

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**“INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL
AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN
DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES
DE LA CIUDAD DE JAÉN-2023”**

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

**Autores : Bach. David Moron Correa
Bach. Flavio Segundo Ojeda Gaona**

Asesor : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ, DICIEMBRE, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO

AUTOR

David Moron Correa y Flavio Segundo Ojeda Gaona

RECUENTO DE PALABRAS

17696 Words

RECUENTO DE CARACTERES

93892 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

103 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.4MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 6, 2024 11:11 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 6, 2024 11:13 AM GMT-5

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Encargado de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 20 de agosto del año 2024, siendo las 15:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.

Secretario : Dr. Marco Antonio Martínez Serrano.

Vocal : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto.,

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final**:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) **Tesis**
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

“INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES EN LA CIUDAD DE JAÉN – 2023”, presentado por los tesisistas **Ojeda Gaona Flavio Segundo y Moron Correa David**, teniendo como asesor al **Dr. Apaza Panca Christiaan Zayed**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, referencia Resolución N° 648-2024-UNJ/FI de fecha 14/08/2024.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 16:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
Presidente


Dr. Marco Antonio Martínez Serrano
Secretario


Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Problema	9
1.2. Justificación	12
1.3. Hipótesis	13
1.4. Objetivos.....	13
1.5. Antecedentes	14
II. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. Ubicación Geográfica del Proyecto	21
2.2. Población, Muestra y Muestreo	22
2.3. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	22
2.4. Procedimiento	25
2.5. Análisis de Datos	29
III. RESULTADOS.....	32
3.1. Caracterización de agregados y diseño de mezclas.	32
3.2. Resistencia a la compresión del concreto.	44
3.3. Slump en concreto fresco	51
3.4. Peso Unitario en Concreto Fresco.....	52
3.5. Temperatura del Concreto Fresco.	52
3.6. Contenido de Aire en Concreto Fresco	53
3.7. Diseño de Mezclas Mejorado con ARA Optimizando Cemento	53
3.8. Análisis de Costos del Concreto Convencional	56
3.9. Análisis de Costos del Concreto Optimizado con ARA	57
3.10. Análisis comparativo de costos.....	59
3.11. Análisis Estadístico	59
IV. DISCUSIÓN.....	63
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1 Conclusiones.....	66

5.2 Recomendaciones	67
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
AGRADECIMIENTO	75
DEDICATORIA	76
ANEXOS.....	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades y muestras para identificar la influencia del ARA en la resistencia a la compresión del concreto.....	27
Tabla 2. Consideraciones para tomar en cuenta para comparación de costos de concreto..	29
Tabla 3. Flujo de procedimiento de investigación	31
Tabla 4. Porcentaje de humedad del agregado fino.....	32
Tabla 5. Granulometría del agregado fino	32
Tabla 6. Cálculo del peso específico y absorción del agregado fino.....	33
Tabla 7. Peso unitario suelto del agregado fino.....	33
Tabla 8. Peso unitario varillado del agregado fino	34
Tabla 9. Porcentaje de humedad del agregado grueso.....	34
Tabla 10. Granulometría del agregado grueso.....	35
Tabla 11. Cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso.....	35
Tabla 12. Peso unitario suelto del agregado grueso.....	36
Tabla 13. Peso unitario varillado del agregado grueso.....	36
Tabla 14. Características de los agregados de cantera Olano SAC.	37
Tabla 15. Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 7 días.	44
Tabla 16. Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 14 días.	45
Tabla 17. Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 21 días.	46
Tabla 18. Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 28 días.	47
Tabla 19. Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA.....	48

Tabla 20. Asentamiento del concreto fresco (slump) con diferentes adiciones de aceite residual.	51
Tabla 21. Peso unitario del concreto fresco con diferentes adiciones de aceite residual. ...	52
Tabla 22. Temperatura del concreto fresco con diferentes adiciones de aceite residual.....	52
Tabla 23. Contenido aire del concreto fresco con diferentes adiciones de aceite residual..	53
Tabla 24. Resistencia a la compresión de concreto con diferentes % ARA a los 28 días. ..	54
Tabla 25. Resistencia a la compresión del concreto con diferentes cantidades de cemento.	55
Tabla 26. Precios de los materiales en el mercado local.	56
Tabla 27. Análisis comparativo de Costos de concreto	59
Tabla 28. Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la ciudad de Jaén	21
Figura 2. Vista de entrada a Cantera de agregados “Olano”.....	22
Figura 3. Ilustración de la tabla 7.4.3. ACI.....	38
Figura 4. Ilustración de la tabla 10.2.1 ACI.....	38
Figura 5. Ilustración de la tabla 11.2.1 ACI.....	39
Figura 6. Ilustración de la tabla 12.2.2 ACI. Relación agua-cemento por resistencia.....	39
Figura 7. Ilustración de la tabla 16.2.2 ACI. Volumen del agregado grueso	40
Figura 8. Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 0.10% ARA.....	49
Figura 9. Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 0.50% ARA.....	49
Figura 10. Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 1% ARA.....	50
Figura 11. Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 2% ARA.....	50
Figura 12. Gráfica de evolución de la resistencia del concreto con diferentes porcentajes de ARA.....	51
Figura 13. Gráfica T student.....	61
Figura 14. Muestreo de Agregado Grueso T.M.N 3/4" de Zona de Acopio, Cantera Olano	94
Figura 15. Muestreo de Agregado Fino de Zona de Acopio, Cantera Olano	94
Figura 16. Ejecución de ensayo Granulometría de Agregado Grueso.....	94
Figura 17. Ejecución de ensayo de Granulometría de Agregado Fino	95
Figura 18. Procedimiento de dosificación de Aceite Residual Automotriz.....	95
Figura 19. Realización de Ensayo Peso Unitario Suelto de Agregado Grueso	95

Figura 20. Realización de Ensayo Peso Unitario Varillado de Agregado Grueso	96
Figura 21 Realización de Ensayo Peso Unitario Suelto de Agregado Fino.....	96
Figura 22. Realización de Ensayo Peso Unitario Varillado de Agregado Fino	96
Figura 23. Procedimiento para elaboración de testigos de concreto sin ARA	97
Figura 24. Procedimiento para elaboración de testigos de concreto con ARA	97
Figura 25. Ejecución de ensayo de Asentamiento del Concreto Fresco	97
Figura 26. Ejecución de ensayo de Contenido de Aire en Concreto Fresco.....	98
Figura 27. Ejecución de ensayo de Contenido de Aire en Concreto Fresco con ARA.....	98
Figura 28. Ejecución de ensayo de Asentamiento del Concreto Fresco con ARA	98
Figura 29. Procedimiento para cálculo de Peso Unitario del Concreto Fresco	99
Figura 30. Procedimiento para cálculo de Peso Unitario del Concreto Fresco con ARA ...	99
Figura 31. Medición de temperatura del Concreto Fresco	99
Figura 32. Ensayo de compresión de testigos de concreto patrón (MO 0% ARA). 7 días	100
Figura 33. Ensayo de compresión de testigos de concreto patrón (MO 0% ARA). 28 días	100
Figura 34. Ensayo de compresión de testigos de concreto (M1 0.1% ARA). 28 días.....	100
Figura 35. Ensayo de compresión de testigos de concreto (M2 0.5% ARA). 28días.....	101
Figura 36. Ensayo de compresión de testigos de concreto (M3 1% ARA). 28días.....	101
Figura 37. Ensayo de compresión de testigos de concreto (M4 2% ARA). 28días.....	101
Figura 38. Resultados de ensayo de compresión de Concreto	102
Figura 39. Ensayo a la compresión de Concreto sin ARA. A los 28 días.....	102
Figura 40. Ensayo a la compresión de Concreto Optimizado con ARA. A los 28 días.....	102

RESUMEN

En la presente investigación se aplicó una metodología aplicada del tipo experimental, tuvo como objetivo determinar la influencia del aceite residual automotriz en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 280 Kg/cm² para pavimentos en la ciudad de Jaén, además de evaluar sus propiedades físicas del concreto en estado fresco, para esto se elaboraron 60 testigos de concreto con diferentes diseños de mezclas de acuerdo al ACI-211, utilizando adiciones de aceite residual automotriz (ARA) en porcentajes de 0.00%, 0.10%, 0.50%, 1% y 2% por peso de cemento, que posteriormente fueron ensayados a la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días. Los resultados obtenidos fueron que al añadir 0.10% de ARA se consigue incrementar la resistencia del concreto en 7.42% ya que la resistencia promedio fue de 413.69 Kg/cm² respecto a la muestra patrón (0.00%ARA) que llegaron a valores de 385.11 Kg/cm², al adicionar 0.50% se observan valores de la resistencia comparables favorablemente con el concreto patrón. Se concluye que el valor óptimo de adición de ARA es de 0.17%, y su utilización permite reducir en 3.09% los costos en la producción del concreto, la utilización de adiciones de hasta 0.50% de ARA es posible teniendo como finalidad la eliminación de este agente contaminante por medio de la industria de la construcción, sin afectar la calidad del concreto. Al utilizar adiciones de 1% y 2% de ARA representan disminución de los valores de resistencia a la compresión por lo que no se recomienda su uso en la producción de concreto.

Palabras claves: Aceite residual automotriz, caracterización de agregados, resistencia del concreto, pavimentos especiales.

ABSTRACT

In the present investigation, an applied methodology of the experimental type was applied, its objective was to determine the influence of the residual automotive oil on the compressive strength of the concrete f_c 280 Kg/cm² for pavements in the city of Jaén, in addition to evaluating its physical properties of the concrete in a fresh state, for this, 60 concrete samples were prepared with different mixture designs according to ACI-211, using additions of residual automotive oil (ARA) in percentages of 0.00%, 0.10%, 0.50%, 1% and 2% by weight of cement, which were subsequently tested for compressive strength at 7, 14, 21 and 28 days. The results obtained were that by adding 0.10% of ARA, the concrete strength is increased by 7.42% since the average strength was 413.69 Kg/cm² compared to the standard sample (0.00% ARA) which reached values of 385.11 Kg/cm²; by adding 0.50%, strength values are observed that are favorably comparable with the standard concrete. It is concluded that the optimal value for adding ARA is 0.17%, and its use allows a reduction of 3.09% in costs in the production of concrete. The use of additions of up to 0.50% of ARA is possible with the purpose of eliminating this contaminating agent through the construction industry, without affecting the quality of the concrete. Using additions of 1% and 2% of ARA represents a decrease in the values of compressive strength, so its use in the production of concrete is not recommended.

Keywords: Automotive waste oil, aggregate characterization, concrete strength, special pavements.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

1.1.1. Realidad Problemática

A nivel mundial la contaminación por el efecto de los residuos de la combustión de los motores de los automóviles causa graves consecuencias para la salud humana, y el sector medioambiental. Por ejemplo “la acumulación de aceite de motor usado aumenta el riesgo de contaminación del medio ambiente urbano a través de la contaminación del suelo y el agua” (Huaguo Chen, 2021). Con el crecimiento de la industria de la construcción a nivel mundial, según Cabello (2020) afirma que “el reto a superar por la industria de la construcción, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural”. Debido a esto ha tenido lugar el desarrollo de materiales novedosos para la producción de concretos con mejores desempeños mecánicos y de durabilidad. Por lo tanto “el reciclaje de aceite de motor usado en hormigón es una solución viable y limpia, ya que éste tiene funciones similares a las de los aditivos químicos (Chen et al., 2023)

El Perú presenta un alto consumo de lubricantes de motor por la cantidad de vehículos automotores que transitan; según la Asociación Automotriz del Perú-APP el parque automotor nacional se calculó en 2'602,030 vehículos livianos y pesados y 2'675,558 vehículos menores. Así, el departamento de Lima poseería el 68.6% del parque automotor liviano y pesado del país, y el 46.8% del parque automotor nacional de vehículos menores (MTC, 2022). En su análisis determinado en la investigación de Montilla et al.,(2019) refiere que el Aceite Residual Automotriz es uno de sus principales insumos para el funcionamiento de los de vehículos motorizados y que periódicamente luego de cumplir su vida útil se hace cambio y se desecha lo que genera bastante contaminación en la zona urbana del Perú, y que un litro de aceite podría contaminar hasta un millón de litros de agua potable, además de

contaminar suelos productivos y causar perjuicios al ambiente donde se arroja. Por eso “el aprovechamiento de los residuos urbanos como el aceite residual automotriz en el hormigón muestra un inmenso potencial como alternativa, ya que aporta beneficios ambientales, económicos y tecnológicos. (Chow et al., 2022)

A nivel regional Huamán & Camacho (2022) en su investigación resaltan que los aceites derivados de la refinación del petróleo como el aceite residual automotriz en la actualidad se percibe que una vez utilizado el lubricante genera gran contaminación debido al incorrecto manejo de conservación o tratamiento dispuesto en relleno sanitarios o botaderos de cielo abierto. Esto no otorga una práctica y solución que corresponda y sea acorde a lo demandado para este tipo de producto residual de motores, indicando que este aceite residual no solo afecta al ser humano contaminando el agua superficial, sino a toda forma de vida que existe en el ecosistema, toda esta información recopilada bajo el amparo de la Agencia de Protección Ambiental EPA de la región Cajamarca. Uno de los tantos problemas que se presentan en la ciudad de Jaén, es la de los agentes contaminantes es que son desechados en botaderos informales o en zonas de lugares aledaños causando contaminación al suelo, los mismos que requerirán de intervención de autoridades locales y ONGs con relación a este material, buscando la reducción de la afectación en el medio ambiente. En la investigación Montilla et al., (2019), muestra que se proponen estrategias para el manejo adecuado de residuos por parte de la sociedad incrementando la conciencia ambiental. Dentro de las estrategias se estudia como opción de gestión, la viabilidad económica del reciclaje de residuos de aceite. Para esto se plantea utilizar el aceite residual en la producción de concreto pueda otorgar mejoras en este caso mejora en la resistencia a la compresión. En lo indicado por Hernández & Ayala (2020) refiere que en la ciudad de Jaén los pavimentos presentan deficiencias y las más comunes identificadas son pulimiento de agregados, grietas lineales, desconchamientos, losa dividida, grietas en esquinas, líneas

diagonales, descamación de piezas conformantes del pavimento, con grado de colapso predominante. Reconociéndose que algunos factores son la baja resistencia del concreto y deficiente control de calidad en obra.

La causa del problema es la acumulación desmedida y descontrolada del aceite residual automotriz debido al mal manejo de este material altamente contaminante, ya que es recolectado periódicamente en los talleres automotriz y por no tener un uso apropiado termina siendo considerado un desperdicio. En su tesis Chávez (2020) señala que, hay muchos contaminantes que son bioacumulativos y sus efectos nocivos irreversibles se manifiestan a largo plazo, lo común es que la sociedad los ignore y por tal motivo se les puede considerar como una epidemia silenciosa, tal es el caso de los hidrocarburos y aceites automotrices en el suelo, y es por ello que es de mucha importancia lograr reducir las afectaciones que pueda otorgar el aceite residual en el medio ambiente mediante un uso apropiado.

Para efecto de tener un mejor uso del aceite residual de automotriz en la industria de la construcción, se plantea investigar su influencia al adicionarlo en la producción de concreto, específicamente para incrementar la resistencia a compresión del concreto. Para mencionar un fundamento científico, en su investigación Espitia y Hernández (2022) indica que la compatibilidad de los aceites lubricantes reciclados con aditivos reductores de agua para el concreto y el efecto en el contenido de aire que tiene variar la secuencia de dosificación del aceite en el proceso de mezclado del concreto.

Su posible utilización tendrá de que ver mucho con la compatibilidad del aceite residual con el concreto, para lograr evaluar e identificar mejora en su resistencia, y otras propiedades mecánicas que puedan otorgar una considerable mejora y con la finalidad de dar una mejor utilidad se plantea utilizar el ARA en la producción de concreto para pavimentos especiales como losas y veredas en la ciudad de Jaén.

1.1.2. Formulación del Problema.

¿Cuál será la influencia del aceite residual automotriz en la resistencia del concreto $f'c$ 280kg/cm² para pavimentos especiales en la ciudad de Jaén - 2023?

1.2. Justificación

1.2.1. Metodológica

El desarrollo de la investigación en concreto ha permitido incorporar diferentes elementos con el fin de mejorar sus características como son: trabajabilidad, resistencia mecánica y durabilidad, por eso al plantearse la producción de concreto con la adición de aceite residual servirá para emplearse en pavimentos especiales dentro del casco urbano de la ciudad de Jaén, donde se evidenciaría las ventajas en cuanto al incremento de resistencia a la compresión del concreto.

1.2.2. Científica

Para la producción de concreto se busca optimizar la cantidad de insumos costosos como el cemento, mediante la incorporación del aceite residual y se evitará la contaminación del medio ambiente causado por este, además de producirse mejoras en cuánto a su calidad como es la resistencia mecánica, buscando una metodología segura, accesible y de bajo costo.

1.2.3. Tecnológica

A medida que avanza la tecnología y la investigación en el concreto se buscan nuevas e innovadoras soluciones en su producción mejorando su calidad y orientados a la construcción sostenible y respetuosa con el medio ambiente como es la incorporación del aceite residual automotriz en la producción del concreto.

1.2.4. Económica

La incorporación de aceite residual automotriz será de gran utilidad ya que otorgaría

grandes ventajas que conllevarían al ahorro de costos y optimización de recursos en la producción de concreto de buena calidad todo esto debido a que incrementará la resistencia del concreto a la compresión.

1.3. Hipótesis

La influencia del aceite residual automotriz incrementará en un rango del 5% - 15% la resistencia del concreto $f'c$ 280kg/cm² en pavimentos especiales.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la influencia del aceite residual automotriz en la resistencia del concreto $f'c$ 280 kg/cm² para la producción de concreto para pavimentos especiales de la ciudad de Jaén-2023.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Establecer la dosis óptima de aceite residual automotriz que influya en la resistencia a la compresión para la producción de concreto $f'c$ 280 kg/cm², utilizando 0.1%, 0.5% ,1% y 2% en relación al peso del cemento.
- Identificar la influencia de las propiedades físicas y químicas del aceite residual automotriz que influya en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm².
- Verificar el incremento a resistencia del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con aceite residual automotriz.
- Comparar los costos de producción de concreto convencional y concreto con aceite residual automotriz.

1.5. Antecedentes

1.5.1 Nivel Internacional

De acuerdo a Huaguo et al. (2021) en su artículo científico “Recycling used engine oil in concrete design mix: An ecofriendly and feasible solution”. Realizó un estudio de tipo experimental donde tuvo como objetivo determinar la influencia del aceite de motor (UEO) sobre el concreto. Para ello utilizaron una metodología de tipo aplicada y un estudio experimental. En este estudio, se empleó un superplastificante típico para lograr una buena dispersión de UEO en concreto mezclado ternario con cenizas volantes y humo de sílice. Los rendimientos de trabajabilidad y las propiedades mecánicas del concreto mezclado con UEO se investigaron a través de pruebas de caída y compresión. Los resultados experimentales revelan el concreto C60 con un nivel de dosificación del 2% de UEO exhibió la mejora máxima en la resistencia a la compresión en un 4.4% y que el concreto mezclado ternario que contiene una alta dosis de UEO (5% en peso de materiales cementosos) se compara favorablemente con el concreto ordinario.

Afirma Yaphary et al. (2020) en su artículo científico “Reduction in cement content of normal strength concrete with used engine oil (UEO) as chemical admixture” en su investigación de tipo experimental, tuvo como objetivo investigar los efectos de acoplamiento de mezclar un aceite de motor usado (UEO) y reducir el contenido de pasta de cemento en las propiedades de un concreto de resistencia normal. Para ellos tuvieron una metodología aplicada y un una investigación experimental aplicando la rotura de probetas de concreto. El UEO cumple en gran medida con las especificaciones de mezcla reductora de agua ASTM C494 tipo A. Los resultados que se obtuvieron son que el UEO mezclado puede facilitar la producción de hormigón con un 9,4% menos de contenido de cemento que el hormigón de referencia. Este estudio proporciona una base para realizar una producción

de hormigón más económica y ecológica tanto mediante la reducción de su contenido de cemento como mediante la mezcla de UEO.

Según Okashah et al. (2020) en su artículo científico “Application of Automobile Used Engine Oils and Silica Fume to Improve Concrete Properties for Eco-Friendly Construction” en su investigación utilizó dos tipos de aceites aceite de motor de gasolina (UEO) y motor diesel (DUEO) donde aplicó una metodología aplicada y un diseño tipo experimental. Este estudio implica alcanzar las demandas óptimas de UEOs considerando las propiedades en el concreto como son trabajabilidad, durabilidad y las resistencias de compresión de 28 días. Posteriormente, se añadió SF de 10 % y 15 % de sustitución de cemento al hormigón con UEOs óptimos y se analizaron las propiedades. Los resultados mostraron que los DUEO y UEO óptimos son 0,8 % y 0,6 % con 32 N/mm² y 31 N/mm² resistencias a la compresión. La adición del SF redujo trabajabilidad de un porcentaje considerable alrededor del 18%, además, el 10 % y el 15 % de SF mostraron un aumento en la resistencia a la compresión del hormigón con UEO óptimos hasta en un 37 %.

Según Hussain & Al-Khafaji (2020) en su artículo científico “The fields of applying the recycled and used oils by the internal combustion engines for purposes of protecting the environment against pollutions” En esta investigación experimental y con una metodología de tipo aplicada, se utilizaron aceites reciclados para mezcla de hormigón, Los grados de lubricante están de acuerdo con el estándar estadounidense 5w20, 5w30, 10w30 recolectados de motores de combustión interna. La cantidad de aceite añadido varió de (10-15) % del contenido de agua, por lo tanto, se produjo una reducción de agua en el mismo porcentaje a partir de la unidad estándar de hormigón (metro cúbico), sin embargo, se calculó la cantidad de esta reducción y se encontró que el aceite agregado al cubo de prueba único es de 50 ml, luego SP90 también se agregó a la mezcla de concreto por una cantidad de 150 ml. El aceite

de reciclaje utilizado en la mezcla de concreto aumenta la trabajabilidad y el contenido de aire; mantiene y mejora la resistencia a la compresión.

Afirma Montilla et al. (2019) en su artículo científico “Aceite residual automotriz como aditivo en mezclas de hormigón: Si es factible su uso” tuvo como objetivo estudiar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón al incorporar Aceite Residual Automotriz (ARA) en dosificaciones entre 0,10% y 0,80% por peso de cemento, para ello utilizaron una metodología de tipo aplicada y una investigación experimental. La metodología consistió en elaborar mezclas frescas de hormigón con diferentes asentamientos y evaluar las resistencias del hormigón endurecido para diferentes dosificaciones de ARA. Los resultados obtenidos demuestran que el ARA en un rango porcentual de los siguientes valores 0,10 % y 0,30%, contribuyen en un incremento de resistencia a la compresión en el concreto. Es por ello, se concluye que la adición de ARA en el concreto, en 0,14% por peso de cantidad de cemento, es factible en las mezclas de concreto no estructural, específicamente en bordes, pavimentos rígidos, aceras, bloques y adoquines, etc.

1.5.2 Nivel Nacional

Afirma León (2022) en su investigación “Influencia de fibra metálica 4d en el comportamiento de resistencia del pavimento rígido del jirón Ayacucho del distrito de Andahuaylas” tuvo como objetivo general determinar la influencia de la fibra metálica 4D en el comportamiento de resistencia del pavimento rígido en el Jirón Ayacucho del Distrito de Andahuaylas. La metodología aplicada de manera general en la presente tesis es científica y de tipo aplicada. Se concluyó que la relación agua cemento de la presente dosificación de mezcla es 49% y cumple con la demandas requeridas en la especificaciones técnicas del proyecto para el módulo ruptura se requirió de 20.0 kg de fibra metálica 4D, y se realizó la comprobación donde el valor obtuvo de manera concluyente 0.001 y el R (Pearson) obtuvo un tanto porcentual = 99,93% por tanto con probabilidad de error 0,0679 % existiendo

correlación con las dos variables analizadas que son; la fibra metálica 4D y el disposición para soporte de carga pavimento rígido.

Afirma Reyes (2022) en su investigación “Resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022”. Tuvo como objetivo determinar la compresión, flexión y abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² adicionando vidrio molido y piedra pómez al sustituirlo por los agregados. El proyecto es de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental y el enfoque es cuantitativo. Los resultados fueron; del ensayo de resistencia a la compresión el de mejor comportamiento es el de 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez con 233 kg/cm². De la resistencia a la flexión el de mejor comportamiento es el de adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez con 50 kg/cm². De la resistencia a la abrasión el de mejor comportamiento es el de adición del 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez con 20% de resistencia. Por lo tanto, se concluye que al adicionar el 4% de vidrio molido + 4% piedra pómez aumenta la resistencia a la compresión, flexión y abrasión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², mientras que con los porcentajes del 7% y 10% el aumento no es significativo.

De acuerdo a Aguilar & Díaz (2021) en su investigación denominada “Adición de cal para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² – Moyobamba – San Martín” el objetivo es determinar que la adición de cal mejora las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en relación a la resistencia a la compresión. La investigación es de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Se elaboraron muestras de concreto con adición de cal al 0%, 4%, 8% y 12%, que luego serán sometidas al ensayo de resistencia a la compresión 2 por cada porcentaje de adición a los 7, 14 y 28 días. Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto patrón diseño $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días es de 212.40kg/cm², mientras que para el 4% de adición de cal es de 235.15kg/cm², para el 8% corresponde 227.97kg/cm² y para el 12% es

de 215.45%. Se concluye que la adición de cal cumple favoreciendo significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ siendo su porcentaje óptimo el 4% de cal.

1.5.3 Nivel Regional

Según Toroverero (2022) en su investigación “Incorporación de fibra de acero en un concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, Cajamarca – 2022”, tuvo como objetivo evaluar con influye la fibra de acero en la producción de concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, si este contribuye a incrementar los parámetros en propiedades físicas y mecánicas, en la ciudad de Cajamarca, en el año 2022. Empleo una metodología aplicada a través de pruebas en laboratorio y análisis comparativo, por ello utilizó el concreto patrón con $f'c$ igual 210 kg/cm^2 , a lo cual se añade fibra de acero en un rango de 0.4 hasta el 1.2%. Se evalúa básicamente el incremento de las ventajas de resistencia a la compresión. La técnica requerida fue la observación y análisis cuantitativo, el instrumento de recolección de datos las fichas en se registra la información obtenida en laboratorio. Los resultados mostraron que aumenta la resistencia a compresión con añadidura de 0.4% y 1.2% de Fibras de Acero.

Según Alvarez (2022) en su investigación “Estudio de Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$, con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021”. Esta investigación es experimental, el objetivo general es determinar si el concreto con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua eleva su resistencia a la compresión. En la investigación se utilizó concreto con la adición porcentual de 5%, 10%, 15% de polvo de madera reciclado y 200 ml de aditivo reductor de agua en cada dosificación, para luego realizar pruebas de resistencia a la compresión a las edades de 7, 14, 28 días. Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 28 días, fue 213Kg/cm^2 , la resistencia a la compresión del

concreto con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua de 5%, 10% y 15% fueron 117.67 kg/cm², 78 kg/cm², 21.67 kg/cm², respectivamente, concluyendo que, cuanto más porcentaje de polvo de madera reciclado disponga, la mezcla disminuirá la resistencia a la compresión del concreto.

De acuerdo a Gonzaga (2022) su investigación “Análisis de la resistencia a la compresión y patología en concreto $f_c=210$ kg/cm² adicionado con vidrio reciclado, Cajamarca 2022, el objetivo general fue determinar de analizar la resistencia a la compresión y patología en concreto $f_c=210$ kg/cm² adicionando vidrio reciclado en porcentajes de 5%, 10% y 15%, expuestas en sulfato de magnesio en el proceso de curado. La investigación es experimental, cuantitativa y aplicada. Se realizó la caracterización de agregados y el diseño de mezcla por el Método ACI 21, siendo su dosificación en peso 1:2.05:2.25/20.31 l/bls), y en volumen 1:2.20:2.14/20.31 l/bls. Ante la hipótesis, se evaluó el concreto patológicamente. teniendo los resultados, las resistencias: 175.35, 175.72 y 214.87 kg/cm² en probetas de control a los 7, 14 y 28 días; 180.42, 189.78 y 219.05 kg/cm² en adición de 5%: 182.83, 200.75 y 239.53 kg/cm²; en adición del 10%: y 193.82, 214.93 y 255.02 kg/cm². en adición del 15% de vidrio reciclado. Concluyendo que la resistencia aumentó según la edad de curado y porcentaje adicionado.

1.5.4 Nivel Local

De acuerdo a Cubas y Tantalean (2021) en su investigación “Influencia del aditivo plastificante para aumentar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, Jaén – 2021”, el logro es determinar el efecto de los aditivos plastificantes sobre la resistencia a compresión del concreto empleado en columnas, el estudio es aplicado, cuantitativo y experimental ya que se manipularán las variables. Se hicieron testigos de concreto con 0%, 4%, 6% y 8% de aditivos se calculó la resistencia a compresión a los 3, 7, 14, 21 y 28 días de edad. El mayor porcentaje de resistencia máxima alcanzado con el aditivo fue del 8%,

con un aumento del 28% a los 3 días $F'c = 171 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 días $F'c = 226 \text{ Kg/cm}^2$, un aumento del 24%; a los 14 días $F'c = 279 \text{ Kg/cm}^2$, un aumento del 49%, $F'c = 291 \text{ Kg/cm}^2$ a los 21 días aumentó un 43% y $F'c = 316 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días aumentó un 43% en comparación al hormigón con 0% aditivos %. Por lo tanto, se concluyó que el aditivo plastificante Chema Plast incrementó la resistencia a la compresión del concreto.

Afirma Bravo y Carrasco (2019) en su investigación “Elaboración de Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Adición de Polietileno HDPE” en la investigación tuvo como objetivo identificar y reconocer la afectación de la resistencia a la compresión del hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras HDPE en proporciones mínimas referenciados en investigaciones antecedentes 0.00%, 0.03 %, 0.06%, 0.09% en proporción al peso del concreto. Utilizando un tipo de investigación experimental según su diseño y una cuantitativa según su enfoque. Se desarrollan 27 briquetas para las distintas dosis propuestas incluyendo el concreto control y con análisis de resistencia en laboratorio a 7, 14 y 28 días de elaborado el concreto. Concluyendo que el incremento en resistencia es en el rango de más 4% a más de 11% en cuanto a resistencia con la dosis añadida de fibra HDPE.

Según Vasquez y Girón (2019) en su investigación “Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado”, su objetivo fue identificar las condiciones de resistencia a la compresión del concreto con la añadidura de diversas dosis de vidrio molido. El tipo de investigación fue experimental según su diseño y aplicada según fin. El procedimiento fue incorporar al concreto $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$, proporciones de 4.00%, 6.00% y 8.00% el vidrio que pase el tamiz N° 100, con briquetas ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Con ello se identifica que en con 8% de adición de vidrio se obtiene una mayor resistencia a la compresión por encima del 17% del concreto control. Concluyendo que al aplicar 8% de vidrio pulverizado este hace aumentar considerablemente las propiedades mecánicas del concreto, alcanzando una resistencia de $f'c=455 \text{ kg/cm}^2$.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación Geográfica del Proyecto

El estudio tuvo lugar en el sector Pueblo Nuevo de la ciudad de Jaén, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca, cuyas coordenadas UTM WGS84 son: 742775.44 m E y 9368522.74 m S

Figura 1

Mapa de ubicación de la ciudad de Jaén



Fuente: Datos adaptados de la Municipalidad Provincial de Jaén (2016).

Para obtener los materiales como son: agregado fino y agregado grueso se hizo el muestreo en la cantera “Olano” de propiedad de OLANO S.AC ubicado en la margen izquierda de la carretera Jaén - San Ignacio Km 5.

Figura 2

Vista de entrada a Cantera de agregados “Olano”



Fuente: Imagen tomada de Google Earth

2.2. Población, Muestra y Muestreo

2.2.1 Población

La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características similares que se pueden ser sujetos a investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.

Población. Los especímenes de concreto elaborados de manera manual según los porcentajes de adición de aceite residual de motor de 0.00%, 0.10%, 0.5% y 1% y 2% en el laboratorio de suelos, concreto y agregados de construcción.

2.2.2 Muestra

La muestra es una parte representativa y finita que se extrae de la población accesible. En esta investigación la muestra sería 60 especímenes (testigos) de concreto, los cuáles van a hacer ensayos a los 7, 14, 21 y 28 días. Estas unidades han sido determinadas en base a un análisis que presenten una muestra representativa de 12 unidades por cada etapa de la realización de ensayos.

2.2.3 Muestreo

El muestreo es un procedimiento que va permitir seleccionar la muestra.

Es imposible lograr el estudio a toda la población que se está evaluando, es por ello que en la investigación se toma parte de la muestra y muestreo que nos permite obtener datos y dar respuesta a pregunta de una investigación.

En la presente investigación se procede a realizar el tipo de muestreo denominado: muestreo aleatorio simple, siendo este del grupo de técnicas de muestreo probabilístico.

Para la selección de la muestra de los especímenes de concreto, el muestreo será no probabilístico, se producirá testigos de concreto de forma cilíndrica de medidas 15cmx30cm. El muestreo para la presente investigación fue del tipo no probabilístico representativo o también conocido como muestreo por conveniencia ya que nosotros determinaremos los elementos que integrarán la muestra.

2.3. Métodos, Técnicas, Procedimientos e Instrumentos de Recolección de Datos

2.3.1. Métodos

a. Inductivo

El método conlleva a acumular conocimientos e informaciones aisladas, es por eso que parte de un hecho concreto para formular un razonamiento o procedimiento más general (Dávila, 2006). En nuestra investigación utilizaremos el método inductivo puesto que utilizaremos la aplicación de métodos de ensayos de agregados para diseños de mezclas con respectivos criterios, para obtener el óptimo porcentaje de incorporación de aceite residual automotriz; del cual surgirá un método con criterios de prueba más eficiente para producir concreto de buena calidad.

b. Deductivo

El método procede de premisas generales a premisas específicas y los hechos

específicos se establecen por inferencia, su confiabilidad depende de la evidencia tomada como base (Dávila, 2006). Este método es adecuado para esta investigación porque consiste en observar un fenómeno para luego formular su hipótesis y posteriormente se pueda comprobar y contrastar la hipótesis planteada.

2.3.2. Tipo de Investigación

2.3.2.1. Según su Finalidad

La investigación básica se ocupa del objeto de estudio para que a partir de sus resultados y descubrimientos se puedan derivar nuevos productos; mientras que, la investigación aplicada busca la utilización de los conocimientos adquiridos, para adquirir nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina. (Juárez & Hernández, 2007)

La investigación del presente proyecto será de tipo aplicada debido a que se tiene que poner en práctica los conocimientos previos de agregados, concreto y diseño de mezclas empleando métodos tradicionales y empleo de aceite residual automotriz en el concreto, apoyándonos en los antecedentes de casos similares, para así seleccionar el óptimo contenido de aceite residual automotriz para incorporar al concreto, en base a resultados obtenidos.

2.3.2.2. Según su Diseño

La experimentación es la replicación de un fenómeno natural observado en un ambiente controlado de tal manera que sus efectos puedan ser medidos, observados; en donde el investigador puede cambiar intencionalmente la variable independiente para cuantificar su efecto sobre la variable dependiente (E.Etecé, 2022).

La investigación del presente proyecto se le considera como experimental, puesto que los métodos de evaluación serán manipulados deliberadamente al indicar los parámetros correspondientes que presenta cada unidad de muestra en la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto y su variación al adicionarlo diferentes porcentajes de aceite residual automotriz; por otro lado, es experimental, debido a que se identificará el

comportamiento de las propiedades físico-mecánicas del concreto elegidas por el investigador.

2.3.2.3. Según su Enfoque

El enfoque es cuantitativo, porque el método de evaluación de la resistencia del concreto es un índice numérico que varía en escalas entre 270 kg/cm² (baja resistencia) a 290 kg/cm² (buena resistencia), para un concreto de resistencia 280 kg/cm² influenciado por la adición de los diferentes porcentajes de aceite residual automotriz en escalas numéricas predefinidas, definiendo de esta forma el óptimo contenido de adición de aceite residual automotriz a la mezcla de concreto fresco que proporcione mejoras en términos de calidad como es la resistencia a la compresión.

2.3.3. Técnicas

Observación. - La observación es el método más común para la toma de datos ya que tiene mayor ventaja debido a su relación directa con la realidad, es por ello que esta técnica se utilizará como método de recolección de datos, a través de inspección visual de los agregados y del aceite residual automotriz e identificar sus características físicas en su estado natural.

Ensayos de laboratorio. – Consistirá en la realización de ensayos de laboratorio aplicables a los agregados fino(arena) y agregado grueso (piedra chancada de ¾”) para conocer sus características físicas y luego elaborar diseños de mezclas de concreto con adición de aceite residual automotriz para posteriormente estudiar la variación de las características físico-mecánicas del concreto al estado fresco y endurecido.

Análisis de la información. – Mediante la recolección de datos resultantes de los ensayos de laboratorio se analizará el comportamiento físico-mecánico del concreto en estado fresco y endurecido debido a la incorporación del aceite residual automotriz, y se evaluará cuál es el porcentaje óptimo de incorporación que logra el mayor incremento de la

resistencia a la compresión del concreto, que es uno de los principales indicadores de calidad en el concreto. Además, se utilizará software para evaluar los costos de producción de concreto estándar y concreto con adición de aceite residual automotriz.

2.4. Procedimiento

1. Recopilación de información

La recolección de información requerida se realiza a través de las técnicas de estudio, descripción y análisis de los antecedentes encontrados en revisión bibliográfica relacionados al tema de agregados de construcción y concreto, con las adecuadas herramientas para la toma de información en campo y laboratorio de concreto; la ficha técnica, software de cálculos y conformación de formatos que recopilará información.

2. Obtención de datos mediante el trabajo en campo

Para la recolección de los datos del campo se aplicará formatos de los ensayos o libreta de campo, fichas técnicas, la cual será completada con los datos obtenidos conforme a los ensayos realizados con las respectivas comparaciones en laboratorio en la producción de concreto. para presente proyecto de Investigación se realizará de la siguiente manera:

Visita de Campo: Para realizar la evaluación de los componentes de los pavimentos especiales en la ciudad de Jaén, se participará en inspecciones técnicas en la zona de estudios, para verificar las condiciones en la que se desenvuelven la realidad de la problemática que se busca investigar o dar solución. observar el funcionamiento que vienen cumpliendo los componentes, al mismo tiempo se tomaran los datos reales. A fin de reconocer las condiciones y deficiencias que se presentan en los pavimentos especiales, con la finalidad de realizar análisis correspondientes con la teoría, obtener resultados y concluir con la investigación. realizar trabajos de gabinete y llegar a los resultado y conclusiones de la investigación. Se procederá al análisis insitu la valoración y calificación del pavimento especial.

Ensayos en laboratorio a materiales: granulometría, contenido de humedad, peso unitario, grado de absorción, porcentaje de vacíos, etc.

Análisis de los componentes del concreto y los materiales a añadir (Aceite Residual).

Producción de especímenes de concreto: se elaborarán especímenes de concreto para ser ensayadas y verificar su resistencia a la compresión.

Producción de Concreto: Se produce concreto en probetas para realizar las comparaciones respectivas.

A. Producción de especímenes de concreto, para determinación de influencia en la resistencia a la compresión

En la primera etapa de la realización de la investigación se logrará con la elaboración de probetas (especímenes o testigos) de concreto para lograr evidenciar la influencia del aceite residual automotriz, en el concreto, se seguirá con la siguiente cantidad que a continuación se detalla:

Tabla 1

Cantidades y muestras para identificar la influencia del ARA en la resistencia a la compresión del concreto

Muestras	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	TOTAL
Dosis añadida de ARA	Concreto + 0% (concreto control)	Concreto + 0.10% ARA	Concreto + 0.5% ARA	Concreto + 1% ARA	Concreto + 2% ARA	Total de probetas según periodo
7 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	15 probetas
14 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	15 probetas
21 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	15 probetas
28 días	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	15 probetas
Total	12 probetas	12 probetas	12 probetas	12 probetas	12 probetas	60 probetas

Nota: La tabla muestra la cantidad de especímenes (probetas) a realizar en la investigación.

- Todos los especímenes de concretos a elaborarse con las distintas dosis de ARA, deberán elaborarse bajo los mismos parámetros y condiciones.
- Los testigos de concreto se realizarán con los moldes cilíndricos (probetas) de dimensiones correspondientes a 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.
- Con este análisis determinaremos la dosis óptima de ARA de la requerida para lograr identificar la influencia positiva en el concreto respecto a la resistencia de la compresión del mismo.

B. Análisis comparativo de los costos de producción de concreto convencional y concreto con aceite residual automotriz

Se elaborarán diferentes diseños de mezclas ACI 211 para un concreto con $f'c$ 280 kg/cm² para ser utilizados en pavimentos especiales.

- Diseño de mezclas N° 1. Concreto Convencional

Este diseño se elaborará con agregados de la cantera “Olano” y cemento Portland Tipo I para producir un concreto con una resistencia requerida de $f'c$ 280 kg/cm², posteriormente se evaluará los costos en el software Costos y Presupuestos S10, para producir 1 m³ de concreto, lo que se tendrá como referencia para la producción específica de grandes volúmenes en pavimentos especiales.

- Diseño de mezclas N° 2. Concreto con Aceite Residual Automotriz

Este diseño se elaborará con agregados de la cantera “Olano”, cemento Portland Tipo I además se añadirá la dosis óptima de ARA para producir un concreto con una resistencia requerida de $f'c$ 280 kg/cm², luego se evaluará los costos en el software Costos y Presupuestos S10, para producir 1 m³ de concreto con ARA.

En el segundo diseño se elaborará el diseño tomando criterios que permitan lograr optimizar la cantidad de cemento por m³, lo cuál se traduce en menor costo respecto al diseño de mezclas N°1 logrando así una optimización de costos.

Luego de la ejecución de los diseños de mezclas se procederá a elaborar el análisis de precios unitario de cada diseño, considerando la mano de obra, materiales y herramientas a emplearse en cada uno de ellas.

De los diseños anteriores se procederá a elaborar un cuadro comparativo:

Tabla 2

Consideraciones para tomar en cuenta para comparación de costos de concreto

Tipo	Costo de mano de obra	Costo de materiales	Precio (s/)
Concreto Convencional	- Operario	- Piedra Chancada	S/ por m ³
	- Oficial	- Arena Gruesa	
	- Peón	- Cemento	
Concreto con Aceite Residual Automotriz		- Agua	S/ por m ³
	- Operario	- Piedra Chancada	
	- Oficial	- Arena Gruesa	
	- Peón	- Cemento	
		- Agua	
		- Aceite Residual Automotriz (ARA)	

Nota: La tabla muestra la cantidad de probetas a realizar en el proyecto de investigación.

3. Recopilación de datos en gabinete

Se hará el procesamiento de datos de cada una de las muestras de concreto elaborado con diferentes porcentajes de adición de aceite residual automotriz a fin de determinar sus características particulares para esto se tendrá en cuenta los resultados de cada tipo de ensayo realizado, así se empleará diversos softwares a fin de tener la información ordenada acorde a los objetivos de la investigación.

4. Análisis y comparación de los resultados

Usando la información recopilada obtenida en el laboratorio de agregados y materiales construcción se procederá a realizar un análisis general de los resultados que se obtuvieron, para ello se utilizarán las metodologías planteadas a fin de llegar a conclusiones acertadas sobre la factibilidad de la incorporación del aceite residual automotriz en el concreto.

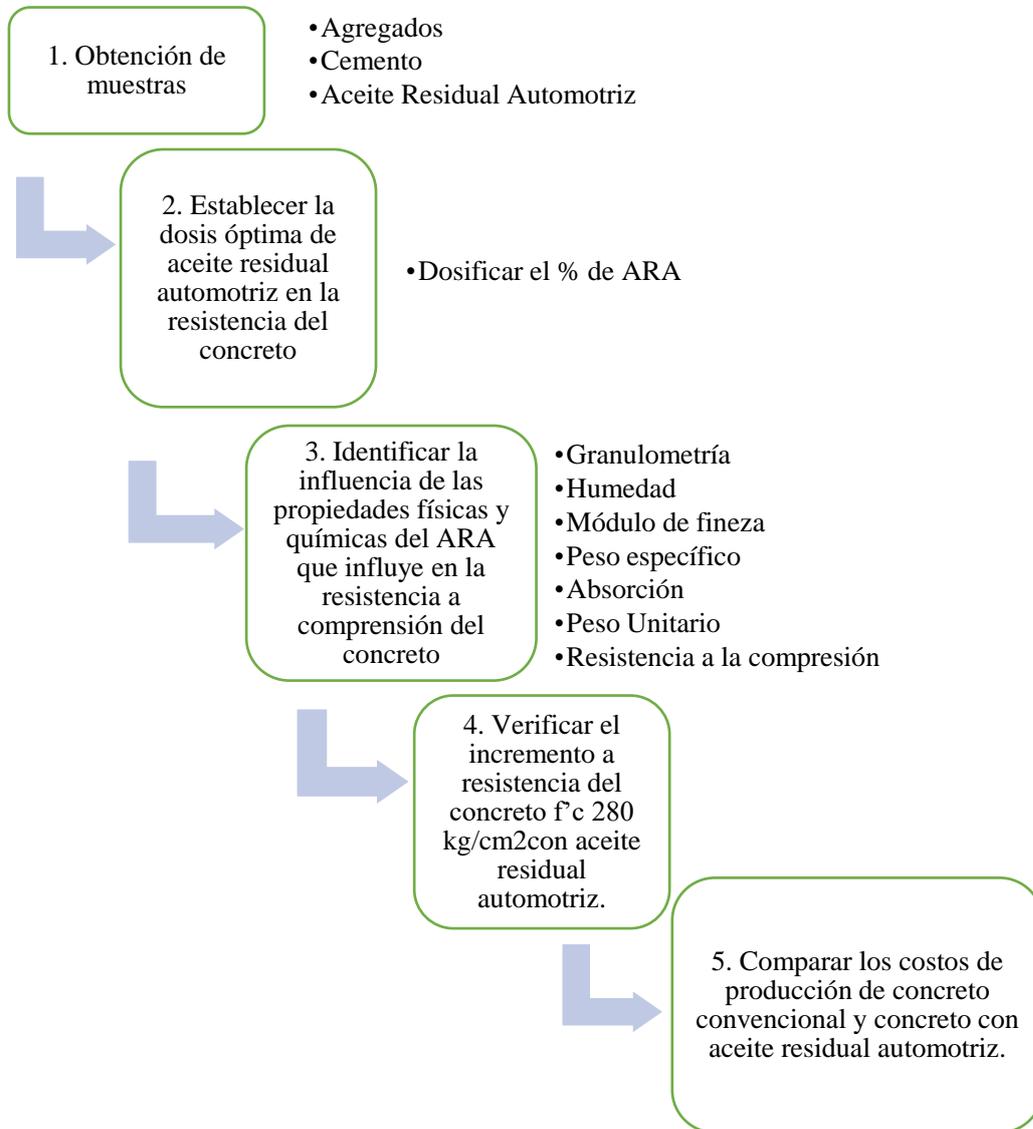
1.2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Equipos de laboratorio para agregados y concreto.
- Hojas de inspección que contentan los formatos para cada uno de los ensayos de los agregados y del concreto de todos los 60 testigos sometidos a las pruebas.
- Software y Equipo de Cómputo: Microsoft Office y S10 costos.

2.5. Análisis de Datos

El análisis de datos utilizado en el presente proyecto de investigación de las probetas de concreto convencional y con adición de aceite residual de motor es experimental. Se realizará la prueba estadística paramétrica que esta se utiliza para datos numéricos y se basa en las propiedades de distribución gaussiana. La prueba que se emplearía será “t” student ya que esta se usa para comprobar o verificar hipótesis.

El análisis de las condiciones en el pavimento y la gestión administrativa de los procedimientos para identificar las características del concreto mediante formatos que permitirá la recopilación de información adquirirá y verificada por nuestra persona como investigadores, y que situación se encuentran las características técnicas solicitadas.

Tabla 3*Flujo de procedimiento de investigación***Procedimiento General**

Nota. La tabla muestra el procedimiento de la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados y diseño de mezclas.

3.1.1. Caracterización del Agregado Fino

3.1.1.1. Contenido de Humedad del Agregado Fino – NTP 339.185

Tabla 4

Porcentaje de humedad del agregado fino

N° de Ensayo	1	2	3
N° de Tara	24	25	26
Peso de Tara (gr.)	21.45	28.47	30.54
Peso de Tara con muestra húmeda (gr.)	143.84	151.75	159.15
Peso de Tara con muestra seca (gr.)	140.37	148.21	155.59
Peso del agua (gr.)	3.47	3.54	3.56
Peso de la muestra seca (gr.)	118.92	119.74	125.05
Contenido de humedad parcial (%)	2.92	2.96	2.85
Contenido de humedad promedio (%)	2.91 %		

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.2. Análisis Granulométrico por tamizado del Agregado Fino

– NTP 400.012

Tabla 5

Granulometría del agregado fino

Peso Inicial		500.00 gr.		
Malla	Peso Retenido (gr.)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje Que Pasa (%)
3/8"	0			
N° 4	24.96	4.99	4.99	95.01
N° 8	73.12	14.62	19.62	80.38
N° 16	97.45	19.49	39.11	60.89
N° 30	79.22	15.84	54.95	45.05
N° 50	126.33	25.27	80.22	19.78
N° 100	82.14	16.43	96.64	3.36
FONDO	16.78	3.36	100	0.00
SUMA	500.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

- Módulo de Fineza del Agregado fino.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ retenidos en los tamices (N}^\circ 4 - \text{N}^\circ 100)}{100}$$

$$MF = \frac{4.99 + 19.62 + 39.11 + 54.95 + 80.22 + 96.64}{100} = 2.955$$

$$MF = 2.96$$

3.1.1.3. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino – NTP 400.022

Tabla 6

Cálculo del peso específico y absorción del agregado fino

A = Peso Muestra Secada al Horno		489.65
B = Peso Picnometro y Agua al Ras		801.00
C= Peso Picnometro, Muestra y Agua al Ras		1108.50
S= Peso Muestra Saturada con Superficie Seca		500.00
Peso Específico Masivo (Bulk)	A/(B+S-C)	2.54
Peso Específico Masivo S:S:S.	S/(B+S-C)	2.60
Peso Específico Aparente	A/(A+B-C)	2.69
Absorción %	((S-A)/A)*100)	2.11%

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.4. Peso Unitario y Contenido de Vacíos del Agregado Fino – NTP 400.017

Tabla 7

Peso unitario suelto del agregado fino

Peso Volumétrico Suelto					
Peso del Molde	Volumen del Molde	Peso del Molde + Material	Peso del Material	Peso Unitario Suelto (gr/cm3)	Peso Unitario Suelto Promedio (gr/cm3)
3640	5301.44	12660	9020	1.7014	1.7039
3640	5301.44	12700	9060	1.7090	
3640	5301.44	12660	9020	1.7014	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8*Peso unitario varillado del agregado fino*

Peso Volumétrico Varillado					
Peso del Molde	Volumen del Molde	Peso del Molde + Material	Peso del Material	Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	Peso Unitario Suelto Promedio (gr/cm ³)
3640	5301.44	13680	10040	1.8938	1.8963
3640	5301.44	13680	10040	1.8938	
3640	5301.44	13720	10080	1.9014	

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Caracterización del Agregado Grueso**3.1.2.1. Contenido de Humedad del Agregado grueso – NTP 339.185****Tabla 9***Porcentaje de humedad del agregado grueso*

N° de Ensayo	1	2	3
N° de Tara	30	31	32
Peso de Tara (gr.)	28.53	47.25	38.15
Peso de Tara con muestra húmeda (gr.)	225.60	297.00	271.00
Peso de Tara con muestra seca (gr.)	223.99	294.90	269.50
Peso del agua (gr.)	1.61	2.10	1.50
Peso de la muestra seca (gr.)	195.46	247.65	231.35
Contenido de humedad parcial (%)	0.82	0.85	0.65
Contenido de humedad promedio (%)		0.77 %	

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.2. Análisis Granulométrico por tamizado del Agregado Grueso – NTP 400.012

Tabla 10

Granulometría del agregado grueso

Peso Inicial		4636.00 gr.		
Malla	Peso Retenido (gr.)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje Que Pasa (%)
1"				
3/4 "	158	3.41	3.41	96.59
1/2 "	2832	61.09	64.50	35.50
3/8 "	628	13.55	78.04	21.96
N° 4	1009	21.76	99.81	0.19
FONDO	9	0.19	100.00	
SUMA	4636	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

- Tamaño Máximo del Agregado grueso. 1"

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso. 3/4"

3.1.2.3. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso – NTP 400.021

Tabla 11

Cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso

A = Peso Muestra Secada al Horno		3153.00
B = Peso Muestra Saturada con Superficie Seca		3184.00
C= Peso Muestra sumergida en agua		1989.50
Peso Específico Masivo (Bulk)	$A/(B-C)$	2.64
Peso Específico Masivo S:S:S.	$B/(B-C)$	2.67
Peso Específico Aparente	$A/(A-C)$	2.71
Absorción %	$((B-A)/A)*100$	0.98%

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.4. Peso Unitario y Contenido de Vacíos del Agregado Grueso – NTP 400.017

Tabla 12

Peso unitario suelto del agregado grueso

Peso Volumétrico Suelto					
Peso del Molde	Volumen del Molde	Peso del Molde + Material	Peso del Material	Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	Peso Unitario Suelto Promedio (gr/cm ³)
3640	5301.44	11320	7680	1.4487	
3640	5301.44	10910	7270	1.3713	1.3940
3640	5301.44	10860	7220	1.3619	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Peso unitario varillado del agregado grueso

Peso Volumétrico Varillado					
Peso del Molde	Volumen del Molde	Peso del Molde + Material	Peso del Material	Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	Peso Unitario Suelto Promedio (gr/cm ³)
3640	5301.44	11940	8300	1.5656	
3640	5301.44	12070	8430	1.5901	1.5750
3640	5301.44	11960	8320	1.5694	

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Diseño de Mezclas $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – Método ACI – 211

1. Resistencia Especificada: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

2. Características de los materiales.

2.1. Características de los agregados

Tabla 14

Características de los agregados de cantera Olano SAC

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Humedad Natural	2.91%	0.77%
Absorción	2.11%	0.98%
Peso Específico de Masa	2.60	2.67
Módulo de Fineza	2.96	----
Tamaño Máx. Nominal	----	3/4"
Peso Unitario Suelto	17039	13940
Peso Unitario Varillado	18963	15750

Fuente: Elaboración propia con ensayos realizados en el laboratorio.

2.2. Características del cemento

Cemento Portland Tipo I: Peso específico 3.10 gr/cm^3

2.3. Características del agua

Agua Potable “Agua Marañon” cumple con la norma NTP 339.088.

Peso específico 1.00 gr/cm^3

3. Determinación de la resistencia promedio

Debido a que no se cuenta con desviación estándar de diseño de mezclas.

Utilizamos **Tabla 7.4.3 ACI**

Figura 3

Ilustración de la tabla 7.4.3. ACI

f'c	f'cr
Menos de 210 Kg/cm ²	f'c + 70
210 - 350 Kg/cm ²	f'c + 84
Sobre 350 Kg/cm ²	f'c + 98

Fuente: Tabla 7.4.3. Diseño de Mezclas ACI-Comité 211

Elegimos f'c + 84. Entonces f'cr = 280 + 84 = **364 Kg/cm²**

Resistencia Promedio f'cr = 364 Kg/cm²

4. Selección de Tamaño Máximo Nominal del agregado

Por datos de ensayo de granulometría de agregado grueso es de 3/4"

5. Selección del asentamiento

Por causa del uso de concreto para pavimentos especiales en la ciudad de Jaén, se elige 3 a 4" para lograr una buena trabajabilidad.

6. Selección de Volumen Unitario de Agua

Figura 4

Ilustración de la tabla 10.2.1 ACI

Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	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: Tabla 10.2.1. Diseño de Mezclas ACI-Comité 211

De acuerdo a la Tabla 10.2.1 para un concreto sin aire incorporado, para lograr un asentamiento de 3" a 4" y con TMN del agregado grueso de 3/4", se elige como

Volumen Unitario de Agua/m³ = 205 Litros

7. Cálculo del contenido de aire

Figura 5

Ilustración de la tabla 11.2.1 ACI

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

Fuente: Tabla 11.2.1. Diseño de Mezclas ACI-Comité 211

De acuerdo a la Tabla 11.2.1 para un concreto elaborado con agregado grueso de TMN = 3/4", **Contenido de Aire = 2.0%**

8. Relación agua/cemento por resistencia y por durabilidad

Figura 6

Ilustración de la tabla 12.2.2 ACI. Relación agua-cemento por resistencia

F' _{cr} 28 días	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0,80	0,71
200	0,70	0,61
250	0,62	0,53
300	0,55	0,46
350	0,48	0,40
400	0,43
450	0,38

Fuente: Tabla 12.2.2. Diseño de Mezclas ACI-Comité 211

De acuerdo a la Tabla 11.2.2 para un concreto sin aire incorporado elaborado con F'_{cr} de 364 kg/cm^2 , se interpola para hallar el factor:

350	0.48
364	X
400	0.43

$$\frac{350 - 400}{0.48 - 0.43} = \frac{364 - 400}{x - 0.43}$$

Se resuelve $X = 0.466$.

Por durabilidad y por resistencia, dadas las condiciones normales de exposición de concreto en pavimentos especiales en la ciudad de Jaén.

Se concluye **Factor Relación Agua Cemento = 0.47**

9. Cálculo del factor cemento

$$\text{El Factor Cemento} = \frac{205}{0.47} = 436.170 \text{ Kg/m}^3$$

Equivalente a 10.26 bolsas de cemento de 42.5Kg.

10. Contenido de agregado grueso

Elegimos el Volumen de Agregado grueso de acuerdo al Tamaño Máximo

Nominal de $3/4''$ y Módulo de Fineza del Agregado Fino de **2,96**.

Figura 7

Ilustración de la tabla 16.2.2 ACI. Volumen del agregado grueso

Tabla 16.2.2				
Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto				
Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,75	0,73	0,71	0,69
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
3"	0,82	0,80	0,78	0,76
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: Tabla 16.2.2. Diseño de Mezclas ACI-Comité 211

De acuerdo a la Tabla 16.2.2 para un Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso de 3/4", con el módulo de Fineza 2,96 del agregado fino, se interpola para hallar el factor:

$$\begin{array}{r|l} \hline 2,80 & 0,62 \\ \hline 2,96 & X \\ \hline 3,00 & 0,60 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{2,80 - 3,00}{2,96 - 3,00} = \frac{0,62 - 0,60}{x - 0,60}$$

Se resuelve $X = 0,604$

Volumen del Agregado Grueso = 0,60

Peso del Agregado Grueso = $0,60 \times 1575 = 945 \text{ Kg/m}^3$

11. Cálculo de volúmenes absolutos

Cemento	:	$\frac{436.17}{3.10}$	= 0.141
Agua	:	$\frac{205}{1 \times 1000}$	= 0.205
Aire	:	$\frac{2}{100}$	= 0.020
Agregado Grueso	:	$\frac{945}{2,67 \times 1000}$	= 0.354
Suma de volúmenes conocidos			= 0.720 m³

12. Contenido de agregado fino

Volumen del Agregado Fino	:	$1 - 0.720$	= 0.280 m³
Peso del agregado fino seco	:	$0.280 \times 2,60 \times 1000$	= 728 Kg/m³

13. Valores de diseño

Cemento	:	436.17 Kg
Agua	:	205 L
Aire	:	0.020 m ³
Agregado Grueso	:	945 Kg

Agregado Fino : 728 Kg

14. Corrección por humedad de agregados

Pesos húmedos de los agregados

Agregado Fino: $728 \times 1.0291 = 749.18 \text{ Kg}$

Agregado Grueso: $945 \times 1.0077 = 952.28 \text{ Kg}$

Humedad Superficial

Agregado Fino $2.91\% - 2.11\% = 0.80\%$

Agregado Grueso $0.77\% - 0.98\% = -0.21\%$

Aportes por Humedad

Agregado Fino $728 \times 0.80\% = 5.82$

Agregado Grueso $945 \times -0.21\% = -1.98$

3.84

Agua Efectiva

$205 - 3.84 = 201.16 \text{ Litros}$

15. Proporción en peso

Cemento : 436.17 Kg

Agregado Fino : 749.18 Kg

Agregado Grueso : 952.28 Kg

Agua : 201.16 L

Aire : 0.020 m^3

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
436.17	749.18	952.28	
<u>436.17</u>	<u>436.17</u>	<u>436.17</u>	
1	: 1.718	: 2.183	19.60 L/bolsa

3.1.4. Proporciones de diseño de mezcla de concreto con adición de Aceite Residual.

Se han establecido 5 muestras de diseño de mezclas para evaluar la influencia del Aceite Residual Automotriz en la resistencia del concreto para luego elaborar especímenes. La adición del porcentaje de ARA será en porcentaje del peso del cemento.

M0 Concreto Patrón 0% de Adición de ARA

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
1	: 1.718	: 2.183	19.60 L/bolsa

Proporciones para 12 especímenes de concreto de 15x30cm

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua	Aceite
38 Kg	: 65.284 Kg	: 82.954 Kg	: 17.525L	0.00gr

M1 Concreto 0.10% de Adición de ARA

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
1	: 1.718	: 2.183	19.60 L/bolsa

Proporciones para 12 especímenes de concreto de 15x30cm

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua	Aceite
38 Kg	: 65.284 Kg	: 82.954 Kg	: 17.525L	38.00gr

M2 Concreto 0.50% de Adición de ARA

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
1	: 1.718	: 2.183	19.60 L/bolsa

Proporciones para 12 especímenes de concreto de 15x30cm

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua	Aceite
38 Kg	: 65.284 Kg	: 82.954 Kg	: 17.525L	190.00gr

M3 Concreto 1% de Adición de ARA

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
1	: 1.718	: 2.183	19.60 L/bolsa

Proporciones para 12 especímenes de concreto de 15x30cm

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua	Aceite
38 Kg	: 65.284 Kg	: 82.954 Kg	: 17.525L	380.00gr

M4 Concreto**2% de Adición de ARA**

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua
1	: 1.718	: 2.183	19.60 L/bolsa

Proporciones para 12 especímenes de concreto de 15x30cm

Cemento	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agua	Aceite
38 Kg	: 65.284 Kg	: 82.954 Kg	: 17.525L	760.00gr

3.2. Resistencia a la compresión del concreto.**3.2.1. Resistencia del concreto a los 7 días****Tabla 15***Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 7 días*

PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	KN	KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO A LOS 7 DÍAS
M0 0%	489.70	275.19	275.96 Kg/cm²
	497.00	279.29	
	486.50	273.39	
M1 0.1%	536.30	301.38	284.85 Kg/cm²
	530.30	298.00	
	454.10	255.18	
M2 0.5%	449.10	252.37	258.07 Kg/cm²
	475.10	266.98	
	453.50	254.85	
M3 1%	398.70	224.05	232.97 Kg/cm²
	408.60	229.61	
	436.40	245.24	
M4 2%	377.70	212.25	208.20 Kg/cm²
	372.30	209.22	
	361.50	203.15	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa un ligero incremento de 3.22% del concreto con adición de 0.10% ARA respecto al concreto patrón en la evaluación de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, y en las muestras de concreto con 0.5%, 1% y 2% ARA se ve un decrecimiento del 6.48%, 15.58% y 24.55% respectivamente.

3.2.2. Resistencia del concreto a los 14 días

Tabla 16

Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 14 días

PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	KN	KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS
M0 0%	606.70	340.94	338.41 Kg/cm²
	601.20	337.85	
	598.70	336.44	
M1 0.1%	627.40	352.57	347.57 Kg/cm²
	604.90	339.93	
	623.20	350.21	
M2 0.5%	540.20	303.57	318.18 Kg/cm²
	592.60	333.01	
	565.80	317.95	
M3 1%	560.50	314.97	302.07 Kg/cm²
	470.50	264.40	
	581.60	326.83	
M4 2%	519.40	291.88	284.24 Kg/cm²
	507.00	284.91	
	491.00	275.92	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa un ligero incremento de 2.71% del concreto con adición de 0.10% ARA respecto al concreto patrón en la evaluación de la resistencia a compresión del concreto y en las muestras de concreto con 0.5%, 1% y 2% ARA se ve un decrecimiento del 5.98%, 10.74% y 16.01% respectivamente.

3.2.3. Resistencia del concreto los 21 días

Tabla 17

Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 21 días

PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	KN	KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO A LOS 21 DÍAS
M0 0%	605.40	340.21	365.57 Kg/cm²
	667.70	375.22	
	678.50	381.29	
M1 0.1%	678.80	381.45	376.60 Kg/cm²
	662.10	372.07	
	669.60	376.28	
M2 0.5%	611.10	343.41	339.91 Kg/cm²
	598.20	336.16	
	605.30	340.15	
M3 1%	576.20	323.80	320.43 Kg/cm²
	569.20	319.86	
	565.20	317.62	
M4 2%	546.20	306.94	309.71 Kg/cm²
	550.00	309.07	
	557.20	313.12	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa un ligero incremento de 3.02% del concreto con adición de 0.10% ARA respecto al concreto patrón en la evaluación de la resistencia a compresión del concreto y en las muestras de concreto con 0.5%, 1% y 2% ARA se ve un decrecimiento del 7.02%, 12.35% y 15.28% respectivamente.

3.2.4. Resistencia del concreto a los 28 días

Tabla 18

Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA a los 28 días

PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	KN	KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS
M0 0%	681.90	383.20	385.11 Kg/cm²
	688.70	387.02	
	685.30	385.11	
M1 0.1%	739.80	415.73	413.69 Kg/cm²
	732.50	411.63	
	736.20	413.71	
M2 0.5%	717.10	402.98	369.69 Kg/cm²
	627.90	352.85	
	628.60	353.24	
M3 1%	627.50	352.63	353.15 Kg/cm²
	632.40	355.38	
	625.40	351.45	
M4 2%	603.00	338.86	333.18 Kg/cm²
	580.80	326.38	
	594.90	334.31	

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Se observa un ligero incremento de 7.42% del concreto con adición de 0.10% ARA respecto al concreto patrón en la evaluación de la resistencia a compresión del concreto y en las muestras de concreto con 0.5%, 1% y 2% ARA se ve un decrecimiento del 4.00%, 8.30% y 13.48% respectivamente.

3.2.5 Cuadro Resumen de la Resistencia del Concreto y gráficas comparativas

Tabla 19

Resistencia a la compresión de las muestras de concreto con ARA

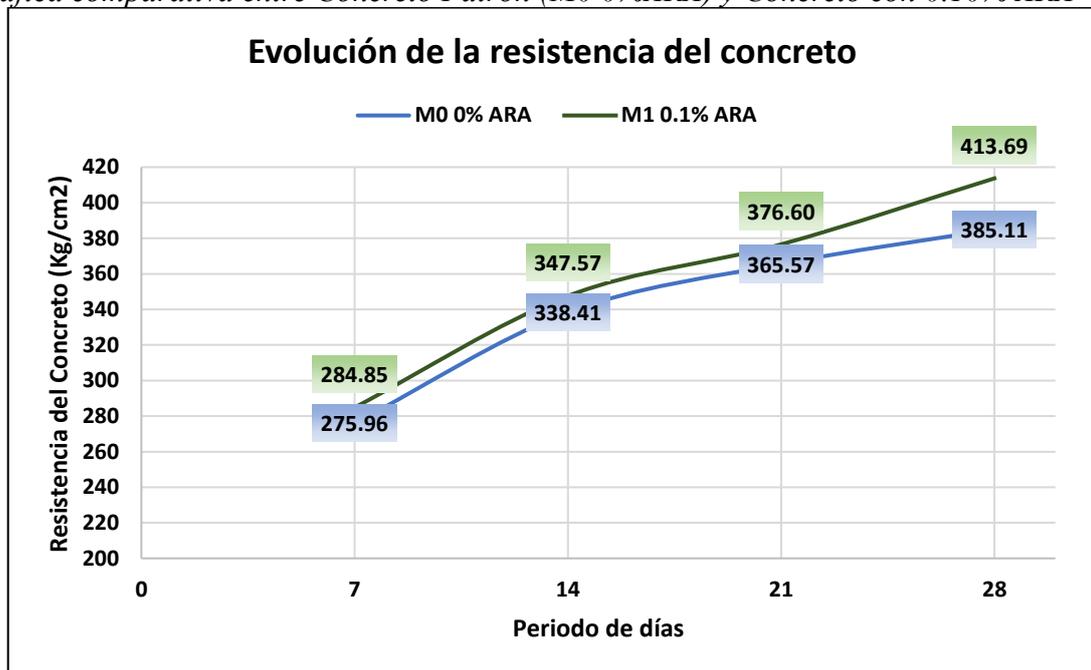
Muestras de Concreto		Resistencia a la Compresión del Concreto kg/cm ²			
M-0	Concreto Patrón	275.96	338.41	365.57	385.11
M-1	Adición 0.10 %	284.85	347.57	376.60	413.69
M-2	Adición 0.50 %	258.07	318.18	339.91	369.69
M-3	Adición 1 %	208.20	302.07	320.43	353.15
M-4	Adición 2 %	232.97	284.24	309.71	333.18
Periodo de Días		7 días	14 días	21 días	28 días

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: De acuerdo a la tabla se visualiza que las muestras de concreto M-1 con adiciones de 0.10% ARA presentan incrementos de la resistencia del concreto comparando con el concreto patrón M-0 (sin adiciones de ARA) y en resto de muestras con adiciones de 0.50%, 1% y 2% presentan disminución de la resistencia.

Figura 8

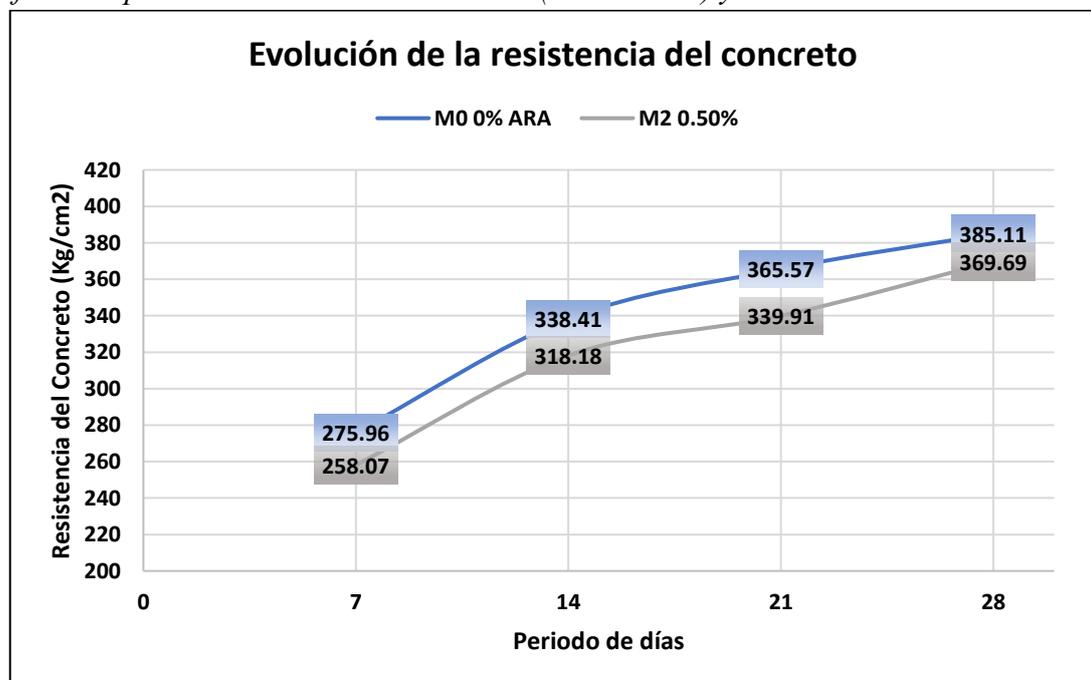
Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 0.10% ARA



Fuente: Edición Propia

Figura 9

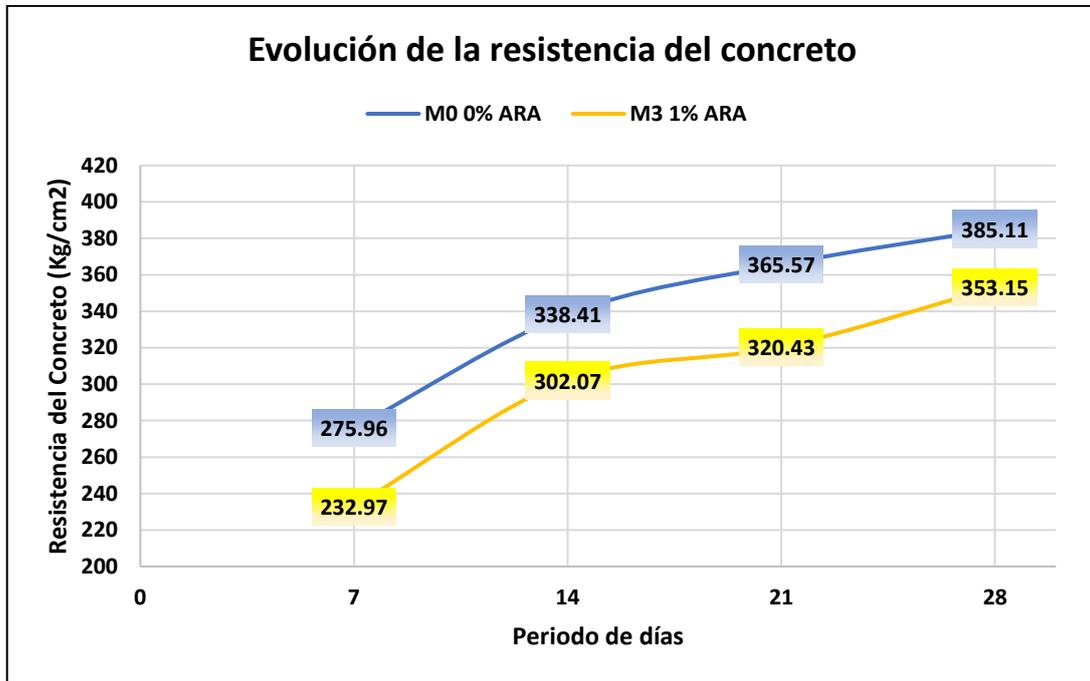
Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 0.50% ARA



Fuente: Edición Propia

Figura 10

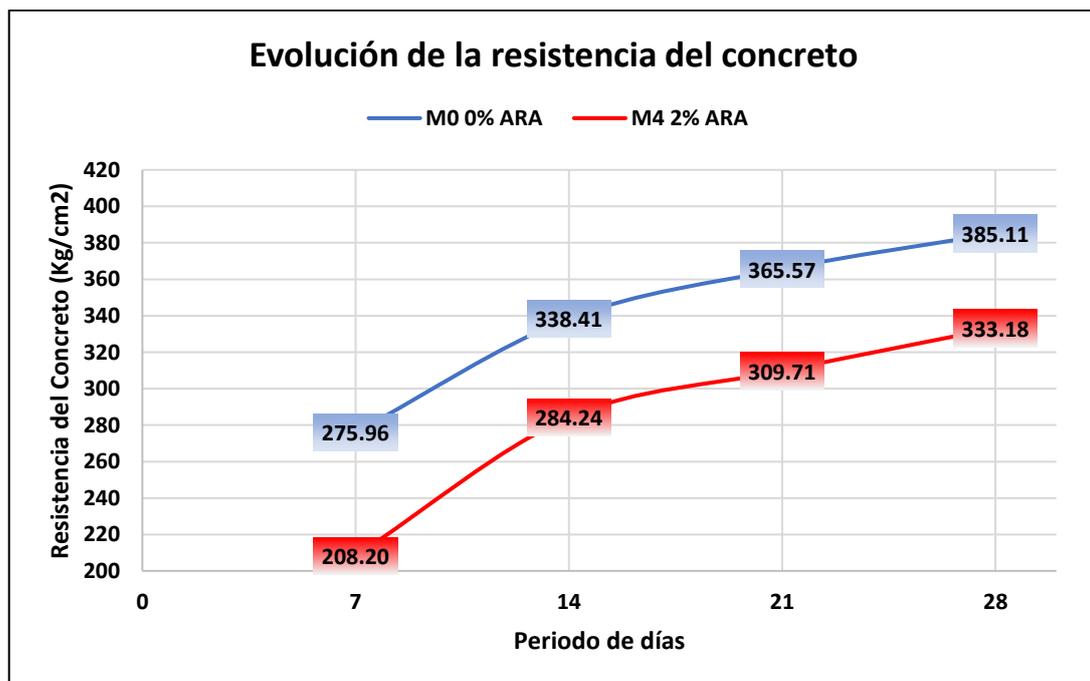
Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 1% ARA



Fuente: Edición Propia.

Figura 11

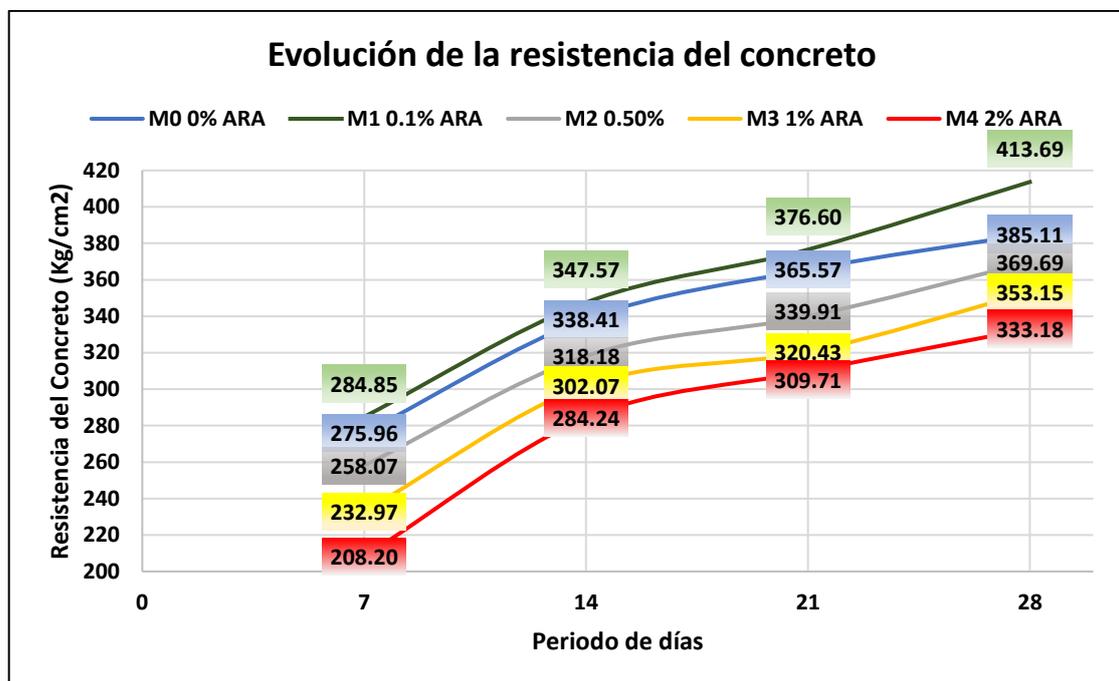
Gráfica comparativa entre Concreto Patrón (M0 0%ARA) y Concreto con 2% ARA



Fuente: Edición Propia

Figura 12

Gráfica de evolución de la resistencia del concreto con diferentes porcentajes de ARA



Fuente: Edición Propia

3.3. Slump en concreto fresco

Tabla 20

Asentamiento del concreto fresco (slump) con diferentes adiciones de aceite residual

MUESTRAS DE CONCRETO CON PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	SLUMP (PULGADAS)
M0 0%	3"
M1 0.1%	2.5"
M2 0.5%	2.8"
M3 1%	2"
M4 2%	3"

Nota: El ensayo ha sido ejecutado según la norma NTP 339.035.

Interpretación: los resultados del asentamiento del concreto muestran variaciones comparables con el asentamiento del concreto patrón M-0, por lo que podemos afirmar que el aceite residual automotriz entre los rangos de adición de 0.10% al 2% no influye significativamente en el slump del concreto fresco.

3.4. Peso Unitario en Concreto Fresco

Tabla 21

Peso unitario del concreto fresco con diferentes adiciones de aceite residual

MUESTRAS DE CONCRETO CON PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	PESO UNITARIO (GR/ CM3)
M0 0%	2359
M1 0.1%	2300
M2 0.5%	2330
M3 1%	2350
M4 2%	2377

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: los resultados del peso unitario del concreto fresco presentan variaciones mínimas respecto al peso unitario del concreto patrón M-0, por lo que podemos afirmar que el aceite residual automotriz entre los rangos de adición de 0.10% al 2% no influye significativamente en el peso unitario del concreto fresco.

3.5. Temperatura del Concreto Fresco.

Tabla 22

Temperatura del concreto fresco con diferentes adiciones de aceite residual

MUESTRAS DE CONCRETO CON PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	TEMPERATURA (C°)
M0 0%	27.6
M1 0.1%	27.5
M2 0.5%	27.2
M3 1%	26
M4 2%	26.4

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Se evidencia que todas las muestras de concreto con adiciones de aceite residual automotriz M-1, M-2, M-3 y M-4 presentan temperaturas con variaciones

mínimas con respecto al concreto patrón M-0, por lo que podemos indicar que el aceite residual automotriz no influye en la temperatura del concreto.

3.6. Contenido de Aire en Concreto Fresco

Tabla 23

Contenido aire del concreto fresco con diferentes adiciones de aceite residual

MUESTRAS DE CONCRETO CON PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	CONTENIDO DE AIRE (%)
M0 0%	1.8
M1 0.1%	2.6
M2 0.5%	2.8
M3 1%	3.1
M4 2%	3.3

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Las muestras de concreto con adiciones de ARA, M-1, M-2, M-3 y M-4 presentan ligero incremento del contenido de aire respecto al concreto patrón M-0, por lo que podemos indicar que el aceite residual automotriz influye en el contenido de aire.

3.7. Diseño de Mezclas Mejorado con ARA Optimizando Cemento

Según Montilla et al. (2019) en su investigación “Aceite residual automotriz como aditivo en mezclas de hormigón: Si es factible su uso” determinó que la dosis óptima de Aceite Residual Automotriz para elaboración de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es de 0.14% del peso del cemento. Tomando este dato como antecedente, se eligió 3 muestras de concreto con diferentes porcentajes de Aceite residual automotriz dentro del rango 0.10% al 0.50% debido a que en este rango se observó un incremento de la resistencia del concreto de 7.42%.

Tabla 24

Resistencia a la compresión de concreto con diferentes % ARA a los 28 días

PORCENTAJES DE ARA ADICIONADO	KN	KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS
ARA 0.14%	718.93	404.01	409.99 Kg/cm²
	732.28	411.50	
	737.52	414.45	
ARA 0.17%	741.76	416.83	414.61 Kg/cm²
	733.65	412.28	
	738.02	414.73	
M2 0.20%	689.12	387.26	380.69 Kg/cm²
	679.52	381.86	
	663.68	372.96	

Se concluye que la cantidad óptima para incrementar la resistencia del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ es: **Dosis Óptima De Aceite Residual = 0.17%** (porcentaje en peso del cemento)

Para determinar la reducción del cemento con el fin de optimizar recursos en el diseño de mezclas se elaboró 3 muestras de concreto añadiendo la dosis óptima de Aceite Residual.

Tabla 25

Resistencia a la compresión del concreto con diferentes cantidades de cemento

CANTIDAD DE CEMENTO	KN	KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS
436.17 Kg			
Reducción 0%	740.43	416.09	413.98 Kg/cm²
	732.19	411.46	
	737.44	414.40	
414.36 Kg			
Reducción 5%	652.43	366.63	369.32 Kg/cm²
	670.41	376.73	
	648.81	364.60	
392.55 Kg			
Reducción 10%	540.76	303.88	302.65 Kg/cm²
	538.06	302.37	
	536.87	301.70	

Interpretación:

- Sobre Reducción del 5% del contenido de cemento en Diseño de Mezclas con 0.17% de ARA. Se considera óptimo debido a que el margen de diferencia con la resistencia promedio del concreto patrón (385.11 Kg/cm²) es - 4.10%.
- Sobre Reducción del 10%. del contenido de cemento en Diseño de Mezclas con 0.17% de ARA. Se considera una reducción que afecta la resistencia del concreto porque el margen de diferencia con la resistencia promedio del concreto patrón (385.11 Kg/cm²) es - 21.41% indicando que se podría incurrir en el riesgo de no obtener la resistencia del concreto especificada a los 28 días.

Se concluye que la cantidad óptima para garantizar la resistencia del concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ es: **414.36 Kg de Cemento**, lo que se traduce en la reducción

del 5% de la cantidad de cemento por causa de utilizar la dosis óptima de **0.17%** (porcentaje en peso del cemento) en la producción de concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Proporción en peso del diseño mejorado con aceite residual automotriz

Cemento	:	414.36 Kg
Agregado Fino	:	749.18 Kg
Agregado Grueso	:	952.28 Kg
Agua	:	200.34 L
Aire	:	0.020 m ³

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Aceite Residual
414.36	749.18	952.28		
<u>414.36</u>	<u>749.18</u>	<u>952.28</u>		
1	: 1.808	: 2.298	: 19.60L/bol.	72.25 gr/bol.

3.8. Análisis de Costos del Concreto Convencional

Para elaborar 1 m³ de concreto se utilizará los siguientes materiales.

Cemento	:	436.17 Kg	= 10.26 bolsas
Agregado Fino	:	749.18 Kg	= 0.427 m ³
Agregado Grueso	:	952.28 Kg	= 0.678 m ³
Agua	:	201.16 L	= 0.201 m ³

Se investigó costos de los materiales que se resumen la siguiente tabla.

Tabla 26

Precios de los materiales en el mercado local

Material	Precio Unitario
Cemento	S/. 35.40 x bolsa
Agregado Fino	S/. 49 x m ³
Agregado Grueso	S/. 47 x m ³
Agua	S/. 5 x m ³

Nota. Elaboración propia.

Se realizará el Análisis de costos y presupuestos para elaborar 1m³ de concreto con el programa Costos y Presupuestos S10.

Análisis de Precios Unitarios							
Presupuesto: Producción de concreto para pavimentos						Fecha: 28 de Abril de 2024	
Partida	1.00		CONCRETO f'c 280 Kg/cm ² PARA PAVIMENTOS				
Rendimiento	m3/DIA	MO 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario por m ³ S/584.83			
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	27.46	21.97
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	21.59	17.27
0147010004	PEON		hh	12.0000	4.8000	19.53	93.74
							132.98
Materiales							
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0.678	47.00	31.87
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.427	49.00	20.92
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		10.26	35.40	363.20
0239050000	AGUA		m3		0.201	5.00	1.01
							417.00
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	417.00	20.85
0348010012	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3		hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
0349070007	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP – 1.50"		hm	0.5000	0.2000	20.00	4.00
							34.85

Según el análisis de costos unitarios realizados en el programa Costos y presupuestos S10 se concluye que el costo por producir 1 m³ de concreto f'c 280 kg/cm² de 584.83 soles. Los datos de hora hombre fueron obtenidos de la tabla salarial en vigencia y los costos de los materiales y hora máquina corresponden al entorno local.

3.9. Análisis de Costos del Concreto Optimizado con ARA

Para elaborar 1 m³ de concreto se utilizará los siguientes materiales.

Cemento	:	414.36 Kg	= 9.75 bolsas
Agregado Fino	:	749.18 Kg	= 0.427 m ³
Agregado Grueso	:	952.28 Kg	= 0.678 m ³
Agua	:	200.34 L	= 0.200 m ³
Aceite Residual	:	704.412 gr.	= 0.819 litros sin valor económico

Se tomará los datos de los precios de los materiales indicados en la Tabla 26, para

realizar el Análisis de costos y presupuestos para elaborar 1m^3 de concreto con el programa S10.

Análisis de Precios Unitarios

Presupuesto: Producción de concreto optimizado con 0.17%ARA para pavimentos Fecha: 28 de Abril de 2024

Partida	1.00	CONCRETO f'c 280 Kg/cm ² PARA PAVIMENTOS					
Rendimiento	m3/DIA	MO 20.0000		EQ. 20.0000	Costo unitario por m ³ S/566.78		
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	27.46	21.97
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	21.59	17.27
0147010004	PEON		hh	12.0000	4.8000	19.53	93.74
							132.98
Materiales							
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0.678	47.00	31.87
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.427	49.00	20.92
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		9.75	35.40	345.15
0239050000	AGUA		m3		0.201	5.00	1.01
0239050000	ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ		l		0.819	0.00	0.00
							398.95
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	417.00	20.85
0348010012	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3		hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
0349070007	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP – 1.50"		hm	0.5000	0.2000	20.00	4.00

De acuerdo al análisis de precios unitarios del concreto optimizado con 0.17% ARA para pavimentos se calculó que el costo para producir 1m^3 es de 566.78 soles. Se asume el aceite residual automotriz sin ningún precio debido a que este material es desechado y representa un agente contaminante medioambiental.

3.10. Análisis comparativo de costos.

Tabla 27

Análisis comparativo de costos de concreto

	Concreto Convencional	Concreto Optimizado con ARA
Ventajas	Buena adherencia al acero estructural.	Se reduce la cantidad de cemento hasta en 5% por m ³
Diferencias	Es posible utilizar en todo tipo de construcción (edificaciones, pavimentos, etc)	Presenta limitaciones, su uso está orientado solo a pavimentos debido a que el aceite disminuye la adherencia del concreto con el acero.
Costo de Producir 1 m³	584.83 soles	566.78 soles

De lo expuesto en el cuadro anterior podemos afirmar que utilizar el concreto optimizado con 0.17% de ARA se obtiene ventajas económicas por causa de que reduce en hasta 3.09% el costo por producir cada m³ de concreto f'c 280 Kg/cm² esto ocurre porque se reduce en 5% la cantidad de cemento requerida para obtener la resistencia de diseño.

3.11. Análisis Estadístico

Realizamos el análisis estadístico con t student.

Hipótesis. La adición de 0.10% de aceite residual automotriz en el concreto, incrementa la resistencia a la compresión.

H0: La adición de 0.10% de aceite residual automotriz en el concreto, no incrementa la resistencia a la compresión.

H1: La adición de 0.10% de aceite residual automotriz en el concreto, incrementa la resistencia a la compresión.

Prueba de Normalidad-Shapiro Wilk

Criterios para determinar Normalidad:

P-value $\geq \alpha$ Aceptar H_0 \rightarrow La distribución de las mediciones de resistencia a compresión provienen de una distribución normal.

P-value $< \alpha$ Aceptar H_0 \rightarrow La distribución de las mediciones de resistencia a compresión NO provienen de una distribución normal.

n = 3, nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Tabla 28

Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk

Muestra	Resistencia del concreto Kg/cm ²	X_i	$(X_i - \text{MED})^2$	a_i	X_i inversa	dif ($X_i - X_i$ inversa)
1	415.73	411.63	4.2436	0.7071	415.73	-4.1
2	411.63	413.71	0.0004	0	411.63	0
3	413.71	415.73	4.1616		413.71	

Resultados de la prueba de normalidad.

X	413.69
Suma(xi -media)²	8.406
ai*dif	-2.90
SWc	0.999
SWt	0.767
SWc	> SWt
p-value	= 1
p-value	> $\alpha = 0.05$

Conclusión: Los valores de resistencia provienen de una distribución normal (p-value > 0.05).

Prueba T de Student

Resistencia a la compresión del concreto f'_c 280 kg/cm² con aceite residual automotriz.

Dosificación 0.10%

Se utilizarán datos de las resistencias de concreto 280 kg/cm² a los 28 días con dosificaciones en 0.10% de ARA para verificar la hipótesis de incremento de la resistencia del concreto.

H₀: $\mu = 385.11$ kg/cm² (Valor promedio de la resistencia del concreto patrón, sin Aceite

Residual, a los 28 días)

H₁: $\mu > 385.11$ kg/cm²

Primer paso.- Se eligió el nivel de significancia $\alpha=0.05$

Segundo paso.- Se eligió los grados de libertad = n-1; gl= 2

Tercer paso.- Se ubicó el t_c (t crítico) en la tabla; t_c= 2.92

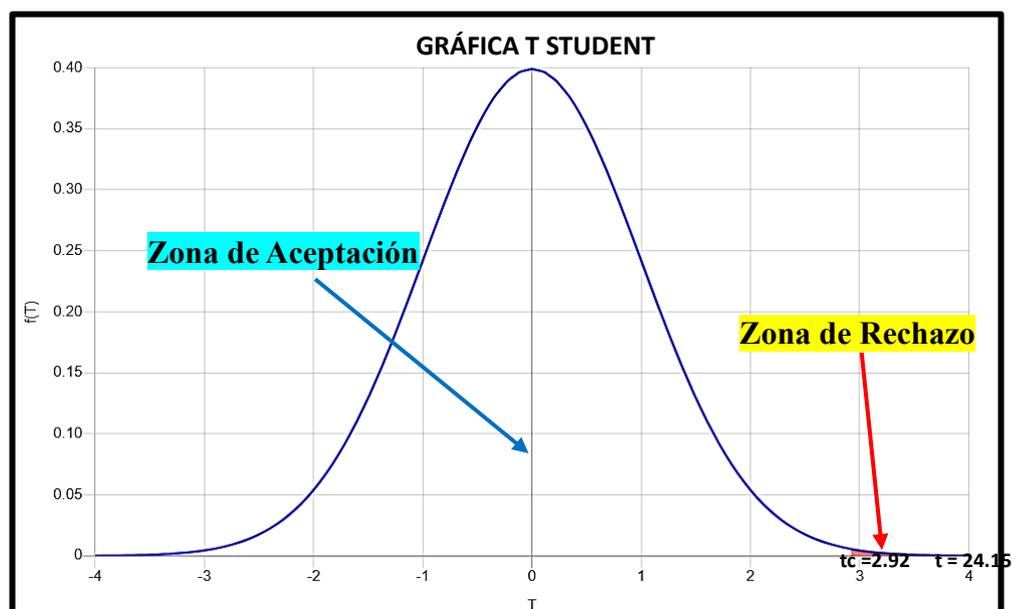
Cuarto paso.- Cálculo del t estadístico aplicando la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Datos: $\bar{x} = 413.69$; $\mu = 385.11$ S = 2.05 ; n=3 Resultado t = 24.15

Figura 13

Gráfica T student



Fuente: Edición Propia

Decisión y Conclusión

Según el estadístico calculado $t = 24.15$ se encuentra en la región de rechazo, por lo tanto, se procede a rechazar la hipótesis nula; y se acepta la hipótesis planteada en la investigación: “La adición de 0.10% de aceite residual automotriz en el concreto, incrementa la resistencia a la compresión. Esto debido a que se demostró que incrementa la resistencia de en 7.42 %.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos sobre la resistencia a la compresión del concreto podemos afirmar que es posible utilizar aceite residual en el rango de 0.10% a 0.50% del porcentaje de cemento en las mezclas de concreto $f'c$ 280 kg/cm² sin perjudicar la calidad del concreto. La principal finalidad de la investigación fue incrementar la resistencia a la compresión, en este sentido, se obtuvo que utilizar 0.10% de ARA en mezclas de concreto incrementa la resistencia en hasta 7.42%, respecto al concreto Patrón (0% ARA) debido a que se obtuvo un resultado de 413.69 kg/cm² comparado con 385.11 kg/cm². Estos hallazgos coinciden con cierta aproximación con Montilla et al. (2019) quien investigó el uso del aceite residual automotriz en las mezclas de hormigón, afirmó que el ARA en un rango porcentual de los siguientes valores 0,10 % y 0,30%, contribuyen en un incremento de resistencia a la compresión en el concreto, concluyendo que utilizar el porcentaje óptimo de aceite Residual de 0.14% del peso de cemento en mezclas de concreto incrementa en hasta 8% la resistencia del concreto comparando con una muestra patrón. Otros autores como Huaguo (2021) quien investigó la influencia del aceite del motor usado sobre el concreto, llegando a la conclusión que el concreto con una dosificación del 2% de UEO incremento la resistencia a la compresión en un 4.4% y con alta dosis de UEO (5% en peso de materiales cementosos) se compara con el concreto ordinario. Las investigaciones de Okashah et al (2020) concluyeron que los porcentajes óptimos de adición de aceite de motor de gasolina (UEO) y motor diesel (DUEO) al concreto son 0,8 % y 0,6 % con 32 N/mm² y 31 N/mm² resistencias a la compresión.

Con la finalidad de encontrar el óptimo contenido de adición de ARA en la producción de concreto se elaboraron testigos basandose en el rango de adición de ARA de 0.10% al 0.50%, y teniendo antecedentes de investigaciones de aceite residual en concreto

de acuerdo a Montilla et al. (2019) del valor óptimo de ARA de 0.14% en mezclas elaboradas con agregado grueso de TMN 1", se evaluó con porcentajes de adición de ARA de 0.14%, 0.17% y 0.20% por peso de cemento, concluyendo que el óptimo porcentaje de adición de ARA es de 0.17% debido a que los testigos de concreto mostraron incremento resistencia a la compresión de 7.66% respecto al concreto patrón (0%ARA) y incrementos de +1.13% y +8.18% comparando con el concreto con 0.14% y 0.20% de ARA respectivamente, al utilizarse agregado grueso de TMN 3/4".

Desde una perspectiva con visión en ventajas económicas respecto a la evaluación de costos en la producción de concreto con el óptimo contenido de ARA se realizaron 3 diseños de mezclas con diferente porcentaje de reducción de concreto, reducción de 0%, reducción de 5% y reducción de 10%. Se llegó al resultado que debido a que elaborar concreto con 0.17% de ARA y con una reducción de 5% de la cantidad de cemento permite obtener resultados próximos al concreto patrón sin mostrar cambios significativos en cuanto a sus propiedades físicas de concreto en estado endurecido. Esto podemos discutir con Yaphary et al (2020) que concluyó que el UEO (aceite de motor usado) mezclado puede facilitar la producción de hormigón con un 9,4% menos de contenido de cemento que el hormigón de referencia. Este estudio proporciona una base para realizar una producción de hormigón más económica y ecológica tanto mediante la reducción de su contenido de cemento como mediante la mezcla de UEO. Esto debido a que el UEO cumple en gran medida con las especificaciones de mezcla reductora de agua ASTM C494 tipo A. Este autor afirma que es posible reducir hasta 9.4% la cantidad de cemento que de acuerdo con esta investigación también se comprobó al realizar diferentes testigos de concreto con una reducción del 10% pero mostraron valores de resistencia menores al concreto patrón, por lo que a travez de un análisis concienzudo se optó por aceptar la reducción del 5% asumiendo un margen de seguridad para garantizar la resistencia de diseño.

De lo expuesto anteriormente podemos afirmar que la utilización de la dosis óptima de ARA de 0.17% en la producción de concreto $f'c$ 280 kg/cm² permite ahorrar hasta 5% de cemento por cada m³ representando un ahorro total de 3.09% en la producción total (incluyendo materiales, mano de obra y equipos) según el análisis de costos unitarios.

Sobre la influencia del aceite residual automotriz en las características del concreto fresco podemos afirmar que el contenido de aire muestra un ligero aumento al adicionar mayor cantidad de aceite residual automotriz, pero estas variaciones pueden ser consideradas mínimas respecto a los valores del concreto patrón, la evaluación del asentamiento (slump) y el peso unitario en mezclas de concreto con adiciones de ARA de 0.10%, 0.5%, 1% y 2% indica que no existe variación significativa siendo comparables favorablemente con el concreto de referencia, salvo un ligero aumento del asentamiento del concreto de 3" a 3.5" en las adiciones de 0.10% y 0.5% . Esto de acuerdo con la investigación de Hussain & Al-Khafaji (2020) quienes afirmaron que el aceite de reciclaje utilizado en una proporción de 10% al 15% de agua en la mezcla de concreto aumenta la trabajabilidad y el contenido de aire; mantiene y mejora la resistencia a la compresión, para esto utilizaron aceites reciclados con grados de lubricante están de acuerdo con el estándar estadounidense 5w20, 5w30, 10w30 recolectados de motores de combustión interna.

Se decide aceptar la hipótesis de investigación lo que afirma que la utilización de aceite residual automotriz incrementa la resistencia del concreto $f'c$ 280 kg/cm² en el rango de 5% al 15%, siendo el porcentaje real de incremento de 7.42% al añadir 0.10% de aceite residual automotriz en porcentaje en peso del cemento, a la mezcla de concreto. Siendo el valor óptimo de 0.17% de ARA para lograr un equilibrio entre resistencia y ahorro económico.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los objetivos se llegó a las siguientes conclusiones:

- La adición del Aceite Residual Automotriz en un rango de 0.1% hasta 0.5% por peso de cemento incrementa la resistencia del concreto hasta en un 7.84% respecto al concreto patrón que no contiene adiciones.
- Se determinó que el óptimo porcentaje de Aceite Residual Automotriz para ser utilizado en la producción de concreto $f'c$ 280 Kg/cm² es de 0.17% por peso de cemento.
- Producir concreto $f'c$ 280 Kg/cm² con la dosis óptima de Aceite Residual Automotriz de 0.17% permite reducir 5% del contenido de cemento lo cuál se traduce en ahorro económico de hasta 5% del total de producción de concreto $f'c$ 280 Kg/cm² para ser utilizado en pavimentaciones de la ciudad de Jaén ajustando el diseño de mezclas.
- Se demostró que las características como peso unitario, slump, temperatura y contenido de aire del concreto fresco con adiciones de aceite residual muestran variaciones mínimas respecto del concreto patrón.
- De acuerdo a ensayos de granulometría de los agregados extraídos de la cantera de la empresa Olano SAC en Chamaya, estos cumplen con los husos granulométricos y requisitos de calidad especificados para diseño de mezclas según las normas técnicas. Presentando un módulo de finura de 2.96 del agregado fino y un Tamaño Máximo Nominal de 3/4" en el agregado grueso.
- Los 60 testigos de concreto que han sido realizadas, ensayadas y curadas bajo condiciones de las normas en vigencia; se ha realizado ensayos a la

compresión a los 7, 14, 21 y 28 días de las 5 muestras c/s ARA y se logró cumplir con el 100% a los 28 días de la resistencia $f'c$ 280 kg/cm² debido a que su resistencia según diseño de mezclas ACI fue de $280 + 84 = f'c = 364$ Kg/cm².

- Se concluye que la proporción de materiales por m³ para un concreto con $f'c$ 280 Kg/cm² optimizado con 0.17% de Aceite residual es de (1 : 1.81 : 2.30 : 19.60L/bol. 72.25 gr/bl.)

5.2 Recomendaciones

- Es factible utilizar concreto mejorado con aceite residual en pavimentaciones de la ciudad de Jaén, con el fin de obtener ahorro económico en cemento además de dar una solución ecoamigable a la contaminación por aceites.
- El uso del concreto mejorado será utilizado solo en pavimentos especiales como son veredas y losas de concreto rígido evitando su uso en concreto armado debido a su baja adherencia al acero.
- La utilización recomendable de la dosis de aceite residual automotriz (ARA) en mezclas de concreto será de 0.17% respecto al peso del cemento, con el fin de incrementar la resistencia y permitir la reducción de la cantidad de cemento.
- Usar dosificaciones de ARA entre el rango 0.10% - 0.50% en la producción de concreto $f'c$ 280 kg/cm² permite la eliminación de este agente contaminante y contribuye a una solución de sus posibles riesgos ambientales, ya que no influye negativamente en la calidad del concreto.
- Se recomienda ampliar las investigaciones sobre el aceite residual en concreto masivo, shocrete, o su combinación con aditivos de concreto, y/o utilizar porcentajes de incorporación a la mezcla mayores de 2% de ARA.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, Fidas G. (2012). El Proyecto de Investigación—Introducción a la Metodología Científica (Sexta). *Editorial Episteme S.A.*
- Armas Aguilar, C. H. (2016). Efectos de la adición de Fibra de Polipropileno en las Propiedades Plásticas y Mecánicas del Concreto Hidráulico. *Ciencia, Tecnología e Innovación*. doi:<https://doi.org/10.26495/icti.v3i2.436>
- Alvarez, Paredes T. (2022). *Estudio de Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 210$ kg/cm², con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Archivo digital. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32046/Alvarez%20Paredes%20Tatiana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar Macedo, J. & Díaz Sunción, V. (2021). *Adición de cal para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² – Moyobamba – San Martín*. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Archivo digital. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69549>
- Betsy Solano, J. (2014). *Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el Jirón Junín de la ciudad de Jaén – Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Universidad Nacional de Cajamarca. Archivo digital. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/503>
- Bravo Monteza, I. A., & Carrasco Lopez, K. R. (2019). *Elaboración de Concreto $F'c 210$ kg/cm² con Adición de Polietileno HDPE*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Universidad Nacional de Jaén. Archivo digital. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/249>

- Burítica, S. A. (2022). Estudio del comportamiento mecánico del concreto hidráulico: Adición de fibras y micro partículas de botellas plásticas. *Revista ingeniería de construcción*. doi:<http://dx.doi.org/10.7764/ric.00045.21>.
- Cabello, F.J. (2020). *Los materiales de construcción y el medio ambiente*. Obtenido de https://huespedes.cica.es/gimadus/17/03_materiales.html
- Chilón Quispe, S. N. (2018). *Influencia de la fibra sintética (SIKA® fiber force PP-48) en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Universidad Nacional de Cajamarca. Archivo digital. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1835>
- Cubas Vásquez, E. J., & Tantalean Terrones, K. J. (2021). *Influencia del aditivo plastificante para aumentar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, Jaén - 2021*. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Archivo digital. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69540>
- Gonzalo Martínez-Barrera, M. M.-L.-C. (2013). Concreto Polimérico Reforzado con Fibras de Luffa. *Información tecnológica*. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000400008>
- Gonzaga, J. J. (2022). *Análisis de la resistencia a la compresión y patología en concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionado con vidrio reciclado, Cajamarca 2022*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Archivo digital. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/32510>
- Hussain, Abdullah & Al-Khafaji, Zainab. (2020). The Fields of Applying the Recycled and Used Oils by the Internal Combustion Engines for Purposes of Protecting the

- Environment against Pollutions. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. doi: <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12SP1/20201119>
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio M., (2014). Metodología de la investigación-Sexta Edición. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hernández, O. y Ayala R. (2019). *Evaluación de la Condición del Deterioro Superficial en el Pavimento Rígido de la Avenida Pakamuros para Determinar la Serviciabilidad de los Usuarios, Provincia de Jaén, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Universidad Nacional de Jaén. Archivo digital. Obtenido de: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/280>
- Huaguo C., Renyuan Q., & Denvi L. (2021). Recycling used engine oil in concrete design mix: An ecofriendly and feasible solution. *Journal of Cleaner Production*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129555>
- Huamán Quispe, A. (2015). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Universidad Nacional de Cajamarca. Archivo digital. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/633>
- Huaquisto Cáceres, S. (2015). Efecto de la Ceniza Volante en la Resistencia del Concreto en Condiciones de Clima Natural. *Revista Científica Investigación Altoandina*. doi:<http://dx.doi.org/10.35306/rev.%20cien.%20univ..v15i1.95>
- Huaquisto Cáceres, S., & Belizario Quispe, G. (2018a). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista Científica de Investigaciones Altoandinas*. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>

- Huamán, J. y Camacho, D. (2022). “*Uso del Aceite Residual de Motor Diésel para Mejorar las Propiedades Mecánicas de la Subrasante de un Pavimento*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Universidad Nacional de Jaén. Archivo digital obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/458>
- Investigadores. (2020). *¿Qué es la investigación experimental? Investigación científica*. Obtenido de <https://investigacioncientifica.org/que-es-la-investigacion-experimental/>
- Jean Assaad, J. (2013). Disposing used engine oils in concrete – Optimum dosage and compatibility with water reducers. *Construction and Building Materials*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.03.078>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois, Estados Unidos: Portland Cement Association PCA.
- León Gamarra, S. O. (2022). *Influencia de fibra metálica 4d en el comportamiento de resistencia del pavimento rígido del jirón Ayacucho del distrito de Andahuaylas*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. Archivo digital. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/5115>
- Lima Como Vamos. (2016)., Informe de percepción de calidad de vida, Encuesta Lima Como Vamos. Archivo digital. Obtenido de <https://www.limacomovamos.org/movilidad-y-transporte/observatorio-de-movilidad-urbana-informe-2015-2016/>
- Luna, C. (2010). Propuesta para la elaboración de presupuestos por medio de una metodología estructurada y herramientas de cómputo, como opción alternativa al software existente, para su uso en la Dirección General de Ingenieros de la Secretaría de la Defensa Nacional. [Tesis de postgrado, Universidad Iberoamericana]. Archivo digital. Obtenido de <http://ri.ibero.mx/handle/ibero/1202>

- Mayco Chávez, R. J. (2020). *Influencia de los aceites automotrices residuales en la contaminación de suelos de los servicentros del distrito de El Tambo*. [Tesis de Postgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Archivo digital. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6908>
- Mayta Rojas, J. W. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Archivo digital. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/403>
- Montilla, T. B., Mogollón, C. A., Gómez, J. D. A., & Arbolaez, I. A.. (2019). Aceite residual automotriz como aditivo en mezclas de hormigón: Si es factible su uso. *Matéria (rio De Janeiro)*, 24(2), e12343. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190002.0658>
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete*. Pearson Education Limited, Essex.
- NTP 334.009. (2013). *Norma Técnica Peruana*. Lima: INDECOPI.
- NTP 334.088. (2015). *CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto*. Lima: Indecopi.
- NTP 339.088. (2014). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland*. Lima: Indecopi.
- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima: Indecopi.
- NTP 400.011. (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (Concretos)*. Lima: Indecopi.
- NTP 400.012. (2001). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima: Indecopi.
- PERU21, N. (2022, febrero 17). *Sector automotriz: Actividad económica cerró el 2021 con avance de un 13.3% | Economía*. Peru21; Noticias peru21.

- Okashah, A. M., Abdulkareem, M., Ali, A., Ayeronfe, F., & Majid, M. (2020). Application of Automobile Used Engine Oils and Silica Fume to Improve Concrete Properties for Eco-Friendly Construction. *Environmental and Climate Technologies*. doi: <https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0008>
- Reyes, F. K. (2022). Resistencia a la compresión, flexión y abrasión de un concreto f'c 210 kg/cm² con adición de vidrio molido y piedra pómez en reemplazo parcial del agregado fino y grueso, Lima 2022. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*. <https://hdl.handle.net/11537/35382>
- Shafiq, N., Choo, C. S., & Isa, M. H. (2018). Effects of used engine oil on slump, compressive strength and oxygen permeability of normal and blended cement concrete. *Construction and Building Materials*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.195>
- Silva, W. F., Bolaños, E. Q., & Tovar, C. T. (2017). Caracterización físico-química de aceites usados de motores para su reciclaje. *Prospectiva*. doi:<http://dx.doi.org/10.15665/rp.v15i2.782>
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica (Vol. IV). México: Limusa Noriega Editores.
- Toroverero Saldaña, D. J. (2022). *Incorporación de fibra de acero en un concreto Fc=210 kg/cm² para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, Cajamarca 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Archivo digital. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/110204>
- Torres Gómez R., Aperador W., Vera E., Mejía de Gutierrez R., & Ortiz C. (2009). Estudio de la corrosión del acero embebido en concreto AAS sometido a cloruros. *DYNA*

Revista de la Facultad de Minas. Archivo digital. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7734739.pdf>

Vasquez Silva, Y. F., & Girón Gavidia, Y. C. (2019). *Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Universidad Nacional de Jaén. Archivo digital. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/244>

Yaphary, Y. L., Lam, R. H., & Lau, D. (2020). Reduction in cement content of normal strength concrete with used engine oil (UEO) as chemical admixture. *Construction and Building Materials*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119967>

AGRADECIMIENTO

A DIOS por la vida, la salud, la sabiduría y permitir culminar esta etapa de mi formación profesional con éxito.

Al Dr. Cristhiaan Sayed Apaza Panca por la asesoría y el tiempo brindado, por el compartir desinteresado de sus conocimientos y experiencias para enriquecer la presente investigación.

A mis maestros quiénes me inculcaron sus conocimientos y experiencias llenándome de conocimientos de gran valor.

A todas las personas de mi entorno cercano que de manera directa e indirecta se vieron inmiscuidos en esta labor y nos permitieron realizarla.

Flavio Segundo Ojeda Gaona

Agradezco a Dios por haberme dado la inteligencia desde mi nacimiento y que ha sido fundamental para poder avanzar, crecer y poder superarme personalmente y profesionalmente, en todos mis pasos siempre he sentido su presencia por las bendiciones que me han llevado a conseguir este importante logro profesional, le agradezco infinitamente por darme salud, vida y energía para seguir logrando muchos más éxitos venideros.

Agradezco a mi madre Isabel Chinchay Tineo por haberme educado y formado desde los primeros pasos de mi infancia, su apoyo ha sido el pilar para poder llegar hasta este importante logro profesional, pasando por inicial y primaria donde siempre destacué por mi inteligencia y poder terminar mi carrera profesional. Gracias mamita por tu gran consideración y estima personal, gracias por tus consejos y por inculcarme valores que me servirán por toda la vida, gracias por enseñarme a pensar sabiamente y a tener muchas ideas para el trabajo y las inversiones.

David Moron Correa

DEDICATORIA

A DIOS, por ser el creador de todo, por guiarme hasta este momento permitiéndome durante todo el camino asumir y superar retos.

Dedicó este trabajo a mis padres JOSE OJEDA MEZA y MELVI GAONA HERRERA, por su apoyo incondicional durante toda mi formación, por creer en mí y su gran anhelo de verme triunfar.

A mis hermanos y hermanas por su apoyo desinteresado, sus consejos y palabras de aliento y estar presentes en los momentos más oportunos.

Flavio

A DIOS, por sus bendiciones a lo largo de mi vida y que me han permitido conseguir este gran logro profesional. A mi madre Isabel Chinchay Tineo que siempre me apoyó en todo momento, deseando siempre verme triunfar y alegrándose de mis éxitos y logros personales y familiares conseguidos, también apoyaste a mi familia más cercana, eres tu mamita un ejemplo de buena madre, luchadora, trabajadora y de gran mentalidad hacia el éxito. Te dedico esta tesis y quiero decirte que ¡Te quiero mucho mamita Isabel!

David

ANEXOS

Anexo 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable		Dimensión	Indicadores	Unidad	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos
Tipo	Descripción					
V1: Variable Independiente	Aceite Residual de Motor	Porcentaje de incorporación	0.00%; 0.10%; 0.50%; 1% y 2%	%	Observación y análisis de documentos	Informes técnicos / investigación
V2: Variable Dependiente	Resistencia a la compresión del concreto	Propiedades físicas del concreto fresco	Asentamiento del concreto (MTC E-705)	cm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación, guía de análisis de documentos
			Peso Unitario (MTC E-714)	kg/cm ³		
			Contenido de aire (MTC E-706)	%		
		Propiedades Mecánicas del concreto endurecido	Resistencia a la compresión (MTC E-704)	kg/cm ²		

Anexo 2. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA AGREGADOS

1. Ensayo de Humedad del Agregado Fino



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TESISTAS	: BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA			
	: BACH. DAVID MORON CORREA			
	: CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN			
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023			
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA			
CANTERA	: OLANO			
MATERIAL	: AGREGADO FINO			
FECHA	: ABRIL DEL 2024			
CONTROL DE HUMEDAD				
MUESTRA	M - 01	M - 02	M - 03	PROMEDIO
RECIPIENTE N°	24	25	26	
1 Peso de la Lata + Suelo Húmedo	143.84	151.75	159.15	2.91
2 Peso de la Lata + Suelo Seco	140.37	148.21	155.59	
3 Peso de la Lata	21.45	28.47	30.54	
4 Peso de agua (1-2)	3.47	3.54	3.56	
5 Peso del suelo seco (2 - 3)	118.92	119.74	125.05	
6 Humedad (4 / 5 *100)	2.92	2.96	2.85	
Notas: Muestras tomadas en cada una de las progresivas exploradas, humedades que...				

LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
ING. WILIAM DELGADO PÉREZ
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

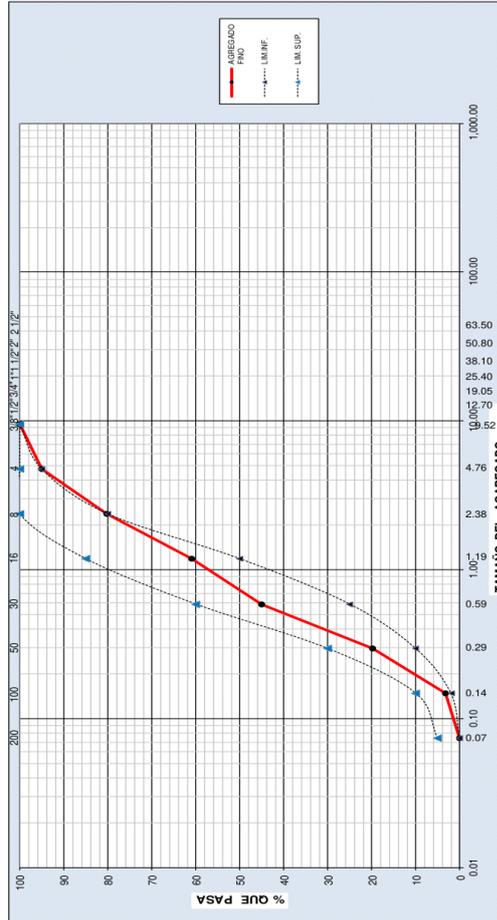
2. Granulometría de Agregado Fino



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
 HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
 E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023		CANTERA
TESTISTAS : BACH, FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA BACH, DAVID JORJON CORREA		MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO
UBICACIÓN : DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CALAMARCA		ZARANDEADA
FECHA : ABRIL DEL 2024		AGREGADO FINO
		M. CLASO



Tamices ASTM	Abertura mm.	AGREGADO FINO (ARENA)		ARENA ZARANDEADA	
		Peso Retenido gr.	% Retenido Parcial Acumulado	Que Pasa	Graduación
3/8"	9.525			100.00	
1/4"	6.350				
Nro 4	4.760	24.96	4.99	95.01	95 100
Nro 8	2.380	73.12	14.62	19.62	80 38 80 100
Nro 16	1.190	97.45	19.49	30.11	50 80 50 85
Nro 30	0.950	79.22	15.84	54.95	45 05 25 60
Nro 50	0.297	126.23	25.25	80.20	10 30
Nro 100	0.149	82.14	16.43	96.62	2 10
Nro 200	0.074	16.78	3.36	99.96	0 5
< Nro.200		0.10	0.02	100.00	0 00
TOTAL					
PESO INC.	500.00	499.90	100.00		

Observaciones:
 Agregado para elaborar concreto f_c = 280 Kg/cm².

NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONADA POR LOS SOLICITANTES.
 MÓDULO DE FINESZA ARENA: 2.96

ARENA : EXCELENTE MUY BUENA BUENA REGULAR MALA

William Delgado Pérez
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 WILMOTO H. SOBERÓN HERRERA
 INGENIERO LAJANISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. William Delgado Pérez
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

3. Ensayo de Gravedad específica y absorción de agregado fino



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO		
Método ASTM C -128		
TESISTAS	BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA	
	BACH. DAVID MORON CORREA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN	
PROYECTO	INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023	
UBICACIÓN	DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA	
MUESTRA	AGREGADO FINO	
CANTERA	OLANO	
FECHA	ABRIL DEL 2024	
DATOS		
A= Peso al aire de las muestra desecada (gr)		489.65
B= Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)		801.00
C= Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)		1108.00
S= Peso de la muestra Saturada con superficie seca (gr)		500.00
CÁLCULOS		
Peso Especifico Aparente	$A/(B+S-C)$	2.54
Peso Especifico Aparente S:S.S.	$S/(B+S-C)$	2.59
Peso Especifico Nominal	$A/(B+A-C)$	2.68
Absorción %	$100(S-A)/A$	2.11



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

4. Peso Volumétrico Suelto y Varillado del agregado fino



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO					
TESISTAS	:	BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA			
		BACH. DAVID MORON CORREA			
		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN			
PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023			
UBICACIÓN	:	DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA			
MATERIAL	:	AGREGADO FINO PARA CONCRETO			
CANTERA	:	OLANO			
FECHA	:	ABRIL DEL 2024			
Peso volumétrico suelto					
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO DEL MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO
3640	5301.44	12660	9020	1.7014	1.7039
3640	5301.44	12700	9060	1.7090	
3640	5301.44	12660	9020	1.7014	
Peso volumétrico varillado					
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO DEL MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO
3640	5301.44	13680	10040	1.8938	1.8960
3640	5301.44	13680	10040	1.8938	
3640	5301.44	13720	10080	1.9014	



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. William Delgado Pérez
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

5. Ensayo de Humedad del Agregado Grueso



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TESISTAS	:	BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA		
	:	BACH. DAVID MORON CORREA		
	:	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN		
PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023		
UBICACIÓN	:	DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA		
CANtera	:	OLANO		
MATERIAL	:	AGREGADO GRUESO		
FECHA	:	ABRIL DEL 2024		
CONTROL DE HUMEDAD				
MUESTRA	M - 01	M - 02	M - 03	PROMEDIO
RECIPIENTE N°	30	31	32	
1 Peso de la Lata + Suelo Húmedo	225.60	297.00	271.00	0.77
2 Peso de la Lata + Suelo Seco	223.99	294.90	269.50	
3 Peso de la Lata	28.53	47.25	38.15	
4 Peso de agua (1-2)	1.61	2.10	1.50	
5 Peso del suelo seco (2 - 3)	195.46	247.65	231.35	
6 Humedad (4 / 5 *100)	0.82	0.85	0.65	
Acciones: Se realizaron pruebas tomadas en cada una de las progresivas exploradas, se midieron los que están compuestos.				

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
William Delgado Pérez
INGENIERO H. SOBERÓN HERRERA
REGISTRO NACIONAL N° 107174

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
William Delgado Pérez
Ing. William Delgado Pérez
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

6. Granulometría de Agregado Grueso



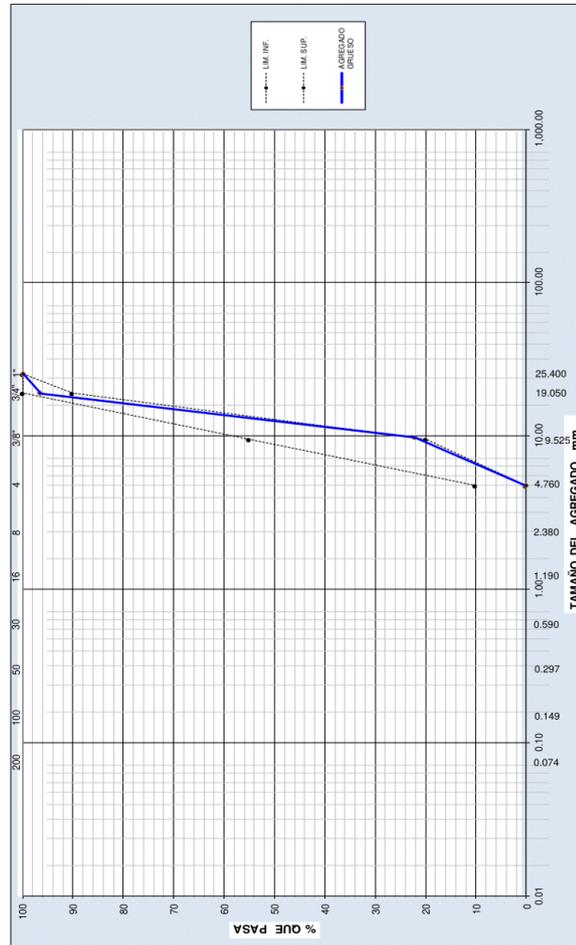
OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023		CANTERA	
TESTISTAS: BACH, FLAVIO SEGUNDO QUESA GAZMA		MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO	
UBICACIÓN: BACH, DAVID MORNON CORREA		AGREGADO GRUESO	
UBICACIÓN: DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA		T.M.N. 3/4" - CHANCADA	
FECHA: ABRIL DEL 2024		OLANO - JAÉN	

Tamiz ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido (g)	AGREGADO GRUESO (GRAVA)		GRAVA CHANCADA	
			Retenido Parcial	% Acumulado	Que Pasa	Graduación
2"	76.200	0.00	0.00	100.00	0.00	100
4"	100.000	3.41	3.41	96.59	3.41	90
7.5"	190.000	2832.00	61.00	64.05	35.60	55
11.2"	283.000	625.00	13.55	78.04	21.96	20
14.9"	354.000	6.350	1005.00	21.76	98.81	0
19.0"	476.000	9.00	0.19	100.00	0.00	0
TOTAL						
PESO NC:		4.636.00	100.00			



NOTA: LA MUESTRA BAFLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONA POR LOS SOLICITANTES.

GRAVA : EXCELENTE MUY BUENA BUENA REGULAR MALA

Observaciones:
Agregado para elaborar concreto f_c = 280 Kg/cm².

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Ing. William Delgado Pérez
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Ing. William Delgado Pérez
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

7. Ensayo de Gravedad específica y absorción de agregado Grueso



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO		
Método ASTM C -127		
TESISTAS	: BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA	
	: BACH. DAVID MORON CORREA	
	: CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023	
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA	
CANTERA	: OLANO	
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	
FECHA	: ABRIL DEL 2024	
DATOS		
A= Peso en el aire de las muestra seca (gr)		3153.00
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)		3184.00
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)		1989.50
CÁLCULOS		
Peso Especifico Aparente	$A/(B-C)$	2.64
Peso Especifico Aparente S:S:S.	$B/(B-C)$	2.67
Peso Especifico Nominal	$A/(A-C)$	2.71
Absorción %	$100*(B-A)/A$	0.98

LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Juanito H. Soboron Herrera
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. William Delgado Pérez
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

8. Peso volumétrico suelto y varillado del Agregado Grueso



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO						
TESISTAS	:	BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA				
	:	BACH. DAVID MORON CORREA				
	:	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN				
PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023				
UBICACIÓN	:	DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA				
CANTERA	:	OLANO				
MATERIAL	:	AGREGADO GRUESO				
FECHA	:	ABRIL DEL 2024				
Peso volumétrico suelto						
		PESO DEL MOLDE +	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO	
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	MATERIAL				
3640	5301.44	11320	7680	1.4487	1.3940	
3640	5301.44	10910	7270	1.3713		
3640	5301.44	10860	7220	1.3619		
Peso volumétrico varillado						
		PESO DEL MOLDE +	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO	
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	MATERIAL				
3640	5301.44	11940	8300	1.5656	1.5750	
3640	5301.44	12070	8430	1.5901		
3640	5301.44	11960	8320	1.5694		

LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
William Delgado Pérez
INGENIERO H. SOBERÓN HERRERA
RESPONSABLE

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
William Delgado Pérez
Ing. William Delgado Pérez
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

9. Ensayo de compresión del concreto



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO										
TESTISTAS		: BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA								
		: BACH. DAVID MORON CORREA								
		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN								
PROYECTO		: INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023								
UBICACIÓN		: 'DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA								
CONCRETO TIPO		: fc 280 Kg./cm ²								
CERTIFICADO		: CS - 050 - A - 24					FECHA: MARZO DEL 2024			
Testigos enviados:		<input type="checkbox"/>					Testigos elaborados por este laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/>			
1. RESISTENCIA A LA COMPRESION										
Molde N°	Fecha Fábrica	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro Molde cm	Area Molde cm ²	Lectura Dial kN	Carga Kgf.	Resistencia Kg/cm ²	Resistencia %	
MO 0% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
1	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	489.70	49,936	275.19	98	
MO 0% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
2	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	497.00	50,680	279.29	100	
MO 0% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
3	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	486.50	49,609	273.39	98	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
4	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	536.30	54,688	301.38	108	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
5	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	560.30	57,135	314.86	112	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
6	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	454.10	46,305	255.18	91	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
7	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	449.10	45,796	252.37	90	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
8	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	475.10	48,447	266.99	95	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
9	15/03/2024	7	22/03/2024	10.2	81.71	453.50	46,244	254.85	91	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
10	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	398.70	40,656	224.05	80	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
11	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	408.60	41,666	229.62	82	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
12	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	436.40	44,501	245.24	88	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
13	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	377.70	38,515	212.25	76	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
14	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	372.30	37,964	209.22	75	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
15	15/03/2024	7	22/03/2024	15.2	181.46	361.50	36,863	203.15	73	
Observaciones:										
* Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.										
** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas.										

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 INGENIERO CIVIL - INGENIERO DE LABORATORIO

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. William Delgado Pérez
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO										
TESISTAS		: BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA								
		: BACH. DAVID MORON CORREA								
		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN								
PROYECTO		: INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023								
UBICACIÓN		: 'DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA								
CONCRETO TIPO		: fc 280 Kg./cm ²								
CERTIFICADO		: CS - 056 - A - 24						FECHA: MARZO DEL 2024		
Testigos enviados:		<input type="checkbox"/>						Testigos elaborados por este laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/>		
1. RESISTENCIA A LA COMPRESION										
Molde	Fecha	Edad	Fecha	Diámetro	Area Molde	Lectura Dial	Carga	Resistencia	Resistencia	
Nº	Fábrica	Dias	Rotura	Molde cm	cm ²	kN	Kgf.	Kg/cm ²	%	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
1	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	606.70	61,866	340.94	122	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
2	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	601.20	61,306	337.85	121	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
3	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	598.70	61,051	336.44	120	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
4	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	627.40	63,977	352.57	126	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
5	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	604.90	61,683	339.93	121	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
6	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	623.20	63,549	350.21	125	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
7	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	540.20	55,085	303.57	108	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
8	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	592.60	60,429	333.02	119	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
9	15/03/2024	14	29/03/2024	10.2	81.71	565.80	57,696	317.95	114	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
10	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	560.50	57,155	314.98	112	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
11	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	470.50	47,978	264.40	94	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
12	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	581.60	59,307	326.83	117	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
13	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	519.40	52,964	291.88	104	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
14	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	507.00	51,700	284.91	102	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
15	15/03/2024	14	29/03/2024	15.2	181.46	491.00	50,068	275.92	99	
Observaciones:										
* Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.										
** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas.										

LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
ING. WILIAM DELGADO PÉREZ
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. **Wiliam Delgado Pérez**
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO										
TESISTAS		: BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA								
		: BACH. DAVID MORON CORREA								
		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN								
PROYECTO		: INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023								
UBICACIÓN		: "DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA								
CONCRETO TIPO		: fc 280 Kg./cm ²								
CERTIFICADO		: CS - 065 - A - 24					FECHA: ABRIL DEL 2024			
Testigos enviados:		<input type="checkbox"/>					Testigos elaborados por este laboratorio:			<input checked="" type="checkbox"/>
1. RESISTENCIA A LA COMPRESION										
Molde N°	Fecha Fábrica	Edad Dias	Fecha Rotura	Diámetro Molde cm	Area Molde cm ²	Lectura Dial kN	Carga Kgf.	Resistencia Kg/cm ²	Resistencia %	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
1	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	605.40	61,734	340.21	122	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
2	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	667.70	68,087	375.22	134	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
3	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	678.50	69,188	381.29	136	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
4	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	678.80	69,219	381.46	136	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
5	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	662.10	67,516	372.07	133	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
6	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	669.60	68,280	376.29	134	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
7	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	611.10	62,315	343.41	123	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
8	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	598.20	61,000	336.16	120	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
9	15/03/2024	21	05/04/2024	10.2	81.71	605.30	61,724	340.15	121	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
10	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	576.20	58,756	323.80	116	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
11	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	569.20	58,042	319.87	114	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
12	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	565.20	57,635	317.62	113	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - I (fc = 280 Kg/cm ²)										
13	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	546.20	55,697	306.94	110	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - II (fc = 280 Kg/cm ²)										
14	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	550.00	56,085	309.08	110	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - III (fc = 280 Kg/cm ²)										
15	15/03/2024	21	05/04/2024	15.2	181.46	557.20	56,819	313.12	112	
Observaciones:										
* Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.										
** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas.										

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 WILFREDO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

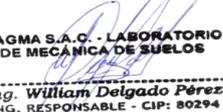
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. William Delgado Pérez
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO										
TESISTAS		: BACH. FLAVIO SEGUNDO OJEDA GAONA								
		: BACH. DAVID MORON CORREA								
		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN								
PROYECTO		: INFLUENCIA DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS ESPECIALES DE LA CIUDAD DE JAÉN - 2023								
UBICACIÓN		: 'DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA								
CONCRETO TIPO		: fc 280 Kg./cm ²								
CERTIFICADO		: CS - 070 - A - 24						FECHA: ABRIL DEL 2024		
Testigos enviados:		<input type="checkbox"/>						Testigos elaborados por este laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/>		
1. RESISTENCIA A LA COMPRESION										
Molde N°	Fecha Fábrica	Edad Días	Fecha Rotura	Diámetro Molde cm	Área Molde cm ²	Lectura Dial kN	Carga Kg.	Resistencia Kg/cm ²	Resistencia %	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
1	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	681.90	69.535	383.20	137	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
2	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	688.70	70.228	387.02	138	
M0 0% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
3	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	685.30	69.881	385.11	138	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
4	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	739.80	75.439	415.74	148	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
5	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	732.50	74.694	411.63	147	
M1 0.1% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
6	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	736.20	75.072	413.71	148	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
7	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	717.10	73.124	402.98	144	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
8	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	627.90	64.028	352.85	126	
M2 0.5% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
9	15/03/2024	28	12/04/2024	10.2	81.71	628.60	64.100	353.24	126	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
10	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	627.50	63.987	352.63	126	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
11	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	632.40	64.487	355.38	127	
M3 1% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
12	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	625.40	63.773	351.45	126	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - I							(fc = 280 Kg/cm ²)			
13	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	603.00	61.489	338.86	121	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - II							(fc = 280 Kg/cm ²)			
14	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	580.80	59.225	326.38	117	
M4 2% ARA - TMN 3/4" - III							(fc = 280 Kg/cm ²)			
15	15/03/2024	28	12/04/2024	15.2	181.46	594.90	60.663	334.31	119	
Observaciones:										
* Los datos del proyecto fueron declarados por los tesisistas.										
** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los tesisistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Tesisistas.										

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANITO H. SOBORON HERRERA
 INGENIERO EN GEOTECNIA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Ing. William Delgado Pérez
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

Anexo 3. PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 14

Muestreo de Agregado Grueso T.M.N 3/4" de Zona de Acopio, Cantera Olano



Fuente: Elaboración Propia

Figura 15

Muestreo de Agregado Fino de Zona de Acopio, Cantera Olano



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16

Ejecución de ensayo Granulometría de Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 17*Ejecución de ensayo de Granulometría de Agregado Fino*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 18*Procedimiento de dosificación de Aceite Residual Automotriz*

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19*Realización de Ensayo Peso Unitario Suelto de Agregado Grueso*

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20

Realización de Ensayo Peso Unitario Varillado de Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 21

Realización de Ensayo Peso Unitario Suelto de Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22

Realización de Ensayo Peso Unitario Varillado de Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 23

Procedimiento para elaboración de testigos de concreto sin ARA



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24

Procedimiento para elaboración de testigos de concreto con ARA



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 25

Ejecución de ensayo de Asentamiento del Concreto Fresco



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 26*Ejecución de ensayo de Contenido de Aire en Concreto Fresco*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27*Ejecución de ensayo de Contenido de Aire en Concreto Fresco con ARA*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28*Ejecución de ensayo de Asentamiento del Concreto Fresco con ARA*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29

Procedimiento para cálculo de Peso Unitario del Concreto Fresco



Fuente: Elaboración Propia

Figura 30

Procedimiento para cálculo de Peso Unitario del Concreto Fresco con ARA



Fuente: Elaboración Propia

Figura 31

Medición de temperatura del Concreto Fresco



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 32

Ensayo de compresión de testigos de concreto patrón (MO 0% ARA). 7 días



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 33

Ensayo de compresión de testigos de concreto patrón (MO 0% ARA). 28 días



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 34

Ensayo de compresión de testigos de concreto (MI 0.1% ARA). 28 días



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 35

Ensayo de compresión de testigos de concreto (M2 0.5% ARA). 28 días



Fuente: Elaboración Propia

Figura 36

Ensayo de compresión de testigos de concreto (M3 1% ARA). 28 días



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 37

Ensayo de compresión de testigos de concreto (M4 2% ARA). 28 días



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38

Resultados de ensayo de compresión de Concreto



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 39

Ensayo a la compresión de Concreto sin ARA. A los 28 días



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 40

Ensayo a la compresión de Concreto Optimizado con ARA. A los 28 días



Fuente: Elaboración Propia.