

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante
la incorporación de látex de caucho natural**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Yefer Cruz Cruz

ASESOR

Fidel Ortiz Zapata

<https://orcid.org/0000-0002-1239-7290>

Chiclayo, 2025

**Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto
mediante la incorporación de látex de caucho natural**

PRESENTADO POR

Yefer Cruz Cruz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Jorge Enrique Álvarez Ruffran

PRESIDENTE

Cesar Augusto Ramirez Guanilo

SECRETARIO

Fidel Ortiz Zapata

VOCAL

Dedicatoria

Al finalizar esta maravillosa etapa de mi vida, no puedo dejar de expresar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido mi mayor sostén: mis padres, Flor Cruz Melchor y Fernando Cruz Yajahuanca, ellos, con su amor incondicional, esfuerzo y dedicación, han sido quienes me han guiado en cada paso de mi vida, siempre dándome la fuerza y el apoyo que necesitaba para seguir adelante. A ustedes les debo todo lo que soy y lo que he logrado. También agradezco a mis hermanos y abuelos, quienes con su apoyo y cariño incondicional han sido mi motor motivación e inspiración en este camino. A todos ustedes, les dedico con amor este logro.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Dios por haber sido mi guía y fuente de fortaleza en cada momento de mi vida, dándome el valor necesario para superar los obstáculos. Agradezco profundamente a mis padres, hermanos y abuelos por su apoyo incondicional, cuyo amor y aliento me impulsaron a seguir adelante. Asimismo, expreso profundo agradecimiento a mi asesor Fidel Zapata Ortiz, por su invaluable guía, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso. También quiero agradecer al profesor del curso Atilio Rubén López Carranza, cuya dedicación y compromiso han sido fundamentales para culminar el proceso de desarrollo de esta investigación.

Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	14
Abstract	15
Introducción	16
Revisión De Literatura	19
Materiales Y Métodos	27
Metodología	49
Resultados	90
Discusión	120
Conclusiones	125
Recomendaciones.....	127
Referencias	128
Anexos.....	130

Listas De Tablas

Tabla 1: Resistencia A Compresión.....	26
Tabla 2: Ntp 339.088.....	28
Tabla 3: Norma Astm C-33.93	30
Tabla 4: Distribución Del Género Hevea En El Perú.....	31
Tabla 5: Distribución De Uso De Caucho Natural A Nivel Mundial	32
Tabla 6: Composición Del Látex.....	32
Tabla 7: Cantidad Demuestra De Agregado Grueso O Global.....	38
Tabla 8: Pesos Del Concreto	42
Tabla 9:Tolerancia Para El Tiempo De Ensayo De Resistencia A Compresión.....	44
Tabla 10: Elementos Del Diseño De La Investigación.....	51
Tabla 11: Denominación De Los Grupos Establecidos	51
Tabla 12: Muestras De Asentamiento.....	52
Tabla 13: Muestras De Peso Unitario.....	53
Tabla 14: Muestras De Temperatura.....	53
Tabla 15: Muestras De Contenido De Aire	53
Tabla 16: Muestras Para El Ensayo De Resistencia A La Compresión.....	55
Tabla 17: Muestras Para El Ensayo De Flexión	55
Tabla 18: Muestras Para El Ensayo A La Tracción	55
Tabla 19 Muestras Para Ensayo De Durabilidad Por Los Sulfatos	56
Tabla 20: Muestras De Módulo De Elasticidad Poisson	56
Tabla 21: Operacionalización De Variables	58
Tabla 22: Métodos, Técnicas E Instrumentos.....	59
Tabla 23:Asentamiento En Función Del Tipo De Estructura	81
Tabla 24:Factor De Incremento	82
Tabla 25:Determinación Del F'_{cr}	83
Tabla 26:Agua En Litros Por Metro Cubico	83
Tabla 27:Cálculo Del Contenido De Aire.....	84
Tabla 28:Proporción De Agua/Cemento.....	84
Tabla 29:Peso Del Agregado Grueso Por Metro Cubico.....	85
Tabla 30: Procesamiento Y Análisis De Datos	86
Tabla 31: Matriz De Consistencia	87
Tabla 32: Resultado De Análisis Granulométrico Del Agregado Fino	90
Tabla 33: Resultado Del Ensayo De Contenido De Humedad.....	91

Tabla 34: Resultado Del Ensayo De Peso Unitario Suelto.....	91
Tabla 35 Resultado Del Ensayo De Peso Unitario Compactado.....	92
Tabla 36 Resultado Del Ensayo De Peso Específico Y Absorción	92
Tabla 37: Resultado Del Análisis Granulométrico Del Agregado Grueso	93
Tabla 38: Resultado De Contenido De Humedad	94
Tabla 39: Resultado De Peso Unitario Suelto	94
Tabla 40: Resultado De Peso Unitario Compactado	94
Tabla 41: Resultado De Peso Específico Y Absorción.....	95
Tabla 42: Densidad Látex De Caucho Natural.....	95
Tabla 43:Asentamiento De Las Modificaciones Elaboradas.....	96
Tabla 44:Resultado De Peso Unitario Del Concreto Tradicional.....	97
Tabla 45: Resultado De Peso Unitario Dosificación Del 0.5%.....	97
Tabla 46: Resultado De Peso Unitario Dosificación Del 1%.....	97
Tabla 47: Resultado De Peso Unitario Dosificación Del 3%.....	98
Tabla 48: Temperatura De Las Diferentes Dosificaciones Del Concreto.....	99
Tabla 49: Resultado De Cantidad De Aire Atrapado.....	100
Tabla 50: Resultados Obtenidos De Los Ensayos De Resistencia A La Compresión.....	101
Tabla 51: Resistencia Tracción A Los 28 Días	105
Tabla 52:Resistencia A La Flexión A 28 Días	108
Tabla 53: Modulo De Elasticidad Y Razón De Poisson Para Concreto Patron.....	110
Tabla 54: Modulo De Elasticidad Y Razón De Poisson Para El 0.5% De Látex De Caucho Natural.....	111
Tabla 55: Modulo De Elasticidad Y Razón De Poisson Para El 1% De Látex De Caucho Natural.....	112
Tabla 56: Modulo De Elasticidad Y Razón De Poisson Para El 3% De Látex De Caucho Natural.....	113
Tabla 57: Expansión Unitaria A Sulfatos De Sodio	114
Tabla 58: Valores De Diseño De Mezcla Por Metro Cubico Del Estándar Y Las Incorporaciones Del 0.5%,1%,3%	115
Tabla 59: Evaluación De Los Costos Unitarios De La Extracción De Látex De Caucho Natural.....	116
Tabla 60: Evaluación De Los Costos Unitarios - Diseño De Concreto Patrón	116
Tabla 61: Evaluación De Los Costos Unitarios (Diseño De Mezcla Incorporando Látex De Caucho Natural Al 1%)	117

Tabla 62: Evaluación De Los Costos Unitarios (Diseño De Mezcla Incorporando Aditivo Sika Superplastificante)..... 118

Listas de ilustraciones

Ilustración 1: Componentes Del Concreto	27
Ilustración 2: Profundidad De Picado 1.5mm	34
Ilustración 3: Tiempo De Pica.....	34
Ilustración 4: Frecuencia De Pica.....	34
Ilustración 5: Selección De Árbol	35
Ilustración 6: Tishelina	35
Ilustración 7: Rasgueta	35
Ilustración 8: Lima	36
Ilustración 9: Machete	36
Ilustración 10: Caballete.....	37
Ilustración 11: Balde 4 Litros	37
Ilustración 12: Molde Para El Ensayo De Asentamiento	42
Ilustración 13: Tipo De Fallas A Compresión	45
Ilustración 14: Diagrama De Un Dispositivo Adecuado Para Ensayar A Flexión Con Cargas A Lo Tercios.....	46
Ilustración 15: Trayecto Desde Chiclayo Hasta Cantera Elegida.....	60
Ilustración 16: Tesista Obteniendo Muestra De Agregado Grueso	60
Ilustración 17: Trayectoria Desde Chiclayo Hasta La Cantera Elegida	61
Ilustración 18: Tesista Obteniendo Muestra De Agregado Fino	61
Ilustración 19: Malla De Tamizado De Agregado Fino.....	61
Ilustración 20: Empaque De Cemento A Usar Tipo I.....	62
Ilustración 21: Látex De Caucho Natural Dejando Verte En La Tishelina.	63
Ilustración 22: Altura De Picado Para La Recolección De Látex De Una Altura 1.10m.	63
Ilustración 23: Látex Caucho Natural Para Ser Utilizado En La Investigación.....	63
Ilustración 24: Agregado Fino Para Ensayo De Humedad.....	64
Ilustración 25: Tesista Obteniendo El Material Agregado Grueso	65
Ilustración 26: Agregado Grueso Para Ensayo Humedad	65
Ilustración 27 Tesista Obtenido Las Medidas Del Molde Cilíndrico	66
Ilustración28: Peso Volumétrico Suelto Agregado Fino.	66
Ilustración 29: Tesista Dándole Golpes Con Martillo De Goma Por Capa Para Peso Volumétrico Compactado	66
Ilustración 30: Peso Volumétrico Compactado Agregado Fino.	66
Ilustración 31: Tesista Llenando El Molde Con Muestra De Agregado Grueso	67

Ilustración 32: Enrazamiento Al Final Del Llenado De Muestra.....	67
Ilustración 33: Tesista Haciendo El Apisonado Por Capa Para Peso Volumétrico Compactado	68
Ilustración 34: Enrazamiento Final Para Luego Pesar Muestra.	68
Ilustración 35: Tamices Para El Ensayo	69
Ilustración 36: Distribución De Los Agregados De Cada Tamiz	69
Ilustración 37: Cuarteo Del Material.....	69
Ilustración 38: Tesista Lavando Muestra Para Eliminar Impurezas	70
Ilustración 39: Muestra Sumergida Totalmente En Agua.....	70
Ilustración 40: Peso De Fiola	71
Ilustración 41: Muestra En Tara Para Luego Introducirla En El Horno.....	71
Ilustración 42: Peso De La Fiola Graduada	72
Ilustración 43: Tesista Colocando El Látex De Caucho Natural En La Probeta.....	72
Ilustración 44: Registro De Densidad Del Látex De.....	72
Ilustración 45: Tesista Midiendo Slump Concreto Patrón 4"	72
Ilustración 46: Tesista Tomando El Control De Temperatura De Concreto Patrón	73
Ilustración 47 Tesista Realizando Ensayo	74
Ilustración 48: Peso De La Muestra + Molde	74
Ilustración 49: Tesista Enrasando La Olla Para Después Colocar La Tapa Metálica	75
Ilustración 50: Tesista Utilizando La Olla Washington.....	75
Ilustración 51: Muestras Vaciados.....	75
Ilustración 52: Marcación De Probetas Para Poder Identificarlo	75
Ilustración 53: Tesista Aplicando La Carga- Resistencia A La Compresión.	76
Ilustración 54: Posición Adecuada De Probeta A Ser Ensayado	77
Ilustración 55: Tesista Observando La Falla Del Testigo En Toda La Longitud.....	77
Ilustración 56: Falla De Espécimen En Toda Su Longitud	77
Ilustración 57: Tesista Haciendo Las Medidas De Marcación De Cada Viga.....	78
Ilustración 58: Vigas Listo Para Realizar En Ensayo De Flexión.....	78
Ilustración 59: Tesista Observando La Falla De Cada Viga.....	78
Ilustración 60: Falla De La Viga Dentro Del Tercio Central.....	78
Ilustración 61: Posicion De Muestra Para Ser Ensayado - Módulo De Elasticidad.....	79
Ilustración 62: Testigo Ensayada -Módulo De Elasticidad	79
Ilustración 63: Tesista Mezclando En Una Bandeja El Sulfato De Sodio-Agua Destilada-Agua Potable Para Poder Curar Las Muestras	80

Ilustración 64: Tesista Curando Los Especímenes	80
Ilustración 65: Muestras Listas Para La Realización De Ensayo	80
Ilustración 66: Toma De Lectura Con La Máquina De Comparación De Longitud	80
Ilustración 67: Diagrama De Flujo	88
Ilustración 68: Flujograma Sobre El Procedimiento De La Investigación.....	119

Listas de gráficos

Gráfico 1: Trabajabilidad Del Hormigón Fresco Mezclado Con Látex De Caucho Natural ...	19
Gráfico 2: Efecto Del Látex De Caucho Natural En La Resistencia A La Compresión	20
Gráfico 3: Efecto Del Látex De Caucho Natural En La Resistencia A La Flexión.....	20
Gráfico 4: Resultados De La Resistencia A La Compresión.....	21
Gráfico 5: Resultado De La Prueba De Tracción.....	21
Gráfico 6: Efecto De La Dosis De Látex Compresión.....	23
Gráfico 7: Resistencia A La Compresión	24
Gráfico 8: Resistencia A La Flexión.....	24
Gráfico 9: Resistencia A La Tracción.....	24
Gráfico 10: Porcentaje Optimo Del Tipo De Rotura.....	25
Gráfico 11: Curva Análisis Granulométrico Del Agregado Fino	90
Gráfico 12: Curva Granulométrica Del Agregado Grueso	93
Gráfico 13: Resultado Del Asentamiento De Las Modificaciones Elaboradas.....	96
Gráfico 14: Peso Unitario Con Las Dosificaciones Del Concreto	98
Gráfico 15: Temperatura Del Concreto	99
Gráfico 16: Contenido De Aire	100
Gráfico 17: Curva De Resistencia A La Compresión.....	103
Gráfico 18: Resistencia. A La Compresión Del Concreto A Los 7 Días	104
Gráfico 19: Resistencia A La Compresión Del Concreto A Los 14 Días	104
Gráfico 20: Resistencia A La Compresión A Los 28 Días.	105
Gráfico 21: Resistencia A La Tracción A Los 28 Días	107
Gráfico 22: Resistencia A La Flexión A 28 Días.....	109
Gráfico 23: Curva Comparativa De Expansión Unitaria Frente A Sulfatos De Sodio.....	114
Gráfico 24: Precio Unitario Del Diseño De Concreto Para Un m ³	115

Listas de anexos

Anexo N° 1: Validación De Ensayos De Laboratorio	130
Anexo N° 2: Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino	131
Anexo N° 3: Contenido De Humedad De Agregado Fino	132
Anexo N° 4: Análisis Granulométrico Del Agregado Fino	133
Anexo N° 5: Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino.....	134
Anexo N° 6: Contenido De Humedad Agregado Grueso.....	135
Anexo N° 7: Peso Unitario Suelto Y Compactado Del Agregado Grueso	136
Anexo N° 8: Análisis Granulométrico Del Agregado Grueso.....	137
Anexo N° 9: Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino.....	138
Anexo N° 10: Densidad Del Aditivo Natural.....	139
Anexo N° 11: Asentamiento.....	140
Anexo N° 12: Peso Unitario.....	141
Anexo N° 13: Control De Temperatura.....	142
Anexo N° 14: Contenido De Aire	143
Anexo N° 15: Resistencia A La Compresión	144
Anexo N° 16: Resistencia A La Tracción.....	145
Anexo N° 17: Resistencia A La Flexión.....	146
Anexo N° 18: Diseño De Mezcla Método Aci	147
Anexo N° 19: Ensayo De Caracterización De Aditivo Natural	151
Anexo N° 20: Durabilidad Por Sulfatos Del Patrón.....	152
Anexo N° 21: Durabilidad Por Sulfatos Del 1%.....	153
Anexo N° 22: Ensayo Cloruros, Sales Solubles, Sulfatos 1%	154
Anexo N° 23: Ensayo Cloruros, Sales Solubles, Sulfatos 3%	155
Anexo N° 24: Ensayo De Modulo De Elasticidad Y Poisson	156
Anexo N° 25: Cotización Empresa Conte Group Látex De Caucho Natural.....	157

Resumen

Esta investigación tiene como propósito optimizar las propiedades del concreto (físicas y mecánicas) a través de la incorporación de latex de caucho natural. La variable independiente es este estudio es la latex de caucho natural, mientras que la variable dependiente abarca las características del concreto en su etapa de estado fresco (peso unitario, el asentamiento, contenido de aire y temperatura), y en su fase de estado endurecido (que incluye la resistencia a la compresión, tracción, flexión, módulo de elasticidad y durabilidad ante sulfatos). Para realizar la evaluación, se añadió latex de caucho natural proveniente del árbol *Hevea Brasiliensis* en tres porcentajes en relación al peso del cemento: 0.5%, 1% y 3%. Se fabricaron probetas, cilíndricas, vigas y prismas para examinar las propiedades mecánicas del concreto.

Se concluyo que la adición del 1% de latex mejoro las propiedades concreto, logrando un asentamiento de 3.5” pulgadas, un peso unitario de 2340.3 kg/m³, temperatura de 26.4 °C, un contenido de aire de 1.70% y una resistencia a la compresión de 269.08 kg/cm² a los 28 días. Además, la resistencia a la tracción fue de 23 kg/cm², mientras que la resistencia a la flexión alcanzo 35.60 kg/cm², en el módulo de elasticidad de 142788.333 kg/cm³ y la razón poisson fue de 0.0996. y para la durabilidad frente a sulfatos, las expansiones fueron inferiores a las del concreto patrón.

Palabras clave: Látex de caucho natural, propiedades físicas y mecánicas, árbol *Hevea Brasiliensis*.

Abstract

is natural rubber latex, while the dependent variable includes the characteristics of the concrete in its fresh state (unit weight, slump, air content, and temperature), and in its hardened state (which includes compressive strength, tensile strength, flexural strength, modulus of elasticity, and durability against sulfates). To perform the evaluation, natural rubber latex from the Hevea Brasiliensis tree was added in three percentages relative to the weight of the cement: 0.5%, 1%, and 3%. Cylindrical specimens, beams, and prisms were manufactured to examine the concrete's mechanical properties.

It was concluded that the addition of 1% latex improved the concrete properties, achieving a slump of 3.5 inches, a unit weight of 2340.3 kg/m³, a temperature of 26.4 °C, an air content of 1.70%, and a compressive strength of 269.08 kg/cm² at 28 days. In addition, the tensile strength was 23 kg/cm², while the flexural strength reached 35.60 kg/cm², the modulus of elasticity was 142788.333 kg/cm³, and the Poisson's ratio was 0.0996. For durability against sulfates, the expansions were lower than those of the control concrete.

Keywords: Natural rubber latex, physical and mechanical properties, Hevea Brasiliensis tree.

Introducción

El concreto se ha convertido con el paso del tiempo en uno de los materiales más utilizados en el entorno de la edificación. Desde los romanos levantaron el Panteón aproximadamente dos mil años, se habían realizado continuos esfuerzos para mejorar su durabilidad del concreto. Durante el apogeo de roma, se emplearon aditivos que se incorporaron al hormigón compuestos por cal y puzolanas comunes en aquel periodo [1]. A medida que la tecnología ha progresado, se han introducido aditivos al concreto para mejorar sus propiedades, lo que ha llevado a que el uso es estos aditivos sea casi imprescindible. Es por eso gracias a la incorporación de aditivos sean naturales o industriales, se han desarrollado concreto altamente trabajables con mejoras de propiedades físicas y propiedades mecánicas, entre las características que abarca se encuentra la mejora en la facilidad de manejo y compactación, previniendo la separación de sus componentes, así como el mejoramiento a largo plazo las propiedades mecánicas, alta resistencia a la compresión desde edades tempranas y prolongada vida útil incluso en entornos ambientales adversos.[2]

El empleo de aditivos en el concreto es prácticamente indispensable, como se mencionó previamente. Sin embargo, la mayoría de estos aditivos son productos químicos procesados que representan un costo significativo en la realización de un proyecto. Principalmente, la escasez radica en la disponibilidad de aditivos naturales que se alineen con las exigencias económicas y ambientales del mundo contemporáneo. [3]

En respuesta a esta problemática, surgen alternativas en forma de resinas naturales, como la ceniza volante, la ceniza de cáscara de arroz, el látex de shiringa. Estos materiales naturales ofrecen una solución más asequible y sostenible que pueden mejorar las propiedades ya antes mencionadas del concreto.

Por lo que se recomienda utilizar látex de Hevea Brasilienses como aditivo para mejorar las propiedades del concreto, lo cual es una opción rentable y más económica en comparación con los aditivos industriales que suelen ser mucho más costosos.

La perspectiva de emplear concreto con látex de caucho natural resulta particularmente interesante, dado que puede elevar el rendimiento del concreto tradicional y conllevar a diversas ventajas. En particular la utilización de látex de caucho natural en el hormigón como aditivo, ha sido insuficientemente explorada, procedente del árbol Hevea Brasiliensis.

Los árboles de caucho Hevea Brasilienses se producen en alrededor de 8 millones de hectáreas, la producción de caucho seco es de alrededor de 5,59 millones de toneladas. Tailandia es el principal productor de caucho del mundo, con un 29,8% del total, mientras que Indonesia

y Malasia le siguen con un 22,5% y un 19,2%, respectivamente. El total combinado de estos tres países representa el 71,5% de la producción mundial. Sólo el 1% de la producción mundial se produce en Estados Unidos y el resto del mundo. [4]

En nuestro país, las comunidades originarias de la Amazonía peruana han retomado el uso del látex de shiringa silvestre como una fuente de ingresos sostenible. La extracción y procesamiento de este látex para la producción de caucho no solo beneficia económicamente a estas comunidades, sino que también contribuye a la preservación de la selva amazónica. La obtención del látex es una actividad respetuosa con el medio ambiente que no causa daño a los ecosistemas forestales amazónicos; de hecho, fomenta su conservación. Además, los árboles de caucho natural tienen la capacidad de absorber y almacenar una cantidad significativa de dióxido de carbono, superando a la mayoría de los árboles presentes en la selva amazónica. Estos árboles, pueden alcanzar alturas superiores a los 20 metros se localizan de forma nativa en todas las regiones amazónicas, con una población más abundante en Madre Dios, Loreto, Amazonas, y San Martín. [5]

Dada la problemática previamente mencionada el propósito central de este estudio de investigación es abordar la siguiente problemática ¿Qué beneficios se obtendrá al incorporar látex de caucho natural para el mejoramiento de las propiedades físicas y propiedades mecánicas del concreto?

La justificación técnica, de esta investigación radica en analizar la viabilidad de incorporar látex de caucho natural al concreto para mejorar sus propiedades físicas y propiedades mecánicas. De este modo, se evita de emplear los productos químicos que incrementan significativamente los costos de producción, por ello, se recurre a la utilización de componentes naturales que pueden mejorar al concreto sin alterar sus propiedades. Además, dando aprovechamiento a los aditivos naturales, que cumpla con la norma técnica peruana, lo que a su vez generaría un gran beneficio para la sociedad en la construcción de edificaciones.

Justificación financiera /económica, Disminución de los costos operativos a la incorporación de elementos naturales en lugar de industriales, evitando así el alto costo asociado a los productos químicos. El árbol *Hevea Brasiliensis*, por ser una planta natural prolifera en distintas regiones de la amazonia peruana como son: San Martín, Loreto, Madre Dios. Su incorporación podría generar ingresos en las regiones Amazónicas donde se produce el látex de caucho natural, al mismo tiempo que reduciría los costos de producción del concreto, dado que se trata de una resina natural que no necesita de procesos costosos para su extracción.

Justificación ambiental, Para evitar el uso de químicos industriales que pueden contaminar el medio ambiente, se está dando importancia al caucho natural, siendo investigado en el campo de la construcción por sus cualidades beneficiosas cuando se incorpora al concreto, ofreciendo una alternativa a los materiales industriales que suelen ser perjudiciales para el entorno. Al incorporar el látex de caucho natural del árbol *Hevea Brasiliensis*, se puede producir un concreto más ecológico, reduciendo así la utilización de productos químicos.

Justificación social, Nuestra facultad y escuela de ingeniería, como centro de creación y propagación de conocimientos, se dedica a investigaciones innovadoras que ofrezcan soluciones alternativas a problemas de ingenieriles, Un ejemplo es la utilización de aditivos naturales que puedan ofrecer resultados favorables al concreto. De este modo, se podría disminuir la dependencia de aditivos industriales en su formulación.

Para abordar la problemática planteada en la investigación, se formuló la siguiente hipótesis: la adición de látex de caucho natural tiene el potencial de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. A partir de esta hipótesis, se estableció el objetivo general; Determinar el mejoramiento, de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación del látex de caucho natural. Asimismo, se definieron una serie de objetivos específicos: caracterizar la incorporación de látex de caucho natural en el concreto; realizar análisis químico reacción cemento con latex de caucho natural; realizar la incorporación de látex de caucho; realizar el diseño del concreto patrón, y la incorporación de látex de caucho natural del árbol *Hevea Brasiliensis* para un $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$; determinar propiedades físicas del concreto, en estado fresco mediante los ensayos de asentamiento, peso unitario, temperatura, contenido de aire para el concreto patrón y modificado con látex de caucho natural; determinar, propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido mediante los ensayos de resistencia a la compresión, tracción, flexión, durabilidad por sulfatos, módulo de elasticidad Poisson para el concreto patrón y modificado con látex de caucho natural; realizar una comparación de costos unitarios del concreto patrón y el concreto modificado con látex de caucho natural.

Revisión de literatura

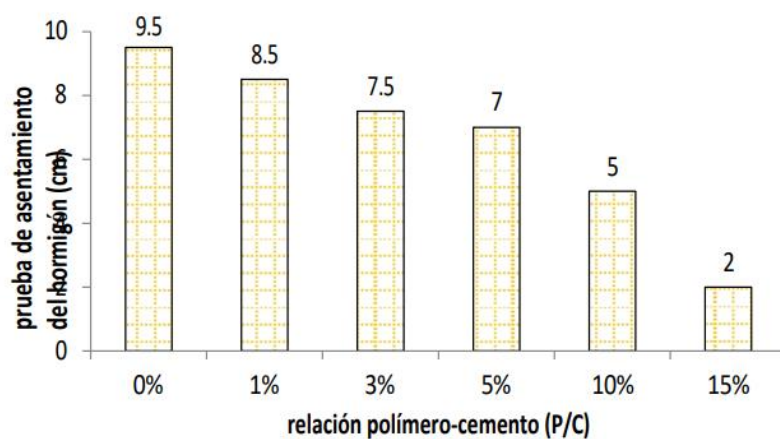
Antecedentes Del Problema

Revista International Global On Polymer And Composite Materials (Pcm 2018): Mechanical And Physical Properties Of Concrete Modified With Natural Rubber Latex [6]

En este estudio, se prepararon mezclas de concreto con latex de caucho natural en cantidades de 0%, 1%, 3%, 5%, 10% y 15% para optimizar las propiedades del material. Los hallazgos indicaron que el concreto modificado con NRL es más duradero que el concreto tradicional debido a su mayor resistencia. Se analizaron las propiedades físicas y propiedades mecánicas del concreto con latex empleando una proporción de mezcla de 1:2:4 cemento: arena: grava.

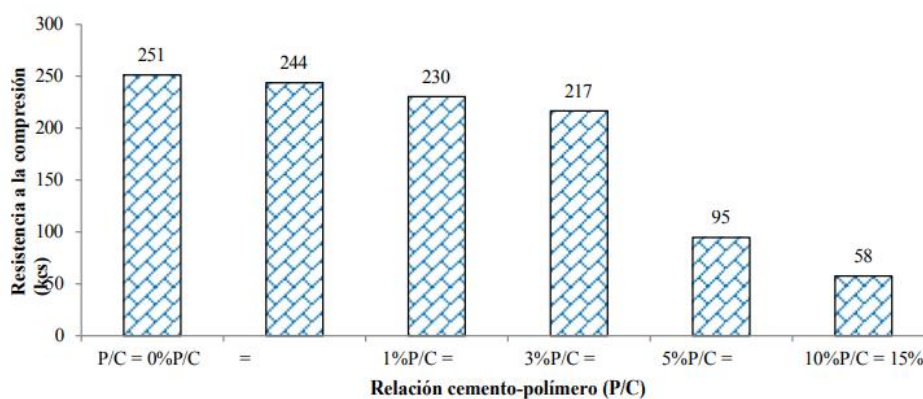
En los porcentajes de 1%, 3% y 5%, el asentamiento fue de 8.5 cm, 7.5cm y 7cm, respectivamente. En contraste, al aumentar a 10% y 15%, los resultados fueron 5cm y 2cm, lo que muestra una reducción significativa en el asentamiento del concreto. Esto indica que al incrementar la relación la relación de polímero a cemento, se produce una reducción en la trabajabilidad.

Gráfico 1: Trabajabilidad del hormigón fresco mezclado con látex de caucho natural



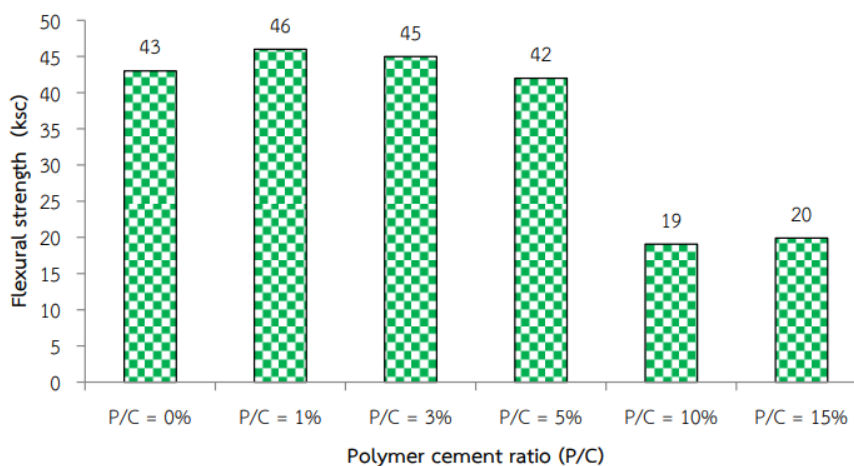
Fuente:[6]

Gráfico 2: Efecto del látex de caucho natural en la resistencia a la compresión



Fuente:[6]

Gráfico 3: Efecto del látex de caucho natural en la resistencia a la flexión



Fuente:[6]

Revista Internacional De Investigacion Y Tecnologia En Ingenieria Latex Modified High Performance Concrete, Methala, Perumbavoor, Ernakulam, Kerala Abril [7]

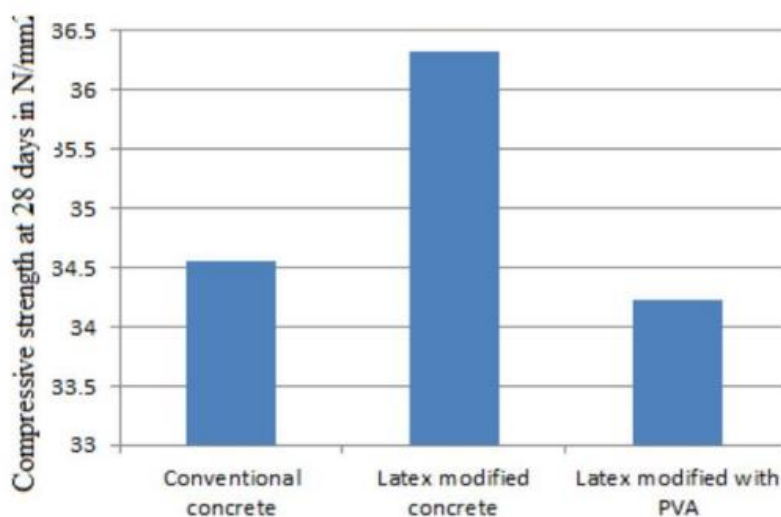
La incorporación de látex de caucho natural y concreto reforzado con fibra de alcohol polivinilo (PVA) mejora las propiedades del hormigón. El látex de caucho natural optimiza trabajabilidad del concreto al actuar como un lubricante, facilitando su manejo. Los polímeros del látex se infiltran en los vacíos de la pasta de cemento, creando una unión más fuerte entre el cemento y los agregados.

Se ha determinado que la cantidad ideal de látex de caucho natural es de 0,467 litros, mientras que la proporción de PVA utilizada debe ser del 1,2% respecto al total de cemento.

Los hallazgos de esta investigación indican que el concreto modificado con látex presenta una mejora notable en su durabilidad a la compresión en comparación con el hormigón convencional. Estas adiciones no solo mejoran las características del concreto, sino que también ofrecen ventajas en términos de su trabajabilidad, resistencia y vida útil, lo que hace que sean opciones valiosas en la construcción.

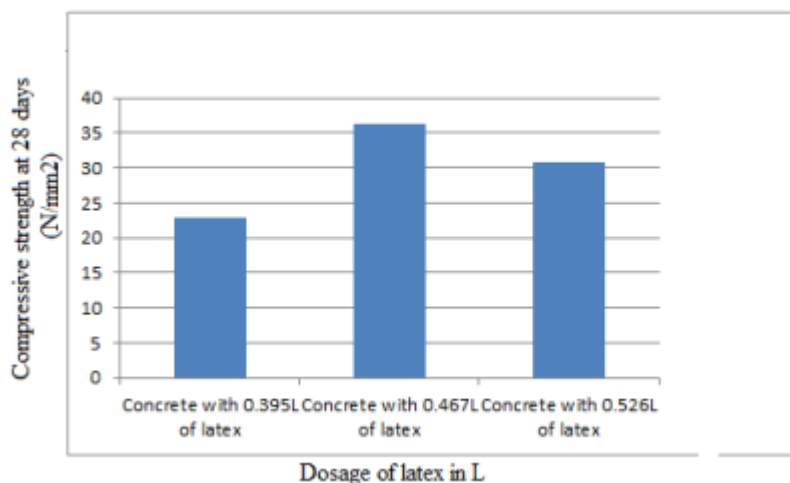
Este estudio se centra en identificar el porcentaje ideal de latex de caucho natural y fibras de PVA que se debe emplear para lograr un concreto con mayor resiliencia en comparación con el concreto tradicional.

Gráfico 4: Resultados de la resistencia a la compresión



Fuente:[7]

Gráfico 5: Resultado de la prueba de tracción



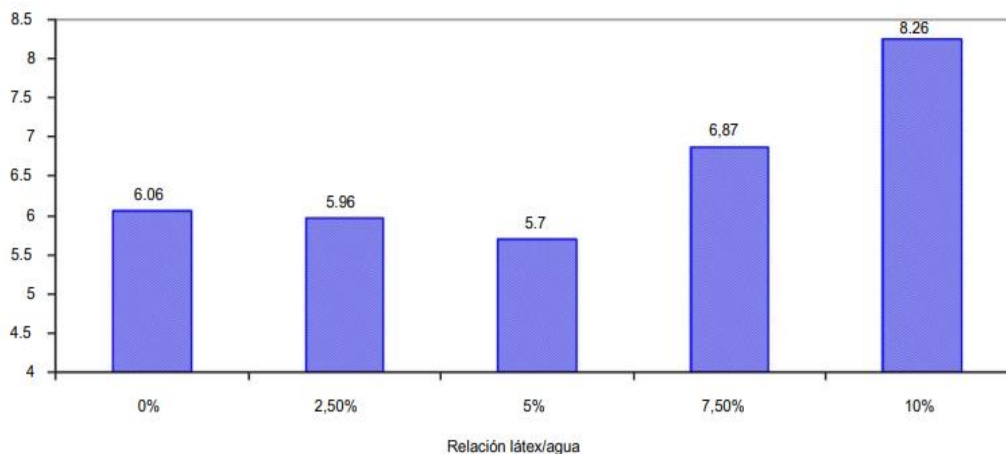
Fuente:[7]

**Artículo Internacional Durability Of Concrete Modified With Natural Rubber Latex
Universidad Tecnología De Malasia 2015. [8]**

Tiene como objetivo de estudio analizar cómo la adición de látex de caucho natural afecta la capacidad del hormigón para resistir la penetración al sulfato sódico (Na_2SO_4) y su habilidad para absorber humedad una vez que ha endurecido. Se incorporó látex de caucho natural concentrado en distintas proporciones, variando desde un 0% hasta un 5% en relación al agua utilizada en la mezcla, para evaluar su resistencia química, y desde un 0% hasta un 10% para medir la absorción de agua. Los resultados del estudio evidenciaron que tanto la exposición al Na_2SO_4 como la absorción de humedad se vieron notablemente influenciadas. Además, se notó que la composición específica del concreto tenía un impacto significativo en los niveles generales de humedad. En resumen, se estableció la cantidad óptima de látex concentrado para lograr la máxima tenacidad a la penetración de Na_2SO_4 es del 1,5% (L/W), mientras que para minimizar la absorción de agua es del 5% (L/W).

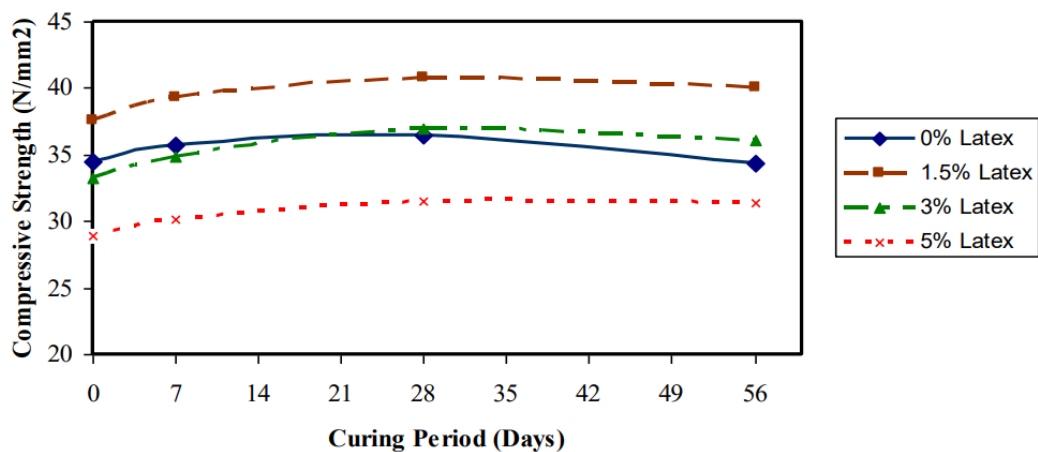
Los resultados de estudio indican que el 5% es la relación óptima látex/agua para darle la máxima capacidad de exclusión de agua al concreto

Gráfico 6: Efecto de la dosis de látex sobre la absorción de agua



Fuente:[8]

Gráfico 7: Efecto de la dosis de látex compresión



Fuente:[8]

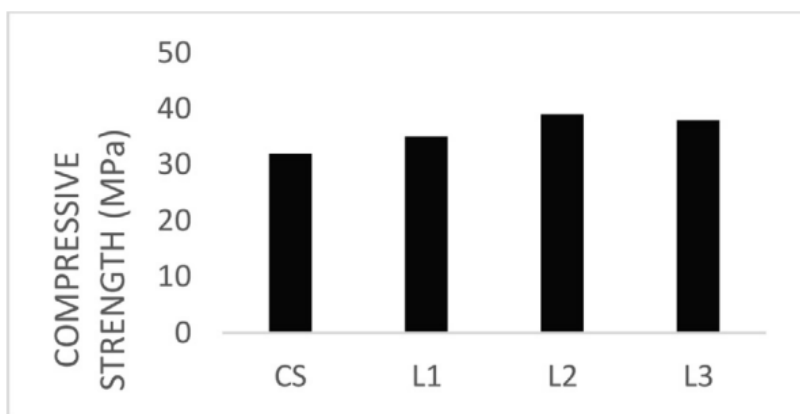
Revista Internacional Incorporation Of Natural Rubber Latex As Concrete Admixtures For Improved Mechanical Propertores 2020 India [9]

Este estudio se centra en examinar cómo la incorporación de látex de caucho natural (NRL), un material que se obtiene de forma natural de la Hevea Brasilienses, afecta la composición del concreto, con el objetivo de optimizar sus propiedades. En esta investigación, el NRL se empleó como sustituto parcial del agua, en proporciones que variaron entre el 4%, 5%, y 6% de látex en lugar del agua. Los resultados obtenidos al utilizar la cantidad óptima de látex revelaron mejoras notables en la resistencia y durabilidad del concreto.

Sustituir el látex de caucho natural (NRL) por agua en el concreto reduce su trabajabilidad. Y al aumentar el látex provoca que el concreto sea más viscoso y llene los vacíos, mejorando su estructura.

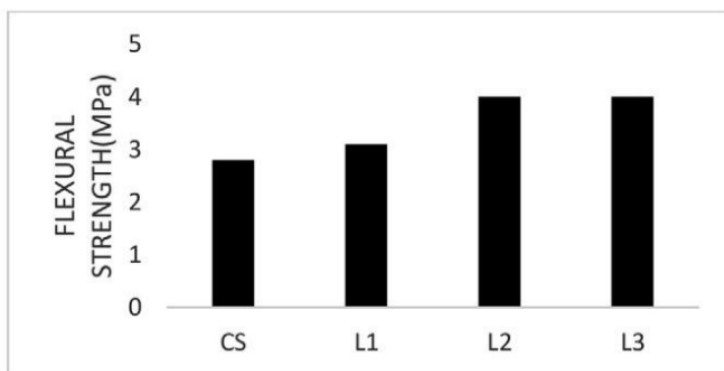
De todos los especímenes, el mejor desempeño fue del espécimen con una proporción de látex a agua fue del 5%, en este porcentaje mostro los mejores resultados en las pruebas realizadas en la fase endurecida.

Gráfico 8: Resistencia a la compresión



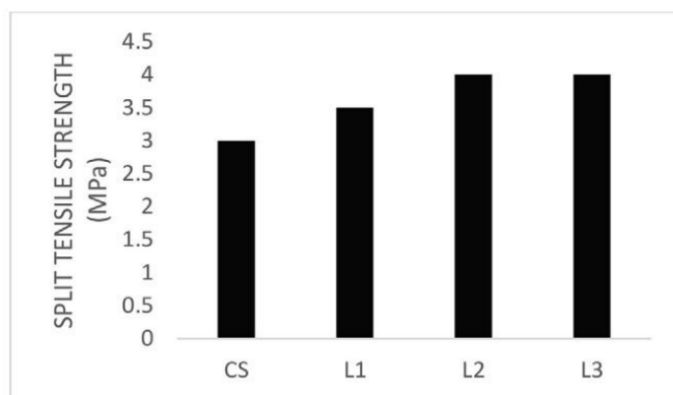
Fuente:[9]

Gráfico 9: Resistencia a la flexión



Fuente:[9]

Gráfico 10: Resistencia a la tracción

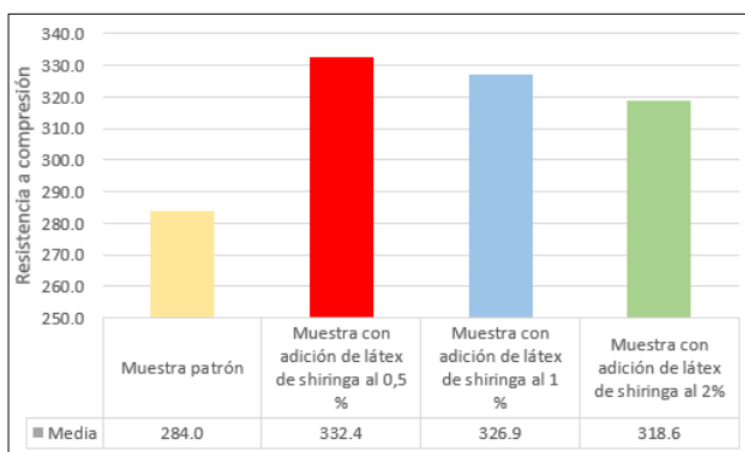


Fuente:[9]

Efecto De La Adición De Latex De Shiringa En La Resistencia Del Concreto En El Distrito De Yanacancha, Pasco Tesis 2021[2]

El propósito de este estudio fue investigar de qué manera la incorporación de látex de siringa impacta la resistencia del concreto en el distrito de Yanacancha, Pasco. Se observó que la adición de este latex modifica el tipo de fractura que presenta el concreto. Al añadir un 2% de latex, en comparación con el concreto estándar, el tipo de fractura paso de tipo 5 a tipo 3, mientras que al añadir 0.5% y 1%, se observó una fractura de tipo 2, evaluada después del día 28. También el concreto estándar presento una resistencia de 284 kg/cm². Con la adición de un 0.5% de latex de siringa, se alcanzó una tenacidad de 332.4 kg/cm². No obstante, al aumentar la proporción de latex a 1%, la resistencia se vio afectada disminuyendo a 326 kg/cm², por otro lado, con el 2% de adición la resistencia a la compresión nos arrojó 318.6 kg/cm². En conclusión, se estableció que el porcentaje óptimo es de 0.5% ya que este nivel de adición mostro que se obtenía una tenacidad a la compresión mucho mayor al del concreto estándar.

Gráfico 11: Porcentaje óptimo del tipo de rotura



Fuente:[2]

Revista De Tecnología Rendimiento Mecánica Y Durabilidad Del Latex Modificado Hormigón Reforzado Con Fibra Japón- 2019 [10]

Este estudio se enfocó en la evaluación experimental de las propiedades tanto mecánicas y la durabilidad del concreto reforzado, fibras y modificado con látex. Se llevaron a cabo diversos tipos de pruebas, que incluyeron compresión, flexión, contenido de humedad, contracción, estanqueidad, y ciclos de congelación y descongelación. Se emplearon diferentes proporciones de látex, como el 10%, 15% y 20% en peso, y fracciones de volumen de fibras del 0,2% y 0,3% como los principales parámetros evaluados.

Los resultados mostraron que una concentración de latex del 15% en peso favoreció el desarrollo temprano de la resiliencia a la compresión al séptimo día, alcanzando aproximadamente en su resistencia un 91% del total al cabo 28 días. Además, una fracción de volumen de fibras del 0.3% incremento la tenacidad a la compresión en comparación con una fracción del 0.2%. al elevar la concentración de latex al 20%, se mejora la resiliencia a la flexión, y un aumento a la fracción de volumen de fibras al 0.3% también contribuyo a esta mejora. La incorporación de látex y fibras al hormigón mejora enormemente su resistencia a la penetración y a los ciclos de hielo-deshielo.

Revista Estadounidense De Investigación En Ingeniería (Ajer) Studying The Effects Of Latex On Compressive Strength Of Concrete Nigeria - 2021. [11]

Este estudio examina el impacto del látex en la resistencia a la compresión del concreto, utilizando una proporción de mezcla de 1:2:4 y una relación agua-cemento de 0,55. Muestras de concreto fueron modificadas con diferentes porcentajes de látex, que variaron desde el concreto estándar hasta dosificaciones del 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% y 15% del componente de cemento. Se evaluaron la trabajabilidad y la durabilidad, observándose valores de trabajabilidad o asentamiento que oscilaron entre 10 mm y 61 mm.

Adición De Resina De Shiringa Para Mejorar A Compresión Del Concreto F´C= 210 Kg/Cm2, Tarapoto Tesis- 2020[3]

El propósito de este estudio fue evaluar la resistencia a la compresión del concreto mediante la adición de resina de shiringa en concentraciones del 1%, 3% y 5%. La investigación se efectuó en la ciudad de Tarapoto durante el año 2020.

Observándose que alcanzó los 238.7 kg/cm² de resiliencia a la compresión con la inclusión del 1% de resina de shiringa. En cuanto a las otras dos concentraciones, el 3% y el 5%, se registraron valores de resistencia de 224.5 kg/cm² y 183.9 kg/cm².

Tabla 1: Resistencia a compresión

% de aditivo	Resistencia a compresión 7 días (kg/cm2)	Resistencia a compresión 14 días (kg/cm2)	Resistencia a compresión 28 días (kg/cm2)
0	194.3	200.4	249.8
1	184.2	194.5	238.7
2	176.8	188.9	224.5
3	140.8	137.3	183.9

Fuente:[13]

Materiales y métodos

Concreto

La mezcla de concreto consiste en cemento Portland, agregados finos y gruesos, aire y agua en las proporciones adecuadas, con el objetivo principal de lograr ciertas características, especialmente la resistencia. [12].

La reacción química entre c/a une las partículas de los agregados, resultando en un compuesto de composición variada. A veces, se incorporan aditivos específicos para optimizar o modificar ciertas propiedades del concreto [13].

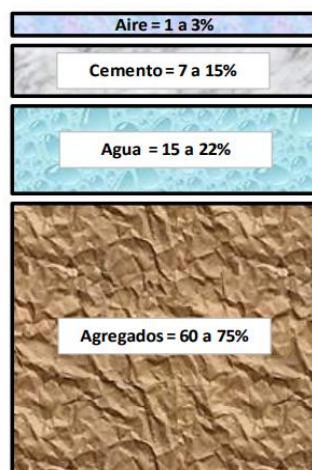
Por lo tanto, el rendimiento mecánico de este material y su capacidad para resistir el desgaste durante su uso se ven influenciados por tres factores [14].

La calidad de pasta de cemento, o matriz aglutinante al endurecerse, se define por sus características, composición y propiedad. Por lo q es crucial seleccionar un tipo de cemento adecuado según los requisitos de diseño y condiciones donde estará expuesta. Y por último es importante utilizar una relación a/c adecuado y si es necesario incorporar aditivos.

Tener una excelencia de los agregados es esencial, lo que deben cumplir con los requisitos para garantizar en nuestro concreto sea fuerte. Deben adaptarse a funciones específicas que la estructura debe cumplir, para que el material tenga esa capacidad de resistir de manera efectiva y duradera.

El concreto identifica cuatro elementos principales: cemento, agua, agregados y aditivo. En la definición tradicional los aditivos se consideran opcionales, pero en la actualidad se han establecido como un componente esencial en las normas estándar. Esto se debe que se han comprobado que su uso beneficia la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto [15].

Ilustración 1: Componentes del concreto



Fuente: [15]

Cemento

Se produce mediante la combinación como la piedra caliza, la arcilla, la pizarra o la arena, que se someten a un proceso de cocción a altas temperaturas. Este proceso, conocido como clinkerización, transforma los materiales en Clinker, una sustancia que luego se muele para obtener el polvo de cemento [12].

La propiedad clave del cemento es su capacidad para fraguar y resistir mediante una reacción química llamada hidratación que cuando se homogeniza con el agua, los componentes que está presente en el cemento reaccionan formando compuestos de hidróxido de calcio y con silicatos de calcio hidratados. Esta reacción química genera calor y produce un material sólido y resistente conocido como concreto [12].

Agua

Principal, componente en la mezcla para el hormigón, que se utiliza para proporcionar la plasticidad necesaria para la colocación y el endurecimiento para el hormigón. Se puede decir, que el agua para concreto tiene que ser de agua potable para la preparación de la mezcla [12] [17].

Se sugiere utilizar agua potable siempre que sea posible; sin embargo, si esto no es factible, la calidad del agua utilizada en la producción de concreto debe ajustarse a los estándares establecidos por la normativa peruana NTP 339.088. En las siguiente tabla se detallan intervalos que permitidos para el agua no potable utilizada en este proceso [18].

Tabla 2: NTP 339.088

SUSTANCIA	VALORES
Solidos en suspensión	Máx. 5gr/l (5000 ppm)
Materia orgánica (en oxígeno consumido)	Máx. 3 mg/l (3ppm)
Alcalinidad (NaHCO₃)	Máx. 1 gr/l (1000 ppm)
Sulfatos (SO₄⁻)	Máx. 0.6 gr/l (600 ppm)
Cloruros (CL⁻)	Máx. 1 gr/l (1000 ppm)
pH	Entre 5 y 8

Fuente: [18]

Agregado

Se conocen los áridos como materiales inactivos que se combinan con los conglomerantes de cemento, líquido y material adicional, creando así los concretos monolíticos. Los materiales adicionales tienen un papel crucial, representando del 75%, del volumen de una combinación convencional. Las arenas y gravas se forman naturalmente debido al intemperismo y la erosión provocada tanto por el viento y como por el agua, por otra parte, las arenas manufacturadas y

la piedra triturada son obtenidas a través del proceso de trituración de piedras naturales. Es esencial que estos materiales estén limpios, sean duraderos y no contengan sustancias que puedan reaccionar con el cemento. Es importante destacar que las arenas manufacturadas no se utilizan comúnmente en Perú[1].

Es fundamental que materiales adicionales tengan una resistencia óptima ante las condiciones climáticas, durabilidad, fuerza que la superficie esté limpia de arcillas, materia orgánica y limos. Estas impurezas dañan la unión, con el cemento, líquido en la mezcla.[12]

Clasificación por su densidad

- Agregados ultraligeros: Peso unitario está en 800 a 1100 kg/m³
- Agregados de peso ligero: Peso unitario entre 1200 a 1800 kg/m³.
- Agregados peso normal: Peso unitario se encuentra entre 2300 a 2400 kg/m³
- Agregados de peso pesado: peso unitario mayor a 3200 kg/m³ pudiendo llegar a 4000kg/m³

Los agregados se dividen en dos categorías principales agregados gruesos, que consiste en piedra o grava y agregado fino, que en particular es arena. El agregado fino tiene un tamaño de partícula menor al número 4 (4.75mm), aunque se recomienda que sea mayor que 75 (µm). Por otro lado el agregado grueso comprende partículas con un tamaño superior a 4.76mm[1].

Agregado grueso

Según un estudio realizado por Rivva en 2011, se determinó que si se quiere una resistencia óptima utilizando altos volúmenes de cemento y proporciones reducidas de agua-cemento, es beneficioso mantener el tamaño del agregado grueso dentro de un rango mínimo de entre 12.7 mm (1/2 pulgadas) y 9.5 mm (3/8 pulgadas). También se ha tenido éxito utilizando tamaños máximos de 19.0 mm (3/4 de pulgadas) y 35.4mm (1 pulgada)[1].

El agregado grueso proporciona resistencia y estabilidad estructural al concreto y otros productos de construcción. También ayuda a disminuir la contracción y la expansión del material debido a temperatura y humedad, y contribuye a la durabilidad y longevidad de las estructuras[15].

Las partículas de agregado grueso suelen tener tamaños que van desde 4,75 mm (3/16 pulgadas) hasta 50 mm (2 pulgadas) de diámetro. Estas dimensiones varían según los estándares y las necesidades específicas del proyecto de construcción. Cabe resaltar que el agregado grueso debe tener ciertos parámetros de calidad y especificaciones técnicas establecidas por normas y regulaciones locales o internacionales, para garantizar su idoneidad y desempeño adecuado en la construcción[12].

Agregado Fino

Comúnmente denominado arena, descomposición de otros materiales de mayor tamaño. Consiste en partículas de tamaños entre la malla #4 y la malla #200 [18].

En términos generales, el agregado fino está compuesto por partículas de tamaño pequeño, generalmente menores a 9.5 mm (3/8pug), en la cual queda retenido en, tamiz de (N°200). Estas partículas pueden ser de origen natural, como arena de río o de cantera, o pueden ser de origen artificial, como arena triturada o arena fabricada, los cuales se pueden consultar en la tabla correspondiente [7].

Tabla 3: Norma ASTM C-33.93

Análisis granulométrico	
MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N° 4	95 - 100
N° 8	80 - 100
N° 16	50 - 85
N° 30	25 - 60
N° 50	10 - 30
N° 100	2 - 10

Fuente: [15]

Además, su función estructural, es que mucho influye en la durabilidad como su apariencia estética del hormigón. La calidad de la arena utilizada, su forma, textura, limpieza y distribución granulométrica pueden influencia en la resistencia, la adherencia, la permeabilidad y la apariencia superficial del material final. [12]

La granulometría del árido fino es crucial, por ejemplo, un exceso de partículas que pasen a través de los tamices N°50 y N°100 puede optimizar la manejabilidad del concreto ,pero requerirá aumentar el volumen de pasta para cubrir la superficie adicional de estas partículas.[1].

En resumen, el árido fino es un parte primordial en la producción de concretos y morteros, ya que influye en su trabajabilidad, resistencia, durabilidad y apariencia estética.

Aditivos

Aditivos son componentes cuya función principal es mejorar las propiedades del concreto. Se dividen en varias categorías[14].

Su finalidad es interactuar con ciertas sustancias producidas durante la hidratación del cemento, creando así compuestos que sí optimizan las propiedades del material [17].

Látex de caucho natural

El árbol hevea Brasiliensis, también conocido como árbol de caucho natural, shiringa es un árbol de gran tamaño proveniente de la cuenca baja del río Amazonas. Actualmente se encuentra en Sudamérica en la región de amazónica del Perú, Colombia, y Brasil y en Centroamérica en México, Guatemala Nicaragua y Panamá.[19]

Es un árbol que tiene un tronco recto y cilíndrico, con un diámetro que varía entre 30 y 90 cm, y de una vida productiva entre 30 a 40 años, La madera es liviana de color crema y marrón claro, es una madera fácil de trabajar en procesos mecánicos como aserrado, taladrado y torneado. Aunque se adapta a una amplia variedad de entornos, su desarrollo óptimo ocurre en sistemas agroecológicos caracterizados por climas cálidos y húmedos.[20]

La actividad siringuera en Madre de Dios comenzó en finales del siglo XIV, lo que se dio origen a varias localidades de la región. A lo largo de los años, la recolección de shiringa fue disminuyendo, especialmente durante la década de 1980. No obstante, desde 2005, la producción de látex de shiringa comenzó a recuperarse en la provincia de Tahuamanu. En este contexto, un grupo de vecinos decidió unirse y crear la empresa comunal Jebe Natural del MAP Tahuamanu.[21]

En el Perú se tiene cinco especies y variedades del género Hevea como se puede apreciar en la tabla 8. Entre todas las especies de hevea en el mundo, la Hevea Brasiliensis destaca por su alta productividad y por generar un caucho de excelentes propiedades físicas, conocido como jebe fino. Por este motivo, Hevea Brasiliensis es la variedad más explotada comercialmente, representando el 99% de toda la producción mundial de caucho.[21]

Tabla 4: Distribución del género Hevea en el Perú

Nombre científico	Nombre común	Ubicación
Hevea nitida	Jebe débil muerto	Loreto (Alto Amazonas); ríos Nanay, Putumayo y Huallaga
Hevea pauciflora	Shiringa	Loreto (Iquitos, Moncocha, Caballococha)
Hevea paludosa	Jebe débil fino	Loreto (Iquitos)
Hevea brasiliensis	Jebe fino	San Martín, Loreto (Iquitos), Madre de Dios
Hevea guianensis, variedad lutea	Jebe débil de altura	Huánuco, San Martín, Loreto, Cusco, Puno, Junín
Hevea guianensis, variedad guianensis	Shiringa amarilla	Amazonas, Cusco, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno, San Martín, Ucayali

Fuente: Ecomusa [21]

Esta especie se caracteriza principalmente por su destacada resistencia al desgaste, así como por su elasticidad y plasticidad, lo que le permite deformarse sin fracturarse. También posee

El caucho natural se extrae del árbol mediante un tratamiento sistemático del sangrado, se recomienda de no realizar el proceso del rayado en días lluviosos porque hacerlo cuando llueve favorece el desarrollo de ataques de hongos en las áreas de corte, lo que puede dañar la salud del árbol. Además, se previene para que el látex no se contamine con agua. Un árbol de shiringa bien cuidado puede sobrevivir por más de 100 años y su látex ser recolectado forma sostenible a lo largo de toda su vida.[21]

Actualmente se utiliza globalmente para fabricar una variedad de productos, siendo especialmente relevante en sectores que demandan sus propiedades de amortiguación como material de ingeniería. Entre sus principales aplicaciones se encuentran la industria de neumáticos, la automotriz, calzado, los adhesivos y sector médico.[23]

Tabla 5: Distribución de uso de caucho natural a nivel mundial

Artículos	Porcentaje
Llantas	67
Látex	11
Automotriz	8
Calzado	5
Adhesivos	3
Médico	2
Otros	4
Total	100

Fuente: SENA[23]

Características generales del látex de caucho natural [24]

Tabla 6: Composición del látex

Componente	Porcentaje (%)
Contenido de sólidos totales	41,50
Hidrocarburos de hule	36,10
Proteínas	1,40
Lípidos neutrales	1,00
Fosfolípidos	0,60
Ceniza	0,50
Carbohidratos e inositol	1,60
Otros compuestos nitrogenados	0,30
Agua	58,50

Fuente: [24]

- **Contenido de solidos totales**

Se refiere a toda la materia que queda en el látex. Aproximadamente el 90% de esta materia está compuesta por hidrocarburo de caucho, además de incluir enzimas, proteínas y azúcares, entre otros componentes.

- **Aspecto físico**

El látex, al gotear tras la recolección, presenta un aspecto lechoso, blanco y opaco. Sin embargo, en algunos casos puede tener un ligero tono amarillento dependiendo de su origen, y suele tener un olor dulce o estar prácticamente inodoro

- **PH**

El pH del latex recién recolectado se encuentra cerca de la neutralidad. Sin embargo, esta condición cambia rápidamente una vez que se extrae del árbol, debido a la acción de microorganismos y enzimas presentes en el caucho. Esto provoca una acidificación gradual del medio, que eventualmente lleva a su coagulación natural.

- **Densidad**

Esta propiedad varía en porcentaje, con valores que oscilan entre 0.974 y 0.991 para el látex de caucho natural en concentraciones del 40% y 25%, respectivamente

Para comprender el proceso del aprovechamiento del caucho natural se debe tener en cuenta los siguientes.

- **Hora del picado:** se debe realizar en las horas de la mañana, porque es cuando se obtiene mayor producción de látex.
- **Tiempo de pica:** uno de los factores que pueden impedir o retrasar la pica cuando es tiempo de lluvia, en la cual provoca una pre- coagulación y arrastra el látex por la sangría. es por eso que no se debe picar la shiringa en épocas de lluvias y floración porque pueden afectar la vida del árbol, y se recomienda el picado no debe exceder de 1.5 mm de profundidad, por lo que si excede el picado esto provocara hasta la muerte del árbol.

Ilustración 2: Profundidad de picado 1.5mm



Fuente:[25]

Ilustración 3: Tiempo de pica

MESES DEL AÑO	Enero	FRUCTIFICACIÓN Los árboles no fructifican parejos, unos se adelantan, otros se retrasan. Según esto, se aprovecha.	FASES DE LA SHIRINGA
	Febrero		
	Marzo		
	Abril	DEFOLIACIÓN Los árboles no defolian (caída de hojas) parejos, unos se adelantan, otros se retrasan. Según esto, se aprovecha.	
	Mayo		
	Junio		
	Julio	FLORACIÓN Los árboles no florecen parejos, unos se adelantan, otros se retrasan. Según esto, se aprovecha.	
	Agosto		
	Setiembre		
	Octubre		
	Noviembre		
	Diciembre		

Fuente:[25]

- **Frecuencia de pica:** se recomienda cuando se realiza el picado se debe dejar de descansar dos días.

Ilustración 4: Frecuencia de pica



Fuente: [25]

Aprovechamiento del caucho natural *Hevea Brasilienses*

1. **Identificación de árboles para la extracción de látex:** el árbol de caucho natural se puede comenzar a aprovechar, cuando el tronco alcance como mínimo 47cm de circunferencia y una altura de 1.30 metros desde el suelo.

Ilustración 5: selección de árbol



Fuente:[21]

2. Herramientas y equipo requerido:

- ✓ **Tishelina:** Que va a servir para la recolección de látex

Ilustración 6: Tishelina



Fuente:[21]

- ✓ **Rasqueta:** Que servirá para poder rasgar el árbol

Ilustración 7: Rasqueta



Fuente:[25]

- ✓ **Lima:** esta herramienta servirá para Aguilan el rasgueta

Ilustración 8: Lima



Fuente:[25]

- ✓ **Machete**

Ilustración 9: machete



Fuente:[25]

- ✓ **Caballete:** Que va servir para sujetar tishelina

Ilustración 10: Caballete



Fuente:[25]

- ✓ **Envase preferiblemente de 4 litros:** Para recolectar el látex

Ilustración 11: balde 4 litros



Fuente:[25]

Normativas

NTP- 400.012:[26]

Procedimiento de ensayo en relación con el árido fino.

La evaluación granulométrica de los áridos de tamaño fino y grueso es esencial en la edificación de concreto. Su meta principal consiste en establecer un proceso normalizado que emplee el método de tamizado para establecer la distribución de los tamaños de las partículas de estos áridos. Esta información es vital, puesto que los atributos de los áridos inciden directamente en la resistencia y el rendimiento del concreto.

La norma también especifica los instrumentos y métodos que se utilizarán en el análisis, subrayando la importancia de seguir las pautas estandarizadas por organismos internacionales para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados. Por lo tanto, la NTP 400.012 se convierte en una referencia esencial, ya que nos permite garantizar que los materiales que emplearemos sean los adecuados para producir un concreto de alta calidad. Esto asegura que

los procesos de construcción no solo cumplan con las expectativas, sino que también se alineen con los estándares globales de calidad y seguridad.

Tabla 7: Cantidad muestra de agregado grueso o global

Tamaño Máximo Nominal — Aberturas Cuadradas (mm / pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo (kg / lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente:[23]

NTP- 400.017:[27]

En los agregados, el peso unitario se refiere al volumen que ocupará el material dentro del diseño de la mezcla. Este concepto tiene en cuenta no solo las partículas del agregado, sino también los espacios vacíos que se encuentran entre ellas.

Procedimiento para realizar ensayo.

- El procedimiento comienza con la medición del molde de compactación.
- El material debe ser vertido en el molde desde una altura máxima de 5 cm por encima de su borde superior.
- El molde se llena hasta que el material llegue al borde superior, y luego se emplea una varilla lisa para nivelar la superficie, asegurando que quede al ras con el borde del molde.
- Se retira cualquier material sobrante del borde del molde y, a continuación, se realiza el pesaje de inmediato.
- Método para determinar el peso unitario compactado de los agregados.
- El proceso comienza con el pesaje del molde.
- El siguiente paso consiste en colocar la muestra de agregado, ya sea fino o grueso, en el molde de compactación. Se debe añadir cada capa con una altura de 5 cm, asegurándose de que el molde se complete en tres capas distintas.

- En cada de llenado, se realiza la compactación del agregado aplicando de 35 golpes con una varilla lisa. Es fundamental ejercer un esfuerzo algo mayor durante la compactación de la segunda y tercera capa para garantizar una densidad adecuada, evitando, al mismo tiempo, aplicar una presión excesiva que podría ocasionar la penetración de la varilla en la capa que ya ha sido compactada.
- Una vez que se ha llenado el molde y se ha compactado, se nivelará la superficie utilizando una varilla.
- Se utiliza una brocha para eliminar cualquier material que no esté presente en el molde.
- Se pesa la muestra junto con el molde y se anotan los datos correspondientes.

NTP- 339.185:[28]

Este ensayo tiene como objetivo determinar el porcentaje de humedad en los agregados, tanto finos como gruesos, que se emplearán en la elaboración del concreto.

- Se toma una parte de la muestra de agregado y se coloca en un horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas.
 - Después de este tiempo, se retira del horno y se compara el peso inicial con el peso final para calcular el porcentaje total de humedad presente en los agregados, este método es preciso y adecuado para ajustar la cantidad de masa en una mezcla de concreto según sea necesario.
- ✓ Cálculo del contenido de humedad de acuerdo a la NTP 339.185.

$$\%H = \frac{PH - PS}{PS} \times 100$$

Donde:

PH= Peso de la muestra original (g.)

PS= Peso de la muestra seca (g.)

NTP- 400.021:[29]

Se detalla a continuación el método para calcular el peso específico y la absorción del agregado grueso, siguiendo la normativa.

- Primero, se escogen dos muestras de agregado grueso empleando el procedimiento de cuarteo.

- Luego, se limpian a fondo las muestras para eliminar el polvo y cualquier impureza superficial.
- A continuación, se sumergen en agua durante aproximadamente 24 horas para asegurar una saturación completa.
- Después, se retiran del agua y se dejan secar a temperatura ambiente, de manera que las muestras queden saturadas con la superficie seca.
- Posteriormente, se pesa la muestra en una balanza utilizando un dispositivo de suspensión, para calcular el peso de la muestra saturada en agua junto con el peso de la canastilla.
- Las muestras se sitúan en un horno a una temperatura de 110 °C durante un periodo de 24 horas.
- Finalmente, se sacan las muestras del horno y se dejan enfriar a temperatura ambiente.

Peso específico

$$pe = \frac{PS}{PSS - Pams}$$

Donde:

pe =Peso específico

PS = Peso en el aire, de la muestra seca al horno (g).

PSS = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g).

Pams = Peso en el agua, de la muestra saturada (g)

- Y por último se procede a calcular la absorción del agregado grueso.

$$\%A = \frac{PSS - PS}{PS} \times 100$$

Donde:

%A =Absorción (%)

PS = Peso en el aire, de la muestra seca al horno (g).

PSS = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g).

El peso específico de los agregados es una medida que relaciona la densidad del material con la densidad del agua. Actuando como un indicadores de calidad. Los valores altos indican que los materiales presentan un buen desempeño, mientras que los valores bajos suelen estar asociados con agregados de menor resistencia. Este ensayo proporciona información que nos ayuda a comprender la relación entre el peso agregados y el volumen que ocuparan en una mezcla.

$$\%A = \frac{PSS - PS}{PS} \times 100$$

Donde:

%A =Absorción (%)

PS = Peso en el aire, de la muestra seca al horno (g).

PSS = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g).

NTP- 339.035:[31]

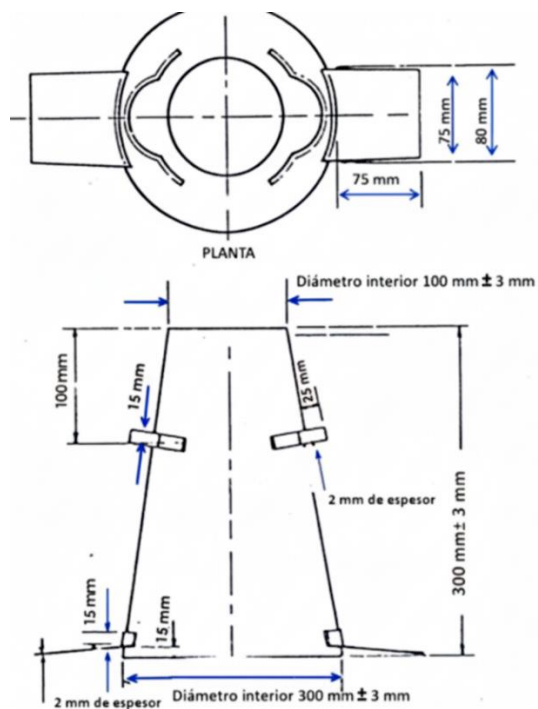
Para este ensayo utiliza evaluar la consistencia del hormigón en su estado fresco (Asentamiento), proporcionando información sobre su trabajabilidad y su capacidad para fluir y compactarse adecuadamente. Los estándares para realizar estas pruebas pueden diferir dependiendo del tipo de estructura y de los requisitos de diseño específicos. Generalmente, se establecen rangos mínimos y máximos de asentamiento que deben acatarse para garantizar la calidad del concreto.

El ensayo de asentamiento se realiza empleando una herramienta llamada cono de Abrams, el cual es un cono de metal con dimensiones y forma específicas. Para medir la trabajabilidad, se sigue la norma NTP 399. 035. El procedimiento normalmente incluye los siguientes pasos:

- Se comienza humedeciendo el cono de Abrams, que se coloca sobre una superficie nivelada y no absorbente.
- Se llena el cono de Abrams utilizando un cucharón de metal, dividiendo el material en tres capas idénticas. Para compactar cada capa se realizarán 25 golpes usando un varillaje adecuado.
- Luego, se nivela la parte superior de la última capa utilizando una regla específica.
- Luego, se eleva el cono de manera vertical y se permite que el concreto se expande y se asiente de forma natural. Tras un breve lapso, se procede a sacar el cono con cuidado.

- Se mide y registra la diferencia de altura y la altura inicial del cono y la altura máxima que alcanza el concreto. Esta diferencia se denomina asentamiento o slump.

Ilustración 12: Molde para el ensayo de asentamiento



Fuente: [31]

La evaluación asentamiento del concreto se fundamenta en su consistencia, que se divide en tres categorías: seca, plástica y fluida. La consistencia seca se identifica por un slump que varía de 0 a 2 pulgadas; la consistencia plástica presenta un slump de entre 3 y 4 pulgadas; mientras que la consistencia fluida corresponde a un slump superior a 5 pulgadas.

NTP- 339.046: [32]

En este ensayo se aborda la densidad del concreto, también llamada peso unitario, la cual relaciona con la masa en la relación al volumen. Este factor es sumamente importante en el diseño y la elaboración de la estructura, y que afecta su capacidad de carga y su resistencia.

Tabla 8: Pesos del concreto

Tipo de concreto	Peso unitario (kg/cm ³)
Ligero	400-2000
Normal	2000-2500
Pesado	2500-5600

Fuente: [32]

Procediendo

- Se selecciona un molde para posteriormente ser pesado.
- Se comienza vacear concreto en el molde seleccionado, dividiendo el proceso en tres capas. Luego se golpea 25 veces para lograr una compactación eso se realiza con la varilla lisa. Tras la compactación, se dan 15 golpes con un mazo sobre el molde y, finalmente, se prepara la superficie con una plancha.
- Por último, se realiza el registro del pesado del concreto fresco y se registran los datos obtenidos.

Determinación del peso específico

$$D = \frac{PC - Pm}{vm}$$

Donde:

Pc = Peso del concreto + molde

D = Peso unitario del concreto

Pm = Peso del molde

Vm = volumen del molde

NTP- 339.184:[33]

Es crucial durante su mezcla colocación, ya que mantener una temperatura adecuada es esencial para garantizar que el material presenta las propiedades requeridas.

- Se mide la temperatura en condiciones frescas durante los primeros 5 minutos.
- Se introduce el termómetro a una profundidad de 3 pulgadas.
- Dejarlo reposar durante 2 minutos para conseguir una lectura más precisa.
- Anotar el resultado de la medición de la temperatura

NTP- 339.080:[34]

Este procedimiento se centra en medir la cantidad de aire en el concreto en su estado fresco al observar como el volumen del concreto cambia ante diferentes variaciones de presiones.

La norma indica que, en condiciones de temperatura estándar, el contenido de aire en el concreto debe variar 1% y el 3%, dependiendo del tamaño máximo del agregado y del propósito del concreto, con el objetivo de optimizar su trabajabilidad y durabilidad

- Moja la parte interna del recipiente y coloca sobre una superficie plana y nivela.
- Llena el recipiente en tres capas, dejando un ligero exceso en la última capa.
- En cada capa, con el uso de la varilla lisa se realizan 25 golpes con la finalidad de compactarla.
- Con el uso del martillo realizar 15 golpes en cada de las capas.
- Nivelar el concreto con una regla engrasadora y, a continuación, eliminar el exceso de material al ras del recipiente.
- Limpia y humedece la parte interna de la cubierta antes de unirla a la basa con las mordazas, asegurándote de que se sujete de dos en dos en forma cruzada.

NTP- 339.034:[35]

La medición de la resistencia se realiza a través de un ensayo en el que se utiliza una probeta cilíndrica con las especificaciones. Una vez que el material ha sido vertido en la probeta, esta debe reposar por 24 horas antes de ser sumergida en agua para curado hasta el momento de la prueba.

Es crucial aclarar que la máquina en la cual se realizara el ensayo debe estar limpio y lubricado cada seis meses, poniendo énfasis en el área de contacto y las piezas esféricas. Se recomienda usar aceite a base de petróleo, similar al que se utiliza motores de automóviles.

Procedimiento para realizar ensayo

- Es esencial resguardar los cilindros de concreto para evitar la pérdida de humedad, utilizando el método más adecuado, ya que serán sometidos a pruebas en condiciones de alta humedad. Además, los cilindros deben fracturarse en el momento indicado según su tiempo de curado, tal como se detalla en la tabla a continuación.

determinado, conforme a lo indicado en la siguiente tabla

Tabla 9: Tolerancia para el tiempo de ensayo de resistencia a compresión

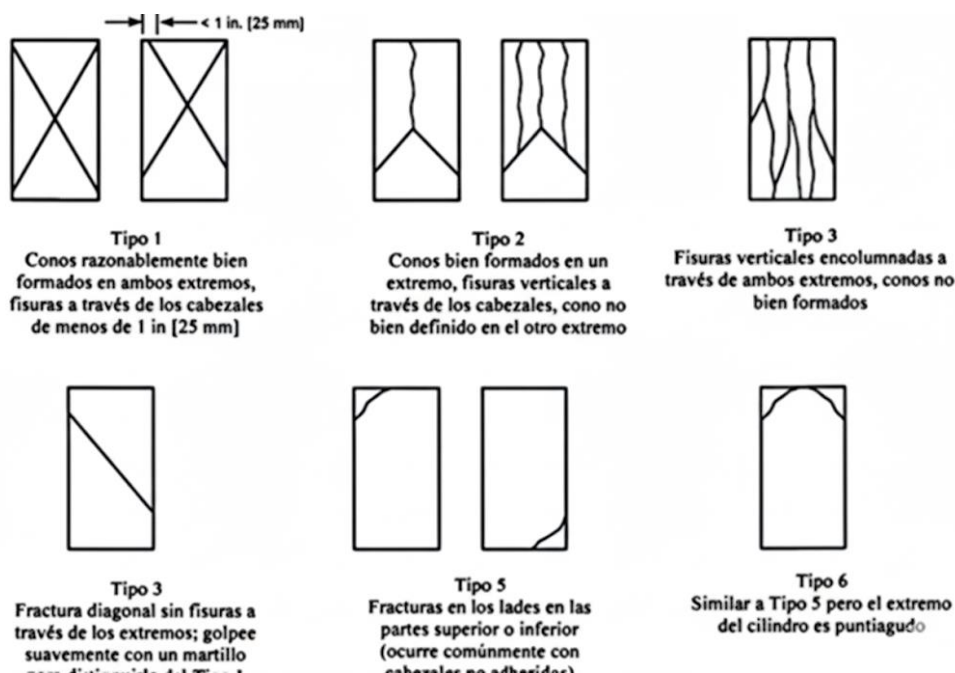
EDAD	TOLERANCIA DE TIEMPO DE ENSAYO
24 horas	± 0.5 horas
3 días	2 horas
7 días	6 horas
28 días	20 horas

Fuente:[37]

- La muestra se coloca en la máquina y se aplica una carga que aumenta de forma gradual hasta que la probeta se rompe, momento en el cual se anota la lectura que ofrece la máquina.

- Se procede a identificar el tipo de falla, los cuales se muestran en la ilustración siguiente.

Ilustración 13: Tipo de fallas a compresión



Fuente:[37]

Cálculo de la resistencia a compresión

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R= Esfuerzo a la compresión (kg/cm²)

P= Máxima carga aplicada (kg)

A= Área transversal de la probeta sometida a la carga (cm²)

NTP- 339.078:[36]

A continuación, se describe el método para realizar el ensayo de resistencia a flexión.

- La viga debe ser retirada del área del curado y probada lo más pronto posible, ya que a medida que su superficie se seca, su capacidad para soportar cargas.
- La viga se segmenta en tres secciones iguales para su mercado.
- La viga se coloca en la máquina de ruptura y se aplican las cargas en los puntos previamente señalados, que están ubicados en los tercios de su longitud.
- La carga se ejerce de manera gradual sobre la viga.

Se recopilan los datos obtenidos y se identifica en que tercio de la longitud ocurre la falla de la viga.

Cálculo del módulo de rotura la viga a flexión

Cuando la falla en la viga se produce en el tercio medio de luz.

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

Mr= módulo de rotura.

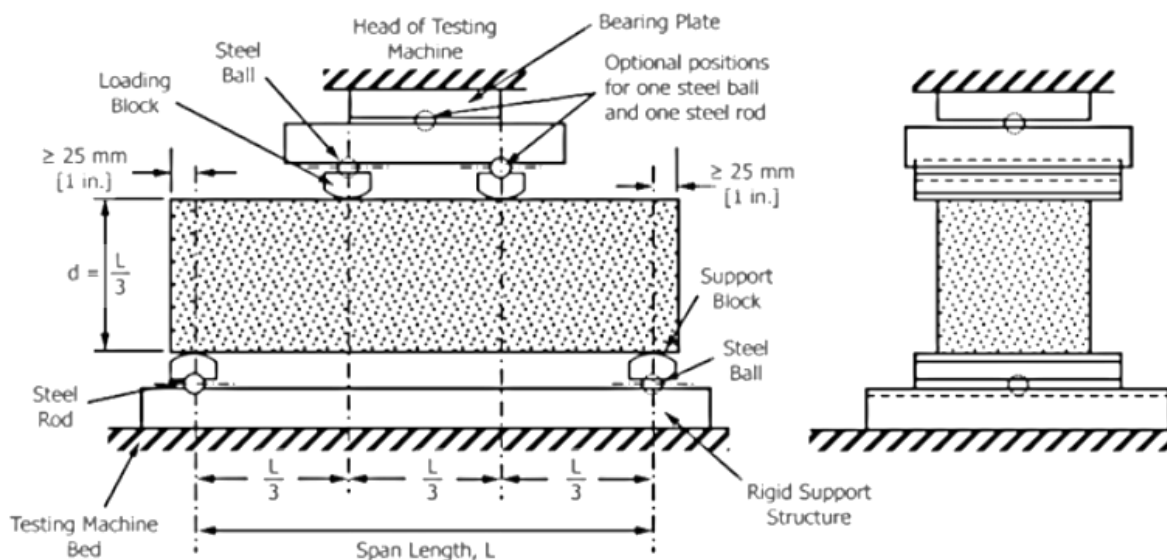
P= carga máxima aplicada en la máquina de ensayo.

L= luz libre entre apoyos.

b=ancho promedio de la viga donde ocurre la falla.

h=altura promedio de la viga donde ocurre la falla.

Ilustración 14: Dispositivo adecuado para ensayar a flexión



Fuente:[38]

Si la viga no falla en el tercio medio, pero la distancia al punto de fallo es menor al 5% de la luz libre.

$$Mr = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Donde:

Mr= módulo de rotura.

P= carga máxima aplicada en la máquina de ensayo.

L= luz libre entre apoyos.

b=ancho promedio de la viga donde ocurre la falla.

h=altura promedio de la viga donde ocurre la falla.

a=distancia promedio donde se produce la falla al apoyo más cercano

Cuando la falla en la viga no se produce en el tercio medio de luz, pero está a una distancia mayor del 5% de luz libre se desestima el ensayo.

NTP- 334.084:[37]

A continuación, se detalla la metodología para realizar el ensayo.

- Posiciona un listón de soporte en la base donde se colocará la probeta para su apoyo.
- Cuando el espécimen cilíndrico se ha secado, se prepara para el ensayo. Es importante considerar que existe una tolerancia temporal para llevar a cabo la prueba, la cual depende de la edad del concreto.
- Una vez colocado el espécimen, se disponen unos listones de soporte en la parte superior de la probeta que se va a ensayar.
- Colocará dos montantes para ayudar a fijar la posición del espécimen.
- Se aplicará la carga de forma gradual se registra el resultado obtenido.

Cálculo de la resistencia a tracción

$$T = \frac{2(P)}{\pi Ld}$$

Donde:

T= Resistencia a la compresión diametral en kg/cm²

P= Máxima carga aplicada por la máquina en kg

L= Longitud del espécimen en cm

d= Diámetro del espécimen en cm

ASTM C 1012:[38]

Permite analizar las variaciones en la longitud de barras de concreto o especímenes prismáticos tras haber sido sumergidos en una solución de sulfato de sodio. Es fundamental que este cambio cumpla con los estándares establecidos. Es importante mencionar que los especímenes deben ser prismáticos, con un área de sección transversal de 100 x 100 mm, y deben tener una longitud de 285 mm.

Procedimiento para realizar ensayo de durabilidad por sulfatos.

- Para la solución de sulfatos de sodio, como primer paso se debe disolver el sulfato de sodio en agua. Este proceso debe realizarse 24 horas antes de sumergir las barras, durante este tiempo, la solución debe permanecer cubierta y a una temperatura de aproximadamente 23 °C. Después de esto, se debe medir el PH de la solución antes de sumergir las barras, ya que la solución debe tener un PH entre 6 y 8. si no es así, la solución debe ser rechazada.
- Tras el vaciado y desencofrado de las barras de concreto, el primer paso es sumergirlas en agua potable para completar su curado durante 7 días. Pasado este tiempo, se realiza una medición de longitud con una máquina de comparación, aprovechando los tornillos incorporados en las barras para obtener mayor precisión en la medición. Luego, las barras se sumergen en la solución preparada y se dejan reposar durante 105 días. Al finalizar las 15 semanas, las barras se retiran de la solución y se miden nuevamente para verificar si ha ocurrido alguna variación en su longitud.
- Calibración de la Máquina Es fundamental que la máquina esté calibrada antes de cada medición para llevar a cabo el ensayo de manera precisa.
- Cálculo de la Variación de Longitud: La variación de longitud debe calcularse en milímetros utilizando la fórmula correspondiente.

$$V = \frac{L_f - L_i}{L_g} \times 100$$

Donde:

V= Variación de longitud (%)

Li= Longitud inicial

Lf= Longitud final

Lg= Longitud nominal, en nuestro caso es igual a 285 mm

ASTM C 469:[39]

Se emplea un compresómetro de alta sensibilidad, que puede conectarse directamente a la probeta. Este dispositivo permite realizar mediciones de deformación con una precisión de hasta 5 millonésimas, evaluando el cambio promedio entre dos marcas de referencia colocadas en el centro de la altura de la muestra, diametralmente opuestas y alineadas con el eje. Las marcas de referencia deben tener una longitud mínima de tres veces el tamaño máximo del agregado en el

concreto y no exceder los 2/3 de la altura total del espécimen. El procedimiento para realizar este ensayo:

- Primero, se requieren dos probetas. La primera se colocará en la máquina destinada para el ensayo, donde se determinará la carga máxima que puede soportar. Es crucial registrar la resistencia máxima alcanzada durante esta prueba.
- A continuación, se verifican las dimensiones de la probeta midiendo su diámetro en dos direcciones perpendiculares para garantizar la precisión de los datos.
- Luego, se procederá a instalar el compresómetro y el extensómetro en la probeta, asegurándose de que estén posicionados correctamente para obtener mediciones precisas.
- Sobre la base de estos datos, el módulo de elasticidad es calculado.

$$E = (S2 - S1)/(e2 - 0.000050)$$

Donde:

E= módulo de elasticidad secante, Psi

S2= esfuerzo correspondiente al 40% de la última carga

S1= esfuerzo correspondiente a la deformación longitudinal e2 de 50 millonésima, y

e2= deformación longitudinal producida por el esfuerzo S2

METODOLOGIA

Tipo y nivel de investigación

Este estudio es de tipo experimental, ya que el investigador controlara la variable independiente mediante una serie de pruebas de laboratorio. La variable independiente, en este caso, es el látex de caucho natural, cuya cantidad será ajustada para evaluar su impacto en las variables dependientes, es decir, las propiedades físicas y mecánicas del concreto. A través de diferentes porcentajes de látex, provenientes del árbol *Hevea Brasiliensis*, se observan como cambian estas propiedades del concreto, permitiendo entender mejor la influencia de este material en su composición. El propósito principal de esta investigación es examinar como la adición de látex de caucho natural mejorar las características del concreto. A través de este análisis, se busca entender mejor los beneficios que este material puede aportar a su desempeño.

El objetivo de esta investigación es aplicada, pues pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación en ingeniería. A través de este proyecto, se pretende aplicar estos aprendizajes para obtener resultados concretos y útiles en el campo.

Diseño de investigación

Será de posprueba con grupo de control, enfocándose en dos niveles de la variable independiente: ausencia y presencia. Después se medirá las variables dependientes en el grupo experimental como el grupo de control.

El diagrama conceptual de esta investigación se presenta de la siguiente manera.

$R G 1 \rightarrow X 1 \rightarrow 0 1$

$R G 2 \rightarrow X 2 \rightarrow 0 2$

$R G 3 \rightarrow X 3 \rightarrow 0 3$

$R G 4 \rightarrow \text{-----} \rightarrow 0 4$

Donde:

R: Denominación al azar de los objetos que se estudiarán en caso son las probetas de concreto, tanto para el grupo experimental como para el control.

G1, G2, G3: Son los grupos experimentales.

G4: Grupo de control.

X: Presencia de algún nivel de la variable independiente (*látex de caucho natural*) para el grupo experimental

X1: Incorporación de látex de caucho natural al 0.5%

X2: Incorporación de látex de caucho natural al 1%

X3: Incorporación de látex de caucho natural al 3%

Nivel cero respecta a los indicadores de variables independiente (*látex de caucho natural*) referido al grupo de control.

01, 02 y 03: medición posterior de las variables dependientes (propiedades físicas y mecánicas del concreto) de los grupos experimentales.

04: medición posterior de las variables dependientes (propiedades físicas y mecánicas del concreto) del grupo de control.

Tabla 10: Elementos del diseño de la investigación

TIPO DE GRUPO		PRESENCIA DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE		POSPRUEBA	
GRUPO EXPERIMENTAL	G1	X1	Incorporación de látex de caucho natural al 0.5%	01	Medición de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido.
	G2	X2	Incorporación de látex de caucho natural al 1%	02	
	G3	X3	Incorporación de látex de caucho natural al 3%	03	
GRUPO DE CONTROL	G4	---	Ninguna	04	

Fuente: Propiedad del autor

La distribución de los grupos se describirá de la siguiente manera:

Tabla 11: Denominación de los grupos establecidos

TIPO DE GRUPO	DENOMINACION
G: Experimental G1	Látex de caucho natural 0.5%
G: Experimental G2	Látex de caucho natural 1%
G: Experimental G3	Látex de caucho natural 3%
G: Control G4	Concreto Patrón

Fuente: Propiedad del autor

Hipótesis

La incorporación de látex de caucho natural mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Población

En esta investigación se utilizará látex de caucho natural como aditivo, se añadirá látex proveniente del árbol *Hevea Brasiliensis* al concreto con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Para ello, se seguirán las tablas establecidas para el diseño de las mezclas y se seleccionarán las muestras necesarias para cada ensayo.

Muestra

La selección de las muestras se realizó tomando en cuenta la experiencia previa con la población. Se utilizaron cuatro muestras diferentes: la primera fue un concreto estándar con una resistencia de 210 kg/cm², y las otras tres incluyeron látex de caucho natural en proporciones del 0.5%, 1%, 3%.

La selección de las dosificaciones se basó en la revisión de diversas fuentes bibliográficas y en mis antecedentes previos. Como investigador, decidí emplear porcentajes de 0.5%, 1% y 3% para evaluar la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Según Nicolei Randall Marlon [2], la incorporación de latex de caucho natural en proporciones del 0.5% 1% resulto en mejoras significativas en el concreto. No obstante, Dávila y Vela [3], señalan que al utilizar un 3% de latex, los resultados fueron negativos, ya que se obtuvieron valores por debajo de los alcanzados con el concreto estándar.

Propiedades físicas

Para evaluar el asentamiento del concreto, se requerirá una muestra por cada diseño. Sin embargo, se recomienda realizar el ensayo en cada día de llenado para asegurar que el asentamiento se mantenga dentro de los valores aceptables, ya que posteriormente los agregados pueden perder humedad. En total, se contará con cuatro muestras, como se muestra en la siguiente tabla 16.

Para determinar el peso unitario del concreto, se emplearán tres muestras para el concreto patrón y tres muestras para cada uno de los porcentajes de adición de látex de caucho natural (0.5%, 1%, 3%). De esta forma, se calculará un promedio que reflejará el peso unitario. En total, se dispondrá de 12 muestras, como se detalla en la tabla 17.

Para evaluar la temperatura y el contenido de aire, será necesario tomar una muestra tanto del concreto estándar como el concreto modificado en cada uno de los porcentajes de latex: 0.5%, 1% y 3%. Estos datos se presentarán en las tablas 18 y 19.

En este contexto, el investigador opta por representar el número de muestras para los ensayos de forma subjetiva [1].

Ensayo de asentamiento o SLUMP:

Tabla 12: Muestras de asentamiento

TIPO	ENSAYO DE CONSISTENCIA O SLUMP	
	Probetas	Total
Mezcla Patrón	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	1	1
TOTAL	4	4

Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de Peso Unitario

Tabla 13: Muestras de peso unitario

TIPO	ENSAYO DE PESO UNITARIO	
	Probetas	Total
Mezcla Patrón	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	3	3
TOTAL	12	12

Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de Temperatura

Tabla 14: Muestras de Temperatura

TIPO	ENSAYO DE TEMPERATURA	
	Probetas	Total
Mezcla Patrón	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	1	1
TOTAL	4	4

Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de Contenido de Aire

Tabla 15: Muestras de contenido de aire

TIPO	ENSAYO CONTENIDO DE AIRE	
	Probetas	Total
Mezcla Patrón	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	1	1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	1	1
TOTAL	4	4

Fuente: Propiedad del autor

Propiedades mecánicas

Se establece la cantidad de probetas, vigas y prismas de acuerdo con los requisitos especificados en las normas para cada ensayo, teniendo en cuenta los porcentajes (0.5%, 1%, 3%) de adición de látex de caucho natural.

En el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, se emplearán tres probetas del concreto estándar y tres probetas para cada uno de los porcentajes modificados 0.5, 1%, 3% en los días 7, 14, 28, como se muestra en la tabla 20, esto resulta en un total de 36 probetas cilíndricas.

Para la prueba de flexión, se utilizarán vigas de 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 53 cm de largo. Se evaluará su resistencia a los 28 días tanto para el concreto estándar como para el modificado en cada uno de los porcentajes. En total, se analizarán doce vigas, como se detalla en tabla 21.

Para el ensayo de resistencia a la tracción se realizará a los 28 días con probetas, para el concreto estándar y para cada uno de los porcentajes como se indica en la tabla 22, para un total de 12 probetas.

Para el ensayo de durabilidad frente a sulfato, se usarán primas o barras con dimensiones de 100mmx100mmx285mm. La evaluación se realizará durante 105 días, tanto para el estándar como para el modificado con las diferentes, proporciones de adición 0.5%, 1% y 3% como se detalla en la tabla 23. En total, se utilizarán seis muestras.

Finalmente, el ensayo del módulo de elasticidad Poisson se llevará a cabo a los 28 días, tanto para el estándar como para los diferentes porcentajes de adición de latex de caucho natural 0.5, 1%, 3%. Se utilizarán moldes cilíndricos, lo que dará como resultado un total de ocho muestras, según se indica en la tabla 24.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Se determina que el número mínimo de especímenes cilíndricos necesarios para llevar a cabo el ensayo debe ser de dos. Sin embargo, en esta investigación se han considerado tres probetas cilíndricas.

Tabla 16: Muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.

TIPO	TIEMPO DE ROTURA DE LA PROBETA DEL ENSAYO A LA COMPRESION			
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	TOTAL
Mezcla Patrón	3	3	3	9
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	3	3	3	9
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	3	3	3	9
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	3	3	3	9
TOTAL	12	12	12	36

Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de Resistencia a la Flexión del concreto

De acuerdo con la norma NTP 339.079, indica que se debe contar con un mínimo de tres especímenes para asegurar una mayor precisión y adecuada representación de los resultados.

Tabla 17: Muestras para el ensayo de Flexión

TIPO	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
	28 DIAS	TOTAL
Mezcla Patrón	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	3	3
TOTAL	12	12

Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de Resistencia a la Tracción del concreto

De acuerdo la norma NTP 339.084, se establece que se necesitan al menos dos especímenes cilíndricos para realizar el ensayo. Estos se evaluaron a los 28 días para asegurar un mejor control de los resultados.

Tabla 18: Muestras para el ensayo a la Tracción

TIPO	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION	
	28 DIAS	TOTAL
Mezcla Patrón	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	3	3

Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	3	3
TOTAL	12	12

Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de Durabilidad por los Sulfatos

Con referencia ASTM C 1012, establece que se deben utilizar al menos tres barras de concreto para realizar el ensayo. En esta investigación, se han considerado tres muestras para estándar y tres del óptimo del 1% incorporando látex de caucho natural, sus dimensiones serán de 100x100x285mm.

Tabla 19 Muestras para ensayo de Durabilidad por los Sulfatos

TIPO	ENSAYO DE DURABILIDAD POR LOS SULFATOS	
	105 DIAS	TOTAL
Mezcla Patrón	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	3	3
TOTAL	6	6

Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de Módulo de elasticidad Poisson

Según la ASTM C 469, se indica que se requieren dos probetas para el ensayo.

Tabla 20: Muestras de Módulo de Elasticidad Poisson

TIPO	MÓDULO DE ELASTICIDAD POISSON	
	28 DIAS	TOTAL
Mezcla Patrón	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	3	3
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	3	3
TOTAL	12	12

Fuente: Propiedad del autor

Muestreo

El tipo de muestreo empleado en el presente trabajo no es probabilístico y se clasifica como intencional. La selección de las muestras se fundamenta en la experiencia de investigaciones anteriores o en el conocimiento disponible acerca de la población y su comportamiento en relación con la característica específicas del estudio.

Operacionalización de variables

Las variables dependientes, independientes y moderadoras se muestran en la siguiente tabla 25.

Tabla 21: Operacionalización de variables

Variable	Indicador	Medida	Instrumento de medición
Independiente:			
Látex de caucho natural	Incorporación de látex de caucho natural	Lt	Recipiente graduado
Dependiente:			
Concreto	Estado fresco		
	Asentamiento	Pulgadas	NTP 339.035 / ASTM C-143
	Peso Unitario	kg/m ³	NTP - 339.046 /ASTM C-138
	Temperatura	°C	NTP - 339.184 /ASTM C- 1064
	Contenido de Aire	%	NTP 339.080 / ASTM C-231
	Estado endurecido		
	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Ensayo de compresión - NTP 339.034 o ASTM C39
	Resistencia a la flexión	kg/cm ²	Ensayo a flexión - NTP 339.078
	Durabilidad por sulfatos	%	Ensayo de sulfatos - ASTM C 157 - 1012
	Resistencia a la tracción	kg/cm ²	Ensayo a tracción – NTP 339.084 o ASTM C 496.96
	Módulo de elasticidad (Poisson)	kg/cm ²	ASTM C -469
	Costo de producción del concreto		
	Costo Unitario	Costo por m ³	Formatos en hojas de calculo
Moderadoras			
Materiales	Granulometría de los agregados	%	NTP - 400.012
	Peso Unitario de los agregados	kg/m ³	NTP - 400.017
	Contenido de Humedad	%	NTP - 339.185
	Módulo de fineza del agregado fino	-	NTP - 400.037
	Absorción	%	NTP - 400.021
	Tipo de cemento	Tipo I	NTP - 334.090

Fuente: Propiedad del autor

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los métodos, técnicas e instrumentos aplicados en el presente trabajo de investigación se muestran en la siguiente tabla 26.

Tabla 22: Métodos, técnicas e instrumentos

METODOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS
Experimental	<p style="text-align: center;"><u>Ensayos para agregados</u></p> <p>Análisis granulométrico de los agregados (según NTP 400.012)</p> <p>Peso unitario de los agregados suelto y compacto (según NTP 400.017)</p> <p>Contenido de humedad de los agregados (según NTP 339.185)</p> <p>Peso específico y capacidad de absorción de los agregados (Según NTP 400.021 y NTP 400.022)</p> <p>Especificaciones normalizadas para agregados en concreto a (Según NTP 400.037)</p>	<p>Formatos de laboratorio, tamices normalizados, balanzas, hornos, moldes cilíndricos y prismáticos, cono de Abrams, varilla lisa compactadora, olla Washington, termómetro, máquina de compresión, máquina de flexión, máquina durabilidad por sulfatos, máquina para tracción, maquina módulo de elasticidad.</p>
	<p style="text-align: center;"><u>Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI</u></p> <p style="text-align: center;"><u>Ensayos para concreto</u></p> <p>Ensayo Asentamiento (SLUMP) (Según NTP 339.035)</p> <p>Ensayo Peso unitario (Según NTP - 339.046)</p> <p>Ensayo de temperatura (Según NTP - 339.184)</p> <p>Ensayo de contenido de aire (Según NTP 339.080)</p> <p>Ensayo Resistencia a la compresión (Según NTP 339.034)</p> <p>Ensayo Resistencia a la flexión (Según NTP 339.078)</p> <p>Ensayo Durabilidad por sulfatos (Según ASTM C 157)</p> <p>Ensayo Resistencia a la tracción (Según NTP 339.084)</p> <p>Ensayo Módulo de elasticidad (Poisson) (Según ASTM C - 469)</p>	

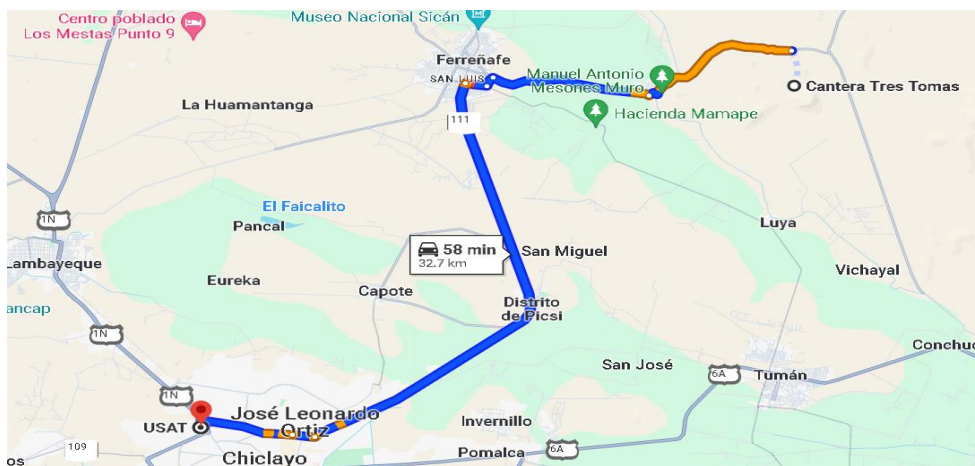
Fuente: Propiedad del autor

Caracterización de materiales

Agregado grueso

El agregado grueso utilizado en esta investigación fue extraído de la cantera Tres Tomas.

Ilustración 15: Trayecto desde Chiclayo hasta cantera elegida.



Fuente: Google Maps

Ilustración 16: Tesista obteniendo muestra de agregado grueso

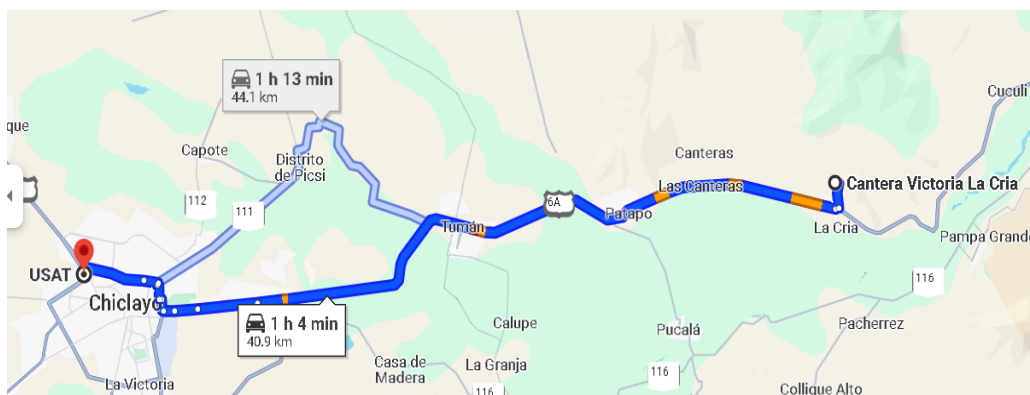


Fuente: Propiedad del autor

Agregado fino

El árido fino se obtuvo de la cantera la victoria, del Distrito de Pátapo, en la Provincia de Chiclayo, Dentro del Departamento de Lambayeque.

Ilustración 17: Trayectoria desde Chiclayo hasta la cantera elegida



Fuente: Google Maps

Ilustración 18: Tesista obteniendo muestra de agregado fino



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 19: Malla de tamizado de agregado fino



Fuente: Propiedad del autor

Cemento Portland Tipo I

En este estudio se utilizó Cemento Tipo I, en presentaciones de 42.5 kg por bolsa. Este tipo de cemento destaca por ofrecer un alto rendimiento y un excelente desarrollo de resistencias, tanto iniciales como finales.

Ilustración 20: Empaque de cemento a usar tipo I



Fuente: web cementos Cemex

Extracción Látex de caucho natural Árbol de Hevea Brasiliensis

Para la extracción del látex del caucho árbol Hevea Brasiliensis se hizo de la siguiente manera.

1. Seleccionar los árboles que representan buenas características.
2. Limpiar el fuste del árbol de lianas y de impurezas.
3. Colocar las tishelinas haciendo uso del caballete.
4. Recordar que la altura del picado debe ser de 1.10 m aproximadamente.
5. Se tiene que Considerar que el árbol a picar no debe ser menor de 13cm de diámetro que equivale a 47cm de circunferencia.
6. Utilizar la rasgueta para realizar una incisión no mayor de 1.5 milímetros.
7. Realizar el corte en un ángulo de 30° de izquierda a derecha.
8. Dejar verter el látex en la tishelina por un lapso de 3 a 4 horas.

Ilustración 21: látex de caucho natural dejando verte en la tishelina.



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 22: altura de picado para la recolección de látex de una altura 1.10m.



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 23: látex caucho natural para ser utilizado en la investigación



Fuente: Propiedad del autor

Agua

Se utilizo agua potable, garantizando calidad necesaria para la correcta elaboración y desempeño del concreto en las distintas pruebas realizadas.

Ensayo de los agregados

Contenido de Humedad

Agregado fino

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza.
- ✓ Horno con una capacidad de mantener una T° de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Recipientes.

Utilizando N.T.P 339.185[28], Se utilizaron 500.61 gramos de agregado fino, cumpliendo con el requisito mínimo que establecido por la normativa que exige al menos de 300 gramos.

Ilustración 24: Agregado fino para ensayo de Humedad



Fuente: Propiedad del autor

Agregado grueso

Utilizando la norma N.T.P 339. 185[29], Se utilizo una cantidad de 680 gramos.

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza electrónica.
- ✓ Horno con una capacidad de mantener una T de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Recipientes

Ilustración 25: Tesista obteniendo el material agregado grueso



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 26: Agregado grueso para ensayo humedad



Fuente: Propiedad del autor

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso

Peso volumétrico suelto Agregado fino

Se siguió la norma NTP 400.17[27].

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza.
- ✓ Cucharón
- ✓ Varilla lisa
- ✓ Brocha
- ✓ Molde de metal cilíndricos.

Ilustración 27 Tesista obtenido las medidas del molde cilíndrico



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 28: Peso volumétrico suelto agregado fino.



Fuente: Propiedad del autor

Peso volumétrico compactado Agregado Fino

Para llevar a cabo el ensayo, siguiendo la norma NTP, se procedió con el procedimiento especificado [27].

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza.
- ✓ Cucharon
- ✓ Varilla lisa
- ✓ Brocha
- ✓ Martillo de goma
- ✓ Molde de metal cilíndrico

Ilustración 29: Tesista dándole golpes con martillo de goma por capa para peso volumétrico compactado



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 30: peso volumétrico compactado agregado fino.



Fuente: Propiedad del autor

Peso volumétrico suelto para Agregado Grueso

El ensayo fue realizado conforme a lo establecido en NTP 400.017[27].

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza.
- ✓ Cucharón
- ✓ Varilla lisa
- ✓ Brocha
- ✓ Molde de metal cilíndrico (15 cm diámetro y 30 cm de altura)

Ilustración 31: Tesista llenando el molde con muestra de agregado grueso



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 32: luego se Enraza al final del llenado de muestra



Fuente: Propiedad del autor

Peso volumétrico compactado Agregado Grueso

Se realizo siguiendo la norma NTP 400.017 [27].

Aparatos o equipos

- ✓ Balanza.
- ✓ Cucharón
- ✓ Varilla lisa
- ✓ Brocha
- ✓ Martillo de goma
- ✓ Molde de metal cilíndrico.

Ilustración 33: Tesista haciendo el Apisonado por capa para peso volumétrico compactado



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 34: Enrazar final para luego pesar muestra.



Fuente:

Propiedad del autor

Análisis granulométrico de los agregados – NTP 400.012

Agregado Fino

Para realizar el análisis granulométrico, del agre fino, se empleó muestra de 500 gr, cantidad que supera lo estipulado por la norma. Es importante destacar que la arena se secó a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ antes de llevar a cabo el procedimiento del análisis granulométrico.

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza electrónica.
- ✓ Tamices (3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo)
- ✓ Taras
- ✓ Horno con una capacidad de mantener una T° de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ilustración 35: Tamices para el ensayo



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 36: Distribución de los agregados de cada tamiz



Fuente: Propiedad del autor

Agregado Grueso

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza.
- ✓ Tamices (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y fondo)
- ✓ Taras
- ✓ Horno con una capacidad de mantener una T° de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ilustración 37: Cuarteo del material



Fuente: Propiedad del autor

Peso específico y absorción de los agregados –NTP 400.021

Agregado grueso

Aparatos o equipos:

- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente de plástico
- ✓ Canastilla
- ✓ Franela
- ✓ Horno con una capacidad de mantener una T° de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Taras
- ✓ Dispositivo de suspensión.

Ilustración 38: Tesista lavando muestra para eliminar impurezas



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 39: Muestra sumergida totalmente en agua



Fuente: Propiedad del autor

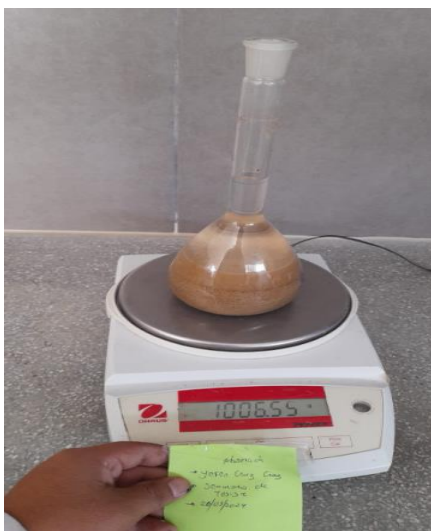
Peso específico y absorción del agregado fino

El ensayo se llevó a cabo según lo establecido en NTP 400, 021[29].

Aparatos o instrumentos

- ✓ Balanza
- ✓ Taras
- ✓ Agua destilada
- ✓ Fiola
- ✓ Horno con una T° de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Ilustración 40: Peso de fiola



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 41: Muestra en Tara para luego introducirla en el horno



Fuente: Propiedad del autor

Ensayos al látex de caucho natural árbol Hevea Brasilienses

Densidad del látex de caucho natural

Objetivo

Calcular la densidad del látex de caucho natural que será necesario para el diseño de mezcla.

Instrumentos empleados

- ✓ Balanza electrónica con precisión de 0.1%
- ✓ Probeta graduada de 100 ml.

Procedimiento

- Pesarse probeta de 100 ml y registrar su masa.
- Agregar el látex de caucho natural en la probeta y pesarla, para obtener el peso combinado de la probeta y el látex.
- Registrar la cantidad que se encuentra en la probeta (ml).

Cálculo:

para obtener la densidad de látex de caucho natural usaremos la siguiente fórmula.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ = Densidad

m = Masa del líquido contenido en la probeta

V = Volumen del líquido contenido en la probeta

Ilustración 42: Peso de la Fiola graduada



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 43: Tesista colocando el látex de caucho natural en la probeta



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 44: Registro de densidad del látex de caucho natural



Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de asentamiento

Seguir procedimiento según la norma NTP 339.0.35[31].

Aparatos o instrumentos

- ✓ Cono de Abrams
- ✓ Cucharon
- ✓ Varilla lisa
- ✓ Wincha
- ✓ Badilejo

Ilustración 45: Tesista midiendo slump concreto patrón 4"



Fuente: Propiedad del autor

Temperatura

Este ensayo se llevó a cabo conforme a la normativa NTP 339.184[33]. Para realizar el ensayo, la temperatura se registró cinco minutos después de haber preparado la mezcla. Se sumergió el termómetro a 3” en la mezcla y se mantuvo en esa posición durante dos minutos, tras lo cual se realizó la medición.

Aparatos o instrumentos

- ✓ termómetro

Ilustración 46: Tesista tomando el control de temperatura de concreto Patrón



Fuente: Propiedad del autor

Peso unitario

Se realizó siguiendo la NTP 339.046[32], Se utilizo un molde cilíndrico de 30cm por 15cm, el concreto preparado se deberá colocar tres capas, compactándolo 25 veces por cada una, luego se golpearan los laterales del molde con un martillo de goma un total de 15 veces y se nivelará la superficie antes de proceder a pesar la muestra.

Aparatos o instrumentos

- ✓ Molde cilíndrico
- ✓ Balanza
- ✓ Mazo de goma
- ✓ Badilejo
- ✓ Varilla lisa

Ilustración 47 Tesista realizando ensayo



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 48: Peso de la muestra + molde



Fuente: Propiedad del autor

Contenido de aire

Procedimiento realizado según la NTP 339.080[34].

Aparatos o instrumentos

- ✓ Varilla
- ✓ cucharon
- ✓ Martillo de goma
- ✓ Regla de enrase
- ✓ Medidor para agua

Ilustración 49: Tesista enrasando la olla para después colocar la tapa metálica



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 50: Tesista utilizando la olla Washington



Fuente: Propiedad del autor

Resistencia a la Compresión

Se realiza según NTP 339.034 [35], Las roturas para concreto patrón y el modificado se realizaron para 7, 14, 28 días, dichas especímenes fueron curados con agua convencional.

Aparatos o instrumentos

- ✓ Moldes cilíndricos de 15cm x 30cm
- ✓ Balanza
- ✓ Cucharon
- ✓ Varilla lisa
- ✓ Mazo de goma
- ✓ Máquina de ensayo

Ilustración 51: Muestras Vaciados



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 52: Marcación de probetas para poder identificarlo



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 53: Tesista aplicando la carga.



Fuente: Propiedad del autor

Resistencia a la Traccion

Para establecer este ensayo, nos apoyamos en N.T.P 339.084 [37], Las roturas para dichas muestras para concreto patrón y el modificado se realizaron para 28 días.

Aparatos o Instrumentos

- ✓ Molde cilíndrico de 15cm x 60 cm
- ✓ Balanza
- ✓ Varilla lisa
- ✓ cucharon
- ✓ Mazo de goma
- ✓ Máquina de ensayo ELE INTERNATIONAL

Ilustración 54: Posición adecuada de probeta a ser ensayado



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 55: Tesista observando la falla del testigo en toda la longitud



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 56: Falla de espécimen en toda su longitud



Fuente: Propiedad del autor

Resistencia a la Flexión

Ensayo se realizó de acuerdo con las pautas establecidas NTP 339.078 [36], Las roturas para dichas muestras para concreto patrón y el modificado para 28 días.

Aparatos o Instrumentos

- ✓ Molde en forma de vigas de (150m x 150m x 460mm).

Ilustración 57: Tesista haciendo las medidas de marcación de cada viga



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 58: Vigas listo para realizar en ensayo de Flexión



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 59: Tesista observando la falla de cada viga



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 60: Falla de la viga dentro del tercio central



Fuente: Propiedad del autor

Módulo de elasticidad y Poisson

Se determina con la normativa ASTM C-469 [39], las roturas para cada muestra para concreto patrón y el modificado se realizaron para 28 días.

Aparatos o Instrumentos

- ✓ Molde cilíndrico de (15cm x 15 cm x 50cm)
- ✓ Balanza

- ✓ Varilla lisa
- ✓ cucharon
- ✓ Mazo de goma.
- ✓ Equipo Compresómetro – extensómetro
- ✓ Vernier

Ilustración 61: Posición de muestra para ser ensayado - Módulo de elasticidad



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 62: Testigo ensayada - Módulo de elasticidad



Fuente: Propiedad del autor

Durabilidad por Sulfatos

Para realizar el ensayo de Durabilidad por sulfatos se realizó según la norma ASTM C 1012 [38], Las roturas para dichas muestras de barras de concreto se realizaron para 28 días.

Aparatos o Instrumentos

- ✓ Moldes barras de (25mm x 25 mm x 285mm).
- ✓ Sulfato de sodio
- ✓ Tornillos de acero Inoxidable
- ✓ Máquina de comparación de longitud
- ✓ Bandeja
- ✓ Agua destilada.

Ilustración 63: Tesista mezclando en una bandeja el Sulfato de Sodio-Agua destilada-Agua potable para poder curar las muestras



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 64: Tesista curando los especímenes



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 65: Muestras listas para la realización de ensayo



Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 66: Toma de lectura con la máquina de comparación de longitud



Fuente: Propiedad del autor

Diseño de mezclas

Método ACI 211.1

El diseño y proporcionamiento de concreto es un proceso fundamental para determinar las características requeridas, incluyendo sus propiedades fresco, endurecido, y las dosificaciones adecuadas para su elaboración.

Procedimiento método ACI 211.1

Selección del slump

Cuando no se indica el asentamiento a utilizar en el informe del ACI, se proporciona un asentamiento recomendado dependiendo del tipo de estructura en la que se empleara el concreto.

Tabla 23: Asentamiento en función del tipo de estructura

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones, y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI 211.1

Selección de la resistencia promedio

se emplean datos estadísticos de producción en la obra y los resultados de las pruebas de rotura de muestras.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33\sigma_s - 35$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34\sigma$$

Donde:

f'_{c} : Resistencia a la compresión especificada (Kg/cm²)

f'_{cr} : Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm²)

σ_s : Desviación estándar en obra (Kg/cm²)

Se seleccionará el valor más alto entre los resultados de ambas formulas, que será el f'_{cr} requerido utilizado para el diseño.

En esta situación, se emplearán las fórmulas previas, en las cuales el valor σ_s .

Tabla 24: Factor de incremento

Nº ENSAYOS	FACTOR DE INCREMENTO
Menos de 15	Usar tabla Caso 3
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

Fuente: ACI 211.1

$$f'_{cr} = f'c + 2.33\alpha\sigma_s - 35$$

$$f'_{cr} = f'c + 1.34\sigma\alpha$$

Donde:

σ_s = desviación estándar.

α = factor de amplificación

Desviación estándar

Si una planta de concreto o una empresa constructora tiene un registro suficiente de 30 ensayos consecutivos realizados con materiales y condiciones similares a las anticipadas, la desviación estándar de la muestra, σ_s , se determina utilizando la siguiente formula.

$$\sigma_s = \left(\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right)^{1/2}$$

Donde:

σ_s = Desviación estándar en kg/cm^2

X_i = Resistencia de la probeta de concreto, en kg/cm^2

\bar{X} = Resistencia promedio de n probetas, en kg/cm^2

n = Número de ensayos consecutivos de resistencia

Cuando se utilizan dos registros de ensayos para alcanzar un mínimo de 30 ensayos, la desviación estándar de la muestra debe ser el promedio estadístico de los valores calculados de cada registro de ensayos, siguiendo la fórmula que se muestra a continuación.

$$\sigma_s = \left(\frac{(n_1 - 1)(\sigma_{s1})^2 + (n_2 - 1)(\sigma_{s2})^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \right)^{1/2}$$

Donde:

σ_s = Desviación estándar promedio en kg/cm²

σ_{s1}, σ_{s2} = Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente en kg/cm².

n_1, n_2 = Número de ensayos en cada grupo, respectivamente.

En el Tercer paso: No se cuenta con suficientes datos estadísticos entre (15 y 30 resultados)

Para esta situación, el comité del ACI recomienda utilizar la tabla siguiente para calcular el valor de f'_{cr} .

Tabla 25: Determinación del f'_{cr}

f'_{c} especificado	f'_{cr} (Kg/cm²)
< 210	$f'_{c} + 70$
210 a 350	$f'_{c} + 84$
> 350	$f'_{c} + 98$

Fuente: ACI 211.1

Selección del tamaño máximo de agregados

Tabla 26: Agua en litros por metro cubico

Asentamiento	Agua en 1/m ³ para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
% aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: ACI 211.1

Estimación de contenido de aire

La inclusión de aire atrapado en el concreto generalmente no disminuye su resistencia, ya que este aire se origina a partir de los materiales que conforman la mezcla de concreto.

Tabla 27: cálculo del contenido de aire

Tamaño máximo nominal	% Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: ACI 211.1

Relación agua/cemento

Tabla 28: Proporción de agua/cemento

f'c (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: ACI 211.1

Cálculo del contenido de cemento

El cemento se calculará dividiendo el volumen unitario de agua por la relación agua/cemento.

Cálculo del volumen de agregado grueso

Tabla 29: Peso del agregado grueso por metro cubico

T.M.N Agregado	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto para diversos MF			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1

Cálculo del volumen de agregado fino

El volumen del árido fino se determina al restar la unidad y los componentes calculados previamente.

Ajuste de mezcla por humedad de agregados

El ajuste de la mezcla para compensar la humedad, de agregados requiere disminuir la cantidad de agua que se añade al concreto.

Estrategia para el procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis, que está diseñado para respaldar la hipótesis

Tabla 30: Procesamiento y análisis de datos

ESTRATEGIAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	
PASO	DESCRIPCIÓN
PASO 1: Investigación preliminar	En esta fase, se realizará la recopilación de bibliografía especializada vinculada al tema de investigación. Asimismo, se llevará a cabo una revisión de las normativas tanto nacionales como internacionales pertinentes.
PASO 2: Obtención y ensayos de los agregados naturales	En el segundo paso, se procederá a la extracción de agregados de acuerdo con las normativas nacionales vigentes. Además, se realizarán ensayos sobre las muestras extraídas, que incluirán pruebas de humedad, absorción, peso específico y granulometría tanto del agregado grueso como del fino, siguiendo los lineamientos establecidos por dichas regulaciones. Finalmente, se procesarán los datos obtenidos en esta etapa para facilitar el diseño de mezclas en el tercer paso.
PASO 3: Diseño de mezclas	En esta etapa, se llevará a cabo el diseño de mezclas para el concreto, así como para las mezclas modificadas con dosificaciones de 0.5%, 1% y 3% de látex de caucho natural. El diseño se realizará utilizando el método ACI 211.1, estableciendo una resistencia inicial de $f^c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.
PASO 4: Elaboración del concreto	El cuarto paso se centra en la fabricación del concreto, lo cual abarca la realización de pruebas preliminares y la opción de ajustar el diseño de mezclas si es necesario. Después de llevar a cabo estas pruebas y realizar los ajustes correspondientes, se avanzará con la producción del concreto.
PASO 5: Ensayos al concreto fresco y endurecido (concreto patrón y concreto modificado con látex de caucho natural)	<p>En esta etapa se llevarán a cabo ensayos tanto para el concreto fresco como para el endurecido, abarcando tanto el concreto patrón como el modificado con látex de caucho natural en diferentes porcentajes.</p> <p>Ensayos al concreto en estado fresco: Se realizarán pruebas para el concreto patrón y para las mezclas con adiciones de látex de caucho natural en proporciones de 0.5%, 1% y 3%.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de asentamiento (Slump), Ensayo para determinar el peso unitario en estado fresco, Ensayo para medir la temperatura del concreto, Ensayo para determinar el contenido de aire <p>Ensayos al concreto en estado endurecido: Para el concreto patrón y el modificado con látex de caucho natural en los porcentajes mencionados, se realizarán las siguientes pruebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, Ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días, Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días, Ensayo de durabilidad por sulfatos a los 105 días, Ensayo del módulo de elasticidad a los 28 días.
PASO 6: Elaboración del análisis económico	En el paso 6, se llevará a cabo la elaboración del presupuesto y el análisis económico, comparando el concreto patrón con el modificado que contiene látex de caucho natural en sus diversas proporciones.
PASO 7: Elaboración final del informe	En esta etapa final, se procesarán los resultados obtenidos y se elaborará el informe final, el cual incluirá las conclusiones derivadas de la investigación, así como las recomendaciones que el autor considere pertinentes.

Fuente: Propiedad del autor

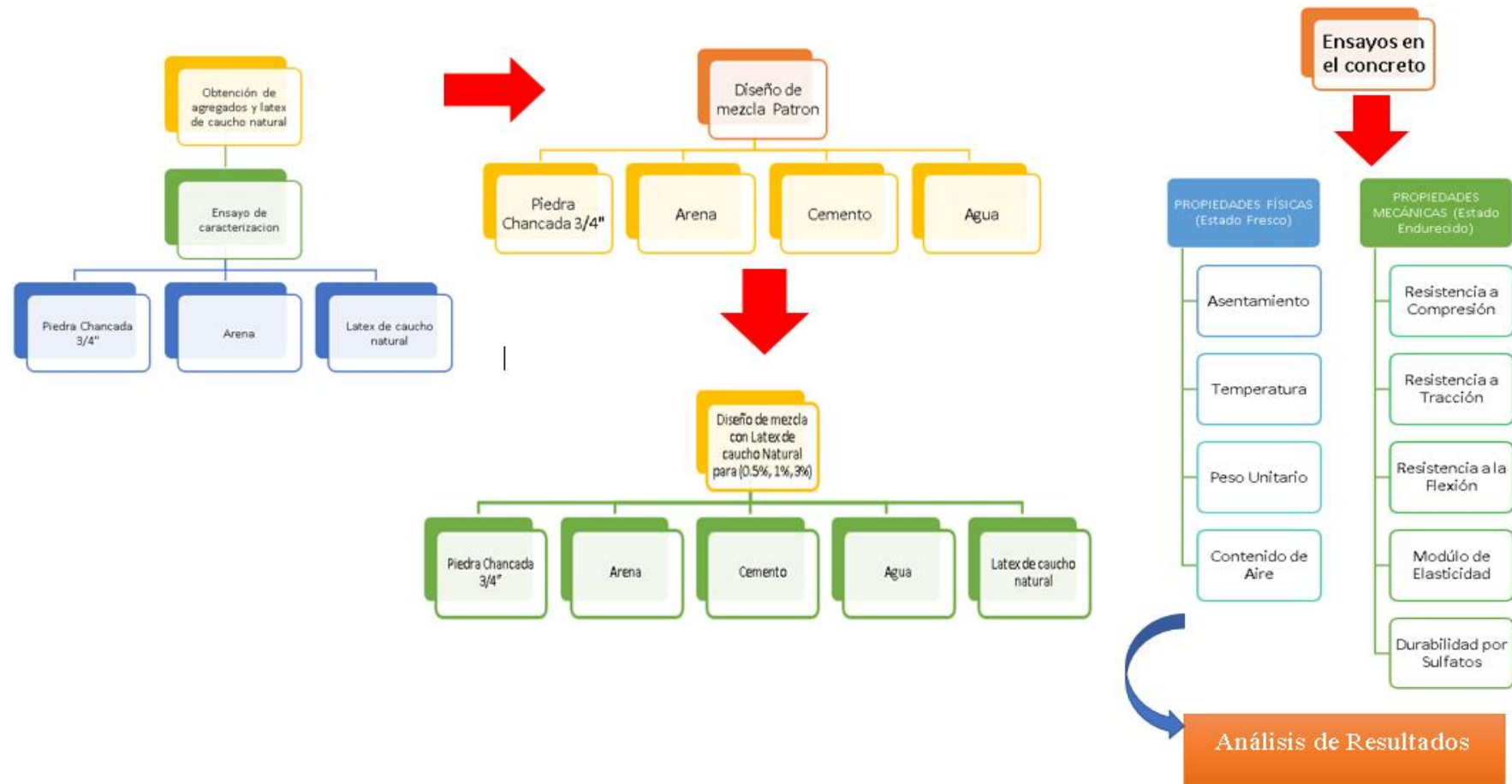
Tabla 31: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA										
TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural										
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DESCRIPCION	DIMENSIONES	INDICADORES, INSTRUMENTOS E INDICES	METODOLOGIA			
¿Qué beneficios se obtendrá al incorporar látex de caucho natural para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto?	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el mejoramiento, de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación del látex de caucho natural</p> <p>Objetivos específicos: Caracterizar la incorporación de látex de caucho natural en el concreto. Realizar análisis químico reacción cemento con látex de caucho. Realizar el diseño del concreto patrón, y la incorporación del látex del caucho natural del árbol Hevea Brasilienses para un F^c 210 kg/cm². Determinar las propiedades físicas del concreto, en estado fresco mediante los ensayos de Asentamiento, Peso unitario, Temperatura, Contenido de aire para el concreto patrón, y modificado con látex de caucho natural. Determinar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido mediante los ensayos de resistencia a la compresión, tracción, flexión, durabilidad sulfatos, módulo de elasticidad (Poisson) para el concreto patrón y modificado con látex de caucho natural. Realizar una comparación de costos unitarios del concreto patrón y el concreto modificado con látex de caucho natural.</p>	La incorporación de látex de caucho natural mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto	INDEPENDIENTE	Incorporación de látex de caucho natural	Propiedades químicas	Recipiente graduado Lt	<p>Tipo de investigación: Experimental - Aplicada</p> <p>Posprueba únicamente y grupo de control</p> <p>R G 1 → X 1 → O 1 R G 2 → X 2 → O 2 R G 3 → X 3 → O 3 R G 4 → ---- → O 4</p> <p>X1: Incorporación de látex de caucho natural al 0.5% X2: Incorporación de látex de caucho natural al 1% X3: Incorporación de látex de caucho natural al 3%</p> <p>Nivel cero respecta a los indicadores de variables independiente (<i>látex de caucho natural</i>) referido al grupo de control.</p> <p>Población: Para esta investigación se ha considerado como población a las probetas cilíndricas, vigas, y para el ensayo de durabilidad en forma de barras.</p> <p>Muestra: en total 4 ensayos para asentamiento (slump), 8 para peso unitario, 4 para temperatura, 4 para contenido de unidad, 36 probetas de resistencia a la compresión, 12 probetas para resistencia a la flexión, 12 probetas para resistencia a la tracción, 12 probetas para módulo de elasticidad y 6 para durabilidad por sulfatos</p> <p>Muestreo: Es no probabilístico, porque depende del criterio del investigador mas no de la probabilidad en la selección de elementos.</p>			
			DEPENDIENTE	Propiedades físicas y mecánicas	Ensayos al concreto: estado fresco	Asentamiento (slump): según NTP 339.035 pulgadas		Ensayo al concreto: estado endurecido	Resistencia a la compresión: Según NTP 339.034 kg/cm ²	
			Peso unitario: según NTP 339.046 Kg/m ³			Resistencia a la flexión: Según NTP 339.078 kg/cm ²				
			Temperatura: Según NTP 339.184 °C			Durabilidad por sulfatos: Según ASTM C157 %				
			Contenido de Aire: Según NTP 339.080 %			Resistencia a la tracción: Según NTP 339.084 kg/cm ²				
			Costo de producción del concreto		Costo Unitario por m ³	Análisis de costo unitario: Formato en hojas de cálculo Excel (Soles)		Módulo de Elasticidad: Según ASTM C -469		
			MODERADORAS		Materiales	características		Granulometría de los agregados NTP 400.012 %	Peso Unitario de los agregados NTP 400.017 kg/m ³	Contenido de Humedad NTP 339.185 %
								Especificaciones normalizadas para el concreto NTP 400.037	Absorción NTP 400.021 %	Tipo de cemento NTP 334.090 Tipo 1

Fuente: Propiedad del autor

Diagrama de flujo del procedimiento de recolección de datos

Ilustración 67: Diagrama de flujo



Fuente: Propiedad del autor

Consideraciones éticas

El látex de caucho natural se empleó para mejorar las del hormigón, mediante ensayos elaborados en el laboratorio. Cada prueba fue registrada en formatos específicos que se analizaron y evaluaron conforme a las normas establecidas. El técnico de laboratorio firmó los informes de los ensayos, lo que valida los resultados obtenidos. Las investigaciones, artículos, tesis y normativas relevantes para esta tesis han sido citados correctamente en el desarrollo del trabajo.

Resultados

Resultados de ensayos de agregado fino

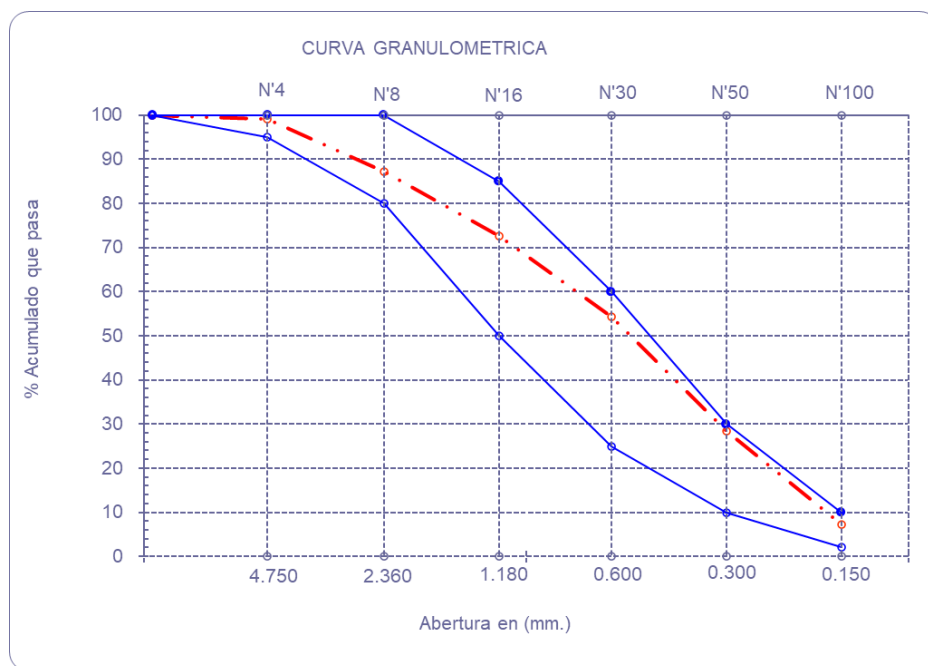
Análisis granulométrico

Tabla 32: Resultado de análisis granulométrico del agregado fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	4.16	0.8	0.8	99.2	95	100
N° 08	2.360	59.41	11.9	12.8	87.2	80	100
N° 16	1.180	72.57	14.6	27.4	72.6	50	85
N° 30	0.600	91.23	18.3	45.7	54.3	25	60
N° 50	0.300	128.95	25.9	71.6	28.4	10	30
N° 100	0.150	105.1	21.1	92.7	7.3	2	10
Fondo		36.12	7.3	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.510			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente: Propiedad del autor

Gráfico 12: curva análisis granulométrico del agregado fino



Fuente: Propiedad del autor

La curva granulométrica cumple con los límites establecidos, y el módulo de fineza es de 2.5 está dentro del rango aceptable de 2.3 a 3.2.

Ensayo de contenido de humedad

Tabla 33: Resultado del ensayo de contenido de humedad

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.61
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	497.52
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.62
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.62

Fuente: Propiedad del autor

Contenido de humedad es del 0.62%, y este porcentaje se empleó en el diseño de la mezcla.

Peso unitario suelto y compactado

Tabla 34: Resultado del ensayo de peso unitario suelto

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8888	8898
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8888	8898
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00555	0.00555
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1601	1602
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1592	

Fuente: Propiedad del autor

Para realizar este ensayo, se prepararon dos muestras de agregado fino. La primera tuvo un peso húmedo de 1601 kg/m³, mientras tanto segunda presento un peso de 1602 kg/m³. Posteriormente, se calculó el promedio de ambas muestras, resultando un peso de 1592 kg/m³.

Tabla 35 Resultado del ensayo de peso unitario compactado

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9981	9980
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9981	9980
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00555	0.00555
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1798	1797
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1786	

Fuente: Propiedad del autor

Se calculo un promedio de ambas muestras, resultando de 1786 kg/m³.

Peso específico y absorción

Tabla 36 Resultado del ensayo de peso específico y absorción

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	947.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g) 658.6
3.- Peso del Agua	(g)	288.4
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	656.1
5.- Peso del Frasco	(g)	158.6
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.351
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.363
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.379
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.50

Fuente: Propiedad del autor

Se determino un peso específico del agregado fino de 2.351 g/cm³ y el porcentaje de absorción fue de 0.50%.

Resultados de los ensayos realizados al agregado grueso

Análisis granulométrico por tamizado

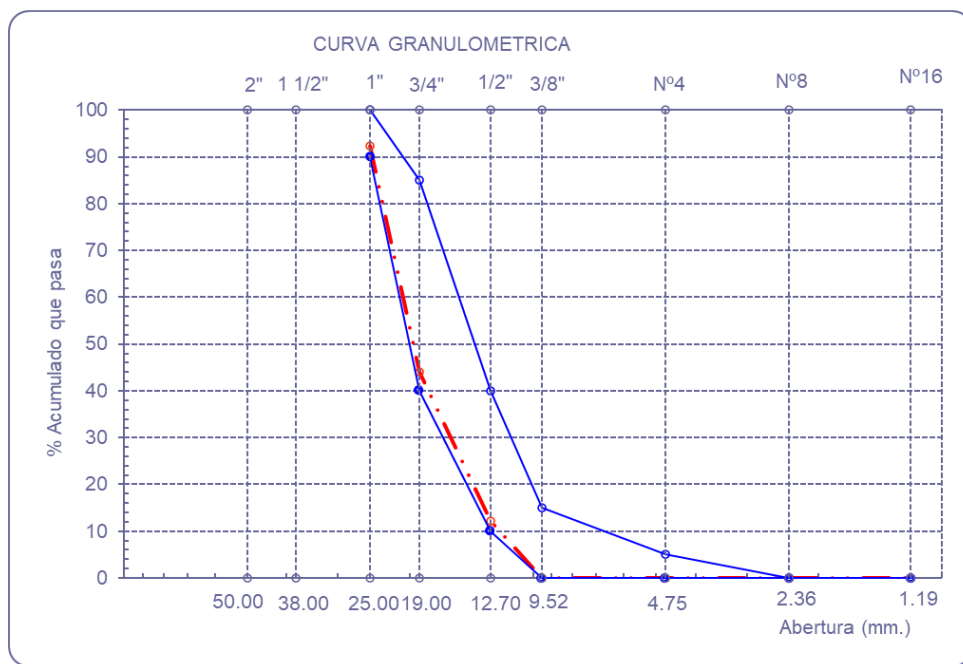
Tabla 37: Resultado del análisis granulométrico del agregado grueso

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	456.0	7.7	7.7	92.3	90.0	100.0
3/4"	19.00	2851.5	48.2	55.9	44.1	40.0	85.0
1/2"	12.70	1880.0	31.8	87.7	12.3	10.0	40.0
3/8"	9.52	724.5	12.3	100.0	0.0	0.0	15.0
Nº 04	4.75	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		1	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1 1/2"	38.00	Módulo de Fineza:		4.56
Tamaño Máximo Nominal			1"	25.00			

Fuente: Propiedad del autor

El módulo de fineza se obtuvo un valor de 4.56. Asimismo, se estableció que el tamaño máximo es de 1 1/2" y el tamaño máximo nominal es de 1", lo que indica los resultados correspondientes a las partículas de agregado grueso.

Gráfico 13: curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Propiedad del autor

Ensayo de contenido de humedad

Tabla 38: Resultado de contenido de humedad

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	6080
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	6053
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.45

Fuente: Propiedad del autor

Se determinó que el porcentaje de humedad del 0.45%.

Peso unitario suelto y compactado

Tabla 39: Resultado de peso unitario suelto

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7468	7489
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7468	7489
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1372	1376
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1368	

Fuente: Propiedad del autor

Se calculó un promedio de ambas muestras, resultando en un peso suelto de 1368 kg/m³.

Tabla 40: Resultado de peso unitario compactado

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7773	7781
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7773.0	7781.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1428	1429
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1422	

Fuente: Propiedad del autor

Se obtuvo un promedio de ambas muestras de un peso unitario compactado de 1422 kg/m³.

Peso específico y absorción

Tabla 41: Resultado de peso específico y absorción

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	3851	3851
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	3903	3903
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso de la canastilla	(g)	3366	3366
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2486	2486

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.718
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.754
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.821
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.35

Fuente: Propiedad del autor

Resultados de absorción de agregado grueso fue 1.35%. estos datos se emplearán en el diseño de la mezcla.

Ensayo del látex de caucho natural

Se calculó la densidad con el propósito de emplear esta información en la formulación del diseño de mezcla.

Tabla 42: Densidad Látex de caucho natural

Peso de la Probeta:	143.9	gr
Peso de la Probeta + Latex de caucho natural	172.98	gr
Masa (gr)	29.08	gr
Volumen (cm ³)	30	cm ³

Densidad	0.969	gr/cm ³
-----------------	-------	--------------------

FUENTE: Propiedad del autor

Si: 1cm³ = 1ml, entonces

$$\rho = 0.969 \frac{\cancel{gr}}{\cancel{ml}} \times \frac{1kg}{1000\cancel{gr}} \times \frac{1000\cancel{ml}}{1lt} = 0.97kg/lt$$

Propiedades físicas

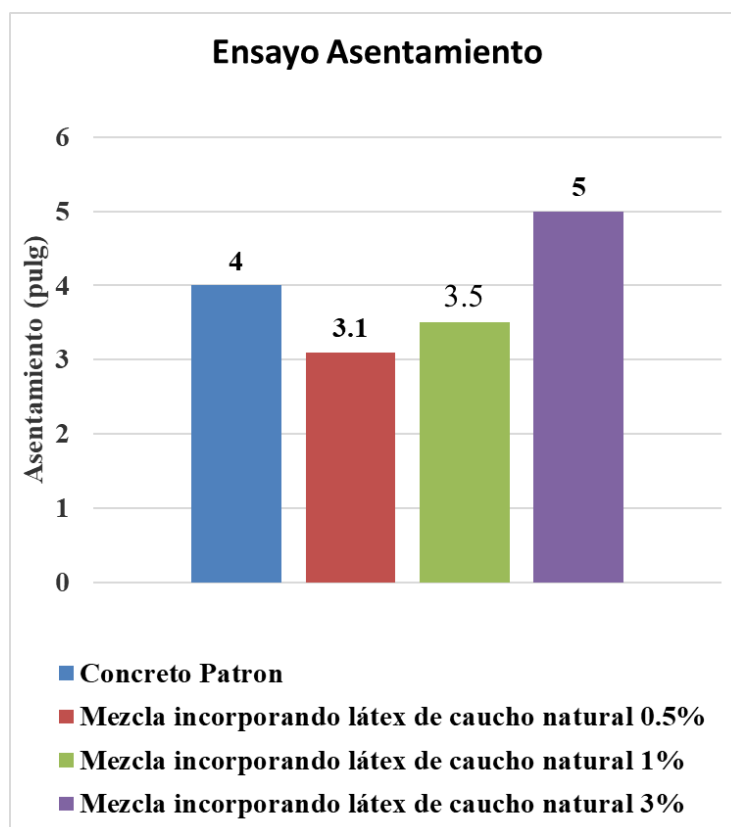
Asentamiento

Tabla 43: Asentamiento de las modificaciones elaboradas

F 'C= 210 Kg/cm ²	
DISEÑO DE MEZCLAS-AJUSTE POR SLUMP	SLUMP (pulg)
Concreto Patron	4
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	3.1
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	3.5
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	5

Fuente: Propiedad del autor

Gráfico 14: Resultado del asentamiento de las modificaciones elaboradas



Fuente: Propiedad del autor

Peso unitario

Tabla 44: Resultado de Peso Unitario del concreto tradicional

PESO UNITARIO - CONCRETO PATRON F 'C= 210 kg/cm2					
Nº DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	VOL. DE MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m3)
1	13.560	0.390	13.17	0.00548	2403.3
2	13.250	0.360	12.89	0.00548	2352.2
3	13.850	0.380	13.47	0.00548	2458.0

Fuente: Propiedad del autor

Tras la realización de la densidad se obtuvo resultados para concreto patrón para la primera muestra dio como resultado de 2403.3 kg/m³, para segunda muestra se tuvo como resultado de 2352.2 kg/m³ y la última muestra fue de 2458.0 kg/cm³.

Tabla 45: Resultado de Peso Unitario Dosificación del 0.5%

PESO UNITARIO - DOSIFICACION DEL 0.5% F 'C= 210 kg/cm2					
Nº DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	VOL. DE MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m3)
1	13.30	0.390	12.91	0.00548	2355.8
2	13.320	0.395	12.93	0.00548	2358.6
3	13.380	0.350	13.03	0.00548	2377.7

Fuente: Propiedad del autor

Con dosificación del 0.5% se obtuvo resultados, para la primera muestra fue de 2355.8 kg/m³, para segunda muestra se tuvo como resultado de 2358.6 kg/m³ y la última muestra fue de 2377.7 kg/cm³.

Tabla 46: Resultado de Peso Unitario Dosificación del 1%

PESO UNITARIO - DOSIFICACION DEL 1% F 'C= 210 kg/cm2					
Nº DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	VOL. DE MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m3)
1	13.20	0.390	12.81	0.00548	2337.6
2	13.130	0.395	12.74	0.00548	2323.9
3	13.280	0.350	12.93	0.00548	2359.5

Fuente: Propiedad del autor

Para el 1% se obtuvo resultados, la primera muestra fue de 2337.6 kg/m³, para segunda muestra se tuvo como resultado de 2323.9 kg/m³ y la última muestra fue de 2359.5kg/cm³.

Tabla 47: Resultado de Peso Unitario Dosificación del 3%

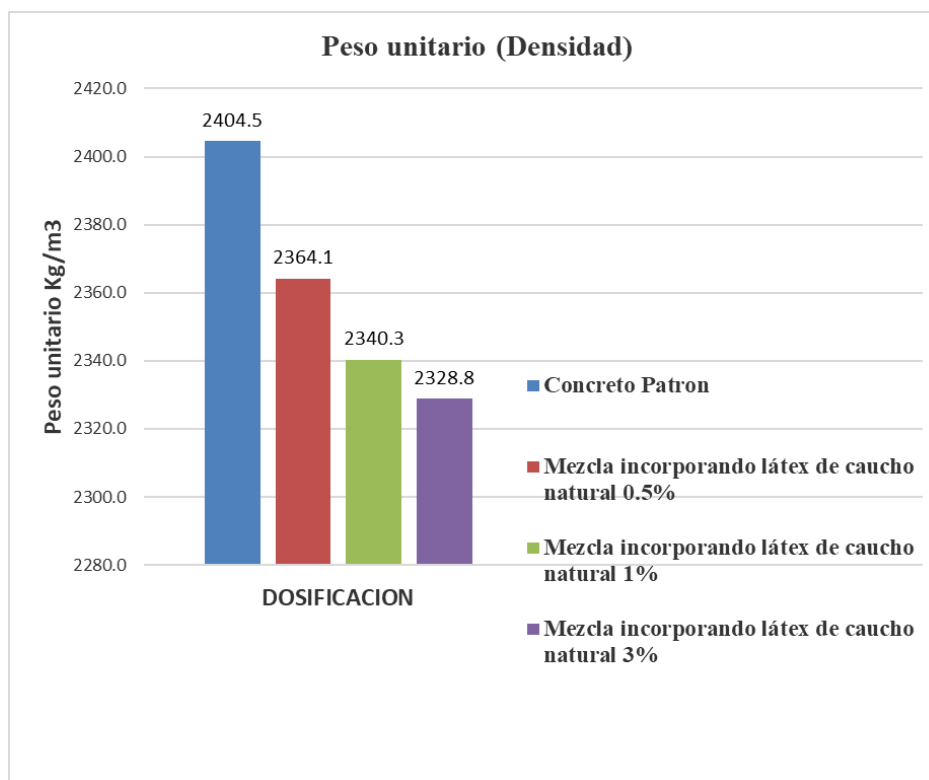
PESO UNITARIO - DOSIFICACION DEL 3% F 'C= 210 kg/cm²					
Nº DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	VOL. DE MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m³)
1	13.020	0.390	12.63	0.00548	2304.7
2	12.840	0.395	12.45	0.00548	2271.0
3	13.560	0.350	13.21	0.00548	2410.6

Fuente: Propiedad del autor

Dosificación del 3% se obtuvo resultados, la primera muestra fue de 2304.7 kg/m³, para segunda muestra se tuvo como resultado de 2271.0 kg/m³ y la última muestra fue de 2410.6 kg/cm³.

En resumen, ensayo de peso unitario mostro que el concreto tradicional tenía mayor peso unitario, con un de 2404.5 kg/m³. entre las diferentes dosificaciones, la del 0.5% tuvo 2364.1 kg/m³ de peso unitario, lo que la coloco por encima de las de 1% y 3% (ver gráfico 14).

Gráfico 15: Peso Unitario con las dosificaciones del concreto



Fuente: Propiedad del autor

Temperatura

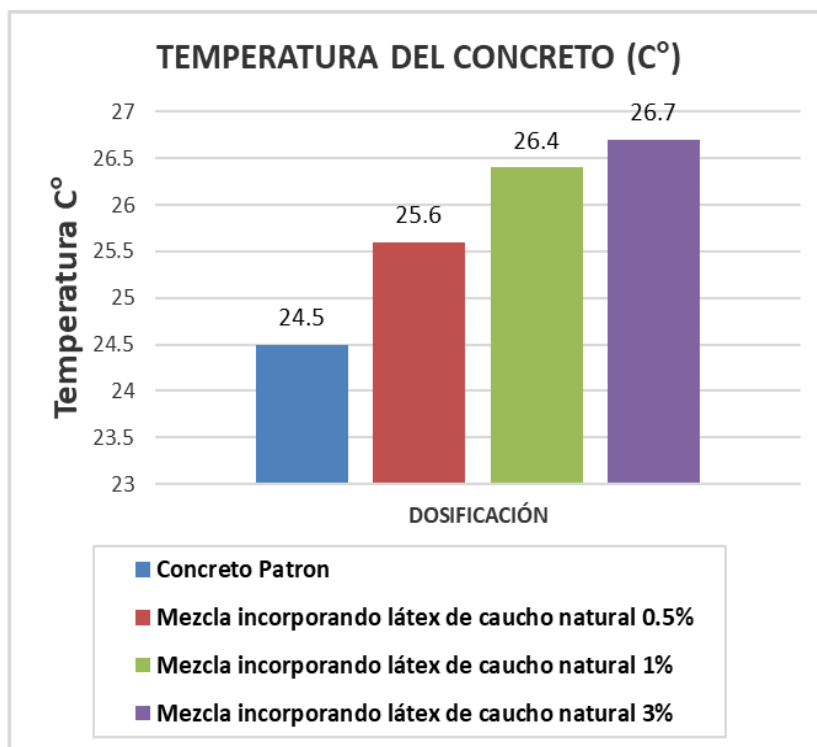
Tabla 48: Temperatura de las diferentes dosificaciones del concreto

F 'C= 210 Kg/cm ²	
DOSIFICACIÓN	TEMPERATURA (C°)
Concreto Patrón	24.5
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	25.6
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	26.4
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	26.7

Fuente: Propiedad del autor

Para el ensayo de temperatura, la medición se realizó en los primeros 5 minutos. después de haber tomado la muestra, siguiendo lo que indica la NTP 339.184. La primera muestra fue de 24.5 °C, para segunda muestra con el 0.5% se tuvo como resultado de 25.6 °C, para la tercera muestra con el 1% fue de 26.4 °C y la última muestra del 3% fue de 26.7 °C.

Gráfico 16: Temperatura del concreto



Fuente: Propiedad del autor

Contenido de aire

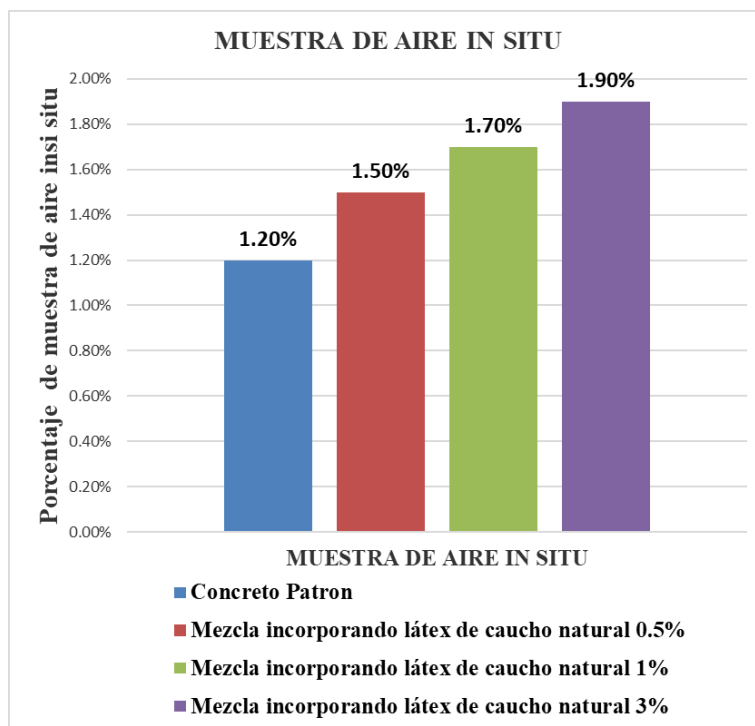
Tabla 49: Resultado de cantidad de aire atrapado

MUESTRA	CONTENIDO DE AIRE TEORICO	MUESTRA DE AIRE IN SITU
Concreto Patrón	1.50%	1.20%
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	1.50%	1.50%
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	1.50%	1.70%
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	1.50%	1.90%

Fuente: Propiedad del autor

Dicho ensayo para el concreto estándar arrojó un resultado de 1.20%, para la adición de látex de caucho natural del 0.5% tenemos como resultado de 1.50%, 1% de adición de látex de caucho natural se tiene un resultado de 1.70% y para la última adición del 3% tenemos como resultado de 1.90%. este ensayo se realizó con la NTP 339.083.

Gráfico 17: Contenido de aire



Fuente: Propiedad del autor

Propiedades mecánicas

Resistencia a la compresión

Se evaluó para cada diseño a los 7, 14 y 28 días de edad. Además, se analizó el porcentaje obtenido en relación con $f'c$ 210 kg/cm².

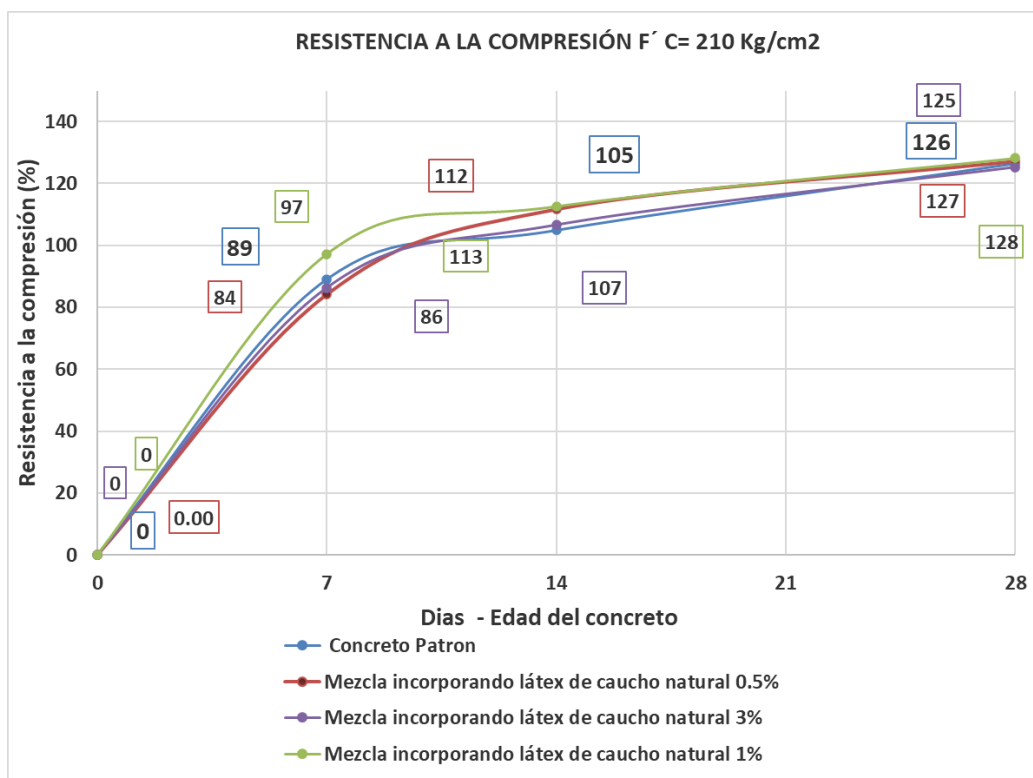
Tabla 50: Resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión.

DOSIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA (kg)	DIAMETRO (cm)	$f'c$ (Kg/m ²)	PROMEDIO $f'c$ (Kg/m ²)	PORCENTAJE DEL $f'c$ DEL DISEÑO (%)
PATRON	09/05/2024	16/05/2024	7	31328	15	177.28	186.90	89.00
PATRON	09/05/2024	16/05/2024	7	32165	15	182.02		
PATRON	09/05/2024	16/05/2024	7	35591	15	201.40		
PATRON	09/05/2024	23/05/2024	14	38703	15	219.01	220.17	104.84
PATRON	09/05/2024	23/05/2024	14	39216	15	221.92		
PATRON	09/05/2024	23/05/2024	14	38804	15	219.59		
PATRON	09/05/2024	06/06/2024	28	45595	15	258.02	265.40	126.38
PATRON	09/05/2024	06/06/2024	28	46943	15	265.64		
PATRON	09/09/2024	06/06/2024	28	48161	15	272.53		
0.5% LATEX	10/05/2024	17/05/2024	7	29603.5	15	167.52	176.79	84.19
0.5% LATEX	10/05/2024	17/05/2024	7	33995.2	15	192.37		
0.5% LATEX	10/05/2024	17/05/2024	7	30126.9	15	170.48		
0.5% LATEX	10/05/2024	24/05/2024	14	43399.1	15	245.59	247.74	117.97
0.5% LATEX	10/05/2024	24/05/2024	14	45469.5	15	257.30		
0.5% LATEX	10/05/2024	24/05/2024	14	42467.6	15	240.32		
0.5% LATEX	10/05/2024	07/06/2024	28	47636.8	15	269.57	255.82	121.82
0.5% LATEX	10/05/2024	07/06/2024	28	48920	15	276.83		

0.5% LATEX	10/05/2024	07/06/2024	28	39066.2	15	221.07		
1% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	35763.4	15	202.38	204.06	97.17
1% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	35846.4	15	202.85		
1% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	36573.4	15	206.96		
1% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	41280.7	15	233.60	232.65	110.79
1% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	41127.6	15	232.73		
1% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	40930	15	231.62		
1% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	50750	15	287.19	269.08	128.13
1% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	46442.8	15	262.81		
1% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	45458.9	15	257.24		
3% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	31737.1	15	179.60	181.13	86.25
3% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	30065	15	170.13		
3% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	34224	15	193.67		
3% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	39342.3	15	222.63	223.80	106.57
3% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	38090.9	15	215.55		
3% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	41213.7	15	233.22		
3% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	42865.4	15	242.57	262.92	125.20
3% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	46791.3	15	264.78		
3% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	49728.5	15	281.41		

Fuente: Propiedad del autor

Gráfico 18: Curva de Resistencia a la compresión.



Fuente: Propiedad del autor

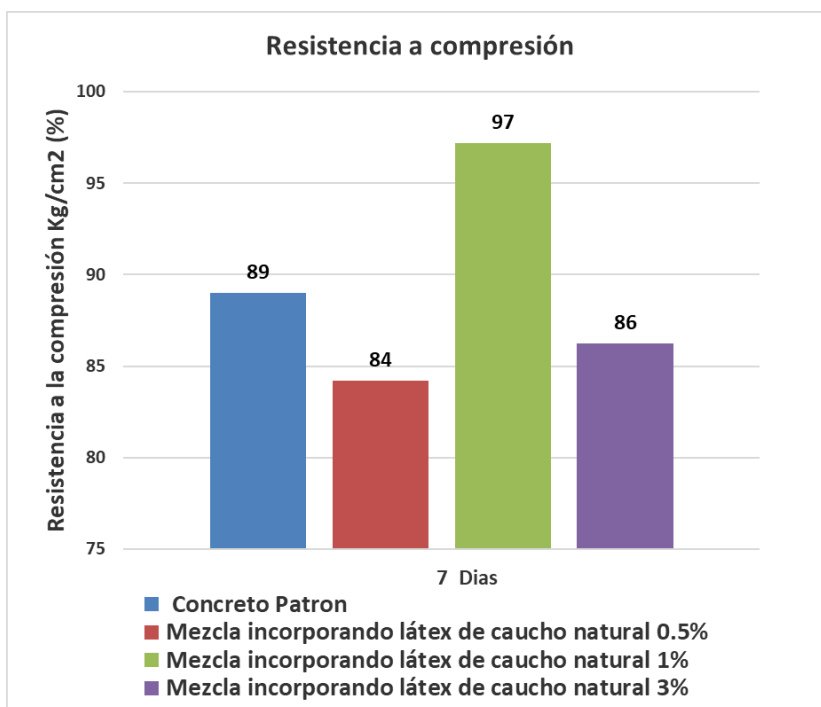
La curva azul representa la resistencia a compresión del diseño de mezclas para el concreto patrón. Indica que a los 7 días alcanza el 89% de su resistencia a los 14 días alcanza el 104.85% y los 28 días logra una resistencia del 126.38%

La curva roja representa del diseño de mezclas que incorpora un 0.5% de látex de caucho natural. A los 7 días, el concreto alcanza el 84.19% de su resistencia; a los 14 días, llega al 111.68%, y a los 28 días, alcanza una resistencia del 127.82%, superando así la resistencia del concreto patrón, que fue del 126.38%.

La curva de color verde representa del diseño de mezclas incorporando látex de caucho natural del 1%, A los 7 días alcanzo una resistencia del 97.17 %, a los 14 días alcanza el 112.58% de la resistencia, y a los 28 días alcanza una resistencia de 128.13%. lo que es un 2% más que del concreto patrón

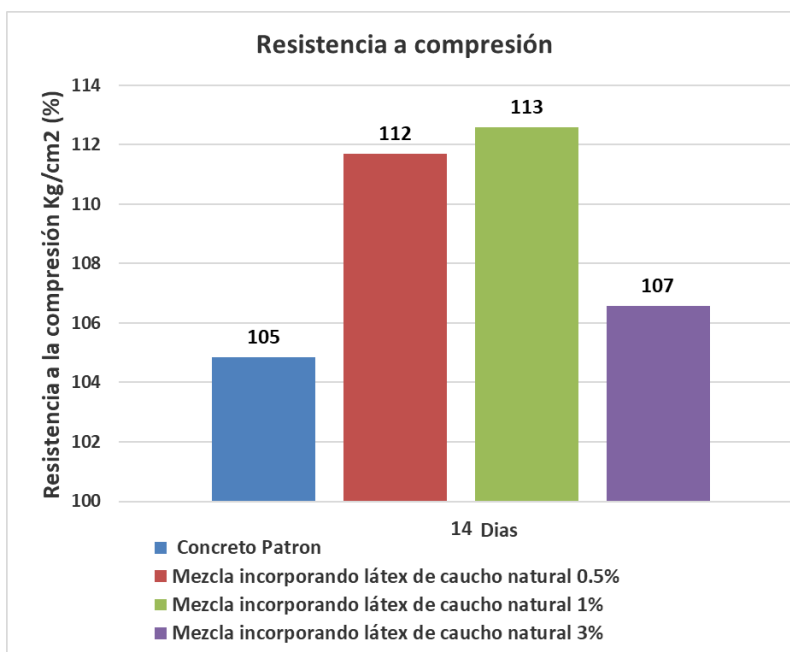
La curva de color violeta representa la incorporación látex de caucho natural del 3%. A los 7 días alcanzo una resistencia del 86.25 %, a los 14 días alcanza el 106.57% de la resistencia, y a los 28 días alcanza una resistencia de 125.20%. menor del 1% que del concreto patrón.

Gráfico 19: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días



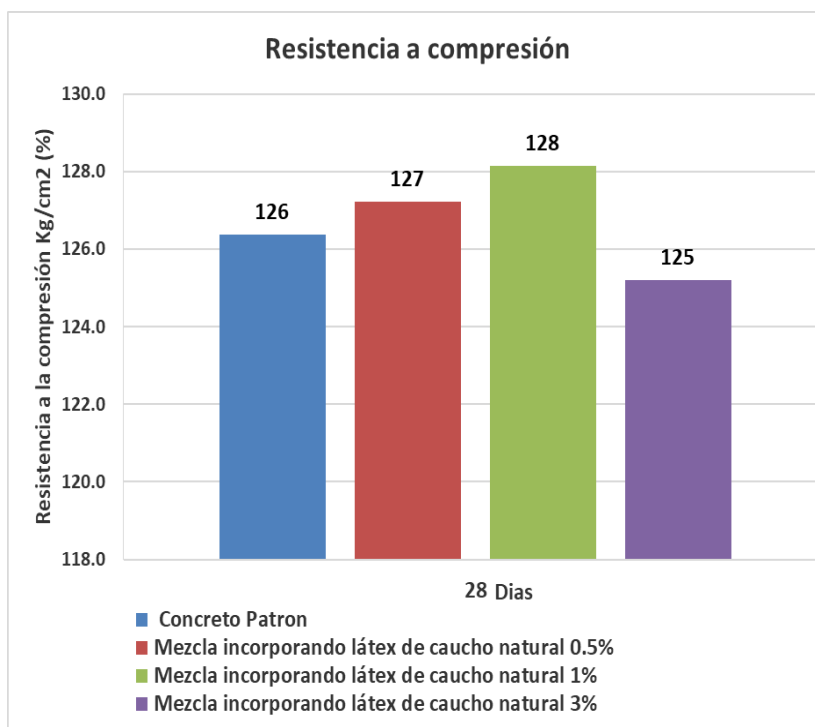
Fuente: Propiedad del autor

Gráfico 20: Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días



Fuente: Propiedad del autor

Gráfico 21: Resistencia a la compresión a los 28 días.



Fuente: Propiedad del autor

Resistencia a la tracción

Tabla 51: Resistencia Tracción a los 28 días

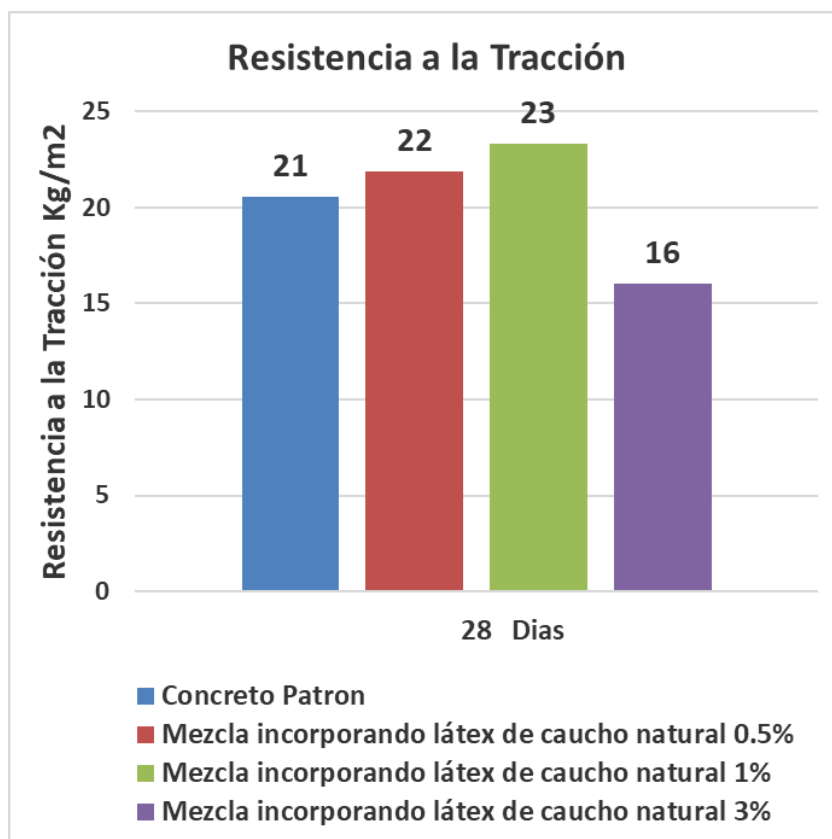
DOSIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA (kg)	L(cm)	D (cm)	MODULO DE ROTURA(Kg/m ²)	
Concreto Patrón	30/04/2024	29/05/2024	28	10530	30	15	14.90	21
Concreto Patrón	30/04/2024	29/05/2024	28	11380	30	15	16.10	
Concreto Patrón	08/05/2025	11/06/2025	28	21690	30	15	30.69	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	30/04/2024	29/05/2024	28	10970	30	15	15.52	22
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	30/04/2024	29/05/2024	28	12210	30	15	17.27	
Mezcla incorporando látex de	08/05/2025	11/06/2025	28	23200	30	15	32.82	

caucho natural 0.5%								
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	30/04/2024	29/05/2024	28	10730	30	15	15.18	23
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	30/04/2024	29/05/2024	28	15260	30	15	21.59	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	08/05/2025	11/06/2025	28	23510	30	15	33.26	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	30/04/2024	29/05/2024	28	9250	30	15	13.09	16
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	30/04/2024	29/05/2024	28	9410	30	15	13.31	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	08/05/2025	11/06/2025	28	15342	30	15	21.70	

Fuente: Propiedad del autor

En tabla 55, se observó que el concreto tradicional tiene una resistencia a la tracción de 21 kg/cm². Al añadir un 0.5% de latex de caucho natural, la resistencia a la tracción aumenta a 22 kg/cm², superando al estándar. Con un 1% de latex, la resistencia alcanzo los 23 kg/cm², también superior a la del estándar. Sin embargo, al incorporar un 3% de latex de caucho natural, la resistencia cayó a 16/cm², inferior a la del normal.

Gráfico 22: Resistencia a la Tracción a los 28 días



Fuente: Propiedad del autor

Resistencia a la Flexión

Tabla 52: Resistencia a la Flexión a 28 días

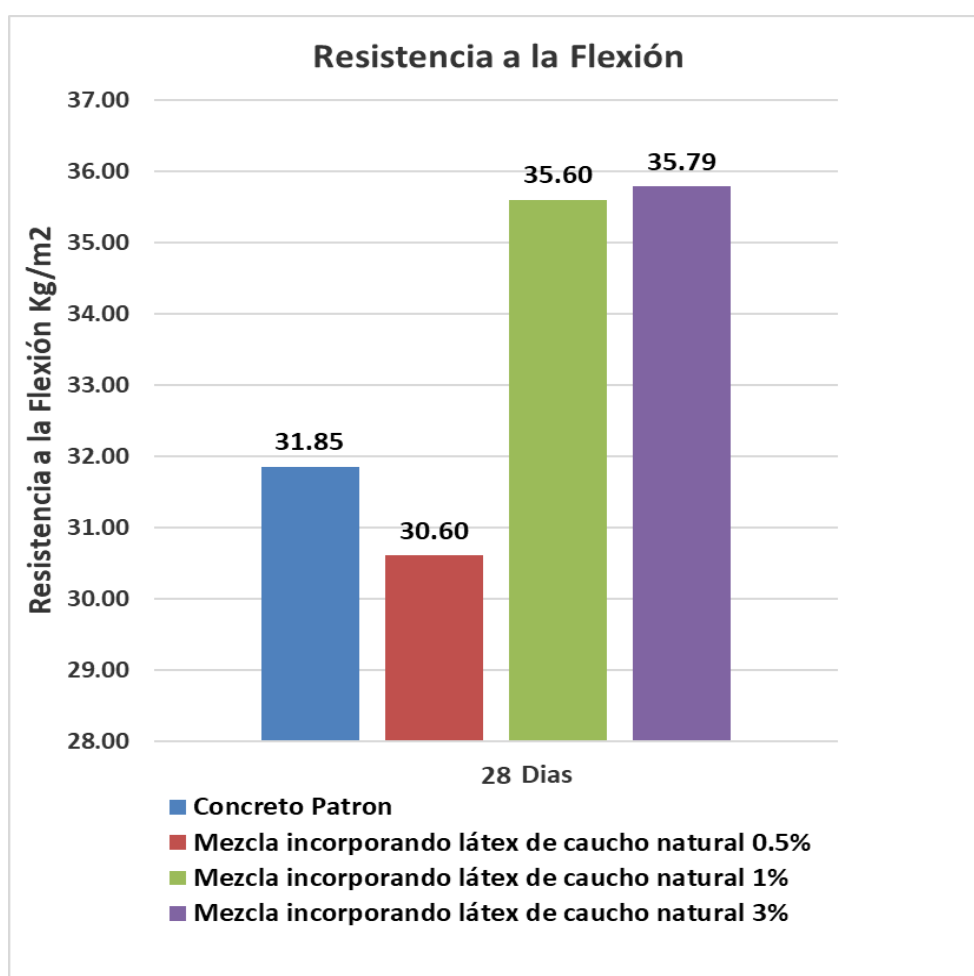
DOSIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA (kg)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ (cm)	MODULO DE ROTURA (Kg/m ²)	
Concreto Patrón	01/06/2024	29/06/2024	28	2170	15.5	15.1	50	30.70	31.8
Concreto Patrón	01/06/2024		28	2320	15.2	15.3	50	32.60	
Concreto Patrón	01/06/2024		28	2250	15.3	15.1	50	32.25	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	02/06/2024	30/06/2024	28	2380	15.4	15.9	50	30.57	30.6
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	02/06/2024		28	2460	15.3	15.5	50	33.46	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	02/06/2024		28	1990	15.1	15.4	50	27.78	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	03/06/2024	02/07/2024	28	2950	15.4	15.3	50	40.92	35.6
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	03/06/2024		28	2540	15.4	15.5	50	34.33	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	03/06/2024		28	2320	15.1	15.6	50	31.57	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	04/06/2024	02/07/2024	28	2520	15.1	15.5	50	34.73	35.8

Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	04/06/2024	02/07/2024	28	2560	15.2	15.4	50	35.51
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	04/09/2024	02/07/2024	28	2590	15.1	15.2	50	37.12

Fuente: Propiedad del autor

Conforme con la tabla 56, el hormigón sin añadir fue 31.8 kg/cm². La mezcla con un 0.5% de látex de caucho natural fue de 30.6 kg/cm², menor que la del concreto estándar. En el 1% de látex, aumentó a 35.6 kg/cm², superando la del concreto estándar. Por último, la mezcla con un 3% de latex logro un de 35 kg/cm².

Gráfico 23: Resistencia a la Flexión a 28 días



Fuente: Propiedad del autor

Modulo de elasticidad y poissón del concreto

Tabla 53: Modulo de elasticidad y razón de poisson para concreto patron.

DESCRIPCIÓN	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm ²		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Muestra			
σ_u (Kg/cm²)	264.74	261.75	270.80
σ_u prom (Kg/cm²)	265.76		
Esfuerzo S2 (40%σ_u) Kg/cm²	105.90	104.70	108.32
Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm²	7.96813	7.98405	7.97098
ϵ unitaria ϵ_2 (S2)	0.006060	0.006610	0.0064120
ϵ Unitaria Transv	0.00066500	0.00065600	0.000669
E_c Kg/cm²	159363.000	159681.000	159975.00
Promedio E_c (experimental) Kg/cm²	159673.000		
PESO UNITARIO Kg/m³	2401.20		
E_c (ACI 318) Kg/cm²	268545.62		
n	0.1097	0.0992	0.1043
promedio	0.1044		

Fuente: Propiedad del autor

Para el concreto patrón se obtuvo un módulo de elasticidad de 159673.00 kg/cm³ y según lo mencionado en el ACI se obtiene un resultado de 268545.62 kg/cm³ y la razón de poisson fue de 0.1044.

Tabla 54: Modulo de elasticidad y razón de poisson para el 0.5% de látex de caucho natural

DESCRIPCIÓN	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 0.5%		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Muestra			
σ_u (Kg/cm ²)	258.35	262.31	265.50
σ_u prom (Kg/cm ²)	262.05		
Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	103.34	104.92	106.20
Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	7.96776	7.94176	7.95761
ϵ unitaria ϵ_2 (S2)	0.006320	0.006424	0.0059890
ϵ Unitaria Transv	0.00064800	0.00066100	0.000659
E_c Kg/cm ²	159355.000	158835.000	157056.00
Promedio E_c (experimental) Kg/cm ²	158415.333		
PESO UNITARIO Kg/m ³	2371.20		
E_c (ACI 318) Kg/cm ²	261682.79		
n	0.1025	0.1029	0.1100
promedio	0.1052		

Fuente: Propiedad del autor

Para el concreto con adición del 0.5% de latex de caucho natural se obtuvo un módulo de elasticidad de 158415.333 kg/cm³ y en el ACI un resultado de 261682.79 kg/cm³ y el de poisson fue de 0.1052.

Tabla 55: Modulo de elasticidad y razón de poisson para el 1% de látex de caucho natural

DESCRIPCIÓN	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 1%		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Muestra			
σ_u (Kg/cm²)	278.75	250.67	275.80
σ_u prom (Kg/cm²)	267.68		
Esfuerzo S2 (40%σ_u) Kg/cm²	111.50	100.27	110.32
Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm²	8.86611	6.90596	8.99870
ϵ unitaria ϵ_2 (S2)	0.007998	0.007390	0.0089870
ϵ Unitaria Transv	0.00083200	0.00072600	0.000867
E_c Kg/cm²	131257.000	138119.000	158989.00
Promedio E_c (experimental) Kg/cm²	142788.333		
PESO UNITARIO Kg/m³	2576.50		
E_c (ACI 318) Kg/cm²	299558.20		
ν	0.1040	0.0982	0.0965
promedio	0.0996		

Fuente: Propiedad del autor

Adicionando del 1% de látex de caucho natural dio como resultado un módulo de elasticidad de 142788.333 kg/cm³ y en el ACI fue de 299558.20 kg/cm³ y la razón poisson fue de 0.0996.

Tabla 56: Modulo de elasticidad y razón de poisson para el 3% de látex de caucho natural

DESCRIPCIÓN	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 3%		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Muestra			
σ_u (Kg/cm²)	223.09	229.97	270.83
σ_u prom (Kg/cm²)	241.30		
Esfuerzo S2 (40%σ_u) Kg/cm²	89.24	91.99	108.33
Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm²	6.66528	7.04913	7.90796
ϵ unitaria ϵ_2 (S2)	0.006790	0.006710	0.0058190
ϵ Unitaria Transv	0.00066900	0.00065200	0.000668
E_c Kg/cm²	133305.670	140982.590	133515.00
Promedio E_c (experimental) Kg/cm²	135934.420		
PESO UNITARIO Kg/m³	2227.70		
E_c (ACI 318) Kg/cm²	228659.24		
n	0.0985	0.0972	0.1148
promedio	0.1035		

Fuente: Propiedad del autor

Para el concreto incorporando 3% de látex de caucho natural arrojo resultado del módulo de elasticidad de 135934.420 kg/cm³ y en el ACI fue de 228659.24 kg/cm³ y la razón poisson fue de 0.1035.

Durabilidad por Sulfatos

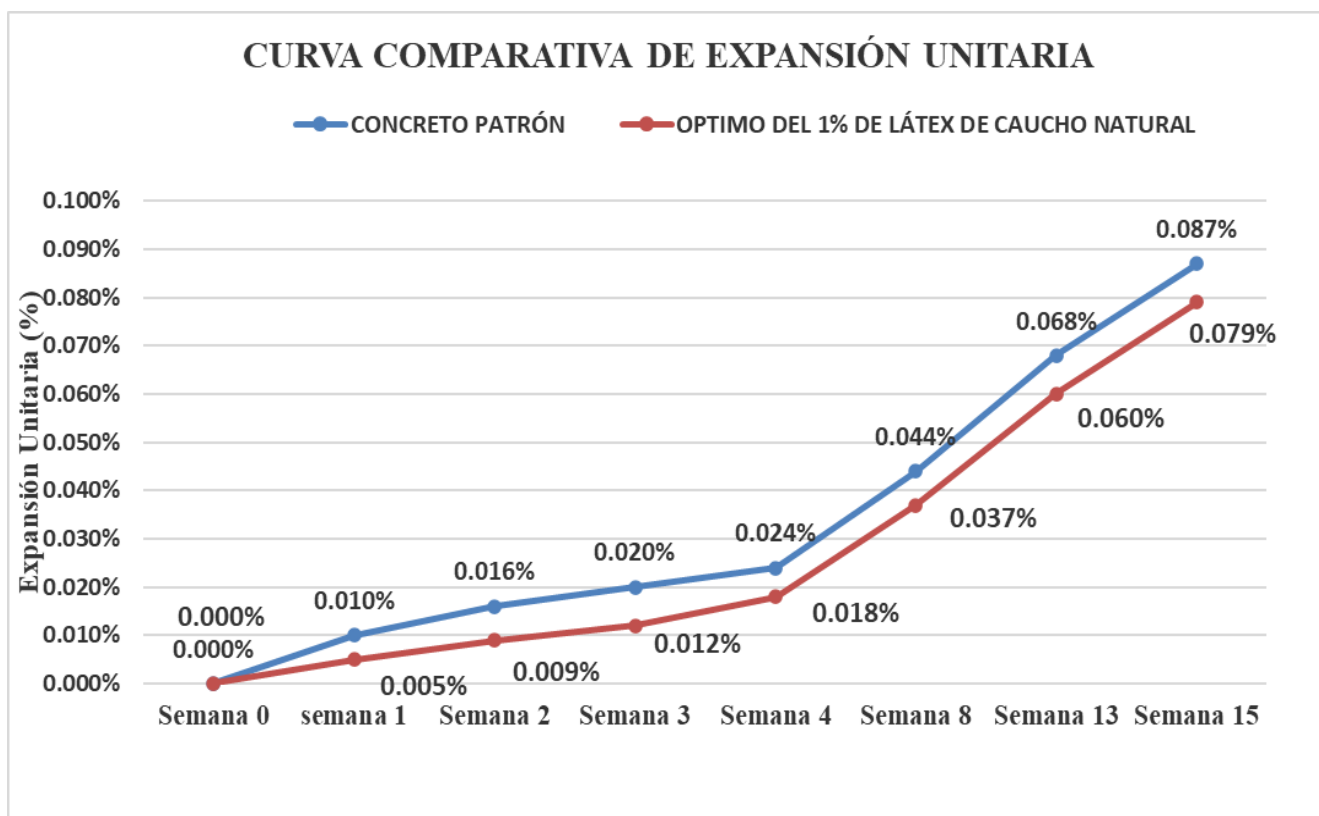
La tabla 61 muestra los valores del cambio en la expansión unitaria del óptimo del 1% de látex de caucho natural para cada una de las muestras.

Tabla 57: Expansión unitaria a sulfatos de sodio

TIEMPO DE LECTURA		EXPANSION UNITARIA	
SEMANA	FECHA	CONCRETO PATRÓN	OPTIMO DEL 1% DE LÁTEX DE CAUCHO NATURAL
Semana 0	30/05/2024	0.000%	0.000%
semana 1	06/06/2024	0.010%	0.005%
Semana 2	13/06/2024	0.016%	0.009%
Semana 3	20/07/2024	0.020%	0.012%
Semana 4	27/07/2024	0.024%	0.018%
Semana 8	26/08/2024	0.044%	0.037%
Semana 13	30/07/2024	0.068%	0.060%
Semana 15	14/08/2024	0.087%	0.079%

Fuente: Propiedad del autor

Gráfico 24: Curva comparativa de Expansión unitaria frente a sulfatos de sodio



Fuente: Propiedad del autor

Valores de diseño de mezcla de concreto patrón y del modificado

Tabla 58: Valores de diseño de mezcla por metro cubico del estándar y las incorporaciones del 0.5%,1%,3%

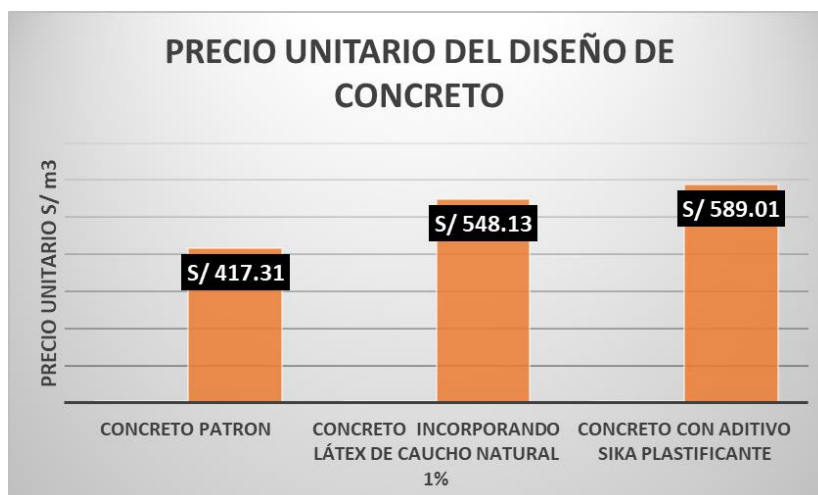
Material	Concreto patrón	Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%
Cemento (kg/m3)	346	346	346	346
Agua (Lt)	201	201	201	201
Agregado fino (kg/m3)	749	749	749	749
Agregado grueso (kg/m3)	998	998	998	998
Resina del árbol Brasiliensis (Lt)	–	1.78	3.57	10.71

Fuente: Propiedad del autor

Evaluación económica

Esta sección presenta una estimación del costo de producción por metro cubico, tanto del concreto normal, del optimo del 1% de adición de látex de caucho natural y con aditivo Sika Plastificante. Además, se hizo un costo unitario relacionados con la extracción del caucho natural.

Gráfico 25: Precio unitario del diseño de concreto para un m³



Fuente: Propiedad del autor

Tabla 59: Evaluación de los costos unitarios de la extracción de Látex de caucho natural

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Análisis de costos unitarios para la extracción del látex de caucho natural					
RENDIMIENTO:	25	lt/día				
					TOTAL, S/	36.64
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	Precio		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						S/6.45
Peón	hh	1	0.32	20.16	6.45	
Materiales						S/0.00
látex de caucho natural	LT		3	0	0.00	
Equipos y herramientas						S/30.19
Herramientas	% Mo		3%	6.4512	0.19	
Flete terrestre	glb		1	30	30.00	

Fuente: Propiedad del autor

Tabla 60: Evaluación de los costos unitarios - Diseño de concreto Patrón

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Concreto f'c=210kg/cm2 - Diseño de mezcla del Concreto Patrón					
RENDIMIENTO:	25	m3/día				
					TOTAL, S/	417.31
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	Precio		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						S/85.79
Operario	hh	2	0.64	31.14	19.93	
oficial	hh	2	0.64	22.27	14.25	
Peon	hh	8	2.56	20.16	51.61	
Materiales						S/320.59
Cemento Portland Tipo I	bls		8.13	31	252.03	

Piedra chancada 3/4"	m3		0.73	60	43.80	
Arena gruesa	m3		0.47	50	23.50	
Agua	m3		0.205	6.14	1.26	
Equipos y herramientas						S/10.93
Herramientas	% Mo		3%	85.792	2.57	
Mezcladora tipo trompo 9p3	hm		0.32	26.12	8.36	

Fuente: Propiedad del autor

Tabla 61: Evaluación de los costos unitarios (Diseño de mezcla incorporando látex de caucho natural al 1%)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Concreto f'c=210kg/cm2 - Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%					
RENDIMIENTO:	25	m3/día				
					TOTAL, S/	548.13
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	Precio		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						S/85.79
Operario	hh	2	0.64	31.14	19.93	
oficial	hh	2	0.64	22.27	14.25	
Peon	hh	8	2.56	20.16	51.61	
Materiales						S/451.41
Cemento Portland Tipo I	bls		8.13	31	252.03	
Piedra chancada 3/4"	m3		0.73	60	43.80	
Arena gruesa	m3		0.47	50	23.50	
1% de Latex de Caucho Natural	LT		3.57	36.64	130.82	
Agua	m3		0.205	6.14	1.26	
Equipos y herramientas						S/10.93
Herramientas	% Mo		3%	85.792	2.57	
Mezcladora tipo trompo 9p3	hm		0.32	26.12	8.36	

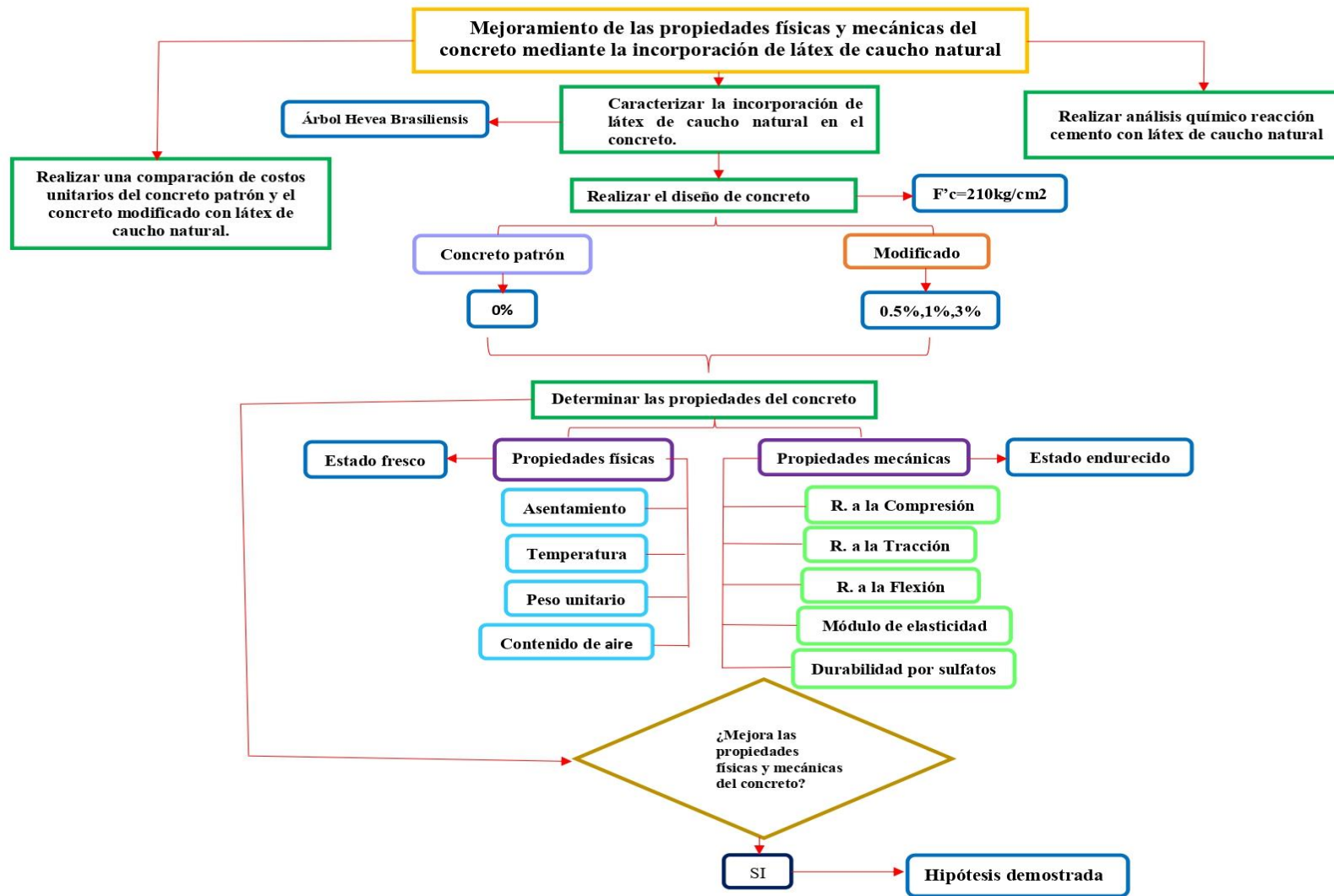
Fuente: Propiedad del autor

Tabla 62: Evaluación de los costos unitarios (Diseño de mezcla incorporando aditivo SIKA superplastificante)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Concreto f'c=210kg/cm2 - Con aditivo Sika superplastificante					
RENDIMIENTO:	25	m3/día				
					TOTAL, S/	589.01
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	Precio		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						S/85.79
Operario	hh	2	0.64	31.14	19.93	
oficial	hh	2	0.64	22.27	14.25	
Peon	hh	8	2.56	20.16	51.61	
Materiales						S/492.29
Cemento Portland Tipo I	bls		8.11	31	251.41	
Piedra chancada 3/4"	m3		0.73	60	43.80	
Arena gruesa	m3		0.47	50	23.50	
aditivo Sika superplastificante	LT		3.59	48.00	172.32	
Agua	m3		0.205	6.14	1.26	
Equipos y herramientas						S/10.93
Herramientas	% Mo		3%	85.792	2.57	
Mezcladora tipo trompo 9p3	hm		0.32	26.12	8.36	

Fuente: Propiedad del autor

Ilustración 68: Flujograma Sobre El Procedimiento De La Investigación



FUENTE: Propiedad del autor

Discusión

1. Las características de la resina del *Brasiliensis* fueron las siguientes: pH de 9.49, densidad de 1.08 g/cm³, fósforo 18.41 mg/l, potasio 14.37 mg/l, calcio <0.01 mg/l, magnesio 2.85 mg/l, zinc 0.83 mg/l, cobre 0.46 mg/l, manganeso 0.41 mg/l y fierro 1.69 mg/l. Al comparar estos valores con los obtenidos por Dávila Guerrero y Vela Saavedra (2020) [3], quienes analizaron las propiedades físicas y químicas de un aditivo natural, se reportaron resultados de pH 10.49, densidad 0.94 g/cm³, fósforo 18.40 mg/l, potasio 14.00 mg/l, calcio <0.1 mg/l, magnesio 2.80 mg/l, zinc 0.80 mg/l, cobre 0.40 mg/l, manganeso 0.40 mg/l y fierro 1.69 mg/l. En consecuencia, se confirma que las variaciones entre ambas resinas son mínimas, lo que permite concluir que presentan características muy similares. Asimismo, [22] señala que el látex de caucho natural contiene polímeros elásticos que, al integrarse con otros compuestos, favorecen la cohesión y la elasticidad del material, incrementando así su resistencia frente a impactos y deformaciones.
2. El segundo objetivo consistió en analizar la reacción química del cemento al incorporar látex de caucho natural. Los resultados obtenidos para las adiciones del 1% y 3% en el concreto (ver Tablas 63 y 64) mostraron que, en el caso del 1%, los valores registrados fueron: cloruros 60.167 mg/kg, sulfatos 56.877 mg/kg y sales solubles 4435.5 mg/kg. Por su parte, para la adición del 3% se obtuvieron 70.245 mg/kg de cloruros, 68.877 mg/kg de sulfatos y 6235.5 mg/kg de sales solubles. Al comparar estos resultados con lo establecido en la Norma E.60 [12], se observa que el contenido máximo permitido de cloruros en concreto armado es de 1500 mg/kg, mientras que para los sulfatos el límite en condiciones de exposición moderada es de 1500 mg/kg, y para las sales solubles se establece un máximo de 1500 mg/kg. En consecuencia, los resultados permiten señalar que, aunque el concreto con adiciones de 1% y 3% cumple con los valores normativos.
3. El tercer objetivo consistió en realizar el diseño de mezclas del concreto patrón, así como la incorporación del aditivo obtenido del árbol *Brasiliensis* para un concreto de 210 kg/cm². Dicho diseño se llevó a cabo siguiendo el método ACI 211.1, con la finalidad de alcanzar la resistencia prevista y un asentamiento de 4 pulgadas. Para lograrlo, se definió una relación agua/cemento de 0.56, lo que permitió cumplir con las especificaciones técnicas establecidas. En cuanto a las proporciones de los materiales para cada metro cúbico de concreto (ver Tabla 65), se determinaron los siguientes valores: 346 kg/m³ de cemento, 201 litros de agua, 709 kg/m³ de agregado fino y 998 kg/m³ de agregado grueso. Finalmente, las cantidades de látex añadidas fueron de 1.78 litros para el 0.5%, 3.57 litros para el 1% y 10.7 litros para el 3%.

4. El cuarto objetivo se centra en evaluar las propiedades físicas del concreto.

Los datos obtenidos (ver Gráfico 13) muestran que el asentamiento en el concreto de referencia fue de 4 pulgadas, mientras que en las mezclas con adiciones de 0.5%, 1% y 3% de látex de caucho natural se registraron valores de 3", 3.5" y 5" pulgadas, respectivamente. Al comparar estos resultados con lo reportado por Nicolei Randall Marlon [2], se observa que los asentamientos con 0.5% y 1% de látex fueron de 3" y 3 ½" pulgadas, lo que coincide con lo encontrado en esta investigación. No obstante, en un estudio internacional [6], la adición del 3% arrojó un valor de 3" pulgadas, evidenciando así una diferencia frente al presente trabajo. En consecuencia, puede afirmarse que las adiciones de látex de caucho natural influyen en el slump del concreto, generando un incremento con porcentajes más altos y favoreciendo la trabajabilidad de la mezcla. Además, según lo indicado en [31], para garantizar la producción de un concreto de calidad es necesario alcanzar una consistencia plástica adecuada, la cual se logra con un asentamiento entre 3 y 4 pulgadas, ya que este rango asegura tanto una aplicación correcta como un buen desempeño del material en obra.

De acuerdo con los resultados (ver Gráfico 14), la densidad del concreto de referencia fue de 2405 kg/m³. Por su parte, al incorporar látex de caucho natural, los valores obtenidos fueron de 2364.1 kg/m³, 2340.3 kg/m³ y 2328.8 kg/m³ para las adiciones de 0.5%, 1% y 3%, respectivamente. Al comparar estos resultados con lo establecido en la norma NTP 339.046 [33], se verifica que el peso unitario debe encontrarse dentro del rango de 2000 a 2500 kg/m³, por lo que el concreto patrón cumple con dicha especificación. Sin embargo, al añadir látex se identificaron variaciones en el peso unitario: con un 0.5% se redujo en 40.4 kg/m³, con un 1% la disminución fue de 64.2 kg/m³ y con un 3% se alcanzó una reducción de 75.7 kg/m³ en comparación con el patrón. En consecuencia, estos resultados evidencian que un mayor contenido de látex de caucho natural conduce a una disminución progresiva del peso unitario del concreto.

En el ensayo de temperatura del concreto (ver Gráfico 15), se registró que para el concreto estándar la temperatura fue de 24.5 °C, mientras que al añadir látex de caucho natural en proporciones de 0.5%, 1% y 3%, las temperaturas se incrementaron a 25.6 °C, 26.4 °C y 26.7 °C, respectivamente. Al contrastar estos resultados con lo establecido en la norma NTP 339.184 [34], que indica que la temperatura del concreto fresco debe encontrarse entre 13 °C y 30 °C, se verifica que el concreto patrón, con 24.5 °C, cumple con el rango, al igual que las mezclas

modificadas. Asimismo, se observó un aumento progresivo en la temperatura con la incorporación de látex: con 0.5% el incremento fue de +1.1 °C, con 1% alcanzó +1.9 °C y con 3% llegó a +2.2 °C en comparación con el patrón. En consecuencia, estas variaciones ponen en evidencia que, aunque la temperatura del concreto tiende a aumentar con el uso de látex, todos los valores permanecen dentro del rango aceptable, lo que asegura una adecuada trabajabilidad y contribuye al logro de la resistencia proyectada.

Por consiguiente, el contenido de aire en el concreto estándar fue de 1.20% (ver Gráfico 16). Al incorporar látex de caucho natural en proporciones de 0.5%, 1% y 3%, los valores aumentaron a 1.50%, 1.70% y 1.90%, respectivamente. Al comparar estos resultados con lo establecido en la NTP 339.080 [35], que indica que el contenido de aire debe oscilar entre 1% y 3%, se confirma que el concreto patrón cumple con lo especificado, al igual que las mezclas modificadas. Asimismo, se observó un incremento progresivo: con 0.5% de látex, el contenido de aire aumentó en +0.30%; con 1%, la variación fue de +0.50%; y con 3%, se registró un incremento de +0.70% en relación con el concreto estándar. En consecuencia, estas variaciones reflejan que el incremento en el porcentaje de látex se traduce en un aumento proporcional del aire incorporado, manteniéndose siempre dentro del rango permitido por la normativa vigente.

5. El quinto objetivo consiste en determinar las propiedades mecánicas del concreto. Con respecto al ensayo de resistencia a la compresión del concreto (ver Tabla 55), se obtuvieron los siguientes resultados a los 28 días: el concreto estándar alcanzó una tenacidad de 265.40 kg/cm². En las mezclas con látex de caucho natural, las cifras fueron de 255.82 kg/cm² para 0.5%, 269.08 kg/cm² para 1% y 265.92 kg/cm² para 3%. Al comparar estos resultados con lo encontrado por Nicolei Randall Marlon (2023) [2], se observa que los porcentajes de 0.5% y 1% de látex son favorables, ya que superan la resistencia de la muestra estándar (284 kg/cm²) para un concreto de 210 kg/cm², alcanzando 322.4 kg/cm² y 326.9 kg/cm², respectivamente. Además, lo encontrado por Dávila & Vela (2020) [3] señala que, con un 3% de látex, la tenacidad se reduce a 224.5 kg/cm² en comparación con los 249.8 kg/cm² del concreto de referencia; incluso en [3], al añadir un 5% de látex, los resultados fueron desfavorables, indicando que un mayor porcentaje de látex disminuye la resiliencia a la compresión. Con estos resultados, se puede inferir que, si bien el 0.5% reduce levemente la resistencia en comparación con el patrón, el 1% resulta en un valor ligeramente superior, lo cual está en línea con los hallazgos de Nicolei Randall Marlon, ya que incrementan la tenacidad por encima de la muestra patrón, lo que

sugiere que una adición moderada de látex puede ser beneficiosa en ciertos porcentajes. Por otro lado, al usar un 3% de látex, la resistencia en este estudio fue de 265.92 kg/cm²; sin embargo, en el estudio de Dávila & Vela (2020), la resistencia disminuyó significativamente a 245.5 kg/cm² con la misma dosificación de látex. Esto indica que, si bien el látex puede mejorar la resistencia en pequeñas dosis, su exceso puede tener un efecto negativo.

A los 28 días, el estándar alcanzó una resistencia a la tracción de 21 kg/cm² (ver Gráfico 21). Al incorporar látex, la resistencia aumentó a 22 kg/cm² con un 0.5% de látex y a 23 kg/cm² con un 1%, reflejando mejoras de +1 kg/cm² y +2 kg/cm², respectivamente. Sin embargo, al incorporar un 3% de látex, la resistencia se redujo a 16 kg/cm², lo que representa una disminución de 5 kg/cm² respecto al concreto patrón. En el estudio [9], se observaron resultados positivos en la resistencia a la tracción con proporciones de 4%, 5% y 6%, mostrando aumentos en cada caso. Además, el mismo estudio señala que el látex recubre los poros y huecos del concreto, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas. En consecuencia, la adición de látex contribuyó a una mayor resistencia a la tracción, haciendo el concreto más dúctil.

A los 28 días, el concreto de referencia alcanzó una resistencia a la flexión de 31.85 kg/cm² (ver Gráfico 22). Al agregar látex de caucho natural, los valores obtenidos fueron de 30.60 kg/cm² con un 0.5% de látex, 35.60 kg/cm² con 1% y 35.79 kg/cm² con un 3%. Al comparar estos resultados con los obtenidos en [6], se observa que las mezclas con un 1% y un 3% de látex lograron resistencias de 46 kg/cm² y 45 kg/cm², respectivamente. En este sentido, los resultados indican que, aunque la incorporación de látex en proporciones de 1% y 3% incrementa la resistencia en comparación con el 0.5%, no supera el valor del concreto estándar de 43 kg/cm². No obstante, al contrastarlos con lo reportado en [6], las adiciones de látex de 1% y 3% mostraron resultados positivos.

El módulo de elasticidad y la razón de Poisson (ver Tablas 57, 58, 59 y 60). El análisis de los resultados muestra que, en todas las mezclas ensayadas, el módulo de elasticidad experimental resultó menor que el calculado mediante la expresión propuesta por el ACI. En cuanto al coeficiente de Poisson, los valores obtenidos oscilaron entre 0.0996 y 0.1052 para el 0.5%;1%; alcanzando un máximo de 0.1035 con el 3% de látex. Estos valores se encuentran dentro de los rangos aceptables para concretos estructurales, aunque reflejan una ligera tendencia hacia un comportamiento más dúctil conforme se incrementa el contenido de látex.

Según lo mostrado en la (ver Tabla 61), muestra con un 1% del óptimo de látex de caucho natural presenta valores de expansión menores que el concreto de patrón. El concreto estándar muestra una expansión unitaria superior al 0.01%, lo que indica que no cumple con la norma. En el (ver Gráfico 23) se observa que, durante las primeras cuatro semanas, las mezclas presentan una expansión inferior al 0.01% en comparación con el concreto normal, cumpliendo así con la norma establecida. No obstante, en las semanas siguientes, esta adición comienza a mostrar un aumento en su expansión. En concordancia con lo indicado en [38], se establece que las mediciones deben realizarse solo en los intervalos señalados en la Tabla 62; sin embargo, si se presentan variaciones significativas entre lecturas, se deben tomar mediciones en periodos más cortos. En este caso, los valores se han mantenido constantes, aunque superan la expansión unitaria del 0.01%.

6. En el análisis económico se observó (ver Gráfico 24) que el concreto patrón presentó el menor costo con S/ 417.31, seguido por la mezcla con 1% de látex de caucho natural con S/ 548.13 y, finalmente, el concreto con aditivo plastificante Sika con S/ 589.01. Estos resultados reflejan que, aunque la incorporación del látex natural incrementa ligeramente el costo respecto al concreto convencional, sigue siendo más accesible que el uso de aditivos comerciales. Además, al considerar que el látex de caucho natural es un producto de origen renovable y disponible localmente, su aplicación no solo representa una alternativa económica, sino también ambientalmente sostenible. Por tanto, su uso puede contribuir a reducir la dependencia de aditivos industriales, fomentando el aprovechamiento de recursos naturales en la producción de concretos con buen desempeño y menor impacto económico y ecológico.

Conclusiones

1. Se caracterizó la resina de Brasiliensis para su incorporación en el concreto, con un pH de 9.49 y una densidad de 1.08 g/cm^3 , lo que indica estabilidad. Asimismo, su contenido en nutrientes, como fósforo (18.41 mg/l), potasio (14.37 mg/l) y magnesio (2.85 mg/l), muestra un potencial significativo para mejorar la durabilidad y la resistencia del concreto; sin embargo, los bajos niveles de calcio ($< 0.01 \text{ mg/l}$) requieren atención para asegurar un rendimiento óptimo en las mezclas.
2. Los resultados indican que, al agregar un 1% de látex al concreto, se encontraron niveles de cloruros, sulfatos y sales solubles relativamente bajos, en comparación con el 3%, que presentó un incremento en estos valores. Por lo tanto, esto sugiere que un mayor porcentaje de adición incrementa la presencia de sales y compuestos en la mezcla, lo cual podría influir en las propiedades del concreto.
3. Se realizó el diseño de mezclas tanto para el concreto de referencia como para aquellas que incorporan 0.5%, 1% y 3% de látex de caucho natural. En el concreto sin adición, se utilizaron 346 kg/m^3 de cemento, 201 litros de agua, 749 kg/m^3 de agregado fino y 998 kg/m^3 de agregado grueso. En cuanto a la mezcla con un 0.5% de látex, se mantuvieron las mismas cantidades de cemento, agua y agregados, añadiendo 1.78 litros de látex de caucho natural. Asimismo, con el 1% de látex, se conservaron las cantidades anteriores, pero se agregaron 3.57 litros de látex. Finalmente, en la mezcla con un 3% de látex, se emplearon los mismos componentes, se agregaron 10.71 litros de látex de caucho natural.
4. Para analizar las propiedades físicas, los resultados de las pruebas de slump, peso unitario, temperatura y contenido de aire indican que la inclusión de látex de caucho natural mejora las características físicas del concreto en comparación con el concreto de referencia. En este sentido, se observó una variación en el asentamiento para las adiciones de 0.5%, 1% y 3%, mostrando que, a mayores porcentajes, se contribuye de manera favorable, mejorando la trabajabilidad del concreto. Además, se evidenció una reducción en el peso unitario en los porcentajes de 0.5%, 1% y 3%, un ligero aumento en la temperatura de los mismos porcentajes con respecto al concreto patrón y una mejora en el contenido de aire a medida que se incrementa el porcentaje de adición de látex de caucho natural.
5. La evaluación de las propiedades mecánicas del concreto endurecido indica que la adición de látex de caucho natural mejora su rendimiento. A los 28 días, el concreto con un 1% de látex alcanzó una resistencia a la compresión de 268.8 kg/cm^2 , superando los 264.40 kg/cm^2 del concreto de referencia. Asimismo, mostró un incremento en la resistencia a la tracción,

alcanzando 23 kg/cm² frente a los 21 kg/cm² del concreto estándar. Por otra parte, las mezclas con 1% y 3% de látex también lograron resistencias a la flexión de 46 kg/cm² y 45 kg/cm², respectivamente, superando los 43 kg/cm² del concreto patrón. No obstante, la incorporación de látex de caucho natural provocó una disminución del módulo de elasticidad del concreto respecto a los valores calculados por la norma ACI; sin embargo, el coeficiente de Poisson permaneció dentro de rangos aceptables. Finalmente, a pesar de esta reducción, el concreto con un 1% de látex mostró mayor durabilidad frente a sulfatos, con menor expansión en comparación con el concreto estándar.

6. El análisis económico mostró que el concreto patrón tuvo un costo de S/ 417.31, mientras que la mezcla con 1% de látex de caucho natural alcanzó un valor de S/ 548.13. En comparación, el concreto con aditivo plastificante Sika presentó un costo de S/ 589.01. Estos resultados indican que la adición de látex de caucho natural constituye una opción económicamente viable y competitiva frente a los aditivos sintéticos comerciales.

Recomendaciones

1. Se invita a realizar un estudio más detallado sobre el uso del látex de caucho natural como aditivo en el concreto. Este material puede ofrecer beneficios significativos en proyectos que demanden alta resistencia y sostenibilidad a la construcción.
2. Es recomendable llevar a cabo un análisis más detallado de la reacción química del cemento u con la adición del latex de caucho natural, ya que esto podría revelar como influye en el proceso de hidratado del cemento y su interacción con otros componentes lo que contribuiría a mejorar las propiedades del concreto.
3. Se sugiere llevarse a cabo el diseño del concreto de referencia incorporando latex de caucho natural del árbol Hevea Brasiliensis, utilizando un porcentaje que no supere el 3% del peso del cemento. Esto permitirá alcanzar una resistencia de 210 kg/cm² y, al mismo tiempo, mejora las propiedades del concreto
4. Recomiendo que las investigaciones futuras incluyan ensayos de exudación y tiempo de fraguado del concreto, ya que son cruciales para evaluar la estabilidad y el comportamiento del concreto en estado fresco, el ensayo de exudación permitirá determinar la cantidad de agua que puede subir a la superficie, lo cual puede afectar tanto la trabajabilidad como la resistencia del concreto. De igual manera, el análisis del tiempo de fraguado es vital para establecer el periodo óptimo para el manejo y colocación del concreto, evitando problemas como el agrietamiento o pérdida de consistencia.
5. Se sugiere que futuras investigaciones realicen ensayos de permeabilidad en las mezclas de concreto que incorporan látex de caucho natural, estos estudios son fundamentales para evaluar como la adición de látex influye en la capacidad del concreto para resistir el paso de agua y otros líquidos, lo que puede tener un impacto significativo en su resistencia y durabilidad a largo plazo.
6. Se recomienda realizar estudios adicionales sobre materiales orgánicos con el fin de industrializarlo y aplicarlos en la construcción, dado que podrían disminuir los costos para mejorar diversas propiedades del concreto de manera significativa.

Referencias

- [1] José Efreem Oblitas Benavides "Mejoramiento, de la capacidad autorreparable del concreto $f'c$ 210 kg/cm² con la incorporación de bacterias, *Bacillus Megaterium*" universidad católica santo toribio de Mogrovejo facultad de ingeniería, Chiclayo, 2023.
- [2] N. R. M. Portillo Paulino, "Efecto, de la adición de Látex de Shiringa, en la resistencia del concreto en el distrito de Yanacancha, Pasco 2021", Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, jun. 2023"
- [3] Dávila guerrero, Efmam Jjasond, Vela Saavedra, Arturo "Adición de resina de shiringa para mejorar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm², Tarapoto 2020", universidad cesar vallejo 2020.
- [4] J. Silvestre, "INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ".
- [5] E. N. Choquehuanca, J. S. Díaz, y N. C. Mandujano, Volumen 21(5), septiembre de 2020 *Látex del caucho*, 2020.
- [6] "2018 5th Global, Conference on Polymer and, Composite Materials (PCM 2018)", IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., vol. 369, p. 011001, may 2018, doi: 10.1088/1757-899X/369/1/011001.
- [7] A. A. K. Reji, «*Latex Modified High Performance Concrete*», *International Journal of Engineering Research*, vol. 7, n.º 04.
- [8] M. Ismail, B. Muhammad, y A. Mohamad, "Durability Performance of Natural Rubber Latex Modified Concrete", *Malaysian Journal of Civil Engineering*, vol. 21, pp. 195-203, ene. 2009.
- [9] S. Subash, K. Mini, y M. Ananthkumar, "Incorporation of natural rubber latex as concrete admixtures for improved mechanical properties", *Materials Today: Proceedings*, vol. 46, pp. 4859-4862, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.10.326.
- [10] G. T. Truong, M.-K. Son, y K.-K. Choi, «*Mechanical Performance and Durability of Latex-Modified Fiber-Reinforced Concrete*», *ACT*, vol. 17, n.º 2, pp. 79-92, feb. 2019, doi: 10.3151/jact.17.79.
- [11] I. Ray, A. P. Gupta, y M. Biswas, "Effect of látex and superplasticiser on Portland cement mortar in the fresh state", *Cement and Concrete Composites*, vol. 16, n.º 4, pp. 309-316, ene. 1994, doi: 10.1016/0958-9465(94)90043-4.
- [12] "E060 Concreto Armado", 2019.
- [13] "Tecnología Del Concreto Teoría ", 2018
- [14] Lizbeth Fiorella Loya Olivera "evaluación, de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, pasco 2017" universidad nacional Daniel Alcides Carrión, cerro de pasco - Perú 2018.
- [15] Keler Humberto Panduro Torres, "Influencia del tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco en la ciudad de Tarapoto" Universidad científica del Perú- UCP, Tarapoto -Perú 2021.
- [16] Pedro Fernando Serrano Córdova, "Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018" Universidad Cesar Vallejo lima, Peru-2018.
- [17] "Diseño-de-estructuras-de-concreto-harmsen, 2015"
- [18] "ARRIETA_ZAPATA RONALD_OPTIMIZACIÓN_DISEÑO_MEZCLAS, 2017"
- [19] Ana Jared Rangel Cortez, " Caracterización morfológica, fisicoquímica y estructural del almidón de semillas del árbol del hule (*Hevea brasiliensis*)" universidad del Papaloapan Campus Tuxtepec, México 2018.
- [20] "Fichas Técnicas de Especies de uso Forestal y Agroforestal de la Amazonia Colombiana_14 CAUCHO"
- [21] E. C. Y. Ca y I. J. Romero, "Manual Completo Cultivo Del Caucho".

- [22] Velarde libro 2010 " El cultivo de la Shiringa en Madre de Dios- Perú. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/402/1/velarde_libro_2010.pdf
- [23] C. Aguirre y H. Santoyo, El cultivo del árbol del hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.): avances y retos en la gestión de la innovación. 2013.
- [24] N. A. P. Cruz, "Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del caucho seco y tiempo de coagulación del látex al implementar vinazas como coagulante".
- [25] "Manual de Manejo Forestal Comunitario en Shiringa.pdf.pdf".
- [26] *NTP 400.012. " AGREGADOS. análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global". Perú 2013.*
- [27] *NTP 400.017 "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados". Perú, 2011.*
- [28] *NTP 339.185 "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado". Perú, 2013*
- [29] *NTP 400.021 "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (Peso Específico) y absorción del agregado grueso". Perú, 2013. [En línea]. Disponible en: www.inacal.gob.pe.*
- [30] *NTP 400.022 "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (Peso Específico) y absorción del agregado fino". Perú, 2013.*
- [31] *NTP 339.035 "CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland". Perú, 2009.*
- [32] *NTP 339.046 " CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (Peso Unitario y Rendimiento), Perú, 2009.*
- [33] *NTP 339.184 " Hormigón. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo".*
- [34] *NTP 339 080 "CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión".*
- [35] *NTP 339.034 Método de Ensayo Normalizado para La Determinación de La Resistencia A La Compresión Del Concreto en Muestras Cilíndricas". Peru, 2015*
- [36] *NTP 339.079 " CONCRETO. Resistencia A La Flexión Del Concreto en Vigas Simplemente Apoyadas Con Cargas en El Centro Del Tramo". Perú, 2012.*
- [37] *NTP 339.084 "CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica."*
- [38] *Standard Test "Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfato Solution, American Society for Testing and Materials ASTM C 1012", 2004.*
- [39] *Astm C469 " Método de ensayo estándar para determinar el módulo de elasticidad estático y relación de poisson del concreto a compresión"*

Anexos

Anexo N° 1: Validación de ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 029-2024-II

FECHA: 23 de octubre del 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Cruz Cruz Yefer

TITULO DE LA TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de latex de caucho natural.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

ENSAYOS REALIZADO EN LABORATORIO USAT:

- Contenido de humedad de agregado fino y grueso
- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino
- Peso específico y absorción del agregado grueso y fino
- Peso unitario del agregado grueso y fino
- Densidad de aditivo látex de caucho natural
- Resistencia a la Compresión, flexión, tracción del concreto con proporciones de látex de caucho natural 0.5%, 1%,3%.
- Diseño de mezcla $F'c=210\text{kg/cm}^2$ y con proporciones de 0.5%, 1% y 3%

ENSAYOS EXTERNOS

- Ensayo de Módulo de Elasticidad.
- Ensayo de caracterización de aditivo natural látex de caucho natural.
- Ensayo de cloruros, sulfatos, sales solubles.
- Ensayo de Durabilidad por Sulfatos.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Henry Rivadeneira Oblitas
 Responsable de Lab. Ing. Civil Ambiental



Anexo N° 2: Peso unitario suelto del agregado fino



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
 MATERIALES- CHICLAYO
 AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO
 CANTERA "LA VICTORIA - PÁTAPO"**

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 30 de marzo del 2024

ENSAYO: Peso unitario suelto del agregado fino

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8888	8898
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8888	8898
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00555	0.00555
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1601	1602
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1592	

Fuente: Reporte de laboratorio

ENSAYO: Peso unitario compactado del agregado fino

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9981	9980
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9981	9980
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00555	0.00555
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1798	1797
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1786	

Fuente: Reporte de laboratorio



TESISTA

Anexo N° 3: Contenido de Humedad de Agregado fino



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaria Escriva N° 855, Chiclayo – Perú

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO CANTERA “LA VICTORIA- PATAPO”

TESISTA: Cruz Cruz Yefér

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 30 de marzo del 2024

ENSAYO: Contenido de Humedad del agregado fino

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.61
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	497.52
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.62
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.62

Fuente: Reporte de laboratorio



[Signature]
 TESISTA

Anexo N° 6: contenido de humedad agregado grueso



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO CANTERA “TRES TOMAS - FERREÑAFE”

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 30 de marzo del 2024

ENSAYO: Contenido de humedad del agregado grueso

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	6080
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	6053
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.45

Fuente: Reporte de laboratorio



[Handwritten signature]

TESISTA

Anexo N° 8: Análisis granulométrico del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
 MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO CANTERA
 “TRES TOMAS - FERREÑAFE”

TESISTA: Cruz Cruz Yefér

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

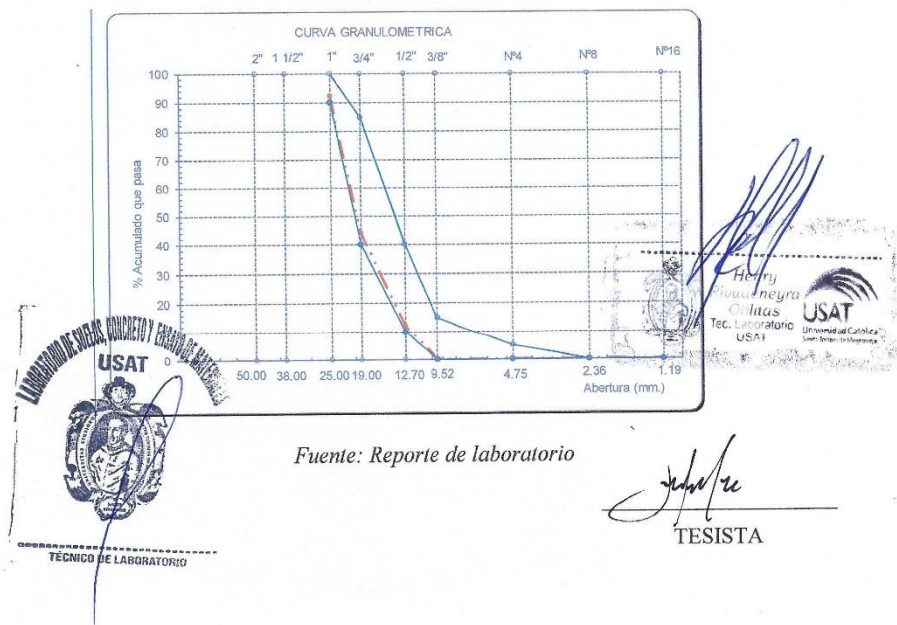
LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 30 de marzo del 2024

ENSAYO: Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	456.0	7.7	7.7	92.3	90.0	100.0
3/4"	19.00	2851.5	48.2	55.9	44.1	40.0	85.0
1/2"	12.70	1880.0	31.8	87.7	12.3	10.0	40.0
3/8"	9.52	724.5	12.3	100.0	0.0	0.0	15.0
N° 04	4.75	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
N° 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
N° 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		1	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1 1/2"	38.00	Modulo de Fineza:		4.56
Tamaño Maximo Nominal			1"	25.00			

Fuente: Reporte de laboratorio



Fuente: Reporte de laboratorio

[Firma manuscrita]
 TESISTA

Anexo N° 9: Peso específico y absorción del agregado fino



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
 MATERIALES- CHICLAYO
 AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO CANTERA
 "TRES TOMAS - FERREÑAFE"**

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 30 de marzo del 2024

ENSAYO: Peso Especifico y Absorción del agregado grueso

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	3851	3851
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	3903	3903
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastillo	(g)	3366	3366
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2486	2486

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.718
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.754
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.821
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.35

Fuente: Reporte de laboratorio



[Handwritten signature]

TESISTA

Anexo N° 10: Densidad del Aditivo natural



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
 MATERIALES- CHICLAYO
 AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

DENSIDAD DE LÁTEX DE CAUCHO NATURAL

TESISTA: Cruz Cruz Yefér

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 24 de abril del 2024.

ENSAYO: Densidad del Látex de Caucho Natural del árbol Hevea Brasiliensis

Peso de la Probeta:	143.9	gr
Peso de la Probeta + Latex de caucho natura	172.98	gr
Masa (gr)	29.08	gr
Volumen (cm ³)	30	cm ³

Densidad	0.969	gr/cm ³
----------	-------	--------------------

Fuente: Reporte de laboratorio

Si: 1cm³ = 1ml, entonces

$$\rho = 0.969 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{gr}} \times \frac{1000\text{ml}}{1\text{lt}} = 0.97\text{kg/lt}$$

Se obtuvo un resultado de densidad de látex de caucho natural de 0.97 Kg/lt

Fuente: Reporte de laboratorio



Julian
 TESISTA

Anexo N° 11: Asentamiento



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO PROPIEDADES FISICAS EN ESTADO FRESCO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

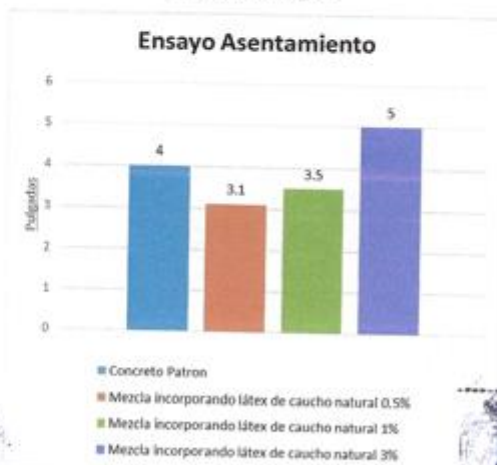
LUGAR: Distr.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 07 de mayo del 2024

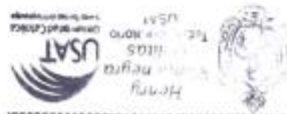
ENSAYO: Asentamiento

F 'C= 210 Kg/cm2	
DISEÑO DE MEZCLAS-AJUSTE POR SLUMP	SLUMP (pulg)
DISEÑO AJUSTE POR SLUMP	4 "
DISEÑO 0.5%	3.1"
DISEÑO 1%	3.5"
DISEÑO + 3%	5"

Fuente: Propia



Fuente: Propia



TESISTA

Anexo N° 12: Peso unitario



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO PROPIEDADES FISICAS EN
ESTADO FRESCO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 07 de mayo del 2024

ENSAYO: Peso unitario del concreto fresco

PESO UNITARIO - CONCRETO PATRON F 'C= 210 kg/cm ²					
N° DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m ³)
1	13.560	0.390	13.17	0.00548	2403.3
2	13.250	0.360	12.89	0.00548	2352.2
3	13.850	0.380	13.47	0.00548	2458.0

Fuente: Propia

PESO UNITARIO - DOSIFICACION DEL 0.5% F 'C= 210 kg/cm ²					
N° DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m ³)
1	13.30	0.390	12.91	0.00548	2355.8
2	13.320	0.395	12.93	0.00548	2358.6
3	13.380	0.350	13.03	0.00548	2377.7

Fuente: Propia

PESO UNITARIO - DOSIFICACION DEL 1% F 'C= 210 kg/cm ²					
N° DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m ³)
1	13.20	0.390	12.81	0.00548	2337.6
2	13.130	0.395	12.74	0.00548	2323.9
3	13.280	0.350	12.93	0.00548	2359.5

Fuente: Propia

PESO UNITARIO - DOSIFICACION DEL 3% F 'C= 210 kg/cm ²					
N° DE MOLDE	PESO CONCRETO + MOLDE	PESO MOLDE	PESO CONCRETO	MOLDES CILINDRICOS	PESO UNITARIO DEL CONCRETO(Kg/m ³)
1	13.020	0.390	12.63	0.00548	2304.7
2	12.840	0.395	12.45	0.00548	2271.0
3	13.560	0.350	13.21	0.00548	2410.6

Fuente: Propia


 Yefer Cruz Cruz
 T.C. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo



TESISTA

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 13: control de temperatura



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
 MATERIALES- CHICLAYO
 AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO PROPIEDADES FISICAS EN ESTADO FRESCO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 07 de mayo del 2024

ENSAYO: Control de temperatura del concreto fresco

F' C= 210 Kg/cm ²	
DOSIFICACION	TEMPERATURA (C°)
DISEÑO CONCRETO PATRON	24.5
DISEÑO. Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	25.6
DISEÑO. Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	26.4
DISEÑO. Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	26.7

Fuente: Propia



Fuente: Propia

Henry Cruz Yefer
 Ingeniero Civil Ambiental
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TESISTA

Anexo N° 14: Contenido de aire



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO PROPIEDADES FISICAS EN ESTADO FRESCO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

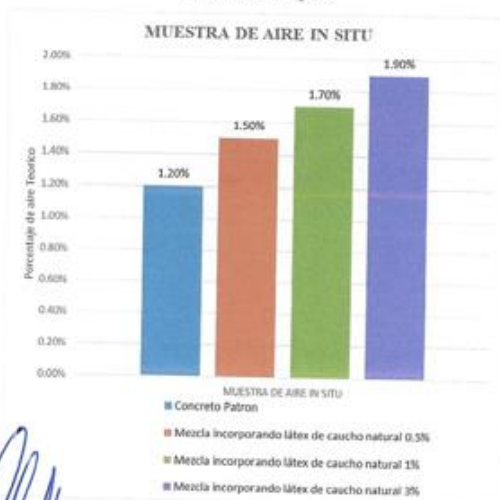
LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 14 de mayo del 2024

ENSAYO: Medición de contenido de aire del concreto fresco

MUESTRA	CONTENIDO DE AIRE TEORICO	MUESTRA DE AIRE IN SITU
DISEÑO PATRON	1.50%	1.20%
DISEÑO 0.5% LATEX	1.50%	1.50%
DISEÑO 1% LATEX	1.50%	1.70%
DISEÑO A 3% LATEX	1.50%	1.90%

Fuente: Propia



Fuente: Propia



[Signature]
 TESISTA

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 15: Resistencia a la compresión



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO
 AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN ESTADO ENDURECIDO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION : 30 de mayo del 2024

ENSAYO: Resistencia a la compresión

DOSIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA(kg)	DIAMETRO(cm)	$f_c(Kg/m^2)$	PROMEDIO $f_c(Kg/m^2)$	PORCENTAJE DEL f_c DEL DISEÑO(%)
PATRON	09/05/2024	16/05/2024	7	31328	15	177.28	186.90	89.00
PATRON	09/05/2024	16/05/2024	7	32165	15	182.02		
PATRON	09/05/2024	16/05/2024	7	35591	15	201.40		
PATRON	09/05/2024	23/05/2024	14	38703	15	219.01	220.17	104.84
PATRON	09/05/2024	23/05/2024	14	39216	15	221.92		
PATRON	09/05/2024	23/05/2024	14	38804	15	219.59		
PATRON	09/05/2024	06/06/2024	28	45595	15	258.02	265.40	126.38
PATRON	09/05/2024	06/06/2024	28	46943	15	265.64		
PATRON	09/09/2024	06/06/2024	28	48161	15	272.53		
0.5% LATEX	10/05/2024	17/05/2024	7	29603.5	15	167.52	176.79	84.19
0.5% LATEX	10/05/2024	17/05/2024	7	33995.2	15	192.37		
0.5% LATEX	10/05/2024	17/05/2024	7	30126.9	15	170.48		
0.5% LATEX	10/05/2024	24/05/2024	14	43399.1	15	245.59	247.74	117.97
0.5% LATEX	10/05/2024	24/05/2024	14	45469.5	15	257.30		
0.5% LATEX	10/05/2024	24/05/2024	14	42467.6	15	240.32		
0.5% LATEX	10/05/2024	07/06/2024	28	47636.8	15	269.57	255.82	121.82
0.5% LATEX	10/05/2024	07/06/2024	28	48920	15	276.83		
0.5% LATEX	10/05/2024	07/06/2024	28	39066.2	15	221.07		
1% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	35763.4	15	202.38	204.06	97.17
1% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	35846.4	15	202.85		
1% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	36573.4	15	206.96		
1% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	41280.7	15	233.60	232.65	110.79
1% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	41127.6	15	232.73		
1% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	40930	15	231.62		
1% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	50750	15	287.19	269.08	128.13
1% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	46442.8	15	262.81		
1% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	45458.9	15	257.24		
3% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	31737.1	15	179.60	181.13	86.25
3% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	30065	15	170.13		
3% LATEX	13/05/2024	20/05/2024	7	34224	15	193.67		
3% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	39342.3	15	222.63	223.80	106.57
3% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	38090.9	15	215.55		
3% LATEX	13/05/2024	27/05/2024	14	41213.7	15	233.22		
3% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	42865.4	15	242.57	262.92	125.20
3% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	46791.3	15	264.78		
3% LATEX	13/05/2024	10/06/2024	28	49728.5	15	281.41		

Fuente: Propia



TESISTA

Anexo N° 16: Resistencia a la tracción



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
 MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS EN ESTADO ENDURECIDO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION: 27 de junio del 2025

ENSAYO: Resistencia a la Tracción

DOSIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA(kg)	L(cm)	D(cm)	MODULO DE ROTURA(Kg/m ²)	
Concreto Patron	30/04/2024	29/05/2024	28	10530	30	15	14.90	21
Concreto Patron	30/04/2024	29/05/2024	28	11380	30	15	16.10	
Concreto Patron	08/05/2025	11/06/2025	28	21690	30	15	30.69	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	30/04/2024	29/05/2024	28	10970	30	15	15.52	22
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	30/04/2024	29/05/2024	28	12210	30	15	17.27	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	08/05/2025	11/06/2025	28	23200	30	15	32.82	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	30/04/2024	29/05/2024	28	10730	30	15	15.18	23
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	30/04/2024	29/05/2024	28	15260	30	15	21.59	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	08/05/2025	11/06/2025	28	23510	30	15	33.26	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	30/04/2024	29/05/2024	28	9250	30	15	13.09	16
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	30/04/2024	29/05/2024	28	9410	30	15	13.31	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	08/05/2025	11/06/2025	28	15342	30	15	21.70	

Fuente: Propia

TESISTA

Anexo N° 17: Resistencia a la flexión



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO
 AV- San Josemaría Escrivá N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS EN ESTADO ENDURECIDO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION: 12 de setiembre del 2024

ENSAYO: Resistencia a la Flexión

DOSIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA(kg)	ANCHO (cm)	ALTO(cm)	LUZ(cm)	MODULO DE ROTURA(kg/m ²)	
Concreto Patron	01/06/2024	29/06/2024	28	2170	15.5	15.1	50	30.70	31.8
Concreto Patron	01/06/2024	29/06/2024	28	2320	15.2	15.3	50	32.60	
Concreto Patron	01/06/2024	29/06/2024	28	2250	15.3	15.1	50	32.25	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	02/06/2024	30/06/2024	28	2380	15.4	15.9	50	30.57	30.6
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	02/06/2024	30/06/2024	28	2460	15.3	15.5	50	33.46	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 0.5%	02/06/2024	30/06/2024	28	1990	15.1	15.4	50	27.78	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	03/06/2024	02/07/2022	28	2950	15.4	15.3	50	40.92	35.6
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	03/06/2024	02/07/2024	28	2540	15.4	15.5	50	34.33	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 1%	03/06/2024	02/07/2022	28	2320	15.1	15.6	50	31.57	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	04/06/2024	02/07/2024	28	2520	15.1	15.5	50	34.73	35.8
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	04/06/2024	02/07/2024	28	2560	15.2	15.4	50	35.51	
Mezcla incorporando látex de caucho natural 3%	04/09/2024	02/07/2024	28	2590	15.1	15.2	50	37.12	

Fuente: Propia

Henry Cruz Cruz
 Ingeniero Civil Ambiental
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TESISTA

Anexo N° 18: Diseño de mezcla método ACI



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE
MATERIALES- CHICLAYO

AV- San Josemaría Escriba N° 855, Chiclayo – Perú

ENSAYO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS EN ESTADO ENDURECIDO

TESISTA: Cruz Cruz Yefer

TESIS: Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de látex de caucho natural.

LUGAR: Distr.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque

FECHA DE EMISION: 30 de mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA METODO ACI

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO MÉTODO ACI - DATOS		
DATOS:		
RESISTENCIA DESEADA	210	SLUMP (") 3 a 4
MATERIALES:		
CEMENTO		AGUA
Peso Especifico (Kg/m3)	3150	Potable de Red Pública
AGREGADOS		
CARACTERISTICAS	FINO	GRUESO
Peso específico de la masa	2351	2718
Absorción	0.50%	1.35%
Contenido de humedad	0.62%	0.45%
Módulo de finura	2.51	NO APLICA
Tamaño máximo nominal	0.45	1
Peso seco compactado	NO APLICA	1422
Peso Unitario Seco Suelto	1592	1368

PASO 1 DETERMINAR RESISTENCIA PROMEDIO

294

 f_c
 f_{cr}
 <210 f_{c+70}
 210 a 350 f_{c+84}
 >350 f_{c+98}

PASO 2 SELECCIÓN TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

1

A la granulometría del agregado grueso le corresponde un TMN:

PASO 3 SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO

SLUMP 3 a 4

Acorde a las especificaciones: PLÁSTICA

CONSISTENCIA	SLUMP	Trabajabilidad	Método de Compactación
SECA	0" a 2"	Poco Trabajable	Vibración normal
PLÁSTICA	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
FLUIDA	>5"	Muy Trabajable	Chuseado

Henry
 P. Cruz Yefer
 Ing. Civil
 Laboratorio
 USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

PASO 4 193 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Pulgadas	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
Asentamiento	Concretos sin aire incorporado							
1 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7	243	228	216	202	190	178	160	...

PASO 5 1.50% CONTENIDO DE AIRE

Tamaño Máximo Nominal

3/8	3.00%
1/2	2.50%
3/4	2.00%
1	1.50%
1 1/2	1.00%
2	0.50%
3	0.30%
6	0.20%

PASO 6 0.56 RELACIÓN AGUA/CEMENTO

F'c a 28 días Relación agua - cemento de diseño en peso

150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
250	0.62	
294	0.56	
300	0.55	

PASO 7 345.63 kg/m3

FACTOR CEMENTO

FACTOR CEMENTO 345.63037
bolsas 8.13



PASO 8 993.98 kg/m³ CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.6
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.76	0.74	0.72	0.7
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.81	0.79	0.77	0.75
6	0.87	0.85	0.83	0.81

1 PULGADA
2.51 M. FINEZA

2.40	0.71
2.51	0.70
2.60	0.69

PASO 9 CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS
0.683 m³

Cemento	0.110	m ³
Agua	0.193	m ³
Aire	1.50%	m ³
Agregado Grueso	0.366	m ³
	0.683	

PASO 10 CONTENIDO DE AGREGADO FINO
744.266 kg/m³

Volumen fino 0.317 m³
Peso agregado fino 744.266 kg/m³

PASO 11 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

Cemento	345.63	kg/m ³
Agua de Diseño	193	lt/m ³
Agregado Fino seco	744.266	kg/m ³
Agregado Grueso	993.98	kg/m ³

PASO 12 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Cemento	346.00	kg/m ³	
Agregado Fino	749	kg/m ³	
Agregado Grueso	998	kg/m ³	
Humedad Superficial			
Agregado Fino	0.120%	0.89311881	-8.0526832
Agregado Grueso	-0.900%	-8.945802	201.05268
Agua Efectiva	201.000	lt/m ³	



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry
negru
litas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
del Salvador

PASO 13 PROPORCIÓN POR PESO

346.00	749	998	201.000
346.00	346.00	346.00	8.13

	Cemento	Agregado		Agua
		Fino	Grueso	
	1	2.16	2.88	24.72
Cantidad	8.13	0.47	0.73	201.00
por 1 m ³	bolsas	m ³	m ³	litros

PASO 14 PESO POR TANDA DE 1 BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5	kg/bolsa
Agua Efectiva	24.72	lt/bolsa
Agregado Fino Húmedo	92.00	kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo	122.59	kg/bolsa
TOTAL	281.80386	



Anexo N° 19: Ensayo de caracterización de aditivo natural

LABORATORIO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



INFORME DE ANÁLISIS

F.Q.A. PERÚ S.A.C.

SOLICITANTE	: CRUZ CRUZ YEFER
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DEL LÁTEX DE CAUCHO NATURAL.
MUESTRA	: LATEX DE CAUCHO NATURAL
PROCEDENCIA	: ARBOL SHIRINGA(Hevea Brasiliensis)
FECHA DE INGRESO	: 02 DE AGOSTO DEL 2024
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO:

CÓDIGO DE MUESTRA	LATEX DE CAUCHO NATURAL	
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
pH		9.49
CONDUCTIVIDAD	US/cm	8740
DENSIDAD	g/cm ³	1.08
NITROGENO AMONICAL	%	1.98
SOLIDOS TOTALES	mg/L	8740
VISCOSIDAD	cp	0.98
GENIZAS	%	0.67

CÓDIGO DE MUESTRA	LATEX DE CAUCHO NATURAL	
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
FOSFORO	P mg/L	18.41
POTASIO	K mg/L	14.37
CALCIO	Ca mg/L	<0.01
MAGNESIO	Mg mg/L	2.85
ZINC	Zn mg/L	0.83
COPPER	Cu mg/L	0.46
MANGANESO	Mn mg/L	0.41
HIERRO	Fe mg/L	1.69

Determinación de Metales por absorción atómica. Llamada - E.A. con Hoja de Grafito. *ND: No detectable, fuera del rango

Conclusión: La muestra puesta en laboratorio con el nombre LATEX DE CAUCHO NATURAL cumple las especificaciones por el cliente.

TRUJILLO 02 DE AGOSTO DEL 2024

TÉCNICO DE LABORATORIO

CAULOS PEREZ VALCABE
INGENIERO QUÍMICO
CIP 122588



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Anexo N° 20: Durabilidad por sulfatos del patrón



INFORME DE ENSAYO N° 2045

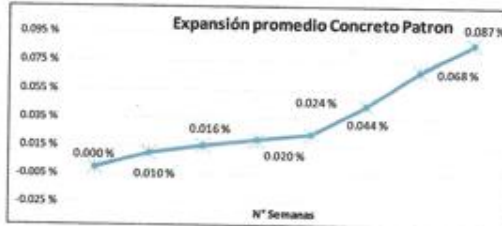
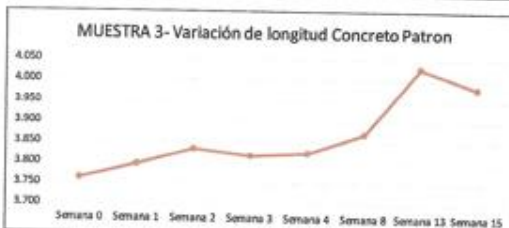
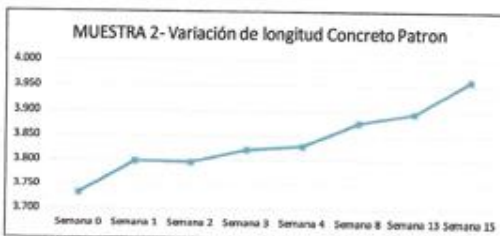
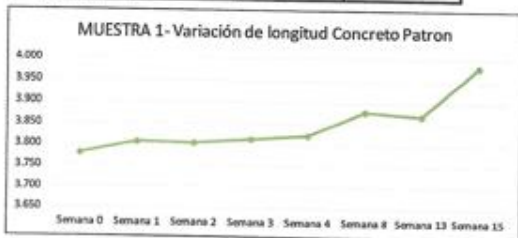
Expediente N° : 1922 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : CRUZ CRUZ YEFER
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Obra/ Tesis : Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación del látex de caucho natural
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Octubre del 2024

Código: ASTM C 1012
 Título: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CAMBIO DE LONGITUD DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO EXPUESTOS A UNA SOLUCIÓN DE SULFATO - ASTM C 1012

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA CONCRETO PATRON

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	3.780	3.733	3.761	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	3.806	3.798	3.796	0.0312 %	0.010 %
Semana 2	3.804	3.797	3.833	0.0784 %	0.016 %
Semana 3	3.814	3.822	3.818	0.1372 %	0.020 %
Semana 4	3.822	3.830	3.825	0.2088 %	0.024 %
Semana 8	3.879	3.877	3.871	0.3416 %	0.044 %
Semana 13	3.871	3.896	4.029	0.5468 %	0.068 %
Semana 15	3.983	3.960	3.983	0.8076 %	0.087 %

Desviación Estandar	0.06453	0.05968	0.09039
---------------------	---------	---------	---------



Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 REG. EP. 123351

Henry Meza
 INGENIERO CIVIL
 REG. EP. 123351

USAT
 Universidad César Vallejo

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazing.sac.ic@gmail.com

Anexo N° 21: Durabilidad por sulfatos del 1%



INFORME DE ENSAYO N° 2045

Expediente N° : 1922 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : CRUZ CRUZ YEFER
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Obra/ Tesis : Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación del látex de caucho natural
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Octubre del 2024

Código: ASTM C 1012

Título: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CAMBIO DE LONGITUD DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO EXPUESTOS A UNA SOLUCIÓN DE SULFATO - ASTM C 1012

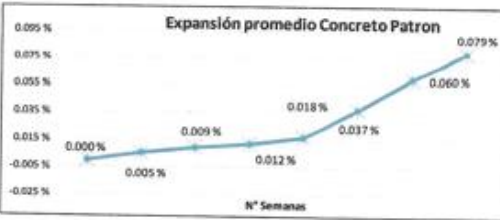
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA INCORPORACIÓN DEL OPTIMO DEL 1% DE LATEX DE CAUCHO NATURAL

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
Semana 0	3.780	3.733	3.761
Semana 1	3.820	3.823	3.825
Semana 2	3.824	3.828	3.833
Semana 3	3.840	3.833	3.846
Semana 4	3.843	3.839	3.855
Semana 8	3.879	3.887	3.901
Semana 13	3.891	3.896	3.949
Semana 15	3.933	3.950	3.983

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0584 %	0.005 %
0.1260 %	0.009 %
0.2108 %	0.012 %
0.3064 %	0.018 %
0.4652 %	0.037 %
0.6364 %	0.060 %
0.8732 %	0.079 %



Desviación Estándar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
	0.04127	0.04744	0.06148



Observaciones:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Agosta
 INGENIERO CIVIL
 N° CIP: 23351


Henny
 Ingeniera
 Titular
 Laboratorio
 USAT

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazing.sac.ic@gmail.com

Anexo N° 22: Ensayo cloruros, sales solubles, sulfatos 1%



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS



REPORTE DE ANÁLISIS N°085 – 2024 – FIQIA

1. ALUMNO : Yeffer Cruz Cruz
 2. PROYECTO : Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación del látex de caucho natural


3. DATOS DE LA MUESTRA
 - Número de muestras : 01
 - Fecha de recepción : 09/09/2024

4. RESULTADOS DE ANÁLISIS


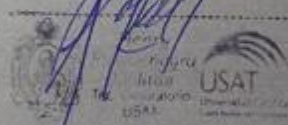
PARÁMETRO	1% ADICIÓN DE LATEX DE CAUCHO NATURAL	UNIDADES
Cloruros	60.167	mg/kg
Sulfatos	56.877	mg/kg
Sales Solubles	4435.5	mg/kg



5. CONCLUSIONES

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Investigación y Servicios Técnicos, siguiendo los estándares de calidad.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Firma		Firma	
Analista	Marilyn Catherine Quinteros Vilchez	V°B°	Ing. Cristian David Visconde Beltrán
Fecha del Análisis		11 de Septiembre del 2024	

Anexo N° 23: Ensayo cloruros, sales solubles, sulfatos 3%

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS

REPORTE DE ANÁLISIS N°085 – 2024 – FIQIA

1. ALUMNO : Yeffer Cruz Cruz
 2. PROYECTO : Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación del látex de caucho natural



3. DATOS DE LA MUESTRA
 - Número de muestras : 01
 - Fecha de recepción : 09/09/2024



4. RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETRO	3% ADICIÓN DE LATEX DE CAUCHO NATURAL	UNIDADES
Cloruros	70.254	mg/kg
Sulfatos	68.877	mg/kg
Sales Solubles	6235.5	mg/kg

5. CONCLUSIONES

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Investigación y Servicios Técnicos, siguiendo estrictos estándares de calidad.

Firma		Firma	 Cristian David Visconde Beltrán INGENIERO QUÍMICO REG. CIP 111172
Analista	Marilyn Catherine Quinteros Vilchez	V*B*	Ing. Cristian David Visconde Beltrán
Fecha del Análisis		11 de Septiembre del 2024	

Anexo N° 24: Ensayo de Modulo de elasticidad y Poisson



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyc.com

Solicitud de Ensayo : 0507C-24 / LEMS W&C
Solicitante : Cruz Cruz Yeffer
Proyecto / Obra : Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación del látex de caucho natural.
Ubicación : Distr. Pimental, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de ensayo : viernes, 5 de Julio de 2024

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	σ_u prom (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_s (S ₂)	ϵ Unitaria Tr ansv	E_c (Kg/cm ²)	Promedio E_c (experimental) (Kg/cm ²)	Promedio E_c (E 060) (Kg/cm ²)	PESO UNITARIO (Kg/m ³)	E_c (ACI 318) (Kg/cm ²)	ν	Promedio
																	ν
01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm ²	04/06/2024	02/07/2024	28	264.74	265.76	106	7.96813	0.006060	0.000665	159363	159673.00	244933.74	2401.20	268545.62	0.1097	0.1044
02	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm ³	04/06/2024	02/07/2024	28	261.75		105	7.98405	0.006610	0.000656	159681						
03	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm ²	08/05/2025	11/06/2025	28	270.80		108	7.97098	0.006412	0.000669	159975						
04	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 0.5%	04/06/2024	02/07/2024	28	258.35	262.05	103	7.96776	0.006320	0.000648	159355	178415.33	242870.92	2371.20	261662.70	0.1025	0.1052
05	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 0.5%	04/06/2024	02/07/2024	28	262.31		105	7.94176	0.006424	0.000661	158835						
06	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 0.5%	08/05/2025	11/06/2025	28	265.50		106	7.95761	0.005989	0.000659	157056						
07	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 1%	04/06/2024	02/07/2024	28	278.75	267.68	112	8.86611	0.007998	0.000832	131257	142788.33	245413.94	2576.50	299558.20	0.1040	0.0996
08	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 1%	04/06/2024	02/07/2024	28	250.67		100	6.90596	0.007390	0.000726	138119						
09	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 1%	08/05/2025	11/06/2025	28	275.80		110	8.99870	0.008987	0.000867	158989						
10	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 3%	04/06/2024	02/07/2024	28	223.09	241.30	89	6.66528	0.006790	0.000669	133306	135934.42	233005.90	2227.70	228659.24	0.0985	0.1085
11	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 3%	04/06/2024	02/07/2024	28	229.97		92	7.04913	0.006710	0.000652	140983						
12	MEZCLA INCORPORANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL 3%	08/05/2025	11/06/2025	28	270.83		108	7.90796	0.005950	0.000659	153511						

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
ING. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 248994

Anexo N° 25: Cotización empresa CONTE GROUP látex de caucho natural



CONTE GROUP S.A.C.

Cal. Manuel Gonzales Ojaechea Nro. 271 Urb. Limatambo
- San Isidro - SAN ISIDRO - LIMA

Tel : (511) 708-2600 Fax : (511) 708-2602

Web : www.contegroup.org

COTIZACIÓN CO03 2409-0153

Fecha : 17 Setiembre 2024

Señor(a/es) CRUZ CRUZ YEFER RUC : 70869452 Dirección : AREQUIPA SN CERCADO CERCADO - AREQUIPA Comentario :					Contacto : Celular :			
Condicion de Pago		Tipo de Venta		Moneda	Tipo de Entrega		Condiciones de Entrega	
CONTADO OFICINA		VENTAS GENERALES		SOLES	COMPLETA		RECOGER	
Itm	Código	Cant.	UM	Descripción		P. Unit.	Dsc (%)	P. Total
01	080200001	50	Galón	LÁTEX NATURAL CRUDO		70.00	---	3,500.00
02	080400082	50	Galón	PROCESO DE EXTRACCION Y FILTRADO		35.00	---	1,750.00
03	080400088	1	Lote	ENVASE Y EMBALAJE		280.00	---	280.00
04	080400081	1	servicio	TRANSPORTE LOCAL (CHICLAYO)		200.00	---	200.00
Condiciones Generales						Valor Venta	US/	5,730.00
1. LA PRESENTE COTIZACIÓN Y LOS PRECIOS CONTENIDOS EN ELLA TIENEN UNA VALIDEZ DE UN DÍA HÁBIL.						IGV (18 %)	US/	1,031.40
2. LAS CANTIDADES COTIZADAS ESTAN SUJETAS A LAS VARIACIONES DEL STOCK DISPONIBLE.						Imp. ICBPER		
3. LA PRESENTE COTIZACIÓN COMPRENDE LAS CONDICIONES Y POLÍTICAS DE VENTA PUBLICADAS EN NUESTRA PÁGINA WEB: https://contegroup.org/politica-de-ventas-2/ , DONDE CONSTAN LOS HORARIOS, CONDICIONES DE ENTREGA Y OTROS TEMAS RELACIONADOS, SIENDO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE SU REVISIÓN.						TOTAL	US/	6,761.40
4. LA PRESENTE COTIZACIÓN COMPRENDE LA POLÍTICA DE DEVOLUCIONES Y RESPONSABILIDAD DE CONTE GROUP, LA CUAL ESTÁ PUBLICADA EN NUESTRA PAGINA WEB. LINK DE ACCESO https://contegroup.org/politica-de-devoluciones , SIENDO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE SU REVISIÓN.						Ejecutivo Comercial :		
El hecho de aceptar la presente cotización implica la aceptación de las condiciones y políticas comerciales de CONTE GROUP SAC.						CONTE GROUP S.A.C. (AREQUIPA) Email : arequipa@contegroup.org Cel. : 959742360 Tel. : NULL		

