

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efecto del plástico reciclado LDPE agrumado en las
propiedades mecánicas del concreto F'c 210kg/cm
2 en la ciudad de Arequipa, 2023**

Antonio Romario Diaz Vargas
Elmer Huamani Taco

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Dr. Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Luis Hugo Huacasi Vasquez
Asesor de trabajo de investigación

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación

FECHA : 10 de Abril de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023

Autor:

Antonio Romario Díaz Vargas – EAP. Ingeniería Civil
Elmer Huamani Taco – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

Asesor de trabajo de investigación

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra gratitud a Dios por brindarnos la fuerza necesaria y seguir avanzando; asimismo, al Ingeniero Luis Hugo Huacasi Vásquez por la constante ayuda brindada en el progreso de este proyecto investigativo.

A la Universidad Continental por apoyarnos y brindarnos todas las facilidades en la utilización de los recursos del laboratorio de pavimentos, suelos y concretos.

DEDICATORIA

Primeramente, agradezco a mis padres por ser mi inspiración y constante motivación en cada jornada y por su apoyo constante e incondicional.

Antonio Romario Diaz Vargas

A mis padres y hermanos por darme la motivación e inspiración para alcanzar mis metas trazadas, permitiéndome llegar a donde me encuentro hoy.

Elmer Huamani Taco

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------------|
| AGRADECIMIENTO..... | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xi |
| INTRODUCCIÓN..... | xii |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 1 |
| 1.1. Delimitación de la investigación..... | 1 |
| 1.1.1. Territorial | 1 |
| 1.1.2. Temporal | 1 |
| 1.1.3. Conceptual | 1 |
| 1.2. Planteamiento del Problema..... | 1 |
| 1.3. Formulación del problema | 2 |
| 1.3.1. Problema general..... | 2 |
| 1.3.2. Problemas específicos..... | 3 |
| 1.4. Objetivos de la Investigación | 3 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 3 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.5. Justificación de la investigación..... | 3 |
| 1.5.1. Justificación Practica | 4 |
| 1.5.2. Justificación Ambiental | 4 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO..... | 16 |
| 2.1. Antecedentes de Investigación | 16 |
| 2.1.1. Artículos Científicos | 16 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.1.2. | Tesis Nacionales e Internacionales..... | 17 |
| 2.1.3. | Antecedentes Regionales..... | 19 |
| 2.2. | Bases Teóricas..... | 20 |
| 2.2.1. | Características generales de plástico | 20 |
| 2.2.2. | Características generales del concreto | 23 |
| 2.2.3. | Diseño de Mezclas..... | 27 |
| 2.2.4. | Propiedades del concreto en estado fresco..... | 30 |
| 2.2.5. | Ensayos del concreto en estado fresco | 31 |
| 2.2.6. | Propiedades del concreto en estado endurecido..... | 32 |
| 2.2.7. | Ensayos del concreto en estado endurecido | 32 |
| 2.3. | Definición de Términos básicos | 33 |
| 2.3.1. | Plástico..... | 33 |
| 2.3.2. | Reciclaje..... | 33 |
| 2.3.3. | Propiedades mecánicas | 33 |
| 2.3.4. | Concreto..... | 33 |
| 2.3.5. | Resistencia a la Compresión | 34 |
| 2.3.6. | Resistencia a la tensión | 34 |
| 3. | CAPÍTULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES..... | 35 |
| 3.1 | Hipótesis | 35 |
| 3.2 | Identificación de las variables | 35 |
| 3.3 | Operacionalización de variables de la investigación. | 35 |
| 4. | CAPÍTULO IV: METODOLOGIA..... | 36 |
| 4.1. | Enfoque de la investigación. Cuantitativa..... | 36 |
| 4.2. | Tipo de investigación. Aplicada | 36 |
| 4.3. | Nivel de Investigación – Correlacional | 36 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.4. | Método de la investigación. Científico | 36 |
| 4.5. | Diseño de la investigación. Experimental..... | 37 |
| 4.6. | Población y Muestra..... | 37 |
| 4.7. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 38 |
| 5. | CAPÍTULO V: RESULTADOS..... | 40 |
| 5.1 | Descripción de trabajos en campo | 40 |
| I. | Peso Unitario del agregado Grueso | 40 |
| II. | Peso Unitario del agregado Fino | 42 |
| III. | Peso Unitario del agregado grueso compactado..... | 43 |
| IV. | Peso Unitario del agregado Fino compactado..... | 45 |
| V. | Peso Específico agregado grueso..... | 47 |
| VI. | Peso Específico agregado Fino..... | 48 |
| VII. | Módulo de fineza en agregado grueso | 50 |
| VIII. | Módulo de fineza en agregado fino | 54 |
| IX. | Absorción de agregado grueso | 57 |
| X. | Absorción de Agregado fino | 58 |
| XI. | Humedad del agregado grueso | 60 |
| XII. | Humedad del agregado fino | 61 |
| XIII. | Diseño de mezcla | 62 |
| XIV. | Elaboración de concreto | 72 |
| 5.2 | Presentación de resultados | 80 |
| 5.2.1. | Resultados ensayos concreto fresco | 81 |
| 5.2.2. | Resultados ensayos concreto endurecido | 81 |
| 5.3 | Discusión de resultados | 94 |
| | CONCLUSIONES..... | 96 |

| | |
|--|------------|
| RECOMENDACIONES..... | 97 |
| REFERENCIAS..... | 98 |
| APENDICE..... | 101 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 102 |
| INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS..... | 103 |
| VALIDACION DE INSTRUMENTOS..... | 105 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| <i>Tabla 1: Requisitos granulométricos del agregado fino</i> | 24 |
| <i>Tabla 2: Requisitos granulométricos del agregado fino</i> | 25 |
| <i>Tabla 3: Operacionalización de variables</i> | 35 |
| <i>Tabla 4: Distribución de probetas a compresión</i> | 38 |
| <i>Tabla 5: Datos requeridos para el diseño de mezcla</i> | 40 |
| <i>Tabla 6: Peso unitario del agregado grueso</i> | 41 |
| <i>Tabla 7: Peso unitario del agregado fino</i> | 43 |
| <i>Tabla 8: Peso unitario compactado agregado grueso</i> | 44 |
| <i>Tabla 9: Peso unitario compactado agregado fino</i> | 46 |
| <i>Tabla 10: Peso específico agregado grueso</i> | 48 |
| <i>Tabla 11: Peso específico agregado fino</i> | 49 |
| <i>Tabla 12: Granulometría agregado grueso</i> | 52 |
| <i>Tabla 13: Granulometría agregado fino</i> | 55 |
| <i>Tabla 14: Modulo de fineza agregado fino</i> | 56 |
| <i>Tabla 15: Absorción de agregado grueso</i> | 58 |
| <i>Tabla 16: Absorción agregado fino</i> | 59 |
| <i>Tabla 17: Humedad agregado grueso</i> | 61 |
| <i>Tabla 18: Humedad agregado fino</i> | 62 |
| <i>Tabla 19: Propiedades de los agregados</i> | 62 |
| <i>Tabla 20: Resistencia del concreto</i> | 63 |
| <i>Tabla 21: Elección de asentamiento</i> | 64 |
| <i>Tabla 22: Requisitos aproximados de contenido de agua y aire para diferentes asentamientos y tamaños máximos nominales de agregados</i> | 64 |
| <i>Tabla 23: Determinación del contenido de aire atrapado</i> | 65 |
| <i>Tabla 24: Determinación de la relación agua/cemento</i> | 65 |
| <i>Tabla 25: Determinación de volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto</i> | 67 |
| <i>Tabla 26: Numero de capas requeridas por tipo y tamaño de la probeta</i> | 76 |
| <i>Tabla 27: Diámetro de varilla y numero de golpes</i> | 76 |
| <i>Tabla 28: Resultados asentamiento (SLUMP)</i> | 81 |
| <i>Tabla 29: Resultados peso unitario (kg/m³)</i> | 81 |
| <i>Tabla 30: Resultados promedio de roturas a compresión</i> | 82 |
| <i>Tabla 31: Resultados porcentuales</i> | 83 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla 32: Resultados promedio de roturas a compresión.....</i> | <i>83</i> |
| <i>Tabla 33: Resultados porcentuales</i> | <i>84</i> |
| <i>Tabla 34: Resultados promedio de rotura de probetas</i> | <i>85</i> |
| <i>Tabla 35: Resultados porcentuales</i> | <i>86</i> |
| <i>Tabla 36: Resultados a compresión entre los grupos de probetas.....</i> | <i>87</i> |
| <i>Tabla 37: Resultados a la compresión (Porcentuales).....</i> | <i>88</i> |
| <i>Tabla 38: Resultados promedio de roturas a tensión por compresión diametral</i> | <i>89</i> |
| <i>Tabla 39: Resultados promedio de roturas a tensión por compresión diametral.....</i> | <i>90</i> |
| <i>Tabla 40: Resultados promedio de roturas a tensión por compresión diametral</i> | <i>91</i> |
| <i>Tabla 41: Resultados a tensión por compresión diametral entre los grupos de probetas</i> | <i>92</i> |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1: Clasificación del plástico</i> | 21 |
| <i>Figura 2: Símbolo del LDPE</i> | 21 |
| <i>Figura 3: Masa de agregado</i> | 42 |
| <i>Figura 4: Masa de agregado grueso compactado</i> | 45 |
| <i>Figura 5: Agregado grueso condición SSS</i> | 48 |
| <i>Figura 6: Eliminación de vacíos de agregado fino</i> | 50 |
| <i>Figura 7: Curva granulométrica agregado grueso</i> | 53 |
| <i>Figura 8: Zarandeo mecánico</i> | 53 |
| <i>Figura 9: Curva granulométrica agregado fino</i> | 56 |
| <i>Figura 10: Material zarandeado</i> | 57 |
| <i>Figura 11: Ensayo de Absorción</i> | 60 |
| <i>Figura 12: Insumos para mezcla de concreto</i> | 72 |
| <i>Figura 13: slump del concreto</i> | 74 |
| <i>Figura 14: Peso Unitario</i> | 75 |
| <i>Figura 15: Varillado de probetas</i> | 77 |
| <i>Figura 16: Curado de Probetas</i> | 78 |
| <i>Figura 17: Prueba de compresión</i> | 79 |
| <i>Figura 18: prueba de tensión por compresión diametral</i> | 80 |
| <i>Figura 19: Resultados de resistencia a compresión P1 vs P4</i> | 82 |
| <i>Figura 20: Resultados de resistencia a compresión P1 vs P3</i> | 84 |
| <i>Figura 21: Resultados de resistencia a compresión P1 vs P2</i> | 86 |
| <i>Figura 22: Resultados a compresión entre los grupos de probetas</i> | 88 |
| <i>Figura 23: Resultados a tensión por compresión diametral entre P1 y P4</i> | 90 |
| <i>Figura 24: Resultados a tensión por compresión diametral entre P1 y P3</i> | 91 |
| <i>Figura 25: Resultados a tensión por compresión diametral entre P1 y P2</i> | 92 |
| <i>Figura 26: Resultados resistencia a la tensión por compresión diametral</i> | 93 |

RESUMEN

Hoy en día, el mundo enfrenta graves problemas de contaminación ambiental, nuestra forma de vida actual y el aumento en la producción de materiales y desechos no biodegradables son la causa principal de este problema.

El estudio actual se origina de la urgencia de disminuir la polución ambiental generada en la actualidad por los materiales plásticos. Ante esta problemática, se busca emplear dicho plástico en la construcción bajo el diseño de mezcla utilizando el método del American Concrete Institute (ACI), por ello, a fin de que los procesos experimentales sean replicables en otros estudios se trabajó bajo parámetros según la norma NTP 400.012, teniendo probetas patrón que no tengan adición del plástico reciclado LDPE en forma agrumada, y probetas que tengan adicionado este material reciclado en diferentes porcentajes. Por lo que, el propósito primordial de este estudio fue examinar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 con la inclusión de distintos porcentajes de plástico reciclado LDPE agrumado en la localidad de Arequipa y posteriormente hacer una comparación de su comportamiento en dos grupos, el primer grupo con relación al concreto común sin plástico y el segundo en relación a los diferentes porcentajes de plástico que se agregue.

Finalmente, la presente investigación obtiene resultados favorables en el uso de plástico agrumado de LDPE reciclado en el concreto, ya que los análisis realizados indican que el plástico agrumado de LDPE reciclado es viable como adionante en el concreto. Sirviendo como antecedente para fomentar la investigación del uso de diversos materiales reciclados ya sean plásticos u otros para un futuro uso en el rubro de la construcción.

Palabras clave: concreto, propiedades mecánicas, compresión, tensión, plástico LDPE

ABSTRACT

Nowadays, the world is facing serious environmental pollution problems, our current way of life and the increase in the production of non-biodegradable materials and waste are the main cause of this problem. The current study originates from the urgency to reduce the environmental pollution currently generated by plastic materials. Given this problem, we seek to use said plastic in construction under the mix design using the American Concrete Institute (ACI) method, therefore, in order for the experimental processes to be replicable in other studies, we worked under parameters according to the standard. NTP 400.012, having standard test tubes that do not have the addition of LDPE recycled plastic in a lumpy form, and test tubes that have this recycled material added in different percentages. Therefore, the primary purpose of this study was to examine the mechanical properties of concrete f'c 210 with the inclusion of different percentages of recycled plastic LDPE agglomerated in the town of Arequipa and subsequently make a comparison of its behavior in two groups, the first group in relation to common concrete without plastic and the second in relation to the different percentages of plastic that are added. Finally, the present research obtains favorable results in the use of recycled LDPE agglomerated plastic in concrete, since the analyzes carried out indicate that recycled LDPE agglomerated plastic is viable as an additive in concrete. Serving as a background to promote research into the use of various recycled materials, whether plastic or others, for future use in the construction industry.

Keywords: concrete, mechanical properties, compression, tension, LDPE plastic

INTRODUCCIÓN

El actual estilo de vida, en conjunto con la producción de recursos y productos que involucran el uso de las nuevas tecnologías ha propiciado una mayor generación de materiales de desecho y ante lo cual existe un gran problema de eliminación. La mayoría de estos materiales no se degradan y permanecen durante cientos y miles de años en el medio ambiente. A estos productos o materiales se les denomina no biodegradables los cuales, en compañía del veloz aumento demográfico, han ocasionado varias dificultades de contaminación a escala global y, por consiguiente, en la urbe de Arequipa.

De los residuos generados, un gran porcentaje son los plásticos los cuales representan un gran problema, ya que el tiempo de degradación oscila entre los 100 y 1000 años; debido a estos números se han planteado muchas soluciones para su mitigación, como es el caso de la Municipalidad de Yanahuara en Arequipa, que cuenta con una planta de reciclaje de plásticos.

En este estudio se contempla el método experimental, el cual implica integrara el plástico reciclado denominado LDPE agrumado proporcionalmente en la preparación del concreto. Para ello, usamos un diseño de mezcla basado en el enfoque del American Concrete Institute (ACI), teniendo como finalidad examinar las propiedades mecánicas que este aporta y reducir la contaminación generada por este residuo.

En este sentido, este trabajo de investigación busca aportar un adiconante al concreto convencional, en magnitudes de 1%, 3% y 5% con relación al peso del cemento, aportando una potencial apertura de mercado con este nuevo adiconante y apoyando también en la cultura de reciclaje de nuestro medio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Delimitación de la investigación

1.1.1. Territorial

Las pruebas en los agregados, la elaboración de la mezcla y los ensayos de compresión y tensión por compresión diametral se llevaron a cabo en Arequipa. No obstante, aún no se ha establecido el alcance de la inclusión del material LDPE agrumado, ya que se puede replicar en cualquier otra ciudad.

1.1.2. Temporal

Las evaluaciones de los agregados, la formulación de la mezcla y los análisis de compresión y tensión mediante la compresión diametral han sido realizados en el año 2023, sin embargo, estos se pueden replicar en el futuro, siendo nuestro porcentaje de plástico incorporado de 1%, 3% Y 5%.

1.1.3. Conceptual

El objetivo de la investigación son las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm² con adición de polietileno de baja densidad (LDPE) agrumado y reciclado, realizando comparativas entre los resultados al valor de diseño inicial, comparativa frente a un diseño patrón.

1.2. Planteamiento del Problema

Actualmente, la producción de desechos sólidos como el plástico representa una de las preocupaciones más alarmantes a nivel mundial, tanto como a nivel nacional generados principalmente por el incremento de la población y las grandes industrias.

De acuerdo al informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) junio 2023, se estima que cada año se generan globalmente más de 400 millones de toneladas de plástico, de las cuales aproximadamente la mitad se destina a un solo uso, y solo el 10 % de este material se somete a procesos de reciclaje. Por lo tanto, entre 19 y 23 millones de toneladas de residuos plásticos terminan en cuerpos de agua como ríos, lagos

y océanos (Pnuma, 2023).

Uno de los residuos sólidos como el plástico presenta muchas ventajas tales como el factor material, pero también tiene grandes desventajas como el factor medioambiental, ya que la biodegradación de este puede llegar de 100 hasta 1000 años. Vale recalcar, que solo el 16.43% del total de residuos sólidos se pueden reciclar, de los cuales el plástico constituye un gran porcentaje.

En Arequipa, el plástico Polietileno Tereftalato (PET) representa el 1.99%, el plástico duro representa el 2.18% y las bolsas de plástico representan un 4.42% del total de residuos sólidos. (Municipalidad Provincial De Arequipa, 2017)

Conforme al informe de la Sociedad de Fabricantes de Cemento (ASOCEM) de enero de 2023, en el territorio peruano durante el año 2022 se fabricaron aproximadamente 13.37 millones de toneladas de cemento. Esto implica que, considerando una proporción de 9.5 bolsas por metro cúbico utilizado en la elaboración del concreto con resistencia a la compresión de 210 kg/cm², se puede deducir que se han manufacturado 33,11 millones de cubos de concreto. (Asocem, 2023)

En el ámbito referente a construcción, el concreto es un material crucial para este sector, y la utilización del mismo se ha masificado y acentuado como material predominante en este sector. Sin embargo, este material también es afectado por el clima y otros factores que conducen a la utilización de aditivos con el fin de mejorar las características del concreto lo cual lo hacen más costoso.

Es por ello, que en los últimos años se busca agregar materiales no convencionales y más accesibles al concreto y en este sentido, también se da un nuevo uso al agrumado plástico de LDPE reduciendo de esta manera su impacto ambiental.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general.

¿Cuál es el efecto del plástico reciclado LDPE agrumado en las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la ciudad de Arequipa 2023?

1.3.2. Problemas específicos.

- a) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de plástico reciclado LDPE agrumado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm²?
- b) ¿Cuánto varía las propiedades mecánicas entre los diferentes diseños de mezcla de concretos adicionados con plástico reciclado LDPE agrumado frente a un concreto patrón f'c 210 kg/cm²?
- c) ¿Cuánto es el porcentaje de mitigación del plástico reciclado LDPE agrumado en relación con el concreto producido en el año 2022?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo general.

Determinar el efecto del plástico reciclado LDPE agrumado en las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm² en la ciudad de Arequipa 2023

1.4.2. Objetivos Específicos.

- a) Establecer la dosificación más óptima de plástico reciclado LDPE agrumado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm².
- b) Realizar comparaciones de propiedades mecánicas entre los diferentes diseños de mezcla de concretos adicionados con plástico reciclado LDPE agrumado frente a un concreto patrón f'c 210 kg/cm².
- c) Determinar el porcentaje de mitigación del plástico reciclado LDPE agrumado con relación al concreto producido en el año 2022.

1.5. Justificación de la investigación

La presente investigación tiene como propuesta colaborar en la reducción de los desechos plásticos en Arequipa para el año 2023, proponiendo su uso alternativo en el concreto comercial con una resistencia de 210 kg/cm² y determinando el porcentaje óptimo de plástico reciclado LDPE incorporado, de manera que las propiedades mecánicas no se vean comprometidas.

1.5.1. Justificación Practica

Actualmente, la acumulación de desechos sólidos junto con el continuo aumento de la población en Arequipa plantea un desafío significativo, ya que la gran mayoría de estos, como es el caso de los plásticos tardan muchos años en degradarse, es por eso que por medio de esta tesis se busca de manera práctica darle un nuevo uso al plástico reciclado LDPE agrumado, con material f'c 210kg/cm² del concreto, resolviendo de esta manera parte de este gran problema que es el manejo de residuos sólidos en Arequipa 2023.

1.5.2. Justificación socio-ambiental

Este trabajo aporta directamente al proceso de reciclaje del LDPE a nivel local y nacional, mediante la instalación de puntos de recolección y el procesamiento del material en el mismo centro de acopio, ya que se conocerá la viabilidad de la reutilización de estos residuos como un material para la realización de concreto, concientizando de esta manera a la población y a las diversas empresas para que apliquen políticas de sustento ambiental como por ejemplo las productoras de concreto premezclado, prefabricados de concreto, etc.

De acuerdo con el informe del Ministerio del Ambiente del Perú, los residuos producidos en nuestro país van aproximadamente de 1.2 millones de toneladas, pero solo un 10% de estos son reciclados o gestionados adecuadamente, lo que resulta en la contaminación de ríos, ciudades, entre otros problemas ambientales.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

2.1.1. Artículos Científicos

Vivek S.; Hari Krishna P. y Gunneswara Rao T.D. (2023) en la investigación denominada “A study on the mechanical behavior of concrete made with partial replacement of fine aggregate with waste plastic (LDPE)” del Departamento de Ingeniería Civil, Instituto Nacional de Tecnología Warangal, Telangana, India, 2023, tuvo como objetivo emplear polietileno de baja densidad (LDPE) a modo de una opción parcial del material fino agregado para esto se desarrollaron 5 diseños de mezcla de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de plásticos LDPE reemplazando parcialmente en el agregado fino. Como resultado, el presente artículo muestra que al incorporar plásticos en un rango del 5% al 20%, se nota una disminución en la fuerza de compresión en contraste con el hormigón estándar. Por lo tanto, concluyen que la utilización de hormigón que integre plástico LDPE en lugar del agregado fino podría ser apropiada para ciertos elementos no estructurales que no demanden una alta resistencia a la compresión.

Por otro lado, según Fauzan, Rani Fahmi Zakaria, Dyan Adhitya Nugraha M y Zev Al Jauhari (2022) en su artículo que lleva por nombre “The effect of pet and ldpe plastic wastes on the compressive strength of paving blocks” (university Andalas, Indonesia, 2022). El fin investigativo fue analizar el impacto en la resistencia a la compresión de los adoquines, usando residuos plásticos LDPE y PET en vez de los agregados finos. Trabajaron bajo un diseño experimental, en la cual se emplearon plásticos PET y LDPE para sustituir parcialmente los agregados finos en diferentes porciones: 0%, 5%, 10% y 15% además se agregaron cenizas volantes que comprende el 15% del peso total de cemento. El estudio tuvo los siguientes resultados: para adoquines que contiene residuos de plástico LDPE, el uso de 5%, 10% y 15% residuos plásticos disminuyeron la resistencia a compresión en 35.26%, 37.69% y 40.68%, respectivamente, mientras que disminuyó en 34.15%, 52.22% y 56,53%, respectivamente para adoquines que contienen residuos de plástico PET. En cuanto al uso de residuos plásticos combinados de cenizas volantes y LDPE en la combinación de adoquines, la reducción de la capacidad de soportar a la compresión

fue respectivamente 23,14%, 18,01% y 24,65%. Finalmente, concluyó que se puede utilizar LDPE y PET debido a que supera el estándar mínimo.

Asimismo, según Saeed M.Al Tarbi, Omar S.Baghara Al-Amoudi, Mojammed A. Al-Osta, Waleed A. Al-Awsh, Mohamed Rizwan Ali, Mohamed Maslehuddin (2022) en su artículo titulado “Development of eco-friendly hollow concrete blocks in the field using wasted high-density polyethylene, low-density polyethylene, and crumb tire rubber” el estudio llevado a cabo por la Universidad King Fahd University of Petroleum & Minerals en Arabia Saudita en 2022, tuvo como meta principal evaluar el impacto de la incorporación de plástico HDPE, LDPE y caucho reciclado de neumáticos en la fabricación de bloques de hormigón; es así que, mediante diseño experimental utilizan 20% de HDPE,10% de LDPE y 20% de caucho reciclado. El análisis revela que después de 28 días, se registraron aumentos de 3.47% en la resistencia a la compresión al utilizar HDPE. Sin embargo, al emplear LDPE, se observó una disminución del 21.16%, y con caucho reciclado, la reducción fue del 56.08%.

También, de acuerdo con Karthik M, Ajey Kumar V G y Mangala Keshava (2021) en su artículo titulado “Study on Behavior of Concrete Mixes using Waste Plastics as an alternative for Coarse Aggregates” de la Universidad de Bengaluru, Karnataka, India, 2021, el principal objetivo estuvo centrado en contrastar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón convencional, incluyendo diferentes porcentajes de plásticos que fueron reemplazados en lugar del agregado grueso, ello mediante el diseño experimental. Es así que, en el diseño de mezcla reemplazaron plástico LDPE, HDPE y PPE en lugar del agregado grueso en 0%, 10 %, 20% y 30 % respectivamente y no usaron ningún aditivo. El estudio presentó como resultado que los agregados mostraron disminución en su facilidad de manipulación, así como en su capacidad para resistir la compresión y la flexión, como resultado de la débil Interfaz de Transición (ITZ) entre los agregados plásticos y la pasta. Por otro lado, observamos una amplificación de resistencia a la tracción introduciendo agregados plásticos reciclados, atribuido a sus propiedades inherentes.

2.1.2. Tesis nacionales e Internacionales

De acuerdo con Baldeon Ore Clider, en su trabajo titulado “Análisis de las

propiedades mecánicas del concreto permeable con adición de polietileno de baja densidad para senderos ecológicos” de la Universidad César Vallejo, Lima, 2018, el propósito principal de esta investigación consistió en analizar el efecto del polietileno de baja densidad (LDPE) en las propiedades mecánicas del concreto permeable, utilizando un enfoque cuantitativo en un diseño de investigación descriptivo; para ello tomaron una muestra de 36 probetas y 12 barras con adiciones de plástico LDPE agrumado en diferentes porciones: 0.05%, 0.075% y 0.10% para las diferentes investigaciones que se realizaron. Se desprende de los procedimientos realizados que la presencia de polietileno de baja densidad (LDPE) tendrá un impacto en las características mecánicas del concreto poroso. El estudio tuvo los siguientes resultados: a los 28 días, la resistencia del hormigón estándar es $f'c = 172,50 \text{ kg/cm}^2$, y cuando el porcentaje de tiras plásticas es 0,050%, 0.075% y 0.100% las resistencias son $179,00 \text{ kg/cm}^2$, $169,00 \text{ kg/cm}^2$ y $164,00 \text{ kg/cm}^2$ correspondientemente. Finalmente, el estudio indica que la inclusión de un 0.050% de tiras de plástico en comparación con el peso total puede elevar la resistencia a la compresión en 7 kg/cm^2 , una cifra contraria al concreto estándar y de la adición de 0.075% y 0.100%. de los resultados obtenidos se establece que al agregar en forma de tiras polietileno de baja densidad se consigue incrementar la capacidad de soportar compresión.

De acuerdo con el trabajo de Lector Lafitte Michael, Anthony, y Villareal Barragán, Edson, titulado "Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote" presentado en la Universidad Nacional del Santa, Ancash, en 2017, presenta como objetivo principal diseñar concreto convencional agregando materiales plásticos reciclados agrumados (LDPE), a través de un diseño experimental de investigación, para este propósito, prepararon muestras de concreto sin ninguna inclusión adicional y muestras de concreto con la inclusión de 0.05%, 0.1% y 0.15% de plástico LDPE. Después de 7, 14 y 28 días de curado, se ejecutaron pruebas para evaluar la resistencia a la compresión en las muestras con diferentes proporciones de plástico LDPE: 0.05%, 0.075% y 0.10% ello para las diferentes investigaciones que se realizaron en esta investigación. La presente tesis presenta como resultados que al adicionar mayor porcentaje de plástico LDPE la mezcla disminuye la trabajabilidad, mientras que al incrementar la cantidad de plástico LDPE añadido, se observaba que el concreto no

se unía adecuadamente, lo que resultaba en una reducción de la resistencia a la compresión. Finalmente, la tesis concluye que la adición de plásticos LDPE no logran mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto estándar, ya que se obtuvo una resistencia media a los 28 días de 183.15 Kg/cm², 143.92 Kg/cm², 120.42 Kg/cm², 94.34 Kg/cm² para las mezclas de concreto con 0%, 0.05%, 0.10% y 0.15% de plástico reciclado.

2.1.3. Antecedentes regionales

Según Márquez Herrera Paul en su investigación que lleva por título “Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa” Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa 2019, se plantea emplear distintos tipos de polímeros reciclados como elementos agregados alternos en combinaciones de hormigón empleadas en la localidad de Arequipa, ello mediante un método de investigación experimental en laboratorio, considerando 3 materiales plásticos reciclados como son: PET, HDPE, LDPE. en forma molida, en bloque o en fibra. Después de realizar las pruebas de compresión se determinó que la resistencia máxima alcanzada con la inclusión de PET es de 313 kilogramos por centímetro cuadrado, mientras que la resistencia máxima obtenida con la adición de HDPE es de 303,55 kilogramos por centímetro cuadrado y finalmente la resistencia máxima de la adición de LDPE agregado es de 289,46 kg/cm². Dicha tesis brinda como recomendación la utilización de diferentes tipos y construcciones de plástico como aditivo para el concreto, dado que mejora sus características de compresión y tracción, aunque en ciertos casos de manera mínima, siendo conceptualmente viable para minimizar la contaminación.

Por otro lado, según Calcina paredes y Delgado Medina, en su tesis de pregrado titulada “Análisis de la utilización de residuos plásticos HDPE como reemplazo parcial de los componentes del concreto para resistencias $f'c = 210$ y 280 kg/cm², en la ciudad de Arequipa 2019”. Universidad Católica Santa María, Arequipa Perú. El objetivo investigativo fue analizar cómo la resistencia de $f'c = 210$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm² influye en las características del concreto tanto en su estado fresco como endurecido, al emplear residuos plásticos HDPE en lugar de los agregados pétreos, en la localidad de Arequipa; para el diseño de la mezcla se utilizó el método ACI,

como parte de las fases iniciales, fue necesario establecer las características físicas de los agregados pétreos y plásticos empleados, además de llevar a cabo la mezcla con inclusiones del 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% con respecto al peso de los agregados fino y grueso. Después de la fabricación de las muestras, se evaluaron las propiedades en los estados fresco y endurecido conforme a las normativas técnicas aplicables. Los resultados indicaron que el HDPE no presenta contenido de humedad ni abrasión del 1.25%. En el caso de la resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se observó una reducción gradual en la densidad unitaria a medida que aumenta la proporción de reemplazo. En cuanto a la resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se registró una disminución progresiva en la densidad unitaria, lo que implica una mayor necesidad de agregado grueso en el diseño y, por ende, un mayor reemplazo de este tipo de agregado. Finalmente, se investigó cómo afecta la sustitución parcial de residuos plásticos HDPE como agregado fino y grueso en concretos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en estados fresco y endurecido, además emplearon varios porcentajes de sustitución, lo que generó variaciones en propiedades como la resistencia a la compresión, tracción y abrasión, en función del grado de reemplazo aplicado. Además, observaron cambios en las características del concreto en estado fresco, a excepción de ciertos atributos como la temperatura, la cual no se vio afectada por las sustituciones parciales de agregados.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Características generales del plástico

2.2.1.1. Definición

Los plásticos son materiales de carácter orgánico compuesto por polímeros de extensas series de átomos principalmente átomos de carbono (C), entre otros elementos que están presente en los plásticos en menor cantidad son oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y azufre. Según la procedencia de estos se dividen en:

- Naturales: Estos son obtenidos directamente de ciertas materias primas de origen vegetal, tales como el látex y la celulosa.
- Artificiales o sintéticos: Producidos mediante compuestos derivados del petróleo, gas natural o carbón.

2.2.1.2. Clasificación

Los materiales plásticos se clasifican según un código identificativo, un sistema ampliamente utilizado en la industria que facilita la identificación de la composición de estos materiales, esta clasificación ayuda en la identificación, separación y reciclaje de estos.

La identificación de los distintos tipos de plástico se distingue mediante números que van del 1 al 7 situado en el centro del tradicional símbolo de reciclaje.

Figura 1: Clasificación del plástico



Fuente: Recytrans, 2013, "Clasificación de los plásticos".

2.2.1.3. Polietileno de baja densidad (LDPE)

Para este estudio se adquirió del tipo agrumado. El material se pudo adquirir gracias a la municipalidad de Yanahuara, a la cual llegan todo tipo de residuos reciclables, sin embargo, solo se da tratamiento al LDPE con el cual por medio de una máquina se producen bolsas de plástico. En dicha planta de reciclaje se puede obtener el LDPE en dos formas como es el tipo agrumado y tipo pellets.

Figura 2: Símbolo del LDPE



Fuente: <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-quequeria-saber-del-pet-2806.htm>

2.2.1.3.1. Definición

El LDPE por sus siglas en inglés, al igual que los plásticos es un polímero termoplástico. La estructura de este polímero está conformada por cadena de etileno. Este polímero es de uso masivo, ya que se usa en la fabricación de bolsas y envases de agua, leche, etc.

2.2.1.3.2. Reciclaje del plástico LDPE

El procedimiento de reciclaje es básicamente semejante en todas las diversas clases de plásticos y la técnica se ejecuta de la siguiente manera:

- **Acopio.** Los plásticos en general son llevados a un centro de acopio, estos son recolectados de distintos puntos de recolección, sin segregación, es decir no están separados por tipos.
- **Compactado.** El material es compactado para un fácil transporte y manejo, estos bloques de plástico presentan un peso variable debido a que, al no segregarse por tipos, no se sabe el porcentaje de cada plástico en estos bloques compactados.
- **Separación.** La separación se realiza de forma manual mediante y con ayuda de una faja transportadora, trabajadores a los costados de la faja separan los diferentes tipos de plástico, y de otras impurezas, como cartón, papeles, etc.
- **Limpieza.** La limpieza del LDPE se realiza una vez. El material es separado y molido con ayuda de un molino, este pasa por una batea de flotación y es limpiado de impurezas, y también pasa por un proceso de enjuague.
- **Secado.** Este procedimiento excluye el sobrante de humedad del material. Para dicho proceso es factible emplear secadores centrífugos o secadores de aire, que pueden operar a diferentes temperaturas, tanto altas como bajas, para eliminar la humedad del material triturado.

2.2.2. Características generales del concreto

2.2.2.1. Definición

Se trata de la combinación compuesta de cemento, agregados, agua, aire y, ocasionalmente, aditivos, proporcionadas específicamente para obtener características deseadas. Este material es conocido localmente como Concreto, recibe el nombre de hormigón según el Reglamento Nacional de Edificaciones de 2006.

2.2.2.2. Cemento

(RNE, 2006) refiere que es una sustancia triturada, que al mezclarse con una proporción adecuada de agua genera una mezcla aglutinante que fraguar tanto en ambientes acuosos como en atmosféricos, aunque las cales hidráulicas y aéreas, yesos no están incluidos dentro de esta categoría.

Cemento Portland

Tipo I: Fabricar el cemento hidráulico, implica moler Clinker, que se encuentra conformado por silicatos de calcio e hidráulicos, sulfato de calcio, caliza. Este tipo de cemento es adecuado para aplicaciones generales que no demandan propiedades específicas particulares (RNE, 2006).

Tipo ICo: Denominado Cemento Portland compuesto, producido al triturar conjuntamente Clinker Portland y materiales calizos o inertes, en una proporción que no excede el 30% (RNE, 2006).

Tipo IP: Es un tipo de cemento hidráulico en el cual la puzolana incorporada constituye hasta un 40% en peso del cemento añadido (RNE, 2006).

Tipo V: El cemento hidráulico es producido al moler el clinker, compuesto esencialmente por silicatos de calcio e hidráulicos. Normalmente, durante el proceso de molienda, se agrega sulfato de calcio y, en ocasiones, caliza como componente adicional. Se recomienda su uso en situaciones donde requieran una alta resistencia a los sulfatos (RNE, 2006).

Tipo IS: La escoria del alto horno se granula y luego se tritura junto con el clinker

del cemento Portland, ya sea molido de manera independiente o mezclado posteriormente con el cemento Portland, o se produce mediante un proceso que implica la molienda y mezcla conjunta. La cantidad de escoria del alto horno en este tipo de cemento puede oscilar entre el 25% y el 70% de su masa total (RNE, 2006).

2.2.2.3. Agregados

Este término se refiere a la colección de partículas, tanto naturales como artificiales, cuyas proporciones están estipuladas dentro la normativa NTP 400.012.

Agregado grueso

Hace mención al material que queda atrapado del tamiz número 4, con una apertura de 4.75 milímetros, derivado del desgaste de las rocas, y que necesita cumplir con aquellas especificaciones de tamaño constituidas en la regulación NTP 400.037. Este tipo de agregado debe comprender partículas sin impurezas, se pretende que el agregado tenga formas angulosas y que tenga una dureza adecuada, compacta, resistente y una rugosidad adecuada.

Para una adecuada elaboración de combinaciones es fundamental tener conocimiento de las propiedades del agregado, para ello se requiere realizar pruebas primordialmente sobre: tamaño de partículas del agregado, medida de su finura, densidad, capacidad de absorción, densidad suelta, prueba de resistencia al desgaste y cantidad de agua absorbida.

Tabla 1: Requisitos granulométricos del agregado fino

| REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS ASTM C-33 PARA AGREGADO GRUESO | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|-------------|-------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| TAMAÑO N° | TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS (apertura cuadrada) | PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA STANDAR | | | | | | | | | | | | |
| | | 4" (100 mm.) | 3½" (90 mm.) | 3" (75 mm.) | 2½" (63 mm.) | 2" (50 mm.) | 1½" (37.5 mm.) | 1" (25 mm.) | ¾" (19 mm.) | ½" (12.5 mm.) | 3/8" (9.5 mm.) | Nº 4 (4.75 mm) | Nº 8 (2.36 mm) | Nº 16 (1.18 mm) |
| 1 | 3 ½" a 1 ½" | 100 | 90-100 | ..... | 25-60 | ..... | 0 - 15 | ..... | 0 - 5 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2 | 2 ½" a 1 ½" | ..... | ..... | 100 | 90-100 | 35-70 | 0 - 15 | ..... | 0 - 5 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3 | 2" a 1" | ..... | ..... | ..... | 100 | 90-100 | 35-70 | 0 - 15 | ..... | 0 - 5 | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 357 | 2" a Nº 4 | ..... | ..... | ..... | 100 | 95-100 | ..... | 35-70 | ..... | 10-30 | ..... | 0 - 5 | ..... | ..... |
| 4 | 1 ½" a ¾" | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 90-100 | 20-55 | 0 - 5 | ..... | 0 - 5 | ..... | ..... | ..... |
| 467 | 1 ½" a Nº 4 | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 95-100 | ..... | 35-70 | ..... | 10-30 | 0 - 5 | ..... | ..... |
| 5 | 1" a ½" | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 90-100 | 20-55 | 0 - 10 | 0 - 5 | ..... | ..... | ..... |
| 56 | 1" a 3/8" | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 90-100 | 40-85 | 10-40 | 0 - 15 | 0 - 5 | ..... | ..... |
| 57 | 1" a Nº 4 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 95-100 | ..... | 25-60 | ..... | 0 - 10 | 0 - 5 | ..... |
| 6 | ¾" a 3/8" | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 90-100 | 20-55 | 0 - 15 | 0 - 5 | ..... | ..... |
| 67 | ¾" a Nº 4 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 90-100 | ..... | 20-55 | 0 - 10 | 0 - 5 | ..... |
| 7 | ½" a Nº 4 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 100 | 90-100 | 40-70 | 0 - 15 | 0 - 5 | ..... |
| 8 | 3/8" a Nº 4 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | 85-100 | 0 - 30 | 0 - 10 | 0 - 5 |

Fuente: Chávez, 2003

Agregado Fino

Se trata de una sustancia derivada de la descomposición tanto natural como inducida de las rocas, pasando a través del tamiz de 9.5 mm (3/8"), debiendo estar acorde a los requisitos de tamaño establecidos en la normativa NTP 400.037.

Para una correcta elaboración de las combinaciones de materiales, es vital comprender las propiedades del agregado. Para lograr esto, se deben llevar a cabo pruebas esenciales que incluyan la distribución de tamaños del agregado, el índice de finura, la densidad, la capacidad de absorción, la densidad en estado suelto, la resistencia a la abrasión y la capacidad de humedad.

Tabla 2: Requisitos granulométricos del agregado fino

| Tamiz Estándar | % en peso del material que pasa el tamiz |
|----------------|--|
| 3/8" | 100 |
| #4 | 95 a 100 |
| #8 | 80 a 100 |
| #16 | 50 a 85 |
| #30 | 25 a 60 |
| #50 | 10 a 30 |
| #100 | 2 a 10 |

Fuente: Diseño de estructuras de C°A – Teodoro Harmsen

2.2.2.3.1. Características de los agregados

- **Peso unitario.** Se trata de la relación divisora resultante del peso total de las partículas por el volumen total, considerando los espacios presentes dentro del dicho volumen. Los vacíos están bajo influencia en la que se acomodan las partículas lo que genera que será un parámetro relativo. Además de la densidad, otros factores como la distribución del tamaño de partícula, la estructura estratigráfica y otros factores también afectan el peso unitario (Abanto, 2009).
- **Peso específico.** Según Abanto Castillo F. 2009, el peso de los agregados se describe como la proporción entre el peso de las partículas y su volumen, sin incluir los espacios vacíos entre ellas. Para los agregados estándar, su rango típico va de 2.5 a 2.7 kg/m³.
- **Absorción.** Respecto al Reglamento Nacional de Edificaciones del año 2006, refieren que los agregados y su capacidad para reten en espacios vacíos de agua dentro de las partículas se denomina "absorción", lo cual ocurre por la capilaridad y no logra saturar completamente los poros mencionados, ya que siempre queda atrapado aire.
- **Humedad.** Este es el índice hídrico retenido en la superficie de las partículas del agregado en un período definido. Esta cualidad es fundamental, dado que afecta el espacio de agua presente en la mezcla de hormigón, por ende, es esencial

considerarla junto con la absorción para realizar ajustes apropiados en la elaboración de las mezclas, asegurando así que se cumplan las condiciones requeridas (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

2.2.2.4. Agua

Para (Abanto, 2009), es el componente fundamental en el proceso de elaboración de mezclas, debido a la estrecha relación con la fuerza, manejabilidad y atribuciones del concreto.

Utilizada en la elaboración de las mezclas fue apto para el consumo humano, implicando cero presencias de características que puedan afectar el desempeño del concreto (Abanto, 2009).

2.2.3. Diseño de mezclas

2.2.3.1. Definición

(Rivva, 2005) la define como el método mediante el cual se establece del cemento sus volúmenes totales, cantidad de agua recomendada, presencia de aire y agregado grueso, junto con posibles adiciones, deben cumplir con las especificaciones tanto en su estado fresco como endurecido, así como con los criterios específicos que se soliciten.

2.2.3.2. Métodos para el diseño de mezcla

2.2.3.2.1. Método ACI

La Asociación Estadounidense del concreto formula el método de proporción de agregados que integra la recopilación de investigaciones realizadas y elaboradas mediante diversos métodos y por varios autores, e incorpora también el método Walker. La metodología del ACI es manejada de modo que los valores de dosificación de agregados estén bajo requisitos granulométricos ya determinados. Si los criterios de granulometría no se satisfacen, se puede recurrir a la opción propuesta por el LNR (Laboratorio de Notas de Carreteras), que implica una optimización en la repartición de tamaños de partículas que requiere combinar el agregado de varias fuentes hasta llegar a la granulometría deseada.

El ACI sugiere llevar a cabo una mezcla de prueba para comprobar si el diseño cumple con los estándares necesarios, tanto en su estado fresco como endurecido. También se debe tener en cuenta las condiciones reales del proyecto donde se colocará el concreto, ya sea transporte, colocación, etc.

Según (Rivva, 2005), es necesario llevar a cabo un ajuste mínimo en la mezcla inicial mediante un sistema de ajuste y reajuste, con el fin de cumplir adecuadamente con las especificaciones mínimas del concreto para su aplicación en el lugar de trabajo.

Procedimiento:

1. Elección del Slump del concreto.
2. Definir tamaño máximo nominal (TMN) del agregado.
3. Fijamos cantidad de líquido en litros por cada metro cúbico de mezcla de cemento.
4. Proporción de líquido a cemento conforme a la resistencia deseada a los 28 días.
5. Se calcula el peso de cemento.
6. Se establece el espacio ocupado por el material pétreo de mayor tamaño.
7. Conversión a Volumen tanto de agua como cemento.

El diseño se realiza para 1m³, así que se restará:

$$1 - V_a - V_c - V_{ag} = V_{af}$$

V_a=Volumen de agua

V_c=Volumen de cemento

V_{ag}=Volumen agregado grueso

V_{af} = Volumen agregado fino

8. Los valores volumétricos se deberán convertir a peso para una dosificación más exacta, se debe hacer una corrección a los agregados debido a su absorción y humedad.

2.2.3.2.2. Método Walker

Se trata de un método desarrollado por el profesor Stanton Walker, la metodología que desarrolló se enfoca en el uso de una serie de tabulaciones para establecer las medidas de los elementos que constituyen el concreto; el

profesor norteamericano S. Walker logra que su procedimiento sea considerado válido a través de un sistema Prueba - Error. Walker, patentó su método, dado que el plan elaborado por el grupo 211 de la ACI contemplaba el agregado grande como una cantidad prácticamente estática. Walker, sugiere que tanto el material pétreo grueso como el material fino deben ajustarse según la proporción de mortero (relación agua-cemento), además de considerar las particularidades del agregado grueso y fino (Pasquel, 1998).

Secuencia de diseño

1. Resistencia de diseño
2. Selección de asentamiento (SLUMP)
3. Características de los materiales a emplear
4. Elección del tamaño máximo nominal (TMN)
5. Contenido de agua
6. Selección de la proporción agua/material cementante (a/mc)
7. Cálculo del contenido de cemento
8. Cálculo de volumen absoluto de agregados (fino + grueso)
9. Cálculo del porcentaje de agregado fino
10. Cálculo de pesos secos de los agregados
11. Presentación del diseño en estado seco
12. Ajustes de diseño por humedad de los agregados
13. Presentación final del diseño.

2.2.3.2.3. Método del módulo de fineza de la combinación de agregados

El equipo investigativo de la Universidad de Maryland, en colaboración con el Profesor S. Walker, desarrolla un enfoque innovador para determinar las proporciones de los elementos constituyentes del concreto. Este nuevo método se basa en los índices de finura del agregado fino y grueso, datos que se obtienen fácilmente tras el proceso de análisis granulométrico. El índice de combinación de agregados se deriva de la óptima mezcla de los materiales pétreos necesarios para el proyecto de construcción. En el método del índice de finura de la mezcla de agregados, el objetivo es ajustar la proporción de agregado fino y grueso de acuerdo con los requisitos de resistencia, los cuales a su vez varían dependiendo de la relación entre agua y cemento (Pasquel, 1998).

Secuencia de diseño

1. Resistencia a compresión requerida
2. Tamaño máximo nominal del agregado grueso (TMN).
3. Selección del asentamiento. (SLUMP)
4. Volumen unitario del agua de diseño
5. Elección del contenido de aire
6. Seleccionar la relación agua/cemento por resistencia y durabilidad.
7. Fijación del factor cemento. (Peso)
8. Precisión de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
9. Especificación del volumen absoluto de agregado total.

Cálculo del índice de finura de la mezcla de agregados utilizando la ecuación que sigue:

$$M_c = r_f * M_f + r_g * M_g$$

r_f = Vol. Abs. Agregado fino / Vol. Absoluto agregados

r_g = Vol. Abs. Agregado grueso / Vol. Absoluto agregados

M_f = Módulo de finura agregado fino

M_g = Módulo de finura agregado grueso

M_c = Módulo de finura de la combinación de agregados

10. Determinación del porcentaje de agregado fino en relación con el volumen absoluto

$$R_f = \left\{ \frac{(m_g - m_c)}{(m_g - m_f)} \right\} * 100$$

m_f = Módulo de finura agregado fino

m_g = Módulo de finura agregado grueso

m_c = Módulo de finura de la combinación de agregados

11. Determinación del volumen absoluto del agregado grueso
12. Delimitación de los pesos secos de los materiales de diseño
13. Modificación de los valores de diseño por humedad del agregado
14. Resolución de la proporción en peso de diseño y de obra

2.2.4. Propiedades del concreto en estado fresco

Estas cualidades observadas durante el período en el cual el concreto se halla en estado semifluido y se manifiestan de forma inmediata después de la combinación de sus componentes, hay varios ensayos que se deben efectuar para decidir estas

propiedades. Estos ensayos están controlados y parametrizados por normativas que nos aseguran que el proceso sea llevado de manera correcta y así obtener resultados que sean verídicos. (Pasquel, 1998)

En este estudio, se consideró fundamental adquirir un entendimiento de algunas de estas características para obtener valores que sirvan de referencia para futuras investigaciones

2.2.5. Ensayos del concreto en estado fresco

Durante la creación del plan de combinación, se obtiene un concreto conocido como recién preparado; este representa el estado inicial del concreto, donde se pueden llevar a cabo pruebas para obtener propiedades específicas y/o características. En esta indagación, se realizaron pruebas en estado fresco, como la evaluación de la manejabilidad, que se establece a través de la medida del asentamiento o la extensión, la densidad unitaria y el contenido de aire (Pasquel, 1998).

2.2.5.1. Trabajabilidad

De acuerdo con Pasquel Carbajal E. 1998, la trabajabilidad es la propiedad que nos definirá cuan manipulable es el concreto obtenido, esta propiedad debe considerar aspectos como el transporte y la disposición del concreto. Una manejabilidad apropiada garantiza que el concreto se distribuya de forma eficaz en los distintos elementos estructurales.

Procedimiento.

- Se fija el cono sobre una superficie de metal limpia y lisa.
- Se completa un cono truncado con concreto recién preparado en tres estratos, cada uno de los cuales se compacta mediante 25 golpes con una varilla, dichos golpes se deben hacer de manera constante y uniforme.
- Posteriormente, procedemos a nivelar la parte superior, eliminamos cualquier exceso alrededor del cono truncado y se levanta verticalmente el cono a una velocidad uniforme en aproximadamente 5 ± 2 segundos, asegurándose de que no entre en contacto ni con las paredes del molde ni

con el concreto.

- Finalmente, el cono se coloca de manera invertida junto a la muestra, introduciendo la varilla a lo largo del cono para medir la discrepancia entre las alturas.

2.2.5.2. Peso unitario

El peso unitario del concreto se define como la masa del concreto compactado dentro de un volumen específico, expresado en kg/cm^3 . Se refiere al concreto contenido en la olla de Washington después de ser compactado y nivelado, y antes de realizar los ensayos para determinar el contenido de aire. Llevamos a cabo la medición del peso antes mencionado y se determinó el volumen de las ollas de Washington. Utilizando los datos de masa y volumen del concreto, realizamos la división de estos valores, lo que permite obtener el peso específico del concreto en su estado fresco (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, 2008).

2.2.6. Propiedades del concreto en estado endurecido

En conformidad con Pasquel Carbajal E. (1998), el concreto guarda estrecha asociación con la resistencia a la compresión, siendo esta su cualidad fundamental que directamente se vincula con la capacidad para resistir esfuerzos compresivos. El procedimiento para dicho ensayo se hizo de la siguiente manera:

2.2.7. Ensayos del concreto en estado endurecido

2.2.7.1. Resistencia a la compresión

Esta característica es más importante hablando de las características mecánicas, asociado con la habilidad para soportar una fuerza por cada unidad de superficie, comúnmente indicado en kg/cm^2 , y nos proporciona información relacionada a capacidades del concreto para la resistencia a la compresión:

Procedimiento.

- Las probetas para evaluar son extraídas del lugar de curado, dejando los especímenes ventilar y se deberá hacer la limpieza de ser necesaria.

- Empleando un calibrador de metal, continuamos con la toma de medidas de los dos diámetros que se entrecruzan en cada superficie de la muestra, con el propósito de calcular el diámetro medio.
- Adherimos un molde de neopreno a ambos lados, lo cual facilita una repartición uniforme de la carga aplicada en la superficie de contacto. Posteriormente, se posicionan los moldes de metal sobre el material de neopreno, centrándolos meticulosamente en el equipo antes de proceder con el ensayo mediante la máquina comprensiva.
- Tomamos nota de la fuerza aplicada y luego dividimos esta cantidad por el área promedio de cada muestra de prueba, de esta manera calculamos la resistencia a la compresión de cada probeta.

2.3. Definición de Términos básicos

2.3.1. Plástico.

Llamados polímeros, compuestos con una base molecular muy dócil, lo que los hace de fácil manejo. El manejo es tan sencillo que se puede hacer con energías como la presión y el calor, cabe mencionar que están compuestas casi en su totalidad por carbono.

2.3.2. Reciclaje

Es el término que se le da al proceso de recolección de materiales, ya sean orgánicos e inorgánicos para transformarlos en productos de segunda mano o en productos nuevos.

2.3.3. Propiedades mecánicas

Según Abanto Castillo, F. 2009. indica que la resistencia del concreto no tiene un método de medida en estado plástico, también indica que el procedimiento implica colocar muestras de concreto en moldes cilíndricos durante la fase de mezcla, luego se sumergen en agua para el proceso de curado y, finalmente, se someten a pruebas de compresión y tensión.

2.3.4. Concreto.

Definimos al concreto como una combinación de varios componentes como cemento, agua, agregados y aditivos, que exhibe una consistencia flexible y

moldeable durante una fase inicial, no obstante, conforme pasa el tiempo adquiere una consistencia mucho más rígida que se caracteriza por sus propiedades resistentes. (Abanto, 2009)

2.3.5. Resistencia a la Compresión

Propiedad imprescindible del concreto, evidenciada cuando el concreto se encuentra en estado endurecido y generalmente se realiza a los 28 días de la producción del mismo. Esta propiedad se determina a través de la prueba de compresión, también conocida como fractura de muestras, el cual nos dará la resistencia final del concreto. (Abanto, 2009)

2.3.6. Resistencia a la tensión

(Abanto, 2009) menciona que la evaluación de la tracción mediante compresión diametral de un material implica la exposición de una muestra estandarizada a una fuerza de tracción axial progresiva hasta que se produce su fractura, evaluando la capacidad de un material para resistir una fuerza estática o aplicada gradualmente.

2.3.6. Asentamiento

Procedimiento usado para establecer la cohesión del concreto, es una parte importante para saber la trabajabilidad real del concreto. Por lo tanto, su aplicación es adecuada en las pruebas efectuadas al concreto en su fase inicial. (Abanto, 2009)

2.3.7. Fraguado:

Proceso mediante el cual el concreto pasa de estar en una condición semisólida a convertirse en una estructura sólida, lo que implica el endurecimiento del concreto, así como la pérdida de elasticidad y trabajabilidad, este fenómeno se produce debido a la interacción química que tiene lugar entre el cemento y el agua, lo que genera calor y produce el endurecimiento. (Abanto, 2009)

2.3.8. Curado de concreto.

Es el proceso que se le da al concreto para mantener la humedad y temperatura, este se realiza al mismo tiempo que el fraguado y su adecuado proceso asegura un concreto resistente y durable. (Abanto, 2009)

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

El uso de plástico reciclado LDPE agrumado tiene un efecto en las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la ciudad de Arequipa 2023.

3.1.2 Hipótesis específicas

- El 3 % de porcentaje de plástico reciclado LDPE agrumado mejora las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm².
- La utilización de plástico reciclado LDPE agrumado aumenta las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en comparación con el concreto convencional.
- La adición de plástico reciclado LDPE agrumado en el concreto contribuye en la mitigación ambiental.

3.2 Identificación de las variables

V1: LDPE reciclado. (Independiente)

V2: Propiedades mecánicas. (Dependiente)

3.3 Operacionalización de variables de la investigación

Tabla 3: Operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
|--|---|----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE: LDPE reciclado | Procedimiento realizado después de recolectar materiales a fin de reciclarlos mediante procesos de descontaminación y trituración, para emplearlos en múltiples y diversos sectores y así, tener un efecto en el entorno natural, dado que este producto no se descompone de forma natural. | Cantidad de adición (porcentaje) | 1% | balanza |
| | | | 3% | balanza |
| | | | 5% | balanza |
| VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades mecánicas del concreto | Las características mecánicas del concreto son las que especifican la fuerza mecánica del concreto y su habilidad para resistir cuando se aplica una fuerza. | Compresión | KG/CM2 | Ficha de recolección de datos |
| | | Tensión | KG/CM2 | Ficha de recolección de datos |

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Enfoque de la investigación- Cuantitativa

Hernández, Fernández y Baptista (2014), explican este tipo de enfoque como sucesivo y demostrativo, por lo que cada etapa antecede a la anterior y no se permite evitar o esquivar ningún paso.

Nuestro proyecto se realizará de manera ordenada, ya que se realizarán diferentes ensayos a diferentes muestras para así poder cumplir con los objetivos establecidos.

4.2. Tipo de investigación- Aplicada

Para Lozada (2014), esta indagación está dirigida hacia la resolución de inquietudes y no hacia la creación de principios relacionados con el asunto, dado que su objetivo es producir sabiduría con atención hacia los problemas de la comunidad.

Basándonos en esta descripción, podemos confirmar que nuestro estudio es de índole práctica, dado que buscamos examinar las propiedades mecánicas del concreto con la inclusión de agrumado de baja densidad reciclado con el propósito de reducir la polución ambiental, todo ello sin afectar la resistencia a la compresión del material concreto.

4.3. Nivel de Investigación – Correlacional

Para Lozada (2014), este nivel de investigación tiene el objetivo de evaluar el nivel de conexión entre conceptos o variables, siendo los resultados negativos o positivos.

Con esta definición podemos indicar que nuestra indagación es correlacional, dado que procura examinar el impacto de las características mecánicas del concreto con la inclusión del triturado de LDPE.

4.4. Método de la investigación- Científico

Para Ruiz (2007), este método está vinculado al entendimiento, puesto que opera mediante la experimentación científica para adquirir principios regidos en diversas metas de estudio, mostrando de forma práctica y teórica la interacción humana con el entorno natural y social, con miras a su transformación y gestión.

Se observa que en la actualidad la contaminación ambiental representa un gran problema en la ciudad de Arequipa y gran parte de esta es ocasionada por la acumulación de plásticos, es por ello, que en este estudio analizará el concreto con adición de agumado de LDPE reciclado con el fin de mitigar la contaminación ambiental sin mermar las propiedades mecánicas del concreto

Para lo cual, iniciamos elaborando un diseño de mezclas estándar mediante el enfoque del módulo de finura, tras lo cual procedemos a incorporar proporciones de agregado de LDPE reciclado en tasas del 1, 3 y 5 por ciento y finalmente evaluar sus propiedades mecánicas.

4.5. Diseño de la investigación- Experimental

Para Hernández, Fernández y Baptista (2007), este tipo de diseño es usado para establecer posibles efectos de causa en manipulación.

Nuestro proyecto se basa en ensayos controlados por el investigador por eso podemos decir que es de naturaleza experimental, ya que como menciona la teoría, estos trabajos se evocan completamente en métodos experimentales y en instalaciones de laboratorio, cumpliendo con todas las pautas prescritas en estándares. Se empleará el agregado de LDPE reciclado como una extensión al concreto tradicional.

La investigación se fundamenta en un plan de combinaciones según los lineamientos del ACI, adhiriéndose a todas las directrices y regulaciones. Se llevará a cabo un diseño de combinación estándar donde se añadirá el agregado de LDPE reciclado en proporción al peso del cemento, considerando la disponibilidad de este recurso en las diversas plantas de reciclaje en Arequipa; es decir, exploraremos la variable independiente (agregado de LDPE reciclado) en distintas medidas, incluyendo 1%, 3% y 5%, mientras evaluamos la variable dependiente del concreto integrado con estas concentraciones de plástico.

4.6. Población y muestra

4.6.1. Población

Representa diferentes instancias vinculadas a características específicas, donde identifica la unidad de análisis mediante la definición precisa y minuciosa del grupo a estudiar, con el objetivo de organizar los hallazgos según sus atributos, ubicación y periodo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Para el actual estudio de tesis, el conjunto de casos está conformado por diversas combinaciones de mezclas de concreto enriquecidas con distintas proporciones de plástico reciclado LDPE agrumado 1% 3% y 5 %.

4.6.2. Muestra

Para (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), representa una porción del conjunto poblacional, la cual tiene la finalidad de delinear las características de esta, siendo un reflejo de la población y siendo una muestra representativa adecuada.

La muestra consistirá en 18 probetas de concreto convencional, con agregados comunes, que nos servirán como patrón, en diferente periodo de rotura 7 - 14 y 28 días

También contaremos con 54 probetas, de las cuales 27 probetas serán sometidas a compresión y 27 a tensión, que estarán con agregado de plástico reciclado LDPE agrumado. Tendrán un porcentaje de plástico variable, entre 1%, 3% y 5%, que también serán sometidas a las pruebas en laboratorio en tiempos de 7 - 14 y 28 días.

Tabla 4: Distribución de probetas a compresión

| Tiempo de vida | Concreto convencional al (PATRÓN) | Concreto con plástico reciclado LDPE agrumado | | | | | |
|----------------|-----------------------------------|---|------------|------------|--------------------|------------|------------|
| | | TESTIGOS A COMPRESION | | | TESTIGOS A TENSION | | |
| | | 1% | 3% | 5% | 1% | 3% | 5% |
| 7 días | 6 | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas |
| 14 días | 6 | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas |
| 28 días | 6 | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas | 3 probetas |

Fuente: Elaboración propia

4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.7.1. Técnicas

Según Chávez (2008), para obtener datos informaciones es necesario realizarlo mediante técnicas, un procedimiento que posibilita adquirir datos concretos teniendo como fin evaluar las variables dentro de la unidad de estudio, asimismo, pretende conseguir los datos necesarios para la problemática planteada o para el contexto sociocultural del estudio.

En esta investigación, empleamos la técnica de observación en tiempo real, para lo cual elaboramos combinaciones de concreto siguiendo la metodología del Índice de los agregados de mezcla fina, luego, fabricamos muestras de concreto que contengan LDPE reciclado, con el fin de crear pruebas de resistencia a la compresión, para luego procesar la data.

4.7.2 Instrumentos

Según Mejía (2005), estos son la forma y lo que se usa para el acopio, recopilación y conservación de datos. También, menciona que por medio de dichos instrumentos el investigador logra obtener información. En nuestro proyecto utilizaremos la Ficha de recolección de información. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), esta involucra elaborar un plan procesal que nos lleven a acopiar información con objetivos precisos en relación a la hipótesis, se procesa la recopilación de la información mediante conceptos o variables que deben ser conmensurables.

Los instrumentos ejecutores empleados en este trabajo se muestran a continuación:

- Elaboración de combinaciones de concreto según los lineamientos establecidos por el instituto americano de concretos.
- Equipo de rotura de probetas
- Ficha informacional de registro sobre la resistencia a compresión de las probetas de concreto elaboradas con aumento de plástico reciclado PET
- Programa para interpretar resultados (EXCEL)

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 Descripción de trabajos en campo

En el desarrollo del diseño de mezcla utilizando el método del ACI, se requiere disponer de la siguiente información relacionada con los agregados:

Tabla 5: Datos requeridos para el diseño de mezcla

| |
|--|
| 1.Peso unitario suelto (kg/m ³) |
| 2.Peso unitario compactado (kg/cm ³) |
| 3.Peso específico (kg/cm ³) |
| 4.Modulo de fineza |
| 5.TMN – Tamaño Máximo Nominal |
| 6.%abs - % de absorción |
| 7.%w - % de humedad |

Fuente: Elaboración propia

I. Peso unitario del agregado grueso

Para calcular el peso unitario suelto se siguieron los pasos de la normativa NTP 400.017

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza
- Bandejas metálicas
- Recipiente metálico de volumen constante
- Varilla de compactación

Procedimiento:

Paso 1. Medir la masa del recipiente.

Paso 2. Llenar el agregado grueso al recipiente. El agregado es previamente cuarteado para obtener una muestra representativa.

Paso 3. Enrasar la muestra con una varilla sin presionar.

Paso 4. Medir masa muestral + el recipiente metálico.

Cálculo de peso:

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

Donde:

M = Densidad de la masa del agregado en kg/m³

G= Masa del agregado más recipiente en kg

T= Masa del recipiente en kg

V= Volumen del recipiente en m³

Tabla 6: Peso unitario del agregado grueso

GRAVA SUELTO

| | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------------|-------------|-------|-------|
| Peso molde +material | 18240 | 18229 | 18235 |
| Peso promedio (g) | 18235 | | |
| Volumen del molde(v) | 10013.85 | | |
| Peso del molde(t) | 3467 | | |
| Peso unitario Kg/m³ | 1475 | | |

Fuente: Elaboración propia

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

$$M = \frac{(18235 - 3467)}{(10013.85)} * 1000$$

$$M = 1475 \text{ kg/m}^3$$

Figura 3: Masa de agregado



Fuente: Elaboración propia

II. Peso unitario del agregado fino

En la obtención del peso unitario suelto se siguieron los pasos normativos del NTP 400.017

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza
- Bandejas metálicas
- Recipiente metálico de volumen constante
- Varilla de compactación
- Regla de enrase

Procedimiento:

Paso 1. Medir la masa del recipiente.

Paso 2. Llenar el agregado fino al recipiente. El agregado es previamente cuarteado para obtener una muestra representativa.

Paso 3. Enrasar la muestra con una regla de enrase.

Paso 4. Medir la masa de la muestra + el recipiente metálico.

Cálculo de peso:

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

Donde:

M = Densidad de la masa del agregado en kg/m³

G= Masa del agregado más recipiente en kg

T= Masa del recipiente en kg

V= Volumen del recipiente en m³

Tabla 7: *Peso unitario del agregado fino*

ARENA SUELTA

| | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------|-------------|--------|--------|
| Peso molde +material | 6205.8 | 6213.9 | 6214.8 |
| Peso promedio (g) | 6211.5 | | |
| Volumen del molde(v) | 2790 | | |
| Peso del molde (t) | 1895.36 | | |
| Peso unitario Kg/m ³ | 1547 | | |

Fuente: Elaboración propia

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

$$M = \frac{(6211.5 - 1895.36)}{(2790)} * 1000$$

$$M = 1547 \text{ kg/m}^3$$

III. **Peso unitario del agregado grueso compactado**

En la determinación del peso específico suelto, llevamos a cabo los procedimientos establecidos por la normativa NTP 400.017

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza
- Bandejas metálicas
- Recipiente metálico de volumen constante
- Varilla de compactación
- Regla de enrase

Procedimiento:

- Paso 1. Medir la masa del recipiente.
- Paso 2. Rellenar el agradado grueso hasta alcanzar 1/3 del volumen del recipiente y aplicar 25 golpes de varilla de compactación en movimientos espirales de afuera hacia dentro.
- Paso 3. Llenar el agregado hasta 2/3 del volumen del recipiente, golpeando 25 veces con la varilla compactadora de manera espiral de afuera hacia adentro.
- Paso 4. Completar el llenado del agregado hasta el tope del recipiente aplicando 25 golpes con ayuda de la varilla de compactación de manera espiral de afuera hacia adentro.
- Paso 5. Enrasar la muestra con una varilla sin presionar.
- Paso 6. Medir la masa de la muestra + el recipiente metálico.

Cálculo de peso:

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

Donde:

M = Densidad de la masa del agregado en kg/m³

G= Masa del agregado más recipiente en kg

T= Masa del recipiente en kg

V= Volumen del recipiente en m³

Tabla 8: Peso unitario compactado agregado grueso

GRAVA VARRILLADA

| | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------|-------------|-------|-------|
| Peso molde +material | 19926 | 19932 | 19912 |
| Peso promedio (g) | 19923 | | |
| Volumen del molde(v) | 10013.85 | | |
| Peso del molde(t) | 3467 | | |
| Peso unitario Kg/m ³ | 1643 | | |

Fuente: Elaboración propia

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

$$M = \frac{(19923 - 3467)}{(10013.85)} * 1000$$

$$M = 1643 \text{ kg/m}^3$$

Figura 4: Masa de agregado grueso compactado



Fuente: Elaboración Propia

IV. Peso unitario del agregado fino compactado

Para la obtención del peso unitario suelto se siguieron los pasos de la normativa NTP 400.017

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza
- Bandejas metálicas
- Recipiente metálico de volumen constante

- Varilla de compactación
- Regla de Enrase

Procedimiento:

- Paso 1. Medir la masa del recipiente.
- Paso 2. Llenar el agregado fino hasta 1/3 del volumen del recipiente y golpeando 25 veces con ayuda de la varilla de compactación, de manera espiral, de afuera hacia adentro.
- Paso 3. Llenar el agregado fino hasta 2/3 del volumen del recipiente y proporcionar 25 golpes con ayuda de la varilla de compactación de manera espiral, de afuera hacia adentro.
- Paso 4. Llenar el agregado hasta el tope del recipiente dando 25 golpes con ayuda de la varilla de compactación de manera espiral, de afuera hacia adentro.
- Paso 5. Enrasar la muestra con una varilla sin presionar.
- Paso 6. Medir la masa de la muestra + el recipiente metálico.

Cálculo de peso:

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

Donde:

M = Densidad de la masa del agregado en kg/m³

G= Masa del agregado más recipiente en kg

T= Masa del recipiente en kg

V= Volumen del recipiente en m³

Tabla 9: *Peso unitario compactado agregado fino*

ARENA VARILLADA

| | 1 | 2 | 3 |
|-----------------------|------|------|------|
| Peso molde + material | 6560 | 6543 | 6558 |
| Peso promedio (g) | 6554 | | |
| Volumen del molde(v) | 2790 | | |

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Peso del molde(t) | 1895.36 |
| Peso unitario Kg/m3 | 1670 |

Fuente: Elaboración Propia

$$M = \frac{(G - T)}{(V)} * 1000$$

$$M = \frac{(6554 - 1895.36)}{(2790)} * 1000$$

$$M = 1670 \text{ kg/m}^3$$

V. **Peso específico del agregado grueso**

En este caso seguimos los pasos y recomendaciones de la normativa NTP 400.021

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza Hidrostática Electrónica
- Canastilla metálica
- Tanque de agua
- Bandejas metálicas
- Paños para secar

Procedimiento:

- Paso 1. En un recipiente lavar la muestra previamente cuarteada de agregado grueso y dejar remojar en agua durante 24 horas.
- Paso 2. Una vez transcurrido 24 horas, decantar completamente el agua del material grueso, y con ayuda de paños proceder a secar superficialmente las muestras de agregado grueso eliminando partículas de agua de la superficie.
- Paso 3. Medir la masa de la muestra más la canastilla, en la balanza.
- Paso 4. Sumergir la canastilla más el material en el agua, de tal manera que la muestra quede completamente sumergida y que no toque el fondo del tanque de agua.
- Paso 5. Medir la masa sumergida de la muestra más la canastilla

Cálculo de Peso:

Tabla 10: *Peso específico agregado grueso*

| | | |
|-------------------------------|--------------|---------------|
| Peso muestra seca | 4000.00 gr | A |
| Peso muestra condición SSS | 4043.60 gr | B |
| Peso canastilla | 786.93 gr | C |
| Peso muestra SSS + canastilla | 4830.53 gr | D |
| Peso sumergido | 3332.33 gr | E |
| Peso específico SSS | 2.699 | gr/cm3 |

Fuente: Elaboración propia

$$PE\ SSS = \frac{B}{B-(E-C)}$$

$$PE\ SSS = \frac{4043.60}{4043.60 - (3332.33 - 786.93)}$$

$$PE\ SSS = 2.699\ gr/cm^3$$

Figura 5: *Agregado grueso condición SSS*



Fuente: Elaboración propia

VI. Peso específico agregado Fino

Para conseguir el peso específico del agregado fino se siguieron pasos y recomendaciones de la normativa NTP 400.022

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza electrónica
- Fiola de 500 ml
- Gotero
- Bandejas metálicas
- Estufa
- Molde cónico
- Pisón manual
- Horno

Procedimiento:

- Paso 1. En un recipiente saturar la muestra aproximadamente 1kg por 24 horas.
- Paso 2. Decantar cuidadosamente la muestra para evitar perder finos.
- Paso 3. Verter la muestra en una bandeja metálica y poner a calor mediante estufa hasta que esté completamente seca en la superficie.
- Paso 4. Realizar la prueba de compactación con ayuda del cono y el pisón manual hasta que el material se deforme parcialmente, dando 25 golpes con el pisón sin ejercer fuerza.
- Paso 5. Una vez obtenida la deformación deseada, seleccionar 500 gramos del material.
- Paso 6. Pesar la fiola.
- Paso 7. Pesar la fiola más agua hasta la marca.
- Paso 8. Retirar el agua y verter cuidadosamente la muestra dentro de la fiola.
- Paso 9. Llenar de agua la fiola hasta alcanzar la marca de calibración y pesar.
- Paso 10. Eliminar las burbujas de aire atrapado mediante agitación mecánica o manual durante 15 minutos aproximadamente y luego pesar la muestra.

Cálculo de peso:

Tabla 11: *Peso específico agregado fino*

| | | |
|----------------------|---------------------------|-----------|
| Peso muestra | 500.00 gr | A |
| Peso fiola | 144.50 gr | B |
| Peso fiola + agua | 641.04 gr | C |
| Peso fiola + muestra | 944.93 gr | D |
| Peso específico SSS | 2.5496 gr/cm ³ | A/(C+A-D) |

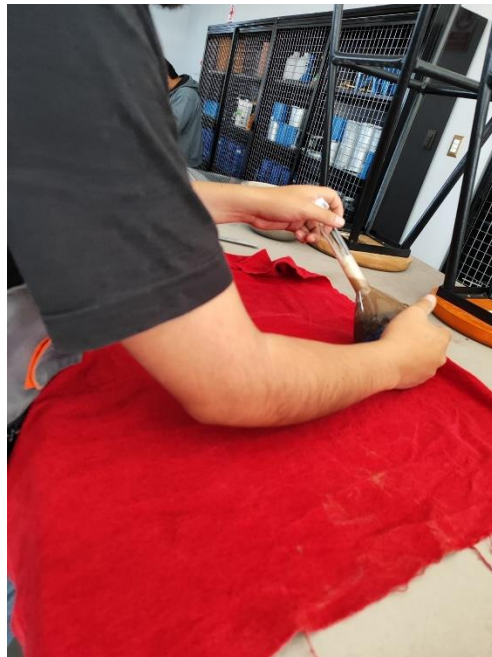
Fuente: Elaboración propia

$$PE\ SSS = \frac{A}{C + A + D}$$

$$PE\ SSS = \frac{500}{500 + 641.04 - 944.93}$$

$$M = 2.5496\ gr/cm^3$$

Figura 6: Eliminación de vacíos de agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

VII. Módulo de fineza en agregado grueso

Para la obtención de la granulometría se siguieron los pasos y recomendaciones de la normativa NTP 400.012

Materiales y equipos necesarios:

- Balanzas
- Tamices N° 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 4 y 8
- Agitador mecánico de tamices

- Horno

Procedimiento:

- Paso 1. Secamos la muestra a temperatura 110 °C +- 5°C.
- Paso 2. Pesamos la muestra de agregado grueso después de la obtención por cuarteo.
- Paso 3. Seleccionamos los tamices en orden descendente.
- Paso 4. Llenamos los tamices seleccionados con agregado grueso para luego ponerlos en el agitador mecánico de tamices.
- Paso 5. Mantener en el agitador mecánico de tamices alrededor de 15 min.
- Paso 6. Retiramos los tamices.
- Paso 7. Determinamos el peso retenido del agregado grueso en cada tamiz.

Cálculo:

- Porcentaje total retenido en cada tamiz

$$\% \text{ ret} = \frac{\text{peso retenido}}{\text{peso total}} * 100$$
- Porcentaje retenido acumulado entre tamices consecutivos

$$\% \text{ ret acum} = \% \text{ ret acum} + \% \text{ ret}$$
- Porcentaje total que pasa en cada tamiz

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \% \text{ ret acum}$$
- Reportar el módulo de fineza

$$MF = \sum \% \text{ ret} 100$$

Tabla 12: Granulometría agregado grueso

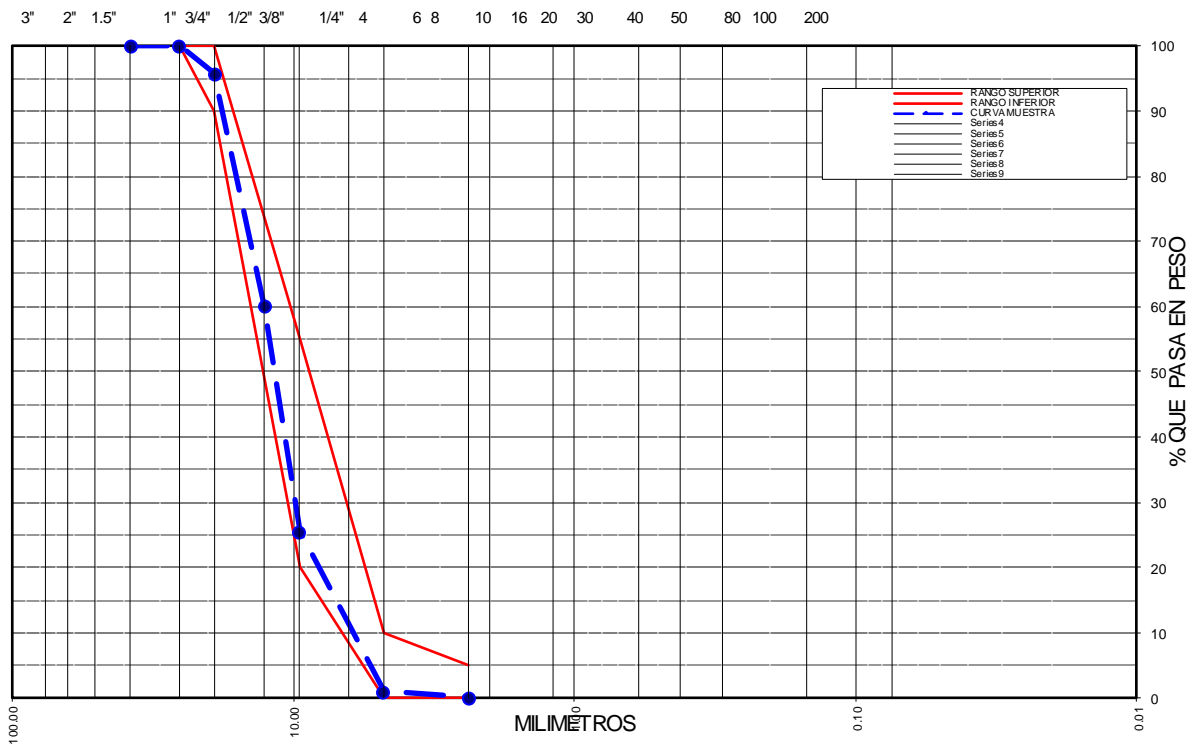
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

METODO AASHTO T-88 Y ASTM D-422

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC. | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|----------------|---------------------------------------|
| 4" | 101.600 | | | | | | CANTERA : LA PODEROSA |
| 3" | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | MUESTRA : UNICA |
| 2" | 50.800 | | | | | | MATERIAL : GRAVA PARA CONCRETO |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0 | TAMAÑO MAX. : 1" |
| 1" | 25.400 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | PESO TOTAL : 2395 gr. |
| 3/4" | 19.050 | 100.8 | 4.2 | 4.2 | 95.8 | 90 - 100 | |
| 1/2" | 12.700 | 851.6 | 35.6 | 39.8 | 60.2 | | |
| 3/8" | 9.525 | 831.3 | 34.7 | 74.5 | 25.5 | 20 - 55 | |
| # 4 | 4.760 | 589.3 | 24.6 | 99.1 | 0.9 | 0 - 10 | |
| # 8 | 2.380 | 18.7 | 0.8 | 99.9 | 0.1 | 0 - 5 | |
| # 30 | 0.590 | | | | | | OBSERVACIONES: |
| # 40 | 0.420 | | | | | | |
| # 50 | 0.297 | | | | | | |
| # 80 | 0.177 | | | | | | |
| # 100 | 0.149 | | | | | | |
| # 200 | 0.074 | | | | | | |
| < # 200 | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 7: Curva granulométrica agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8: Zarandeo mecánico



Fuente: Elaboración Propia

VIII. Módulo de fineza en agregado fino

Para tener la granulometría se siguieron los pasos y recomendaciones de la normativa NTP 400.012

Materiales y equipos necesarios:

- Balanzas
- Tamices N° 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200
- Agitador mecánico de tamices
- Horno

Procedimiento:

- Paso 1. La muestra se seca a temperaturas de 110 °C +- 5°C.
- Paso 2. Pesamos la muestra de agregado fino después de obtener por cuarteo.
- Paso 3. Seleccionar descendientemente el orden de los tamices.
- Paso 4. Llenar de agregado fino los tamices seleccionados y poner en el agitador mecánico de tamices.
- Paso 5. Mantener en el agitador mecánico de tamices alrededor de 15 min.
- Paso 6. Retirar los tamices.
- Paso 7. Determinar el peso retenido del agregado fino en cada tamiz.

Cálculo:

- Porcentaje total retenido en cada tamiz
$$\%ret = \frac{\text{peso retenido}}{\text{peso total}} * 100$$
- Porcentaje retenido acumulado entre tamices consecutivos
$$\%ret\ acum = \%ret\ acum + \%ret$$
- Porcentaje total que pasa en cada tamiz
$$\%que\ pasa = 100 - \%ret\ acum$$
- Reportar el módulo de fineza
$$MF = \sum \%ret * 100$$

Tabla 13: Granulometría agregado fino

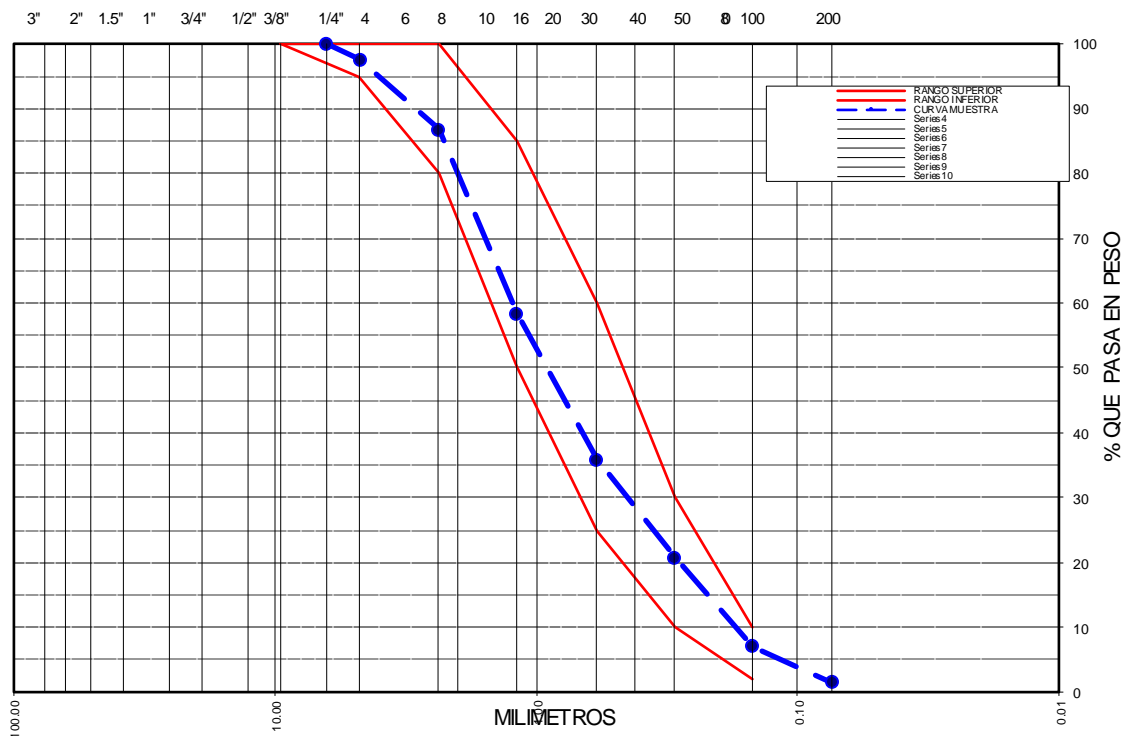
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MÉTODO AASHTO T-88 Y ASTM D-422

| TAMIZ | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC. | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|---------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|----------------|--------------------------------|
| 4" | 101.600 | | | | | | CANTERA : LA PODEROSA |
| 3" | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | MUESTRA : M-1 |
| 2" | 50.800 | | | | | | MATERIAL : ARENA PARA CONCRETO |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | | PESO TOTAL : 2150 gr. |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | | 100.0 | | |
| 1/4" | 6.350 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | |
| # 4 | 4.760 | 52 | 2.4 | 2.4 | 97.6 | 95-100 | |
| # 8 | 2.380 | 231 | 10.7 | 13.2 | 86.8 | 80-100 | |
| # 16 | 1.190 | 610 | 28.4 | 41.5 | 58.5 | 50-85 | |
| # 30 | 0.590 | 486 | 22.6 | 64.2 | 35.8 | 25-60 | OBSERVACIONES: |
| # 50 | 0.297 | 325 | 15.1 | 79.3 | 20.7 | 10-30 | |
| # 100 | 0.149 | 293 | 13.6 | 92.9 | 7.1 | 2-10 | |
| # 200 | 0.074 | 121 | 5.6 | 98.6 | 1.4 | | |
| < # 200 | | 31 | 1.4 | 100.0 | 0.0 | | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Curva granulométrica agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Modulo de fineza agregado fino

| MALLA | % RETIENE | ACUMULADO |
|-------|-----------|-----------|
| 4 | 2.4 | 2.4 |
| 6 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 10.7 | 13.2 |
| 10 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 28.4 | 41.5 |
| 20 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 22.6 | 64.2 |
| 40 | 0.0 | 0.0 |
| 50 | 15.1 | 79.3 |
| 80 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 13.6 | 92.9 |
| 200 | 5.6 | 98.6 |
| FONDO | 1.4 | 100.0 |

Módulo de Fineza:

2.94

Fuente: Elaboración Propia

Figura 10: Material zarandeado



Fuente: Elaboración Propia

IX. Absorción de agregado grueso

Para la obtención del % de absorción se siguieron los pasos y recomendaciones de la normativa NTP 400.022

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza hidrostática electrónica
- Canastilla metálica
- Tanque de agua
- Bandejas metálicas
- Paños para secar
- Estufa

Procedimiento:

- Paso 1. En un recipiente lavar la muestra previamente cuarteada de agregado grueso y dejar remojar en agua durante 24 horas.
- Paso 2. Una vez transcurrido 24 horas, decantar completamente el agua del material grueso, y con ayuda de paños proceder a secar superficialmente las muestras de agregado grueso eliminando partículas de agua de la superficie.

- Paso 3. Medir la masa de la muestra más la canastilla, en la balanza.
- Paso 4. Sumergir la canastilla más el material en el agua, de tal manera que la muestra quede completamente sumergida y que no toque el fondo del tanque de agua.
- Paso 5. Medimos masas sumergidas de la muestra más la canastilla.
- Paso 6. Retirar la muestra y secar en estufa.
- Paso 7. Medir la masa de la muestra en la balanza.

Cálculo:

$$\text{absorción \%} = (B-A) * 100$$

donde:

A = masa de la muestra secada al horno o al aire

B = masa de la muestra de ensayo saturada superficialmente seca al aire

Tabla 15: *Absorción de agregado grueso*

| | | |
|--------------|------------|---------|
| Peso muestra | 4000.00 gr | A |
| Peso SSS | 4043.60 gr | B |
| Absorción | 1.09 % | (B-A)/A |

Fuente: Elaboración Propia

X. Absorción de Agregado fino

Para la obtención del % de absorción se siguieron los pasos y recomendaciones de la normativa NTP 400.022

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza electrónica
- Fiola de 500 ml
- Gotero
- Bandejas metálicas
- Molde cónico
- Estufa
- Pisón manual
- Horno

Procedimiento:

- Paso 1. En un recipiente saturamos la muestra aproximadamente 1kg por 24 horas.
- Paso 2. Decantar cuidadosamente la muestra para evitar perder finos.
- Paso 3. Verter la muestra en una bandeja metálica y poner a calor mediante estufa hasta que cumpla la condición de superficialmente seca.
- Paso 4. Realizamos test de compactación con ayuda del cono y el pisón manual hasta que el material se deforme parcialmente, dando 25 golpes con el pisón sin ejercer fuerza.
- Paso 5. Llenar el picnómetro con agua y 500 gramos de agregado fino saturado superficialmente seco.
- Paso 6. Manualmente agitamos el picnómetro para eliminar cualquier burbuja de aire.
- Paso 7. Medir la masa total del picnómetro, agregado fino y agua.
- Paso 8. Separación del agregado fino del picnómetro, secarlo en un horno durante 24 horas y luego medir su masa.

Calculo:

$$ABS \% = \frac{B - A}{A}$$

Donde:

A = masa de la muestra secada al horno

B = masa de la muestra saturada superficialmente seco

Tabla 16: *Absorción agregado fino*

| | | |
|----------------------------|-----------|---------|
| Peso muestra seca al horno | 490.15 gr | A |
| Peso SSS | 500.00 gr | B |
| Absorción | 2.0009 % | (B-A)/A |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Ensayo de Absorción



Fuente: Elaboración propia

XI. Humedad del agregado grueso

Para la obtención del % de humedad se siguieron los pasos y recomendaciones de la normativa NTP 339.185

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza electrónica
- Horno
- Recipientes
- Espátula

Procedimiento:

Paso 1. En un recipiente medir la masa de la muestra.

Paso 2. Secar la muestra en horno durante 24 horas.

Paso 3. Retirar la muestra del horno y medir la masa del agregado.

Cálculo:

$$\text{humedad \%} = 100(W-D)$$

donde:

W = masa de la muestra húmeda original

D = masa de la muestra seca

Tabla 17: *Humedad agregado grueso*

| MUESTRA | AGREGADO GRUESO |
|--------------------------------|------------------------|
| Peso suelo húmedo + recipiente | 645.10 |
| Peso suelo seco + recipiente | 644.60 |
| Peso agua | 0.50 |
| Peso recipiente | 145.32 |
| Peso suelo seco | 499.28 |
| Humedad % | 0.10 |

Fuente: Elaboración Propia

XII. Humedad del agregado fino

Para la obtención del % de humedad se siguieron los pasos y recomendaciones de la normativa NTP 339.185

Materiales y equipos necesarios:

- Balanza electrónica
- Horno
- Recipientes
- Espátula

Procedimiento:

Paso 1. En un recipiente medir la masa de la muestra.

Paso 2. Secar la muestra en horno durante 24 horas.

Paso 3. Retirar la muestra del horno y medir la masa del agregado.

Cálculo:

$$\text{humedad \%} = 100(W-D)$$

donde:

W = masa de la muestra húmeda original

D = masa de la muestra seca

Tabla 18: *Humedad agregado fino*

| MUESTRA | AGREGADO FINO |
|--------------------------------|----------------------|
| Peso suelo húmedo + recipiente | 645.10 |
| Peso suelo seco + recipiente | 633.85 |
| Peso Agua | 11.25 |
| Peso recipiente | 145.32 |
| Peso suelo seco | 488.53 |
| Humedad % | 2.30 |

Fuente: Elaboración Propia

XIII. Diseño de mezcla

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de laboratorio para los agregados fino y grueso, procedemos a realizar el diseño de la mezcla para un concreto convencional con una resistencia especificada de 210 kg/cm².

Tabla 19: *Propiedades de los agregados*

| DESCRIPCION | DATOS DEL AGREGADO Y CEMENTO | | CEMENTO |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | A. FINO | A. GRUESO | |
| Peso unitario suelto seco | 1547 kg/m ³ | 1475 kg/m ³ | |
| Peso unitario compactado seco | 1670 kg/m ³ | 1643 kg/m ³ | |
| Peso especifico | 2.549 gr/cm ³ | 2.699 gr/cm ³ | 2.77 gr/cm ³ |
| Absorción | 2.00% | 1.09% | |
| Humedad | 2.30% | 0.10% | |
| Módulo de fineza | 2.94 | | |
| TMN | | 1" | |
| Tipo | | | YURA |
| Peso de bolsa por cemento | | | 42.5 kg |
| Aire incorporado | NO | | |

Fuente: Elaboración propia

Para diseñar la mezcla se siguió lo estipulado la normativa peruana bajo diseño del METODO ACI 211

Paso 1: Determinar la resistencia a la compresión requerida

Al no contar con el dato de desviación estándar, se usará la siguiente tabla:

Tabla 20: Resistencia del concreto

| F'c (kg/cm ²) | F'cr |
|---------------------------|----------|
| <210 | f'c + 70 |
| 210-350 | f'c + 84 |
| >350 | f'c + 98 |

Fuente: Elaboración propia

Nuestro diseño inicial de 210 kg/cm² sin embargo por efecto de la tabla anterior, nuestro diseño será para un f'c de 294 kg/cm²

Paso 2: Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso

El TMN del agregado grueso es de 1" para el agregado Huso 5

Paso 3: Selección del asentamiento

Tabla 21: Elección de asentamiento

| Consistencia | Asentamiento |
|--------------|--------------|
| Seca | 0"-2" |
| Plástico | 3"-4" |
| Fluida | >5" |

Fuente: Elaboración propia

Para la presente investigación se trabajó con una consistencia plástica.

Paso 4: Selección del volumen unitario del agua de diseño

Tabla 22: Requisitos aproximados de contenido de agua y aire para diferentes asentamientos y tamaños máximos nominales de agregados

| Asentamiento | Agua, en L/m ³ , para los tamaños máximos nominales del AG y consistencia indicados | | | | | | | |
|--------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| | Concretos sin aire incorporado (No hay congelamiento) | | | | | | | |
| 1 a 2 | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3 a 4 | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 125 |
| 6 a 7 | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | |
| | Concretos con aire incorporado (congelamiento) | | | | | | | |
| 1 a 2 | 181 | 175 | 165 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3 a 4 | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6 a 7 | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | |

Fuente: Elaboración propia

Para nuestro diseño de mezcla se utilizó 193 L/m³.

Paso 5: Selección del contenido de aire

Contenido de aire atrapado en la mezcla sin aditivo incorporador

Tabla 23: *Determinación del contenido de aire atrapado*

| Contenido de aire atrapado | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| TMN AG | 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: Elaboración propia

Para nuestro caso será 1.5%

Paso 6: Selección de la relación agua/cemento por resistencia

Tabla 24: *Determinación de la relación agua/cemento*

| Resistencia a compresión a los 28 días (f'_{cr}) (Kg/cm ²) | Relación Agua/Cemento de diseño en peso | |
|--|---|-------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 450 | 0.38 | ----- |
| 400 | 0.43 | ----- |
| 350 | 0.48 | 0.4 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 200 | 0.7 | 0.61 |
| 150 | 0.8 | 0.71 |

Fuente: Elaboración propia

En la relación agua cemento para el presente caso y al no tener con precisión la resistencia de 294 kg/cm² se interpolará entre los valores cercanos

Tabla 25: Determinación de la relación agua/cemento – Interpolación

| f'_{cr} | a/c |
|-----------|-------|
| 300 | 0.55 |
| 294 | x |
| 250 | 0.62 |

| | |
|---------------------|-------------|
| X | 0.558 |
| Relación a/c | 0.56 |

Paso 7: Determinación del peso del concreto

$$Cemento = \frac{\text{agua}}{\text{Relacion a/c}}$$

$$Cemento = \frac{193}{0.56}$$

$$Cemento = 344.64 \text{ kg x m}^3 \text{ de concreto}$$

Paso 7.1: Determinación del factor cemento

$$Factor \text{ Cemento} = \frac{\text{peso de cemento}}{\text{peso de bolsa de cemento}}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{344.64}{42.5}$$

Factor Cemento = 8.11 bolsas de cemento por m³ de concreto

Paso 8: Selección de volumen de agregado grueso

Tabla 25: Determinación de volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO | MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO 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 |

Fuente: Elaboración propia

En el volumen de agregado grueso del presente caso y al no tener con precisión para un TMN de 1 "se interpolará entre los valores cercanos del TMN del agregado grueso y módulo de fineza del agregado fino.

TMN del A. grueso 1"

MF del A. fino 2.94

| TMN | MF |
|------|---------|
| 2.8 | → 0.67 |
| 2.94 | → X |
| 3 | → 0.65 |
| X | = 0.656 |

Volumen del A. Grueso seco compactado 0.66 m³

Paso 8.1: Determinación del peso total del agregado grueso

Peso unitario seco compactado = 1643 kg/m³

Peso total del agregado grueso = peso unitario seco compactado x volumen

Peso total del agregado grueso = 1643 x 0.66

Peso total del agregado grueso = 1084.38 kg/m³

Paso 9: Determinación del volumen absoluto de los materiales para el concreto

Paso 9.1: Determinación del volumen absoluto del cemento

$$\text{volumen absoluto del cemento} = \frac{\text{peso de cemento}}{\text{peso específico del cemento}}$$

$$\text{volumen absoluto del cemento} = \frac{344.64}{2.77 \times 1000}$$

$$\text{volumen absoluto del cemento} = 0.124 \text{ m}^3$$

Paso 9.2: Determinación del volumen absoluto del agregado grueso

$$\text{volumen absoluto del A. grueso} = \frac{\text{peso del agregado grueso}}{\text{peso específico del agregado grueso}}$$

$$\text{volumen absoluto del A. grueso} = \frac{1084.38}{2.699 \times 1000}$$

$$\text{volumen absoluto del A. grueso} = 0.402 \text{ m}^3$$

Paso 9.3: Determinación del volumen absoluto del agua

$$\text{volumen absoluto del Agua} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso específico del agua}}$$

$$\text{volumen absoluto del A. grueso} = \frac{193}{1000}$$

$$\text{volumen absoluto del A. grueso} = 0.193 \text{ m}^3$$

Paso 9.4: Determinación del volumen absoluto de aire atrapado

$$\text{volumen absoluto de aire atrapado} = \frac{\% \text{ Aire atrapado}}{100}$$

$$\text{volumen absoluto de aire atrapado} = \frac{1.5 \%}{100}$$

volumen absoluto de aire atrapado = 0.015 m³

Paso 9.5: Determinación del volumen del agregado fino

total de volúmenes absolutos = cemento + A. grueso + agua + aire atrapado

total de volúmenes absolutos = 0.124 + 0.402 + 0.193 + 0.015

total de volúmenes absolutos = 0.734 m³

volumen absoluto de A. fino = m³ de concreto – total de vol absolutos

volumen absoluto de A. fino = 1 – 0.734

volumen absoluto de A. fino = 0.266 m³

peso del agregado fino = $\frac{\text{volumen absoluto de A. fino}}{\text{peso específico del A. fino}}$

peso del agregado fino = $\frac{0.266}{2.549 \times 1000}$

peso del agregado fino = 677.548 kg

Paso 10: Corrección de los agregados

Paso 10.1: Corrección de agregados por humedad

AGREGADO FINO

Corrección del agregado fino = peso del A. fino seco $\times \left[\frac{\text{humedad}}{100} + 1 \right]$

Corrección del agregado fino = 677.548 $\times \left[\frac{2.30}{100} + 1 \right]$

Corrección del agregado fino = 693.13 kg/m³

AGREGADO GRUESO

Corrección del agregado grueso = peso del A. grueso seco $\times \left[\frac{\text{humedad}}{100} + 1 \right]$

Corrección del agregado grueso = 1084.38 $\times \left[\frac{0.1}{100} + 1 \right]$

Corrección del agregado grueso = 1085.46 kg/m³

Paso 10.2: Corrección de agregados por absorción

AGREGADO FINO

$$\text{Corrección del agregado fino} = \text{peso del A. fino seco} \times \left[\frac{\text{humedad} - \text{absorción}}{100} \right]$$

$$\text{Corrección del agregado fino} = 677.548 \times \left[\frac{2.30 - 2.00}{100} \right]$$

$$\text{Corrección del agregado fino} = 2.03 \text{ kg/m}^3$$

AGREGADO GRUESO

$$\text{Corrección del agregado grueso} = \text{peso del A. grueso seco} \times \left[\frac{\text{humedad} - \text{absorción}}{100} \right]$$

$$\text{Corrección del agregado grueso} = 1085.46 \times \left[\frac{0.1 - 1.09}{100} \right]$$

$$\text{Corrección del agregado grueso} = -10.74 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua libre} = \text{corrección del A. fino} + \text{corrección del A. grueso}$$

$$\text{Agua libre} = 2.03 + (-10.74)$$

$$\text{Agua libre} = -8.70 \text{ kg/m}^3 = -8.70 \text{ lt/m}^3$$

Paso 11: Determinación del agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{peso del agua} - \text{agua libre}$$

$$\text{Agua efectiva} = 193 - (-8.70)$$

$$\text{Agua efectiva} = 201.70 \text{ lt}$$

Paso 12: Determinación del cemento efectivo

$$\text{cemento efectivo} = \frac{\text{agua efectiva}}{\text{relación a/c}}$$

$$\text{cemento efectivo} = \frac{201.70}{0.56}$$

$$\text{cemento efectivo} = 360.18 \text{ kg}$$

❖ *Valores de diseño de mezcla por M3 corregidos por humedad:*

$$\text{Cemento} = 360.18 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de diseño} = 201.70 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino húmedo} = 693.13 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = 1085.46 \text{ kg/m}^3$$

Paso 13: Determinación de las proporciones

Paso 13.1: por peso

$$\text{cemento} = \frac{\text{cemento efectivo}}{\text{cemento efectivo}} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{\text{correccion de agregado fino por humedad}}{\text{cemento efectivo}} = 1.92$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{\text{correccion de agregado grueso por humedad}}{\text{cemento efectivo}} = 3.01$$

$$\text{Agua de diseño} = \frac{\text{agua de diseño correg.por humedad}}{\text{cemento efectivo}} = 24.87$$

$$a/c = \frac{\text{agua efectiva}}{\text{cemento efectivo}} = 0.56$$

Paso 13.2: peso por tanda de un saco (42.5 kg)

Cemento = 42.5 kg/saco

Agua de diseño = 24.87 lt/saco

Agregado fino húmedo = 81.79 kg/saco

Agregado grueso húmedo = 128.08 kg/saco

Paso 13.3: peso por probetas cilíndricas

Datos de la probeta:

Altura = 0.2 m

Diámetro = 0.1 m

Numero de probetas = 12

$\text{volumen} = \pi * \text{radio}^2 * \text{altura} = 0.00157 \text{ m}^3$

Volumen total = número de probetas * volumen = 0.01884

Volumen total = 0.025 m³

Cemento = 9.0045 kg

Agua = 5.0425 lt

Agregado fino = 17.3282 kg

Agregado grueso = 27.1365 kg

Paso 14: Determinación de la cantidad de LDPE agrumado

Cantidad de adición de plástico LDPE agrumado

Para 1 %: cemento* 1% = 0.09 kg

Para 3 %: cemento* 3% = 0.27 kg

Para 5 %: cemento* 5% = 0.45 kg

XIV. Elaboración de concreto

A. Elaboración del concreto

La elaboración de especímenes se realizó de acuerdo con el diseño de mezcla planteado y corregido por humedad para cada tipo de prueba.

Procedimiento

- a) Primero, se procedió a pesar cada material según lo indicado en el diseño de mezcla final.

Figura 12: Insumos para mezcla de concreto



Fuente: Elaboración Propia

- b) Luego se procedió a colocar los materiales en la mezcladora para su correcta mezcla.
- c) Finalmente se manejó la mezcladora hasta que los materiales del concreto estén debidamente mezclados.

Propiedades del concreto en estado fresco

Referido a aquellas propiedades del concreto las cuales se pueden determinar de manera

inmediata a la realización de este. Estas propiedades son: contenido de aire, temperatura y prueba de revenimiento o SLUMP.

Para poder determinar estas propiedades del concreto, se tiene que seguir un procedimiento el cual está regido por normas, dichos pasos deben realizarse al pie de la letra para poder determinar efectivamente las propiedades. Es necesario realizar las pruebas, en algunos casos, más de una vez para poder afirmar la veracidad del mismo.

En esta investigación se ha establecido que es importante conocer algunas de estas propiedades del concreto fresco, debido a que, esta investigación servirá como ayuda para una posterior profundización en el empleo del plástico (LDPE) como adición en el concreto.

B. Ensayos del concreto en estado fresco

Para el presente tema de indagación determinamos las siguientes propiedades del concreto fresco: Trabajabilidad o Slump, peso unitario y contenido de aire.

a) Trabajabilidad o Slump

La delimitación de la trabajabilidad del concreto se realiza por medio del hallazgo del Slump siguiendo este procedimiento:

- Se fija el cono sobre una superficie de metal limpia y lisa
- Se llena de concreto fresco un cono truncado en 3 capas a las que se le varillara 25 veces por capa, dichos golpes se deben hacer de manera constante y uniforme
- Posteriormente, se continúa enrasando la superficie con la misma varilla, limpiamos alrededor del cono truncado y se retira de manera vertical a una velocidad constante en aproximadamente 5 ± 2 segundos siendo meticuloso en que no haga contacto las paredes del molde con el concreto.
- Finalmente, se ubica el cono de manera invertida al lado de la muestra y se coloca la varilla a lo largo del cono y se procede a medir la diferencia de las alturas con la ayuda de un flexómetro.

Figura 13: slump del concreto



Fuente: Elaboración Propia

b) Peso unitario

Se encuentra definido como el peso del concreto varillado incluido en una unidad de volumen expresada en kg/cm^3 . Es el concreto contenido en la olla después de haber sido enrasado pesado, asimismo previo a estos ensayos se definió el volumen de la olla. Con los datos del peso y volumen del concreto obtenidos, se dividen los valores obteniendo así el peso unitario del concreto en estado fresco.

Figura 14: Peso Unitario



Fuente: Elaboración propia

C. Elaboración de probetas de concreto

a) Modo de consolidación

Se procede a poner el concreto en los moldes ya preparados para lo cual se utiliza lampas. Se debe obtener cada lampas llena de concreto del recipiente de mezcla, asegurando una mezcla representativa de la tanda. En ciertas circunstancias, es necesario redistribuir el concreto en el contenedor usando una pala o un recipiente de menor tamaño para evitar que se separe durante la conformación de los elementos. Se precisa mover el recipiente o el envase pequeño alrededor del borde superior del molde mientras se vierte el concreto, asegurando así una distribución uniforme del material y minimizando la separación de los agregados más grandes del interior del recipiente.

Asimismo, realizamos una adecuada dispersión del hormigón mediante el empleo de la barra compactadora antes de su consolidación. Por último, en la última capa, el operario agrega suficiente concreto para llenar por completo el molde después de compactarlo (Hormigón, 2003).

Tabla 26: *Número de capas requeridas por tipo y tamaño de la probeta*

| Tipo y tamaño de espécimen | Modo de Consolidación | Número de capas de aproximadamente igual profundidad |
|--|-----------------------|--|
| Cilindros: Diámetro en mm (pulg) | | |
| 75 a 100 (3 o 4) | varillado | 2 |
| 150 (6) | varillado | 3 |
| 225 (9) | varillado | 4 |
| hasta de 225 (9) | vibrado | 2 |
| Prismas y cilindros horizontales para escurrimiento plástico: Profundidad en mm (pulg) | | |
| hasta 200 (8) | varillado | 2 |
| más de 200 (8) | varillado | 3 o más |
| hasta 200 (8) | vibrado | 1 |
| más de 200 (8) | vibrado | 2 o más |

Fuente: NTP 339.183.

- De acuerdo con la tabla presentada en la NTP 339.183 y debido a que, para la presente investigación usó probetas de plástico de 75 mm de diámetro, se realizó la puesta de concreto a dos capas.

b) Varillado:

Para una correcta preparación de las probetas se puede consolidar de tres distintos modos: varillado y vibración interna o externa, siendo el varillado el método utilizado para esta investigación.

Tabla 27: *Diámetro de varilla y numero de golpes*

| CILINDROS | | |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Diámetro del cilindro mm (pulg) | Diámetro de la varilla mm (pulg) | Número de golpes/Capa |
| 50 (2) a < 150 (6) | 10 (3/8) | 25 |
| 150 (6) | 16 (5/8) | 25 |
| 200 (8) | 16 (5/8) | 50 |
| 250 (10) | 17 (5/8) | 75 |

Fuente: NTP 339.183.

Según la tabla mostrada para el varillado se colocó el concreto a dos capas y se

golpeó 25 veces por cada capa.

Figura 15: Varillado de probetas



Fuente: Elaboración Propia

c) Acabado:

Después del varillado, será necesario alisar la superficie del hormigón mediante tablas de material diversos como madera o metal, este procedimiento debe aplicarse en todos los acabados, teniendo la menor manipulación posible y obtener superficies noveladas y alineadas al molde (Mejía, 2005).

d) Curado:

En primer lugar, se procedió a desmoldar después de $24 \text{ h} \pm 8 \text{ h}$ después del vaciado de la última probeta.

Luego, se colocó todos los especímenes en la poza de curado y cada uno debidamente marcado.

Figura 16: Curado de Probetas



Fuente: Elaboración propia

D. Ensayos del concreto en estado endurecido

a) Resistencia a la compresión:

Esta característica es significativa en términos de propiedades mecánicas, está vinculada a la habilidad de soporte de carga por unidad de superficie, comúnmente indican en kg/cm^2 , y nos proporciona información sobre la resistencia a la compresión que exhibe el hormigón.

Procedimiento:

- Las probetas de ensayar serán separadas del pozo de curado, se deja los especímenes ventilar y se procede con la limpieza de ser necesaria.
- Utilizando un vernier metálico se continúa a tomar medidas de los dos

diámetros perpendiculares entre sí, en cada cara de la probeta, esto con el fin de determinar el diámetro promedio.

- En ambas caras se coloca un molde de neopreno, esta capa ayuda a que la carga aplicada se distribuya de manera equitativa entre la superficie de contacto, se colocan los moldes metálicos sobre el neopreno, asimismo, se centra con cuidado sobre el equipo y se prosigue con el ensayo con ayuda de la máquina de compresión.
- Se registra la carga y se comienza a dividir esta entre el promedio del área de cada probeta, así obtenemos la resistencia a la compresión de cada probeta.

Figura 17: Prueba de compresión



Fuente: Elaboración propia

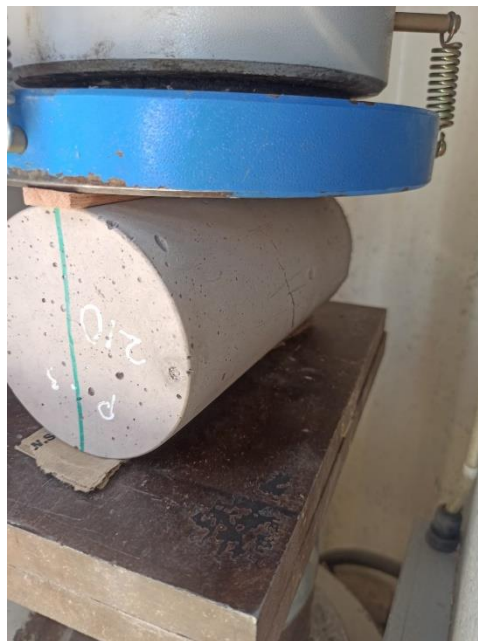
b) Resistencia a la Tracción:

Esta característica del concreto es su propiedad mecánica más débil por lo que generalmente se lo refuerza con acero corrugado, esta propiedad se realizó por el método de compresión diametral que relaciona, la fuerza que aplica la maquina compresora, el diámetro del testigo y la altura de este, para este ensayo la altura toma el nombre técnico de generatriz, lo que nos permite saber cuántos kg/cm² resiste la probeta

Procedimiento:

- Se proceden a separar las probetas de la poza de curado y se las deja secar, luego se realiza la limpieza de estas.
- Se toma medida de los diámetros y de la generatriz del testigo.
- Seguidamente, se colocan superficies lo suficientemente rígidas para asegurar el molde, una vez asegurado se realiza el ensayo con la maquina compresora.
- Se registra la carga y se realizan los cálculos respectivos.

Figura 18: prueba de tensión por compresión diametral



Fuente: Elaboración Propia

5.2 Presentación de resultados

Las experimentaciones llevadas de acuerdo con los ensayos realizados en el concreto nos brindan las características y propiedades de este, dentro de aquel grupo de ensayos los más importantes son la trabajabilidad (SLUMP), el peso unitario del concreto, resistencia, compresión, etc.

De los valores obtenidos se podrá concluir si el diseño de mezclas cumple la resistencia deseada, o para futuras modificaciones, mejorar y optimizar los diseños a partir de estos resultados finales.

5.2.1. Resultados de ensayos concreto fresco

5.2.1.1. Asentamiento de la mezcla (SLUMP), método del cono de ABRAMS.

Tabla 28: Resultados asentamiento (SLUMP)

| Material | Tipo | Código probeta | % de Adición | SLUMP |
|-----------------|----------|----------------|--------------|-------|
| Concreto patrón | - | P1 | - | 3" |
| LDPE | Agrumado | P2 | 5 | 1" |
| | | P3 | 3 | 2" |
| | | P4 | 1 | 2.5" |

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 28 nos indica el valor de SLUMP o trabajabilidad, tanto del concreto patrón con 0% de adición de plástico reciclado LDPE agrumado, y del concreto con un % de adición de plástico reciclado LDPE agrumado indicado. Como se ve en la tabla 28, el Slump tiende a decaer cuando se le agrega el plástico reciclado LDPE agrumado

5.2.1.2. Peso Unitario

Tabla 29: Resultados peso unitario (kg/m³)

| Material | Tipo | Código probeta | % de Adición | Peso unitario |
|-----------------|----------|----------------|--------------|---------------|
| Concreto Patrón | - | P1 | - | 8383.5 |
| LDPE | Agrumado | P2 | 5 | 8370.5 |
| | | P3 | 3 | 8406.5 |
| | | P4 | 1 | 8401.9 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla comparativa del Peso Unitario en (Kg/m³), los valores no varían mucho debido a que el porcentaje de plástico reciclado LDPE agrumado es mínimo

5.2.2. Resultados ensayos concreto endurecido

5.2.2.1. Resistencia a la compresión

1) Adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% respecto al peso del cemento

P1: Concreto patrón

P4: Concreto con 1% de plástico reciclado LDPE agrumado

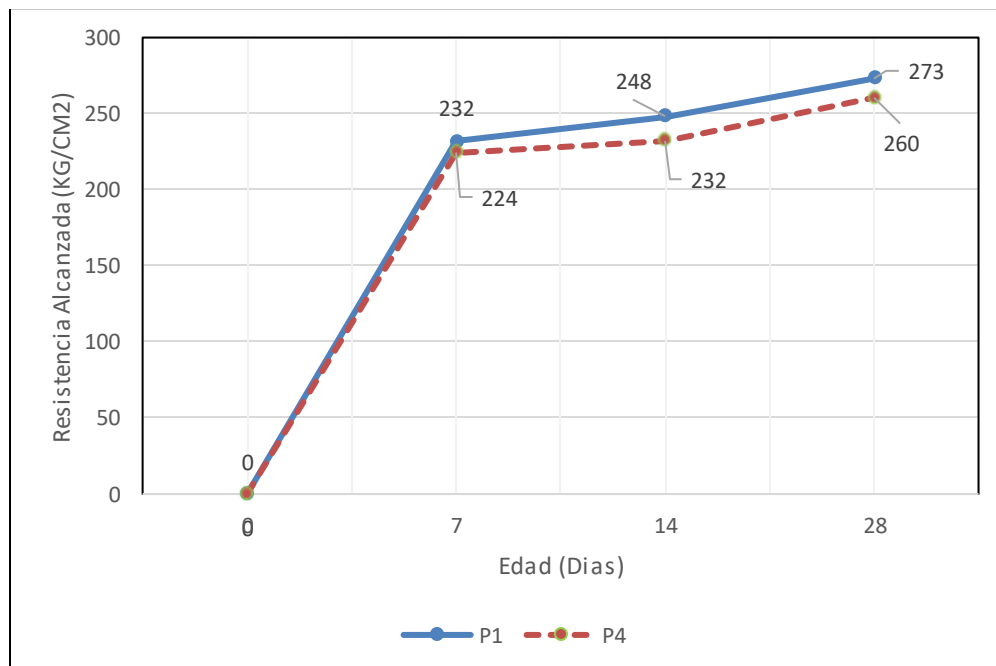
Tabla 30: Resultados promedio de roturas a compresión.

| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P4 Kg/cm ² |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 7 | 232 | 224 |
| 14 | 248 | 232 |
| 28 | 273 | 260 |

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de resistencia a la compresión del concreto patrón y el grupo P4 con adición de 1% de peso respecto al cemento a los 7,14 y 28 días de elaboración de probetas.

Figura 19: Resultados de resistencia a compresión P1 vs P4



Fuente: Elaboración propia

Comparativa en forma gráfica de los valores de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% del peso del cemento (P4) a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas.

Tabla 31: Resultados porcentuales

| Edad (Días) | F'C 210 KG/CM2 | P1 Kg/cm ² | P4 Kg/cm ² |
|----------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | - | 0% | 0% |
| 7 | 210 | 110% | 107% |
| 14 | 210 | 118% | 111% |
| 28 | 210 | 130% | 124% |

Fuente: Elaboración propia

Comparativa en forma porcentual de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado en comparación del f'c deseado (210 Kg/cm²). Evidenciamos que el concreto patrón (P1) alcanza un porcentaje de resistencia más alto al P4, sin embargo, a los 28 días ambos sobrepasan la resistencia deseada.

2) Adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% respecto al peso del cemento

P1: Concreto patrón

P3: Concreto con 3% de plástico reciclado LDPE agrumado

Tabla 32: Resultados promedio de roturas a compresión

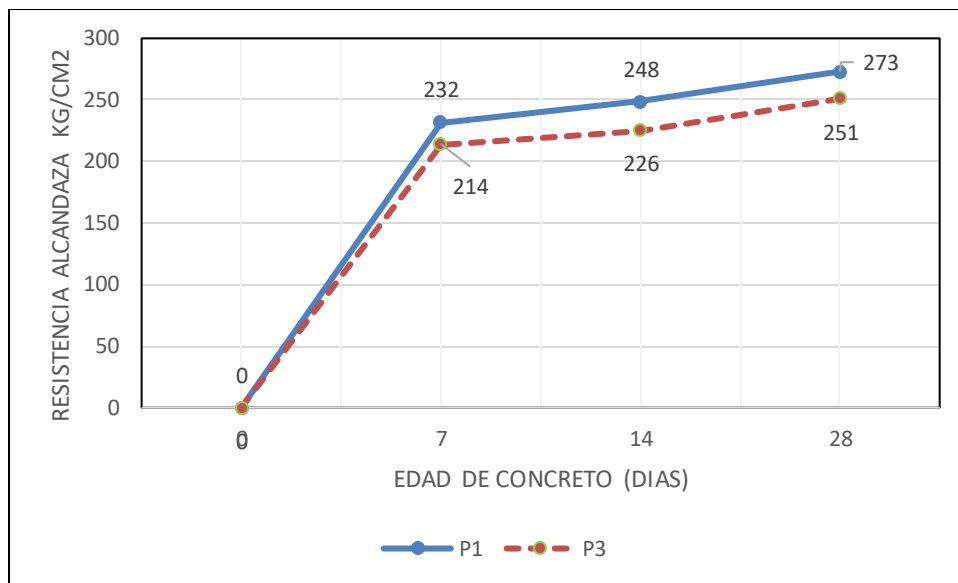
| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P3 Kg/cm ² |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |

| | | |
|----|-----|-----|
| 7 | 232 | 214 |
| 14 | 248 | 226 |
| 28 | 273 | 251 |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa de resistencia a la compresión entre el concreto patrón (P1) y el grupo P3 con adición de 3% de peso con respecto al cemento a los 7, 14 y 28 días de elaboración de probetas.

Figura 20: Resultados de resistencia a compresión P1 vs P3



Fuente: Elaboración propia

Comparativa en forma gráfica de los valores de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% del peso del cemento (P3) a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas.

Tabla 33: Resultados porcentuales

| Edad (Días) | F'C 210 KG/CM2 | P1 Kg/cm² | P3 Kg/cm² |
|-------------|----------------|-----------|-----------|
| 0 | - | 0% | 0% |

| | | | |
|----|-----|------|------|
| 7 | 210 | 110% | 102% |
| 14 | 210 | 118% | 107% |
| 28 | 210 | 130% | 119% |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa en forma porcentual de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado en comparación del f_c deseado (210 Kg/cm²) Se puede apreciar que el concreto patrón (P1) alcanza un porcentaje de resistencia más alto al grupo P3, sin embargo, a los 28 días ambos sobrepasan la resistencia deseada.

3) Adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% respecto al peso del cemento

P1: Concreto patrón

P3: Concreto con 3% de plástico reciclado LDPE agrumado

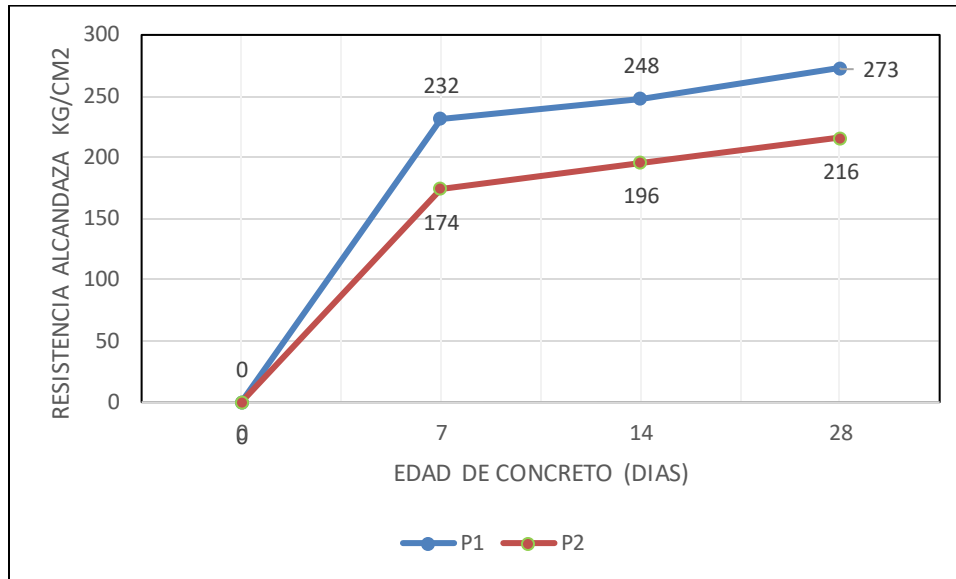
Tabla 34: Resultados promedio de rotura de probetas

| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P2 Kg/cm ² |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 7 | 232 | 174 |
| 14 | 248 | 196 |
| 28 | 273 | 216 |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa de resistencia a la compresión entre el concreto patrón (P1) y el grupo P2 con adición de 5% de peso respecto al cemento a los 7,14 y 28 días de elaboración de probetas.

Figura 21: Resultados de resistencia a compresión P1 vs P2



Fuente: Elaboración propia

Comparativa en forma gráfica de los valores de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% del peso del cemento (P2) a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas.

Tabla 35: Resultados porcentuales

| Edad (Días) | F'C 210 KG/CM2 | P1 Kg/cm ² | P2 Kg/cm ² |
|-------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | - | 0% | 0% |
| 7 | 210 | 110% | 83% |
| 14 | 210 | 118% | 93% |
| 28 | 210 | 130% | 103% |

Fuente: Elaboración propia

Comparativa en forma porcentual de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado en comparación del f'c deseado (210 Kg/cm²) apreciamos que

el concreto patrón (P1) alcanza un porcentaje de resistencia más alto al P2, sin embargo, a los 28 días ambos sobrepasan la resistencia deseada.

4) Comparativa de valores promedio de compresión

P1: Concreto Patrón.

P2: Concreto con adición de 5% respecto al peso del cemento.

P3: Concreto con adición de 3% respecto al peso del cemento.

P4: Concreto con adición de 1% respecto al peso del cemento.

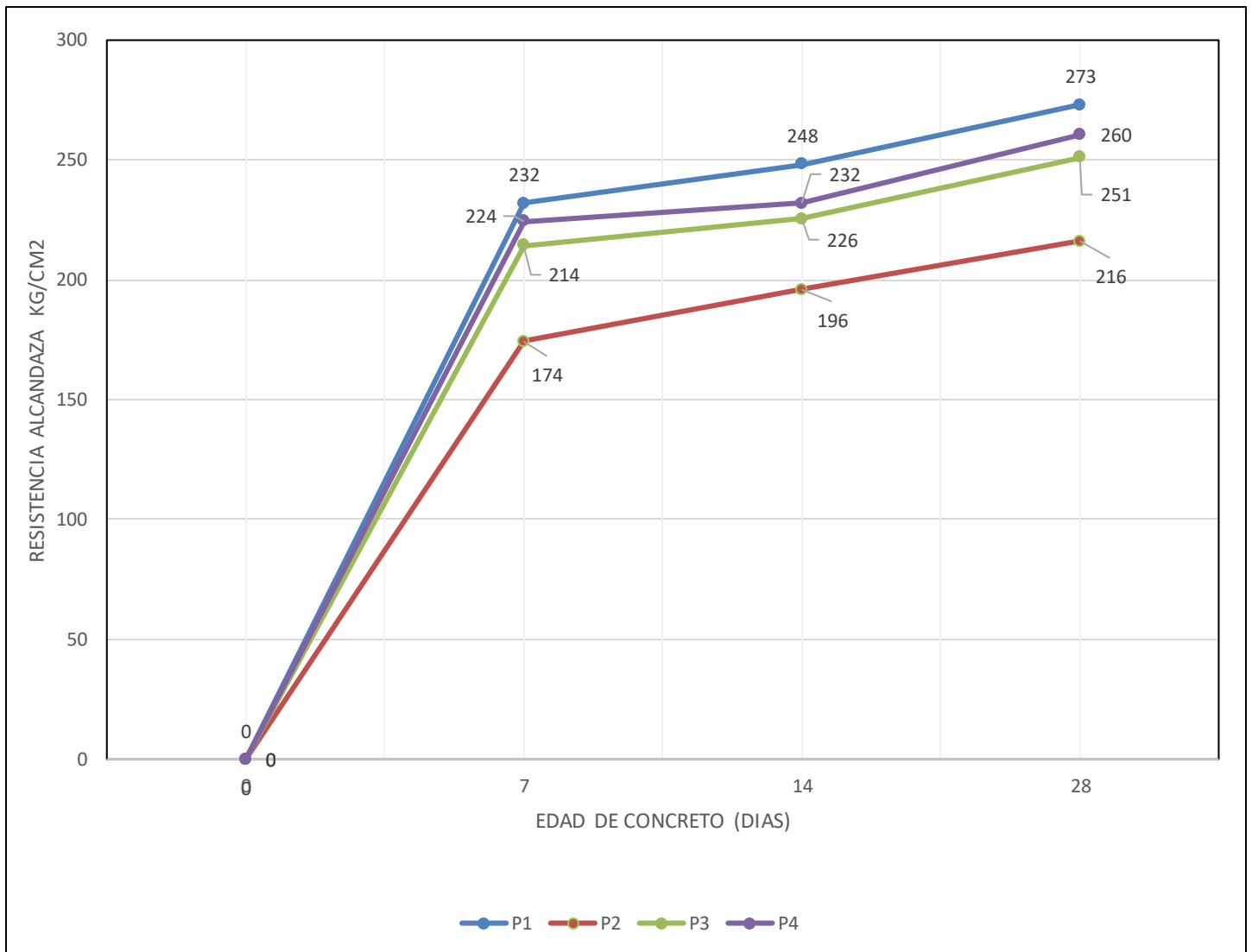
Tabla 36: Resultados a compresión entre los grupos de probetas

| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P2 Kg/cm ² | P3 Kg/cm ² | P4 Kg/cm ² |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 232 | 174 | 214 | 224 |
| 14 | 248 | 196 | 226 | 232 |
| 28 | 273 | 216 | 251 | 260 |

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% (P2), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% (P3) y concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% (P4), a los 7, 14 y 28 días

Figura 22: Resultados a compresión entre los grupos de probetas



Fuente: Elaboración Propia

Comparativa grafica de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% (P2), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% (P3) y concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% (P4), a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas

Tabla 37: Resultados a la compresión (Porcentuales)

| Edad (Días) | F'C 210 KG/CM2 | P1 Kg/cm ² | P2 Kg/cm ² | P3 Kg/cm ² | P4 Kg/cm ² |
|----------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | - | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 7 | 210 | 110% | 83% | 102% | 107% |
| 14 | 210 | 118% | 93% | 107% | 111% |
| 28 | 210 | 130% | 103% | 119% | 124% |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa en forma porcentual de resistencia a la compresión obtenidos tanto del concreto patrón (P1, P2, P3 y P4) Se puede apreciar que el concreto patrón (P1) alcanza un porcentaje de resistencia más alto a todos, sin embargo, a los 28 días todos sobrepasan la resistencia deseada.

5.2.2.2. Resistencia a la Tensión por compresión diametral

1) Adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% respecto al peso del cemento

P1: Concreto patrón

P4: Concreto con 1% de plástico reciclado LDPE agrumado

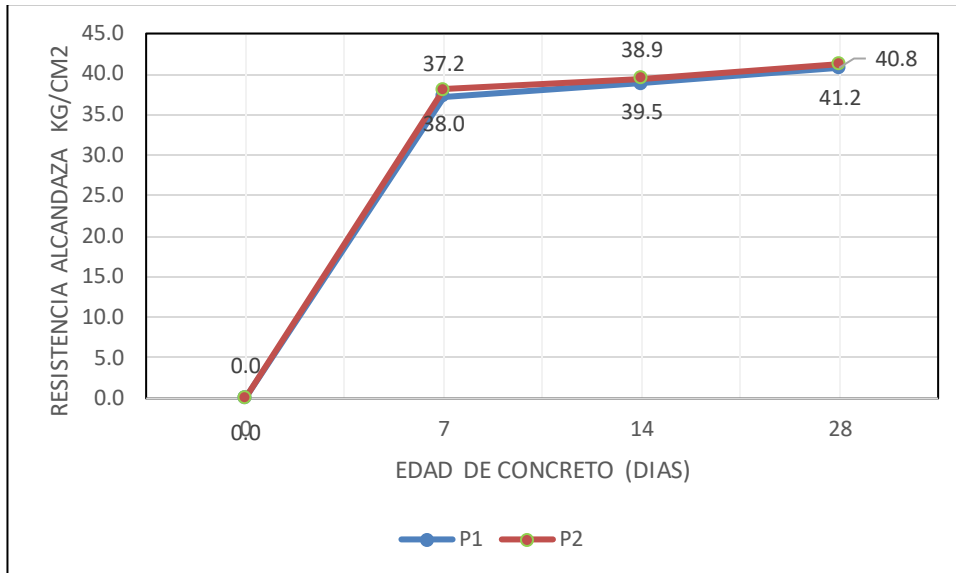
Tabla 38: Resultados promedio de roturas a tensión por compresión diametral

| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P4 Kg/cm ² |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7.0 | 37.2 | 38.0 |
| 14.0 | 38.9 | 39.5 |
| 28.0 | 40.8 | 41.2 |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa de resistencia a la tensión por compresión diametral entre el concreto patrón (P1) y el grupo P4 con adición de 5% de peso respecto al cemento a los 7, 14 y 28 días de elaboración de probetas.

Figura 23: Resultados a tensión por compresión diametral entre P1 y P4



Fuente: Elaboración Propia

Comparativa en forma gráfica de los valores de resistencia a la tensión por compresión diametral obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% del peso del cemento (P4) a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas.

2) Adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% respecto al peso del cemento

P1: Concreto patrón

P3: Concreto con 3% de plástico reciclado LDPE agrumado

Tabla 39: Resultados promedio de roturas a tensión por compresión diametral

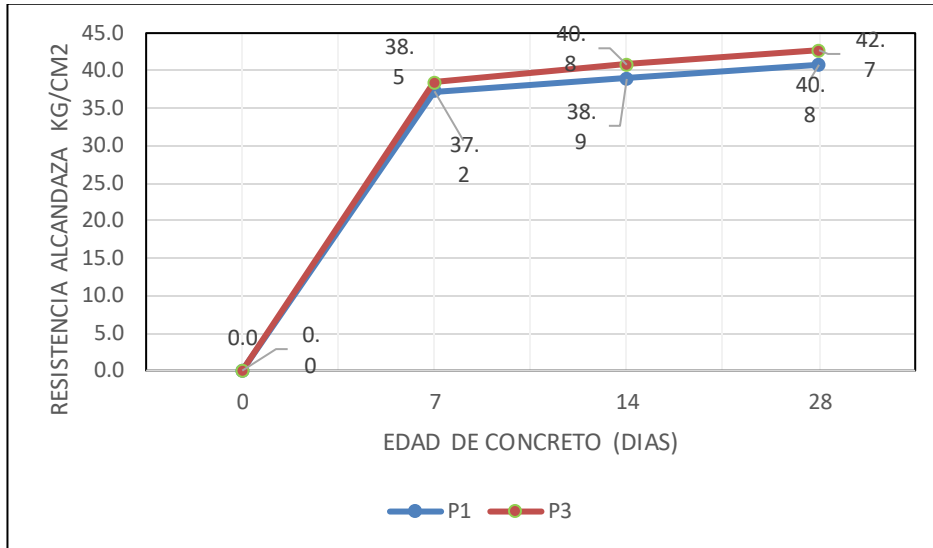
| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P3 Kg/cm ² |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 7 | 37 | 38 |
| 14 | 39 | 41 |
| 28 | 41 | 43 |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa de resistencia a la tensión por compresión diametral entre el

concreto patrón (P1) y el grupo P3 con adición de 3% de peso respecto al cemento a los 7, 14 y 28 días de elaboración de probetas.

Figura 24: Resultados a tensión por compresión diametral entre P1 y P3



Fuente: Elaboración Propia

Comparativa en forma gráfica de los valores de resistencia a la tensión por compresión diametral obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% del peso del cemento (P4) a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas.

3) Adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% respecto al peso del cemento

P1: Concreto patrón

P2: Concreto con 5% de LDPE agrumado reciclado

Tabla 40: Resultados promedio de roturas a tensión por compresión diametral

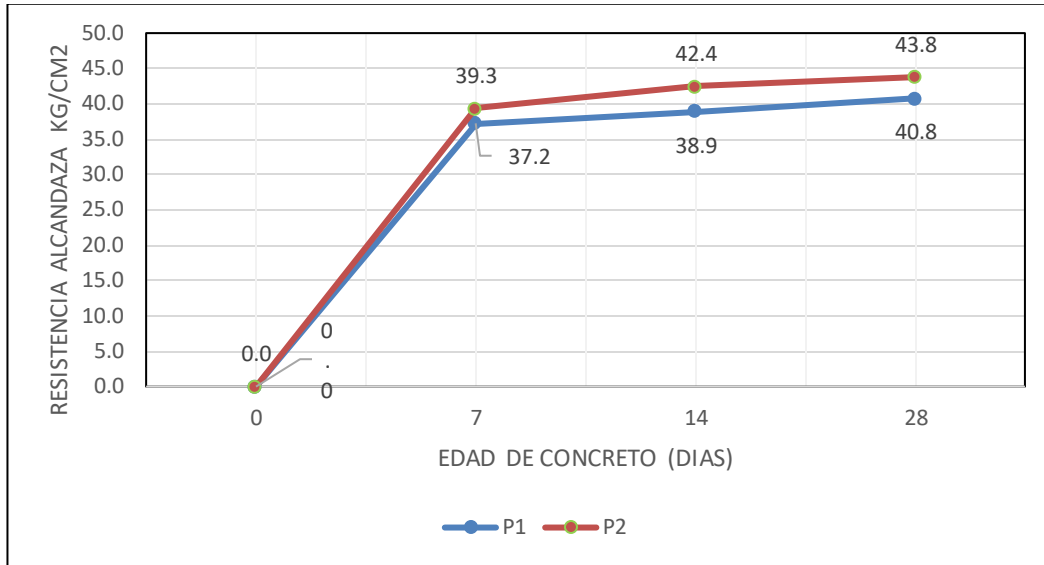
| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P2 Kg/cm ² |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 7 | 37 | 39 |
| 14 | 39 | 42 |
| 28 | 41 | 44 |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa de resistencia a la tensión por compresión diametral entre el

concreto patrón (P1) y el grupo P2 con adición de 5% de peso respecto al cemento a los 7, 14 y 28 días de elaboración de probetas

Figura 25: Resultados a tensión por compresión diametral entre P1 y P2



Fuente: Elaboración Propia

Comparativa en forma gráfica de los valores de resistencia a la tensión por compresión diametral obtenidos tanto del concreto patrón (P1) como del concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% del peso del cemento (P4) a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas.

4) Comparativa de valores promedio de tensión por compresión diametral

P1: Concreto Patrón.

P2: Concreto con adición de 5% respecto al peso del cemento.

P3: Concreto con adición de 3% respecto al peso del cemento.

P4: Concreto con adición de 1% respecto al peso del cemento.

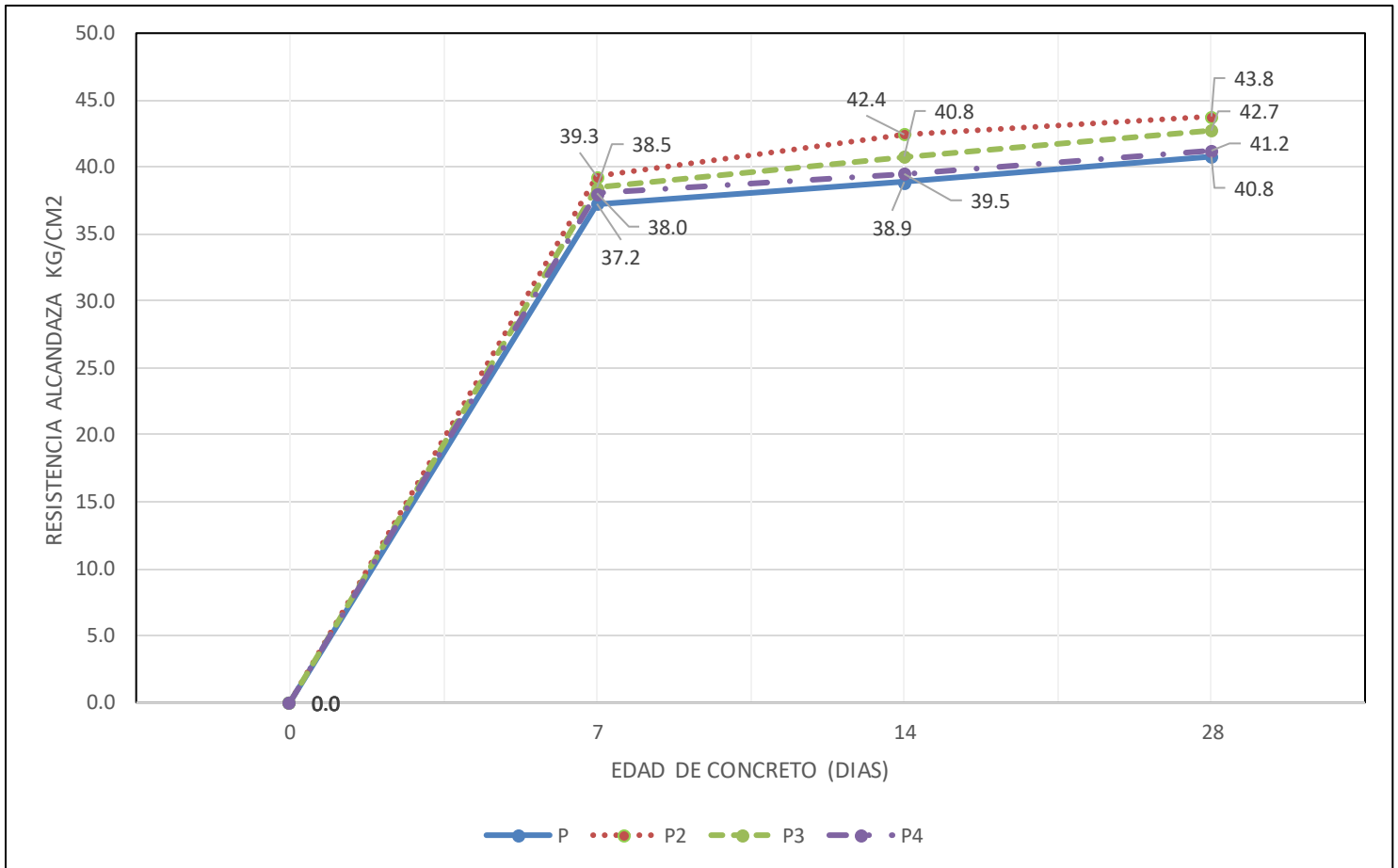
Tabla 41: Resultados a tensión por compresión diametral entre los grupos de probetas

| Edad (Días) | P1 Kg/cm ² | P2 Kg/cm ² | P3 Kg/cm ² | P4 Kg/cm ² |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 37.2 | 39.3 | 38.5 | 38.0 |
| 14 | 38.9 | 42.4 | 40.8 | 39.5 |
| 28 | 40.8 | 43.8 | 42.7 | 41.2 |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa de resistencia a la tensión por compresión diametral obtenidos tanto del concreto patrón (P1), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% (P2), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% (P3) y concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% (P4), a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas

Figura 26: Resultados resistencia a la tensión por compresión diametral



Fuente: Elaboración propia

Comparativa grafica de resistencia a la tensión por compresión diametral obtenidos tanto del concreto patrón (P1), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 5% (P2), concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 3% (P3) y concreto con adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% (P4), a los 7, 14 y 28 días de elaboración de las probetas

5.3 Discusión de resultados

1. En el estudio al determinar el efecto del plástico reciclado LDPE agrumado en las características mecánicas del concreto se pudo concluir, que los valores referentes a compresión y tensión por compresión diametral sí dependen de la cantidad material que añaden a la mezcla de concreto.

Durante los ensayos de compresión se observan, que si bien todas las probetas diferenciadas en porcentajes de adición de plástico reciclado LDPE agrumado al 1% (P4), 3% (P3) y 5% (P2) pasan el valor de $f'c$: 210 kg/cm², pero no alcanzan la resistencia a la compresión de las probetas con diseño de mezcla patrón (P1).

Evidenciamos que en los ensayos de compresión diametral y en las muestras con diferentes niveles de LDPE triturado, como el 1% (P4), 3% (P3) y 5% (P2), muestran mejoras en comparación con el concreto convencional de mezcla estándar (P1). Por consiguiente, se valida la premisa general, demostrando una conexión entre la adición de plástico reciclado LDPE triturado y las características mecánicas del hormigón. Estos hallazgos coinciden con el estudio realizado por Vivek S.; Hari Krishna P. y Gunneswara Rao T.D. (2023), quienes determinaron que la incorporación de LDPE triturado en lugar de agregado fino impacta la resistencia a la compresión del hormigón. Además, coinciden a las conclusiones de Lector Lafitte Michael, Anthony y Villareal Barragán, Edson (2017), quienes observaron que la inclusión de LDPE tiene un impacto negativo en los resultados de la prueba de compresión. En consecuencia, a lo mencionado y analizado previamente, se ratifica que la integración de plástico reciclado LDPE en las formulaciones de mezcla de hormigón afecta directamente las propiedades mecánicas del material, lo cual está determinado por la cantidad de plástico reciclado LDPE triturado añadido.

2. Con el objetivo de establecer una dosificación óptima de plástico reciclado LDPE triturado para aumentar las propiedades mecánicas del concreto con una resistencia nominal de $f'c$: 210 kg/cm², realizamos pruebas de tensión por compresión diametral. Se observó que las distintas proporciones de LDPE triturado, incluyendo el 1% (P4), 3% (P3) y 5% (P2), mostraron mejoras en comparación con el diseño estándar (P1); No obstante, se observa que la resistencia a la compresión del diseño estándar (P1) es mayor que la resistencia de las diversas proporciones con la inclusión de plástico reciclado LDPE triturado al 1% (P4), 3% (P3) y 5% (P2), aunque se aproxima al grupo P4, que corresponde al 1% de adición de plástico reciclado LDPE triturado. Por lo que, se rechaza la hipótesis específica donde se refiere que el 3% de adición de plástico reciclado LDPE mejora las propiedades mecánicas del concreto.

Estos resultados están acordes a lo mencionado por Márquez Herrera Paul (2018) en su investigación donde concluye que el agregado LDPE sobrepasa los valores de $f'c$: 210 kg/cm² en la resistencia a compresión. En tal sentido, después de analizar los datos se confirma que la adición de LDPE agrumado con un 3% (P3) de adición respecto al peso del cemento no mejora las propiedades mecánicas del concreto en relación a su valor de diseño inicial.

3. Con la meta de efectuar comparaciones de las características mecánicas entre el concreto estándar y el concreto que contiene plástico reciclado LDPE triturado, los resultados obtenidos mediante las pruebas respectivas indican que, en relación a la capacidad de resistencia a la compresión, los valores de los diversos porcentajes de incorporación de plástico reciclado LDPE triturado son inferiores a los del hormigón estándar; sin embargo, en cuanto a la resistencia a la tensión por compresión diametral, muestra una leve mejora en comparación con el hormigón estándar. Como resultado, la hipótesis es rechazada.
4. Para delimitar el porcentaje de mitigación del plástico reciclado LDPE agrumado en relación con el concreto producido en el año 2022, se sabe mediante el reporte de ASOCEM (2023) el cual nos indica que se produjeron 13.37 millones de toneladas de cemento, y teniendo la relación de 9.5 bolsas de cemento por cubo usado en el concreto $f'c$:210kg/cm² podemos estimar la producción de 33.11 millones de cubos de concreto, es así que, con la adición de 1% de LDPE se mitigaría 331.145 toneladas de plástico, con la adición del 3% de LDPE se mitigaría 993.3 toneladas de este y finalmente con la adición del 5% se mitigaría 1655.5 de toneladas de plástico.

Es importante hacer mención que los datos obtenidos de ASOCEM hacen referencia al concreto en general sin diferenciar uso estructural, obras de arte, uso ornamental, etc. y por lo expuesto en la discusión 02 no es conveniente usar como concreto estructural, Por lo que al no tener datos estadísticos referentes a la cantidad de concreto usado para uso estructural y no estructural, las toneladas de plástico reducirían, sin embargo, sí mitigaría su impacto ambiental, por lo que se acepta la hipótesis.

CONCLUSIONES

1. La adición de plástico reciclado LDPE agrumado, en relación con el peso del cemento, presenta efectos en las propiedades mecánicas del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm²; en referencia a los resultados de resistencia a compresión y tensión por compresión diametral dependen de la cantidad de material de plástico reciclado LDPE agrumado que se añade a la mezcla de concreto.
2. En la presente investigación se obtiene la dosificación óptima del 1% y 5% de plástico reciclado LDPE agrumado respecto al peso del cemento para aumentar las propiedades mecánicas del concreto $f'c$:210 kg/cm². En los ensayos a compresión se muestra que la adición del 1% de plástico reciclado LDPE agrumado presenta menor resistencia a compresión que al valor del concreto patrón, no obstante, en los ensayos a tensión por compresión diametral se muestra que la adición del 5% de plástico reciclado LDPE agrumado presenta mayor resistencia a tensión que al valor del concreto patrón.
3. En la investigación se presenta comparaciones de las propiedades mecánicas entre el concreto patrón y el concreto con adición de diferentes porcentajes de plástico reciclado agrumado LDPE al 1%, 3% y 5% los valores obtenidos mediante las respectivas pruebas nos indican que respecto a la propiedad de compresión los valores son menores que el concreto patrón, sin embargo, la tensión por compresión diametral mejora ligeramente frente al concreto patrón.
4. Finalmente, con la adición de 1% de plástico LDPE se mitigaría 331.145 toneladas de plástico, con la adición del 3% de LDPE se mitigaría 993.3 toneladas de plástico y finalmente con la adición del 5% de LDPE se mitigaría 1655.5 de toneladas de plástico. Al no tener datos estadísticos referentes a la cantidad de concreto usado para uso estructural y no estructural, las toneladas de plástico reducirían, sin embargo, sí mitigaría su impacto ambiental

RECOMENDACIONES

1. Recomendamos usar plástico reciclado LDPE agrumado como adicionante en mezcla de concreto, ya que contribuye con la resistencia a las propiedades mecánicas del concreto, aunque esta sea mínima, siendo por ello viable desde un enfoque ambientalista.
2. Se recomienda el uso del plástico reciclado LDPE agrumado para las construcciones de elementos no estructurales como, por ejemplo: veredas, sardineles, parques, muros; sin embargo, no es recomendable usarlo para construcciones de elementos estructurales como: columnas, vigas, pilotes, placa, loza y muros de contención.
3. Se recomienda el uso de aditivo plastificante, ya que por el asentamiento (SLUMP) decrece mientras más porcentaje de plástico reciclado LDPE agrumado se agrega a la mezcla.
4. Se recomienda hacer un estudio más exhaustivo sobre las propiedades del plástico reciclado LDPE agrumado, para conocer la variación que presenta este reciclado frente a un material virgen.
5. Se recomienda obtener el plástico reciclado LDPE agrumado en las condiciones óptimas posibles y libre de impurezas, de preferencia de una planta de reciclaje autorizada; pero si no habría material limpio se deberá realizar la limpieza de este.
6. Se recomienda elaborar estudios o datos estadísticos sobre el uso del concreto en edificaciones, obras de arte, obras viales y obras hidráulicas.

REFERENCIAS

1. ABANTO, C. TECNOLOGIA DEL CONCRETO, Perú, 2009, 91pp. [fecha de consulta: 05 de enero de 2023] Disponible en: <http://hebmerma.com/wpcontent/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf>
2. ASOCEM (s.f.). Reporte Estadístico Mensual de Enero 2023 – Asocem. [en línea] [fecha de consulta: 10 de febrero de 2023] Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte-estadistico-mensual-enero-2023>
3. BALDEON, O. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable con adición de polietileno de baja densidad para senderos ecológicos, Tesis de Grado, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 145pp. [fecha de consulta: 15 de enero de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34725>
4. CALCINA, M y Delgado, C. Análisis de la utilización de residuos plásticos HDPE como reemplazo parcial de los componentes del concreto para resistencias $f'c = 210$ y 280 kg/cm², en la ciudad de Arequipa 2019. Tesis de Grado. Perú: Universidad Católica de Santa María, 2019. 71pp. [fecha de consulta: 29 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9666>
5. COMISION DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES. Norma técnica peruana NTP. 399.034 Lima: INDECOPI, 2008.
6. Chávez, C. Técnica e instrumento de recolección de datos. 2008. 20pp. [fecha de consulta: 29 de agosto de 2021]. Disponible en: https://perso.unifr.ch/derechopenal/assets/files/articulos/a_20080521_56.pdf
7. FAUZAN; ZAKARIA, RANI.; NUGRAHA, DYAN.; AL, JAUHARI. The effect of pet and ldpe plastic wastes on the compressive strength of paving blocks. [fecha de consulta: 29 de marzo de 2023] Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085148613435&origin=resultlist&sort=plff&src=s&st1=LDPE+CONCRETE&sid=eb66cfc98fdcf107be8009dc648563&sot=b&sd>
8. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill Interamericana, 2014. [fecha de consulta: 29 de agosto de 2023].

Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

9. HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio - NTP 339.183. **NORMA TÉCNICA PERUANA**. Lima, Perú: INDECOPI, 2003.
10. KARTHIK M, AJEY KUMAR V G Y MANGALA KESHAVA. Study on Behavior of Concrete Mixes using Waste Plastics as an alternative for Coarse Aggregates [fecha de consulta: 29 de marzo de 2023] Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.085115018589&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=190315fef962fab8172e88c70a646f2b&sot=b&sdt=b&s=TITLEABSKEY%28Study+on+Behavior+of+Concrete+Mixes+using+Waste+Plastics+as+an+alternative+for+Coarse+Aggregates%29&sl=111&sessionSearchId=190315fef962fab8172e88c70a646f2b>
11. LECTOR, A. y VILLARREAL, E. Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote. Tesis de grado, Peru: Universidad Nacional del Santa, 2017. 173pp. [fecha de consulta: 15 de enero de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14278/2799>
12. LOZADA, J. Investigación aplicada: Definición propiedad intelectual e industrial. s.l.: Ciencia América, 2014.39pp. [fecha de consulta: 29 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/30>
13. MARQUEZ, H. Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa, Tesis de Grado. Perú: Universidad Nacional de San Agustín, 2019. 124pp. [fecha de consulta: 06 de enero de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10948>
14. MEJÍA, E. Instrumento de recolección de datos- Técnicas e instrumentos de investigación. Lima: Primera- Universidad San Marcos, 2005.239pp. [fecha de consulta: 29 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>
15. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA. Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos (PIGARS), Perú, 149pp. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://muniarequipa.gob.pe/descargas/gestionmanejoresiduos/PIGARS%202017-2028/PIGARS%20final%202022%20de%20Diciembre.pdf>

16. PASQUEL CARBAJAL, E. Tópicos de tecnología de concreto. (1998). Perú, 121pp. [fecha de consulta: 24 de febrero de 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICOS_D_E_TECNOLOGIA

17. PNUMA día mundial de las naciones unidas, 2023 Perú. . [fecha de consulta: 24 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.un.org/es/observances/environment-day>

18. REGLAMENTOS NACIONAL DE EDIFICACIONES. Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda. Ministerio de Vivienda y Saneamiento.

19. RIVVA, E. Diseño de mezclas: libro [en línea]. Lima: 1992 [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasesenrriquerivvalopez>

20. RUIZ, R. Ruiz, R. El método científico y sus etapas. México: Grijalbo, 2007. 79pp. [fecha de consulta: 29 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>

21. SAEED M.AL TARBI, OMAR S.BAGHARA AL-AMOUDI, MOJAMMED A. AL-OSTA, WALEED A. AL-AWSH, MOHAMED RIZWAN ALI, MOHAMED MASLEHUDDIN en Development of eco-friendly hollow concrete blocks in the field using wasted high-density polyethylene, low-density polyethylene, and crumb tire rubber. [fecha de consulta: 29 de marzo de 2023] Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85144607673&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=76a7c16e0deeed4f7ec1ab7c342315aa&sot=b&sdt=b&s=TITLEABSKEY%28Development+of+ecofriendly+hollow+concrete+blocks+in+the+field+using+wasted+highdensity+polyethylene%2C+lowdensity+polyethylene%2C+and+crumb+tire+rubber%29&sl=166&sessionSearchId=76a7c16e0deeed4f7ec1ab7c342315aa>

22. VIVEK S.; HARIKRISHNA P. Y GUNNESWARA RAO T.D. Study on Behavior of Concrete Mixes using Waste Plastics as an alternative for Coarse Aggregates. [fecha de consulta: 29 de marzo de 2023] Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0.085115018589&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=c7b50e9cb332fdd9b6d710cf1ed392f3&sot=b&sdt=b&s=TITLEABSKEY%28concrete+ldpe%29&sl=32&sessionSearchId=c7b50e9cb332fdd9b6d710cf1ed392f3>

APENDICES

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | METODOLOGIA |
|---|--|--|---|---|
| <p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el efecto del plástico reciclado LDPE agrumado en las propiedades mecánicas del concreto en Arequipa 2023?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el porcentaje óptimo de agrumado de LDPE reciclado para mejorar el comportamiento del concreto f'c 210 kg/cm2? • ¿Cuánto modifica el comportamiento del concreto f'c 210 kg/cm2 con adición agrumado de LDPE reciclado en comparación de un concreto patrón en la ciudad de Arequipa, región Arequipa en el 2023? • ¿Cuánto es el porcentaje de mitigación del plástico reciclado LDPE con relación al concreto producido en 2022? | <p>Objetivo general</p> <p>Analizar el efecto de la incorporación de agrumado de LDPE reciclado en las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 en la ciudad de Arequipa, región Arequipa en el 2023</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer la dosificación más óptima de agrumado de LDPE reciclado para la obtención de un concreto que sea viable tanto en su desempeño y uso. • Realizar comparaciones entre un concreto patrón f'c 210 kg/cm2 con los diferentes diseños de mezcla de concretos adicionados con agrumado de LDPE reciclado con relación a Resistencia a la Compresión. • Determinar el porcentaje de mitigación del plástico reciclado con relación al concreto producido en 2022 | <p>Hipótesis general</p> <p>El empleo de agrumado de agrumado de LDPE reciclado tiene efectos en el concreto en la ciudad de Arequipa, región Arequipa en el 2021.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La dosificación más óptima de agrumado de LDPE reciclado mejora el desempeño y uso del concreto • La utilización de agrumado de LDPE reciclado aumenta las propiedades mecánicas del concreto en comparación con el concreto convencional en Arequipa, región Arequipa, 2023 • La adición de LDPE agrumado en el concreto mitiga el impacto ambiental del plástico | <p>Plástico reciclado LDPE agrumado</p> <p>Propiedades Mecánicas Del concreto</p> | <p>Método de investigación. Método científico</p> <p>Tipo de investigación Tipo Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación Cuantitativo</p> <p>Nivel de investigación Nivel correlacional</p> <p>Diseño de la investigación Experimental</p> |

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| ROTURA A TENSION POR COMPRESION DIAMETRAL | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|----------|--------------|-----------|------------|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|------|
| N° | Procedencia | Código Probeta | Fecha | Fecha Rotura | Edad días | Diam. (cm) | Altura de Generatriz (cm2) | Carga Max. (kgf) | Resist. (kg/cm2) | Promedio (Kg/cm2) | |
| | | | Vaciado | | | | | | | | |
| 1 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.03 | 20.03 | 11560 | 36.6 | 37.2 | |
| 2 | | P - 11 | | | | 10.04 | 20.08 | 11743 | 37.1 | | |
| 3 | | P - 12 | | | | 10.02 | 20.06 | 12003 | 38.0 | | |
| 4 | | P2 - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.05 | 20.04 | 12345 | 39.0 | 39.3 | |
| 5 | | P2 - 11 | | | | 10.04 | 20.05 | 12268 | 38.8 | | |
| 6 | | P2 - 12 | | | | 10.06 | 20.05 | 12687 | 40.0 | | |
| 7 | | P3 - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.04 | 20.06 | 12124 | 38.3 | 38.5 | |
| 8 | | P3 - 11 | | | | 10.03 | 20.06 | 12032 | 38.1 | | |
| 9 | | P3 - 12 | | | | 10.05 | 20.04 | 12354 | 39.1 | | |
| 10 | | P4 - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.04 | 20.06 | 11980 | 37.9 | 38.0 | |
| 11 | | P4 - 11 | | | | 10.05 | 20.05 | 12067 | 38.1 | | |
| 12 | | P4 - 12 | | | | 10.03 | 20.04 | 12037 | 38.1 | | |
| 13 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.06 | 20.07 | 12324 | 38.9 | 38.9 | |
| 14 | | P - 14 | | | | 10.06 | 20.05 | 12058 | 38.1 | | |
| 15 | | P - 15 | | | | 10.05 | 20.06 | 12587 | 39.7 | | |
| 16 | | P2 - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.05 | 20.04 | 13245 | 41.9 | 42.4 | |
| 17 | | P2 - 14 | | | | 10.06 | 20.08 | 13574 | 42.8 | | |
| 18 | | P2 - 15 | | | | 10.04 | 20.06 | 13487 | 42.6 | | |
| 19 | | P3 - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.04 | 20.04 | 12874 | 40.7 | 40.8 | |
| 20 | | P3 - 14 | | | | 10.04 | 20.08 | 12967 | 40.9 | | |
| 21 | | P3 - 15 | | | | 10.05 | 20.09 | 12895 | 40.7 | | |
| 22 | | P4 - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.05 | 20.03 | 12680 | 40.1 | 39.5 | |
| 23 | | P4 - 14 | | | | 10.05 | 20.07 | 12435 | 39.2 | | |
| 24 | | P4 - 15 | | | | 10.04 | 20.06 | 12374 | 39.1 | | |
| 25 | | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 16 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.09 | 20.05 | 12874 | 40.5 | 40.8 |
| 26 | | | P - 17 | | | | 10.09 | 20.07 | 12987 | 40.8 | |
| 27 | | | P - 18 | | | | 10.08 | 20.06 | 13021 | 41.0 | |
| 28 | P2 - 16 | | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.07 | 20.04 | 14015 | 44.2 | 43.8 | |
| 29 | P2 - 17 | | | | | 10.08 | 20.05 | 13875 | 43.7 | | |
| 30 | P2 - 18 | | | | | 10.06 | 20.06 | 13762 | 43.4 | | |
| 31 | P3 - 16 | | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.09 | 20.04 | 13832 | 43.5 | 42.7 | |
| 32 | P3 - 17 | | | | | 10.08 | 20.07 | 13247 | 41.7 | | |
| 33 | P3 - 18 | | | | | 10.08 | 20.03 | 13621 | 42.9 | | |
| 34 | P4 - 16 | | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.10 | 20.07 | 13024 | 40.9 | 41.2 | |
| 35 | P4 - 17 | | | | | 10.08 | 20.07 | 12986 | 40.9 | | |
| 36 | P4 - 18 | | | | | 10.09 | 20.06 | 13325 | 41.9 | | |

| N° | Procedencia | Código Probeta | f'c kg/cm2 | Fecha | Fecha Rotura | Edad días | Diam. (cm) | Area (cm2) | Carga Max. (kgf) | Resist. (kg/cm2) | Promedio (Kg/cm2) | % f'c |
|----|--|----------------|------------|----------|--------------|-----------|------------|------------|------------------|------------------|-------------------|-------|
| | | | | Vaciado | | | | | | | | |
| 1 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 1 | 210 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.04 | 79.17 | 19015 | 240 | 232 | 110 |
| 2 | | P - 2 | | | | | 10.02 | 78.85 | 17630 | 224 | | |
| 3 | | P - 3 | | | | | 10.03 | 79.01 | 18323 | | | |
| 4 | | P2 - 1 | 210 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.05 | 79.33 | 13757 | 173 | 174 | 83 |
| 5 | | P2 - 2 | | | | | 10.04 | 79.17 | 13884 | 175 | | |
| 6 | | P2 - 3 | | | | | 10.06 | 79.49 | 13821 | 174 | | |
| 7 | | P3 - 1 | 210 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.04 | 79.17 | 16841 | 213 | 214 | 102 |
| 8 | | P3 - 2 | | | | | 10.03 | 79.01 | 17069 | 216 | | |
| 9 | | P3 - 3 | | | | | 10.05 | 79.33 | 16955 | 214 | | |
| 10 | | P4 - 1 | 210 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.04 | 79.17 | 17490 | 221 | 224 | 107 |
| 11 | | P4 - 2 | | | | | 10.05 | 79.33 | 18043 | 227 | | |
| 12 | | P4 - 3 | | | | | 10.03 | 79.01 | 17767 | 225 | | |
| 13 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 4 | 210 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.06 | 79.49 | 19335 | 243 | 248 | 118 |
| 14 | | P - 5 | | | | | 10.06 | 79.49 | 20115 | 253 | | |
| 15 | | P - 6 | | | | | 10.05 | 79.33 | 19725 | 249 | | |
| 16 | | P2 - 4 | 210 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.05 | 79.33 | 16041 | 202 | 196 | 93 |
| 17 | | P2 - 5 | | | | | 10.06 | 79.49 | 15038 | 189 | | |
| 18 | | P2 - 6 | | | | | 10.04 | 79.17 | 15540 | 196 | | |
| 19 | | P3 - 4 | 210 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.04 | 79.17 | 17123 | 216 | 226 | 107 |
| 20 | | P3 - 5 | | | | | 10.04 | 79.17 | 18613 | 235 | | |
| 21 | | P3 - 6 | | | | | 10.05 | 79.33 | 17868 | 225 | | |
| 22 | | P4 - 4 | 210 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.05 | 79.33 | 18111 | 228 | 232 | 111 |
| 23 | | P4 - 5 | | | | | 10.05 | 79.33 | 18682 | 236 | | |
| 24 | | P4 - 6 | | | | | 10.04 | 79.17 | 18397 | 232 | | |
| 25 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 7 | 210 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.09 | 79.96 | 22047 | 276 | 273 | 130 |
| 26 | | P - 8 | | | | | 10.09 | 79.96 | 21594 | 270 | | |
| 27 | | P - 9 | | | | | 10.08 | 79.80 | 21821 | 273 | | |
| 28 | | P2 - 7 | 210 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.07 | 79.64 | 17223 | 216 | 216 | 103 |
| 29 | | P2 - 8 | | | | | 10.08 | 79.80 | 17212 | 216 | | |
| 30 | | P2 - 9 | | | | | 10.06 | 79.49 | 17218 | 217 | | |
| 31 | | P3 - 7 | 210 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.09 | 79.96 | 20195 | 253 | 251 | 119 |
| 32 | | P3 - 8 | | | | | 10.08 | 79.80 | 19875 | 249 | | |
| 33 | | P3 - 9 | | | | | 10.08 | 79.80 | 20035 | 251 | | |
| 34 | | P4 - 7 | 210 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.10 | 80.12 | 21196 | 265 | 260 | 124 |
| 35 | | P4 - 8 | | | | | 10.08 | 79.80 | 20792 | 261 | | |
| 36 | | P4 - 9 | | | | | 10.09 | 79.96 | 20494 | 256 | | |

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

PROYECTO "EFECTO DEL PLASTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 EN AREQUIPA 2023"
SOLICITA : DIAZ VARGAS ANTONIO ROMARIO
 HUAMANI TACO ELMER **fecha:** 10 DE JULIO DEL 2023

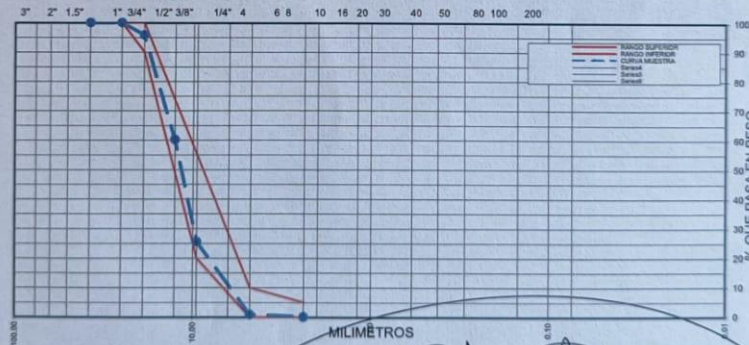
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

METODO AASHTO T-88 Y ASTM D-422


| TAMIZ | ABERT. mm | PESO RET. | %RET. | %RET. AC. | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|----------------|--------------------------------|
| 4" | 101.600 | | | | | | CANTERA : LA PODEROSA |
| 3" | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | MUESTRA : UNICA |
| 2" | 50.800 | | | | | | MATERIAL : GRAVA PARA CONCRETO |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0 | TAMAÑO MAX. : 1" |
| 1" | 25.400 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | PESO TOTAL : 2395 gr. |
| 3/4" | 19.050 | 100.8 | 4.2 | 4.2 | 95.8 | 90 - 100 | |
| 1/2" | 12.700 | 851.6 | 35.6 | 39.8 | 60.2 | | |
| 3/8" | 9.525 | 831.3 | 34.7 | 74.5 | 25.5 | 20 - 55 | |
| # 4 | 4.760 | 589.3 | 24.6 | 99.1 | 0.9 | 0 - 10 | |
| # 8 | 2.380 | 18.7 | 0.8 | 99.9 | 0.1 | 0 - 5 | |
| # 30 | 0.590 | | | | | | OBSERVACIONES: |
| # 40 | 0.420 | | | | | | |
| # 50 | 0.297 | | | | | | |
| # 80 | 0.177 | | | | | | |
| # 100 | 0.149 | | | | | | |
| # 200 | 0.074 | | | | | | |
| < # 200 | | | | | | | |

Peso Total 2395

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:


 Oscar Andrés Ousque Romero
 Laboratorios y Talleres
 Supervisor Filial Arequipa

ING. JEFE SUPERVISOR DE LABORATORIOS Y TALLERES
 TALLER DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETOS

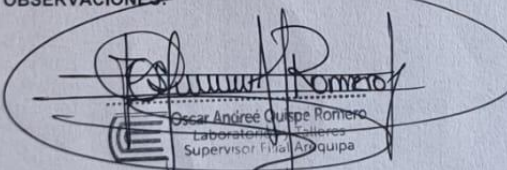
MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO

| | |
|-----------------|--|
| PROYECTO | : "EFECTO DEL PLASTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210 EN AREQUIPA 2023" |
| SOLICITA | : DIAZ VARGAS ANTONIO ROMARIO HUAMANI TACO ELMER |
| FECHA | : 10 DE JULIO DEL 2023 |
| CANTERA | : LA PODEROSA |

| MALLA | % RETIENE | ACUMULADO |
|-------|-----------|-----------|
| 4 | 2.4 | 2.4 |
| 6 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 10.7 | 13.2 |
| 10 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 28.4 | 41.5 |
| 20 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 22.6 | 64.2 |
| 40 | 0.0 | 0.0 |
| 50 | 15.1 | 79.3 |
| 80 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 13.6 | 92.9 |
| 200 | 5.6 | 98.6 |
| FONDO | 1.4 | 100.0 |

Modulo de Fineza : 2.94

OBSERVACIONES:



Oscar Andrés Cuspe Romero
Laboratorio de Talleres
Supervisor Típicos Arequipa

ING. JEFE SUPERVISOR DE LABORATORIOS Y TALLERES
TALLER DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETOS

PROYECTO "EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LOPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 EN AREQUIPA 2023"

SOLICITA: DIAZ VARDAS ANTONIO ROMARIO
HUAMANI TACO ELMER

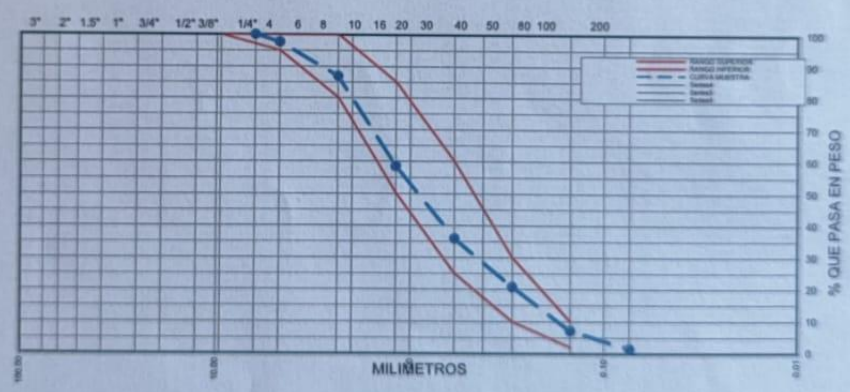
fecha: 10 DE JULIO DEL 2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

METODO AASHTO T 48 Y ASTM D-422

| TAMIZ | ABERT. (mm) | PESO RET. | % RET. | % PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|------------|-------------|-----------|--------|--------|----------------|--------------------------------|
| 4" | 101.600 | | | | | CANTERA : LA PODEROSA |
| 3" | 76.200 | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | MUESTRA : M-1 |
| 2" | 50.800 | | | | | MATERIAL : ARENA PARA CONCRETO |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | PESO TOTAL : 2150 gr. |
| 3/4" | 19.050 | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | 100.0 | | |
| 1/4" | 6.350 | 0 | 0.0 | 100.0 | 100 | |
| # 4 | 4.760 | 52 | 2.4 | 97.6 | 95-100 | |
| # 8 | 2.380 | 231 | 10.7 | 86.8 | 80-100 | |
| # 16 | 1.190 | 610 | 28.4 | 58.5 | 50-85 | |
| # 30 | 0.590 | 486 | 22.6 | 35.8 | 25-60 | |
| # 50 | 0.297 | 325 | 15.1 | 20.7 | 10-30 | |
| # 100 | 0.149 | 293 | 13.6 | 7.1 | 2-10 | |
| # 200 | 0.074 | 121 | 5.6 | 1.4 | | |
| < # 200 | | 31 | 1.4 | 0.0 | | |
| PESO TOTAL | | 2150 | | | | |

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

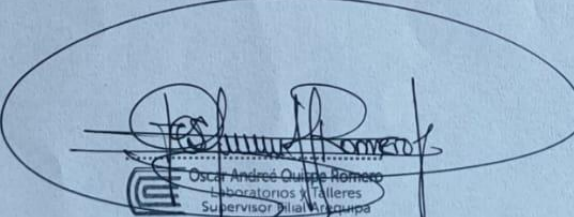
(Signature)
 ING. JEFE SUPERVISOR DE LABORATORIOS Y TALLERES
 TALLER DE EXPERIMENTOS, SUELOS Y CONCRETOS

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS

| | |
|-----------------|---|
| PROYECTO | : "EFECTO DEL PLASTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 EN AREQUIPA 2023" |
| SOLICITA | : DIAZ VARGAS ANTONIO ROMARIO HUAMANI TACO ELMER |
| FECHA | : 13 DE JULIO DEL 2023 |
| CANTERA | : LA PODEROSA |

| MUESTRA | | GRAVA |
|--------------------|--|--------------|
| A | peso muestra seca | 4000 |
| B | peso muestra sss | 4043.6 |
| C | peso canastilla | 786.93 |
| D | peso muestra sss + canastilla | 4830.53 |
| E | peso sumergido | 3332.33 |
| <i>B/(B-(E-C))</i> | <i>Peso Especifico SSS (gr/cm³)</i> | <i>2.699</i> |

| MUESTRA | | ARENA |
|------------------|--|-------------|
| A | peso de muestra | 500 |
| B | peso fiola | 144.5 |
| C | peso fiola + agua | 641.04 |
| D | peso fiola + muestra | 944.93 |
| <i>A/(C+A-D)</i> | <i>peso especifico (gr/cm³)</i> | <i>2.54</i> |



Oscar Andrés Quiroz Romero
Laboratorios y Talleres
Supervisor Distrital Arequipa

ING. JEFE SUPERVISOR DE LABORATORIOS Y TALLERES
TALLER DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETOS

PESOS UNITARIOS

| | |
|-----------------|---|
| PROYECTO | "EFECTO DEL PLASTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 EN AREQUIPA 2023" |
| SOLICITA | : DIAZ VARGAS ANTONIO ROMARIO HUAMANI TACO ELMER |
| CANTERA | : GRAVA= LA PODEROSA, ARENA = LA PODEROSA |
| FECHA | : 12 DE JULIO DEL 2023 |

GRAVA SUELTO

| | 1 | 2 | 3 |
|------------------------|----------|-------|-------|
| PESO MOLDE + MATERIAL | 18240 | 18229 | 18235 |
| PESO PROMEDIO | 18235 | | |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 10013.85 | | |
| PESO DEL MOLDE | 3467 | | |
| PESO UNITARIO Kg/m3 | 1475 | | |

GRAVA VARRILLADA

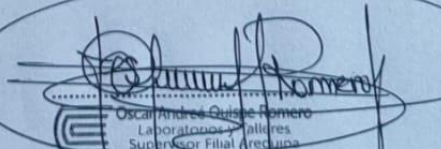
| | 1 | 2 | 3 |
|------------------------|----------|-------|-------|
| PESO MOLDE + MATERIAL | 19926 | 19932 | 19912 |
| PESO PROMEDIO | 19923 | | |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 10013.85 | | |
| PESO DEL MOLDE | 3467 | | |
| PESO UNITARIO Kg/m3 | 1643 | | |

ARENA SUELTA

| | 1 | 2 | 3 |
|------------------------|---------|--------|--------|
| PESO MOLDE + MATERIAL | 6205.8 | 6213.9 | 6214.8 |
| PESO PROMEDIO | 6211.5 | | |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2790 | | |
| PESO DEL MOLDE | 1895.36 | | |
| PESO UNITARIO Kg/m3 | 1547 | | |

ARENA VARRILLADA

| | 1 | 2 | 3 |
|------------------------|---------|------|------|
| PESO MOLDE + MATERIAL | 6560 | 6543 | 6558 |
| PESO PROMEDIO | 6554 | | |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2790 | | |
| PESO DEL MOLDE | 1895.36 | | |
| PESO UNITARIO Kg/m3 | 1670 | | |



Oscar Andrés Quijse Romero
Laboratorios y Talleres
Supervisor Filial Arequipa

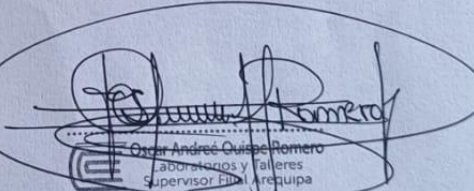
ING. JEFE SUPERVISOR DE LABORATORIOS Y TALLERES
TALLER DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETOS

HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

| | |
|------------------|--|
| PROYECTO: | "EFECTO DEL PLASTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C 210 EN AREQUIPA 2023" |
| SOLICITA | DIAZ VARGAS ANTONIO ROMARIO HUAMANI TACO ELMER |
| CANTERA | GRAVA =LA PODEROSA , ARENA= LA PODEROSA |
| FECHA | 15 DE JULIO 2023 |

| MUESTRA | ARENA | GRAVA |
|--------------------------------------|-------------|-------------|
| 1 Peso suelo húmedo +recipiente grs. | 645.10 | 645.10 |
| 2 Peso suelo seco + recipiente | 633.85 | 644.60 |
| 3 Peso Agua (1) - (2) | 11.25 | 0.50 |
| 4 Peso recipiente | 145.32 | 145.32 |
| 5 Peso suelo seco (2) - (4) | 488.53 | 499.28 |
| 6 Humedad % | 2.30 | 0.10 |

Observaciones :



Oscar Andrés Quijse Romero
Laboratorios y Talleres
Supervisor Físico Arequipa

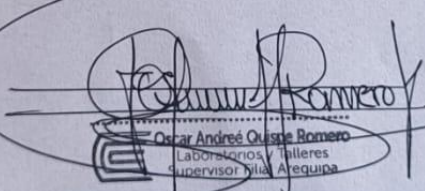
ING. JEFE SUPERVISOR DE LABORATORIOS Y TALLERES
TALLER DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETOS

ABSORCION DE AGREGADOS

| | | |
|-----------------|---|---|
| PROYECTO | : | "EFECTO DEL PLASTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C 210 EN AREQUIPA 2023" |
| SOLICITA | : | DIAZ VARGAS ANTONIO ROMARIO HUAMANI TACO ELMER |
| FECHA | : | 14 DE JULIO DEL 2023 |
| CANTERA | : | LA PODEROSA |

| MUESTRA | | GRAVA |
|---------|--------------|--------|
| A | peso muestra | 4000 |
| B | peso sss | 4043.6 |
| (B-A)/A | Absorcion % | 1.09 |

| MUESTRA | | ARENA |
|---------|-------------------------------|--------|
| A | peso de muestra seca al horno | 490.15 |
| B | peso sss | 500 |
| (B-A)/A | Absorcion % | 2.0009 |


Oscar Andrés Quijpe Romero
Laboratorios y Talleres
Supervisor Lima Arequipa

ING. JEFE SUPERVISOR DE LABORATORIOS Y TALLERES
TALLER DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETOS

INFORME DE ENSAYO

Informe No. 1- 0086126

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

NOMBRAMIENTO SOCIAL: DIAZ VARGAS, ANTONIO ROMANO
 DNI/NIC: 7235903
 NOMBRE DEL PROYECTO: EFECTO DEL PLÁSTICO RECYCLADO LDPE AGRUPADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' D 310 RECICLADO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023
 DIRECCIÓN DEL PROYECTO: AREQUIPA FECHA: 25/07/2023

**ENSAJO: CO - 08
 ASISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 NORMA: ASTM C19**

DATOS DE LOS TESTIGOS
 N° GRUPO: -
 CÓDIGO DE PRODUCTO: -
 FECHA DE DESPACHO: -

TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4"x 8"

ACTA DE RECEPCION

| Código del Testigo | Elemento & Ubicación | F _c (kg/cm ²) (*) | FECOM | | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Carga Máxima (kg-f) | Esfuerzo a Compresión (kg/cm ²) | Influencia Humedad (kg/cm ²) | Cálculo Promedio (MPa) | Esfuerzo Promedio (MPa) | Tipo de Falso Testigo |
|--------------------|--|--|------------|------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------|---|--|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | | Módulo | Ensayo | | | | | | | | | |
| P-1 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECYCLADO LDPE AGRUPADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 310 RECICLADO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | 310 | 19/07/2023 | 23/07/2023 | 7 | 18.04 | 79.17 | 10.215 | 243.2 | 230 | 22.7 | 130% | II |
| P-2 | | | | | | 18.02 | 79.65 | 17.838 | 223.6 | | | | II |
| P-3 | | | | | | 18.03 | 79.61 | 16.323 | 211.9 | | | | II |
| P2-1 | | 210 | 19/07/2023 | 25/07/2023 | 7 | 18.05 | 79.30 | 13.757 | 173.4 | 174 | 17.1 | 89% | II |
| P2-2 | | | | | | 19.04 | 79.17 | 13.864 | 175.4 | | | | II |
| P2-3 | | | | | | 19.08 | 79.49 | 13.821 | 173.9 | | | | II |
| P3-1 | | 210 | 19/07/2023 | 25/07/2023 | 7 | 19.04 | 79.17 | 16.841 | 212.7 | 214 | 21.0 | 102% | II |
| P3-2 | | | | | | 19.03 | 79.81 | 17.089 | 216.0 | | | | II |
| P3-3 | | | | | | 19.05 | 79.22 | 16.985 | 210.7 | | | | II |
| P4-1 | | 210 | 19/07/2023 | 25/07/2023 | 7 | 19.04 | 79.17 | 17.480 | 220.8 | 224 | 22.8 | 107% | II |
| P4-2 | | | | | | 19.05 | 79.33 | 18.043 | 227.9 | | | | II |
| P4-3 | | | | | | 19.03 | 79.01 | 17.787 | 224.9 | | | | II |

CONCLUSIONES

- 1) (*) Datos proporcionados por el solicitante.
- 2) Los testigos de concreto fueron elaborados por el solicitante.

NOTAS

- 1) Los ensayos se realizaron en una prensa UNIAXIAL marca ELE INTERNATIONAL N° Serie 1790-9-5072 de 2000 t/m de capacidad
- 2) Código del Certificado de Calibración N° 1544-2022.
- 3) La distribución de cargas de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1201/C1201M-13




- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra analizada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificaciones del sistema de calidad.
 - El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
 - El presente informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
 - CEDIICON no se responsabiliza de las perjuraciones que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú, en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe. En el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

INFORME DE ENSAYO

Informe Nro. 1- 0086127

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL: DIAZ VARGAS, ANTONIO ROMARIO
DNI/RUC: 72263933
NOMBRE DEL PROYECTO: EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: AREQUIPA
FECHA: 30/07/2023

ENSAYO: CD - 06
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
NORMA: ASTM C39

DATOS DE LOS TESTIGOS TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4" x 8" **ACTA DE RECEPCIÓN**
N° GUIA: -
CÓDIGO DE PRODUCTO: -
FECHA DE DESPACHO: -

| Código del Testigo | Elemento & Ubicación | f'c (Kg/cm ²) (*) | FECHA | | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Carga Máxima (Kg-f) | Esfuerzo a Compresión (Kg/cm ²) | Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²) | Esfuerzo Promedio (MPa) | Esfuerzo Promedio (%) | Tipo de Falla Testigo |
|--------------------|--|-------------------------------|------------|------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | Moldeo | Ensayo | | | | | | | | | |
| P - 1 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | 210 | 16/07/2023 | 30/07/2023 | 14 | 10,06 | 79,49 | 19,335 | 243,3 | 248 | 24,4 | 118% | III |
| P - 2 | | | | | | 10,06 | 79,49 | 20,115 | 253,1 | | | | III |
| P - 3 | | | | | | 10,05 | 79,33 | 19,725 | 248,7 | | | | III |
| P2 - 1 | | 210 | 16/07/2023 | 30/07/2023 | 14 | 10,05 | 79,33 | 16,041 | 202,2 | 196 | 19,2 | 93% | III |
| P2 - 2 | | | | | | 10,06 | 79,49 | 15,038 | 189,2 | | | | III |
| P2 - 3 | | | | | | 10,04 | 79,17 | 15,540 | 196,3 | | | | III |
| P3 - 1 | | 210 | 16/07/2023 | 30/07/2023 | 14 | 10,04 | 79,17 | 17,123 | 216,3 | 226 | 22,1 | 107% | III |
| P3 - 2 | | | | | | 10,04 | 79,17 | 18,613 | 235,1 | | | | III |
| P3 - 3 | | | | | | 10,05 | 79,33 | 17,868 | 225,2 | | | | III |
| P4 - 1 | | 210 | 16/07/2023 | 30/07/2023 | 14 | 10,05 | 79,33 | 18,111 | 228,3 | 232 | 22,8 | 111% | III |
| P4 - 2 | | | | | | 10,05 | 79,33 | 18,682 | 235,5 | | | | III |
| P4 - 3 | | | | | | 10,04 | 79,17 | 18,397 | 232,4 | | | | III |

CONCLUSIONES

- 1) (*) Datos proporcionados por el solicitante.
- 2) Los testigos de concreto fueron elaborados por el solicitante.

NOTAS

- 1) Los ensayos se realizaron en una prensa UNIAxIAL marca ELE INTERNATIONAL N° Serie 1799-9-3072 de 2000 kN de capacidad
- 2) Código del Certificado de Calibración N° 1544-2022.
- 3) La distribución de cargas de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13



[Firma manuscrita]
ING. CIP. JUAN ANTONIO CHARCA CHURA
Registro 145679 - CIV

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

Informe Nro. 1- 0086128

NOMBRE/RAZON SOCIAL: DIAZ VARGAS, ANTONIO ROMARIO
DNI/RUC: 72283933
NOMBRE DEL PROYECTO: "EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023"
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: AREQUIPA

FECHA: 13/08/2023

ENSAYO: CO - 08
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
NORMA: ASTM C39

DATOS DE LOS TESTIGOS
N° GUIA: -
CÓDIGO DE PRODUCTO: -
FECHA DE DESPACHO: -

TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4" x 8"

ACTA DE RECEPCION

| Código del Testigo | Elemento & Ubicación | f _c (Kg/cm ²) (*) | FECHA | | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm ²) | Carga Máxima (Kg-f) | Esfuerzo a Compresión (Kg/cm ²) | Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²) | Esfuerzo Promedio (MPa) | Esfuerzo Promedio (%) | Tipo de Falla Testigo |
|--------------------|--|--|------------|------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | Moldeo | Ensayo | | | | | | | | | |
| P - 1 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | 210 | 16/07/2023 | 13/08/2023 | 28 | 10.09 | 79.96 | 22,047 | 275.7 | 273 | 25.8 | 130% | III |
| P - 2 | | | | | | 10.09 | 79.96 | 21,594 | 270.1 | | | | III |
| P - 3 | | | | | | 10.08 | 79.80 | 21,821 | 273.4 | | | | III |
| P2 - 1 | | 210 | 16/07/2023 | 13/08/2023 | 28 | 10.07 | 79.64 | 17,223 | 216.3 | 216 | 21.2 | 103% | III |
| P2 - 2 | | | | | | 10.08 | 79.80 | 17,212 | 215.7 | | | | III |
| P2 - 3 | | | | | | 10.06 | 79.49 | 17,218 | 216.6 | | | | III |
| P3 - 1 | | 210 | 16/07/2023 | 13/08/2023 | 28 | 10.09 | 79.96 | 20,195 | 252.6 | 251 | 24.6 | 119% | III |
| P3 - 2 | | | | | | 10.08 | 79.80 | 19,875 | 249.1 | | | | III |
| P3 - 3 | | | | | | 10.08 | 79.80 | 20,035 | 251.1 | | | | III |
| P4 - 1 | | 210 | 16/07/2023 | 13/08/2023 | 28 | 10.10 | 80.12 | 21,196 | 264.6 | 260 | 25.5 | 124% | III |
| P4 - 2 | | | | | | 10.08 | 79.80 | 20,792 | 260.5 | | | | III |
| P4 - 3 | | | | | | 10.09 | 79.96 | 20,494 | 256.3 | | | | III |

CONCLUSIONES

- 1) (*) Datos proporcionados por el solicitante.
- 2) Los testigos de concreto fueron elaborados por el solicitante.

NOTAS

- 1) Los ensayos se realizaron en una prensa UNIAXIAL marca ELE INTERNATIONAL N° Serie 1796-9-3072 de 2000 kN de capacidad
- 2) Código del Certificado de Calibración N° 1544-2022.
- 3) La distribución de cargas de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13



[Firma manuscrita]
ING. CIP. JUAN ANTONIO CHARCA CHURA
Registro 145879 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SCS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

Informe Nro. 1- 0086129

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL: DIAZ VARGAS, ANTONIO ROMARIO
DN/RUC: 72283933
NOMBRE DEL PROYECTO: "EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'CD 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023"
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: AREQUIPA **FECHA:** 23/07/2023

**ENSAYO: CO - 10
RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL**

DATOS DE LOS TESTIGOS TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4"x 8" **ACTA DE RECEPCION** -
N° GUIA: -
CÓDIGO DE PRODUCTO: -
FECHA DE DESPACHO: -

| N° | Procedencia | Código Probeta | Fecha | | Edad días | Diam. (cm) | Altura de Generatriz (cm2) | Carga Max. (kgf) | Resist. (kg/cm2) | Promedio (Kg/cm2) |
|----|---|----------------|----------|----------|-----------|------------|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | | Vaclado | Rotura | | | | | | |
| 1 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'CD 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.03 | 20.03 | 11560 | 36.6 | 37.2 |
| 2 | | P - 11 | | | | 10.04 | 20.08 | 11743 | 37.1 | |
| 3 | | P - 12 | | | | 10.02 | 20.08 | 12003 | 38.0 | |
| 4 | | P2 - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.06 | 20.04 | 12345 | 39.0 | 39.3 |
| 5 | | P2 - 11 | | | | 10.04 | 20.05 | 12268 | 38.8 | |
| 6 | | P2 - 12 | | | | 10.06 | 20.05 | 12687 | 40.0 | |
| 7 | | P3 - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.04 | 20.06 | 12124 | 38.3 | 38.5 |
| 8 | | P3 - 11 | | | | 10.03 | 20.06 | 12032 | 38.1 | |
| 9 | | P3 - 12 | | | | 10.05 | 20.04 | 12354 | 39.1 | |
| 10 | | P4 - 10 | 16/07/23 | 23/07/23 | 7 | 10.04 | 20.06 | 11980 | 37.9 | 38.0 |
| 11 | | P4 - 11 | | | | 10.06 | 20.05 | 12067 | 38.1 | |
| 12 | | P4 - 12 | | | | 10.03 | 20.04 | 12037 | 38.1 | |

CONCLUSIONES

- 1) (*) Datos proporcionados por el solicitante.
- 2) Los testigos de concreto fueron elaborados por el solicitante.

NOTAS

- 1) Los ensayos se realizaron en una prensa UNAXIAL marca ELE INTERNATIONAL N° Serie 1796-9-3072 de 2000 kN de capacidad
- 2) Código del Certificado de Calibración N° 1544-2022.
- 3) La distribución de cargas de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13




ING. CP. ANTONIO OSORIO CHURRA
Registro 145879 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

Informe Nro. 1- **0086130**

NOMBRE/RAZON SOCIAL: DIAZ VARGAS, ANTONIO ROMARIO
DNI/RUC: 72283933
NOMBRE DEL PROYECTO: *EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023*
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: AREQUIPA **FECHA:** 30/07/2023

**ENSAYO: CO - 10
RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL**

DATOS DE LOS TESTIGOS TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4"x 8" **ACTA DE RECEPCION**
N° GUIA: -
CÓDIGO DE PRODUCTO: -
FECHA DE DESPACHO: -

| N° | Procedencia | Código Probeta | Fecha | Fecha Rotura | Edad días | Diam. (cm) | Altura de Generatriz (cm2) | Carga Max. (kgf) | Resist. (kg/cm2) | Promedio (Kg/cm2) |
|----|---|----------------|----------|--------------|-----------|------------|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | | Vaciado | | | | | | | |
| 13 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.06 | 20.07 | 12324 | 38.9 | 38.9 |
| 14 | | P - 14 | | | | 10.06 | 20.05 | 12058 | 38.1 | |
| 15 | | P - 15 | | | | 10.05 | 20.06 | 12587 | 39.7 | |
| 16 | | P2 - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.05 | 20.04 | 13245 | 41.9 | 42.4 |
| 17 | | P2 - 14 | | | | 10.06 | 20.08 | 13574 | 42.8 | |
| 18 | | P2 - 15 | | | | 10.04 | 20.06 | 13487 | 42.6 | |
| 19 | | P3 - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.04 | 20.04 | 12874 | 40.7 | 40.8 |
| 20 | | P3 - 14 | | | | 10.04 | 20.08 | 12967 | 40.9 | |
| 21 | | P3 - 15 | | | | 10.05 | 20.09 | 12895 | 40.7 | |
| 22 | | P4 - 13 | 16/07/23 | 30/07/23 | 14 | 10.05 | 20.03 | 12680 | 40.1 | 39.5 |
| 23 | | P4 - 14 | | | | 10.05 | 20.07 | 12435 | 39.2 | |
| 24 | | P4 - 15 | | | | 10.04 | 20.06 | 12374 | 39.1 | |

CONCLUSIONES

- 1) (*) Datos proporcionados por el solicitante.
- 2) Los testigos de concreto fueron elaborados por el solicitante.

NOTAS

- 1) Los ensayos se realizaron en una prensa UNIAXIAL marca ELE INTERNATIONAL N° Serie 1796-9-3072 de 2000 kN de capacidad
- 2) Código del Certificado de Calibración N° 1544-2022.
- 3) La distribución de cargas de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13




ING. CIP. JUAN ANTONIO CHARCA CHURA
Registro 145879 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

Informe Nro. 1- 0086131

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

NOMBRE/RAZON SOCIAL: DIAZ VARGAS, ANTONIO ROMARIO
DNI/RUC: 72283953
NOMBRE DEL PROYECTO: "EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023"
DIRECCION DEL PROYECTO: AREQUIPA **FECHA:** 13/08/2023

**ENSAYO: CO - 10
RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL**

DATOS DE LOS TESTIGOS TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4"x 8" **ACTA DE RECEPCION**
N° GUIA: -
CÓDIGO DE PRODUCTO: -
FECHA DE DESPACHO: -

| N° | Procedencia | Código Probeta | Fecha | | Edad días | Diam. (cm) | Altura de Generatriz (cm2) | Carga Max. (kgf) | Resist. (kg/cm2) | Promedio (Kg/cm2) |
|----|--|----------------|----------|--------------|-----------|------------|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | | Vaciado | Fecha Rotura | | | | | | |
| 25 | EFECTO DEL PLÁSTICO RECICLADO LDPE AGRUMADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2023 | P - 16 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.09 | 20.05 | 12874 | 40.5 | 40.8 |
| 26 | | P - 17 | | | | 10.09 | 20.07 | 12987 | 40.8 | |
| 27 | | P - 18 | | | | 10.08 | 20.06 | 13021 | 41.0 | |
| 28 | | P2 - 16 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.07 | 20.04 | 14015 | 44.2 | 43.8 |
| 29 | | P2 - 17 | | | | 10.08 | 20.05 | 13875 | 43.7 | |
| 30 | | P2 - 18 | | | | 10.06 | 20.06 | 13762 | 43.4 | |
| 31 | | P3 - 16 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.09 | 20.04 | 13832 | 43.5 | 42.7 |
| 32 | | P3 - 17 | | | | 10.08 | 20.07 | 13247 | 41.7 | |
| 33 | | P3 - 18 | | | | 10.08 | 20.03 | 13621 | 42.9 | |
| 34 | | P4 - 16 | 16/07/23 | 13/08/23 | 28 | 10.10 | 20.07 | 13024 | 40.9 | 41.2 |
| 35 | | P4 - 17 | | | | 10.08 | 20.07 | 12986 | 40.9 | |
| 36 | | P4 - 18 | | | | 10.09 | 20.06 | 13325 | 41.9 | |

CONCLUSIONES

- 1) (*) Datos proporcionados por el solicitante.
- 2) Los testigos de concreto fueron elaborados por el solicitante

NOTAS

- 1) Los ensayos se realizaron en una prensa UNIAXIAL marca ELE INTERNATIONAL N° Serie 1796-9-3072 de 2000 kN de capacidad
- 2) Código del Certificado de Calibración N° 1544-2022.
- 3) La distribución de cargas de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13



Juan Antonio Charca Chura
ING. CIP. JUAN ANTONIO CHARCA CHURA
Registro 145879 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.