



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORAS:

Tello Barbagelata, Krisha Daneth (ORCID: 0000-0002-9792-0377)

Vilca Chumpisuca, Miriam Ashly (ORCID: 0000-0001-7881-1055)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Autora, Tello Barbagelata

En primer lugar, a Dios por guiar mi camino y al amor de mi vida mi Madre Sandra Barbagelata, por darme su fortaleza en momentos difíciles y enseñarme a superar cada obstáculo para lograr esta meta. Te amo, esto es por ti.

A mí Padre y hermanos, por siempre haberme hecho saber que puedo lograr lo que me proponga y sentirse orgullosos de mí. A mi familia en general y una persona en especial porque sé que cada logro también es una alegría para ellos.

Autora, Vilca Chumpisuca

Dedico este Proyecto de Investigación a mis padres; Juan Alfredo Vilca Flores y Marta Chumpisuca Sánchez, quienes me apoyaron incondicionalmente para ser cada día mejor y no rendirme sin importar que tan difícil sea la situación en la que nos hemos encontrado, a ser perseverante y luchar por mis sueños.

A mis hermanos, William Vilca Chumpisuca quien con su orientación y confianza he llegado ser mejor persona y Oliberth Vilca Chumpisuca quien a pesar de su corta edad me ayudo a ser más fuerte en cada paso que he dado.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos con vida, salud e inteligencia y en especial a nuestros padres por las enseñanzas y apoyo que nos brindaron desde pequeñas, el cual se reflejan hoy en día en nuestra persona. Este logro es por ustedes, quienes nos dieron la mejor herencia que es nuestra profesión y confiaron en nosotras para culminar esta etapa maravillosa de nuestras vidas.

A nuestro querido amigo Lear Flores Castañeda quien a pesar de la distancia y la coyuntura que estamos atravesando, confió y nos apoyó incondicionalmente desde inicio a fin en nuestro Proyecto de Investigación.

A nuestro asesor el Mg. Benites Zúñiga, José Luis, por guiarnos en esta etapa final de la carrera y brindarnos sus conocimientos en las horas de asesoría y a su vez ayudarnos a lograr el anhelo de titularnos como Ingenieras Civiles.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras y Gráficos.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización	23
3.3. Población, muestra y muestreo	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos	26
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	52

Índice de Tablas

Tabla 1. Propiedades físicas	15
Tabla 2. Propiedades físicas de la escoria	16
Tabla 3. Caracterización de las mezclas de concreto	17
Tabla 4. Selección de Asentamiento	21
Tabla 5. Resumen de muestras para compresión	24
Tabla 6. Resumen de muestras para flexión	25
Tabla 7. Resumen de muestras totales	25
Tabla 8. Trabajabilidad en el slump	25
Tabla 9. Ensayos a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm ² a los 7 días	32
Tabla 10. Ensayo a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm ² a los 14 días	29
Tabla 11. Ensayo a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm ² a los 28 días	30
Tabla 12. Resistencia a la flexión del concreto $F'c=210$ kg/cm ² a los 7 días	32
Tabla 13. Resistencia a la flexión del concreto $F'c=210$ kg/cm ² a los 28 días	33
Tabla 14. Ensayos del SLUMP a los 00 minutos	35
Tabla 15. Ensayos del SLUMP a los 30 minutos	36
Tabla 16. Ensayos del SLUMP a los 60 minutos	37

Índice de Figuras y Gráficos

Figura 1. La puzolana.....	13
Figura 2. La escoria.....	13
Figura 3. La elaboración del cemento paso a paso.....	16
Figura 4. Ensayo de resistencia a la compresión.....	18
Figura 5. Ensayo de la resistencia a la flexión o módulo de rotura.....	19
Figura 6. Ensayo del Slump.....	20
Figura 7. Mapa Político del Perú.....	28
Figura 8. Mapa de la Región de Lima.....	29
Figura 9. Mapa del distrito de Villa María del Triunfo.....	29
Figura 10. Distrito de Villa María del Triunfo.....	30
Figura 11. Ensayo de Resistencia.....	32
Figura 12. Probetas de concreto.....	32
Figura 13. Ensayo de Resistencia a la Flexión.....	32
Figura 14. Vigas de concreto.....	32
Figura 15. Ensayo del Slump.....	35
Figura 16. Compactación con varilla.....	35
Gráfico 1. Ensayo de la Compresión a los 7 días.....	28
Gráfico 2. Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días.....	29
Gráfico 3. Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 28 días.....	31
Gráfico 4. Ensayo a la Resistencia a la Flexión a los 7 días.....	33
Gráfico 5. Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días.....	34
Gráfico 6. Ensayo del SLUMP a los 00 minutos.....	36
Gráfico 7. Ensayo del SLUMP a los 30 minutos.....	37
Gráfico 8. Ensayo del SLUMP a los 60 minutos.....	38
Gráfico 9. Resistencia a la Compresión - comparación del cemento Puzolánico y de escoria con diferentes autores.....	40
Gráfico 10. Ensayos del SLUMP - comparación del cemento puzolánico y de escoria con diferentes autores.....	42

Resumen

Esta Investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, se evaluó a través de ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y la trabajabilidad del concreto; la metodología utilizada es de diseño experimental de carácter cuasi experimental, de nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión utilizando el cemento tipo IP a edad de 7, 14 y 28 días fueron 146.6 kg/cm², 197.1 kg/cm² y 264.5 kg/cm²; y para el tipo MS se obtuvo una resistencia de 206.0 kg/cm², 245.2 kg/cm² y 270.8 kg/cm². En los ensayos de resistencia a la flexión a edad de 7 y 28 días para el cemento tipo IP fueron 2.77 MPa y 3.93 MPa y para el tipo MS fueron 3.4 MPa y 4.23 MPa. Para hallar la trabajabilidad se realizó el ensayo del SLUMP en los tiempos de 00 – 30 – 60 minutos para el cemento tipo IP se obtuvo 5 ¼ ”, 3” y 2”; para el tipo MS fueron 4”, 2 ½” y 2”. Se llegó a la conclusión que al utilizar ambos cementos influyen positivamente en las propiedades del concreto, ya que se obtuvieron mejores resultados que el concreto patrón; resaltando que el cemento tipo MS es más recomendable por los óptimos resultados obtenidos en nuestro proyecto de investigación.

Palabra clave: Concreto, cemento puzolánico tipo IP, cemento de escoria tipo MS, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad.

Abstract

The general objective of this research was to determine the influence of pozzolanic cement and slag on the properties of concrete for a rigid pavement, it was evaluated through tests of compressive strength, flexural strength and concrete workability; The methodology used is of an experimental design of a quasi-experimental nature, of an explanatory level and a quantitative approach. The results obtained for the compressive strength using the IP type cement at 7, 14 and 28 days old were 146.6 kg / cm², 197.1 kg / cm² and 264.5 kg / cm²; and for the MS type a resistance of 206.0 kg / cm², 245.2 kg / cm² and 270.8 kg / cm² was obtained. In the flexural strength tests at age 7 and 28 days for the IP type cement they were 2.77 MPa and 3.93 MPa and for the MS type they were 3.4 MPa and 4.23 MPa. To find the workability, the SLUMP test was carried out in the times of 00 - 30 - 60 minutes for the IP type cement, 5 ¼ ", 3" and 2 "were obtained; for the MS type they were 4 ", 2 ½ " and 2 ". It was concluded that when using both cements they positively influence the properties of the concrete, since better results were obtained than the standard concrete; highlighting that the MS type cement is more recommended due to the optimal results obtained in our research project.

Keyword: Concrete, IP type pozzolanic cement, MS type slag cement, compressive strength, flexural strength, workability.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que determinó la existencia del ser humano fue el clima, ya que, de acuerdo a este, las personas fueron adecuando su estilo de vida, así como las necesidades que deben de suplir. Sin embargo, el clima es una característica inherente de cada lugar y a su vez muy variable, lo que en el transcurso del tiempo se convirtió en un reto y desafío para el desarrollo de las actividades humanas. Ejemplo de ello lo pudimos ver en la ingeniería vial, en donde las características climáticas de una zona fueron determinantes al momento de concebir, diseñar y ejecutar una obra vial; ya que al no tenerse en cuenta estas características se corre el riesgo de que la obra que se pueda desarrollar se vea afectada de alguna u otra manera, mermando el desempeño óptimo y el funcionamiento para el que fue previsto.

La falla de los pavimentos se encuentra presente en muchas partes del mundo ejemplo de ello fue Costa Rica, en donde la humedad que registró el país es muy elevada; asimismo, se identificó una topografía y climatología variada. La humedad, altas temperaturas y excesivas precipitaciones que se encontraron presentes en diversas zonas del país fueron los principales factores que afectaron al pavimento y su estructura. Es necesario precisar que una de las principales causas que generó que los pavimentos fallen, fue que para el diseño de los mismos se utilizó el método AASTHO 93; el cual estuvo basado en estudios climáticos y geotécnicos ajenos a la realidad del país. Como resultado de lo mencionado anteriormente, en la red vial de Costa Rica existieron zonas en donde la pavimentación realizada presentó fallas, lo que afectó directamente en la serviciabilidad y vida útil de la misma, así como en la calidad de vida de la población circundante a las áreas críticas.¹

Esta realidad no fue ajena a nuestro país ya que debido a la geología que esta presentó existió una diversidad enorme de climas que a su vez presentaron grandes retos en la ingeniería vial. Ejemplo de lo mencionado fue la provincia de Ica, en donde se pudo apreciar que el clima fue un factor que afectó al pavimento. Ica es una ciudad que presentó pavimentación rígida y flexible, así como altas

¹ (PERRERA Lizano, 2015 págs. 1,3)

temperaturas las cuales presentaron mayor afectación en zonas urbanas, situación que generó que el clima sea un factor influyente en el diseño, ejecución y operación de los pavimentos. Debido a ello en dicha ciudad existieron diversas zonas en las que se pudieron apreciar que los pavimentos presentaron una gran proporción de deterioro, evidenciando un gran problema ya que muchos de ellos habían fallado antes de cumplir la vida útil para la que fueron diseñados. Cabe recalcar que una inadecuada gestión, falta de normativas, un inadecuado mantenimiento de la red vial y no considerar el clima como factor influyente en el comportamiento de los pavimentos, ocasionaron que la infraestructura vial se vea afectada no teniendo la capacidad de gestión necesaria para afrontar tal situación lo que se vio reflejado en muchas vías de la ciudad.²

En el ámbito local un ejemplo claro de esta problemática es la Av. El Paraíso ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo, departamento de Lima, que según SENAMHI es un distrito que presenta una humedad del 100%.³ Esta avenida es una vía principal, que da acceso a varios asentamientos humanos, de allí la importancia de la pavimentación de la misma. Sin embargo, cuando se realizó años atrás la pavimentación del tramo I de esta avenida se realizó una pavimentación flexible y se pudo verificar que el clima fue un factor determinante en el desempeño del pavimento, el cual sufrió múltiples fallas motivo por el cual posteriormente fue reemplazado por una pavimentación rígida, la que se mantiene hasta la actualidad. De acuerdo a cifras recogidas en el censo nacional de 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, la población de este distrito ha crecido un 0.5% en referencia al anterior censo haciendo un total de 398 433 habitantes,⁴ lo que ha generado una expansión del mismo y por ende la necesidad de continuar con las obras de infraestructura vial.

La continuación de esta avenida corresponde al tramo II el mismo que no se encuentra pavimentado, ocasionando que esta avenida sea una fuente de emisión de polvo, un lodazal en épocas de lluvia y sumada la humedad de la zona, se afecte

² (CONDORCHOA Anculle, 2019 pág. 1)

³ (SENAMHI, 2020)

⁴ (INEI, 2018)

la salud y el bienestar de la población, así como los escasos de transporte. Teniendo en cuenta la experiencia ganada en el tramo I esta investigación plantea como alternativa de solución a esta problemática la pavimentación de esta avenida mediante un pavimento rígido, que a su vez pueda tener un desempeño óptimo ante factores climáticos desfavorables, reduzca la contaminación ambiental sin que esto pueda afectar el desempeño del mismo. Teniendo en cuenta lo mencionado líneas arriba es que esta investigación plantea utilizar el cemento puzolánico y el cemento de escoria para realizar el concreto de la capa de rodadura, a la vez que se evalúan y comparan cada uno de ellos a fin de poder determinar quien presenta un mejor desempeño y pueda ser considerado en una futura pavimentación de esta avenida.

El planteamiento del problema general de este Proyecto de investigación es ¿De qué manera influye el cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020?, por lo cual también se planteó 3 Problemas específicos: el primero ¿De qué manera influye el cemento puzolánico y de escoria en la resistencia a la compresión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020?, por consiguiente ¿De qué manera influye el cemento puzolánico y de escoria en la resistencia por flexión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020? Y para concluir ¿De qué manera influye el cemento puzolánico y de escoria en la trabajabilidad del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020?.

Nuestra justificación social, de esta investigación se obtendrá de alternativas de solución ante la problemática que existe en el Distrito de Villa María del Triunfo para una mejora y conservación de los pavimentos que son afectados por el factor clima, la cual beneficiará a los distintos asentamientos humanos que tengan que transitar por esta vía principal ya que podrán contar con diferentes métodos para que cuando esta sea pavimentada pueda tener una mayor vida útil y sea más resistente ante las situaciones climatológicas que existen en dicho lugar , por lo que causará un impacto positiva en la vida de la población, así mismo, la justificación práctica es la alta humedad que se presenta y la importancia que tiene esta en una infraestructura vial, por lo que se presentan alternativas de solución al usar el cemento puzolánico

y de escoria para el concreto del pavimento rígido, la justificación teórica está sustentada contribuyendo con más información veraz y de tipo experimental en relación al uso del cemento puzolánico y de escoria como reemplazos en la mezcla del concreto con el cemento tradicional, la cual tendremos conocimientos cuál de estas tiene un mejor resultado ante las propiedades mecánicas del concreto y la justificación metodológica se basa con el manejo de las variables independientes que son el cemento puzolánico y de escoria para así implementar nuevas alternativas de solución, asimismo mejorar y cumplir con la metodología propia de la investigación y aplicarlos de acuerdo a las necesidades que requiere la población.

Nuestro Proyecto de Investigación tiene como Objetivo general determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020, así mismo planteamos 3 Objetivos específicos, el cual será Determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en la resistencia a la compresión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020, Determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en la resistencia por flexión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020 y para finalizar Determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en la trabajabilidad del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.

La Hipótesis general de nuestro Proyecto de Investigación se plantea de la siguiente manera: El cemento puzolánico y de escoria influye en las propiedades del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020, a su vez Se planteó 3 Hipótesis específicas: El cemento puzolánico y de escoria influye en la resistencia a la compresión para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020, El cemento puzolánico y de escoria influye en la resistencia por flexión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020 y por último el cemento puzolánico y de escoria influye en la trabajabilidad del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En este punto se tiene como finalidad poder recopilar información como referencia y guía para nuestro tema de investigación. A su vez, verificar el uso de la puzolana y de la escoria en la elaboración de un hormigón para un pavimento rígido.

A continuación, se dará a conocer algunas investigaciones tanto nacionales como internacionales sobre el implemento de la puzolana y escoria en el concreto.

González (2015), ejecuto un estudio de áridos siderúrgicos a base de escoria en Barcelona, teniendo como objetivo evaluar la viabilidad en la elaboración de hormigones con una sustitución del 100% de áridos gruesos y 80% de áridos finos, a su vez evaluar el comportamiento en las capas de rodadura de un pavimento. Los resultados de los ensayos en las propiedades mecánicas del hormigón demuestran que el uso de estos áridos a base de escoria llega a tener un mejor comportamiento que un hormigón convencional, lo cual da como resultado un 25% y 65% de resistencia a la compresión y tracción que un hormigón convencional; la aplicación en la capa de rodadura presenta mayor resistencia al deslizamiento y a la abrasión. Por lo tanto, se concluye que es el uso de áridos siderúrgicos a base escoria es una alternativa viable y sostenible para la elaboración de un hormigón, ya que, su comportamiento tanto en las propiedades mecánicas y la durabilidad de este no se ve afectado por la escoria, sino al contrario, es igual o mejor al obtener una mejor dosificación.

Carrera y Zea (2018). En su tesis plantea como objetivo general utilizar las diferentes dosificaciones de fibra de acero DRAMIX 3D para elaborar el comportamiento mecánico del hormigón para aplicarlo en la construcción de vías con pavimento rígido. La conclusión de la tesis es respecto a las dosificaciones de fibra de acero que se utilizaran para realizar en la mezcla del hormigón siendo estas de 0 kg/m³, 5 kg/m³, 10 kg/m³, 15 kg/m³, 20 kg/m³, 25 kg/m³; la cual se puede identificar que las fibras de acero ofrece muchas ventajas al hormigón ya que su capacidad residual de esta va en aumento cada vez que se va aumentando la cantidad de fibras de acero DRAMIX 3D en la mezcla, asimismo, al utilizar la máxima dosificación de 25 kg/m³ se obtuvo el doble de la resistencia máxima a la

tracción por flexión que se obtiene con una mezcla tradicional. Además, se pudo demostrar que no simplemente es favorable para lo anteriormente mencionado sino también que las fibras de acero DRAMIX 3D en el hormigón permite el control de las fisuras y le aporta ductilidad a ello; finalmente esta resulta conveniente utilizarla ya que para realizar su aplicación de las fibras no se requiere mano de obra especializada y al poder ser vertidas directamente a la mezcla de hormigón genera reducción de tiempo de construcción.

Melgarejo (2019), realizó una investigación en la ciudad de Pasco, el cual identificó como objetivo comprobar la resistencia a la compresión en un concreto permeable con escoria en los pavimentos urbanos de la localidad de San Juan - distrito de Yanacancha, a su vez poder comparar la relación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto. El tipo de investigación que se realizó fue aplicada y experimental, siendo los pavimentos urbanos la población de este estudio, el muestreo fue probabilístico y se desarrolló entre la Av. Bolognesi y Barrio Villa Sol, asimismo, los instrumentos empleados son la observación y documentación que avale la confiabilidad de los resultados. En Pasco durante las épocas de invierno el pavimento sufre grandes deterioros por la gran acumulación de agua, lo cual trae como secuelas un pavimento menos resistente. Por ello, se elaboró una investigación realizando diferentes pruebas de concreto añadiendo el 5%, 15% y 20% de escoria. Los resultados de esta investigación demuestran que a más escoria menos resistencia a la compresión, por conclusión es aceptable trabajar con el 5% de escoria ya que este trae mejores resultados (261.8 kg/cm²) y supera las expectativas mínimas de la resistencia de 210 kg/cm² y en relación con la trabajabilidad se demostró un SLUMP de 4" el cual proporciona una resistencia a la compresión mayor que a un SLUMP de 6". En conclusión, si se utiliza más porcentaje de escoria su asentamiento será mayor y su resistencia disminuye.

Cortez y Sánchez (2006) realizaron una investigación en la ciudad de Trujillo, el cual tuvo como objetivo general conocer el comportamiento de los Cementos Portland tipo MS producidos con Clinker tipo V y los producidos con Escoria BFS de alto horno. El tipo de investigación que se realizó fue aplicada y experimental y su muestreo fue probabilístico. Para poder ser considerado un cemento con

adiciones de escoria es necesario contener entre 25% - 70% de escoria, por lo cual se hicieron ensayos químicos al cemento portland tipo MS de Pacasmayo para ver los componentes de este, donde se demostró los componentes de: Clinker tipo I al 60%, yeso al 5%, caliza al 5% y escoria a un 30%, por ende, este cemento es clasificado como cemento de escorio o también llamado cemento con adiciones de escoria. En esta investigación se realizaron 4 testigos diferentes añadiendo cemento portland tipo V en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%, a su vez modificando el porcentaje de escoria entre un 25%, 20%, 15% y 10%; los resultados demuestran que al utilizar el 15% de cemento portland tipo V y 15% de escoria tiene la misma reacción que al solo utilizar un 30% de escoria. Se concluyó que el cemento tipo V posee características similares a la escoria de alto horno, en cuanto a su influencia en el cemento tipo MS por lo tanto se podrá disminuir la escoria sin afectar su calidad.

Miranda y Rado (2019). En su investigación que realizó tuvo como objetivo general plantear diferentes mezclas de concretos reforzados con fibras de acero, cemento puzolánico y aditivos químicos para los pavimentos rígidos. Los principales resultados obtenidos al realizar los diferentes ensayos de las 12 mezclas fueron; que al sacar el costo total con el cemento normal fue de 99,981.15 pero hubo dos tipos de mezclas M5 de costo (103,496.55soles) que fue la mayor y M6 de (68,255.49soles) siendo la menor, existe una variación debido a que la cantidad de concreto se reduce para utilizar las mezclas con fibras que cumplan con las especificaciones, se pudo apreciar también en el módulo de rotura vs dosis de fibras y variación que el módulo de rotura debe ser mayor a 45 kg/cm² para un concreto reforzados con fibra en la que se aprecia que en la mezcla con relación a/c= 0.40 supera los 45kg/cm² pero los costos de producción son mayor a comparación del concreto normal en obra; teniendo la relación a/c= 0.45 estos son los que se adaptan mejor a lo que se requiere y el costo se mantiene con una variación aceptable; finalmente al utilizar la relación a/c= 0.50 esta no cumple con las especificaciones que se requiere, ya que al utilizar las fibras de acero en el concreto estos costos serían excesivos lo cual no es recomendable.

Párraga y Torres (2021), en su investigación realizada, propusieron utilizar cementos puzolánicos para un nuevo diseño de concreto y así mejorar la durabilidad en la elaboración de un pavimento rígido con refuerzo continuo para las vías del sur de Lima, e indicaron un objetivo específico resaltante el cual fue determinar las características en estado fresco y endurecido del concreto para una vida útil y buen desempeño; el tipo de investigación que se realizó fue aplicada y experimental, En sus resultados nos da a conocer las comparaciones del cemento puzolánico tipo IPM y el cemento puzolánico tipo HS, cada uno de ellas con 4 diferentes relación a/c y así obtener las propiedades del concreto en estado fresco como son la pérdida de asentamiento donde se obtuvo para el Tipo IPM en relación a/c 0.40 en 0 min - 5 3/4" , 30min - 4 3/4" , 60min - 3 1/2" y 90min 2 1/2" y en el cemento tipo HS 0 min - 6" , 30min - 4 3/4" , 60min - 4" y 90min 2 1/2" así mismo su temperatura de cada uno de ellos y en el concreto en estado endurecido para poder conocer la resistencia a compresión y la resistencia a la flexión a las edades de 7, 14 y 28 días en dónde se obtuvo como resultado en el cemento tipo IP relación a/c 0.40 que a la edad de 28 días se obtuvo un $F'c = 392.15 \text{ kg/cm}^2$ y el cemento tipo HS obtuvo 413.95 kg/cm^2 superando ambos la resistencia mínima propuesta de 310 kg/cm^2 ; y la resistencia a flexión para el mismo fue $M_r = 42.13 \text{ kg/cm}^2$ y 49.54 kg/cm^2 superando ambos el mínimo propuesto de 35 kg/cm^2 respectivamente. Con ello se podrá analizar y saber cuál es el resultado óptimo para su propuesta de diseño. Dónde se pudo concluir que de los 4 relación a/c el diseño óptimo que se encuentre dentro del mínimo y máximo propuesto es la M6 con relación a/c 0.40 y de cemento puzolánico tipo HS dónde se obtuvo como resultado a una edad de 7 días $F'c = 303.62 \text{ kg/cm}^2$, 14 días $F'c = 391.85 \text{ kg/cm}^2$ y a los 28 días $F'c = 413.95 \text{ kg/cm}^2$ dónde se puede concluir que el cemento puzolánico permite obtener mejores resultados a la resistencia ya que existe menor cantidad de vacíos y reduciendo así la permeabilidad, con siguiente a ello en la resistencia a flexión también se concluyó que el diseño óptimo se obtuvo en la M6 cemento tipo HS obteniendo un $M_r = 49.54 \text{ kg/cm}^2$ encontrándose entre el rango de 34 - 50 kg/cm^2 .

Apareciada, Angulski, Stein, Costas, Pereita y Matoski (2017), indican que los cementos alcalinos activos, conocidos como CAT, disminuyen até 80% de CO_2 en

comparação com um cimento Portland convencional. O objetivo é investigar as propriedades químicas e físicas da escória de alto forno para substituir o clínquer em sua totalidade e assim obter um cimento ecológico, ideal para reduzir a poluição. Da mesma forma, foram realizados testes com dois tipos de escória de alto forno: tipo A (carvão, ácido) e tipo B (coque, básico), adicionando 5% de hidróxido de sódio a cada amostra para reduzir a porosidade no amostras. A resistência à compressão foi avaliada no período de 7 e 28 dias de idade, o calor de hidratação e uma investigação das microestruturas, o que resultou na escória tipo A ter melhor resistência aos comportamentos mecânicos com 48 MPa no seus 28 dias em relação ao tipo B que obteve 10 MPa, concluindo que o uso da escória tipo A em cimentos alcalinos ativos gera um maior desenvolvimento, visto que o calor de hidratação liberado é menor e com microestrutura menos porosa.

El éxito de esta investigación es aplicar la escoria de alto horno (carbón vegetal, ácido) para la elaboración de un cemento alcalino activos, del cual se obtuvo una resistencia a los comportamientos mecánicos de 48 MPa a sus 28 días y muestra mejores comportamientos, ya que su calor de hidratación liberada es menor y cuenta con una microestructura menos porosa.

Hoppe, Gobbi, Pereira, Quarconi y Farias (2017). Realizam ensaios de resistência à compressão conforme a NBR 5.751, que é a norma específica para determinar a atividade pozolânica com cal no Brasil; Sabe-se que o cimento é essencial para a execução de concreto e argamassa. O objetivo desta pesquisa é apresentar o funcionamento dos minerais naturais da pozolana na compressão, dando ênfase ao preparo da argamassa. Isso os leva a realizar testes com pozolanas compostas por minerais como: casca de arroz, cinza volante e sílica ativa incluindo cal em todos os momentos; Os resultados dos ensaios de compressão de acordo com a norma acima citada dão um mínimo de 6,1 MPa, o que os leva a concluir que esses minerais na argamassa não possuem ativação química, portanto, são adições não pozolânicas, mesmo assim atendidos os requisitos da NBR 5.751, esses agregados minerais escolhidos como pozolânicos não funcionam.

Las funciones de los minerales naturales de la puzolana incluyendo la cal para la elaboración de hormigón y mortero según la norma NBR 5.751 de Brasil. Se realizaron ensayos de compresión, dando como resultado 6.1 MPa, el cual cumple

con los requisitos de la norma, pero no tiene una activación química, el cual los hace adiciones no puzolánicas. Dando como conclusión que estos minerales naturales nos funcionan.

Samanasa (2016) in his scientific article experiments on the pozzolanic effect of volcanic ash in roller compacted concrete, its main objective is to improve the resistance of concrete using pozzolan volcanic ash. Compression and flexural tests were carried out at 3 days, 28 days and 180 days with percentages of pozzolan of 20%, 40% and 60%, for which they resulted in compressive strength at 3 days of form negative, at 28 days they show that when using 20% pozzolana it reaches a resistance of 35 MPa and the other percentages are less than 20 MPa and for 180 days a resistance was obtained with 20% pozzolana of 44.6 MPa, with 40% a resistance of 36.1 Mpa and with 60% a resistance of 26.7 Mpa. The results in flexural strength at 3 days show negative strengths, and the values acquired at 28 and 180 days improve with the increase in pozzolan content between 5 MPa and 6 MPa. As a conclusion, it indicates that in a shorter curing time a poor or unexpected resistance will be obtained, but it is strengthened rapidly during longer curing periods where optimal results can be obtained and these can be noticed after 28 days.

La importancia de este artículo es que a mayor tiempo de curado y edad de las probetas se va obteniendo mayores resistencias tanto como para la compresión y flexión, por lo que implica que la edad del curado es un factor importante en el efecto de las cenizas volcánicas de puzolana.

Nasimba (2017), realizó un estudio sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicando la escoria en diversos porcentajes de 5%, 10% y 15% para el diseño de un pavimento rígido como un elemento de agregado grueso. Uno de los primordiales puntos para la investigación con la escoria son los diversos tipos de clima que existen en Ecuador, ya que, los hormigones en las vías sufren grandes desperfectos y lo que se busca es mermar las fallas que se puedan generar a lo largo de su vida útil. Al realizar los estudios se obtuvo como resultado en los ensayos de compresión con un 5% de escoria un valor de 33,54 MPa, 35,02 MPa con el uso del 10% de escoria y 39,02 MPa con el 15% a comparación con un

hormigón convencional el cual se obtuvo un 29,87 MPa, en los ensayos de flexión se obtuvieron resultados de 5,27 MPa y 5,28 MPa en un uso de 5% y 10% de escoria, 5,35 MPa con un 15% de la misma. Por lo tanto, se llega a la conclusión que al utilizar un material el cual puede ser reciclado (la escoria) trae buenos resultados en el diseño de pavimentos rígidos, además que al contener propiedades químicas semejantes al del cemento y con una buena calidad, este supera la resistencia especificada de 28 MPa y se recomienda continuar con más investigaciones utilizando más porcentaje de la escoria como agregado grueso y ver hasta qué porcentaje de este material es aceptable y trabajable en el hormigón.

Conicet (2016). En su artículo Propiedades de Transporte de hormigón con cemento puzolánico nos da a conocer una investigación siendo esta experimental, debido a que se elaboró dos tipos de hormigón de relación a/c 0.40 y 0.60 reemplazando en sí el cemento tradicional por el cemento puzolánico a su totalidad, dónde se puso a prueba el curado a los 28 días y 90 días. Obteniendo el H-04 una resistencia de 31,5Mpa a los 28 días y H-06 23Mpa teniendo un mejor desempeño en el hormigón H-04, dónde también nos indica que este cemento muestra resultados sumamente positivos de la acción de adición puzolánica siendo reemplazo parcial por el clínquer. Cabe mencionar que si bien es cierto se obtuvo un buen desempeño a los 28 días, el hormigón de H-06 tuvo un óptimo desempeño a los 90 días alcanzando una resistencia de 30,5MPa casi alcanzada de H-04, por lo que se puede deducir que garantizando adecuadas condiciones de curado se puede obtener mejores resultados en la durabilidad a edades mayores. Cabe mencionar que en sus ensayos de SLUMP utilizando una relación a/c de 0.40 se obtuvo un asentamiento de 4 ½". Finalmente, se pudo demostrar potencialidad del cemento puzolánico en ambientes agresivos, cumpliendo ésta con los requisitos del hormigón en estos tipos de ambientes.

Cabrera, Escalante y Castro (2017) en su artículo Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte re-visitado, siendo esta una investigación de recopilación de datos de investigaciones reportadas sobre el uso de la escoria en el cemento, mencionaron que los cementos con adiciones a escoria produjeron resultados de mejora en la resistencia a la compresión y a la corrosión

del acero, todo dependiendo del porcentaje de escoria a utilizar; ya que los beneficios de la escoria son hasta un 70% de la misma para microclimas húmedos o ambientes marinos. Los resultados teóricos en la resistencia a la compresión con porcentajes de escoria en el cemento a comparar son a los 28 y 90 días de edad reemplazando al cemento portland ordinario tipo I; algunos autores indican que los rangos a utilizar la escoria son de 20% y 60% para alcanzar una resistencia a la compresión similar o superior que al concreto referencial, pero si utilizamos exactamente un 25% de escoria en el sistema cementante da como resultado una mayor resistencia a la compresión del concreto; cabe mencionar que un curado hasta los 90 días alcanza el 10.5% más que una resistencia a los 28 días. Finalmente se concluye que para obtener una mayor resistencia y obtener mejores resultados es indispensable la relación: mayor tiempo de curado mayor resistencia, lo cual garantizará un F'c deseable.

En la actualidad se puede observar el gran deterioro que sufren las infraestructuras viales, ya sea un pavimento rígido o flexible. En esta ocasión uno de los factores del deterioro del pavimento a considerar es el clima, por consiguiente, lo que se busca es proporcionar alternativas de solución utilizando diferentes cementos adicionados y ecológicos para una vía de pavimento rígido.

“[...] los concretos con cementos adicionales presentan algunas ventajas tecnológicas con respecto a los tradicionales, sobre todo en referencia a resistencias mayores a largo plazo y mayor durabilidad gracias a la impermeabilidad y a las adiciones en sí mismas”⁵, es por ello que utilizamos cementos adicionados ya que nos brindan mayor resistencia, durabilidad e impermeabilidad, la cual es una alternativa de solución a nuestra problemática, ya que estas propiedades mencionadas ofrecen una mayor vida útil y una mejor conservación del pavimento. A continuación, se detallarán las teorías relacionadas con el tema de investigación:

La Puzolana, se puede adquirirse de forma natural o artificial, estos materiales deben de pasar por estudios para determinar la presencia de la puzolana y ser

⁵ (Los cementos adicionados, 2015 pág. 50)

competentes de relacionarse con el hidróxido de calcio para poder exponer la hidratación de este producto.⁶



Figura 1. La puzolana

A diferencia de la puzolana, la *escoria* es un material que se puede adquirir de la fabricación del acero, el cual tiene propiedades muy beneficiosas, ya que contiene su propio componente de hidratación siempre y cuando tenga un enfriado brusco al momento de ser sacado del horno y no a un enfriado a temperatura ambiente. Así poder cumplir con el Índice de Hidraulicidad.⁷



Figura 2. La escoria

⁶ (Los cementos adicionados, 2015 págs. 50-51)

⁷ (Los cementos adicionados, 2015 pág. 50)

El Concreto o también conocido como el hormigón, es un material resistente a la compresión y está compuesto por una mezcla de agregado grueso, agregado fino, cemento y agua, para darle forma similar a una roca.⁸ Uno de los componentes del concreto es el cemento el cual debe de cumplir con los estándares de la N.T.P 334.009 ya que nos establecen los requisitos que deben de cumplir los tipos de cementos Portland⁹, el cemento es un material finamente pulverizado que al entrar en contacto con el agua esta es capaz de endurecer. En este caso hablaremos de dos tipos de cementos con adiciones: el puzolánico (IP) y el de escoria (MS).

El cemento puzolánico se desarrolló por tres puntos específicos, la primera por su comportamiento mecánico al momento de ser usado en la preparación de un hormigón, la segunda porque su fabricación resulta ser más económico que un cemento convencional y por último es un cemento ecológico.¹⁰ Los cementos puzolánicos provienen de dos compuestos que son la puzolana natural y de ceniza volantes.¹¹ [...] Este tipo de cemento es mayormente utilizado en lugares que necesitan que su estructura tenga una adecuada impermeabilidad y también se utiliza cuando una estructura está expuesta a sales de mar.¹² Uno de los requisitos para obtener un cemento puzolánico es determinar una finura de la puzolana, la cual es aproximadamente entre 3.500 cm²/g por el método de Blaine.¹³ Todos los materiales para la elaboración del cemento puzolánico tienen que cumplir con la NTP 334.082 o 334.090, donde presentan cementos tipo IP.¹⁴ ASOCEM afirma que el cemento tipo IP es un cemento ecológico, el cual colabora con el medio ambiente, reduce las emisiones del CO₂, tiene mayor impermeabilidad y una mejor resistencia al sulfato. Es un producto fabricado con puzolana natural de origen volcánico¹⁵, a su vez Cemento Yunga Tipo IP afirma que este cemento tiene una adición de puzolana natural de origen volcánico¹⁶.

⁸ (SANCHEZ de Guzman, 2001 pág. 22)

⁹ (CTN, 2013)

¹⁰ (Cementos puzolánicos, 1959 págs. 24-25)

¹¹ (Adiciones y cementos con adiciones, 1983 pág. 83)

¹² (Propiedades de transporte de hormigón con cemento puzolánico, 2016 pág. 31)

¹³ (Novedades en el reciclaje de materiales en el sector de la construcción: Adiciones Puzolánicas)

¹⁴ (MINISTERIO DE VIVIENDA, 2014)

¹⁵ (ASOCEM, 2018)

¹⁶ (Medina)

Tabla 1. Propiedades físicas

ANÁLISIS FÍSICOS	
Superficie específica Blaine (m ² /kg)	416
Densidad (g/cm ³)	2,99
Retenido tamiz 75 (%)	10,4
Resistencia 2d (MPa)	10,5
Resistencia 28d (MPa)	40,1

Fuente: (Revista de Ciencia y Tecnología de los Materiales, 2016)

A diferencia de los cementos de puzolana, la escoria puede ser incluida en los cementos de dos formas: molidas finamente y combinadas con clínquer¹⁷ [...] en este caso el cemento con adiciones de escoria se determinará por las propiedades de finura Blaine de 460, 680 y 900 m²/kg [...] que dan un gran rendimiento en las propiedades de exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación, alta resistencia y excelente durabilidad.¹⁸

El cemento con adiciones de escoria al ser utilizado en la mezcla de concreto para la fabricación del hormigón tiene como ventaja: mejor resistencia mecánica, mejor calor de hidratación, mejor impermeabilidad, mayor resistencia al hielo-deshielo, resistencia a altas temperaturas, resistencia a ataques químicos y cuenta con un mejor costo con un mayor ahorro de energía.¹⁹ Para poder obtener el beneficio de la escoria y poder fabricar un cemento con adiciones de escoria se necesita triturar la escoria y que estén finamente procesadas, obteniendo una masa específica de 2.83 g/cm³ y un grado de vitrificación de 97%.²⁰ Pacasmayo hace referencia al cemento tipo MS por su adición de la escoria, ya que para considerarlo un cemento de escoria tiene que estar dentro del rango del 25% - 75% de escoria²¹, el cemento

¹⁷ (Escorias y cementos siderúrgicos, 1982 pág. 18)

¹⁸ (Influencia de la finura de la escoria y la temperatura de curado sobre la resistencia de pasta de cemento mezcla, 2009 págs. 122-123)

¹⁹ (Cemento de escorias activadas alcalinamente: Situación actual y perspectivas de futuro., 1995 pág. 57)

²⁰ (Reciclaje de escoria granulada de fundición (EGF) como sustitución de parte del cemento en hormigón, 2009 pág. 740)

²¹ (Cemento y sus Aplicaciones)

tipo MS es un cemento anti salitre con una alta durabilidad a las exposiciones salitrosas, resistencia a suelos húmedos y con un moderado calor de hidratación²².

Tabla 2. *Propiedades físicas de la escoria*

ANÁLISIS FÍSICO	
Densidad	2.95
Retenido sobre tamiz %	
75 µm (#200)	0
45 µm (#325)	0.9

Fuente: (Revista de la Construcción, 2009)

A continuación, se presenta el proceso de la elaboración de los cementos.

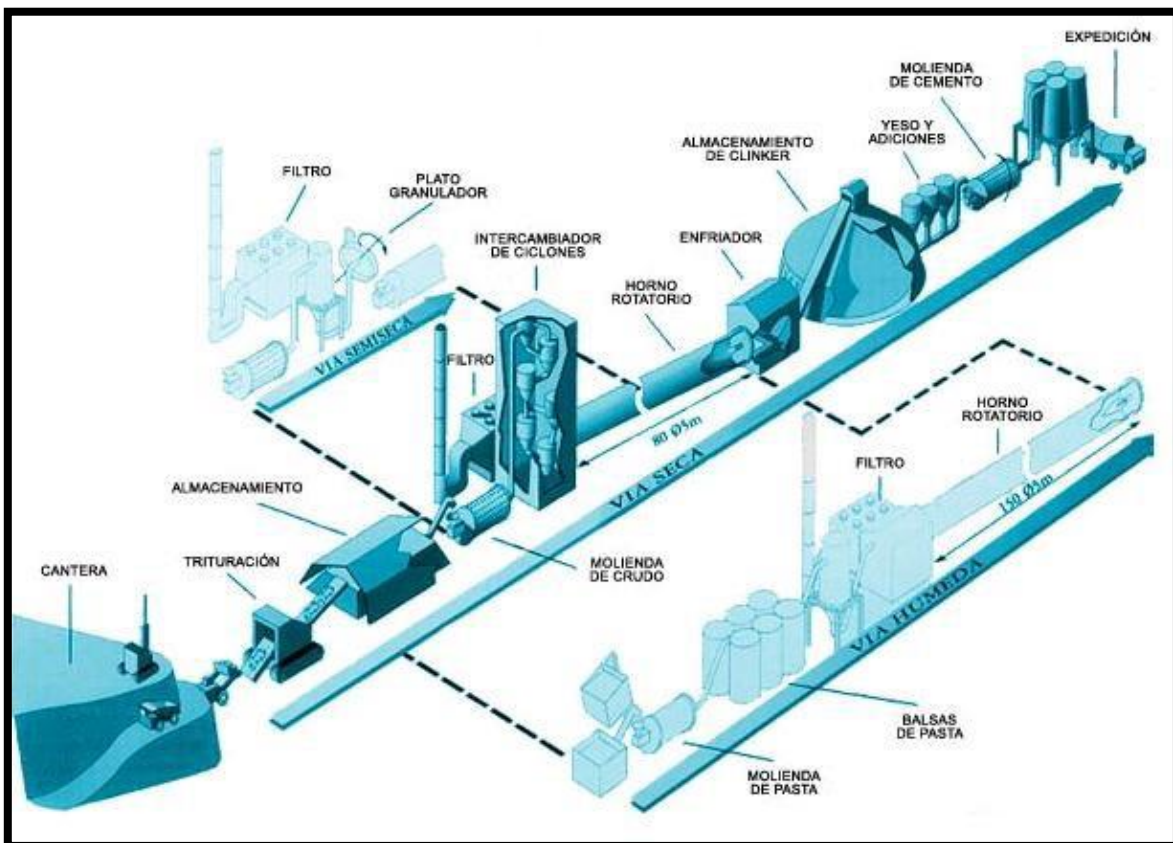


Figura 3. La elaboración del cemento paso a paso

²² (PACASMAYO)

El concreto (hormigón) es una mezcla básicamente de dos componentes que son los agregados y pasta. La pasta está compuesta por el cemento portland y agua, la cual une los agregados como la arena y grava, obteniendo una masa parecida a una roca. Asimismo, se dice que es un material heterogéneo ya que las características de sus componentes no son constantes, teniendo en cuenta también que para una buena calidad de hormigón influye su forma de mezclarlo, transporte, ponerlo en formaletas, compactación y el curado al que se someta y no solo los materiales hacen que esta varíe.²³ El concreto es un material compuesto, por la cual hace que sus elementos constitutivos y las condiciones de producción influyan en la variación de sus cualidades. Por ello, se debe tener en cuenta el esqueleto del concreto que son sus agregados y realizar respectivamente su granulometría, dureza y su respuesta a los gradientes térmicos de acuerdo a la variación dimensional que pueda sufrir, ya que ello influye en la calidad de una vía.²⁴

Considerar la siguiente tabla:

Tabla 3. *Caracterización de las mezclas de concreto*

a/c	f'c (kg/cm ²)	Mr (kg/cm ²)	Contenido de Cemento (Kg/m ³)
0.70	210	35	280
0.50	280	40	350
0.45	320	45	380
0.40	420	50	415

Fuente: (Becerra, 2012)

Por lo tanto, en una pavimentación el concreto a utilizar debe contar con ensayos a la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y la trabajabilidad, los cuales están definidos en el Manual de Ensayos de Materiales donde nos indica la finalidad y alcance de cada ensayo, a su vez poder identificar los procedimientos a seguir para cada uno. El objetivo de este manual es poder asegurar el comportamiento

²³ (BECERRA Salas, 2012 págs. 83-84)

²⁴ (LONDOÑO Naranjo, y otros, 2008 pág. 86)

correspondiente de la calidad en los estudios dados en obras y actividades de mantenimiento vial.²⁵

Una de las características principales del concreto es la resistencia a la compresión, la cual se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, expresándose en términos de esfuerzo, las cuales pueden ser en kg/cm², MPa y también en libras por pulgadas.²⁶ Los moldes a utilizar en este ensayo son de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura, estos se especifican en la ASTM C-470.²⁷ La resistencia a compresión es la que se obtiene en especímenes de concreto a los 28 días de carga axial. Teniendo en cuenta que a los 7 días se puede lograr un 75% de la resistencia a 28 días, así mismo se puede emplear otras edades para la ganancia de resistencia y esta sea un mecanismo de control.²⁸



Figura 4. Ensayo de resistencia a la compresión

La resistencia a flexión o módulo de rotura se emplean en el diseño de pavimentos y losas industriales como uno de los parámetros más significativos en lo

²⁵ (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2016)

²⁶ (Resistencia Mecánica del Concreto y Resistencia a la Compresión , 2019)

²⁷ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016)

²⁸ (BECERRA Salas, 2012 pág. 89)

mencionado. Estas pruebas son realizadas a los 7, 14, 28 y 90 días, aunque los requerimientos para el control del trabajo son comparados con los resultados de 7 y 14 días, para determinar cuando los pavimentos pueden abrirse al tráfico.²⁹ En un pavimento de concreto el diseño de su mezcla es realizada con un Módulo de Rotura a Flexión entre 40 y 50 kg/cm² [...]. Asimismo, se menciona que las resistencias menores no son adecuadas por su desgaste y la resistencia mayor tampoco ya que la losa se vuelve demasiado rígida.³⁰

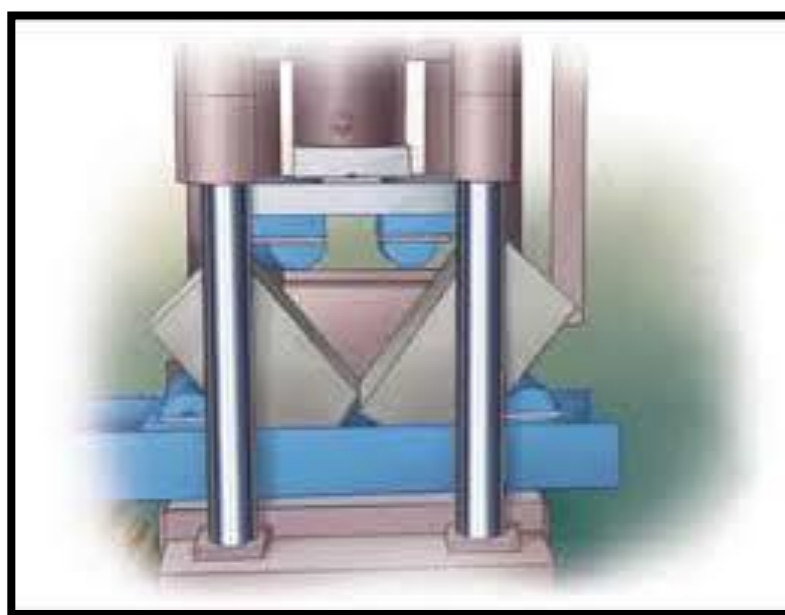


Figura 5. Ensayo de la resistencia a la flexión o módulo de rotura

Asimismo, para un trabajo más confiable debido a que la resistencia a compresión es más simple de medir que el módulo de rotura se obtiene una correlación respecto al $f'c$ para ambas variables: Donde “a” se encuentra entre 1.99 y 2.65; y $f'c$ se encuentra en Kg/cm²³¹

$$Mr = a \sqrt{f'c}$$

²⁹ (Diseño de espesores de pavimentos de concreto para carreteras y calles, 1995)

³⁰ (BECERRA Salas, 2012 pág. 91)

³¹ (BECERRA Salas, 2012 pág. 90)

Se define como *trabajabilidad* a la facilidad de colocación, consolidación, acabado del concreto fresco y al grado de segregación que resiste. [...]. Asimismo, para una mejoría en la trabajabilidad y el control de la segregación también influye la uniformidad que se distribuye las partículas del agregado y la presencia de aire. La trabajabilidad depende para qué tipo de estructura se requiera. En nuestro caso en la mezcla para pavimentación se utilizan reglas vibratorias con encofrados fijos y esta debe trabajarse con asentamientos entre 3 y 4 pulgadas, asimismo las que son colocadas con pavimentadoras de encofrado deslizante requiere un asentamiento menor de 1 pulgada, este viene siendo un método tradicional. También se considera los elementos que interceden en la trabajabilidad de la mezcla tales como el método de transporte, la consistencia, materiales cementantes, aire incluido, los agregados dependiendo su tamaño, forma y textura, por último, la temperatura del concreto y del aire.³²

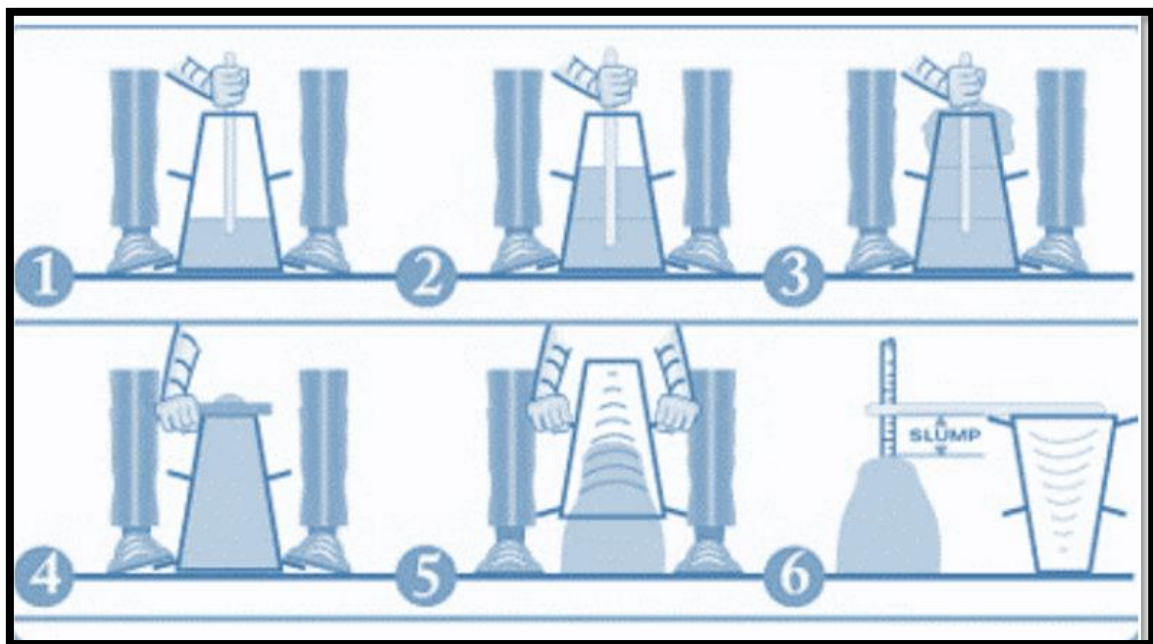


Figura 6. Ensayo del Slump

³² (BECERRA Salas, 2012 pág. 86)

Tabla 4. Selección de Asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (mm)	TIPO DE CONSTRUCCIÓN
SECA	20 – 35	Pavimentos.
SEMISECA	35 – 50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple.
MEDIA (PLÁSTICA)	50 – 100	Pavimentos compactación a mano.

Fuente: (ACI 211 – Dosificación de mezclas de concreto, 2018)

La MTC E- 705 y teniendo en consideración a las ACI 211, hace mención que, para tener en consideración sobre los asentamientos del concreto, estas no son adecuadamente plásticas si son menores a ½” y si un concreto presenta un asentamiento mayor a 9” este puede no ser adecuadamente cohesivo.³³

³³ (MTC E - 705, 2000)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación a realizar es de tipo aplicada y tiene como finalidad utilizar los conocimientos científicos para conseguir nuevas tecnologías, métodos o protocolos, por la cual esta da una solución a alguna necesidad conocida.³⁴ Por ello, la presente investigación es de tipo aplicada porque, pretende analizar y comparar la influencia de los requisitos físicos de los distintos cementos puzolánicos y de escoria al incluir cada uno de ellos a la mezcla del concreto para un pavimento rígido de la Av. Paraíso y determinar las diferencias que se obtienen en cada propiedad del concreto con respecto a cada cemento reemplazado.

De acuerdo al nivel una investigación es explicativa cuando el establecimiento de causa-efecto encomienda la búsqueda del porqué de los hechos, en el caso de una investigación experimental el estudio explicativo se ocupa de ello mediante la prueba de hipótesis.³⁵ Asimismo, si una investigación es de diseño experimental dicho trabajo debe ser explicativo ya que ambos demuestran que los efectos que se generan en una de las variables es resultado por la manipulación de otra.³⁶ En consecuencia, si la variable independiente se manipula para obtener cambios y mejoramientos en la variable dependiente (Propiedades del concreto) se establece la relación causa-efecto, la cual cumple con los requisitos de una investigación explicativa.

Cuando un proceso consiste en incluir un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones de la variable independiente para visualizar los efectos que se producen en la variable dependiente se le llama investigación de diseño experimental.³⁷ Por consiguiente, en nuestra investigación al manipular incluyendo los cementos puzolánicos y de escoria en el concreto de un pavimento rígido

³⁴ (CONGRESO DE LA REPUBLICA, 2018 pág. 7)

³⁵ (ARIAS, 2012 pág. 26)

³⁶ (ARIAS, 2012 pág. 34)

³⁷ (ARIAS, 2012 pág. 34)

estaríamos realizando un diseño experimental, ya que obtendremos el efecto que causa cada uno de los cementos.

El diseño de investigación es experimental cuasi experimental, ya que busca realizar la comparación de los cementos puzolánico y de escoria en el concreto de la Av. Paraíso con la finalidad de mejorar sus propiedades como la resistencia a compresión, módulo de rotura y trabajabilidad en una posible pavimentación, la cual cada una de las variables independientes será manipulada para a obtener efecto en la variable dependiente.

El diseño de investigación tiene un enfoque cuantitativo cuando buscamos probar la hipótesis basado en la medición numérica y análisis estadísticos mediante la recolección de datos y así establecer patrones de comportamiento y comprobar teorías.³⁸ Debido a que mediante la experimentación se busca corroborar las hipótesis propuestas y también la relación entre la variable independiente y dependiente es que la investigación que se presenta tiene tal enfoque.

3.2. Variables y operacionalización

La variable es utilizada esencialmente por su característica de determinar la realidad a base de la observación, la cual permite obtener diferentes productos y medidas.³⁹ Según lo mencionado, las variables de esta investigación se plantearon con el fin de poder ser medidas e identificar sus características de acuerdo a las medidas tomadas en esta investigación.

La operacionalización de una variable es poder establecer y reconocer los factores que accedan a realizar la medición, de tal manera que adquieran una relación con las variables manifestadas por la hipótesis.⁴⁰

Variables independientes: cemento puzolánico y cemento de escoria

Variable dependiente: propiedades del concreto

³⁸ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2010 pág. 4)

³⁹ (TAMAYO y Tamayo, 2003 pág. 163)

⁴⁰ (TAMAYO y Tamayo, 2003 pág. 169)

3.3. Población, muestra y muestreo

La población es un grupo de elementos limitado, el cual está conformado con características similares y concuerdan con los contenidos de investigación, para así obtener resultados aplicables.⁴¹ Esta investigación tendrá como población la elaboración de 45 probetas en consideración con un F'c210 kg/cm².

La muestra es esencial y necesaria para toda investigación, ya que este contiene a la población como conjunto y cuenta con propiedades semejantes, la cual permite enlazar los resultados.⁴² La muestra del estudio serán las 45 probetas que se realizarán utilizando dos tipos de cementos: el puzolánico y el de escoria, la cual cada una reemplazará al cemento ordinario en su totalidad en el diseño del concreto F'c210 kg/cm². Se realizarán 3 probetas para cada edad de ensayo según la NTE – E.060 basada en el ASTM C 192M.

Tabla 5. Resumen de muestras para compresión

Tipos de cementos	Días de curado		
	7 días	14 días	28 días
Convencional	3	3	3
Puzolánico	3	3	3
Escoria	3	3	3
Total	27		

Fuente: Elaboración propia

⁴¹ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2010 pág. 174)

⁴² (ARIAS, 2012 pág. 83)

Tabla 6. *Resumen de muestras para flexión*

Tipos de cementos	Días de curado	
	7 días	28 días
Convencional	3	3
Puzolánico	3	3
Escoria	3	3
Total	18	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. *Resumen de muestras totales*

Muestra totales de probetas	45
-----------------------------	----

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Trabajabilidad en el slump*

Tipo de cementos	Periodo de tiempo en concreto fresco
Convencional	00-30 – 60 minutos
Puzolánico	00-30 – 60 minutos
Escoria	00-30 – 60 minutos

Fuente: Elaboración propia

El muestreo no probabilístico de los elementos seleccionados de la población para la muestra es designado antes de ser estudiados, pero no son elegidos al azar.⁴³ El muestreo no probabilístico intencional será aplicado en esta investigación, ya que las muestras han sido reconocidas y designadas de forma deliberada con el fin de adquirir los resultados esperados.

La unidad de análisis para esta investigación son las propiedades del concreto, ya que se evaluará el concreto con diferentes cementos y en función a quien se ha determinado la población y muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos es la forma por el cual se adquiere datos e información requeridas de los experimentos a ejecutar.⁴⁴ En esta investigación utilizaremos las revisiones de documentación y observación, de tal manera que nos permitirá la verificación de normas, manuales, libros y tesis referente al uso del cemento puzolánico y de escoria en el concreto. A su vez adquiriremos resultados de los ensayos a realizar en el laboratorio, para la cual se utilizarán distintas fichas para los resultados basados en instrumentos de recolección de datos, la cual permitirá obtener una correcta recolección de datos y así evitar errores para la ejecución de las probetas y ensayos que se realizaran.

3.5. Procedimientos

En la presente investigación el procedimiento a realizar será adquirir el cemento puzolánico y de escoria de la distribuidora Cemex y los agregados correspondientes según referencia de la NTP 400.010, los cuales posteriormente serán llevados a laboratorio para realizar las distintas probetas según la NTE- E.060 Concreto Armado para obtener su resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y realizar el ensayo de Slump para obtener la trabajabilidad del concreto en estado fresco.

⁴³ (ARIAS, 2012 pág. 85)

⁴⁴ (ARIAS, 2012 pág. 67)

3.6. Método de análisis de datos

Para poder ejecutar los análisis de los datos adquiridos se tendrá en cuenta los diferentes softwares necesarios (Excel), los cuales nos ayudaran a la interpretación de los datos recopilados y así poder tener un registro adecuado de estos. Los datos adquiridos se darán mediante la observación, asimismo se tendrá en cuenta los instrumentos validados para la recolección de datos, a su vez adquirir resultados y comprobarlos con la hipótesis para determinar la aprobación o rechazo de estas.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación se ha realizado con la completa honestidad y transparencia, respetando las especificaciones dadas y mostrando la autoría de las fuentes cuyas contribuciones se han utilizado como base para esta investigación. Asimismo, esta investigación se realizó utilizando la norma ISO 690: 2010 (E) para las citas y referencias bibliográficas, también se utilizó la guía de investigación de la Universidad Cesar Vallejo respetando sus parámetros.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020.”

Ubicación política:

El área de investigación de este proyecto se encuentra situado en Perú – Lima - Lima.

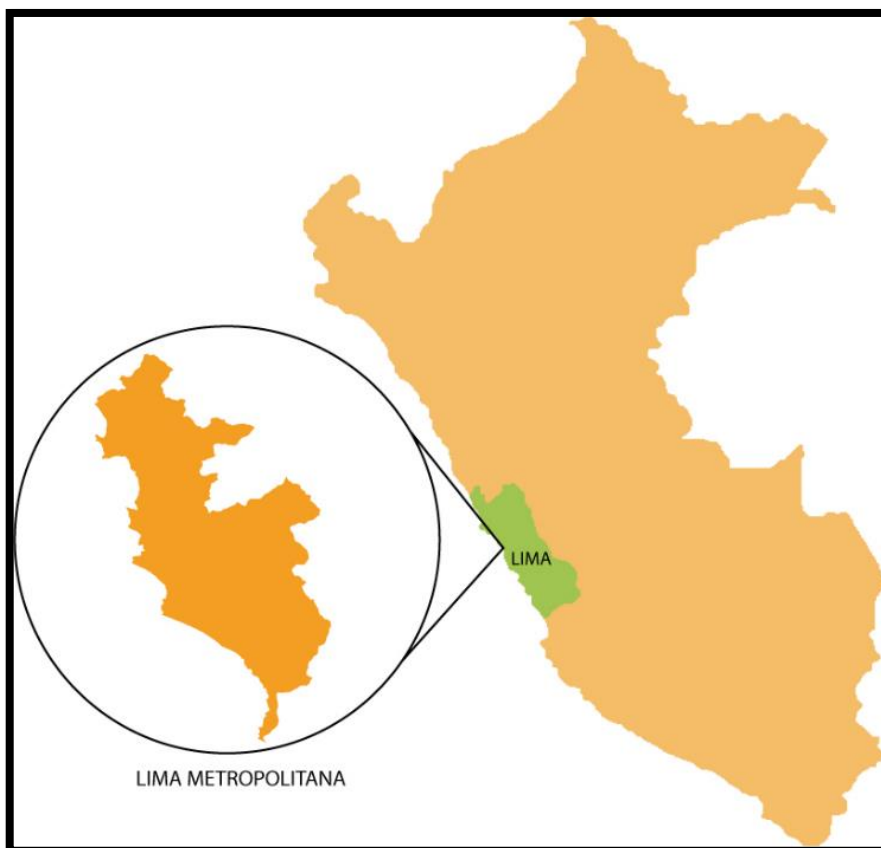


Figura 7. Mapa del Perú



Figura 8. Mapa de la Región de Lima

Ubicación del proyecto:

El proyecto se encuentra ubicada en la zona alta del Distrito de Villa María del Triunfo.

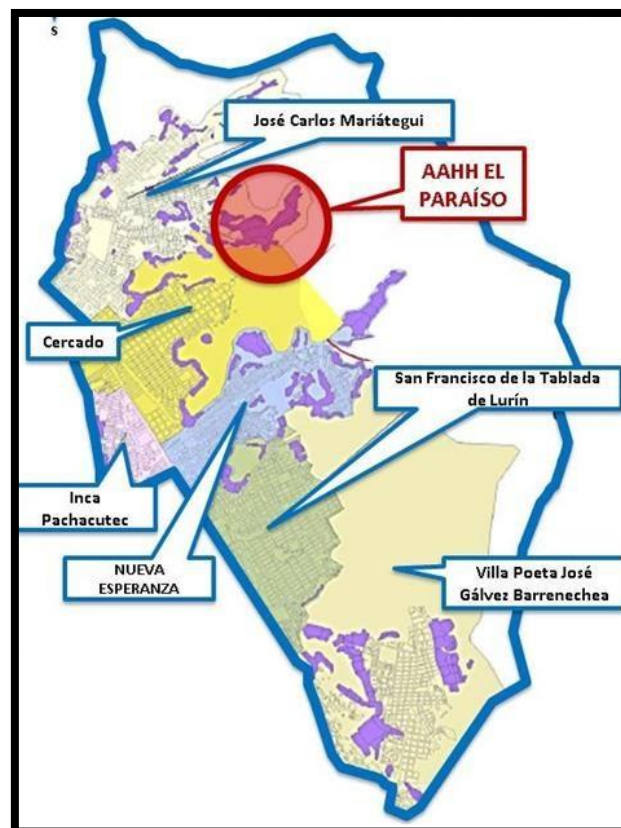


Figura 9. Mapa del distrito de Villa María del Triunfo

Límites

- Norte : Distrito de la Molina
- Sur : Distrito de Lurín
- Este : Distrito de Pachacámac
- Oeste : Distrito de San Juan de Miraflores
- Suroeste : Distrito de Villa El Salvador

Ubicación geográfica:

El distrito de Villa María del Triunfo, ubicada en la Provincia de Lima en el departamento de Lima, es una de los 43 distritos de Lima Metropolitana y se encuentra presente en las siguientes coordenadas geográficas: 12°09'25"S 76°55'53"O. Asimismo, cuenta con una superficie total de 70.57 km², altitud media de 158 msnm. Y cuenta con una población de 398 433 habitantes según el último censo dado el 2017.



Figura 10. Distrito de Villa María del Triunfo

Vías de acceso

El acceso al área de trabajo se realiza principalmente a través de la Avenida el Paraíso, a la cual se puede acceder mediante el cruce de Av. José Olaya con Jr. Inca Ollantay siguiendo a esta Los caminos del Inca, así como otra vía alterna para el área de trabajo.

Clima:

El distrito de Villa María del Triunfo se encuentra en la Región de la Costa peruana, el cual tiende a tener una humedad elevada. En verano suele ser soleado, húmedo y caliente, en invierno es totalmente húmedo y nublado. Este tipo de clima provoca grandes lodazales en épocas de lluvia y sumada la humedad de la zona, se ve afectado el acceso a los asentamientos humanos.

Resultados de laboratorio

Siguiendo con el Proyecto de Investigación se apreciará los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio: Ensayos del Slump, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, los cuales se basan en las Normas ASTM C39, Normas ASTM C78 y Norma ASTM C143 – 78. Las cuales nos permite tener referencia a los estándares a tomar.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

En este ensayo se elaboraron 27 probetas de concreto cilíndricas (6 x 12 pulgadas), se realizaron 3 probetas para cada tipo de concreto, es decir, para el concreto padrón, concreto con cemento tipo IP y el concreto con el cemento tipo MS, los cuales han sido sometidos a una rotura de 7, 14 y 28 días. Este ensayo es realizado para poder definir cuanto es la capacidad de carga puede resistir cada concreto.



Figura 11. Ensayo de Resistencia a la Compresión



Figura 12. Probetas de concreto

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

Tabla 9. Ensayos a la compresión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	189.2	145.1	204.5
2	185.7	151.0	207.4
3	188.0	143.6	206.02
RESISTENCIA PROMEDIO	187.6	146.6	206.0
RESISTENCIA PROMEDIO %	89.3	69.8	98.1

Fuente: Elaboración propia

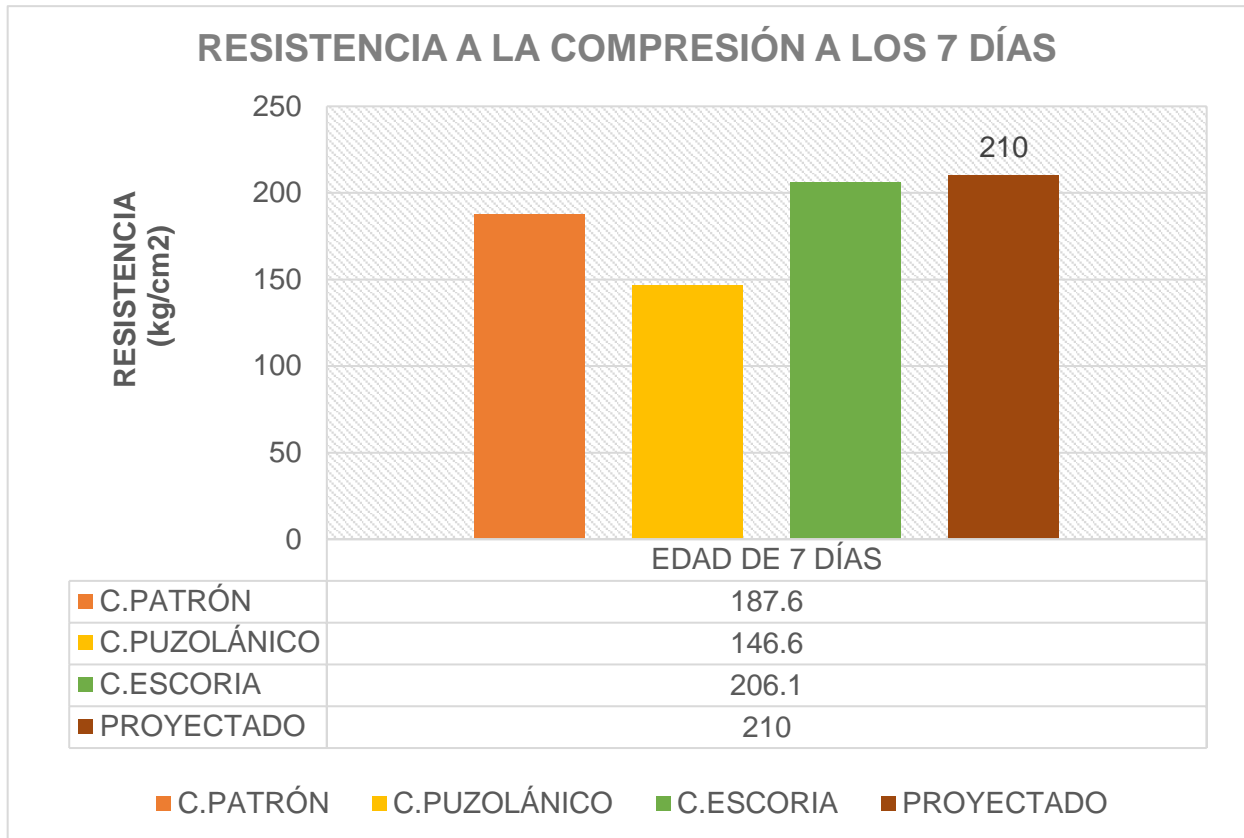


Gráfico 1. Ensayo de la Compresión a los 7 días

En el gráfico 1 se puede observar la resistencia a la compresión a la edad de 7 días de del cemento patrón y los 2 tipos de cemento propuestos, se obtuvo que el cemento patrón llegó a una resistencia de 187.63 kg/cm², el cemento puzolánico tipo IP a una resistencia de 146.56 kg/cm² y el cemento de escoria tipo MS tiene una resistencia de 206.1 kg/cm². Finalmente, el cemento tipo MS alcanzó una resistencia mayor a la del cemento patrón y más cerca al diseño de mezcla proyectado (210 kg/cm²), a diferencia del cemento tipo IP.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

Tabla 10. Ensayo a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días

CONCRETO $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	223.7	198.9	241.5
2	217	195.4	248.6
3	224.3	196.9	245.4
RESISTENCIA PROMEDIO	221.7	197.1	245.2
RESISTENCIA PROMEDIO %	105.5	93.9	116.8

Fuente: Elaboración propia

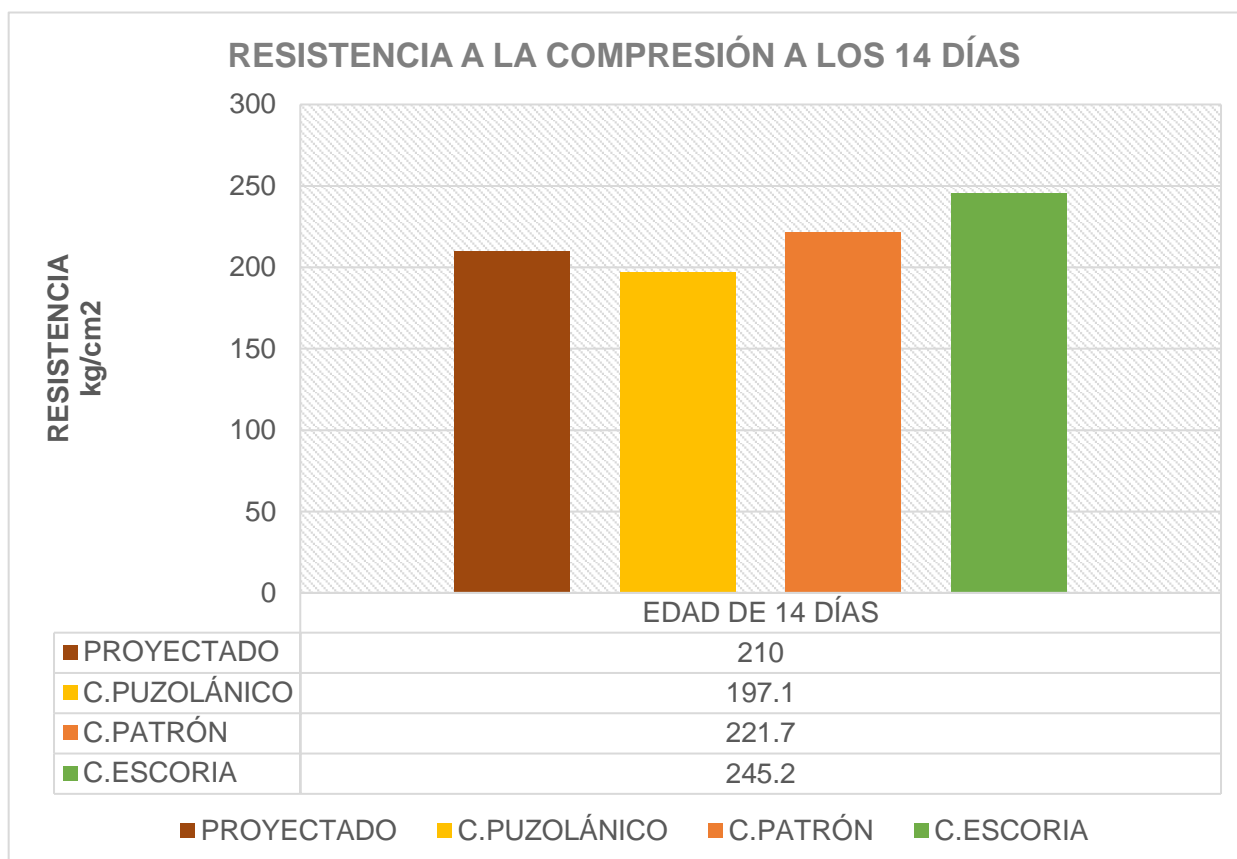


Gráfico 2. Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días

En el gráfico 2 se puede observar la resistencia a la compresión a la edad de 14 días del cemento patrón y los 2 tipos de cemento propuestos, se obtuvo que el cemento patrón llegó a una resistencia de 221.7 kg/cm², el cemento puzolánico tipo IP a una resistencia de 197.1 kg/cm² y el cemento de escoria tipo MS tiene una resistencia de 245.2 kg/cm². Finalmente, podemos deducir que el cemento de escoria tipo MS obtuvo mayor resistencia a nuestro cemento patrón y al diseño de mezcla proyectado a diferencia del cemento puzolánico tipo IP.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

Tabla 11. Ensayo a la compresión del concreto $F'_c=210$ kg/cm² a los 28 días

CONCRETO $F'_c=210$ kg/cm ² a los 28 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	259.5	262.2	271.4
2	260.2	266.5	269.3
3	257.1	264.7	271.6
RESISTENCIA PROMEDIO	258.9	264.5	270.8
RESISTENCIA PROMEDIO %	123.3	125.9	128.9

Fuente: Elaboración propia

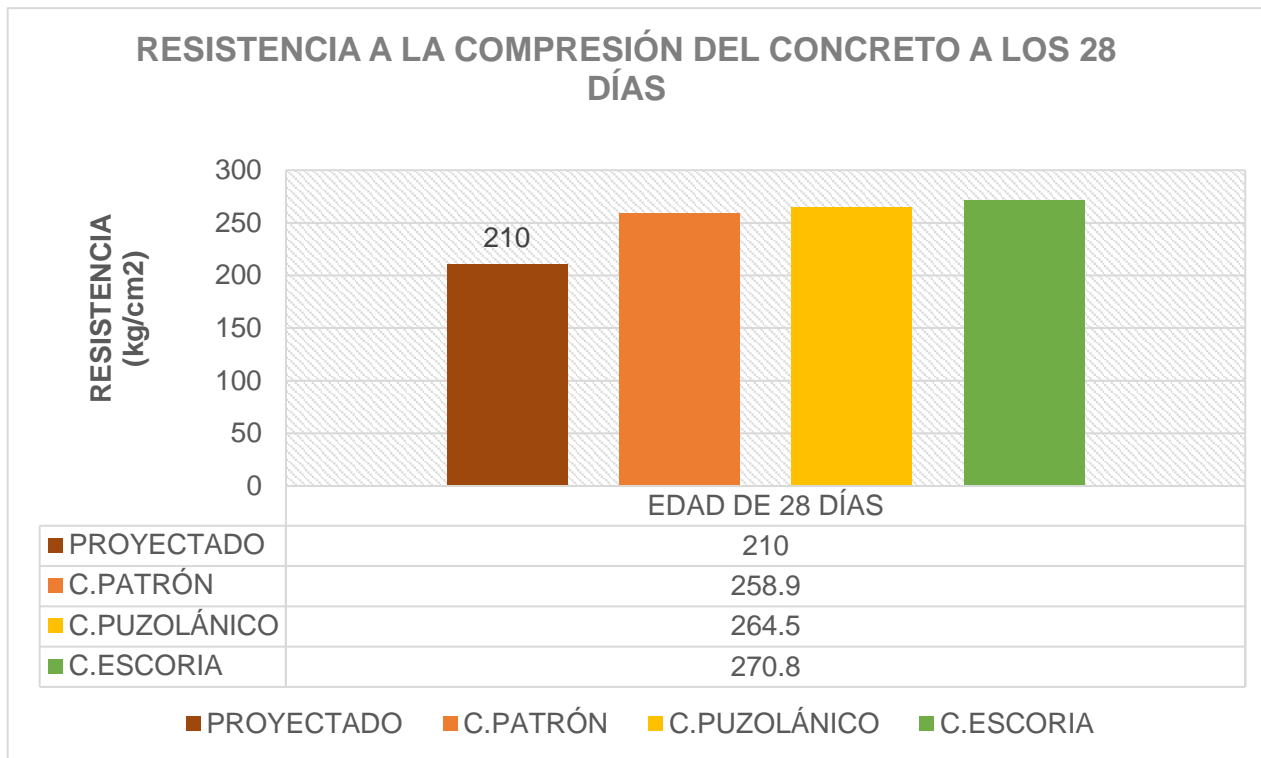


Gráfico 3. Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 28 días

En el gráfico 3 se puede observar la resistencia a la compresión a la edad de 28 días del cemento patrón y los 2 tipos de cemento propuestos, se obtuvo que el cemento patrón llegó a una resistencia de 258.9 kg/cm², el cemento puzolánico tipo IP a una resistencia de 264.5 kg/cm² y el cemento de escoria tipo MS tiene un $F'c=270.8$ kg/cm². Por último, podemos deducir que los 2 tipos de cementos propuestos superan a la resistencia a la compresión de nuestro modelo patrón y al diseño de mezcla proyectado.

Ensayo de resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210$ kg/cm²

En este ensayo se elaboraron 18 vigas de concreto (15 x 15 *55 cm), se realizaron 3 probetas para cada tipo de concreto, es decir, para el concreto padrón, concreto con cemento tipo IP y el concreto con el cemento tipo MS, los cuales han sido sometidos a una rotura de 7 y 28 días. Este ensayo busca hallar las propiedades mecánicas de los materiales, a su vez los puntos máximos y de rotura se toman en cuenta para hallar los esfuerzos y deformaciones que esta pueda obtener.



Figura 14. Ensayo de Resistencia a la Flexión



Figura 13. Vigas de concreto

Ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

Tabla 12. Resistencia a la flexión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

N° PROBETAS	CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días		
	C.P	C.IP	C.MS
1	32	27	34
2	31	28	34
3	31	28	34
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm)	31.3	27.7	34
RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	3.13	2.77	3.40

Fuente: Elaboración propia

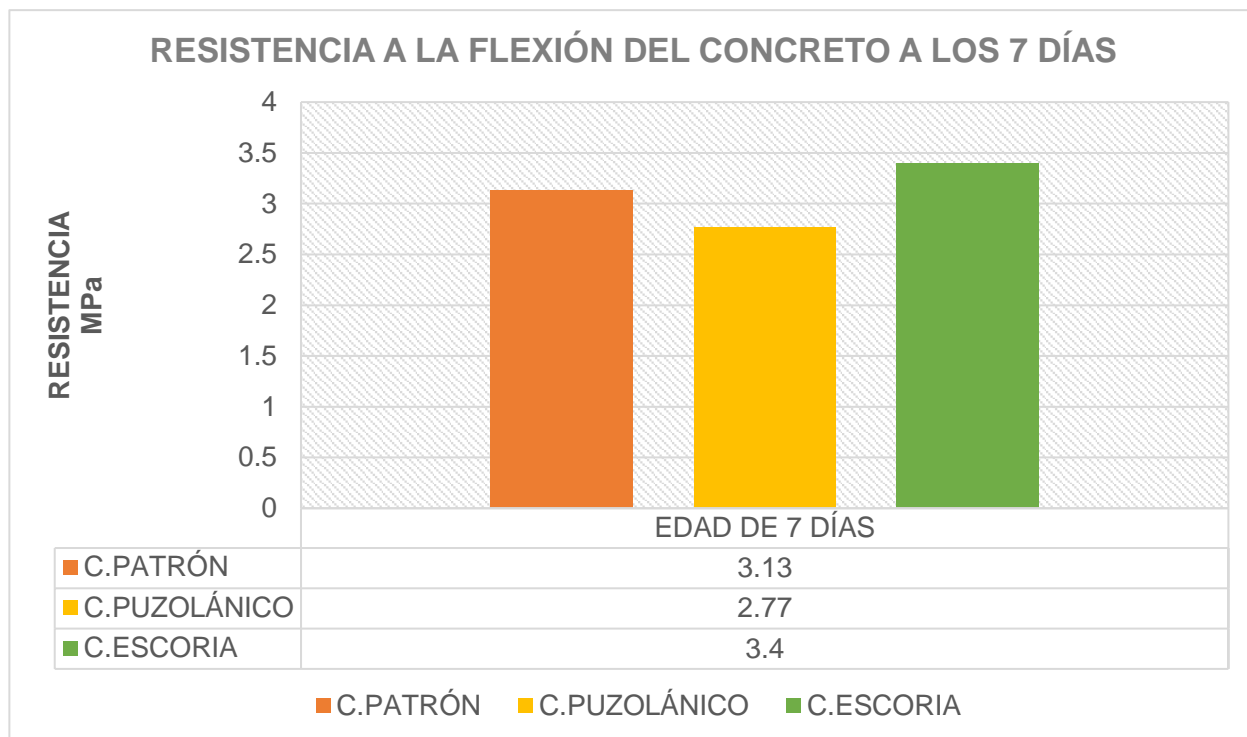


Gráfico 4. Ensayo a la Resistencia a la Flexión a los 7 días

En el gráfico 4 se puede observar la resistencia a la flexión a la edad de 7 días del cemento patrón y los 2 tipos de cemento propuestos, se obtuvo que el cemento patrón llegó a una resistencia a la flexión de 3.13 MPa, el cemento puzolánico tipo IP a una resistencia de 2.77 MPa y el cemento de escoria tipo MS tiene una resistencia de 3.4 MPa.

Ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

Tabla 13. Resistencia a la flexión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

N° PROBETAS	CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días		
	C.P	C.IP	C.MS
1	36	39	43
2	37	40	42
3	37	39	43
RESISTENCIA PROMEDIO(kg/cm)	36.7	39.3	42.3
RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	3.67	3.93	4.23

Fuente: Elaboración propia

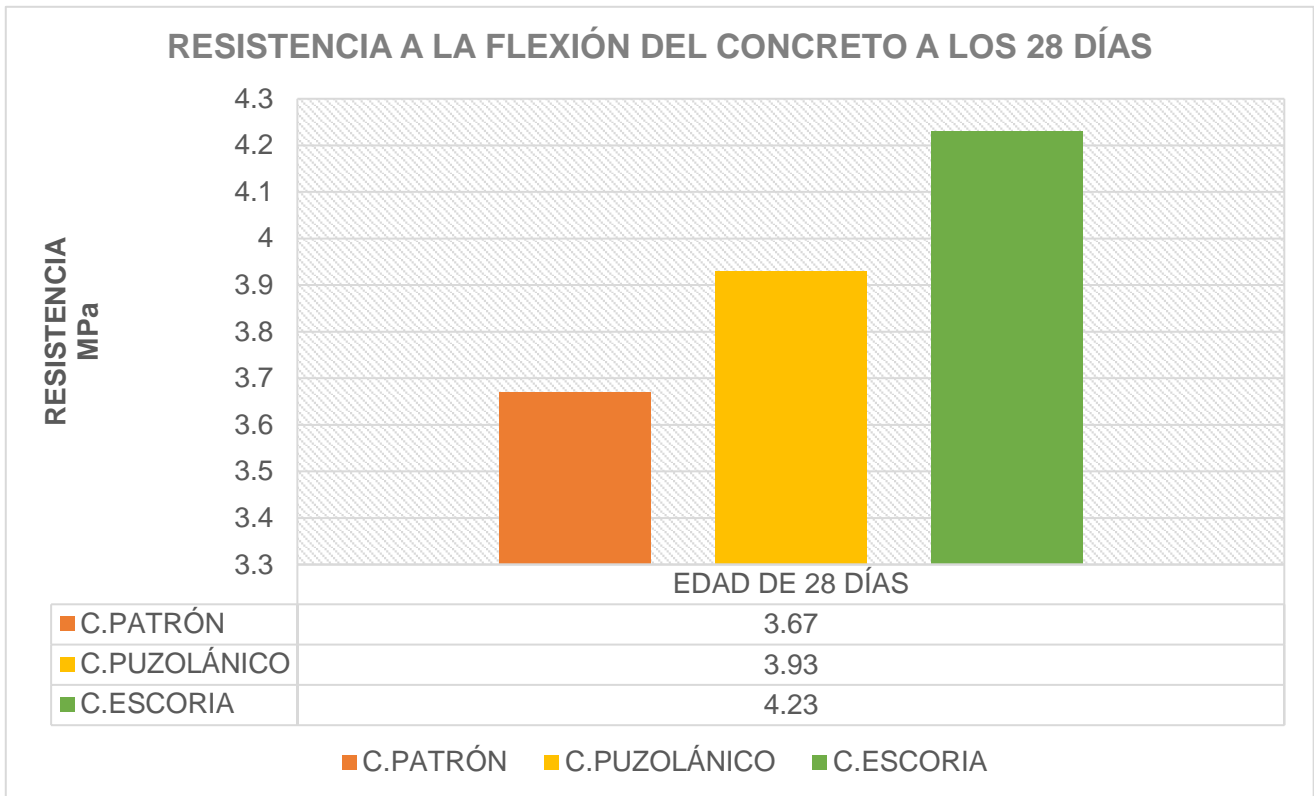


Gráfico 5. Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días

En el gráfico 5 se puede observar la resistencia a la flexión a la edad de 28 días del cemento patrón y los 2 tipos de cemento propuestos, se obtuvo que el cemento patrón llegó a una resistencia a la flexión de 3.67MPa, el cemento puzolánico tipo IP a una resistencia de 3.93 MPa y el cemento de escoria tipo MS tiene una resistencia de 4.23 MPa.

Ensayo del SLUMP del concreto F’c = 210 kg/cm2

En este ensayo del SLUMP fue elaborado con el instrumento del Cono de Abrams con un diseño de mezcla de F’c=210 kg/cm2, teniendo este como objetivo principal medir la consistencia y trabajabilidad del concreto fresco. Este ensayo se realizó en tres tiempos que fueron 00 minutos, 30 minutos y 60 minutos, para así poder hallar la trabajabilidad del concreto patrón, concreto puzolánico y concreto de escoria. Ya que según el ACI 211 y la MTC E-705 nos indica un rango de ½” hasta 9” y así poder saber si nuestro concreto es trabajable o no.



Figura 16. Ensayo del Slump



Figura 15. Compactación con varilla

Ensayo del SLUMP a los 00 minutos

Tabla 14. Ensayos del SLUMP a los 00 minutos

		CONCRETO F'c=210 kg/cm ²		
ASENTAMIENTO		C.P	C.IP	C.MS
00 minutos		5 1/2"	5 1/4"	4"

Fuente: Elaboración propia

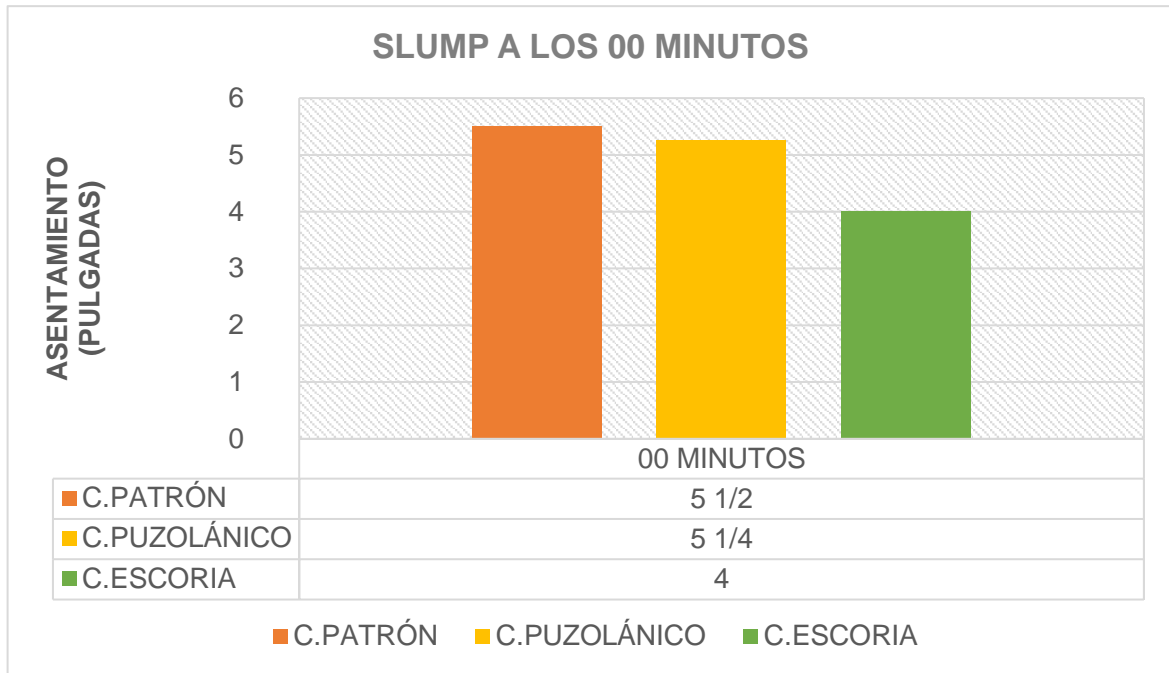


Gráfico 6. Ensayo del SLUMP a los 00 minutos

En el gráfico 6 se observa los asentamientos de los concretos a los 00 minutos; el concreto patrón dio como resultado un asentamiento de 5 ½”, el concreto con el cemento tipo IP obtuvo 5 ¼” y finalmente el concreto con el cemento tipo MS 4”, la cual se puede deducir que están dentro del rango permitido para que esta pueda ser trabajable.

Ensayo del SLUMP a los 30 minutos

Tabla 15. Ensayos del SLUMP a los 30 minutos

	CONCRETO F'c=210 kg/cm2		
ASENTAMIENTO	C.P	C.IP	C.MS
30 minutos	2 1/4"	3"	2 1/2"

Fuente: Elaboración propia

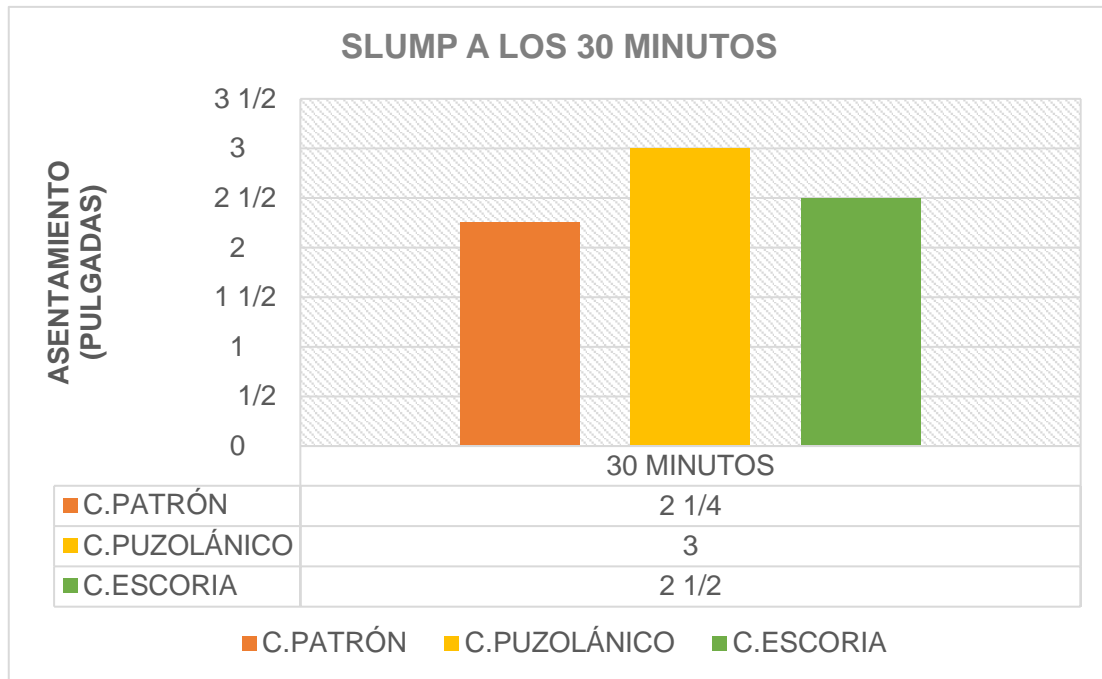


Gráfico 7. Ensayo del SLUMP a los 30 minutos

En el gráfico 7 se observa los asentamientos de los concretos a los 30 minutos; el concreto patrón dio como resultado un asentamiento de 2 ¼”, el concreto con el cemento tipo IP obtuvo 3” y finalmente el concreto con el cemento tipo MS 2 ½ ”, la cual se puede deducir que están dentro del rango permitido para que esta pueda ser trabajable.

Ensayo del SLUMP a los 60 minutos

Tabla 16. Ensayos del SLUMP a los 60 minutos

CONCRETO F'c=210 kg/cm2			
ASENTAMIENTO	C.P	C.IP	C.MS
60 minutos	1 1/2"	2"	2"

Fuente: Elaboración propia

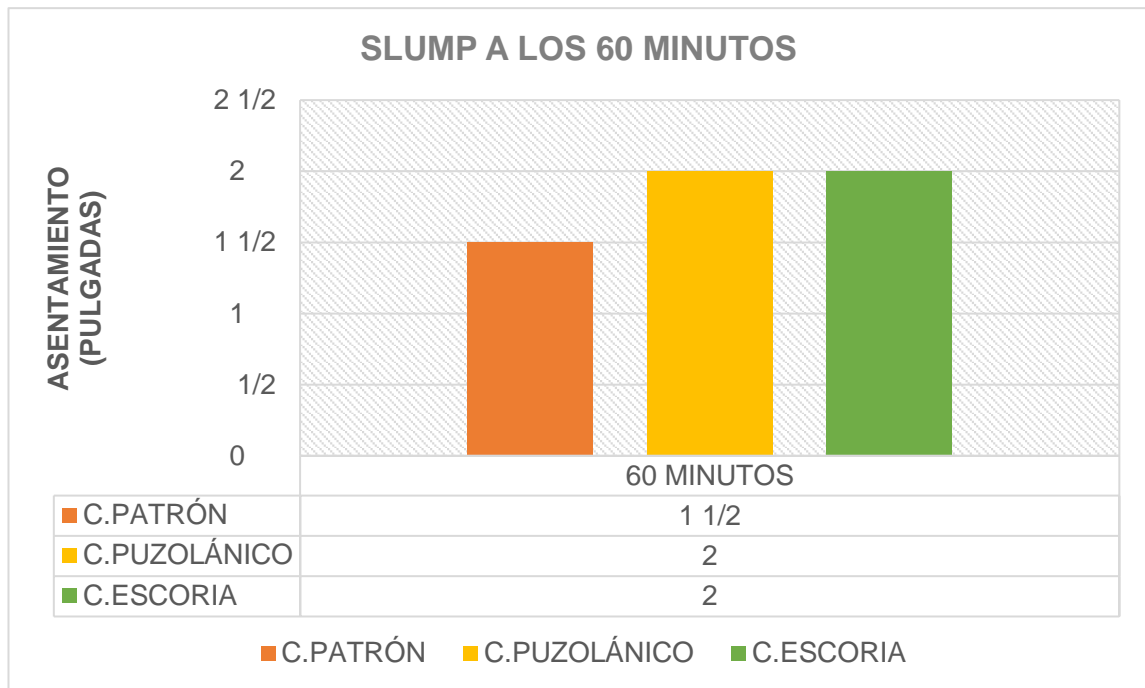


Gráfico 8. Ensayo del SLUMP a los 60 minutos

En el gráfico 8 se observa los asentamientos de los concretos a los 60 minutos; el concreto patrón dio como resultado un asentamiento de 1 ½”, el concreto con el cemento tipo IP obtuvo 2” y finalmente el concreto con el cemento tipo MS 2”, la cual estos dos cementos propuestos se encuentran en un rango establecido según norma y se puede deducir que aún a los 60 minutos estas son trabajables.

V. DISCUSIÓN

Para el ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en nuestro proyecto de investigación, al ser reemplazado el cemento patrón por cementos tipo IP y cemento tipo MS para un diseño de mezcla $F'c=210$ kg/cm², muestra patrón obtuvo como resultado a su resistencia a la compresión a los 28 días 258.9 kg/cm², los cementos propuestos mencionados líneas arriba dieron como resultados una resistencia a la compresión a los 28 días de 264.5 kg/cm² y 270.8 kg/cm², de los cuales se nota una ligera diferencia entre el cemento tipo IP y el MS. Conicet (2016) el cual reemplazo al cemento tradicional por el cemento puzolánico en su totalidad, en sus ensayos de resistencia a la compresión de su concreto con una relación a/c 0.40, 0.60 en un curado de 28 días obtiene como resultado de 315 kg/cm² y 230 kg/cm² e indica que se puede obtener mejores resultados a edades mayores, ya que, a los 90 días obtiene una resistencia de 440.5 kg/cm² y 305 kg/cm². A su vez Samanasa (2016) en su artículo científico indica que en menor tiempo de curado se obtendrá una resistencia pobre o no esperada, pero esta se va fortaleciendo rápidamente durante periodos más largos de curado donde se pueden obtener resultados óptimos y estos pueden ser notados a partir de los 28 días. En la cual se concuerda con dicho autor, ya que, en nuestra investigación nuestras resistencias a los 7, 14 y 28 días variaron notablemente, puesto que, se produjo un $F'c=146.6$ kg/cm², $F'c=197.1$ kg/cm² y $F'c =264.5$ kg/cm², el cual se demuestra que a los 28 días recién supera nuestro planteamiento ($F'C=210$ kg/cm²).

Continuando con lo mencionado líneas arriba, Melgarejo (2019) en sus resultados de resistencia a la compresión utilizando escoria obtuvo una resistencia a la compresión a los 28 días de 261.8 kg/cm² utilizando el 5% de escoria y hace mención que a más escoria menos será la resistencia. Continuando Cortez y Sánchez (2006) nos indica que para considerar un cemento de escoria esta debe tener un porcentaje de escoria entre 25% - 70% de la misma, también nos da a conocer según sus ensayos químicos que el cemento Portland tipo MS contiene un 30% de escoria la cual se encuentra dentro del rango indicado. Por lo que, según nuestro ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de nuestro cemento

tipo MS obtuvimos una resistencia de 270.8 kg/cm² con un porcentaje del 30% de escoria, discrepando con el autor Melgarejo, ya que utilizando un mayor porcentaje de escoria obtuvimos una mayor resistencia a compresión en comparación a sus resultados.

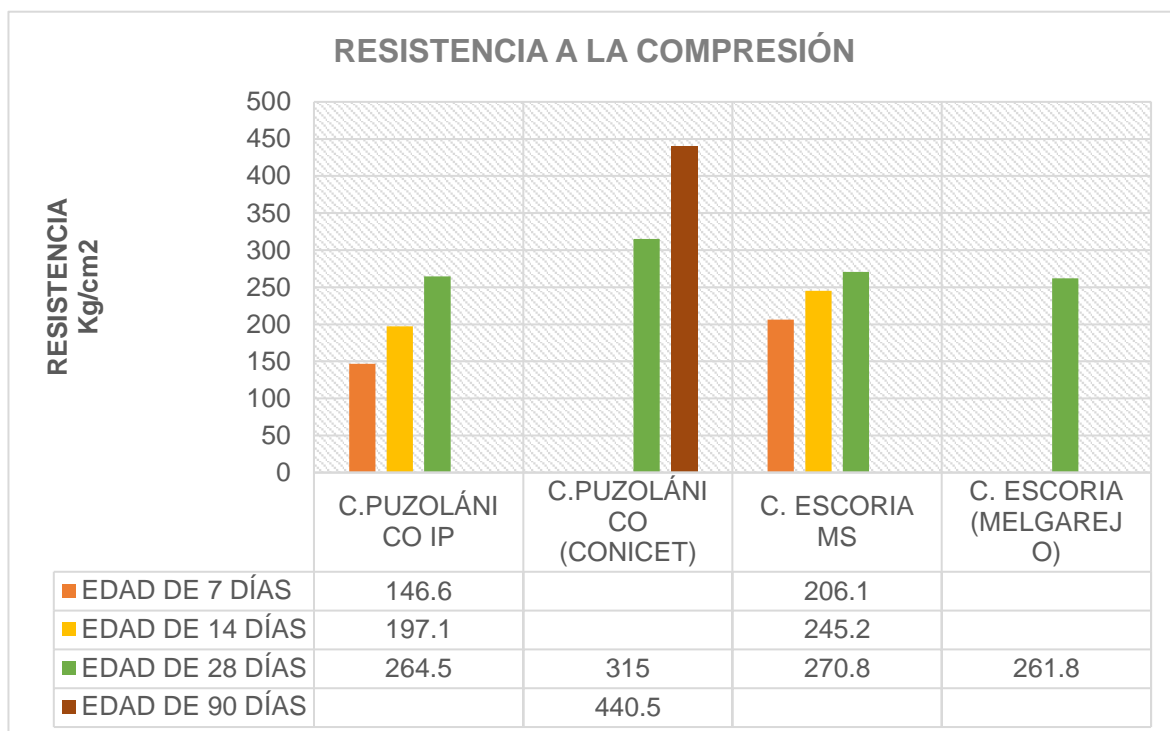


Gráfico 9. Resistencia a la Compresión - comparación del cemento Puzolánico y de escoria con diferentes autores

Comparando nuestros resultados con los autores Melgares y Conicet se puede interpretar que tanto el cemento con adiciones de puzolana y de escoria nos dan resultados positivos para nuestro concreto a la edad de 28 días, ya que superan los diseños de mezclas propuestos en cada una de las investigaciones.

Los resultados dados para nuestro ensayo de resistencia a flexión, al utilizar el cemento puzolanico o también conocido como cemento tipo IP, se obtuvo un MR = 3.93 MPa a la edad de 28 días. Así mismo en el artículo científico del autor Samanasa (2016) se puede observar que al utilizar en su concreto con adición de 20 % de puzolana obtiene un resultado de MR = 6.1 MPa. Continuando en la tesis de Párraga y Torres (2021) donde proponen un diseño de mezcla óptimo para un pavimento rígido, así mismo nos indican que según ACI 325.14R el rango para una

resistencia a la flexión es de 35 – 50 kg/cm²; en donde en uno de sus resultados utilizando el cemento puzolanico tipo HS con relación a/c 0.40 obtiene un MR = 49.54 kg/cm² a los 28 días encontrándose esta en el rango que se establece.

Finalmente, se puede deducir que en las tres experimentaciones planteadas se obtiene un resultado positivo, ya que, sobrepasan el módulo de roturo mínimo propuesto y establecido según norma para un pavimento rígido.

Continuando con los ensayos de resistencia a la flexión Nasimba (2017) en su investigación utilizando escoria en su concreto en porcentajes de 5%, 10% y 15% tiene como resultados 5, 27 MPa, 5,25 MPa y 5,35MPa respectivamente, estos resultados se obtuvieron de un F'c =280 kg/cm². Por consiguiente, en nuestra investigación al realizar el ensayo de resistencia a la flexión a las edades de 7 y 28 días utilizando el cemento de escoria tipo MS se obtuvo una resistencia de 3.40 MPa Y 4.23 MPa de un diseño de mezcla F'c = 210 kg/cm², a su vez Párraga y Torres (2021) mencionan que según ACI 325.14R para un pavimento rígido el rango para una resistencia a la flexión es de 35 – 50 kg/cm². Por lo que se puede deducir que en nuestro concreto con el cemento tipo MS y el diseño de mezcla propuesta, donde se obtuvo una resistencia a la flexión de 4.23 MPa a la edad de 28 días siendo esta favorable, ya que se encuentra dentro del rango indicado en la norma mencionada líneas arriba.

Los ensayos del SLUMP para determinar la trabajabilidad en diferentes tiempos propuestos en nuestro proyecto de investigación el cual se determinó en 00 minutos, 30 minutos y 60 minutos, reemplazando al cemento convencional por cemento tipo IP y cemento tipo MS para un diseño de mezcla F'c=210 kg/cm², nos da como resultado para el cemento tipo IP a los 00 minutos 5 ¼", 30 minutos 3" y en 60 minutos 2", con el cemento tipo MS obtuvimos los asentamientos a diferentes tiempos 00 minutos 4", 30 minutos 2 ½" y a los 60 minutos 2".

Para poder determinar la trabajabilidad utilizando escoria el autor Melgarejo (2019) en su investigación al realizar un concreto con relación a/c de 0.40 para un F'c =210 kg/cm² obtuvo como resultados a los 00 minutos un SLUMP de 4". A su vez Párraga y Torres (2021) en su investigación con cemento tipo IPM con una relación a/c 0.40 obtuvieron resultados de asentamiento en distintos tiempos en 0 min - 5

3/4", 30min - 4 3/4", 60min - 3 1/2" y 90min 2 1/2", comparando con Conicet (2016), en su artículo científico da como resultado en sus ensayos de SLUMP utilizando una relación a/c de 0.40 un asentamiento de 4 1/2".

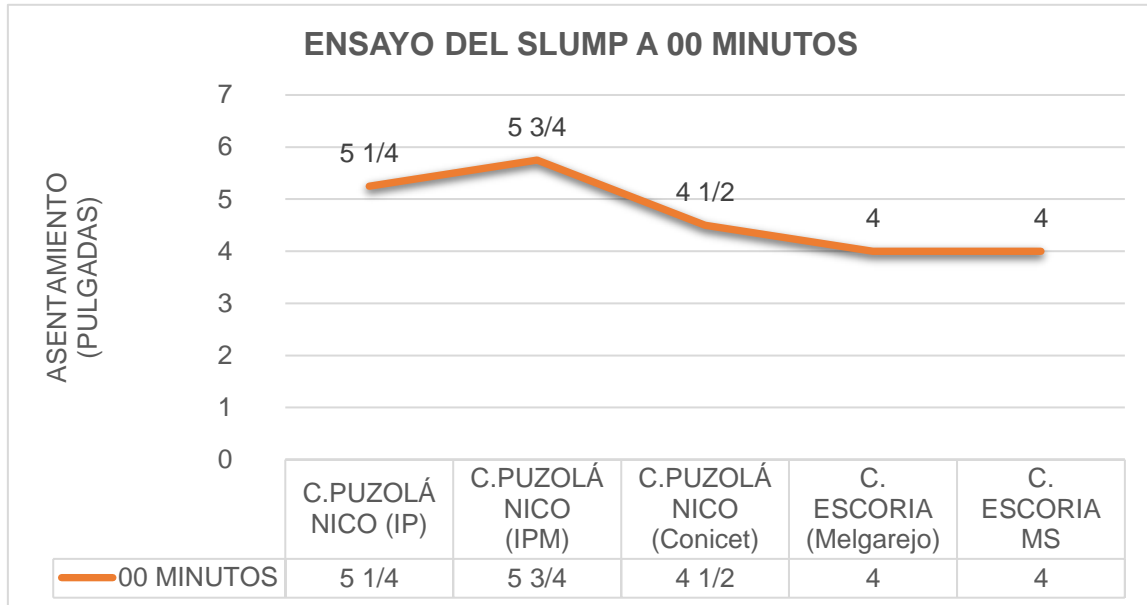


Gráfico 10. Ensayos del SLUMP - comparación del cemento puzolánico y de escoria con diferentes autores.

Se puede apreciar que con distintas adiciones en el cemento (puzolana y escoria) los valores de asentamientos son casi semejantes y a su vez trabajables. Ya que según en la norma ACI 211 y el MTC E-705 menciona los rangos del asentamiento y sus consistencias para los pavimentos, para que un concreto sea considerado bueno o con excelente trabajabilidad y los resultados dados por los autores ya mencionados y nuestros resultados se encuentran dentro del rango establecido.

VI. CONCLUSIONES

1. En el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, al promediar las 3 probetas cilíndricas ensayadas se obtuvieron los siguientes resultados: para el concreto patrón a la edad de 7 días 187.6 kg/cm², 14 días 221.7 kg/cm² y 28 días 258.9 kg/cm²; al reemplazarlo por el cemento puzolánico tipo IP se obtuvieron las resistencias a la compresión a la edad de 7 días 146.6 kg/cm², 14 días 197.1 kg/cm² y 28 días 264.5 kg/cm²; Finalmente reemplazando por el cemento de escoria tipo MS, su resistencia a la compresión fue a la edad de 7 días 206.0 kg/cm², 14 días 245.2 kg/cm² y 28 días 270.8 kg/cm². Por consiguiente, se puede concluir que los dos cementos a la edad de 28 días mejoran la resistencia del concreto con respecto al concreto patrón, cabe resaltar que al comparar los cementos tipo IP y tipo MS, el cemento de escoria obtuvo una mayor resistencia, siendo está un mejor reemplazo para el Cemento patrón tipo I.
2. Con respecto al ensayo de la resistencia a la flexión y obteniendo los promedios de las 3 vigas ensayadas, para el concreto patrón se obtuvieron resultados a la edad de 7 días $M_r=3.13$ MPa y 28 días $M_r=3.67$ MPa; al reemplazarlo en su totalidad por el cemento puzolánico tipo IP su resistencia a flexión a la edad de 7 días es $M_r=2.77$ MPa y 28 días $M_r=3.93$ MPa; por último, al reemplazarlo con el cemento de escoria tipo MS se obtuvo a la edad de 7 días $M_r=3.4$ MPa y 28 días $M_r=4.23$ MPa. Finalmente se concluye que ambos cementos propuestos tipo IP y tipo MS influyen positivamente como remplazo al cemento patrón tipo I, ya que superan su resistencia a la flexión en el concreto, así mismo cabe resaltar que el cemento tipo MS es un mejor reemplazo para el cemento patrón tipo I.
3. Finalizando, al realizar los ensayos del SLUMP en tres tiempos diferentes siendo estos 00 minutos, 30 minutos y 60 minutos; se obtuvo como resultado para el concreto patrón 5 ½", 2 ¼" y 1 ½", reemplazando en su totalidad por el cemento puzolánico tipo IP se obtuvo a los 00 minutos 5 ¼", a los 30 minutos 3" y para los 60 minutos 2" y para el cemento de escoria tipo MS a

los 00 minutos 4", a los 30 minutos 2 ½" y a los 60 minutos 2", se puede concluir que en estado fresco inicial son trabajables y al pasar 60 minutos que podría ser puesto en obra aún son trabajables según los rangos establecidos en la norma ACI y MTC.

4. Se puede concluir que el cemento tipo IP y el cemento tipo MS como reemplazo al cemento tipo I influyen de forma eficaz en las propiedades del concreto, ya que, obtuvieron mejores resultados con respecto al cemento patrón, así mismo al realizar la comparación se concluye que el cemento de escoria obtiene mejores resultados que el cemento tipo IP.

VII. RECOMENDACIONES

1. Respecto a los ensayos a la resistencia a la compresión se recomienda que al utilizar el cemento tipo IP se realicen los ensayos de compresión a una edad mayor de 28 días, ya que según lo investigado y experimentado se observa que a edades mayores es más resistente a comparación de sus primeros días y con respecto al cemento tipo MS se recomienda utilizarlo ya que tiene resultados óptimos.
2. Con respecto a los ensayos de resistencia a la flexión se recomienda tener en cuenta la norma ACI 325.14R, ya que esta hace mención a los rangos de la resistencia los cuales oscilan entre los 30 - 50 kg/cm², así mismo se recomienda utilizar el cemento de escoria tipo MS ya que esta tiene una mayor resistencia la cual es importante para un pavimento rígido.
3. Para el ensayo del SLUMP, se recomienda tener en cuenta el ACI 211 y el MTC E-705, ya que esta menciona los rangos del asentamiento y sus consistencias adecuadas para los pavimentos, las cuales serán consideradas entre ½" a 9". Y así podemos corroborar si nuestros concretos son trabajables.
4. Para finalizar, se recomienda utilizar el cemento tipo IP y el cemento tipo MS, ya que estos tienen mejores resultados y a su vez estos cementos son eco amigables y aportan al medio ambiente, ya que al producirlo emiten menor CO₂ y tienen un costo semejante al cemento tradicional el cual se utiliza usualmente. Así mismo recomendamos que se profundicen más en los ensayos de laboratorio para los cementos en estado fresco como por ejemplo los ensayos de absorción, exudación, temperatura, entre otros.

REFERENCIAS

Actividade pozolânica de adições minerais para cimento Portland (Parte I): Índice de atividade pozolânica (IAP) com cal, difração de raios-X (DRX), termogravimetria (TG/DTG) e Chapelle modificado. **HOPPE Filho, Juarez, y otros. 2017.** 03, Brasil : s.n., 2017, Revista Materia, Vol. 22. ISSN: 1517-7076.

Adiciones y cementos con adiciones. **1933.** 190-191, Madrid : IETCC- Consejo Superior de Investigaciones Cientificas , 1933, Materiales de construcción, Vol. 33, pág. 83. ISSN 0465-2746.

*Adiciones y cementos con adiciones.***CALLEJA, Jose. 1983.** 190-191, Madrid : IETCC- Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, 1983, Material de construcción, Vol. 33. ISSN 0465-2746.

ARIAS, Fidias. 2012. *El proyecto de investigación-Introducción a la metodología científica.* Caracas : Editorial Episteme, C.A., 2012. ISBN: 980-07-8529-9.

ASOCEM. 2018. ASOCEM - Asociación de Productores de cemento. *ASOCEM - Asociación de Productores de cemento.* [En línea] 2018. <http://www.asocem.org.pe/>.

BECERRA Salas, Mario. 2012. *Tópicos de pavimentos de concreto- diseño, construcción y supervisión.* Lima : Flujo Libre, 2012. págs. 83-84.

CARRERA Orbe , Karen y ZEA La Rochelle, Daniel. 2018. *Evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla de hormigón y fibras de acero dramix 3D en diferentes dosificaciones para la aplicación en pavimentos rígidos, utilizando cemento puzolánico he y agregados de la planta Holcim Pifo - Quito.* Quito : Pontificia Universidad Católica de Ecuador , 2018.

Cemento de escorias activadas alcalinamente: Situación actual y perspectivas de futuro. **PUERTAS, F. 1995.** 239, España : IETCC-Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, 1995, Materiales de la construcción, Vol. 45, pág. 57. ISSN 0465-2746.

Cemento y sus Aplicaciones. **Dra. Ing. VÁZQUES A, Rosaura.** s.l. : Pacasmayo.

Cementos puzolánicos. **CALLEJO, Jose.** 1959. s.l. : IETCC- Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1959, Materia de la construcción, Vol. 09, págs. 24-25. ISSN 0465-2746.

Comportamento do cimento supersulfatado (CSS) obtido a partir escórias de alto forno geradas a carvão vegetal e mineral e sujeito à cura térmica. **SIRLENE Becutler, Cheila, ANGULSKI da Luz , Caroline y Sartori Bonini, Janaina.** 2017. 01, Brasil : s.n., 2017, Revista Materia, Vol. 25. ISSN: 1517-7076.

CONDORCHOA Anculle, Ceferino. 2019. *Factor clima y sus relaciones con el deterioro de pavimento rígido en Ica año 2019.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.

CONGRESO DE LA REPUBLICA. 2018. Ley que modifica diversos artículos de la ley 28303, ley marco de ciencia, tecnología e innovación tecnológica; y de la ley 28613, ley del consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológico (CONCYTEC). *El Peruano.* día de semana, 2018.

CORTEZ Rojas, Manuel y SANCHEZ Árias, Juberth. 2006. *Mejoramiento en la propiedades físicas y químicas del cemento portland tipo MS por adición de clinker tipo V, en sustitución de escoria BFS de alto horno.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo , 2006.

CTN. 2013. *NTP - 334.009: CEMENTOS.Cementos Portland. Requisitos.* Lima : INDECOPI, 2013.

Diseño de espesores de pavimentos de concreto para carreteras y calles. **PACKARD, Robert.** 1995. s.l. : American concrete institute - URP, 1995, págs. 5-6.

Escorias y cementos siderúrgicos. **CALLEJA, Jose.** 1982. 186, Madrid : IETCC- Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1982, Materiales de construcción, Vol. 32, pág. 18. ISSN 0465-2746.

GONZÁLEZ Ortega, Martha Alejandra. 2015. *Comportamiento y diseño de hormigones estructurales con áridos siderúrgicos EAF.* Barcelona : Universitat Politècnica de Catalunya - Departament d'Enginyeria de la Construcció, 2015.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María. 2010. *Metodologogía de la Investigación.* México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V, 2010. ISBN: 978-607-1-0291-9.

III Seminario nacional de gestión y normatividad vial - Pavimentos de concreto hidraulico. **MORA, Samuel. 2013.** Lima : FIC-UNI ASOCCEM, 2013.

INEI. 2018. INEI. *Instituto Nacional de Estadística e Informática.* [En línea] noviembre de 2018.

Influencia de la finura de la escoria y la temperatura de curado sobre la resistencia de pasta de cemento mezcla. **CASTALLENO, C., BONAVETTI, V. y IRASSAR, E. 2009.** 2, 2009, Rev constr, Vol. 8, págs. 122-123. ISSN 0717-7925.

Investigation on pozzolanic effect of Fly ash in Roller Compacted Concrete Pavement. **SAMANASA Krishnarao. 2016.** India : IRACST, 2016, Vol. I. 2250-3498.

LONDOÑO Naranjo, Cipriano y ALVARES Pabón, Jorge Alberto. 2008. *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.* Medellín : Instituto Colombiano de productores de cemento, 2008. ISBN: 978-958-97411-8-4.

Los cementos adicionados. **BIONDI Shaw, Ana. 2015.** Lima : CIID - PERÚ Año 4, 2015, Construyendo obras & caminos, Vol. Edición 17, pág. 50.

Los cementos adicionados.. **BIONDI Shaw, Ana. 2015.** 4, Lima : CIID-Perú, 2015, Construyendo obras y caminos, Vol. 17, págs. 50-51.

Los cementos adicionados.. **BIONDI Shaw, Ana. 2015.** 4, Lima : CIID-Perú, 2015, Construyendo obras y caminos, Vol. 17, pág. 51.

Medina, SM Social. Cemento Yunga . Cemento Yunga . [En línea]
<http://www.cementoyunga.com/producto.html>.

MELGAREJO Illescas, Clenin. 2019. *Influencia de la escoria al producir concreto permeable en pavimentos urbanos de la ciudad de Pasco-distrito de Yanacancha-2019.* Cerro de Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2016. *Manual de Ensayos de Materia.* Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2016. MTC E 702 Elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio. *Manual de ensayo de materiales .* Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2014. *Norma Técnica de Edificación E. 06 Concreto Armado.* Lima : Macro, 2014. ISBN: 9786123042462.

MIRANDA Centeno, Cristian Arturo y RADO Moreno, Marco Eduardo. 2019. *Propuesta de concreto reforzado con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción.* Apurímac : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

MTC E - 705. 2000. *Asentamiento del concreto - SLUMP.* 2000.

NASIMBA Chanataxi, Diego Andrés. 2017. *Aplicación de la escoria de fundición de hierro como agregado en la mezclas de hormigón para pavimentos rígidos.* Quito : Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2017.

Novedades en el reciclaje de materiales en el sector de la construcción: Adiciones Puzolánicas. **FRÍAS, M., RODRÍGUEZ , O. y SÁNCHEZ, M.** Madrid : CSIC. ACTAS de las II Jornadas de Investigación en Construcción. ISBN: 978-84-7292-367-6.

PACASMAYO. Pacasmayo. Pacasmayo. [En línea]
<https://www.cementospacasmayo.com.pe/>.

PÁRRAGA Requena, Cristhian y TORRES Trigoso, Jose. 2021. *Propuesta de diseño de concreto con cementos puzolánicos para la construcción de pavimentos CRCP en las carreteras de la Región Sur de Lima.* Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2021.

PERRERA Lizano, Ariana. 2015. *Determinación y análisis de los factores climáticos críticos para el diseño de pavimento flexibles en Costa Rica.* Costa Rica : Universidad de Costa Rica, 2015.

Propiedades de transporte de hormigón con cemento puzolánico. **VILLAGRÁN Zaccardi, Yury y DI MAIO, Angel. 2016.** 6, s.l. : LEMIT, 2016, Revista Ciencia y Tecnología de los Materiales, pág. 31. ISSN 2250-5989.

Propiedades de transporte de hormigón con cemento puzolánico. **VILLAGRÁN Zaccardi, Yury y DI MAIO, Angel. 2016.** 6, s.l. : LEMIT, 2016, Revista de Ciencia y Tecnología de los Materiales . ISSN 2250-5989.

Reciclaje de escoria granulada de fundición (EGF) como sustitución de parte del cemento en hormigón. **CECCATO, D.M., y otros. 2009.** 1, Rio de Janeiro : Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFR, 2009, Revista Matéria, Vol. 14. ISSN 1517-7076.

Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte re-visitado. **CABRERA Madrid, ESCALANTE García y CASTRO Borgues. 2016.** 1, México : ALCONPAT, 2016, Vol. VI. 2007-6835.

Resistencia Mecánica del Concreto y Resistencia a la Compresión . **OSORIO, Jesús David. 2019.** Cali : s.n., 2019, 360 en concreto.

SANCHEZ de Guzman, Diego. 2001. *Tecnología del concreto y del mortero.* Bogotá : s.n., 2001.

SANCHEZ de Guzman, Diego. 2001. *Tecnología del concreto y del mortero.* Bogotá : Quebecor World , 2001. pág. 22. ISBN: 958-9247-04-0.

SENAMHI. 2020. SENAMHI. *SENAMHI*. [En línea] 17 de Septiembre de 2020. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>.

TAMAYO y Tamayo, Mario. 2003. *El proceso de la investigación científica - incluye evaluación y administración de proyectos de investigación*. México : Editorial limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, 2003. ISBN 968-18-5872-7.

TOBÓN, Jorge Iván. 2000. *Puzolanas en los alrededores de Irra*. Medellín : Departamento de Recursos Minerales, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, 2000.

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Cemento Puzolánico	Este tipo de cemento es mayormente utilizado en lugares que necesitan que su estructura tenga una adecuada impermeabilidad y también se utiliza cuando una estructura está expuesta a sales de mar. Uno de los requisitos para obtener un <i>cemento puzolánico</i> es determinar una finura de la puzolana. (VILLAGRÁN, 2016).	Se evaluará la finura y estabilidad de volumen en relación a su requisito físico del cemento puzolánico, asimismo, se realizarán en el laboratorio los siguientes ensayos de Blaine para determinar la finura y el ensayo del auto clave para la estabilidad del volumen.	Requisitos Físicos del cemento tipo IP	Finura	De razón
				Estabilidad del Volumen	De razón
Cemento de Escoria	Este tipo de cemento tiene mejor resistencia mecánica, mejor calor de hidratación, mejor impermeabilidad, mayor resistencia al hielo-deshielo, resistencia a altas temperaturas, resistencia a ataques químicos, para poder obtener el beneficio de la escoria. (PUERTAS, 1995).	Se evaluará la finura y estabilidad de volumen en relación a su requisito físico del cemento puzolánico, asimismo, se realizarán en el laboratorio los siguientes ensayos de Blaine para determinar la finura y el ensayo del auto clave para la estabilidad del volumen.	Requisitos Físicos del cemento tipo MS	Finura	De razón
				Estabilidad del Volumen	De razón
Propiedades del Concreto	Las propiedades del concreto se pueden obtener realizando la mezcla de agregados + agua, creando así una mezcla uniforme y así tener una buena consistencia. Asimismo, se teniendo como principales propiedades la trabajabilidad, resistencia, cohesividad y durabilidad. Recuperado de http://dearkitectura.blogspot.com/	Para hallar las propiedades del concreto se evaluará los ensayos de la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y la trabajabilidad de un concreto F'c210 kg/cm ² , por consiguiente, se reemplazará al cemento ordinario por los cementos adicionados para obtener nuevos resultados.	Resistencia a la Compresión	Método de ensayo Normalizado Para resistencia a la compresión De especímenes cilíndricos de Concreto.	De razón
			Resistencia a la Flexión	Método de ensayo Normalizado Para la determinación de la resistencia A la flexión del concreto, ACI 325.14R	De razón
			Trabajabilidad	Método de prueba estándar para el Asentamiento del hormigón de Cementos hidráulicos, ACI211	De razón

MATRÍZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: " COMPARACIÓN DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y DE ESCORIA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2020."

AUTORES: Tello Barbagelata, Krisha Daneth y Vilca Chumpisuca, Miriam Ashly.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
General	General	General	VARIABLE INDEPENDIENTE 1 cemento puzolánico		
¿De qué manera influirá el cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020?	Determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.	El cemento puzolánico y de escoria influye en las propiedades del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
			Requisitos físicos del cemento tipo IP	Finura	Método de Blaine o uso del Tamiz NTP 334.002:2003
				Estabilidad del volumen	Expansión en autoclave NTP 334.004:1999
			VARIABLE INDEPENDIENTE 2 cemento de escoria		
Específico	Específico	Específico	Requisitos físicos del cemento tipo MS	Finura	Método de Blaine o uso del Tamiz NTP 334.002:2003
¿De qué manera influirá el cemento puzolánico y de escoria en la resistencia de la compresión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020?	Determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en la resistencia a la compresión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.	El cemento puzolánico y de escoria influye en la resistencia a la compresión para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.		Estabilidad del volumen	Expansión en autoclave NTP 334.004:1999
¿De qué manera influirá el cemento puzolánico y de escoria en la resistencia a la flexión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020?	Determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en la resistencia a la flexión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.	El cemento puzolánico y de escoria influye en la resistencia a la flexión del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.	VARIABLE DEPENDIENTE propiedades del concreto		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿De qué manera influirá el cemento puzolánico y de escoria en la trabajabilidad del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020?	Determinar la influencia del cemento puzolánico y de escoria en la trabajabilidad del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.	El cemento puzolánico y de escoria influye en la trabajabilidad del concreto para un pavimento rígido en Villa María del Triunfo, 2020.	Resistencia a la compresión	Método de ensayo Normalizado Para resistencia a la compresión De especímenes cilíndricos de Concreto.	Equipos para realizar las pruebas señaladas en los indicadores y Normas ASTM C39
			Resistencia a la flexión	Método de ensayo Normalizado Para la determinación de la resistencia A la flexión del concreto.	Equipos para realizar las pruebas señaladas en los indicadores y Normas ASTM C78, ACI 325.14R
			Trabajabilidad	Método de prueba estándar para el Asentamiento del hormigón de Cementos hidráulicos.	Equipo para realizar las pruebas señaladas en los indicadores y Norma ASTM C143, ACI 211

ANEXO 02

Ensayo de Compresión NTP 339.034 - ASTM C39			
Título de Investigación:	COMPARACIÓN DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y DE ESCORIA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2020.		
Solicitante:	Tello Barbajelata, Krisha Danet y Vilca Chumpisuca, Miriam Ashly		
Responsable:			
Especialidad:	Ingeniería Civil		
Ficha de trabajo N°:	01	Hora:	

Testigo		Fecha		Edad Días	F'c kg/cm2	Peso kg/cm	Diámetro mm	Área cm	Altura mm
N°	Elemento	Vaciado	Rotura						
01	Convencional			7					
02	Convencional			7					
03	Convencional			7					
04	Puzolánico			7					
05	Puzolánico			7					
06	Puzolánico			7					
07	Escoria			7					
08	Escoria			7					
09	Escoria			7					

Testigo		Fecha		Edad Días	F'c kg/cm2	Peso kg/cm	Diámetro mm	Área cm	Altura mm
N°	Elemento	Vaciado	Rotura						
01	Convencional			14					
02	Convencional			14					
03	Convencional			14					
04	Puzolánico			14					
05	Puzolánico			14					
06	Puzolánico			14					
07	Escoria			14					
08	Escoria			14					
09	Escoria			14					

Testigo		Fecha		Edad Días	F'c kg/cm ²	Peso kg/cm	Diámetro mm	Área cm	Altura mm
N°	Elemento	Vaciado	Rotura						
01	Convencional			28					
02	Convencional			28					
03	Convencional			28					
04	Puzolánico			28					
05	Puzolánico			28					
06	Puzolánico			28					
07	Escoria			28					
08	Escoria			28					
09	Escoria			28					

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

<p>Apellido y Nombres</p> <p>ING. Villanueva Honorio, Thomas Antony</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>VILLANUEVA HONORIO THOMAS ANTHONY ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP Nº 233760</p>
<p>Apellido y Nombres</p> <p>ING. Luck Barrientos, Jhoan Ever</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>LUCK BARRIENTOS JHOAN EVER ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP Nº 234741</p>
<p>Apellido y Nombres</p> <p>ING. Mendoza Acosta, Ricardo Diego</p>	<p>Firma / CIP</p>  <p>RICARDO DIEGO MENDOZA ACOSTA Ingeniero Civil CIP Nº 242925</p>

Ensayo de Flexión (NTP 339.978) - ASTM C78			
Título de Investigación:	COMPARACIÓN DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y DE ESCORIA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2020.		
Solicitante:	Tello Barbajelata, Krishna Danet y Vilca Chumpisuca, Miriam Ashly		
Responsable:			
Especialidad:	Ingeniería Civil		
Ficha de trabajo N°:	02	Hora:	

Testigo		Fecha		Edad Días	Módulo de rotura kg/cm ²	Ancho cm	Altura cm	Luz libre cm	Carga Kg
N°	Elemento	Vaciado	Rotura						
01	Convencional			7					
02	Convencional			7					
03	Convencional			7					
04	Puzolánico			7					
05	Puzolánico			7					
06	Puzolánico			7					
07	Escoria			7					
08	Escoria			7					
09	Escoria			7					

Testigo		Fecha		Edad Días	Módulo de rotura kg/cm ²	Ancho cm	Altura cm	Luz libre cm	Carga Kg
N°	Elemento	Vaciado	Rotura						
01	Convencional			28					
02	Convencional			28					
03	Convencional			28					
04	Puzolánico			28					
05	Puzolánico			28					
06	Puzolánico			28					
07	Escoria			28					
08	Escoria			28					
09	Escoria			28					

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellido y Nombres ING. Villanueva Honorio, Thomas Antony	Firma / CIP  VILLANUEVA HONORIO THOMAS ANTHONY ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 233760
Apellido y Nombres ING. Luck Barrientos, Jhoan Ever	Firma / CIP  LUCK BARRIENTOS JHOAN EVER ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 234741
Apellido y Nombres ING. Mendoza Acosta, Ricardo Diego	Firma / CIP  RICARDO DIEGO MENDOZA ACOSTA Ingeniero Civil CIP N° 242925

Ensayo de Slump ASTM C143 – 78			
Título de Investigación:	COMPARACIÓN DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y DE ESCORIA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, 2020.		
Solicitante:	Tello Barbajelata, Krishna Danet y Vilca Chumpisuca, Miriam Ashly		
Responsable:			
Especialidad:	Ingeniería Civil		
Ficha de trabajo N°:	03	Hora:	

Testigo		Medición			
		1ERA.	2DA	3ERA	Promedio
N° Elemento		00 minutos	30 minutos	60 minutos	
01	Convencional				
02	Puzolánico				
03	Escoria				

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellido y Nombres ING. Villanueva Honorio, Thomas Antony	Firma / CIP  VILLANUEVA HONORIO THOMAS ANTHONY ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 233760
Apellido y Nombres ING. Luck Barrientos, Jhoan Ever	Firma / CIP  LUCK BARRIENTOS JHOAN EVER ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 234741
Apellido y Nombres ING. Mendoza Acosta, Ricardo Diego	Firma / CIP  RICARDO DIEGO MENDOZA ACOSTA Ingeniero Civil CIP N° 242925

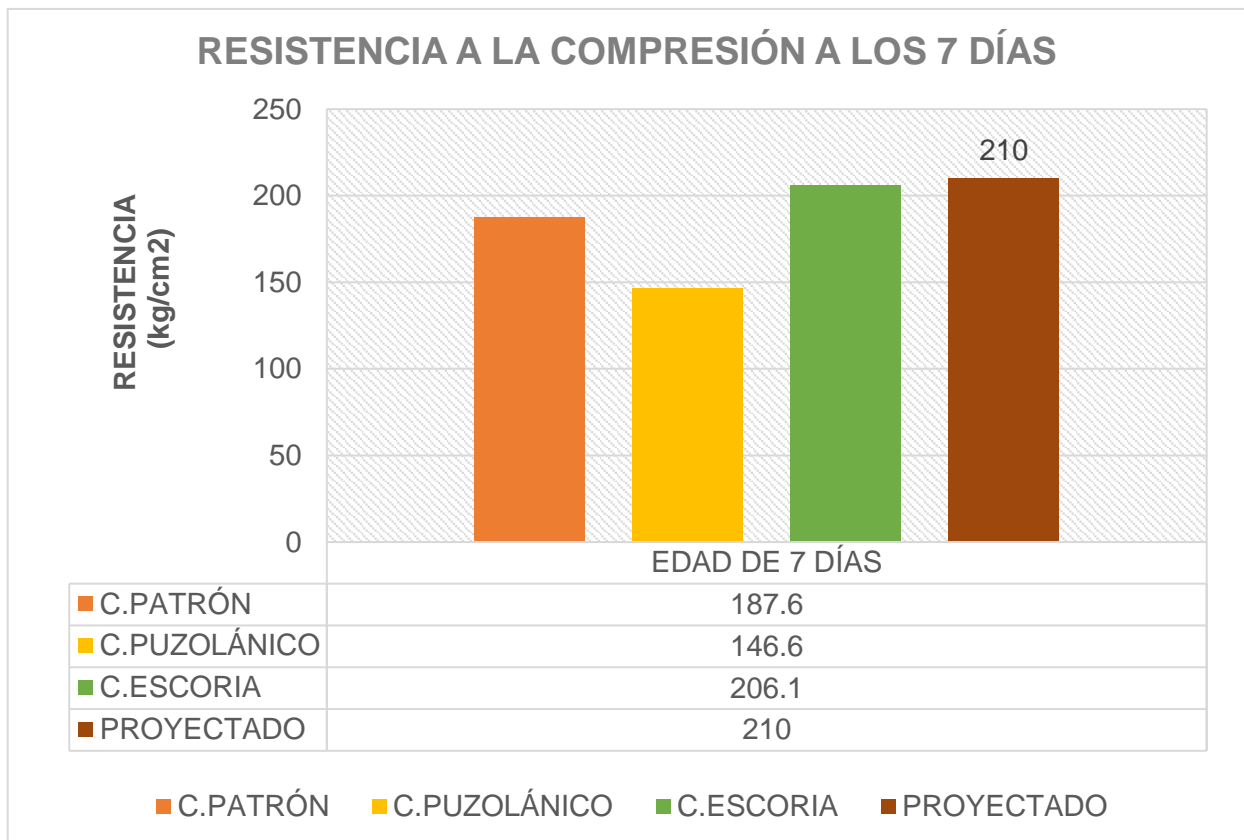
ANEXO 04

CUADROS Y FIGURAS DEL EXCEL

Ensayo a la resistencia a la compresión

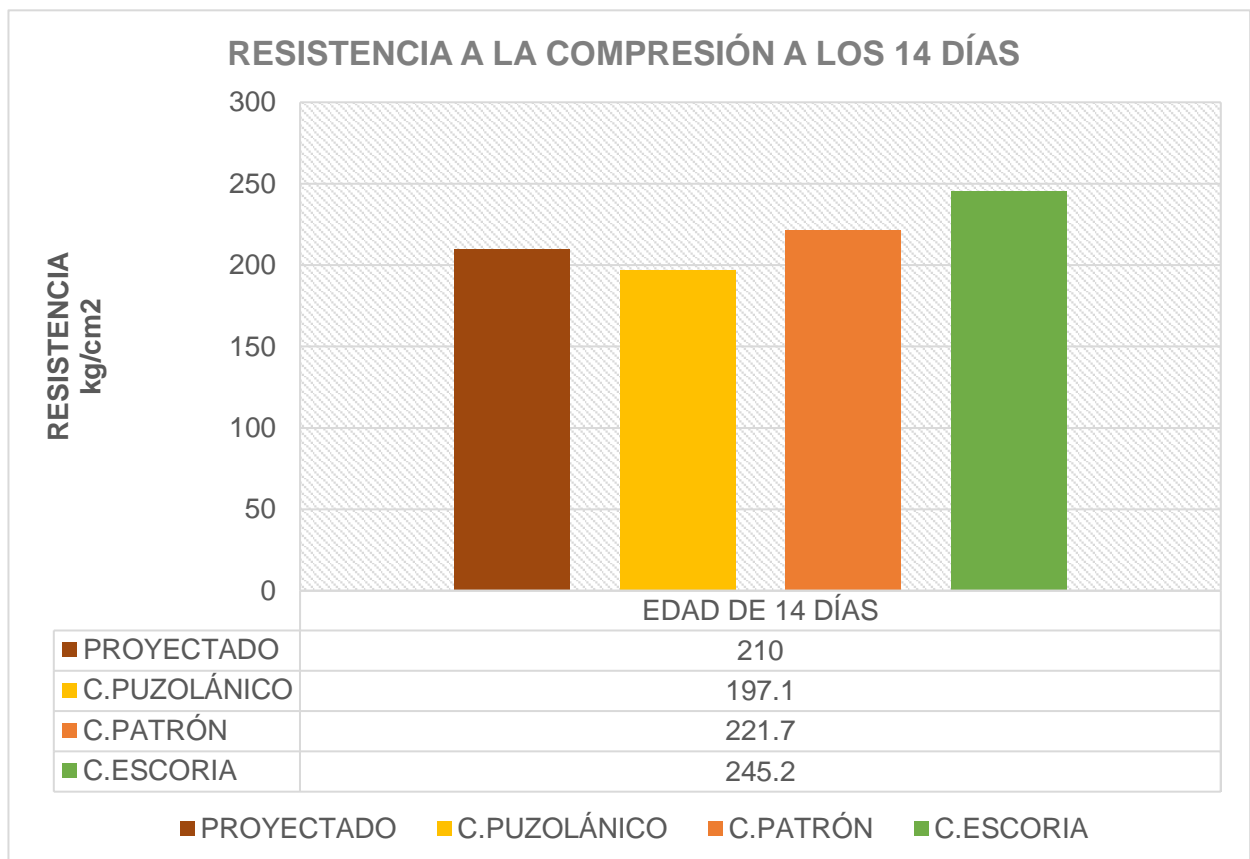
Edad de 7 días

CONCRETO F'c=210 kg/cm2 a los 7 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	189.2	145.1	204.5
2	185.7	151.0	207.4
3	188.0	143.6	206.02
RESISTENCIA PROMEDIO	187.6	146.6	206.0
RESISTENCIA PROMEDIO %	89.3	69.8	98.1



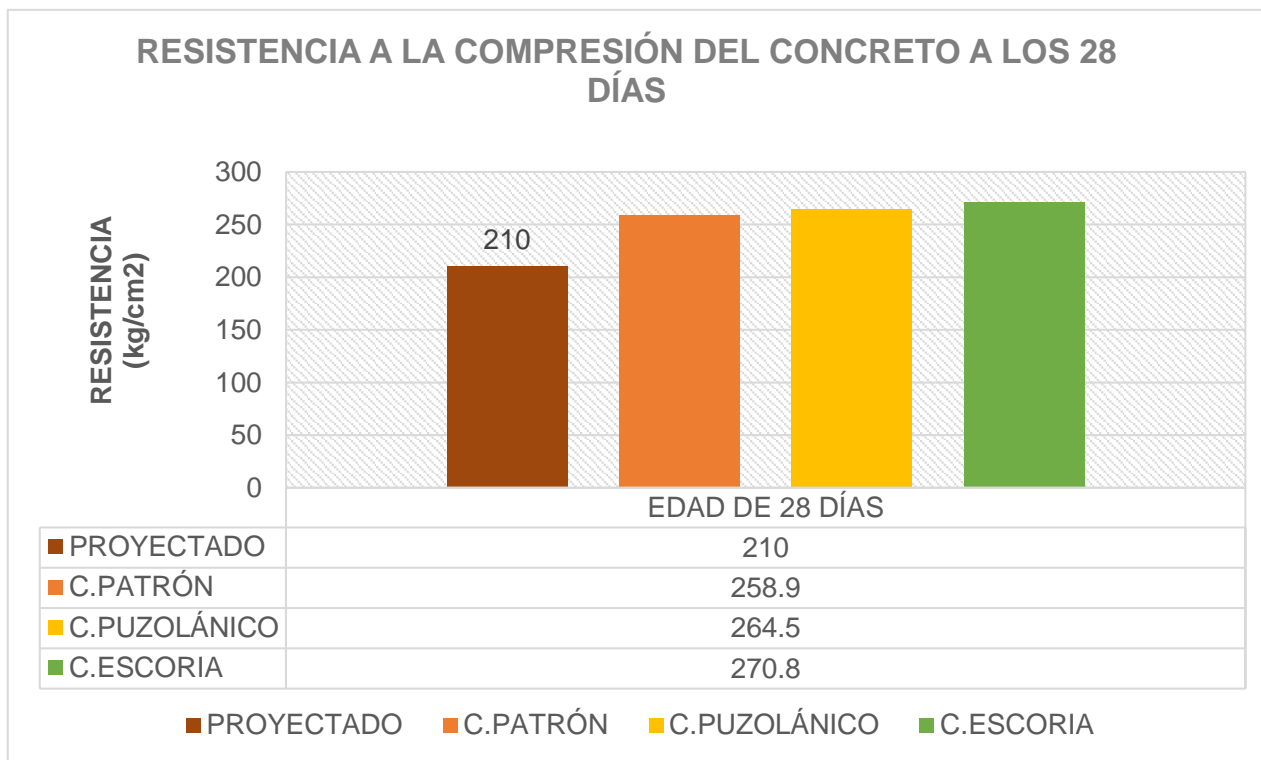
Edad de 14 días

CONCRETO F'c=210 kg/cm2 a los 14 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	223.7	198.9	241.5
2	217	195.4	248.6
3	224.3	196.9	245.4
RESISTENCIA PROMEDIO	221.7	197.1	245.2
RESISTENCIA PROMEDIO %	105.5	93.9	116.8



Edad de 28 días

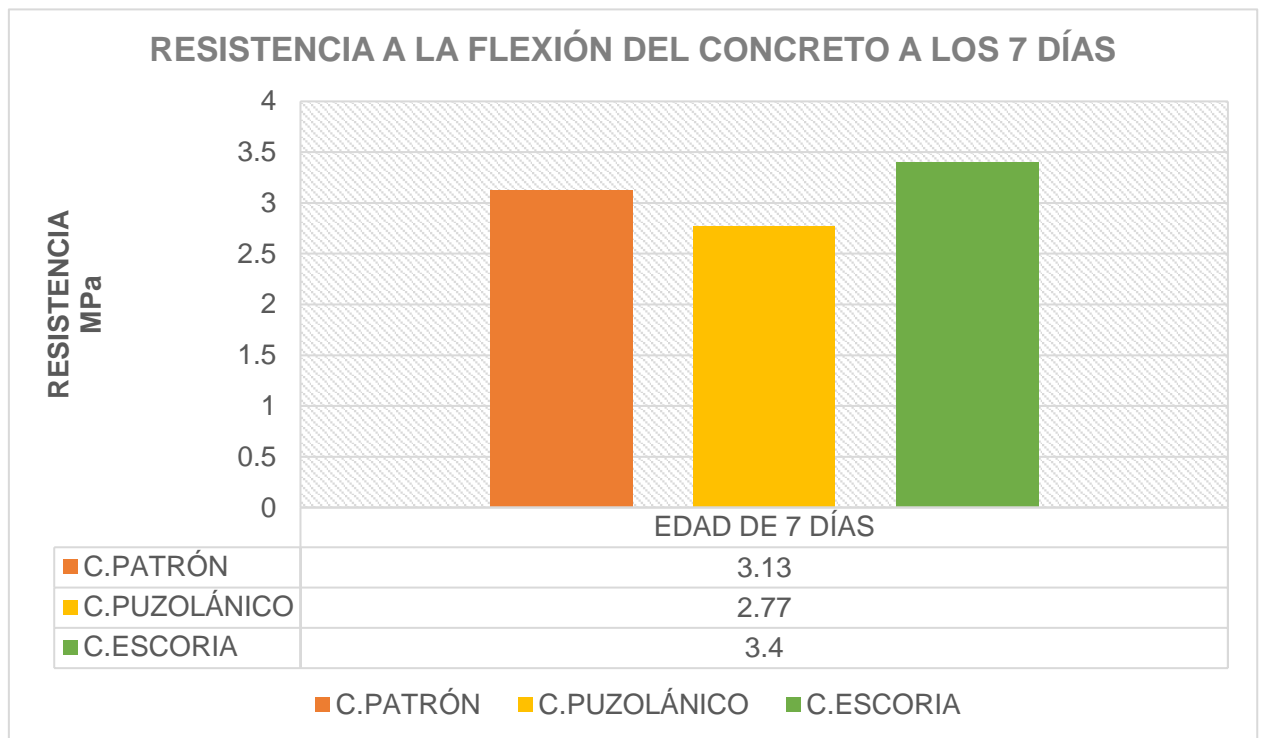
CONCRETO F'c=210 kg/cm2 a los 28 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	259.5	262.2	271.4
2	260.2	266.5	269.3
3	257.1	264.7	271.6
RESISTENCIA PROMEDIO	258.9	264.5	270.8
RESISTENCIA PROMEDIO %	123.3	125.9	128.9



Ensayo a la resistencia a la flexión

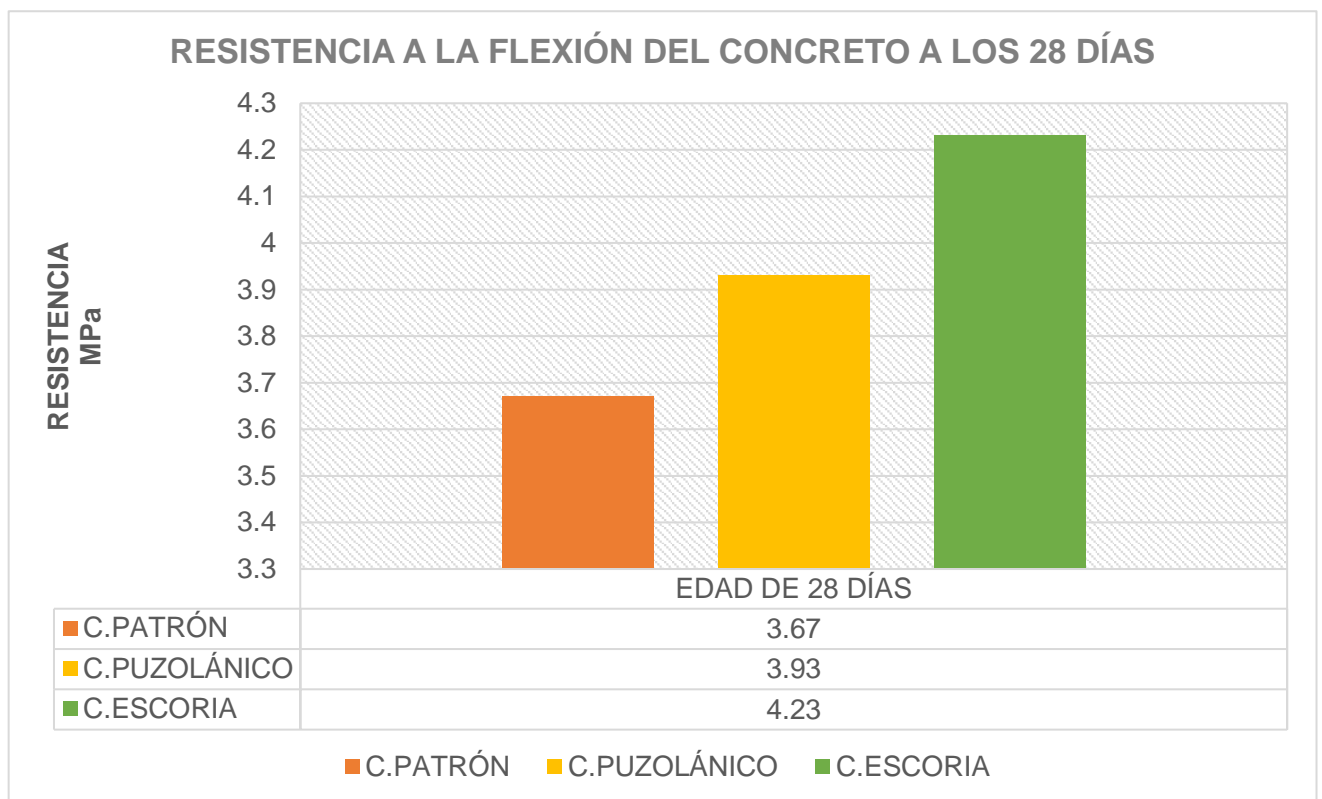
Edad de 7 días

CONCRETO F'c=210 kg/cm2 a los 7 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	32	27	34
2	31	28	34
3	31	28	34
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm)	31.3	27.7	34
RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	3.13	2.77	3.40



Edad de 28 días

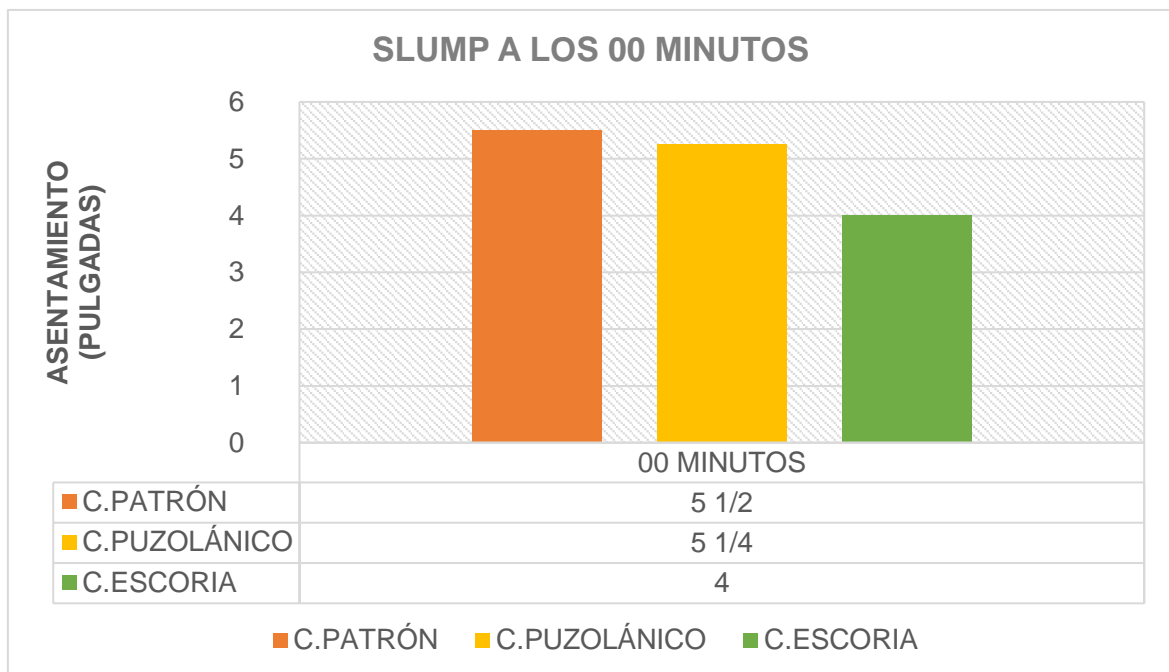
CONCRETO F'c=210 kg/cm2 a los 28 días			
N° PROBETAS	C.P	C.IP	C.MS
1	36	39	43
2	37	40	42
3	37	39	43
RESISTENCIA PROMEDIO(kg/cm)	36.7	39.3	42.3
RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	3.67	3.93	4.23



Ensayo del SLUMP

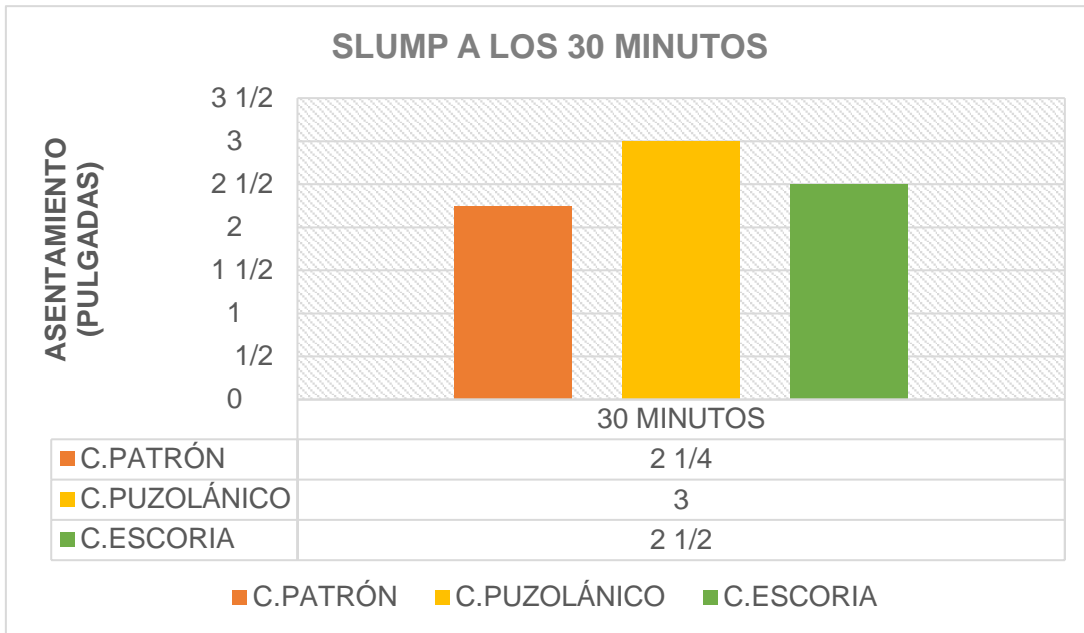
A los 00 minutos

CONCRETO F'c=210 kg/cm2			
ASENTAMIENTO	C.P	C.IP	C.MS
00 minutos	5 1/2"	5 1/4"	4"



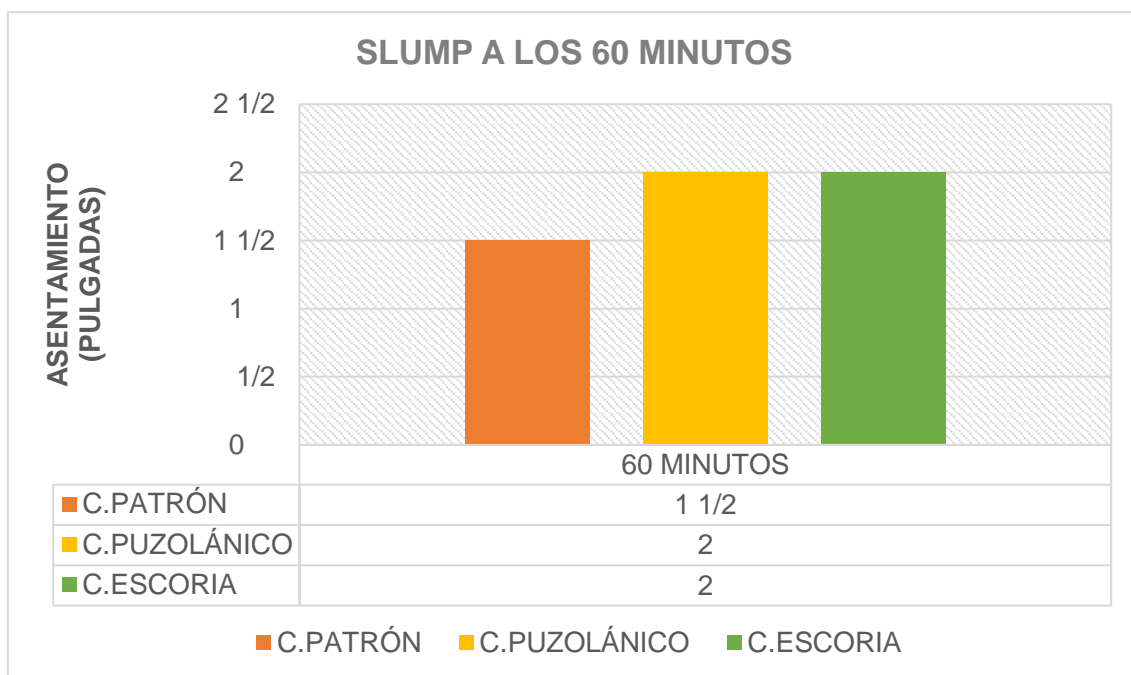
A los 30 minutos

CONCRETO F'c=210 kg/cm2			
ASENTAMIENTO	C.P	C.IP	C.MS
30 minutos	2 1/4"	3"	2 1/2"



A los 60 minutos

CONCRETO F'c=210 kg/cm ²			
ASENTAMIENTO	C.P	C.IP	C.MS
60 minutos	1 1/2"	2"	2"



ANEXO 05

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Agregado fino y agregado grueso



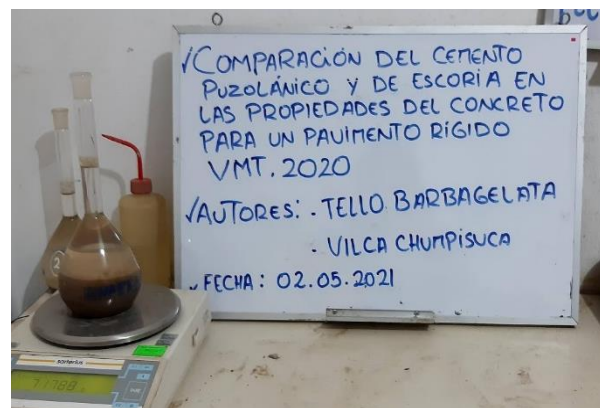
Fotografía 2. Peso unitario del agregado grueso



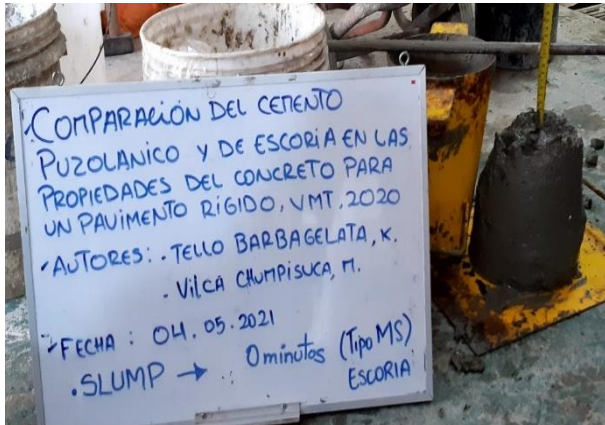
Fotografía 3. Peso unitario del agregado fino



Fotografía 4. Ensayo de absorción



Fotografía 5. Ensayo de peso específico



Fotografía 6. Ensayo del SLUMP del cemento tipo MS



Fotografía 7. Ensayo del SLUMP del cemento Patrón



Fotografía 8. Vaciado de probetas



Fotografía 9. Nivelación con varilla del exceso de mezcla



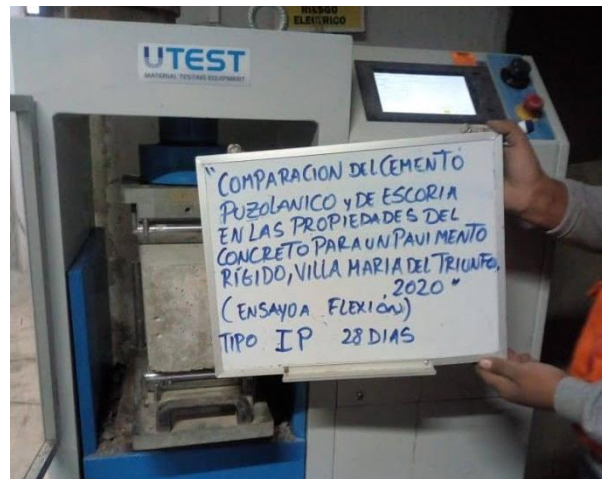
Fotografía 10. Probetas cilíndricas 6''x12''



Fotografía 11. Vigas de 15x15x55 cm



Fotografía 12. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto tipo I



Fotografía 13. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto tipo IP



Fotografía 14. Ensayo de resistencia de flexión del concreto tipo MS



Fotografía 15. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón



Fotografía 16. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto MS



Fotografía 17. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto IP

CERTIFICADOS DEL LABORATORIO



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

www.mtlgeotecniasac.com

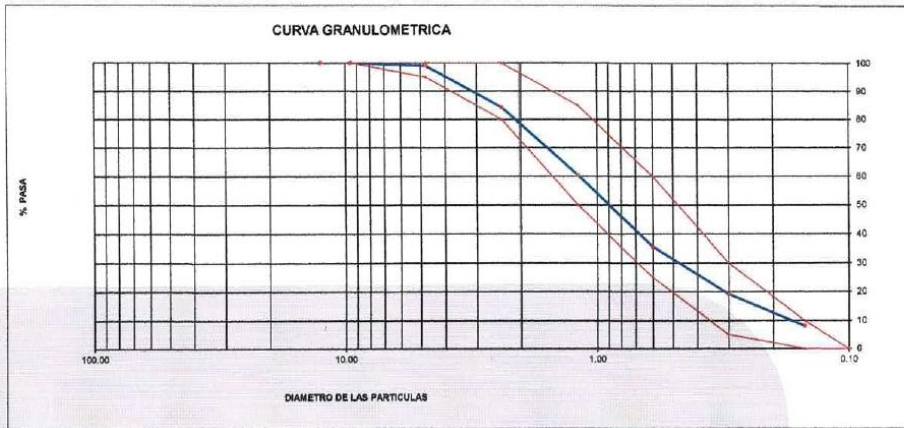
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Krishna Daneth / Vilca Chumpisuca, Miriam Ashly		
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020		
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo:	03/05/2021

MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	792.6	% W	= 1.5
PESO INICIAL SECO (g)	780.6	MF	= 2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	8.8	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº 16	1.19	189.9	23.9	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 80
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05 - 30
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0 - 0



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

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

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA: Dato de laboratorio
SOLICITANTE: Tello Barbopelata, Krista Deneth / Vica Chumpisaca, Miriam Ashly
TESIS: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020

UBICACION: Lima **Fecha de ensayo:** 03/05/2021
MATERIAL: AGREGADO GRUESO **CANTERA:** TRAFICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g): 1.832.00 **% W =** 0.1
PESO INICIAL SECO (g): 1.830.00 **MF =** 0.03

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES RUSO # 87
		(g)	(%)	Retenido	Pass	
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	85.0	4.6	4.6	95.4	90 - 100
1/2"	12.50	898.0	49.0	53.6	46.4	—
3/8"	9.50	458.0	25.0	78.6	21.4	20 - 88
N° 4	4.75	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
N° 8	2.36	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
N° 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. Oficina Control de Calidad Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Oficina Control de Calidad Ingeniero de Suños y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Kintsha Danesh / Vilca Chumpisaca, Miraflores
TESIS	: Comparación del cemento pozolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 03/05/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
-------------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6566	6615	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4203	4252	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.534	1.541	1.530

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.535
--------------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
-------------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7199	7215	7211
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4833	4852	4848
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.751	1.758	1.757

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.755
--	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. ENSAYOS DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Alejandro Huadman INGENIERO CIVIL C.º N.º 21646	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Delos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbapalca, Krishna Daren / Vice Chumpeuca, Miriam Ashly
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Vite María del Triunfo, 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 09/05/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA:** TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
-------------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5989	6005
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3649	3626	3642
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.318
--------------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
-------------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6614	6596	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4251	4233	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.530

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.536
--	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suños Cancallo Astasio Samuel MORENO HUAMÁN INGENIERO CIVIL I.T.P.N. 21465	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbapellea, Krista Daneth / Vilca Chumpisaca, Miriam Ashly
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 03/05/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	861.58	861.5	861.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	671.26	668.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	210.72	211.7	211.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/oc	663.0	662.3	663.10
5	Peso del Balón N° 2	g/oc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/oc	492.9	492.5	492.70
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.2	496.2	497.7

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/oc	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/oc	2.66	2.66	2.66
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-(500-A))	g/oc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.8	1.8	1.8

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:  	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Suellos y Pavimentos Ingeniero Civil Eber Moreno Huamani C. P. N° 21966	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suellos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

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

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Krishna Danesh / Vilca Chumpiaca, Miriam Ashly
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 03/05/2021




MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1590.0	1572.0	1581.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2536.0	2506.0	2522.0
3	Peso muestra Seco	C	g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.65	2.65	2.65
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = (B - C)/C*100		%	1.0	1.0	1.0

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Eber Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.P. N. 21646	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Krishna Danesh / Vilca Chumpitaca, Miriam Ashly
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido
UBICACIÓN	: Lima
	Fecha de ensayo: 04/03/2021

MATERIAL	F _c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.99	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO					
1	ASENTAMIENTO		5.10	mm	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		34.5	mm	
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.527		
4	AGUA		240	L/m ³	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0	%	
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.33	m ³ /m ³	
B) ANALISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO	363.800	Kg/m ³	9.0	B/m ³
	Volumen absoluto del cemento		0.1228	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua		0.2400	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				0.353
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.2960	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3210	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO		363	Kg/m ³	
	AGUA		240	L/m ³	
	AGREGADO FINO		781	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		651	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA					
			2256	Kg/m ³	
E) CORRECCION POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO		793.2	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		661.5	Kg/m ³	
F) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO		0.90	L/m ³	
	AGREGADO GRUESO		0.90	L/m ³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			247.7	L/m ³
G) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO		363	Kg/m ³	
	AGUA		248	L/m ³	
	AGREGADO FINO		750	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		653	Kg/m ³	
H) PESO DE MEZCLA					
			2276	Kg/m ³	
I) CANTIDAD DE MATERIALES (42 L)					
	CEMENTO		16.09	Kg	
	AGUA		10.40	L	
	AGREGADO FINO		33.31	Kg	
	AGREGADO GRUESO		36.78	Kg	
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0		C	1.0	
A.F	2.07		A.F	3.02	
A.G	2.52		A.G	2.53	
H ₂ O	27.5		H ₂ O	27.5	

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

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

TESIS : Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020

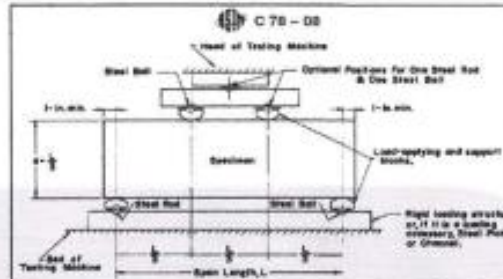
SOLICITANTE : Tello Barbagelata, Krishna Danesh / Vica Chumpisuca, Miriam Ashly
CÓDIGO DE PROYECTO : —
UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 2/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasayco
REVISADO POR : D. Cooto
FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
CEMENTO SOL	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	32 kg/cm ²
CEMENTO SOL	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	31 kg/cm ²
CEMENTO SOL	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	31 kg/cm ²
CEMENTO SOL	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	36 kg/cm ²
CEMENTO SOL	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	37 kg/cm ²
CEMENTO SOL	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	37 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2021

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Yello Barbagelata, Krishna Danesh / Vilca Chumpisaca, Miriam Ashly
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de emisión: 01/06/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
CEMENTO SOL	4/05/2021	11/05/2021	7	14902.0	78.5	189.2	210.0	90.1
CEMENTO SOL	4/05/2021	11/05/2021	7	14591.0	78.5	185.7	210.0	88.4
CEMENTO SOL	4/05/2021	11/05/2021	7	14793.0	78.5	188.9	210.0	89.5
CEMENTO SOL	4/05/2021	18/05/2021	14	17589.0	78.5	223.7	210.0	106.5
CEMENTO SOL	4/05/2021	18/05/2021	14	17042.0	78.5	217.0	210.0	103.3
CEMENTO SOL	4/05/2021	18/05/2021	14	17614.0	78.5	224.3	210.0	106.8
CEMENTO SOL	4/05/2021	1/09/2021	28	20361.0	78.5	259.5	210.0	123.6
CEMENTO SOL	4/05/2021	1/09/2021	28	20437.0	78.5	260.2	210.0	123.9
CEMENTO SOL	4/05/2021	1/09/2021	28	20193.0	78.5	257.1	210.0	122.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

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

 Elaborado por:	 Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. Esmar Martínez Huamán Ingeniero Civil C.P. N. 21066	 Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	10/01/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	Fecha de laboratorio	Fecha de ensayo:	04/03/2021
SOLICITANTE	Tello Barbagelata, Krisha Deneth / Vilca Chumpisaca, Miriam Ashly		
TESIS	Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido.		
UBICACION	Villa María del Triunfo, 2020 Lima		

MATERIAL	F _c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S Kg/m ³	P. UNITARIO C Kg/m ³
CEMENTO MS ESCORIA	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	5.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4	mm	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.807		
4	AGUA			240	L/m ³	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		383.590		Kg/m ³	8.0	Kg/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1028	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2400	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.383
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2090	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3210	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.600
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				383	Kg/m ³	
AGUA				240	L/m ³	
AGREGADO FINO				781	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				851	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2258	Kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				793.2	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				851.5	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.29	L/m ³	
AGREGADO GRUESO				0.90	L/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					247.7 L/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				383	Kg/m ³	
AGUA				248	L/m ³	
AGREGADO FINO				793	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				852	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2278	Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (43 K)						
CEMENTO				16.09	Kg	
AGUA				10.40	Lit	
AGREGADO FINO				33.31	Kg	
AGREGADO GRUESO				35.78	Kg	
PROPORCIÓN EN PESO (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A/P	2.57			A/P	2.02	
A/G	3.22			A/G	2.53	
H ₂ O	27.5			H ₂ O	27.5	

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

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

TESIS : Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020

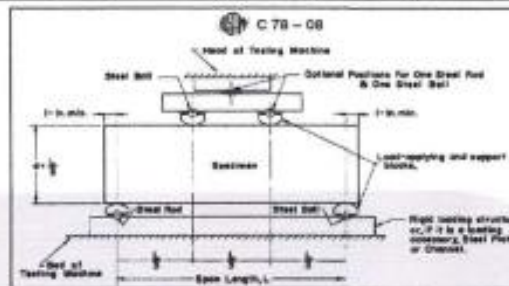
SOLICITANTE : Tello Barbajelata, Krishna Daneth / Vika Chumplisuca, Miriam Astly
CÓDIGO DE PROYECTO : —
UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 2/06/2021

REALIZADO POR : P. Tascayo
REVISADO POR : D. Coello
FECHA DE ENSAYO : 2/08/2021
TURNO : Día

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F_c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
CEMENTO MS ESCORIA	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	34 kg/cm ²
CEMENTO MS ESCORIA	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	34 kg/cm ²
CEMENTO MS ESCORIA	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	34 kg/cm ²
CEMENTO MS ESCORIA	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	43 kg/cm ²
CEMENTO MS ESCORIA	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	42 kg/cm ²
CEMENTO MS ESCORIA	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	43 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto y Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL I.P.N. 21006	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Krista Cenech / Vilca Chumpisaca, Minam Ashly
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de emisión: 01/06/2021	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	11/05/2021	7	18058.0	78.5	204.5	210.0	97.4
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	11/05/2021	7	18286.0	78.5	207.4	210.0	98.7
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	11/05/2021	7	18193.0	78.5	206.2	210.0	98.2
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	18/05/2021	14	18957.0	78.5	241.5	210.0	115.0
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	18/05/2021	14	16524.0	78.5	248.8	210.0	118.4
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	18/05/2021	14	18274.0	78.5	245.4	210.0	116.9
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	1/06/2021	28	21318.0	78.5	271.4	210.0	129.3
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	1/06/2021	28	21180.0	78.5	269.3	210.0	128.2
CEMENTO MS ESCORIA	4/05/2021	1/06/2021	28	21338.0	78.5	271.6	210.0	129.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CD-081
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	04/05/2021
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Krisha Damish / Vilca Chumalauca, Miriam Ashly		
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido.		
UBICACIÓN	: Villa María del Triunfo, 2020		
	: Lima		

F _c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINESA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. kg/m ³	P. UNITARIO C. kg/m ³
CEMENTO IP	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.66	2.89	1.5	1.3	1535.0	1753.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	0.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO				3.16	mm	
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				34.5	mm	
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.627		
4 AGUA				240	litros	
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0		
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.30		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO	303.890			kg/m ³	9.0	litros
Volumen absoluto del cemento				0.1228	m ³ /m ³	
Volumen absoluto de Agua				0.2400	m ³ /m ³	
Volumen absoluto de Aire				0.0200	m ³ /m ³	0.280
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2960	m ³ /m ³	0.617
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3210	m ³ /m ³	1.000
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				380	kg/m ³	
AGUA				240	litros	
AGREGADO FINO				701	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				661	kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2284	kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				700.3	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				651.8	kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				%	Litros/m ³	
AGREGADO GRUESO				0.05	0.0	
				0.96	7.7	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					247.7	Litros
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				380	kg/m ³	
AGUA				246	Litros	
AGREGADO FINO				700	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				652	kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2278	kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (40 L)						
CEMENTO				15.09	kg	
AGUA				12.40	litros	
AGREGADO FINO				33.31	kg	
AGREGADO GRUESO				35.76	kg	
PROPORCIÓN EN PESO (húmedo)						
C	1.0					
A.F	2.07					
A.G	2.22					
H ₂ O	27.5					
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (húmedo)						
C	1.0					
A.F	2.00					
A.G	2.53					
H ₂ O	27.5					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Ingeniero de Sucesos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Sucesos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

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

TESIS : Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020

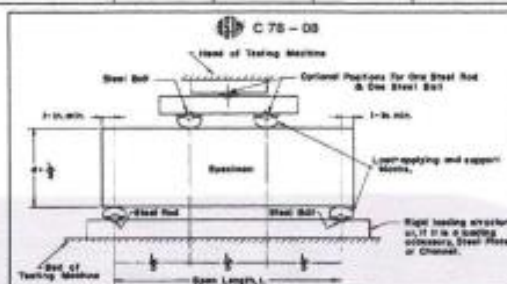
SOLICITANTE : Telo Barbajalata, Krishna Daneth / Vica Chumpitsuca, Miriam Ashley
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 2/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasyco
REVISADO POR : D. Cooto
FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
CEMENTO IP	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	27 kg/cm ²
CEMENTO IP	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	28 kg/cm ²
CEMENTO IP	5/05/2021	12/05/2021	7 días	2	45.0	28 kg/cm ²
CEMENTO IP	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	39 kg/cm ²
CEMENTO IP	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	40 kg/cm ²
CEMENTO IP	5/05/2021	2/06/2021	28 días	2	45.0	39 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C Sócios: Concreteo Asistido Elmer Alejandro Huaman INGENIERO CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/05/2021

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Krishna Danesh / Vica Chumpisaca, Miriam Ashly
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de emisión: 01/05/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
CEMENTO P	4/05/2021	11/05/2021	7	11395.0	78.5	145.1	210.0	69.1
CEMENTO P	4/05/2021	11/05/2021	7	11857.0	78.5	151.8	210.0	71.9
CEMENTO P	4/05/2021	11/05/2021	7	11291.0	78.5	143.8	210.0	68.4
CEMENTO P	4/05/2021	18/05/2021	14	15622.0	78.5	198.9	210.0	94.7
CEMENTO P	4/05/2021	18/05/2021	14	15348.0	78.5	195.4	210.0	93.1
CEMENTO P	4/05/2021	18/05/2021	14	15495.0	78.5	196.9	210.0	93.8
CEMENTO P	4/05/2021	1/06/2021	28	20595.0	78.5	262.2	210.0	124.9
CEMENTO P	4/05/2021	1/06/2021	28	20527.0	78.5	265.5	210.0	126.9
CEMENTO P	4/05/2021	1/06/2021	28	20753.0	78.5	264.7	210.0	126.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO: Método de prueba estándar para el asentamiento del hormigón de cemento hidráulico	Código	FOR-LAB-MS-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	—

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO
ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Tello Barbagelata, Krisha Danesh / Vilca Chumpisaca, Miriam Ashby
TESIS	: Comparación del cemento puzolánico y de escoria en las propiedades del concreto para un pavimento rígido, Villa María del Triunfo, 2020
UBICACION	: Lima
FECHA DE ENSAYO	: 04/05/2022

Diseño patrón (Cemento Sol Tipo I)

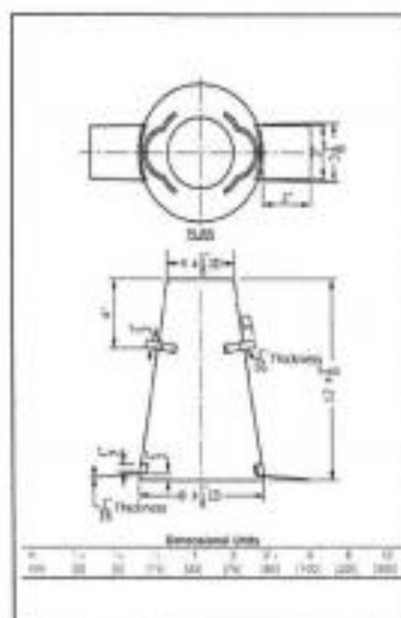
Asentamiento Inicial	Pulg.	5 1/2
Asentamiento 30 min	Pulg.	2 1/4
Asentamiento 60 min	Pulg.	1 1/2

Diseño patrón (Cemento con Escoria)

Asentamiento Inicial	Pulg.	4
Asentamiento 30 min	Pulg.	2 1/2
Asentamiento 60 min	Pulg.	2

Diseño patrón (Cemento IP)

Asentamiento Inicial	Pulg.	5 1/4
Asentamiento 30 min	Pulg.	3
Asentamiento 60 min	Pulg.	2



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

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

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-00289-2021

PROFORMA : 0745AC1 Fecha de emisión : 2021 - 02 - 10 Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : **MTL GEOTECNIA S.A.C.**
DIRECCIÓN : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA HIDRAULICA**
 Marca : UTEST Capacidad Máxima : 2000 Kn
 Modelo : NO INDICA División de Escala, d : 0,1 Kn
 N° Serie : 19/002539 Procedencia : Turkia
 Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO
 Indicación : kgf

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**

La calibración se realizó el día 06 de febrero del 2021 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. **MÉTODO.**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. **TRAZABILIDAD.**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-043-2020

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,2 °C	24,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %	68,0 %

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP:0316



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

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

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

Certificado N° : TC-00289-2021
Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
20,0	400,0	20,0	399,5	0,01	0,5	0,01	0,21
40,0	800,0	40,0	800,7	-0,01	-0,7	0,01	0,28
50,0	1000,0	50,0	1001,1	-0,02	-1,1	0,01	0,45
60,0	1200,0	60,0	1201,3	-0,03	-1,3	0,02	0,55
70,0	1400,0	70,0	1401,8	-0,04	-1,8	0,03	0,64
80,0	1600,0	80,0	1601,9	-0,04	-1,9	0,03	0,60
90,0	1800,0	90,0	1802,1	-0,04	-2,1	0,03	0,70
100,0	2000,0	100,0	2002,3	-0,11	-2,3	0,03	0,80

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES

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

INCERTIDUMBRE

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

FIN DEL DOCUMENTO



ANEXO 08

RECIBO DEL PAGO REALIZADO POR LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MTL GEOTECNIA S.A.C.

CAL. LA MADRID 264 ASC, LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

RUC: 20600375262

EB01-32

Fecha de Vencimiento :
Fecha de Emisión : **04/05/2021**
Señor(es) : **MIRIAM ASHLY VILCA CHUMPISUCA**
DNI : **74071752**
Tipo de Moneda : **SOLES**
Observación : **TESIS REALIZADA EN CONJUNTO CON LA SEÑORITA TELLO BARBAGELATA KRISHA**

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2 (ENSAYOS FISICOS GRANULOMETRIA, PESO UNITARIO, ABSORCIÓN, PESO ESPECIFICO, HUMEDAD)	254.24	0.00	300.0032	0.00
27.00	UNIDAD	DOSIFICACIÓN PROBETAS 6X12 PULG (CEMENTO CONVENCIONAL, CEMENTO PUZOLANICO Y CEMENTO CON ESCORIA) INCLUYE MOLDEO, CURADO, SLUMP (30 Y 60 MIN).	18.645	0.00	594.0297	0.00
18.00	UNIDAD	DOSIFICACIÓN VIGAS 15X15*55CM (CEMENTO CONVENCIONAL, CEMENTO PUZOLANICO Y CEMENTO CON ESCORIA) INCLUYE MOLDEO, CURADO, SLUMP (30 Y 60 MIN).	21.187	0.00	450.01188	0.00
27.00	UNIDAD	ENSAYO DE COMPRESIÓN (7, 14 Y 28 DIAS)	10,1695	0.00	324.00027	0.00
18.00	UNIDAD	ENSAYO DE FLEXIÓN (7 Y 28 DIAS)	12.712	0.00	270.00288	0.00
1.00	UNIDAD	MATERIALES (250 KG DE AGREDO FINO Y 250 KG DE AGREGADO GRUESO Y 2 BOLSA DE CEMENTO)	127.119	0.00	150.00042	0.00

Otros Cargos : S/0.00

Otros Tributos : S/0.00

ICBPER :

Importe Total : S/2,088.05

SON: DOS MIL OCHENTA Y OCHO Y 05/100 SOLES

(*) Sin impuestos.

(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 1,769.53
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 318.52
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 2,088.05