límite y región crítica a la derecha.....	60
Figura 31. Valores de cambios volumétricos adquiridas.	62
Figura 32. Resumen estadístico del concreto patrón	62
Figura 33. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho	63
Figura 34. Límite y región crítica a la derecha.....	63
Figura 35. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.	64
Figura 36. Límite y región crítica a la derecha.....	64
Figura 37. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho. ...	65
Figura 38. Límite y región crítica a la derecha.....	66
Figura 39. Discusión de resultados de retracción.....	67
Figura 40. Discusión de resultados de slump.....	68
Figura 41. Discusión de resultados de flexión.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
AEC	Asociación Española de carretera
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
INEI	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
DMRB	Design Manual for Roads and Bridges
MEPDG	Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide
ASTM	American Society of Testing Materials
E.T.	Especificaciones Técnicas
CN	Caucho Natural
DIN	Deutsches Institut für Normung
NTP	Normas Técnicas Peruanas
ACI	American Concrete Institute
RENATI	Repositorio Nacional de Trabajo de Investigación
F _c	Fuerza de Compresión
MPa	Megapascales
ISO	International Organization for Standardization

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo determinar los efectos que producen la adición de caucho reciclado al concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ que servirán de propuesta para la construcción de pavimentos rígidos. Para el análisis se utilizó la metodología experimental, elaborando un concreto patrón y tres concretos de estudio con incorporación de grano de caucho de tamaños de 2.36 mm a 4.75 mm, estos en remplazo del agregado fino en porcentajes de 4%, 8% y 12%. Los especímenes de concreto fueron sometidos a los ensayos de slump donde se verificó que la adición de caucho influye positivamente en la trabajabilidad, posteriormente se realizaron ensayos a la compresión donde se obtuvo que la muestra con adición del 4% caucho representa la óptima dosificación, ya que a los 28 días cumple con el 115.5% del $f'c$ de diseño. De igual manera se realizaron ensayos a la flexión a los 28 días, donde se verificó que la muestra con adición del 4% de caucho cumple con el 122.86% del módulo de rotura requerido para pavimentos rígidos y finalmente se realizan los ensayos de retracción que evaluaron el cambio volumétrico de los concretos de estudio en comparación al concreto patrón, obteniendo que la adición de caucho en el concreto disminuye los efectos de contracción, siendo el 12% de adición de caucho la muestra más favorable.

Palabras claves: caucho reciclado, pavimento rígido, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the effects produced by the addition of recycled rubber to concrete $f'c = 280\text{kg} / \text{cm}^2$ that will serve as a proposal for the construction of rigid pavements. For the analysis, the experimental methodology was used, elaborating a standard concrete and three study concretes with incorporation of rubber grain of sizes from 2.36 mm to 4.75 mm, these in replacement of the fine aggregate in percentages of 4%, 8% and 12% . The concrete specimens were subjected to slump tests where it was verified that the addition of rubber positively influences workability, later compression tests were carried out where it was obtained that the sample with the addition of 4% rubber represents the optimal dosage, since that at 28 days complies with 115.5% of the design $f'c$. In the same way, flexural tests were carried out at 28 days, where it was verified that the sample with the addition of 4% of rubber complies with 122.86% of the modulus of rupture required for rigid pavements and finally the shrinkage tests that evaluated the volumetric change of the study concretes compared to the standard concrete, obtaining that the addition of rubber in the concrete reduces the effects of contraction, with 12% of rubber addition being the most favorable sample.

Keywords: recycled rubber, rigid pavement, mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial se ejecuta en relación al crecimiento anual de transporte de productos de los sectores mineros, manufacturero, agrícola y pecuario. Por lo tanto, las vías deben presentar comportamientos adecuado para soportar las cargas que los vehículos transmiten. Sin embargo, los pavimentos presentan desgastes y/o poca durabilidad en el paso del tiempo debido a la gran demanda de vehículos y exceso de cargas permitidos en su diseño (Rondón y Reyes, 2015, p. 362).

A nivel internacional, existe indicios que las carreteras se deterioran a lo largo del tiempo, en el País de España, la Asociación Española de Carretera ya se ha manifestado sobre ello, indicando que sus vías presentan deterioro y una calificación deficiente en su firme de carreteras (Romojaro, 2018).

En el Perú los Congresistas vienen recorriendo las regiones a las que representan, donde recopilan información de sus autoridades locales y pobladores. El congresista Miguel Castro Grández, en su recorrido en Chachapoyas comprobó que las carreteras presentan un estado deplorable y necesitan acciones de parte del gobierno y del ministerio de transporte para lograr el mejoramiento (Fernández, 2018).

En Lima Metropolitana, el Ing. Néstor Huamán (especialista en pavimentos del Colegio de Ingeniero del Perú) ha mencionado que los pavimentos presentan baches, huecos y deformaciones que son consecuencias de una inadecuada gestión municipal que promueve el “parchado” como mantenimiento vial, así mismo las municipalidades no aplican el espesor de capa requerido (Fernández, 2011).

En el distrito de Ate las fallas de los pavimentos son evidentes, estas mismas se pueden verificar la figura 1, puesto que los vecinos de las urbanizaciones reportaron a la empresa radial RPP las series de irregularidades que presenta el

pavimento mediante las fotografías, en donde se pueden apreciar los hundimientos que se han generado (RPP, 2017).

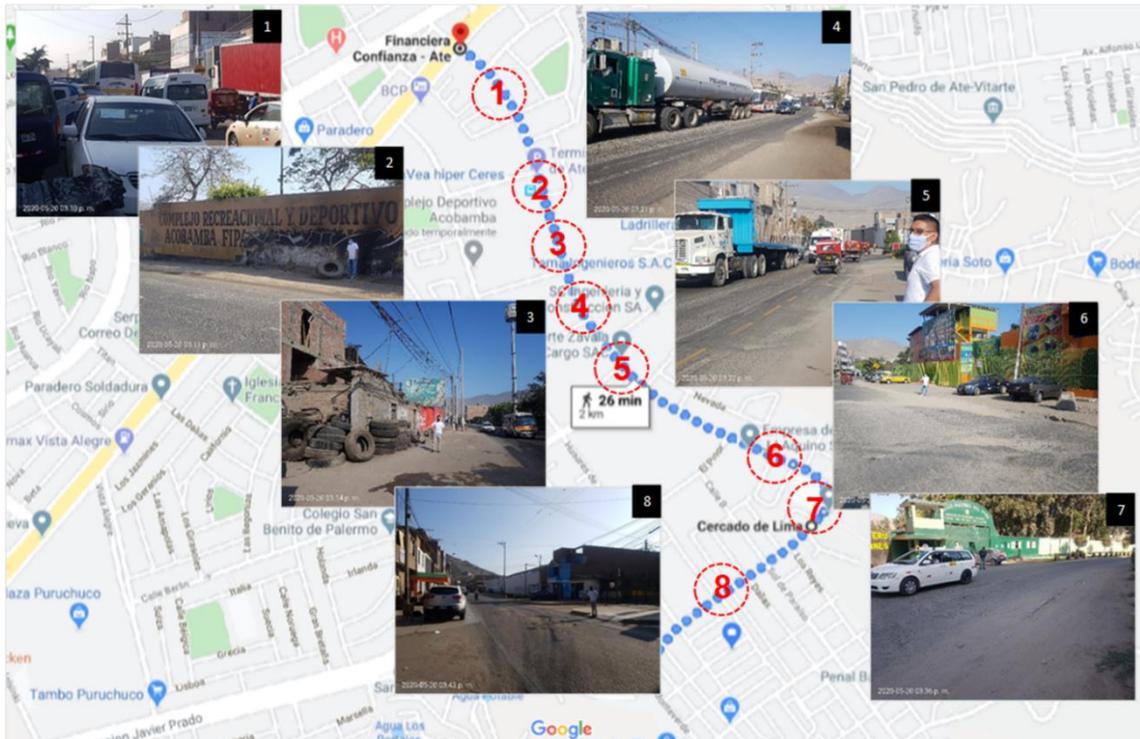


Figura 1. Deterioro de la Avenida Marco Puente Llanos.

Las fallas en los pavimentos son clasificados en fisuras, daños superficiales, pérdida de capa de la estructura y deformación, siendo esta última definida como una deformación vertical permanente acumulada en el pavimento debido al repetitivo paso de los vehículos y las cargas elevadas de tránsito (Rondón y Reyes, 2015, p. 296, 306).

Por otro lado, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones ha reportado en el 2018 que Lima concentra el 58.06% del parque automotor del Perú, la cual ha tenido un crecimiento del 7.63% entre los años 2012 al 2018 de acuerdo a los detalles de la tabla 1 (MTC, 2018). Esto conlleva que los desechos de neumáticos abandonado en botadores o lugares públicos se incrementen provocando una contaminación en la sociedad. Cabe indicar que en el año 2012 la INEI reportó 7 millones 47 mil toneladas de residuos sólidos, ocupando el caucho el 1.6% que equivale a 112 mil 752 toneladas (Anuario de Estadístico ambiental, 2015).

Tabla 1. *Parque vehicular autorizado del transporte general nacional 2018*

Departamento	Total	CLASE DE VEHÍCULO								
		Automovil	Station Wagon	Camionetas			Omnibus	Camión	Remolcador	Remolque Semi-Rem.
				Pick Up	Rural	Panel				
TOTAL	305 795	8	9	15 054	18	2 481	59	173 333	49 201	65 632
Amazonas	613	0	0	15	0	0	0	518	35	45
Ancash	1 355	0	0	30	0	7	0	1 242	30	46
Apurímac	1 991	0	0	27	0	0	0	1 650	154	160
Arequipa	29 563	1	1	579	4	21	4	13 587	6 547	8819
Ayacucho	2 814	0	0	97	0	1	0	1 865	385	466
Cajamarca	6 530	0	0	112	0	3	0	4 427	842	1146
Cusco	8 457	0	0	179	0	15	0	6 326	884	1053
Huancavelica	47	0	0	0	0	0	0	44	2	1
Huánuco	3 018	0	0	47	0	5	1	2 579	185	201
Ica	5 274	0	0	117	0	2	0	3 423	701	1031
Junín	7 083	0	0	78	0	1	1	5 169	806	1028
La Libertad	20 044	0	0	610	2	24	3	11 478	3 280	4647
Lambayeque	10 961	0	0	202	0	6	2	7 178	1 518	2055
Lima	177 545	7	8	11 971	9	2 357	43	93 482	29 770	39 898
Loreto	8	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Madre de Dios	1 469	0	0	105	2	5	0	884	247	226
Moquegua	1 103	0	0	19	0	3	0	734	145	202
Pasco	441	0	0	3	0	0	0	398	23	17
Piura	11 428	0	0	402	0	5	2	7 296	1 574	2 149
Puno	5 880	0	0	102	0	6	2	3 932	901	937
San Martín	3 008	0	0	162	0	5	0	2 106	300	435
Tacna	4 180	0	0	87	0	11	0	2 556	684	842
Tumbes	1 552	0	0	53	1	1	0	1 279	98	120
Ucayali	1 431	0	0	57	0	3	1	1172	90	108

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Teniendo en cuenta los problemas que se presentan en los pavimentos y en la generación de residuos de neumáticos, se plantea mitigar estos problemas utilizando el caucho de neumáticos reciclados como agregados en el concreto y que la composición de esta sirva para la construcción de pavimentos rígidos, ya que no es solo una idea, prácticamente es una realidad en otros países. En el año 2012, en México la empresa concretera CEMEX ha creado un concreto con incorporación de caucho llamado llanconcreto (Thoma, Domínguez y Bolaños, 2013, p. 242). En el año 2020 Zicla, empresa innovadora de residuos sólidos, ha realizado un proyecto para la fabricación del concreto utilizando fibras de caucho reciclado con el objetivo de valorar el reciclaje de residuos sólidos (Zicla, 2020).

En la presente investigación se estudia los problemas que presentan los pavimentos de la Avenida Marco Puente Llanos del distrito de Ate, siendo esta una vía secundaria y que a partir de setiembre del año 2019 se volvió altamente transitada debido al desvío de la carretera central por la ejecución de la línea 2 del metro de lima y callao, el cual trajo fallas excesivas en los pavimentos. En esta investigación proponemos la adición de granos de caucho reciclado en el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos rígidos que se caracterizan por tener un mayor tiempo de vida.

Ya definido nuestra investigación, nos hacemos la siguiente pregunta para el planteamiento del problema general.

- ¿Qué efectos produce la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?

Y como problemas específicos nos hacemos las siguientes preguntas para darle solución al finalizar la investigación.

- ¿La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² disminuirá la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?
- ¿Qué porcentaje de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² representa una óptima dosificación para el diseño de pavimento en la Avenida Llanos, Ate 2020?
- ¿Cómo se relaciona la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?

Luego del planteamiento del problema, demostraremos que nuestra investigación se justifica mediante cuatro aspectos de estudios las cuales son:

- Justificación teórica; con fines de concientizar a los ingenieros civiles sobre el uso del caucho reciclado en el concreto que componen los pavimentos rígidos, la investigación busca darles utilidad a los neumáticos y hacer de estos un tipo de agregado alternativo, debido a sus propiedades de elasticidad y resistencia.
- Justificación práctica; la investigación nos brindará como resultado una dosificación óptima de concreto convencional $f'c=280$ kg/cm² con

incorporación de caucho reciclado, con lo cual se podrá preparar un concreto más ligero.

- Justificación social; la investigación busca demostrar que el caucho reciclado puede ser usado como agregado para el concreto, demostrando a la sociedad nuevos métodos de diseño con aprovechamiento del caucho reciclado.
- Justificación Económica; la investigación busca comprobar que la incorporación del caucho reciclado en el concreto sea de menor o igual costo que un concreto convencional y se pueda usar para el diseño de pavimento rígido.

A partir de nuestras justificaciones, la investigación plantea alcanzar el objetivo general siguiente:

- Determinar los efectos que produce la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

De igual manera se plantea tres objetivos específicos que se alcanzará luego de culminar los ensayos:

- Comprobar si la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ disminuye la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.
- Encontrar el porcentaje óptimo de la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

- Relacionar los resultados de la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

En la investigación se planteó como hipótesis general lo siguiente en respuesta al problema general:

- La adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ producirá efectos negativos en su estado endurecido.

De la misma forma, se plantearon hipótesis específicas para los problemas específicos, los cuales se presentan a continuación:

- La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ afectaría la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.
- El valor mínimo del 4% de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ definirá la resistencia óptima para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.
- El concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición del caucho reciclado cumplirá el módulo de rotura requerida para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación se han indagado cinco antecedentes internacionales que relacionan el uso de caucho reciclado en el concreto, a continuación, se detallan:

(Liévano, 2017), En la tesis titulada “Análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos”, tuvo como un **objetivo** determinar los esfuerzos máximos de compresión del concreto con adición de caucho reciclado para cada una de sus especímenes de estudio. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla sin aditivo los valores de 163.35 kg/cm^2 , 169.29 kg/cm^2 y 83.16 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente. Del mismo modo, para la mezcla con aditivo adherente se logró los valores de 133.65 kg/cm^2 , 71.28 kg/cm^2 y 47.52 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

(Venegas, 2016), En la tesis titulada “Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa cementera argos”, tuvo como **objetivo** evaluar el comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada (GCR) en la producción de concreto para la empresa Argos. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón $f'c = 257 \text{ kg/cm}^2$ disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla con aditivo plastificante los valores de 241.50 kg/cm^2 , 215.25 kg/cm^2 , 192.15 kg/cm^2 y 179.55 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Del mismo modo, para el concreto $f'c = 297 \text{ kg/cm}^2$ la mezcla con aditivo plastificante y superplastificante se logró los valores de 279.30 kg/cm^2 , 252 kg/cm^2 , 197.40 kg/cm^2 y 177.45 kg/cm^2 para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Por otra parte, los ensayos de flexión arrojan valores favorables del módulo de rotura de cada espécimen con adición de caucho, lográndose en una mezcla patrón de $m_r = 20 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo plastificante los

valores de 97.77 kg/cm², 61.18 kg/cm², 71.38 kg/cm² y 10.20 kg/cm² para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Así mismo, para la mezcla patrón de $m_r=20$ kg/cm² con aditivo plastificante y superplastificante los valores de 50.99 kg/cm², 20.39 kg/cm², 61.18 kg/cm² y 91.77 kg/cm² para los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente

(González, 2017), En la tesis titulada “Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares”, tuvo como **objetivo** analizar la utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón permeable $f'_c= 84$ kg/cm² disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla sin aditivo los valores de 79.11 kg/cm² y 51.85 kg/cm² para los porcentajes de 2% y 4% respectivamente. Por otra parte, los ensayos de flexión arrojan valores favorables del módulo de rotura de cada espécimen con adición de caucho, lográndose en una mezcla patrón de $m_r=10$ kg/cm² sin aditivo los valores de 15.44 kg/cm² y 14.20 kg/cm² para los porcentajes de 2% y 4% respectivamente.

(López, 2018), En la tesis titulada “concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas”, tuvo como un **objetivo** determinar el porcentaje máximo de incorporación de caucho en una mezcla de concreto estructural. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** de que se puede incorporar a un concreto de $f'_c= 393.9$ kg/cm², un porcentaje de hasta 7% de caucho, ya que el valor que se obtiene es de 224.64 kg/cm², cumpliendo la condición que el concreto sea mayor a 17Mpa.

(Silvestre, 2019), En la tesis titulada “Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales”, tuvo como **objetivo** determinar el comportamiento del concreto con adición de caucho triturado de llantas recicladas en diferentes porcentajes. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón de $f'_c= 249.3$ kg/cm² disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en

una mezcla sin aditivo los valores de 235.8 kg/cm², 235.6 kg/cm², 241.7 kg/cm² y 230 kg/cm² para los porcentajes de 3%, 5%, 7% y 10% respectivamente. Por otra parte, se observó que todos los concretos de estudio cumplen con la resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Respecto a los antecedentes nacionales que enmarcan el uso del caucho reciclado en el concreto, presentaremos cinco investigaciones, las cuales se detallan a continuación:

En la tesis titulada “Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima”, fijo como **objetivo** elaborar una propuesta de concreto eco-sostenible a base de caucho reciclado para la elaboración de pavimento en la ciudad de Lima. Usando la **metodología experimental**. Llegando a la **conclusión** de que la propuesta de concreto ecológico con la inclusión de caucho en tamaño de 25 mm., con un 20% de reemplazo ha sido factible su obtención para cumplir las prestaciones de trabajabilidad, desempeño adecuado durante 2 horas, tiempo de fraguado y las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y módulo de rotura acordes a las especificaciones técnicas de concretos para pavimentos (Chavarri y Falen, 2017, p. 11, 116).

En la tesis titulada “Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado”, fijo como **objetivo** diseñar y evaluar las propiedades físico - mecánicas del concreto elaborado con partículas de caucho reciclado, que reemplaza a un porcentaje de agregado fino, tanto en estado fresco como en estado endurecido. Luego de aplicar una **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el concreto patrón $f'c = 210$ kg/cm² disminuye su resistencia al incorporar caucho reciclado, lográndose en una mezcla sin aditivo los valores de 191.65 kg/cm², 129.52 kg/cm² y 112.79 kg/cm² para los porcentajes de 10%, 15% y 20% respectivamente.

En la tesis titulada “Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación”, fijo como **objetivo** realizar un estudio técnico en el cual podamos demostrar a través de pruebas de laboratorio y análisis estadístico que el caucho granulado es apto para utilizarse como sustituto de una parte del agregado fino en la mezcla de concreto, para la fabricación de bloques huecos de concreto. Usando la **metodología experimental**. Llegando a la **conclusión** de que de acuerdo a la hipótesis uno, para la relación agua/cemento de 0.89 sin adición de caucho granulado se obtuvo una resistencia característica de 44.57 kg/cm², esta resistencia va disminuyendo según aumenta el porcentaje de caucho granulado, siendo el porcentaje óptimo un 15% de caucho granulado en volumen, sustituido en el agregado fino ya que la resistencia característica presentada en este diseño D-4 (15% caucho) es de 39.92 kg/cm², con una variación porcentual de 10.43%. La influencia del caucho granulado en la resistencia es mínima puesto que el valor de la covarianza es de -0.049, pero influirá en otras propiedades como el aislamiento acústico y térmico (Suárez y Mujica, 2017, p. 18, 128).

(Contreras, 2018), En la tesis titulada “Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación, Trujillo – 2018”, tuvo como **objetivo** determinar el porcentaje y tamaño de caucho triturado para adicionar al concreto estructural. Luego de aplicar la **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que al adicionar caucho más pequeñas al concreto afectan la resistencia en menor medida mientras más se aumenta el caucho disminuye la resistencia del concreto.

(Quispe y Mayhuire, 2019), En la tesis titulada “Incorporación de fibras de caucho reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay, 2018”, tuvo como **objetivo** demostrar la influencia del comportamiento del caucho en el concreto estructural. Luego de aplicar la **metodología experimental**, se llegó a la **conclusión** que el caucho influye el comportamiento del concreto significativamente al ensayo a la compresión, en cambio al ensayo a la flexión no influye en el comportamiento.

Luego de evaluar los resultados de los antecedentes y ver sus resultados, nos interesamos en investigar el concreto con adición de caucho para pavimentos rígidos, es por ello que a continuación ahondaremos las teorías relacionadas que serán de gran ayuda para el lector.

Pavimento

Paquete estructural compuesta por la sub rasante del camino, construidos para resistir y distribuir esfuerzos producidos por los vehículos durante el Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, aceras o veredas, estacionamientos, pasajes, peatonales y ciclovías (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p. 43). De igual forma, para el manual de carreteras sección suelos y pavimentos, el pavimento está conformado básicamente por la capa de rodadura, base y subbase. Los tipos de pavimentos que reconoce el manual son del tipo flexible, semirrígidos y rígidos (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 21).

Pavimento Flexible

Carpeta estructural conformada por capas granulares y una carpeta de rodadura constituida por agregados y compuestos bituminosos y si fuera el caso una adición de aditivos. Las capas de rodadura asfálticas más consideradas son: hormigonado asfálticas en caliente, hormigonado asfáltico en frío y macadam (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 22). Así mismo, en los pavimentos flexibles las cargas impuestas por el tránsito producen deformaciones en cada una de las capas que lo conforman. Los métodos de diseño como Shell, AASHTO, DMRB y el método mecánico y empírico MEPDG suponen que las deformaciones permanentes son generadas principalmente en la sub rasante. Sin embargo, en las vías construidas con capas asfálticas de menor espesor o de poca rigidez, las capas granulares soportan casi la totalidad de los esfuerzos generados y pueden a llegar a generar deformaciones permanentes (Rondón y Reyes, 2015, p. 397).

Pavimento Semirrígido

Es una estructura de pavimento conformada básicamente por capas asfálticas de un espesor bituminoso, estas son colocadas sobre una base tratada con asfalto o cemento. Dentro de este grupo también se encuentran los pavimentos adoquinados (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 22).

Pavimentos Rígidos

Elemento constituido por la conformación de la base y losa de concreto, esta losa trabaja de forma estructural absorbiendo los esfuerzos producidos por las cargas cíclicas de tránsito, transfiriendo en menor intensidad los esfuerzos a las subcapas que sirven de base. La estructura de pavimento rígido está conformada específicamente por una capa de subbase granular, sin embargo, esta capa también puede ser de base estabilizada con asfalto, cal o cemento. En este grupo existen tres (03) categorías de pavimentos rígidos, los cuales viene a ser el pavimento de concreto simple con juntas, pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero y el pavimento de concreto con refuerzo continuo (Manual de carreteras sección suelo y pavimentos, 2014, p. 22, 224).

Clasificación de pavimentos rígidos

Se clasifican en 4 tipos, los cuales son pavimento de concreto simple que incluyen juntas, pavimento de concreto con barras de refuerzo, pavimento de concreto continuamente reforzado y pavimento de contracción controlada (Becerra, 2015).

Pavimento de concreto simple

Este tipo de pavimento tienen juntas de contracción transversales que son distribuidas entre 3.50 m y 6.00 m como se muestra en la figura 2. Estas mismas inducen el agrietamiento, propio del comportamiento del concreto, producidas

por la retracción y las tensiones originadas por cambios de humedad y temperatura que experimenta la capa de rodadura (Becerra, 2015).

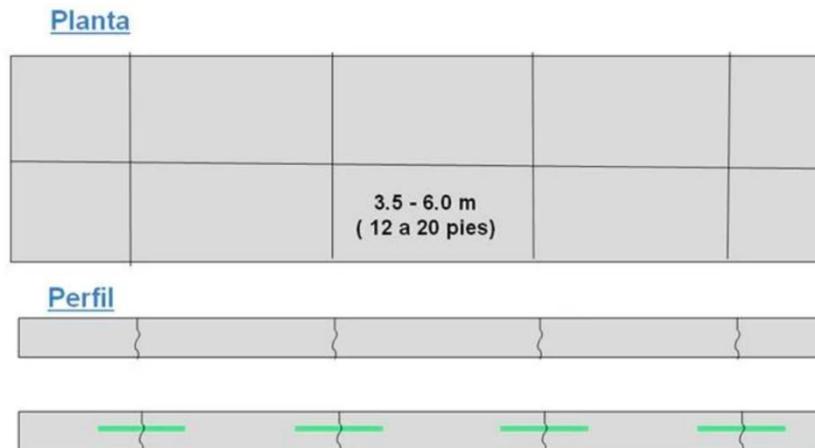


Figura 2. Esquema de pavimento simple con juntas.

Concreto Hidráulico

Mezcla homogénea conformada por el agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y en algunos casos aditivos cuando se requieran (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 801).

Cemento

El cemento hidráulico empleado para elaborar el concreto es del tipo I. Por otro lado, los cemento tipo II, III, IV y V se emplearán según condiciones climatológicas que cada proyecto presente (Rondón y Reyes, 2015, p. 518).

Concreto Fresco

Es un material que permanece en estado fluido, desde la conformación de la mezcla hasta el inicio de endurecimiento (fraguado inicial). En este lapso el concreto es transportado, colocado y compactado. El comportamiento de este concreto fresco depende de su diseño de mezcla, medio ambiente y condiciones de trabajo (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2014, p. 45).

Exudación

Es una propiedad del concreto por la cual, una porción de agua incorporada de la mezcla ya preparada, colocada y consolidada; se separa y sube a la parte superior del concreto. La exudación es propia del concreto, es por esto que se resalta la importancia de evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos podría generar a las propiedades mecánicas del concreto (Aceros Arequipa, 2020).

Exudación excesiva

Es el aflore excesivo de agua que se presenta durante la colocación del concreto fresco, generalmente este fenómeno se debe a que el concreto presenta un contenido bajo de aire; sin embargo, si el aire incorporado está dentro del rango designado entonces se debe investigar si hay pérdida de finos a consecuencia de un bajo contenido de cemento. (Instituto Americano del Concreto y Sociedad americana de contratistas del concreto, 2011, p. 146).

Trabajabilidad

Es una propiedad importante en el concreto fresco que brinda la facilidad de mezclar los componentes y este pueda ser manejable, transportable y de fácil colocación sin perder la homogeneidad. La trabajabilidad o revenimiento se evalúa según los procedimientos norma de la ASTM C 143. El concreto trabajable no genera segregación ni sangrado excesivo (Geoseismic, 2017).

Resistencia

Es una propiedad del concreto que permite soportar cargas y esfuerzos. En general la resistencia final del concreto se determina en una probeta estudiada en compresión, así como en ocasiones por la capacidad de tensión o flexión (Geoseismic, 2017).

Concreto Endurecido

El concreto endurecido lo define el parámetro de resistencia del concreto, cuando este cumple con el f'_c de diseño a los 28 días (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2014, p. 45).

Resistencia a la compresión del concreto

Está representado por f'_c la cual se mide en mega pascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb./pulg.²), a menos que en las especificaciones del proyecto se indiquen de otra manera. El f'_c es la resistencia obtenida a los 28 días de los testigos de concreto ensayados de acuerdo a las normas ASTM C31 y ASTM C39 (Instituto Americano del Concreto y Sociedad americana de contratistas del concreto, 2011, p. 29).

Resistencia a la flexión del concreto

Para estructuras cuyo diseño se hayan basado en la resistencia a la flexión, es importante evaluar el desempeño del concreto endurecido en flexión de acuerdo a la norma ASTM C78 (Instituto Americano del Concreto y Sociedad americana de contratistas del concreto, 2011, p. 31). Así también, el esfuerzo a la flexión controla el diseño de los pavimentos, y la magnitud de esta se debe medir mediante el ensayo de módulo de rotura tomando en cuenta la norma ASTM C78 (Norma CE.010 pavimentos urbanos, 2010, p. 56).

Retracción

Característica de concreto endurecido definido por la disminución del volumen que sufre el concreto, este encogimiento o disminución será tanto mayor mientras más desecante sea el ambiente (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2014, p. 274).

Agregado Grueso

Son los agregados retenidos en la malla N°4 (4.75 mm), dichos agregados fundamentalmente proceden de la trituración de roca o de grava y/o combinación de ambas. Estos materiales deben de estar libres de impureza y deben de presentar una gradación homogénea. Por otra parte, el tamaño máximo nominal del agregado no superará un tercio del espesor del pavimento (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 805, 806).

Agregado Fino

Son los agregados pasantes en la malla N°4 (4.75 mm), provenientes de arenas naturales y de trituración de rocas, gravas u otros productos que resulten adecuados. Para catalogarse como agregado fino el porcentaje de arena triturada no deberá concentrar más del 30% de la masa del agregado fino. Además de ello, la gradación seleccionada para el diseño de mezcla no superará en un 45% de material retenido entre dos tamices consecutivos (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 803).

Agua

El Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones sostiene que lo más recomendable es el uso de agua potable, ya que esta es calificada y no necesita realizarle ensayos. También menciona; en el caso que se emplee otras fuentes de agua o se mescle el agua de dos o más procedencias, esta deberá ser calificada mediante ensayos para cumplir requerimientos respecto al contenido de sustancias, contenidos de sulfatos, materia álcalis y otras establecidos en la NTP 339.073 (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 802).

Variable de Diseño

Las variables de diseño de pavimentos se tipifican en dos categorías: Directas e indirectas. Las variables que inciden de manera directa en el espesor de la capa del pavimento son el tránsito, subrasante, clima, factores de seguridad y propiedades mecánicas de materiales. Por otro lado, las indirectas son aquellas que no inciden en el espesor de la capa, pero si en la selección de tipo de estructura que se va a dimensionar, por ejemplo, materiales disponibles en la zona, estética, costo, topografía, etcétera (Rondón y Reyes, 2015, p. 553).

Base Granular

Es una capa de la estructura del pavimento que se sitúa por debajo de la carpeta asfáltica, losa de concreto y la capa estabilizada con cementante hidráulico. Esta capa está compuesta por materiales granulares no tratados situados generalmente sobre la subbase. En ocasiones esta capa puede ser conformarse directamente sobre la subrasante si esta presenta buen comportamiento mecánico. El espesor compacto para pavimento flexible oscila entre 10 y 30cm, mientras que en un pavimento rígido oscila entre 10 y 25cm (Rondón y Reyes, 2015, p. 371).

Subbase Granular

Es una capa de la estructura del pavimento que está situado por debajo de la base granular, compuesta por materiales granulares no tratados situados generalmente sobre el terraplén o el afirmado, la subrasante y la subrasante mejorada. En algunas ocasiones sirven para contrarrestar los cambios volumétricos producidos por la subrasante. El espesor compacto para pavimento flexible oscila entre 10 y 50cm, mientras que en un pavimento rígido oscila entre 10 y 25cm (Rondón y Reyes, 2015, p. 373).

Afirmado

Es una capa de la estructura del pavimento que está situado por debajo de la capa de la subbase. Tiene una función de conformar y nivelar la plataforma de las estructuras del pavimento en zonas donde la subrasante no presenta un perfil transversal y longitudinal definido. El espesor de esta capa es variable ya que depende el estado del terreno natural (Rondón y Reyes, 2015, p. 375, 376).

Subrasante Mejorado

Esta capa por lo general subyace a la capa de la subbase. Tiene funciones similares a las mencionadas de la capa base y subbase, pero de manera adicional tiene como función sustituir parte de la subrasante de baja rigidez y baja resistencia a cargas cíclicas (Rondón y Reyes, 2015, p. 377).

Subrasante

Es la capa donde se cimienta la estructura del pavimento, esta capa debe soportar en última instancia las cargas cíclicas producidas por el tránsito suministrando un apoyo uniforme a la estructura del pavimento. Adicionalmente se recomienda apoyar la losa de estructura vial sobre plataforma con CBR mínimo de 5% (Rondón y Reyes, 2015, p. 380, 554).

Compactación

El material de las capas a compactar debe de cumplir con la humedad requerida, y así; esta será conformada con rodillo compactador de forma longitudinal hasta obtener la densidad especificada. Así mismo; menciona que no se debe realizar esta actividad en el caso ocurra precipitaciones o si fuese el caso de encontrarnos en ambientes con temperaturas inferiores a 6°C (Manual de carreteras E.T. Generales para construcción, 2013, p. 362).

Caucho Reciclado

Es conocido como caucho reciclado, al caucho reutilizado de los neumáticos que cumplieron su vida útil, este elemento además de ser un residuo aprovechable es usado en infinidad de aplicaciones (Chávarri y Falen, 2020, p. 43).

Caucho

Es un hidrocarburo de suma importancia que se obtiene del látex que se extrae de los árboles de las zonas tropicales (Chávarri y Falen, 2020, p. 44). Así mismo estas presentan dos (2) tipos de caucho: el natural y el sintético (Diferencias.info, 2019).

Caucho Natural

Es un producto vegetal procesado que se obtiene de la Saravia, este tiene un aspecto viscoso o látex que se extrae del árbol *Hevea Brasiliensis*, del *Ficus elatica* y de otras plantas africanas que se cultivan en Brasil, México y a nivel mundial Vietnam y china (Diferencias.info, 2019).

Caucho Sintético

El caucho sintético es un copolímero que es elaborado a través de reacciones químicas o productos que se derivan del petróleo, por otra parte, estos tienen características como duros y eficaces que el caucho natural (Diferencias.info, 2019).

Propiedades Físicas del Caucho

Las propiedades físicas del caucho son los siguientes: elasticidad, retracción, resistencia al calor, resistencia a la fatiga y abrasión, resistencia a los ataques de agentes y atmosféricos (Arroyo, 2014).

Trituración Mecánica

Es un proceso que con lleva a obtener excelentes componentes de calidad (caucho, acero, nylos) es decir se obtiene productos libres de impurezas, facilitando la utilización en nuevos procesos de producción. Este proceso es un método compatible con el medioambiente, es ideal para ser utilizado en la planta de tratamiento de neumáticos fuera de uso (Chimborazo, Caisa y Miranda, 2017, p. 427).

Tracción del caucho

El ensayo a la tracción tiene como característica la dureza, se puede realizar con el equipo dinamómetro, dicha prueba consiste en tomar una muestra del caucho, el cual se sujeta en cada extremo y luego se procede a estirla a una velocidad constante hasta ejercer la rotura. Para obtener el resultado de tensión de la muestra, solo consta dividir la fuerza que ha ejercido entre el área de la muestra (Erica, 2019). La norma ASTM D412 establece un procedimiento de la prueba de tracción al caucho u otros elastómeros, dicha norma decreta dos (2) métodos de prueba: Método "A" y método "B", la primera consiste con muestras con mancuernas y de sección recta, por otra parte, la segunda consiste con muestras de anillo cortado. Estos dos métodos diferentes no producen resultados idénticos (ASTM D412-16, p. 1).

Abrasión del caucho

El ensayo a la abrasión consiste en la pérdida de material producida por la fricción contra la superficie, según la Norma DIN 53516 el cual establece el ensayo que consiste que una probeta cilíndrica de 16 mm de diámetro, recorra longitudinalmente encima de un cilindro dotado de un movimiento de rotación y cubierto con una tela de esmeril, con la finalidad que la probeta recorra 40 m. sin ocupar nunca la misma posición anterior, este ensayo de la probeta es sometido a 10 N de fuerza en cauchos duros y 5 N en cauchos blandos. Los resultados por pérdida de abrasión se expresan en mm³ mediante la siguiente operación:

pérdida de peso entre la densidad del material, mientras más bajo sea el valor, mayor resistencia a la abrasión tiene (Erica, 2019).

Compresión en el Caucho

Según la Norma ASTM D395 (2018), la prueba de compresión se utiliza para medir la capacidad de los compuestos de caucho para retener propiedades elásticas después de un esfuerzo de compresión prolongado (ASTM D395-18, p. 1).

Impacto Ambiental

Esta puede ser provocada directa o indirectamente por una actividad o proyectos, es decir ocasionada por la naturaleza o la acción del hombre (Gestión en Recursos Naturaleza, 2018). Por otra parte, la contaminación ambiental produce enfermedades que causan muertes, en el Perú al año mueren mil (1000) personas, según el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES). Por otro lado, en el Perú aumentan el incremento de los problemas ambientales continuamente con el incremento de la población (Universidad Privada del Norte, 2016).

Ventajas ambientales con el uso de caucho reciclado

Generación de espacios para otros residuos sólidos en el vertedero, también previene los incendios y la contaminación, previene generación de hogares para los roedores, genera microempresas de reciclaje de neumáticos fuera de uso y a la vez, abre más puestos de trabajo en la sociedad, concientización de las personas sobre la reutilización de los desechos, creación de nuevos productos beneficiosos como por ejemplo: pisos, césped de patio de recreo, amarres de ferrocarriles y entre otros (Eco Green, 2014).

Desventajas ambientales con el uso de caucho reciclado

El caucho reciclado requiere de una máquina especializada en separación del caucho e hilos acerados dentro de los neumáticos, esta máquina es difícil de encontrar en las industrias. Así mismo para Miguel (2019), indica que existe pérdida del material después de haber reciclado, por lo que dificulta la nueva creación de un producto reciclado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Método: El método de la investigación es cuantitativa, ya que el análisis es referenciado por la “Cantidad”, por tanto, su medio principal es el cálculo y la medición. En general, el objetivo es medir variables y tomar como indicadores a las magnitudes. Desde tiempos anteriores el método se ha venido aplicando con éxito en investigaciones del tipo explicativo, experimental, descriptivo, y exploratorio (Niño, 2011, p. 29).

Tipo de investigación: Esta investigación es de tipo aplicada debido a que plantea problemas específicos que necesitan resolverse de forma inmediata, este tipo de investigación puede brindar hechos nuevos que al realizarlo de forma correcta puedan ser útil y predictivo para la teoría (Baena, 2017, p. 17-18).

Nivel: Esta investigación tiene el nivel explicativo y no solo busca describir los fenómenos o conceptos o relacionar conceptos; más bien, están dirigidos a responder causas de eventos y fenómenos físicos o sociales. [...], su interés se basa en explicar del por qué sucede un fenómeno y en qué condiciones se presenta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández *et al.*, 2014, p. 95).

Diseño de investigación: La presente investigación es de carácter experimental, estudio donde se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para luego analizar sus consecuencias que tiene sobre la manipulación de una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p. 129).

El diseño es de carácter cuasiexperimental, estudio en que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, diferenciándose de los experimentos “puros” en su grado de seguridad (Hernández *et al.*, 2014, p. 151).

GE (A): $Y_1 \rightarrow X \rightarrow Y_2$

GC (A): $Y_3 \rightarrow X' \rightarrow Y_4$

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control

X: Variables independiente

X': Tratamiento convencional

Y_1, Y_3 : Pretest

Y_1, Y_3 : Pretest

3.2. Variables y operacionalización

Variable: Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. [...] El concepto de variable se aplica a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos calores respecto de la variable referida (Hernández *et al.*, 2014, p. 105).

Variable 1: Adición de caucho reciclado (Independiente, Cuantitativa)

Variable 2: Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido (Dependiente, Cuantitativa)

3.3. Población, muestra y muestreo

– Población

La población es el total de un conjunto de todos los casos o elementos, sean acontecimientos, objetos o individuos, éstos se identifican en un área a ser estudiada (Sánchez, Reyes y Katia, 2018, p. 102). Bajo este concepto, la presente investigación define dos poblaciones, la primera población está conformado por 36 probetas cilíndrica y la segunda población está conformado por 20 viguetas, los cuales servirán para analizar el $f'c$, Módulo de rotura e índice de retracción del concreto piloto y los concretos de estudio,

este mismo presentados como propuesta para el diseño del pavimento rígido de la Avenida Llanos ubicada en el distrito de Ate.

– Muestra

Es un subgrupo de la población de estudio sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, estos también deben ser representativo de la población (Hernández et al., 2014, p. 173). Así mismo el tamaño de la muestra está referido al número individuos o casos que contiene la muestra, las cuales dependerán del muestreo (Sánchez et al., 2018, p. 93). En tal sentido, se contempla 04 muestras para la población de cilindro y 04 muestras para la población de viguetas, estos definidos en las tablas 2, 3 y 4:

Tabla 2. *Ensayo a compresión*

Ensayo a la Compresión		Números de probetas según día			Total de probetas
		Día 7	Día 14	Día 28	
Concreto patrón	Normal	3	3	3	36
Concreto con adición de caucho	4 %	3	3	3	
	8 %	3	3	3	
	12 %	3	3	3	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. *Ensayo a flexión*

Ensayo a la flexión		Números de viguetas según día		Total de viguetas
		Día 7	Día 28	
Concreto patrón	Normal	2	2	16
Concreto con adición de caucho	4 %	2	2	
	8 %	2	2	
	12 %	2	2	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. *Ensayo a retracción*

Ensayo a la retracción		Números de viguetas según día	Total de viguetas
		Día 56	
Concreto patrón	Normal	1	4
Concreto con adición de caucho	4 %	1	
	8 %	1	
	12 %	1	

Fuente: Elaboración propia.

– Muestreo

Existe dos clases de muestreo: probabilística y dirigida o no probabilística (Hernández et al., 2014, p. 171). Además, el tipo no probabilístico está basado en el criterio del investigador y pueden ser sin normas e intencionado (Sánchez et al., 2018, p. 94). En este sentido, la presente investigación es de clase no probabilística, ya que el muestreo fue seleccionado bajo el criterio del diseño de pavimento rígido.

Unidad de análisis

Diseño de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

Proceso de la investigación mediante el cual se recolecta datos o información del estudio, y para ello se emplean instrumentos y técnicas específicos de recolección de datos (Sánchez *et al.*, 2018, p. 111). La técnica que se aplica en el presente estudio es la observación, puesto que permite demostrar de forma gradual y sistemática el comportamiento que toma el concreto con adición de caucho desde la selección de los agregados, diseño de mezcla, la preparación del concreto y consolidación, estos representados mediante las normas: ASTM C 136 (Análisis granulométrico de agregados), ASTM C29 (Análisis de peso unitario), ASTM C127 y C128 (Análisis de peso específico y absorción), ASTM C 143 (Ensayo de trabajabilidad), ASTM C39-07 (compresión), ASTM C 78 (flexión) y ASTM C157 (retracción). Como instrumentos se usaron las guías de observación en campo que fueron elaborados con criterios de las normas antes mencionadas, las cuales se presentan en los capítulos de resultados.

– Validación de instrumento

La validación es un proceso de investigación tecnológica que demuestra la validez de los métodos, instrumentos, técnicas y programas. Estos procedimientos de validación pueden sostenerse de técnicas cualitativas o técnicas estadísticas (Validez de Jueces, validez de contenido) (Sánchez et al., 2018, p. 124). Por lo tanto, la validación de los instrumentos de la presente investigación es realizado a través del juicio de expertos mediante un cuestionario con valoración en escala de Likert (1 - 5). A continuación, se presenta el listado de los expertos:

Tabla 5. *Ingenieros expertos*

Ingenieros	Código CIP
Orellana Lazo, Adherlyn Ricardo	184702
Puempae Calderón, Luis Santos	184719
Ludeña Medina, Maria Mercedes	50999
Espinoza Piccone, Manuel	202083
Núñez Vicente, Víctor Jesús	208174
Pereyra Rojas, Edgar Jesús	848991
Torres Montesinos, Francisco Wilfredo	19729
Guzmán Huaman, Juan Carlos	204613
Maximiliano Velasquez, Elmer Jaime	202148
Pizarro Andahua, Rafael Alejandro	184716
Lucas Carrillo, Leandro Maximovich	193575
Quiñonez Espinoza, Joseph Alberto	195753
Manchego Meza, Juan Alfredo	200816
Gomez Campos, Julián	185596
Jurado Tasayco, Sebastián	243694
Gutierrez Bazan, Miguel Rodolfo	170337
Saldamando Camac, Carlos Edu	170337

Fuente: Elaboración propia.

– Confiabilidad

La confiabilidad se define como una aproximación a la exactitud de datos y técnicas de investigación. Esta se muestra en relación con el error, pues a menor error mayor confiabilidad (Sánchez et al., 2018, p. 35). Para el cálculo de la confiabilidad de nuestro instrumento de encuesta procederemos a analizar los datos con el método de coeficiente de α (Alpha de Cronbach) con apoyo del software SPSS.

Resumen de procesamiento de casos

Tabla 6. *Procesamiento de casos*

		N	%
Casos	Válido	17	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	17	100,0

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Estadística de fiabilidad

Tabla 7. Confiabilidad de instrumento

Alfa de Cronbach	N de elementos
,812	16

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

En la interpretación de los resultados del coeficiente α se obtuvo 0.812, el cual se encuentra dentro del Rango del 0.81 a 1.00 interpretando una Magnitud de muy Alta confiabilidad.

3.5. Procedimientos

La elaboración del concreto con adición de caucho se realizará en 5 pasos, los cuales abarcarán desde su recolección de los agregados (piedra chanchada, arena y caucho) hasta los resultados de los ensayos. Estas se demuestran a continuación:

Paso 01: Recolección de agregados

- a. Se recolecta las llantas en desuso que se encuentran abandonadas en las distintas localidades como se aprecia en la figura 3, para luego llevarlas a un lugar de almacenaje.



Figura 3. Llantas en desuso.

- b. Desde el depósito se traslada las llantas recicladas hacia la planta de trituración de la empresa GRUPO RAMOS S.A.C. para realizar el proceso de trituración que consta de cortar en tiras las llantas y separar el caucho para luego llevar a la máquina de trituración tal cual se muestra en la figura 4.



Figura 4. Trituración.

- c. Una vez triturado el caucho reciclado, se procede a seleccionar el tipo de caucho triturado según su forma, para nuestro caso seleccionamos el caucho de tipo grano de 2.36 mm a 4.75 mm que se muestra en la figura 5, los mismos que reemplazarán al agregado fino en un 4%, 8% y 12%.



Figura 5. Selección de tamaño.

- d. Los agregados gruesos y finos son extraídos de la cantera trapiche para luego realizar los ensayos granulométricos en el laboratorio de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C. el cual se puede evidenciar en la figura 6.



Figura 6. Ensayos de agregados.

Paso 02: Diseño de mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

- a. Una vez analizada los agregados, se elabora el diseño de mezcla del concreto patrón bajo los lineamientos de la Norma ACI 211, del cual obtenemos la dosificación que se muestra en la tabla 8:

Tabla 8. Dosificación patrón

Cemento (p3)	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
1	2.2	2.39	23.62

Fuente: Elaboración propia.

- b. Utilizando la misma dosificación del concreto patrón se elabora 3 muestras de estudio, los cuales incorporan 4%, 8% y 12% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino, más la adición del aditivo Sikacem, obteniendo la dosificación en la tabla 9:

Tabla 9. Dosificación de concreto de estudio (4%, 8% y 12%)

Adición de caucho	Cemento (Bls.)	A. Grueso (Bls.)	A. Fino (Bls.)	Caucho (g.)	Agua (Lt.)	Aditivo (g.)
4 %	1	2.39	2.11	372	6.01	76.43
8 %	1	2.39	2.03	715.51	6.01	76.43
12 %	1	2.39	1.94	1087.58	6.01	76.43

Fuente: Elaboración propia.

Paso 03: Preparación y evaluación del concreto en estado fresco

- a. De acuerdo a nuestro diseño de mezcla patrón, se procedió primero a pesar el cemento, piedra chancada, arena, agua y aditivo superplastificante en una balanza calibrada, posterior a ello se procedió a mezclar todos los componentes en el trompo mezclador por un tiempo aproximado de 5 minutos hasta obtener una mezcla homogénea cuyas evidencias se encuentra en la figura 7.



Figura 7. Mezclado patrón.

- b. Una vez obtenida la mezcla homogénea del patrón, se realizó el ensayo del cono de abrams siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C143 como se aprecia en la figura 8, el cual consiste en rellenar de concreto el cono compactando en 3 capas, cada una de ellas deberá dar 25 golpes y llenarlo a tope. Posterior a ello el cono será retirado en no más de 5 segundos para luego realizar la medición desde la parte más alta del concreto hasta el fondo de la varilla.



Figura 8. Slump patrón.

- c. Después del ensayo de slump, se procede a llenar los moldes cilíndricos 15cm x 30cm, viguetas 15cm x 50cm x 15cm y viguetas de 10cm x 10cm x 22.5cm como se evidencia en la figura 9.



Figura 9. Muestra cilíndrica y vigueta del patrón.

- d. Luego de realizar la muestra del patrón, se procede a realizar el concreto con adición de caucho 4%, primero se pesó el cemento, piedra chancada, arena, caucho 4%, agua y aditivo superplastificante en una balanza calibrada. Para el mezclado de estos concretos de estudio primeramente se colocó los agregados y el cemento dentro del trompo, posteriormente se adicionó el caucho y finalmente agua y aditivo. Este proceso se realizó para obtener una mezcla homogénea según se aprecian en la figura 10.



Figura 10. Mezclado de concreto con adición de 4% caucho.

- e. Una vez obtenida la mezcla homogénea del concreto con adición de 4% de caucho, se realizó el ensayo del cono de abrams siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C143 como se aprecia en la figura 11, el cual consiste en rellenar de concreto el cono compactando en 3 capas, cada una de ellas deberá dar 25 golpes y llenarlo a tope. Posterior a ello el cono será retirado en no más de 5 segundos para luego realizar la medición desde la parte más alta del concreto hasta el fondo de la varilla.



Figura 11. Prueba de trabajabilidad – Concreto con adición de 4% caucho.

- f. Después del ensayo de slump del concreto con adición de 4% de caucho, se procede a llenar los moldes cilíndricos 15cm x 30cm, viguetas 15cm x 50cm x 15cm y viguetas de 10cm x 10cm x 22.5cm como se aprecia en la figura 12.



Figura 12. Moldes cilíndrico y viguetas.

- g. Para la adición del 8% y 12% al diseño de mezcla de concreto, se siguió el mismo procedimiento que menciona en el paso 3 ítems d,e,f.

Paso 04: Traslado de testigos cilíndricos y viguetas

- a. Una vez obtenida el total de probetas y viguetas detalladas en las tablas 2, 3 y 4, se trasladaron al laboratorio de la empresa MTL GEOTECNIA S.A.C., donde fueron curadas durante 7 días.

Paso 05: Ensayos de concreto endurecido

- a. Los testigos fueron ensayados a compresión, los cuales fallaron 3 a 7 días, 3 a 14 días y 3 a 28 días según se muestran en la figura 13, los valores obtenidos se analizan para obtener el $f'c$ del concreto patrón y los concretos de estudios.



Figura 13. Ensayo de compresión.

- b. Se ensayó los testigos a flexión las viguetas los cuales fallaron 2 a 7 días y 2 a 28 días según se muestran en figura 14, los valores obtenidos determinan el módulo de rotura de cada espécimen.



Figura 14. Ensayo de flexión.

- c. Se ensayó los testigos a retracción para medir el grado de contracción del concreto, estos a ser evaluado en 3 instancia: primero a las 24 horas, segundo a los 28 días y tercero a los 56 días después de obtenida las viguetas como se evidencia en la figura 15.



Figura 15. Ensayo de retracción.

3.6. Métodos de análisis de datos

En el análisis de los datos encontramos dos (02) cuestiones, primero los modelos estadísticos son representaciones de la realidad mas no la realidad misma, y segundo que los resultados numéricos siempre se interpretan en contexto (Hernández *et al.*, 2014, p. 270). Es por ello, que los datos obtenidos durante los ensayos de estudio son procesados en la herramienta Microsoft, bajo los criterios de diseño y calidad de concreto indicados en el RNE. E.060 (Capítulo 05) y el código ACI 318-14 (capitulo 19). Así mismos, los parámetros indicados en el Ítem 26.12 son indispensables para el para la evaluación y aceptación del concreto.

Por otro lado, el análisis estadístico de los resultados se realizará mediante la técnica del T Student, donde primero se calculará las medidas de resumen (media, desviación estándar), posteriormente se calculará el punto crítico de la curva de distribución normal y finalmente se realizará la prueba de hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación tiene ética profesional puesto que guarda los lineamientos de la guía de elaboración de productos observables UCV (Versión 2020) y siguiendo la dirección del asesor institucional. Por otro lado, las citas descritas en el desarrollo de la investigación se realizaron en base a la Norma International Organization for Standardization (ISO). Así mismo los antecedentes son acreditados por RENATI-SUNEDÚ.

En los antecedentes mencionados en el ítem 2.1 los porcentajes a trabajar fueron de 5%, 10% y 15%, por lo contrario, en esta investigación se propone nuevos valores que comprenden el 4%, 8% y 12% de caucho reciclado con respecto al peso del agregado fino que concluirán en un nuevo diseño de mezcla.

Finalmente; esta investigación es verídica debido a que se respetó los resultados obtenidos y no es alterado, así mismo se siguieron los procedimientos de ensayos de acuerdo a las normas descritas en técnicas e instrumento de recolección de datos anexados en esta investigación.

IV. RESULTADOS

Los ensayos físicos del agregado y del caucho cumplieron las normas ASTM C136 de análisis granulométrico, ASTM C29 de peso unitario, ASTM C127 para el peso específico del agregado grueso y ASTM C128 para el peso específico, arrojando los siguientes resultados.

Tabla 16. Cuadro de análisis granulométricos del agregado fino

MATERIAL:		Agregado fino		CANTERA:		Trapiche
PESO INICIAL HUMEDO (g)		632.5		% W =		0.9
PESO INICIAL SECO (g)		627.0		MF =		2.94
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	13.4	2.1	2.1	97.9	95 - 100
Nº8	2.38	112.8	18.0	20.1	79.9	80 - 100
Nº 16	1.19	132.9	21.2	41.3	58.7	50 - 85
Nº 30	0.60	137.2	21.9	63.2	36.8	25 - 60
Nº 50	0.30	85.4	13.6	76.8	23.2	05 - 30
Nº 100	0.15	83.8	13.4	90.2	9.8	0 - 10
FONDO		61.5	9.8	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia

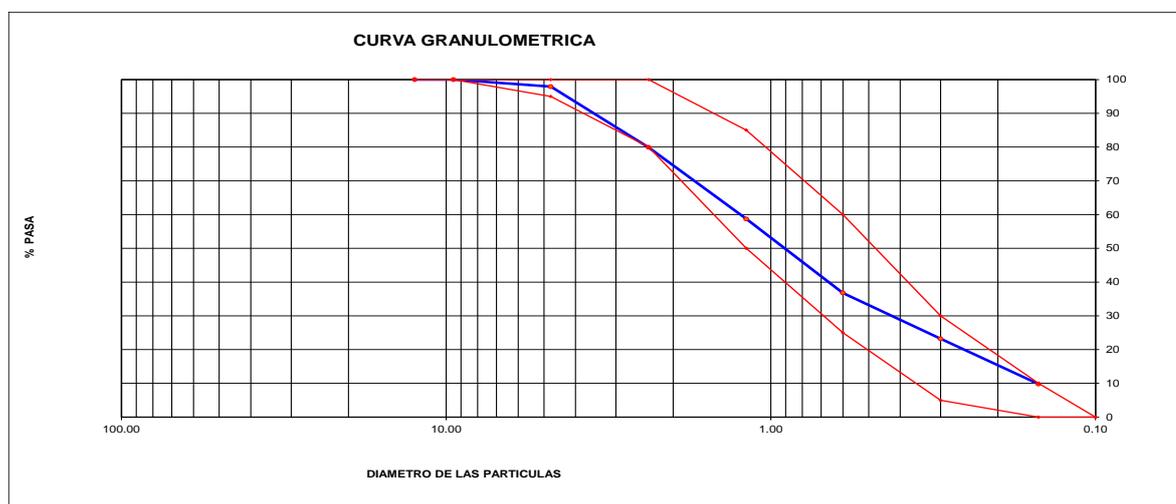


Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino

Los valores obtenidos en la tabla 16 y el gráfico 16 reflejan que se cumple los tamaños requeridos en la norma ASTM C136, dando así por aceptado el agregado fino.

Tabla 17. Cuadro de análisis de peso unitario del agregado fino

MATERIAL:	Agregado fino	CANTERA:	Trapiche
------------------	---------------	-----------------	----------

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6502	6487	6493
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4139	4124	4130
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.500	1.494	1.496
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.497		

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7332	7296	7309
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4969	4933	4946
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.800	1.787	1.792
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.793		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Cuadro de análisis de peso específico del agregado fino

MATERIAL:		Agregado fino	CANTERA:		Trapiche
MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	980.7	981.5	981.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	664.6	664	664.30
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	170.2	169.8	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	494.4	494.2	494.30
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.9

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.65	2.65
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.73	2.73	2.73
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.1	1.2	1.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Cuadro de análisis granulométricos del agregado grueso

MATERIAL:		Agregado Grueso		CANTERA: Trapiche		
PESO INICIAL HUMEDO (g)		4,235.00		% W = 0.1		
PESO INICIAL SECO (g)		4,232.40		MF = 6.78		
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	13.4	2.1	2.1	97.9	95 - 100
Nº8	2.38	112.8	18.0	20.1	79.9	80 - 100
Nº 16	1.19	132.9	21.2	41.3	58.7	50 - 85
Nº 30	0.60	137.2	21.9	63.2	36.8	25 - 60
Nº 50	0.30	85.4	13.6	76.8	23.2	05 - 30
Nº 100	0.15	83.8	13.4	90.2	9.8	0 - 10
FONDO		61.5	9.8	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia

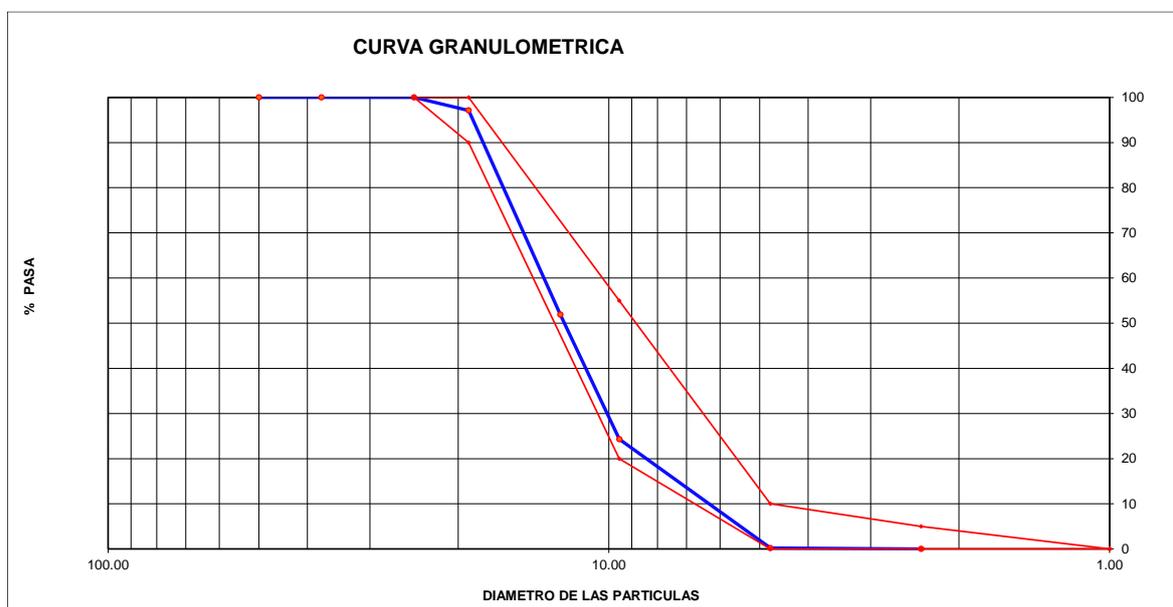


Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso

Los valores obtenidos en la tabla 19 y la gráfica 17 reflejan que se cumple los tamaños requeridos en la norma ASTM C136, Dando por aceptado el agregado grueso.

Tabla 20. Cuadro de análisis de peso unitario del agregado grueso

MATERIAL:	Agregado grueso	CANTERA:	Trapiche
------------------	-----------------	-----------------	----------

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30682	30664	30769
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20882	20864	20969
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.497	1.496	1.503
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.499		

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32453	32475	32492
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22653	22675	22692
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.624	1.625	1.627
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.625		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso

MATERIAL:	Agregado fino	CANTERA:	Trapiche
------------------	---------------	-----------------	----------

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1534.0	1578.0	1556.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco C	g	2409.0	2478.0	2443.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.67	2.66	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.1	1.2	1.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Cuadro de análisis granulométricos del grano de caucho

MATERIAL:	Agregado fino		CANTERA:	Trapiche		
PESO INICIAL HUMEDO (g)	585.0		% W =	0.1		
PESO INICIAL SECO (g)	584.6		MF =	5.81		
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.76	472.5	80.8	80.8	19.2	
Nº8	2.38	112.1	19.2	100.0	0.0	
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 30	0.60	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 100	0.15	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0	

Fuente: Elaboración propia

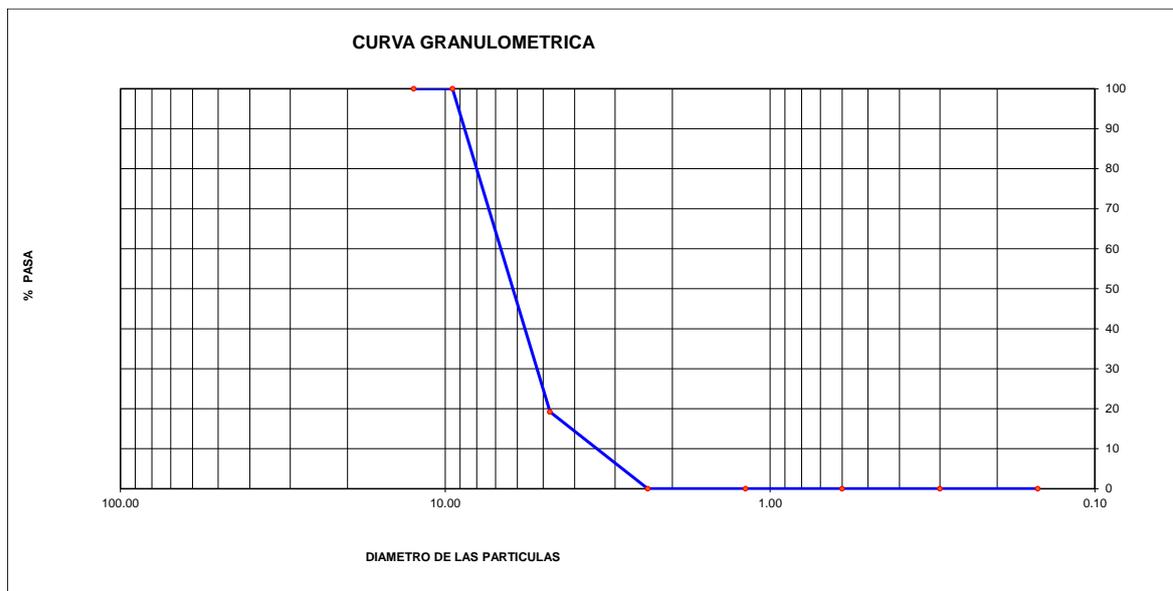


Gráfico 3. Curva granulométrica del grano de caucho

Los valores obtenidos en la tabla 22 y la gráfica 18 reflejan que los tamaños del grano de caucho quedan retenidos entre los tamices de 4 y 8, los cuales comprenden tamaños que oscilan entre 2.36mm y 4.75mm.

Tabla 23. Cuadro de análisis de peso específico del agregado grueso

MATERIAL:	Agregado fino	CANTERA:	Grupo Ramos
------------------	---------------	-----------------	-------------

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1534.0	1578.0	1556.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco C	g	2409.0	2478.0	2443.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.67	2.66	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.1	1.2	1.2

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla se elaboró mediante el método de diseño ACI 211, los cuales muestran los siguientes cálculos y resultados.

Tabla 24. Diseño de concreto patrón

f'c 280 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO			4	pulg		
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "			
3 RELACION AGUA CEMENTO			0.523			
4 AGUA			200			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³	
Volumen absoluto del cemento			0.1226	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2000	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		0.343
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3150	m ³ /m ³		0.657
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Arcilla			0.0000	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			200	Lt/m ³		
AGREGADO FINO			835	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			913	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2330	Kg/m³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			842.3	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1	Kg/m ³		
ARCILLA 30%			#¡REF!	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.30	%	2.5	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO			1.10	%	10.0	Lts/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					12.5	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			213	Lts/m ³		
AGREGADO FINO			842	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2351	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)						
CEMENTO			12.24	Kg		
AGUA			6.80	Lts		
AGREGADO FINO			26.95	Kg		
AGREGADO GRUESO			29.25	Kg		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			86.4	g		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.20		A.F	2.21		
A.G	2.39		A.G	2.39		
H2o	23.62		H2o	23.6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Diseño de concreto con adición de 4% de caucho

f'c 280 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 4%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO					
1	ASENTAMIENTO		4	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523		
4	AGUA		200		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34		
B) ANÁLISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO	382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³
	Volumen absoluto del cemento		0.1226	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua		0.2000	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³	
					0.343
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3024	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3420	m ³ /m ³	0.657
	Volumen absoluto del caucho		0.0130	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO		383	Kg/m ³	
	AGUA		200	Lt/m ³	
	AGREGADO FINO		801	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		913	Kg/m ³	
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³	
	CAUCHO 4%		13.130	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA		2297	Kg/m³	
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO		808.6	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		914.1	Kg/m ³	
	CAUCHO 4%		13.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO		0.30	%	Lts/m ³
	AGREGADO GRUESO		1.10		2.4
	CAUCHO 4%		4.90		10.0
					0.6
					12.4
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				212.4
					Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO		383	Kg/m ³	
	AGUA		212	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO		809	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		914	Kg/m ³	
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³	
	CAUCHO 4%		13.143	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA		2318	Kg/m³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)					
	CEMENTO		19.89	Kg	
	AGUA		11.05	Lts	
	AGREGADO FINO		42.05	Kg	
	AGREGADO GRUESO		47.53	Kg	
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		140.4	g	
	CAUCHO 4%		683.4	g	
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)
	C	1.0			C
	A.F	2.11			A.F
	A.G	2.39			A.G
	H2o	23.61			H2o

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Diseño de concreto con adición de 8% de caucho

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 8%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4	pulg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4 "			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523			
4	AGUA		200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO	382.500	Kg/m³	9.0	Bis/m³	
	Volumen absoluto del cemento		0.1226	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua		0.2000	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³		0.343
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.2900	m ³ /m ³		0.657
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3420	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del caucho		0.0250	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO		383	Kg/m ³		
	AGUA		200	Lt/m ³		
	AGREGADO FINO		769	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		913	Kg/m ³		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³		
	CAUCHO 8%		25.250	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2264	Kg/m³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO		775.4	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		914.1	Kg/m ³		
	CAUCHO 8%		25.3	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
			%	Lts/m³		
	AGREGADO FINO		0.30	2.3		
	AGREGADO GRUESO		1.10	10.0		
	CAUCHO 8%		4.90	1.2		
				12.4		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			212.4	Lts/m³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO		383	Kg/m ³		
	AGUA		212	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO		775	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		914	Kg/m ³		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³		
	CAUCHO 8%		25.275	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2284	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)						
	CEMENTO		19.89	Kg		
	AGUA		11.04	Lts		
	AGREGADO FINO		40.32	Kg		
	AGREGADO GRUESO		47.53	Kg		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		140.4	g		
	CAUCHO 8%		1314.3	g		
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0			C	1.0
	A.F	2.03			A.F	2.03
	A.G	2.39			A.G	2.39
	H2o	23.59			H2o	23.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Diseño de concreto con adición de 12% de caucho

f'c 280 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 12%	1.01		0.1	5.0		
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4	pulg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4 "			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523			
4	AGUA		200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		382.500	Kg/m³	9.0	Bls/m³	
Volumen absoluto del cemento			0.1226	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2000	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		0.343
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.2770	m ³ /m ³		0.657
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del caucho			0.0380	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			200	Lt/m ³		
AGREGADO FINO			734	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			913	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.380	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2230	Kg/m³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			740.7	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.4	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
				%	Lts/m³	
AGREGADO FINO			0.30		2.2	
AGREGADO GRUESO			1.10		10.0	
CAUCHO 12%			4.90		1.9	
					12.2	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					212.2	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			212	Lts/m ³		
AGREGADO FINO			741	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700	Kg/m ³		
CAUCHO 12%			38.418	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2249	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)						
CEMENTO			4.97	Kg		
AGUA			2.76	Lts		
AGREGADO FINO			9.63	Kg		
AGREGADO GRUESO			11.88	Kg		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			35.1	g		
CAUCHO 12%			499.4	g		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	1.94		A.F	1.94		
A.G	2.39		A.G	2.39		
H2o	23.58		H2o	23.58		

Fuente: Elaboración propia

Durante la elaboración del concreto patrón y los concretos de estudios, se realizaron los ensayos de slump conforme a la norma ASTM C143, en el proceso se obtuvo los siguientes valores:

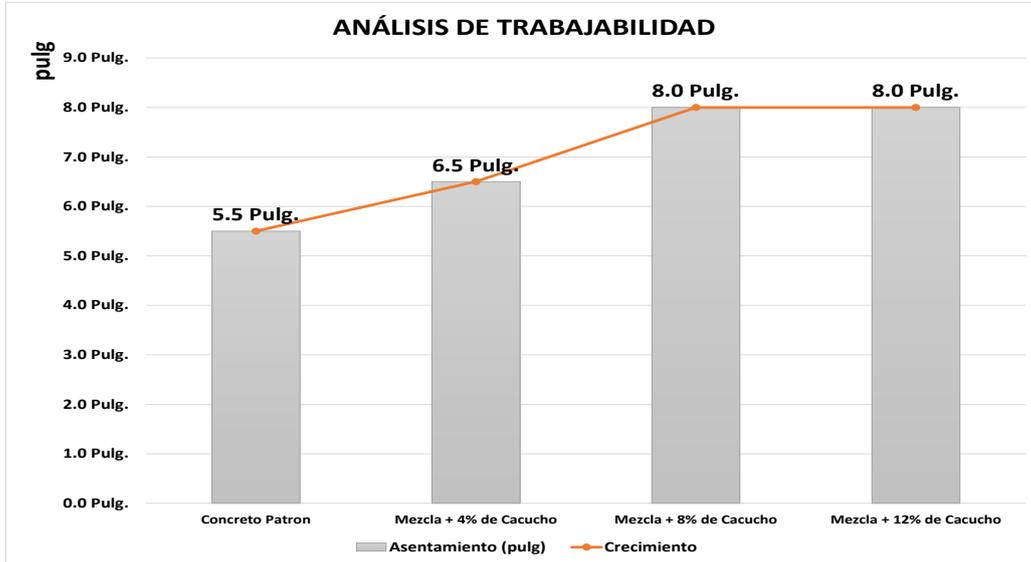


Gráfico 4. Curva de trabajabilidad

El gráfico 4 muestra que cuanto mayor porcentaje de grano de caucho se adicionan al concreto patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, la trabajabilidad es mayor. Por lo tanto, estos resultados responden a la **hipótesis específica 1**, demostrando que la adición de caucho al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ afecta positivamente la trabajabilidad del concreto en su estado fresco.



Figura 16. Medida del slump.

Para el cálculo del esfuerzo a la compresión que adquiere el concreto patrón y los concretos de estudio, se realizaron ensayos de rotura a los 7, 14 y 28 días, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 28. Resultados del ensayo a compresión para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tipos de muestra	7 días		14 días		28 días	
	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
Concreto Patrón	278.83	99.58	281.47	100.52	348.50	124.46
Mezcla + 4% de Caucho	261.70	93.46	277.87	99.24	323.40	115.50
Mezcla + 8% de Caucho	241.43	86.23	250.80	89.57	274.40	98.00
Mezcla + 12% de Caucho	221.17	78.99	235.93	84.26	238.70	85.25

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la tabla 28 son validados por los certificados de ensayos adjuntados en el anexo de la presente investigación, estos mismos fueron de apoyo para contratación de la **hipótesis específica 2** que a continuación se desarrolla:

Prueba de hipótesis con t student

“El valor mínimo del 4% de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ definirá la resistencia óptima a la compresión para el diseño de pavimento rígido “

Para verificar la resistencia óptima que adquiere el concreto al adicionarle caucho, evaluaremos las muestras con diferentes porcentajes y sus respectivos resultados.

+	C1	C2	C3	C4
	CONCRETO PATRON	CONCRETO + 4%	CONCRETO + 8%	CONCRETO + 12%
1	348.4	324.8	276.9	246.4
2	350.5	326.0	270.7	228.6
3	346.6	319.4	275.6	241.1
4				

Figura 17. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.

Utilizamos el diseño de investigación experimental, con observaciones después del mismo, obteniendo el siguiente diagrama.

GE: X-----Y

La evaluación estadística será a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

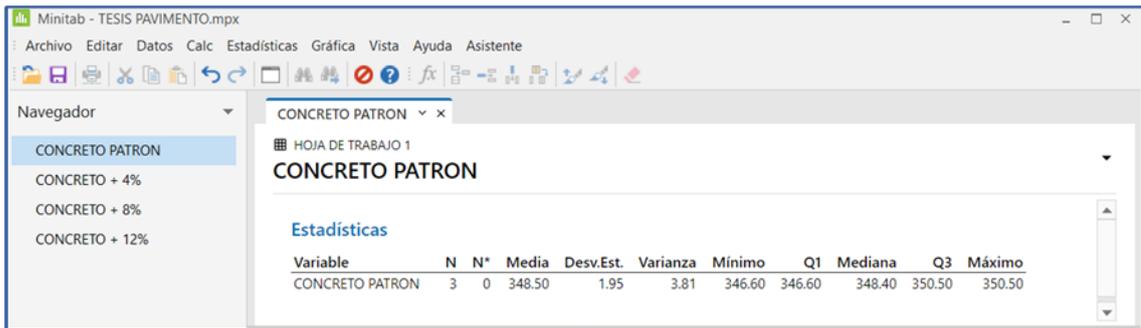


Figura 18. Resumen estadístico del concreto patrón

$$\mu=348.5 ; s=1.95 ; n=3$$

a. Prueba estadística t para el 4%

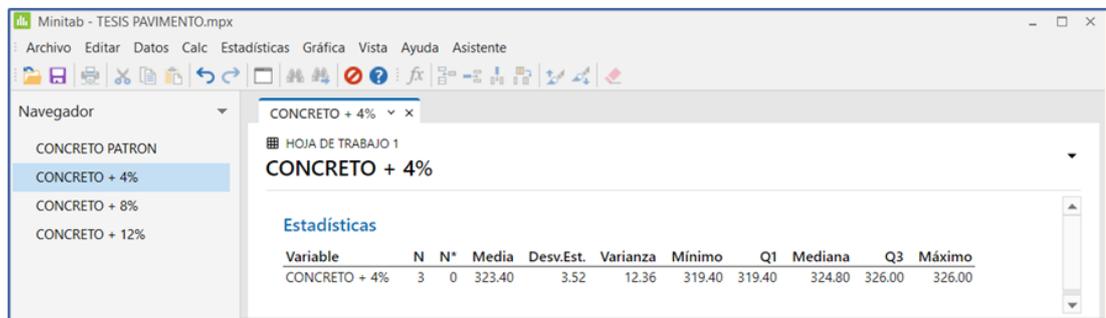


Figura 19. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho

a.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 323.4 ; s = 3.52 ; n = 3$$

a.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl= n-1=2$$

$$t=2.92$$

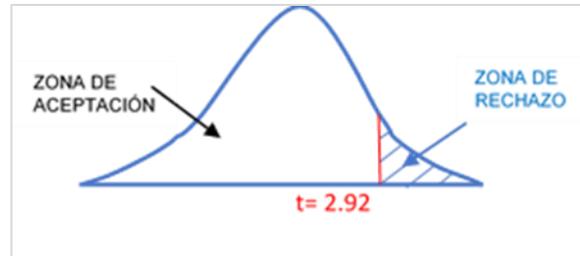


Figura 20. Límite y región crítica a la derecha

a.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = 348.5$; Con la adición del 4% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

$H_1: \mu > 348.5$; Con la adición del 4% de caucho al concreto la resistencia a la compresión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{323.4 - 348.5}{\frac{3.52}{\sqrt{3}}} = -12.35$$

a.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -12.35$ respecto a la resistencia a la compresión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 4% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

b. Prueba estadística t para el 8%

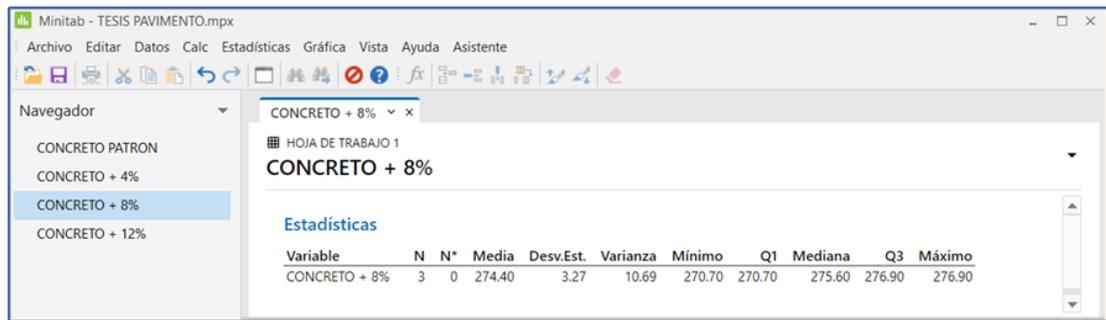


Figura 21. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.

b.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 274.4 ; s = 3.27 ; n = 3$$

b.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n - 1 = 2$$

$$t = 2.92$$

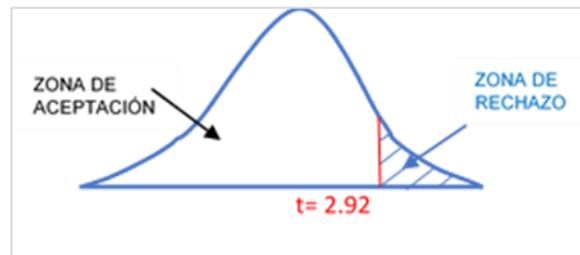


Figura 22. Límite y región crítica a la derecha

b.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

H_0 : $\mu = 348.5$; Con la adición del 8% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

H_1 : $\mu > 348.5$; Con la adición del 8% de caucho al concreto la resistencia a la compresión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{274.4 - 348.5}{\frac{3.27}{\sqrt{3}}} = -39.25$$

b.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -39.25$ respecto a la resistencia a la compresión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 8% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

c. Prueba estadística t para el 12%

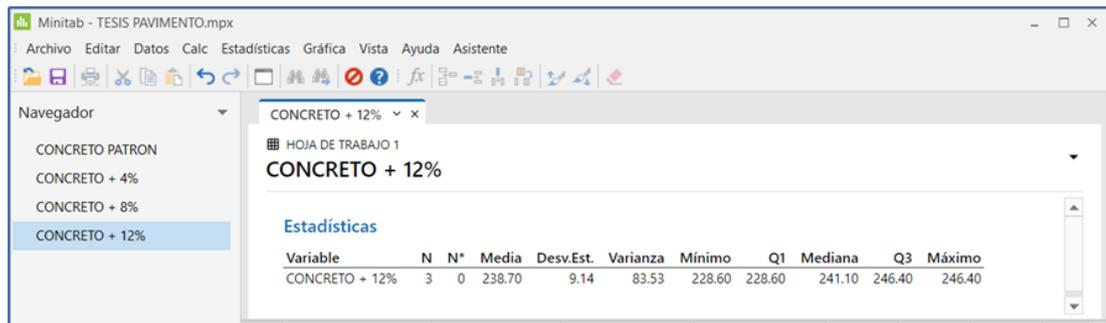


Figura 23. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho.

c.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 238.7 ; s = 9.14 ; n = 3$$

c.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n-1=2$$

$$t=2.92$$

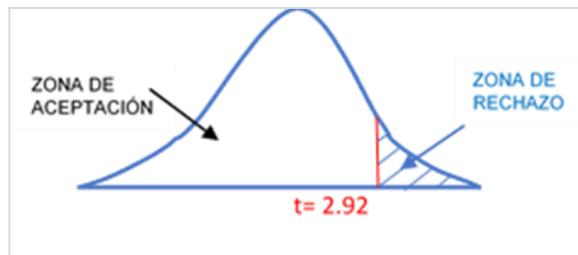


Figura 24. Límite y región crítica a la derecha

c.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

Ho: $\mu = 348.5$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

H1: $\mu > 348.5$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la compresión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{238.7 - 348.5}{\frac{9.14}{\sqrt{3}}} = -20.81$$

c.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -20.81$ respecto a la resistencia a la compresión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alterna (H1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la compresión no mejora.

Tomando en cuenta los resultados mostrados en la contratación de hipótesis se demuestra que la adición del caucho afecta de forma negativa a la resistencia del concreto; sin embargo, los resultados de laboratorio muestran que el adicionar caucho hasta en un 4% logra cumplir con la resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Por otro lado, para el cálculo del esfuerzo a que adquiere el concreto patrón y los concretos de estudio, se realizaron ensayos a los 7 y 28 días, con la finalidad de evaluar el módulo de rotura del concreto, para nuestro caso ver si los especímenes llegan a cumplir con un $M_r = 35 \text{ kg/cm}^2$ de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29. Resultados del ensayo a flexión para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

TIPOS DE MUESTRA	7 DÍAS		28 DÍAS	
	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	F'c (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
Concreto Patrón	27.50	78.57	47.00	134.29
Mezcla + 4% de Caucho	28.50	81.43	43.00	122.86
Mezcla + 8% de Caucho	30.00	85.71	33.00	94.29
Mezcla + 12% de Caucho	33.50	95.71	32.50	92.86

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la tabla 29 son validados por los certificados de ensayos adjuntados en el anexo de la presente investigación, estos mismos fueron de apoyo para contratación de la **hipótesis específica 3** que a continuación se desarrolla:

Prueba de hipótesis con t student

“El concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición del caucho reciclado cumplirá el módulo de rotura requerida para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020. “

Para verificar el módulo de rotura que adquiere el concreto al adicionarle caucho, evaluaremos las muestras con diferentes porcentajes y sus respectivos resultados.

#	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	CONCRETO PATRON	CONCRETO + 4%	CONCRETO + 8%	CONCRETO + 12%			
1	47	43	33	32			
2	47	43	33	33			
3							

Figura 25. Valores de resistencia adquiridas de los especímenes.

Utilizamos el diseño de investigación experimental, con observaciones después del mismo, obteniendo el siguiente diagrama.

GE: X-----Y

La evaluación estadística será a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

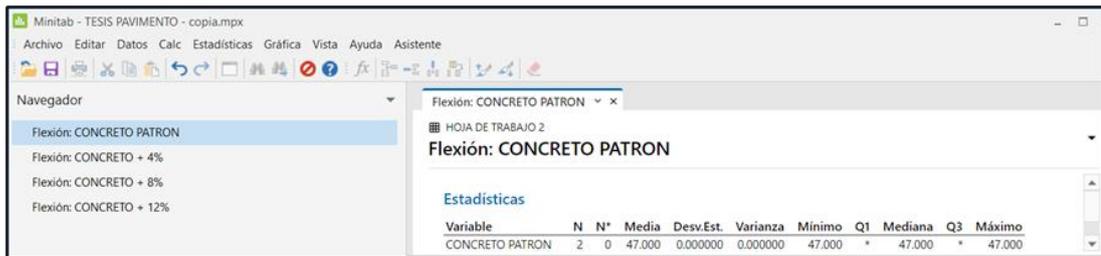


Figura 26. Resumen estadístico del concreto patrón



Figura 27. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho

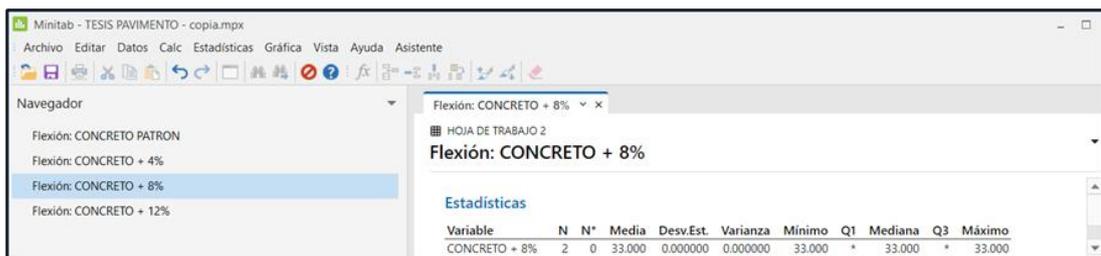


Figura 28. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho

Según las figuras 27 y 28 nuestras desviaciones estándar tienden a ser cero ya que los resultados de los ensayos a flexión dan un mismo valor a los 28 días, por lo que si reemplazamos a la fórmula de t student nos arroja un valor de cero.

a. Prueba estadística t para el 12%

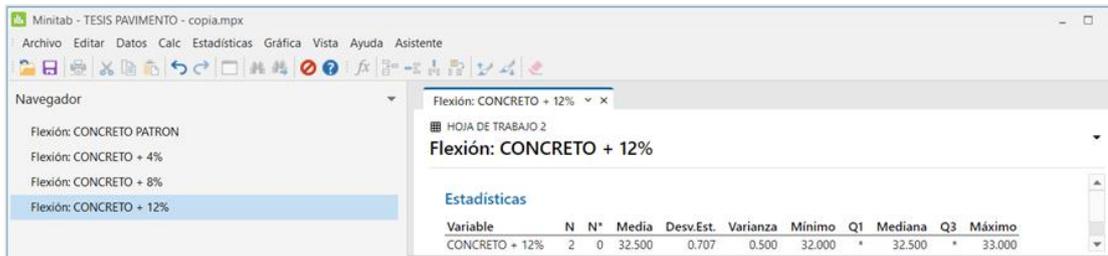


Figura 29. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho

a.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = 32.5 ; s = 0.707 ; n = 2$$

a.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n - 1 = 1$$

$$t = 6.314$$

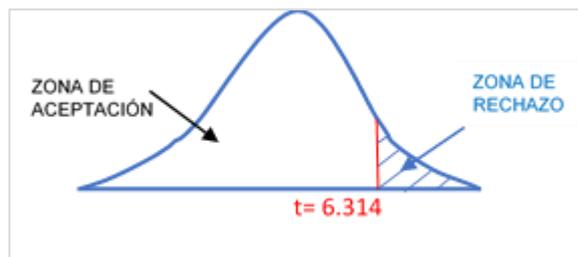


Figura 30. Límite y región crítica a la derecha

a.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

Ho: $\mu = 47$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la flexión no mejora.

H1: $\mu > 47$; Con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la flexión mejora.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{32.5 - 47}{\frac{0.707}{\sqrt{2}}} = -35.5$$

a.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = -35.5$ respecto a la resistencia a la flexión se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, con la adición del 12% de caucho al concreto la resistencia a la flexión no mejora.

Los resultados mostrados en la contratación de hipótesis demuestran que la adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ no mejora el módulo de rotura (M_r), por lo contrario, disminuye su resistencia. Sin embargo, los resultados de laboratorio muestran que al adicionar caucho hasta en un 4% pueden llegar a obtener un módulo de rotura de $M_r=43 \text{ kg/cm}^2$, superando al $M_r=35 \text{ kg/cm}^2$ que se requiere para el diseño de pavimento rígido.

Por último, el concreto patrón y los concretos de estudio fueron sometidos a los ensayos de retracción a los días 1, 3, 7, 28 y 56, con la finalidad de evaluar el cambio volumétrico que se genera en los concretos de estudios en comparación al concreto patrón. De los ensayos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 30. Resultados del ensayo a retracción

TIPOS DE MUESTRA	1 día	3 día	7 día	28 día	56 día
	ΔL_m				
Concreto Patrón	-0.010237	-0.014305	-0.016237	-0.023593	-0.029763
Mezcla + 4% de Caucho	-0.009966	-0.013085	-0.015390	-0.021153	-0.028068
Mezcla + 8% de Caucho	-0.010407	-0.012881	-0.015051	-0.020169	-0.026881
Mezcla + 12% de Caucho	-0.009017	-0.010136	-0.012746	-0.014746	-0.016983

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la tabla 29 son validados por los certificados de ensayos adjuntados en el anexo de la presente investigación, estos mismos fueron de apoyo para contratación de la **hipótesis general** que a continuación se desarrolla:

Prueba de hipótesis con t student

“La adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ producirá efectos negativos en su estado endurecido.”

Para verificar si la adición de caucho al concreto producirá efectos negativos, evaluaremos la contracción mediante el cambio volumétrico de las distintas muestras con diferentes porcentajes.

	C1	C2	C3	C4
	CONCRETO PATRON	CONCRETO + 4%	CONCRETO + 8%	CONCRETO + 12%
1	-0.0102373	-0.0099661	-0.0104068	-0.0090169
2	-0.0143051	-0.0130847	-0.0128814	-0.0101356
3	-0.0162373	-0.0153898	-0.0150508	-0.0127458
4	-0.0235932	-0.0211525	-0.0201695	-0.0147458
5	-0.0297627	-0.0280678	-0.0268814	-0.0169831

Figura 31. Valores de cambios volumétricos adquiridas.

Utilizamos el diseño de investigación experimental, con observaciones después del mismo, obteniendo el siguiente diagrama.

GE: X-----Y

La evaluación estadística será a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.



Figura 32. Resumen estadístico del concreto patrón

$$\mu = -0.01883 ; s = 0.0078 ; n = 5$$

a. Prueba estadística t para el 4%

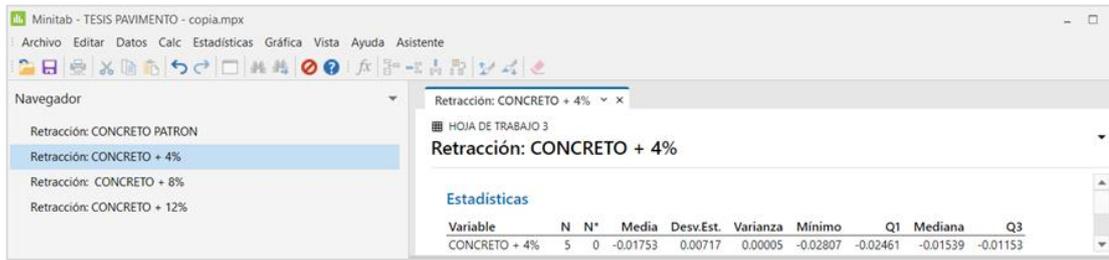


Figura 33. Resumen estadístico del concreto con adición del 4% de caucho

a.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = -0.01753 ; s = 0.00717 ; n = 5$$

a.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n-1=4$$

$$t=2.132$$

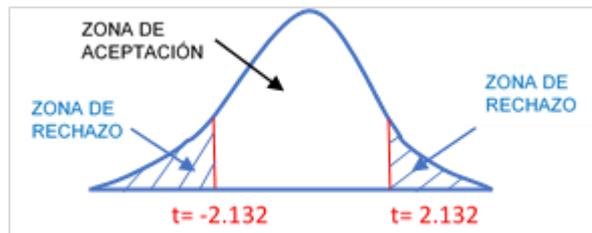


Figura 34. Límite y región crítica a la derecha

a.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

Ho: $\mu = -0.01883$; El concreto con la adición del 4% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

H1: $\mu \neq -0.01883$; El concreto con la adición del 4% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{-0.01753 - (-0.01883)}{\frac{0.00717}{\sqrt{5}}} = 0.405$$

a.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = 0.405$ respecto al cambio volumétrico del concreto se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, el concreto con la adición del 4% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

b. Prueba estadística t para el 8%



Figura 35. Resumen estadístico del concreto con adición del 8% de caucho.

b.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = -0.01708 ; s = 0.00656 ; n = 5$$

b.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n-1=4$$

$$t=2.132$$

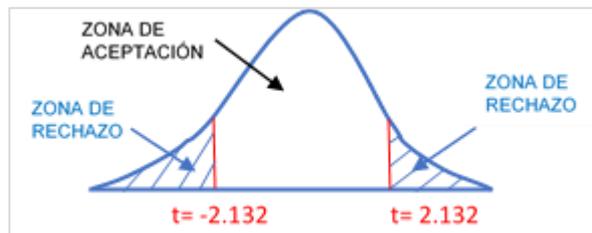


Figura 36. Límite y región crítica a la derecha

b.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = -0.01883$; El concreto con la adición del 8% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

H1: $\mu \neq -0.01883$; El concreto con la adición del 8% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{-0.01708 - (-0.01883)}{\frac{0.00656}{\sqrt{5}}} = 0.597$$

b.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = 0.597$ respecto al cambio volumétrico del concreto se encuentra en la región de aceptación, por tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, el concreto con la adición del 8% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

c. Prueba estadística t para el 12%

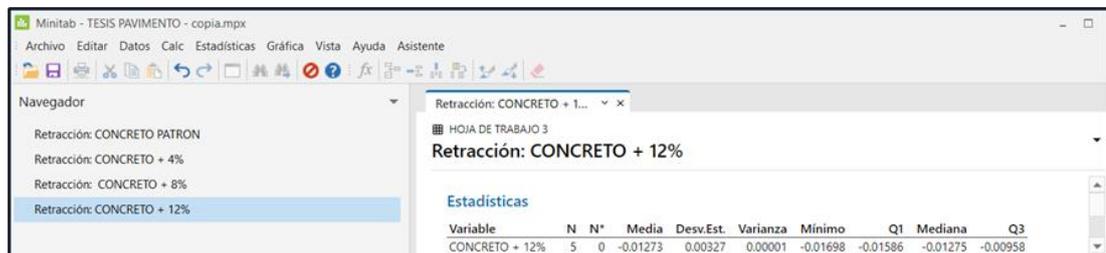


Figura 37. Resumen estadístico del concreto con adición del 12% de caucho.

c.1. Medidas resumen:

$$\bar{x} = -0.01273 ; s = 0.00327 ; n = 5$$

c.2. Ubicación del punto crítico en la distribución t de student para un grado de significancia de $\alpha=0.05$:

$$gl = n - 1 = 2$$

$$t = 2.132$$

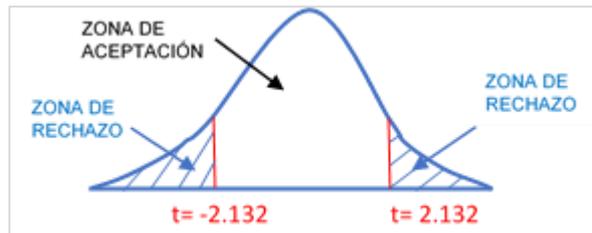


Figura 38. Límite y región crítica a la derecha

c.3. Prueba de hipótesis

✓ Formulación de hipótesis:

$H_0: \mu = -0.01883$; El concreto con la adición del 12% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto convencional.

$H_1: \mu \neq -0.01883$; El concreto con la adición del 12% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

✓ Test de Prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{-0.01273 - (-0.01883)}{\frac{0.00327}{\sqrt{5}}} = 4.17$$

c.4. Decisión y conclusión

El estadístico $t = 4.17$ respecto al cambio volumétrico del concreto se encuentra en la región de rechazo, por tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y se aceptamos la hipótesis alterna (H_1).

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5%, El concreto con la adición del 12% de caucho sufre diferente cambio volumétrico que el concreto convencional.

Tomando en cuenta los resultados mostrados en la contratación de hipótesis se demuestra que los concretos con 4% y 8% de caucho sufre el mismo cambio volumétrico que el concreto patrón; sin embargo, el concreto con 12% de caucho sufre diferente cambio volumétrico, este último demuestra menor cambio de longitud. Por lo tanto, los resultados de hipótesis y de laboratorio muestran que al adicionar el 12% de caucho se puede reducir los efectos de contracción.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de nuestros hallazgos encontrados, negamos nuestra hipótesis general, ya que la adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ produce efectos positivos en su estado endurecido. Para nuestro caso la adición del 12% de caucho disminuye los efectos de retracción del concreto patrón en un 0.016%, por ende, disminuye la aparición de fisuras.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Chávarri y Falen (2020), quienes señalan que la incorporación de caucho de 20% al concreto cuyo tamaño de grano es 20 mm logra reducir la contracción en un 0.006% debido a su naturaleza blanda, sin embargo. Dicho resultado es coherente con lo que en la presente investigación se halla.

Sin embargo, en lo que no concuerda el estudio presentado por ellos en comparación con nuestra investigación, son los tiempos donde fueron medidos la diferencia de longitud de las muestras, ellos tomaron 8 lecturas en un tiempo máximo de 35 días mientras que nosotros tomamos 5 lectura en un tiempo máximo de 56 días.

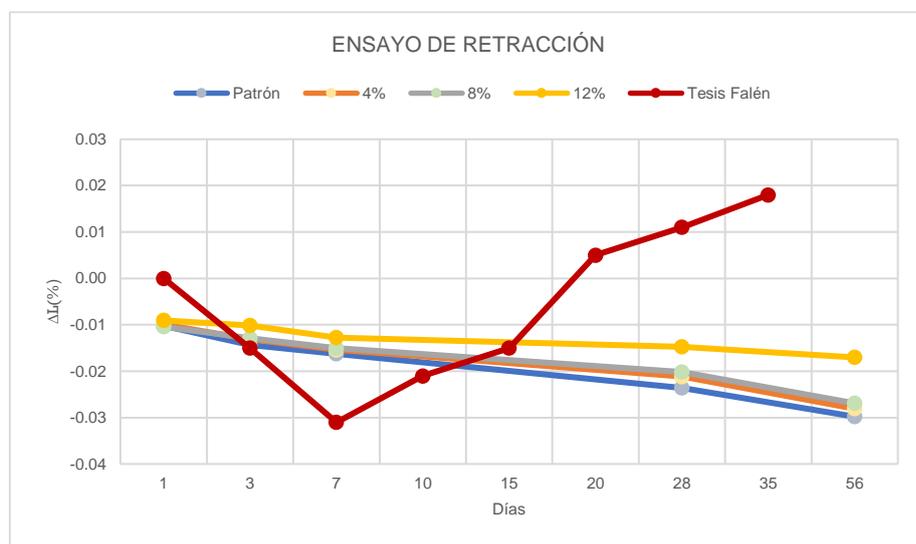


Figura 39. Discusión de resultados de retracción

Nuestros resultados sobre el slump del concreto con adición de caucho de 4%, 8% y 12% en reemplazo al agregado fino, demuestra mayor trabajabilidad que el concreto patrón, resultados que no concuerdan con la investigación de Liévano (2017), quién señala que el concreto con incorporación de caucho no es trabajable ya que los valores de slump obtenidos fueron como máximo 0.08 pulgadas. Por otra parte, los resultados de slump de la presente investigación si guardan relación con lo que sostiene Venegas (2016), Chavarri y Falén (2020), ya que indican que la adición de caucho no disminuye la trabajabilidad del concreto fresco.

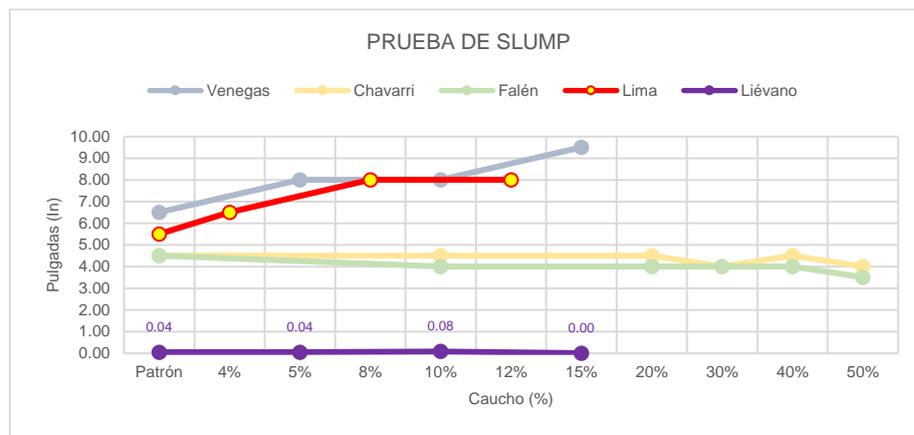


Figura 40. Discusión de resultados de slump

Respecto a nuestros resultados de los ensayos a la compresión, se demostró que la adición del 4% de caucho al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ es la óptima, ya que cumple con la resistencia de diseño, por lo contrario, Liévano (2017) y Venegas (2016) especifican que la adición de caucho al concreto disminuye su resistencia a la compresión. Sin embargo, Gonzales (2017) demostró que la adición de caucho al concreto no disminuye la resistencia a la compresión, siempre y cuando este sea añadido hasta en un 2% como máximo.

Con referencia a nuestros resultados de ensayo a la flexión, se deduce que el concreto con adición de 4% de caucho adquiere un módulo de rotura de $M_r=43 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, sobrepasando la resistencia mínima de 35 kg/cm^2 que se requiere para el diseño de pavimento rígido, según norma CE.010 de pavimentos urbanos, por lo que se podría asumir que las investigaciones de Venegas (2016), Chavarri y Falén (2020) son correctas, cuando mencionan que la mayoría de sus concretos de estudio cumplen favorablemente el módulo de rotura en comparación al concreto patrón.

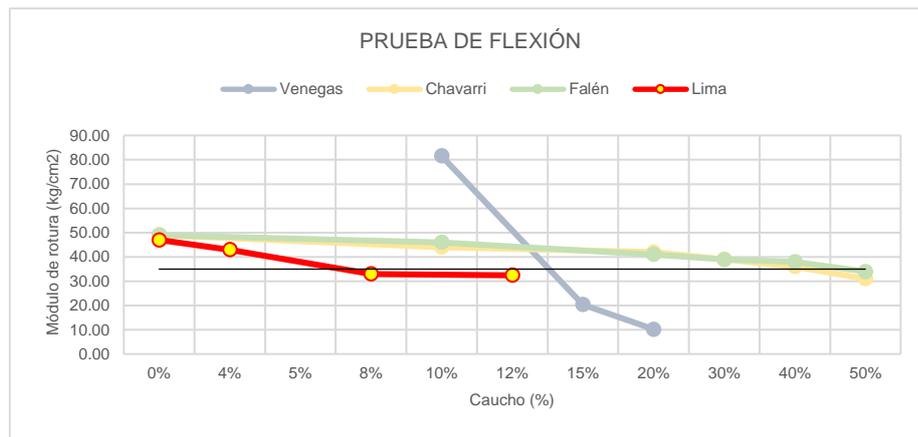


Figura 41. Discusión de resultados de flexión.

Nuestros resultados sobre la adición de caucho reciclado al concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido, tienen mucha relación con los resultados obtenidos en la investigación de los autores Chavarri y Falen (2020), demostrando que el concreto con adición caucho en remplazo al agregado fino puede ser una alternativa en la construcción de pavimentos rígidos, siempre y cuando este no exceda el 4%, ya que esta proporción de adición no perjudica su trabajabilidad, cumplen con tener el 115.5% de su f'_c de diseño y su módulo de rotura requerido alcanza el 122.85%.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la adición de caucho en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ no produce efectos negativos en su estado endurecido, por lo contrario, al incrementar caucho se logra disminuir los efectos de contracción, lo que ayuda a minimizar la aparición de fisuras. Para nuestro caso el concreto con adición de 4% y 8% reducen ligeramente la contracción, mientras que el 12% de adición de caucho es la que más aporta a la disminución de la contracción.
2. Se comprobó que la adición de caucho no disminuye la trabajabilidad en su estado fresco del concreto, por lo contrario, la trabajabilidad se incrementa en cuanto mayor porcentaje de caucho se adiciona, para nuestro caso un 12% logró 8" de slump, 2.5" más que el concreto patrón.
3. Se encontró que al adicionar el 4% de caucho al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. cumple con la dosificación óptima, ya que esta mezcla a los 28 días llega a adquirir una resistencia $f'c=323.4 \text{ kg/cm}^2$, el cual representa 115% de su resistencia de diseño.
4. Se relacionó los resultados de módulo de rotura obtenidos para las distintas muestras de concreto, viéndose que la resistencia se incrementa proporcionalmente cuanto mayor adición de caucho se incorpore al concreto, para nuestro caso el concreto con la adición del 4% de caucho logra adquirir un módulo de rotura $M_r=43 \text{ kg/cm}^2$, resistencia válida para catalogarlo como un concreto estructural para pavimentos.

VII. RECOMENDACIONES

Para el reemplazo de caucho por el agregado fino se debe emplear caucho que tengan forma de grano (entre 2.36 mm a 4.75 mm) y no las que tenga forma de hilo, ya que éstas últimas presentan finos y se asemejan al agregado.

Para poder usar el concreto con adición de caucho, es necesario utilizar un aditivo plastificante, ya que el concreto se auto compacta durante su elaboración y reduce la aparición de porcentajes de vacíos.

Dado que las pruebas de contracción para nuestra investigación han sido desarrolladas de forma preliminar, se recomienda que en las posteriores investigaciones se utilicen mayores recursos para el estudio de mayores ensayos, así ahondar este tipo de investigación.

Teniendo en cuenta que nuestra investigación presenta resultados favorables en las propiedades mecánicas del concreto, se recomienda que en las posteriores investigaciones realicen un estudio al comportamiento de un pavimento rígido de un área de 15 m², con la finalidad de analizar los fenómenos físicos que ocurren en el elemento cuando está sometido a la intemperie.

REFERENCIAS

Anuario de estadísticas ambientales 2015. Instituto nacional de estadísticas e informática. Diciembre de 2015. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/

Ate: Pista recién inaugurada en avenida Urubamba termina hundiéndose [en línea]. rpp.pe. 24 de julio de 2017. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://rpp.pe/lima/actualidad/ate-pista-recien-inaugurada-en-avenida-urubamba-termina-hundiendose-noticia-1066081?ref=rpp>

ASTM (Estados Unidos). ASTM D395, American Society for Testing and Materials. Florida: MTS, 2018. 8 pp.

ASTM (Estados Unidos). ASTM D412, American Society for Testing and Materials. Florida: MTS, 2016. 14 pp.

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3.^a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 141 pp.
ISBN: 978-607-744-748-1

CAUCHO: Comportamiento Mecánico. Erica aislamiento - estanqueidad. 2019. Disponible: <http://www.erica.es/web/mecanica-de-los-cauchos/>

CONSTRUYENDO con juan seguro. Recurso internet [en línea]. Lima: Aceros Arequipa. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_32/capacitandonos-propiedades-del-concreto-3.html

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.

CARRETERAS en mal estado y centros de emergencia para la mujer. Centro de noticias del congreso. 31 de mayo de 2018. Disponible en: <https://comunicaciones.congreso.gob.pe/noticias/carreteras-en-mal-estado-y-centros-de-emergencia-para-la-mujer/>

CHIMBORAZO, Luis, CAISA, Elías y MIRANDA, Rodrigo. Trituración de neumáticos reciclados como desencadenantes en los procesos industriales en la Provincia de Tungurahua. Revista publicando [en línea]. Volumen 4, n° 12. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/715>
ISSN: 1390-93

CHÁVARRI, Luis y FALEN, Jorge. Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2020. 144 pp.

CONTRERAS, Rodrigo. Influencia del tamaño y porcentaje de caucho reciclado en un concreto estructural sobre su compresión, asentamiento, peso unitario y deformación. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada del Norte, facultad de ingeniería, 2018. 132pp.

Desarrollo de hormigones resistentes con fibras de caucho reciclado. Zicla. 13 de abril de 2020. Disponible en: <https://www.zicla.com/project/hormigones-con-fibras-de-caucho-reciclado/>

DIFERENCIA entre caucho natural y caucho reciclado [Mensaje en un blog]. Panamá: Soto, I., (12 de abril de 2019). [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Recuperado de <https://diferencias.info/diferencia-entre-caucho-natural-y-caucho-sintetico/>

Estadística - Servicios de Transporte Terrestre por Carretera - Parque Automotor. Plataforma digital única del estado peruano. 12 de marzo de 2020. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344892-estadistica-servicios-de-transporte-terrestre-por-carretera-parque-automotor>

FERNÁNDEZ, Lourdes. Sin criterio técnico para reparar pistas [en línea]. Perú 21.PE. 15 de noviembre de 2011. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://peru21.pe/lima/criterio-tecnico-reparar-pistas-4598-noticia/?ref=p21r>

GUIA del contratista para la construcción en concreto de calidad por ASCC y ACI [et al.]. Estados unidos: American Concrete Institute, 2011. 160 pp. ISBN: 0-87031-408-4

GONZÁLEZ, José. Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 92 pp.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.a ed. México, McGraw-Hill, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

IMPACTO ambiental [Mensaje en un blog]. Santiago de Chile: Gestión en Recursos Naturales, (2018). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible de <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>

IMPACTO de la contaminación ambiental en el Perú [Mensaje en un blog]. Lima: Universidad Privada del Norte, (30 de noviembre de 2016). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible de <https://blogs.upn.edu.pe/carreras-para-adultos-que-trabajan/2016/04/19/impacto-la-contaminacion-ambiental-peru/>

LEAN Pavement Design – AASHTO 93 Verificado por Elementos Finitos para la Optimización de Pavimentos Urbanos de Concreto [Mensaje en blog]. Lima: Becerra, M., (25 de noviembre de 2015). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://www.flujoalterno.pe/single-post/2015/11/25/Lean-Pavement-Design-%E2%80%93-AASHTO-93-Verificado-por-Elementos-Finitos-para-la-Optimizaci%C3%B3n-de-Pavimentos-Urbanos-de-Concreto>

LIÉVANO, Lina. Análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos. Tesis (Magister en Construcción). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, facultad de artes, 2017. 111 pp.

LÓPEZ, Sebastián. Concreto estructural con agregado triturado de llantas usadas. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Envigado: Universidad EIA, Facultad de Ingeniería, 2018. 60 pp.

Los beneficios del reciclado de neumáticos [Mensaje en un blog]. Salt Lake City: Eco green, (30 de junio de 2014). Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://ecogreenequipment.com/es/benefits-of-recycling-tires/>

MANUAL del concreto estructural por Joaquín Porrero [et al.]. Caracas: Abaco arte, 2014. 503 pp.
ISBN: 978-980-7658-00-3

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.

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.

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Norma CE.010. Decreto Supremo N° 001-2010-Vivienda. Lima: MVCS, 2010. 79 pp.

NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación. Colombia: Ediciones de la U, 2011. 155 pp.
ISBN: 978-958-8675-94-7

Propiedades del caucho. vulcanización. [Mensaje en un blog]. Argentina: Quimica y algo más, (18 de enero de 2014). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://quimicayalgomas.com/quimica-organica/hidrocarburos/propiedades-del-caucho-vulcanizacion/>

PROPIEDADES del concreto. Geoseismic. 01 de diciembre de 2017. Disponible en: <http://www.geoseismic.cl/propiedades-del-concreto/>

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, 2019. 164pp.

ROMOJARO, Raúl. ¿Dónde están las peores carreteras de España? [en línea]. Motor.elpais.com. 06 de agosto de 2018. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://motor.elpais.com/actualidad/peores-carreteras-espana/>

RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. PAVIMENTOS: materiales, construcción y diseño. Bogotá: Editorial Macro, 2015. 605 pp.
ISBN: 978-958-771-175-2

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018, 144 pp.

ISBN: 978-612-47351-4-1

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.

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.

THOMA, Ulrich, DOMINGUEZ, Gabriela y BOLAÑOS, Juan. De lo insostenible a lo sustentable. México: Ilexe editorial, 2013, 358 pp.

ISBN: 978-607-95539-4-4

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.

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/>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Adición de caucho Reciclado	“Se le denomina caucho reciclado, al caucho reutilizado de los neumáticos que cumplieron su vida útil, este elemento además de ser un residuo aprovechable es usado en infinidad de aplicaciones” (Chávarri y Falen, 2020, p. 43).	Se lleva acabo el reciclaje de los neumáticos que se encuentran en desuso, para luego proceder con la obtención del caucho mediante el proceso de trituración.	Propiedades Físicas	Tracción	Razón
				Abrasión	
				Compresión	
			Proporción de caucho	4% de fibra	
				8% de fibra	
				12% de fibra	
			Impacto Ambiental	Ventaja	
Desventaja					
Concreto $f_c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido	Los pavimentos reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que le constituye, esta losa trabaja de forma estructural absorbiendo casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las cargas cíclicas de tránsito, transfiriendo en menor intensidad los esfuerzos a las subcapas que sirven de base (MTC, 2014, p. 224).	Se diseña una mezcla patrón de concreto $f_c=280$ kg/cm ² para un pavimento rígido, luego se realiza tres (03) especímenes de control incorporando un 4%, 8% y 12% de fibras de caucho en reemplazo proporcional del agregado fino. Finalmente evaluar las propiedades del concretos producidos en su estado fresco y estado endurecido.	Concreto Fresco	Trabajabilidad	Razón
				Exudación	
			Concreto Endurecido	Compresión	
				Flexión (MR)	
				Retracción	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Matriz de Consistencia

Título: Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			MÉTODO
			VARIABLE I	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Qué efecto produce la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Determinar el efecto que produce la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	La adición de caucho en el concreto $f'c=280$ kg/cm ² producirá efectos negativos en su estado endurecido.	Adición de Caucho Reciclado	Propiedades Físicas	Tracción	MÉTODO: Cuantitativo DISEÑO METODOLÓGICO: Experimental TIPO DE INVESTIGACIÓN: Explicativo, aplicada.
					Abrasión	
					Compresión	
				Dosificación de caucho	4% de caucho	
			8% de caucho			
				12% de caucho		
¿La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² disminuirá la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Comprobar si la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² disminuye la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	La adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² afectaría la trabajabilidad en estado fresco para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	Impacto Ambiental	Ventajas		
				Desventajas		
			VARIABLE II	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Qué porcentaje de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² representa una óptima dosificación para el diseño de pavimento en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Encontrar el porcentaje óptimo de la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	El valor mínimo del 4% de adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² definirá la resistencia óptima para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.	Concreto $f'c=280$ kg/cm ² para el diseño de pavimento rígido	Concreto Fresco	Trabajabilidad	
					Exudación	
				Concreto Endurecido	Compresión	
					Flexión (MR)	
¿Cómo se relaciona la adición del caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020?	Relacionar los resultados de la adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm ² con el módulo de rotura que se requiere para el diseño de pavimento rígido en la Llanos, Ate 2020.	El concreto $f'c=280$ kg/cm ² con adición del caucho reciclado cumplirá el módulo de rotura requerida para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.			Retracción	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. Instrumento de validación tipo encuesta

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	
2. Código CIP:	
3. Correo:	
4. Celular:	

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEMS	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?					
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?					
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?					
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?					
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos, ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?					
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?					
7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?					
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?					

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "**Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020**", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	
2. Código CIP:	
3. Correo:	
4. Celular:	

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEMS	5	4	3	2	1
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?					
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204 ,NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?					
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14: potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?					
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?					
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?					
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?					
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?					
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedia a la compresión (F'_{cr})?					

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 11

Fuente: Elaboración propia.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Luis Humberto Diaz Huiza, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo - Ate, revisor del trabajo de investigación/tesis titulada "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", de los estudiante(s) Luis Sabino Lima Arche y Yony Lima Arche, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. 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.

Ate, 02 de julio de 2020

.....

Firma

Luis Humberto Diaz Huiza

DNI: 08196873

Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	11%
2	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%

ANEXO 5. Validación de instrumentos rellenos

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto f'c=280 kg/cm 2 para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	ORELLANA LAZO, Adherly Ricardo
2. Código CIP:	184702
3. Correo:	aorellana@jlvconsultores.com
4. Celular:	987814234

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

N°	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional, ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión, ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia (F'c) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos, ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura, ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				
7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.0347.			X		


ADHERLY RICARDO
ORELLANA LAZO
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 184702

9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M o ASTM C330M: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14: potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F _{cr}) y no con la resistencia de diseño (F _c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F _{cr})?	X				

*ADHERLYN RICARDO
DRELLANA LAZO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 184702*

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	PUÉMAPE CALDERÓN, Luis Santos
2. Código CIP:	184719
3. Correo:	lpuemape@jlvconsultores.com
4. Celular:	960430354

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



ING. LUIS PUÉMAPE CALDERÓN
JEFE DE SUPERVISIÓN
JLV CONSULTORES

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MITC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MITC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?			X		
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?		X			
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por sus propiedades elásticas en la pregunta 10.



ING. LUIS PUEMAPE CALDERÓN
JEFE DE SUPERVISIÓN
JLV CONSULTORES

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto f'c=280 kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ale 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	LUDEÑA MEDINA, María Mercedes
2. Código CIP:	50999
3. Correo:	mludena@jvconsultores.com
4. Celular:	955170066

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional, ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma C.E.U.U de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿formaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debilitan y no resista a la abrasión, ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mide por su resistencia (F'c) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos, ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión: cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura, ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?			X		


MARÍA MERCEDES LUDEÑA MEDINA
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50999

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?			X		
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1402 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?			X		
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?		X			
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'cr) y no con la resistencia de diseño (F'cd)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'cr)?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.


MARÍA MERCEDES LUDEÑA MEDINA
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50998

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	ESPINOZA PICCONE, Manuel
2. Código CIP:	202083
3. Correo:	Emilioep.15@gmail.com
4. Celular:	950411149

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1


 MANUEL EMILIO
 ESPINOZA PICCONE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 202083

Nº	ÍTEMS	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MITC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MITC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por sus propiedades elásticas en la pregunta 10.


**MANUEL EMILIO
 ESPINOZA PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 202083**

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	NUÑEZ VICENTE, Víctor Jesús
2. Código CIP:	208174
3. Correo:	vnunez@jlvconsultores.com
4. Celular:	943346045

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEMS	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MITC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?			X		
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MITC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?			X		
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	PEREYRA ROJAS, Edgar Jesus
2. Código CIP:	848991
3. Correo:	-
4. Celular:	987667820

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título **"Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020"**, para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	TORRES MONTESINOS, Francisco Wilfredo
2. Código CIP:	19729
3. Correo:	wtorres@ilvconsultores.com
4. Celular:	990083612

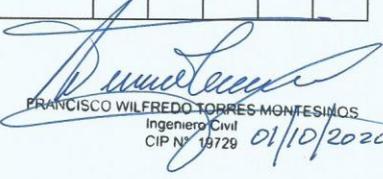
III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

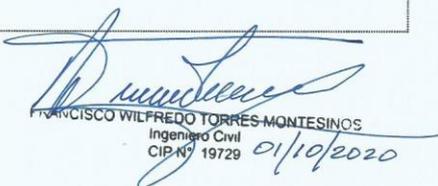
N°	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional: ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia (F'c) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos, ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				


 FRANCISCO WILFREDO TORRES MONTESINOS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 19729

01/10/2020

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204 ,NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable.sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'cr) y no con la resistencia de diseño (F'c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'cr)?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.


 FRANCISCO WILFREDO TORRES MONTESINOS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 19729 01/10/2020

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	GUZMÁN HUAMAN, Jean Carlos
2. Código CIP:	204613
3. Correo:	jeanguzman0406@gmail.com
4. Celular:	988801627

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?			X		
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?			X		

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?			X		
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?			X		
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?			X		
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?			X		
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?			X		

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	MAXIMILIANO VELASQUEZ, Elmer Jaime
2. Código CIP:	2021 48
3. Correo:	emaximiliano@jlvconsultores.com
4. Celular:	986607667

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEMS	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MITC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?			X		
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MITC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?			X		
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por sus propiedades elásticas en la pregunta 10.



JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	PIZARRO ANDAHUA, Rafael Alejandro
2. Código CIP:	184716
3. Correo:	rpizarro@jlvconsultores.com
4. Celular:	946359593

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MITC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?			X		
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MITC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?			X		
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.



JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	LUCAS CARRILLO, Leandro Maximovich
2. Código CIP:	193575
3. Correo:	lmucas@jlvconsultores.com
4. Celular:	

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MITC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MITC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	QUIÑÓNEZ ESPINOZA, Joseph Alberto
2. Código CIP:	195753
3. Correo:	jquinones@jvconsultores.com
4. Celular:	959146161

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?			X		
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	MANCHEGO MEZA, Juan Alfredo
2. Código CIP:	200816
3. Correo:	zealperu@gmail.com
4. Celular:	975106859

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEMS	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?			X		
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia (F'c)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m3 de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?			X		
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (Mr) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m3 de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?				X	
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?			X		

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

[Firma]
 MARCHENCO MESA JUAN A.
 Inge. ING. CIVIL
 C.I.P. N° 290816

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	GOMEZ CAMPOS, Julian
2. Código CIP:	185596
3. Correo:	gjulian@hotmail.com
4. Celular:	914170567

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?			X		
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?	X				
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?	X				
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?	X				
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?	X				

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	JURADO TASAYCO, Sebastian
2. Código CIP:	243694
3. Correo:	sjurado@huanwil.pe
4. Celular:	972715240

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1



Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$) ¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?	X				

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?			X		
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?		X			
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?		X			
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_{c})?	X				
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.



JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	GUTIERREZ BAZAN, Miguel Rodolfo
2. Código CIP:	170337
3. Correo:	mgutierrezb@uni.pe
4. Celular:	941929958

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MITC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?		X			
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?		X			
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?		X			
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?		X			
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MITC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?	X				
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACI, siendo esta última conocida internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACI es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?		X			
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204, NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACI 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?	X				
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

JUICIOS DE EXPERTOS

I.-INTRODUCCIÓN:

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada - experimental, teniendo como título "Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=280$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020", para obtener información sobre el Diseño de Concreto que se ejerce en las obras viales con incorporación de caucho reciclado.

II.-DATOS GENERALES

Llenar los datos personales en los cuadros resaltados.

1. Apellidos y Nombres:	SALDAMANDO CAMAC, Carlos Edu
2. Código CIP:	170337
3. Correo:	-
4. Celular:	-

III.- INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Escala de calificación

Calificador	Código
Siempre	5
Casi siempre	4
Alguna vez	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

Nº	ÍTEM	5	4	3	2	1
1	De acuerdo a su experiencia profesional; ¿cree usted que el manual de carreteras que brinda el MTC y la norma CE.010 de pavimentos urbanos es de suma importancia para el diseño de mezcla del pavimento rígido?	X				
2	Si usted estuviera realizando un proyecto de carreteras con pavimento rígido, ¿tomaría en cuenta realizar el ensayo de slump bajo los lineamientos de la norma ASTM C 143 (Asentamiento en el hormigón fresco)?	X				
3	Teniendo en cuenta que la exudación es un problema que se presenta en la superficie de la estructura vaciada, provocando acumulación de agua y a su vez estas superficies se debiliten y no resista a la abrasión. ¿Usted considera que se debe realizar el ensayo de exudación para los trabajos de pavimento rígido bajo los lineamientos de la NTP 339.077 (Método de ensayo normalizados para la exudación del concreto)?	X				
4	Teniendo en cuenta que el concreto se mida por su resistencia ($F'c$)¿Usted considera necesario generar más de 3 testigos por cada 50 m ³ de concreto para luego realizar el ensayo a la compresión siguiendo los lineamientos de la ASTM C 172 (Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado)?	X				
5	Teniendo en cuenta que el módulo de rotura (M_r) es la unidad que controla el diseño de los pavimentos rígidos. ¿Considera usted que en obras de pavimento rígido se debería realizar el ensayo a la flexión cada 50 m ³ de concreto bajo los lineamientos de la MTC E 709 (Resistencia a la flexión de concreto)?		X			
6	Teniendo en cuenta que la retracción es un problema de la estructura en un pavimento rígido, ya que el concreto se contrae por pérdida de humedad y la reducción de temperatura. ¿Usted considera que es necesario evaluar la retracción del concreto tradicional versus un concreto con caucho incorporado siguiendo los lineamientos de la ASTM C 157 (Prueba estándar para cambio de longitud de concreto endurecido)?		X			

7	De acuerdo a su experiencia; ¿Es necesario dejar juntas de contracción en el pavimento rígido con la finalidad de controlar las fisuras en el concreto en su estado endurecido?	X				
8	Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto es definida a los 28 días por la aplicación de cargas axiales a las probetas cilíndricas, bajo su experiencia ¿considera usted reportar los tipos de falla que sufren las probetas según indica la NTP 339.034?		X			
9	Para el diseño de mezcla de concreto en la actualidad contamos con los métodos Fuller, Walker, Módulo de fineza y ACl, siendo esta última conocido internacionalmente. En su experiencia ¿usted considera que la norma de diseño del método ACl es la más recomendable en utilizar para un concreto de pavimento rígido?	X				
10	¿De acuerdo a su experiencia; se recomienda realizar para un óptimo diseño de mezcla de concreto el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y caucho de acuerdo al MTC E 204 ,NTP 400.012, ASTM C33M ó ASTM C330M; % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?		X			
11	¿De acuerdo a su experiencia; recomienda para un óptimo diseño de mezcla de concreto que el agua a utilizarse cumpla con los requisitos según ASTM C1602 M y ACl 318S-14; potable, sin sabor u olor, límites, aceptabilidad de impurezas y calidad?		X			
12	¿De acuerdo a su experiencia; cree usted que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos de acuerdo al MTC E 206 y NTP 400.02?		X			
13	¿De acuerdo a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso unitario y vacíos en los agregados de acuerdo al MTC E 203 y NTP 400.017; temperatura, volumen, densidad?	X				
14	¿De acuerdo a su experiencia; usted recomienda que para un óptimo diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo al MTC E 215 y NTP 339.185; humedad evaporable en los poros del agregado?	X				
15	De acuerdo a su experiencia, ¿Usted considera que el diseño de mezcla se debe realizar con la resistencia requerida (F'_{cr}) y no con la resistencia de diseño (F'_c)?		X			
16	De acuerdo a su experiencia, ¿considera que la norma E.060 es la más recomendable para la aceptación del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir una resistencia promedio a la compresión (F'_{cr})?		X			

Nota: El caucho se analiza por su gradación en la pregunta 06 y por su propiedades elástica en la pregunta 10.

ANEXO 06: Resultados del ensayo de Retracción



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

ENSAYO DE MATERIALES	F-ID-31	Revisión: 01
	CAMBIOS DE LONGITUD DEL CONCRETO Y MORTERO ENDURECIDO	

Cambios de longitud del concreto y mortero endurecido ASTM C157

TESIS : "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"

SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE

FECHA : 13-11-2020

Muestra	Edad	Fecha de lectura	Longitud efectiva de calibración (G)	Lectura de espécimen de concreto (mm)	Diferencia de la lectura actual e inicial (mm)	Cambio de longitud %	Temp. de lectura (°C)
PATRON	INICIAL	17-Set	295.0000	0.9984	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	0.9682	-0.0302	-0.010237288	21.5
	3d	20-Set	295.0000	0.9562	-0.0422	-0.014305085	21.6
	7d	24-Set	295.0000	0.9505	-0.0479	-0.016237288	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	0.9288	-0.0696	-0.023593220	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	0.9106	-0.0878	-0.029762712	22.5
4% DE CAUCHO	INICIAL	17-Set	295.0000	1.3210	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	1.2916	-0.0294	-0.009966102	21.5
	3d	20-Set	295.0000	1.2824	-0.0386	-0.013084746	21.6
	7d	24-Set	295.0000	1.2756	-0.0454	-0.015389831	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	1.2586	-0.0624	-0.021152542	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	1.2382	-0.0828	-0.028067797	22.5
8% DE CAUCHO	INICIAL	17-Set	295.0000	0.9869	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	0.9562	-0.0307	-0.010406780	21.5
	3d	20-Set	295.0000	0.9489	-0.0380	-0.012881356	21.6
	7d	24-Set	295.0000	0.9425	-0.0444	-0.015050847	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	0.9274	-0.0595	-0.020169492	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	0.9076	-0.0793	-0.026881356	22.5
12% DE CAUCHO	INICIAL	17-Set	295.0000	1.0560	0.0000	0.0000	20.4
	1d	18-Set	295.0000	1.0294	-0.0266	-0.009016949	21.5
	3d	20-Set	295.0000	1.0261	-0.0299	-0.010135593	21.6
	7d	24-Set	295.0000	1.0184	-0.0376	-0.012745763	20.7
	28d	15-Oct	295.0000	1.0125	-0.0435	-0.014745763	23.8
	56d	12-Oct	295.0000	1.0059	-0.0501	-0.016983051	22.5

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC ENsayo de MATERIALES N° B°	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Morano Huamán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21996	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 07: Resultados del ensayo de Flexión



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

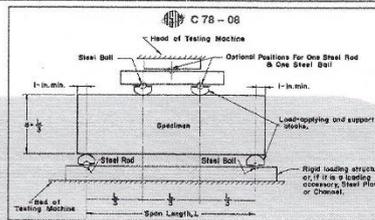
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		REALIZADO POR :	P. Tasayco
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		REVISADO POR :	D. Ceoto
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	12/10/2020
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN :	: 12/10/2020			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	28 kg/cm2
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	27 kg/cm2
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	47 kg/cm2
PATRÓN f'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	47 kg/cm2



- OBSERVACIONES:**
- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
 - * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

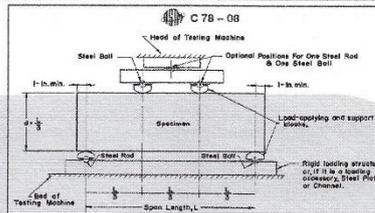
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. ENGENIERO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto, Asfalto E. Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21095	 MTL GEOTECNIA S.A. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FG-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		REALIZADO POR :	P. Tasayco
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		REVISADO POR :	D. Cooto
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	12/10/2020
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN :	: 12/10/2020			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	29 kg/cm2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	28 kg/cm2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	43 kg/cm2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	43 kg/cm2



OBSERVACIONES:
 * Muestras Proporcionadas por el solicitante
 * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

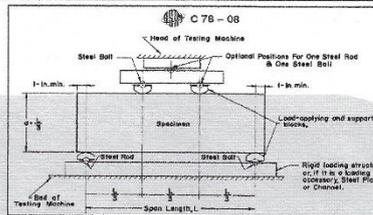
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		REALIZADO POR :	P. Tasayco
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		REVISADO POR :	D. Cooto
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	12/10/2020
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN :	: 12/10/2020			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	30 kg/cm2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	30 kg/cm2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm2



- OBSERVACIONES:
- Muestras Proporcionadas por el solicitante
 - Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 - Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

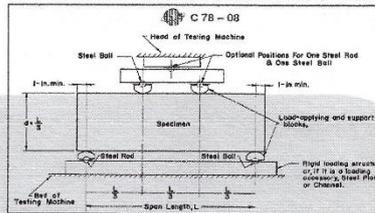
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FG-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		REALIZADO POR :	P. Tasayco
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		REVISADO POR :	D. Cooto
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	12/10/2020
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN :	: 12/10/2020			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	34 kg/cm2
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm2
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	32 kg/cm2
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm2



- OBSERVACIONES:
- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
 - * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 08: Resultados del ensayo de Compresión



(511) 457 2237 / 969 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 12/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7	50551.0	181.5	278.6	280.0	99.5
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7	49821.0	178.7	280.8	280.0	100.3
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	21/09/2020	7	48988.0	178.7	277.1	280.0	99.0
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	28/09/2020	14	50128.0	179.1	279.9	280.0	100.0
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	28/09/2020	14	49809.9	178.7	281.9	280.0	100.7
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	28/09/2020	14	49931.0	178.7	282.6	280.0	100.9
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28	63214.0	181.5	348.4	280.0	124.4
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28	63602.0	181.5	350.5	280.0	125.2
PATRÓN F'c 280	14/09/2020	12/10/2020	28	61288.0	178.7	346.6	280.0	123.8

EQUIPO DE ENSAYO
 Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:
 • No se observaron fallas atípicas en las roturas
 • El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 12/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	48514.0	179.1	259.7	280.0	92.8
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	47621.0	181.5	262.4	280.0	93.7
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	48473.0	176.7	253.0	280.0	93.9
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	23/09/2020	14	49535.0	176.7	290.3	280.0	100.1
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	23/09/2020	14	49709.0	176.7	275.6	280.0	98.4
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	28/09/2020	14	49730.0	179.1	277.7	280.0	99.2
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	59833.0	181.5	324.8	280.0	116.0
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	59198.0	181.5	326.0	280.0	116.4
4% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	57206.0	179.1	319.4	280.0	114.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANGOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 12/10/2020

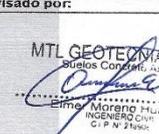
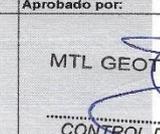
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	43473.0	179.1	242.8	280.0	86.7
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	43019.0	179.1	240.2	280.0	85.8
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	43781.0	181.5	241.3	280.0	86.2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	43077.0	178.7	243.8	280.0	87.1
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	44284.0	178.7	250.6	280.0	89.5
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	46823.0	181.5	258.0	280.0	92.2
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	48831.0	178.7	276.9	280.0	98.9
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	47839.0	178.7	270.7	280.0	96.7
8% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	49352.0	179.1	275.6	280.0	98.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- Prohibida la reproducción o uso de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020
UBICACIÓN	: LIMA
Fecha de emisión: 12/10/2020	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	39468.0	179.1	220.6	280.0	78.8
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	39855.0	179.1	223.1	280.0	79.7
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	21/09/2020	7	39358.0	179.1	219.8	280.0	78.5
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	40760.0	178.7	230.6	280.0	82.4
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	42055.0	179.1	234.9	280.0	83.9
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	29/09/2020	14	43352.0	179.1	242.1	280.0	86.5
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	43542.0	178.7	246.4	280.0	88.0
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	40399.0	178.7	228.6	280.0	81.6
12% CAUCHO RECICLADO	14/09/2020	12/10/2020	28	42612.0	178.7	241.1	280.0	86.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 09: Resultados de análisis granulométrico



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

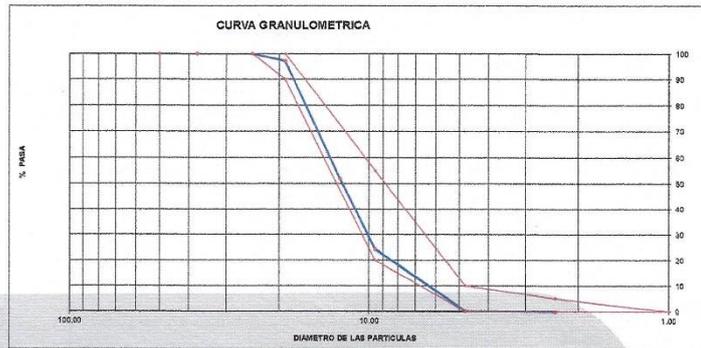
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS : ADICION DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020
UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g) : 4,235.00 % W = 0.1
PESO INICIAL SECO (g) : 4,232.40 MF = 6.78

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	121.5	2.9	2.9	97.1	90 - 100
1/2"	12.50	1,911.0	45.2	48.1	51.9	---
3/8"	9.53	1,168.0	27.6	75.7	24.3	20 - 85
Nº 4	4.75	1,021.0	24.1	99.8	0.2	0 - 10
Nº 8	2.38	8.0	0.2	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		2.9	0.1			



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

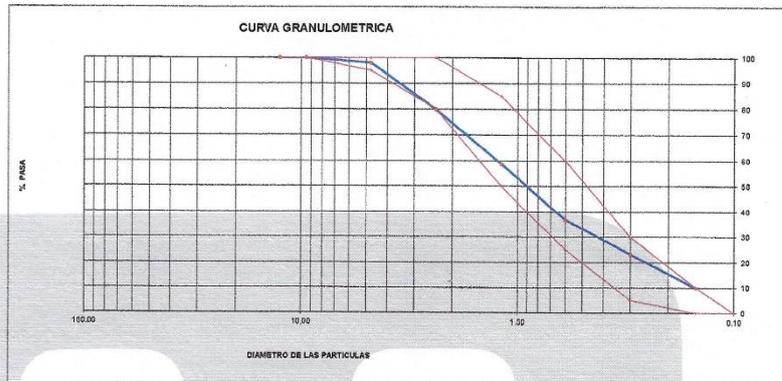
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	14/09/2020
MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	632.6	% W =	0.9
PESO INICIAL SECO (g)	627.0	MF =	2.94

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	13.4	2.1	2.1	97.9	85 - 100
Nº8	2.38	112.8	18.0	20.1	79.9	80 - 100
Nº 16	1.19	132.9	21.2	41.3	58.7	50 - 85
Nº 30	0.60	137.2	21.9	63.2	36.8	25 - 60
Nº 50	0.30	65.4	13.6	76.8	23.2	05 - 30
Nº 100	0.15	83.6	13.4	90.2	9.8	0 - 10
FONDO		61.5	9.8	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL-GEOTECNIA

ANEXO 10: Resultados de gravedad específica de sólidos



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio	
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE	
TESIS : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020	
UBICACIÓN : LIMA	Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°			M-1	M-2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1534.0	1578.0	1556.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco	C	g	2408.0	2478.0	2443.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.67	2.68	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.1	1.2	1.2

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 11: Resultados de peso unitario



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
 ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6502	6487	6493
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4139	4124	4130
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.500	1.494	1.496

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.497		
--------------------------------------	------	-------	--	--

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7332	7296	7309
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4969	4933	4946
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.800	1.787	1.782

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.783		
--	------	-------	--	--

OBSERVACIONES:
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o Gib)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA: TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30682	30684	30769
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20882	20884	20969
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.497	1.496	1.503

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.499
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32453	32475	32492
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22653	22675	22692
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.624	1.625	1.627

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.625
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 12: Resultados de peso específico y absorción



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
 ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACION	: LIMA	Fecha de ensayo:	: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	880.7	981.5	981.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	664.6	664	664.30
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	170.2	169.6	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	494.4	494.2	494.30
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.8

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.66	2.65
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.66	2.66
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A[(V-W)/(500-A)])	g/cc	2.73	2.73	2.73
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.1	1.2	1.2

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	YOVI Y LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS	ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020*
UBICACION	LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : CAUCHO CANTERA : ---

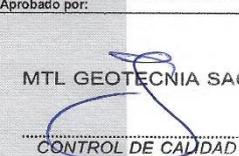
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	677.29	678.12	677.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	321.07	319.94	320.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	356.22	358.18	357.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	313.92	312.92	313.42
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	142.92	143.12	143.02
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	498.0	499.3	498.7

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	1.01	1.01	1.01
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	1.06	1.06	1.06
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	1.06	1.07	1.06
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]	%	5.0	4.9	5.0

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 13: Resultados de análisis granulométrico agregado fino



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

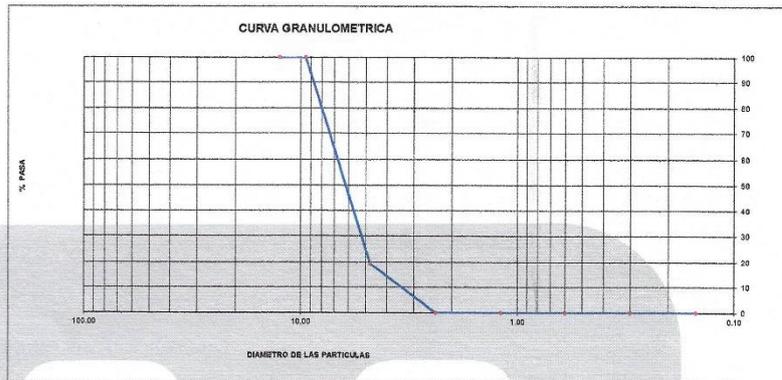
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	14/09/2020
MATERIAL	: Caucho	CANTERA:	---
PESO INICIAL HUMEDO (g)	585.0	% W =	0.1
PESO INICIAL SECO (g)	584.6	MF =	5.81

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
12"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	---
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.76	472.5	80.8	80.8	19.2	
Nº8	2.38	112.1	19.2	100.0	0.0	
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 30	0.60	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 100	0.15	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0	100.0	0.0	



OBSERVACIONES:
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 14: Resultados de diseño de mezcla de concreto



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
 ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
 TESIS : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020
 UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL	F _c 280 kg/cm ²		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.85	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.87	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20					

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO			4		pu/g	
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO			0.523			
4 AGUA			200			
5 TOTALES DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		382.500	Kg/m ³	9.0		Bls/m ²
Volumen absoluto del cemento		0.1226	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Agua		0.2000	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³			
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.343
Volumen absoluto del Agregado fino		0.3150	m ³ /m ³			0.657
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3420	m ³ /m ³			
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383		Kg/m ³	
AGUA			200		L/m ³	
AGREGADO FINO			835		Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			913		Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700		Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA			2330		Kg/m ³	
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			842.3		Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1		Kg/m ³	
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.30		Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO			1.10		10.0	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					12.5	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						Lts/m ³
CEMENTO			383		Kg/m ³	
AGUA			213		Lts/m ³	
AGREGADO FINO			842		Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			914		Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700		Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA			2361		Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 Lt.)						
CEMENTO			19.89		Kg	
AGUA			11.65		Lts	
AGREGADO FINO			43.80		Kg	
AGREGADO GRUESO			47.53		Kg	
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			140.4		g	
PROPORCIÓN EN PESO (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.20			
A.G			2.39			
H ₂ O			23.92			
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.21			
A.G			2.39			
H ₂ O			23.6			

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	14/09/2020
SOLICITANTE	: YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE		
TESIS	: "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		

MATERIAL	f'c 280 kg/cm ²		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINIZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1825.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 12%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4			pu/g
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.528			
4	AGUA		200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		382.600	Kg/m ³	9.0	Bls/m ³
	Volumen absoluto del cemento		0.1226	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del agua		0.2000	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del aire		0.0200	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.343
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.2770	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3420	m ³ /m ³		0.657
	Volumen absoluto del caucho		0.0380	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO		383	Kg/m ³		
	AGUA		200	L/m ³		
	AGREGADO FINO		734	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		913	Kg/m ³		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³		
	CAUCHO 12%		38.380	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2230	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO		740.7	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		914.1	Kg/m ³		
	CAUCHO 12%		38.4	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO		0.30	%		Lts/m ³
	AGREGADO GRUESO		1.10			10.0
	CAUCHO 12%		4.90			1.9
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					12.2
						212.2
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO		383	Kg/m ³		
	AGUA		212	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO		741	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		914	Kg/m ³		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		2.700	Kg/m ³		
	CAUCHO 12%		38.418	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2249	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 #.)						
	CEMENTO		19.89	Kg		
	AGUA		11.84	Lts		
	AGREGADO FINO		38.61	Kg		
	AGREGADO GRUESO		47.53	Kg		
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)		140.4	g		
	CAUCHO 12%		1997.8	g		
	PROPORCIÓN EN PESO p₃ (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p₃ (húmedo)
	C		1.0			C
	A/F		1.94			A/F
	A/G		2.99			A/G
	H ₂ O		23.58			H ₂ O

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS : ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACION : LIMA **Fecha de ensayo:** 14/09/2020

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO		MODULO FINIZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
	g/cc						
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94		0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78		0.1	1.2	1499.0	1625.0
SIKACEM	1.20						
CAUCHO 8%	1.01			0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			4			
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.523			
4	AGUA			200			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			382.500	Kg/m³	9.0		Bis/m³
Volumen absoluto del cemento				0.1226	m³/m³		
Volumen absoluto del Agua				0.2600	m³/m³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m³/m³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							0.343
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2900	m³/m³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3420	m³/m³		0.857
Volumen absoluto del caucho				0.0250	m³/m³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS							1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				383	Kg/m³		
AGUA				200	L/m³		
AGREGADO FINO				789	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO				913	Kg/m³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				2.700	Kg/m³		
CAUCHO 8%				25.250	Kg/m³		
D) PESO DE MEZCLA							
CORRECCION POR HUMEDAD				2284	Kg/m³		
AGREGADO FINO HUMEDO				775.4	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				914.1	Kg/m³		
CAUCHO 8%				25.3	Kg/m³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.30	%		Lts/m³
AGREGADO GRUESO				1.10	%		12.4
CAUCHO 8%				4.90	%		212.4
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA							Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				383	Kg/m³		
AGUA				212	Lts/m³		
AGREGADO FINO				775	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO				914	Kg/m³		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				2.700	Kg/m³		
CAUCHO 8%				25.275	Kg/m³		
G) PESO DE MEZCLA							
CANTIDAD DE MATERIALES (52 Lt.)				2284	Kg/m³		
CEMENTO				19.89	Kg		
AGUA				11.04	Lts		
AGREGADO FINO				40.32	Kg		
AGREGADO GRUESO				47.53	Kg		
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				140.4	g		
CAUCHO 8%				1314.3	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0			C	1.0		
A/F	2.03			A/F	2.03		
A/G	2.96			A/G	2.39		
H2o	23.59			H2o	23.59		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Controlador de MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

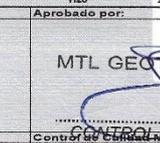
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : YONY LIMA ARCHE / LUIS SABINO LIMA ARCHE
TESIS : "ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO AL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LLANOS, ATE 2020"
UBICACIÓN : LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL	f'c 280 kg/cm ²		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1825.0
SIKACEM	1.20					
CAUCHO 4%	1.01		0.1	5.0		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4			mm
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		24.4			mm
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.523			
4	AGUA		200			kg/m ³
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		382.500				
Volumen absoluto del cemento			0.1226		9.0	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agua			0.2600			m ³ /m ³
Volumen absoluto del Aire			0.0200			m ³ /m ³
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3024			m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3420			m ³ /m ³
Volumen absoluto del caucho			0.0130			m ³ /m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383			Kg/m ³
AGUA			200			L/m ³
AGREGADO FINO			801			Kg/m ³
AGREGADO GRUESO			913			Kg/m ³
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700			Kg/m ³
CAUCHO 4%			13.130			Kg/m ³
D) PESO DE MEZCLA			2287			Kg/m ³
CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			806.6			Kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.1			Kg/m ³
CAUCHO 4%			13.1			Kg/m ³
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.30			Lts/m ³
AGREGADO GRUESO			1.10			10.0
CAUCHO 4%			4.60			0.6
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						12.4
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						212.4
CEMENTO			383			Kg/m ³
AGUA			212			Lts/m ³
AGREGADO FINO			809			Kg/m ³
AGREGADO GRUESO			914			Kg/m ³
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			2.700			Kg/m ³
CAUCHO 4%			13.143			Kg/m ³
G) PESO DE MEZCLA			2318			Kg/m ³
CANTIDAD DE MATERIALES (52 lb.)						
CEMENTO			19.89			kg
AGUA			11.06			Lts
AGREGADO FINO			42.05			kg
AGREGADO GRUESO			47.53			kg
ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			140.4			g
CAUCHO 4%			693.4			g
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	2.11					
A.G	2.35					
H2o	23.81					
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	2.12					
A.G	2.39					
H2o	23.81					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad

Certificado

INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

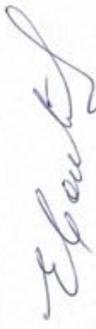
Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condessa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023


ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA
Registro N° : LC-016

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de modificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion (casoppta/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAMAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-1597-2020

PROFORMA : 2543A

Fecha de emisión : 2020 - 07 - 30

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **PRENSA DE CONCRETO**

Marca : FORNEY
Marca del indicador : ELE Internacional
Modelo del indicador : ADR TOUCH
N° Serie del indicador : 1887-1-00074
Intervalo de indicación : 120000 kgf
Resolución : 0,1 kgf
Procedencia : United States
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2020 - 07 - 28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,5°C	20,5°C
HUMEDAD RELATIVA	62,0%	65,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-040-2020

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,01	7,32
0,1	120,0	0,1	126,2	-0,01	-6,2	0,01	7,58
0,2	232,4	0,2	239,8	-0,01	-7,4	0,01	8,20
0,9	1022,9	0,9	1037,6	-0,01	-14,7	0,01	8,98
11,6	13880,6	11,6	13892,5	-0,01	-11,9	0,01	9,78
23,3	28000,6	23,3	28019,2	-0,02	-18,6	0,01	10,56
41,7	50007,2	41,7	50027,5	-0,02	-20,3	0,01	12,65
62,5	75005,0	62,5	75027,8	-0,02	-22,8	0,01	15,89
75,0	90010,0	75,0	90033,8	-0,02	-23,8	0,02	18,78
81,7	98000,1	81,7	98035,2	-0,03	-35,1	0,02	20,25

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

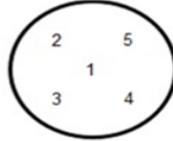
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 899	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-1} \times R$
Incetidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY
Modelo : YC0-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

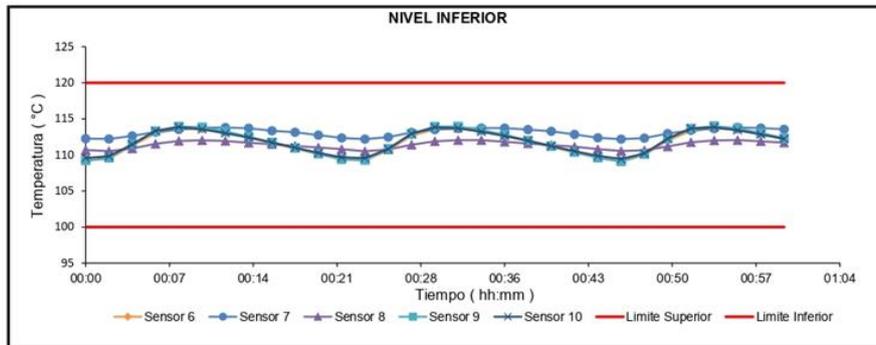
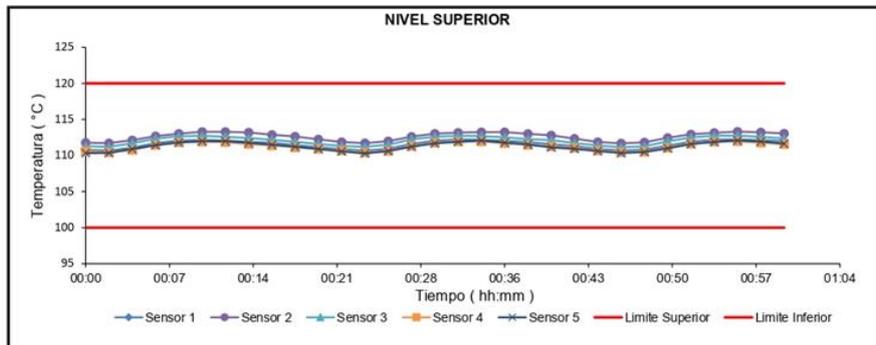
Tiempo (h:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[1] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T _{PROM} ^[1]	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T _{MAX} ^[2]	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T _{MIN} ^[3]	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ^[4]	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

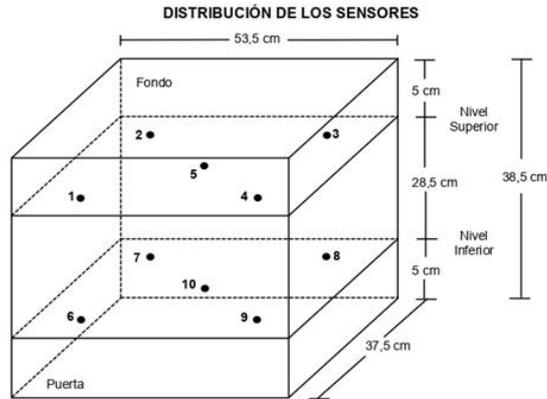


RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



 Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

 informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe