



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Gurreonero Diaz, Jean Pier (ORCID: 0000-0002-1786-9170)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicó esta tesis a mis padres Francisco y Zoila, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte económica y moral para poder llegar a culminar mi formación profesional.

A mi hermano Frank que siempre estuvo en los momentos más difíciles. Y a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que contribuyeron con sus sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

A mi asesor de tesis la Mg. Ing. PINTO BARRANTES, RAUL por su experiencia científica y consejos, permitieron que mi Tesis se concluya de la mejor manera.

A mis padres Jesús Francisco Gurreonero y Zoila Diaz por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos. A Fiorela que, con su ayuda moral y emocional, contribuyeron a la conclusión de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	18
III. METODOLOGÍA.....	39
3.1. Tipo y diseño de investigación	40
3.2. Variables y operacionalización	41
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.5. Procedimientos	44
3.6. Método de análisis de datos.....	66
3.7. Aspectos éticos.....	66
IV. RESULTADOS.....	68
V. DISCUSIÓN	106
VI. CONCLUSIONES.....	111
VII. RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS	117
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Ensayos a realizar*

Tabla 2: *Resumen del peso absoluto, específico y volumen*

Tabla 3: *Diseño de concreto patrón.*

Tabla 4: *Datos para el diseño al 12%*

Tabla 5: *Datos para el diseño al 14%*

Tabla 6: *Datos para el diseño al 16%*

Tabla 7: *Análisis granulométricos de la muestra de agregado fino*

Tabla 8: *Análisis granulométricos de la muestra de agregado grueso*

Tabla 9: *Resumen del P.U.S del agregado fino*

Tabla 10: *Resumen del P.U.C del agregado fino*

Tabla 11: *Resumen del P.U.S del agregado grueso*

Tabla 12: *Resumen del P.U.C del agregado grueso*

Tabla 13: *Gravedad específica del agregado fino.*

Tabla 14: *Gravedad específica del agregado grueso*

Tabla 15: *Datos del recipiente*

Tabla 16: *Datos del Proctor Modificado al 12%*

Tabla 17: *Datos del Proctor Modificado al 14%*

Tabla 18: *Datos del Proctor Modificado al 16%*

Tabla 19: *Resumen de datos del laboratorio*

Tabla 20: *Compilación de las roturas a compresión a los 7 días.*

Tabla 21: *Resultados promedios a los 7 días*

Tabla 22: *Compilación de las roturas a compresión a los 14 días*

Tabla 23: *Resultados promedios a los 14 días.*

Tabla 24: *Compilación de las roturas a compresión a los 28 días*

Tabla 25: *Resultados promedios a los 28 días.*

Tabla 26: *Resultados obtenidos a los 7,14 y 28 días*

Tabla 27: *Resultados obtenidos a los 7,14 y 28 días*

Tabla 28: *Resultados promedios a los 7 días*

Tabla 29: *Compilación de las roturas a tracción a los 14 días.*

Tabla 30: *Resultados promedios a los 14 días.*

Tabla 31: *Compilación de las roturas a tracción a los 28 días.*

Tabla 32: *Resultados promedios a los 28 días.*

Tabla 33: *Resultados obtenidos a los 7,14 y 28 días*

Tabla 34: *Compilación de las roturas a flexión a los 7 días*

Tabla 35: *Resultados promedios a los 7 días.*

Tabla 36: *Compilación de las roturas a flexión a los 14 días*

Tabla 37: *Resultados promedios a los 14 días.*

Tabla 38: *Compilación de las roturas a flexión a los 28 días.*

Tabla 39: *Resultados promedios a los 28 días.*

Tabla 40: *Resultados promedios a los 28 días.*

Tabla 41: *Contrastación de la hipótesis Especifico 1.*

Tabla 42: *Contrastación de la hipótesis Especifico 2.*

Tabla 43: *Contrastación de la hipótesis Especifico 3.*

Tabla 44: *Discusión 1.*

Tabla 45: *Discusión 2.*

Tabla 46: *Discusión 3.*

Tabla 47: *Discusión 4.*

Tabla 48: *Conclusión 1*

Tabla 49: *Conclusión 2*

Tabla 50: *Conclusión 3*

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: *Análisis granulométrico del agregado fino*

Figura 2: *Peso unitario suelto y compactado con varilla del agregado fino*

Figura 3: *Ensayo granulométrico del agregado grueso*

Figura 4: *Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso*

Figura 5: *Textura superficial del CCR o RCC comparado con el concreto convencional (PCC) y asfalta*

Figura 6: *Ensayo de consistencia para el CCR*

Figura 7: *Ensayo de Proctor modificado*

Figura 8: *Ensayo a compresión*

Figura 9: *Ensayo a Tracción*

Figura 10: *Ensayo a flexión aplicado a una probeta prismática*

Figura 11: *Aplicación del CCR en presas (Orellana y Carrillo Vásquez, 2003)*

Figura 12: *Pavimento del CCR*

Figura 13: *Aeropuerto internacional de Quito en Ecuador*

Figura 14: *Calle pavimentada con CCR (CEMEX)*

Figura 15: *Deltebre, ESPAÑA*

Figura 16: *textura superficial del CCR o RCC comparado con el concreto convencional (PCC) y asfalta*

Figura 17: *tamices utilizados en el laboratorio*

Figura 18: *Balanza*

Figura 19: *Horno*

Figura 20: *Bandeja metálica*

Figura 21: *Cono de Abrams del laboratorio.*

Figura 22: *Medición del Slump*

Figura 23: *Moldes cilíndricos empleados.*

Figura 24: *Moldes prismáticos empleados*

Figura 25: *Mezcladora del laboratorio.*

Figura 26: *Pesaje del agregado fino del concreto convencional*

Figura 27: *Pesaje del agregado grueso del concreto convencional*

Figura 28: *Pesaje del agua del concreto convencional*

Figura 29: *Pesaje del cemento del concreto convencional*

Figura 30: *Elaboración de la mezcla del concreto del concreto convencional*

Figura 31: *Llenado de las probetas cilíndricas de concreto de concreto convencional*

Figura 32: *Llenado de las probetas prismáticas de concreto de concreto convencional*

Figura 33: *Pesaje de los agregados finos y grueso del CCR*

Figura 34: *Pesaje del agua del CRR*

Figura 35: *Mezclado de los materiales del CCR*

Figura 36: *Compactación de la probeta cilíndrica del CCR*

Figura 37: *Compactación en vigas del CCR*

Figura 38: *Maquina empleada para el ensayo a compresión*

Figura 39: *Calibrador vernier*

Figura 40: *Ensayo resistencia a compresión*

Figura 41: *Ensayo resistencia a tracción.*

Figura 42: *Ensayo resistencia a flexión*

Figura 43: *Curva granulométrica del agregado fino*

Figura 44: *Curva granulométrica del agregado grueso*

Figura 45: *Relación humedad – Densidad seca 12%*

Figura 46: *Relación humedad – Densidad seca 14%*

Figura 47: *Relación humedad – Densidad seca 16%*

Figura 48: *Resultados promedios a los 7 días.*

Figura 49: *Resultados promedios a los 14 días.*

Figura 50: *Resultados promedios a los 28 días.*

Figura 51: *Gráfico de barras de resistencia a compresión*

Figura 52: *Gráfico de líneas de resistencia a compresión.*

Figura 53: *Resultados promedios a los 7 días*

Figura 54: *Resultados promedios a los 14 días*

Figura 55: *Resultados promedios a los 28 días.*

Figura 56: *Gráfico de barras de resistencia a tracción.*

Figura 57: *Gráfico de líneas de resistencia a tracción.*

Figura 58: *Resultados promedios a los 7 días.*

Figura 59: *Resultados promedios a los 14 días.*

Figura 60: *Resultados promedios a los 28 días.*

Figura 61: *Gráfico de barras de resistencia a flexión.*

Figura 62: *Gráfico de líneas de resistencia a flexión.*

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue “Descubrir los análisis comparativos de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compacto con rodillo para pavimentos”, fue una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. El nivel de investigación es correlacional-experimental con un diseño experimental (cuasi – experimental). El tamaño de la muestra para esta investigación está compuesto de 84 probetas de concreto y en tiempos de curado de 7, 14 y 28 días (21 probetas de concreto convencional, 21 probetas de concreto compactado con rodillo con 12% de cemento, 21 probetas de concreto compactado con rodillo con 14% de cemento y 21 probetas de concreto compactado con rodillo con 16% de cemento).

Se lograron los objetivos planteados en la presenta investigación a los análisis comparativos de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo con 12%,14% y 16% de cemento.

Palabras clave: Análisis de las propiedades mecánicas, concreto convencional y concreto compactado con rodillo

ABSTRACT

The general objective of the research was "Discover comparative analyzes of the mechanical properties of conventional concrete and compact concrete with pavement roller", was an applied research with a quantitative approach. The research level is correlational-experimental with an experimental design (quasi-experimental). The sample size for this research is made up of 84 concrete specimens and at curing times of 7, 14 and 28 days (21 conventional concrete specimens, 21 roller compacted concrete specimens with 12% cement, 21 specimens of Rolled compacted concrete with 14% cement and 21 roller compacted concrete specimens with 16% cement).

The objectives set out in the present investigation were achieved to the comparative analyzes of the mechanical properties of conventional concrete and a compacted concrete with roller with 12%, 14% and 16% cement.

Keywords: Analysis of mechanical properties, conventional concrete and compacted concrete with roller.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto son elementos de gran uso en el sector de la construcción por su variabilidad de fabricación y utilización, atribuido a su resistencia, mayormente a la compresión, pero inferior a la tracción, flexión y cortante.

Los pavimentos de concreto son identificados como un recurso vial debido a que, siendo adversario en el periodo de gastos de obra, sobresale también por su amplia vida, por su resistencia y por ser ecológicamente accesible. Entre sus destacadas fortalezas se deben valorar sus mínimos gastos de conservación y el menor gasto de operación vehicular.

La utilización del concreto convencional en los pavimentos viene manifestando soluciones disponibles a las demandas, sin embargo, hay particularidades que complican demasiadas veces su utilidad en los pavimentos; como podría ser los altos costos que estos exigen para su obra. Otra fase que obtiene gran impresión hacia al cliente y determinadas veces paralizan su empleo en los pavimentos es el tiempo de permiso al servicio.

La escasez de conservar más vías pavimentadas a llevado al uso de materiales como el concreto asfáltico que posibilita disminuir los costos de construcción inicial; sin embargo este ahorro conseguido en un principio no manifiesta el costo total del pavimento a su extensa vida útil, pues se elevan por los perseverantes conservación frente a un diminuto conservación que toman los concretos hidráulicos, abarcan estos costos de conservación pueden elevarse aún mucho más en sectores con situaciones climáticas adverso.

La resistencia a la compresión del concreto usualmente incrementa en su duración. Dicho incremento se obtiene muy velozmente durante los iniciales días consecutivos a su colocación, mostrando gradualmente al avanzar la duración, aún seguirá incrementándose en una magnitud más limitado durante una etapa de duración ilimitado.

Por ello, el funcionamiento de tecnologías modernas en la obra de vías o criterios de reparación y conservación, son inevitables como recurso a las diversas demandas en distintas áreas al sector vial, lo cual se busca la pregunta de poder conseguir una proposición de resolver más apropiado relacionado a la duración, costos y restauración y otros.

La implementación de pavimentos CCR, se ha convertido en una buena elección durante los procesos constructivos, teniendo referentes y resultados satisfactorios en países de Europa, América y Asia.

El Concreto Compactado es un moderno procedimiento de construcción donde se adquieren rendimientos particulares. En sus propiedades distinguidas se puede descubrir una considerable resistencia en sus propiedades mecánicas con la asistencia mínima de cemento y también la utilidad de permitir colocar considerables volúmenes en una duración de tiempo reducido.

En Perú, todavía no ha conseguido extender la práctica e aplicación de esta tecnología de pavimentos de concreto compactado con rodillo (CCR) en el área de la ingeniería civil, por ello no se tiene mucha aclaración o asesoramiento referente a su procedimiento, obtiene demasiada aprobación en diversos países en los cuales se está aplicando actualmente y garantizan perseguir extenderse y ampliándose.

Ahora, las equivocaciones en la presentación, diseño y la mala e inapropiada técnicas de gestión de vías que se hallan en nuestro medio que realizan estudios de pavimentos, solicitando elevados gastos de conservación, restauración

Asimismo, deben considerar en cuenta los costos del consumidor con su seguridad y certidumbre frente a vías desprovisto de limitaciones de serviciabilidad resultado de la negligencia en la conservación y con el retraso que se originan por embotellamientos vinculados con trabajos de preservación repavimentación. La elección en el estudio es el método del CCR mediante su resistencia en compresión, tracción y flexión representa una alternativa viable.

Es una nueva tecnología de construcción que puede aportar a la disminución de las cuotas asignados en la conservación y restauración de vías en condiciones deterioradas de Lima y resolver los inconvenientes anteriormente referidos dando a conocer a las constructoras la tecnología del concreto compactado con rodillo (CCR).

Formulación del problema: Morán menciona: Para desarrollar apropiadamente el problema de investigación se debe observar, idear y entender el material que se

examinara para así alcanzar una expectativa evidente de las ideas que se quieren tomar en cuenta en el trabajo de investigación. (2010, p.24).

Justificación del estudio: El estudio será apoyado con datos extraídas de investigaciones anteriores o antecedentes vinculadas al contenido, así informarnos más sobre las propiedades, ventajas y desventajas del uso del concreto compactado con rodillo (CCR), así mismo su colocación en pavimentos

Económico: La aplicación del concreto compactado con rodillo (CCR) sería una óptima opción para la mejora de pavimentos, ya que por su proceso constructivo se requiere poca mano de obra, no se utiliza acero de refuerzo ni encofrados debido a que la consistencia del concreto es seca, su slump es casi cero y tiene un tiempo de vida útil de 30 a 50 años por experiencias de los antecedentes, en esta investigación se realizara por porcentajes de cemento así viendo su costo ante un concreto convencional. **Práctico:** Este trabajo se sustenta en la mejora de pavimentos, haciendo uso del concreto compactado con rodillo y compararlo con un concreto convencional, alcanzando a beneficiarse de un pavimento con esta nueva tecnología así aliviando la transitabilidad de los vehículos y de la población por un gran periodo de duración. **Social:** La aplicación del concreto compactado con rodillo (CCR) en la actualidad es una opción que se utilizando en muchos países y con los años este método se ha ido desarrollando y actualizando en estudios con el propósito de llegar a conseguir un elemento más útil económicamente y en su proceso constructivo, el poder de brindar una mejor comodidad de vida a los ciudadanos, con una mejor transitabilidad, conservación de materias primas en su elaboración en pavimentos de Lima, sería una opción beneficiosa para el medio ambiente y la sociedad.

Problema General: ¿Cuáles serán las resistencias a compresión, tracción y flexión de un concreto convencional y un concreto compacto con rodillo (CCR) en pavimentos, Lima 2019? **Problemas Específicos:** ¿cuál será la resistencia a compresión del concreto convencional y CCR en pavimentos, Lima 2019? ¿Cuál será la resistencia a tracción del concreto convencional y CCR en pavimentos, Lima 2019? ¿Cuál será la resistencia a flexión del concreto convencional y CCR en pavimentos, Lima 2019?

Hipótesis: Según Hernández (2014): Las hipótesis son orientaciones para una investigación o un estudio, estas señalan lo que pretendemos demostrar y se determinan como una aclaración tentativa a la realidad que se está examinando. Estas se desarrollan a partir de las teorías existentes y antecedentes y se deben presentar a manera de proposiciones. Se considera una hipótesis como una respuesta momentánea o provisional a la formulación del problema (p.104).

Hipótesis General: Las resistencias a compresión, tracción y flexión de un concreto convencional son menores que las de un concreto compacto con rodillo (CCR) en pavimentos, Lima 2019. **Hipótesis Específicas:** La resistencia a compresión del concreto convencional es menor que la del CCR en pavimentos, Lima 2019. La resistencia a tracción del concreto convencional es menor que la del CCR en pavimentos, Lima 2019. La resistencia a flexión del concreto convencional es menor que la del CCR en pavimentos, Lima 2019.

Objetivos: Por último, para concluir con la introducción se presentan los objetivos, según Grove, Gray y Burns (2016, p. 41): “Los objetivos se obtienen a partir de la enunciación del problema, estos detallan el enfoque peculiar del tema o también llamado meta del estudio”. **Objetivo General:** Determinar la resistencia a compresión, tracción y flexión de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo (CCR) en pavimentos, Lima 2019. **Objetivos Específicos:** Determinar la resistencia a compresión del concreto convencional y CCR en pavimentos, Lima 2019. Determinar la resistencia a tracción del concreto convencional y CCR en pavimentos, Lima 2019. Determinar la resistencia a flexión del concreto convencional y CCR en pavimentos, Lima 2019.

II. MARCO TEÓRICO

Según la investigación realizada por Curasi (2016): “Diseño del concreto compactado con rodillo (CCR) para presas en la región de Puno”, tesis para obtener el grado de Título en la Facultad de Ingeniería agrícola en la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Presenta como objetivos, el diseño de un CCR para presas en dicha región y obtener una resistencia óptima. Plantea la elaboración de probetas y obtener el contenido de humedad óptima, así como, la resistencia a compresión del CCR al 10%, 12% y 14% de cemento, con la compactación en 3 o 4 capas.

El autor presenta como conclusiones: contenido de humedad óptimo, es primordial ya que esta juega un rol importante en el CCR, los resultados de las muestras de la investigación se ha verificado que para un 14% de cemento se obtiene una humedad óptima de 8.40 %. Las resistencias a la compresión del CCR se ha obtenido que con un contenido de 14% de cemento alcanza los $f'c = 210 \text{ Kg/}$, lo que permite proveer una mejor mezcla técnica y económicamente. Las resistencias alcanzadas son suficientes para proponer un diseño de concreto en la ejecución de Presas.

Espinoza (2019):” Análisis del comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR) para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huanuco-2017”. tesis para obtener el grado de Título en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad de Huánuco.

Se tiene como objetivo, definir la propiedad físico-mecánicas del CCR con diseños de 10%, 12% y 14% de cemento, implementando la compactación en 3 y 4 capas. Utilizando 15 especímenes para cada porcentaje y con roturas a los 7, 14 y 28

El autor presenta como conclusiones; luego de realizar el diseño y roturas correspondientes, se concluye que la mezcla de diseño de 14% de cemento es la más favorable, teniendo una dosificación de 17% de agua, 32% de agregado grueso y finos y 7% de arena fina, teniendo como patrón un concreto de $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$.

Saldaña (2017):” Resistencia a la compresión de un concreto compactado con rodillo en diferente tiempo de vibrado”, tesis para obtener el grado de Título en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Privada del norte.

El objetivo del autor es evaluar a resistencia a la compresión de un concreto compactado, en tres tiempos de vibrado 5, 10 y 15 segundos., determinar sus propiedades físico mecánica granulométrica, el diseño de la mezcla con un concreto de 280 kg/cm² y comparar su resistencia a compresión axial.

La conclusión del autor fue que la resistencia a compresión que para 7 días de curado con periodos de 5 seg., 10 seg. y 15 seg. de vibración se obtiene resistencias 281.03 kg/cm², 292.52 kg/cm², 299.65 kg/cm² las cuales incrementa notablemente en 14.97%, 19.66% y 22.58% respectivamente; a los 14 días de curado las resistencias siguen mejorando 298.40 kg/cm², 303.84 kg/cm², 327.15 kg/cm², aunque en mínimo porcentaje en 3.97%, 5.87% y 13.99% relativamente; y por último para un periodo de curado de 28 días de curado con tiempos de 5 seg., 10 seg. y 15 seg. de vibración las resistencias 337.15 kg/cm², 343.94 kg/cm² y 357.25 kg/cm² relativamente las que incrementa en 5.08%, 7.20% y 11.35% respectivamente de la resistencia patrón. El óptimo de los periodos de vibrado evaluados coincide a tiempo de 15 seg de acuerdo con los datos conseguidos ya que resisten un promedio de 357.25 kg/cm² para la edad de 28 días de curado.

Huamani (2016): “Análisis y Diseño de pavimentos de CCR (Concreto compactado con rodillo) propuesta de aplicación a la avenida las Torres del Distrito de Yura”, tesis para obtener el grado de Título en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Presenta como objetivo, definir las propiedades mecánicas del CCR con diseños de 14%, 15% y 16% de cemento y analizar el pavimento de CCR y estimar su costo.

El autor presenta como conclusiones: El contenido óptimo de agua o COH de la mezcla de CCR fue de 6.55 % para una densidad máxima seca de 2.243 g/cm³ con un porcentaje de cemento mencionado del 15% del peso seco de los agregados, conseguido del ensayo de Proctor Modificado. En los 7 días de curado, la mezcla de CCR ganó 74% de la resistencia para 14% de cemento, 78% de la resistencia para 15% de cemento, 81% de la resistencia para 16% de cemento y 83% de la resistencia para 14% de cemento. Luego de 14 días de curado, la resistencia a compresión alcanzó aproximadamente el 90% de la resistencia a los 28 días.

Tovar (2014):” Evaluación del empleo de concreto compactado con rodillo en los pavimentos: impacto técnico y económico”, tesis para obtener el grado de Título en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

El objetivo del autor fue determinar el diseño CCR, estimar la posibilidad de reducción de tiempo de liberación al tránsito de pavimentos y aplicarlo en un proyecto de la región.

El autor tuvo como conclusiones: La colocación de concreto compactado con rodillo en los pavimentos es condicionalmente moderna, si bien hay prácticas que proceden de hace mucho, en nuestro medio aún no es de estudios máximo. Los elevados productividad de distribución y los bienes conseguidos frente a los pavimentos de concreto convencional, como se señaló en la investigación, hacen del CCR una opción latente de empleo. La conformidad de mezcla de concreto compactado con rodillo con que se consigue la resistencia de diseño para el pavimento de la aplicación práctica (210 kg/cm²), es 12% de contenido de cemento. Esta proporción de CCR requiere 2 bolsas menos de cemento frente al diseño de mezcla del concreto convencional, además por las resistencias obtenidas a los 7 días de haber sido ensayados, se podría apertura al tránsito la vía en ese periodo de tiempo o menos, esto se logra por la energía de compactación y como resultando una mayor densidad de la mezcla CCR.

Según la investigación realizada por los autores Carrión y Masapanta (2018):” Hormigón compactado con rodillo utilizando agregados reciclados para emplearlo en pavimento rígido”, tesis para obtener el grado de Título en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Central del Ecuador.

El objetivo de los autores fue determinar las propiedades físico-mecánicas del CCR con agregados naturales y reciclados provenientes de la trituración de probetas y comprar su costo del pavimento

El autor presenta como conclusiones: Se obtiene el agregado reciclado procedentes de las probetas de control de calidad mediante aplastamiento por impacto, este material tiene un aspecto cilíndrico o cúbica y superficie seca. Después se realizó la granulometría de la piedra N# 57 con el propósito de alcanzar

una granulometría continua con el pavimento de HCR y relacionarlo con el agregado natural de Pifo. La curva granulométrica del agregado natural (piedra #67) satisfacía con las condiciones de sucesión, mientras que la curva granulométrica de la arena de San Antonio incorporo casi en la totalidad de los límites, sin embargo, presento un porcentaje aproximado de 10% de finos. En cambio, el agregado reciclado fino (ARFino), es una arena gruesa de módulo de finura igual a 4.5, está fuera de la categoría de 2.3 a 3.1 (NTE INEN 872, 2011) para una arena empleada en la elaboración de hormigón. Una de las condiciones es que el elemento esté libre de suciedad, porque tiene resultados significativos en las propiedades del hormigón, en el ensayo para la evaluación de las suciedades orgánicas se comprobó que para la arena de San Antonio y el AR-Fino, el número de orden es 1 (color claro), esto quiere decir que los dos materiales no reportan suciedades o tienen niveles muy mínimos, y son aptos para realizar hormigón o mortero. La degradación promedio del Agregado Grueso – Piedra # 67 de Pifo fue del 26.48% y del Agregado Reciclado AR-Grueso del 29.50 %, por lo que, son materiales aptos para ser usados en pavimentos ya que presentan un desgaste menor del 50%.

Dávila y Rodríguez (2016):” Análisis del modelo de cálculo racional de diseño de mezclas CCR”, tesis para obtener el grado de Título en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Católica Andrés Bello.

El objetivo fue señalar relación agua/ cemento del diseño y validar su uso de la curva resistencia a la compresión vs relación a/c.

El autor presenta como conclusiones: Las Curvas de Resistencia RCC para distintas distribuciones de cemento, revelan mínima relación por lo cual, una vez más se evidencia la dispersión de los resultados obtenidos. A pesar de ello se demuestra que las 4 curvas tienen una tendencia elevarse, indicando, evidentemente, que a considerable cavidad de cemento se podrá alcanzar mayor resistencia, tal como se aprecia las curvas de resistencia del RCC de buena y menor calidad extraídas del ACI 20.5R-9. Cada diseño muestra peculiaridades distintas, debido a que la alternación de la relación a/c actúa directamente en la humedad de la mezcla por tanto en la densidad máxima teórica y en el porcentaje de pasta de esta. Este es un factor de gran importancia ya que asegura la cohesión de intercapas.

Padua (2017): “Análisis y diseño de presas de concreto compactado con rodillo”, tesis para obtener el grado de Maestría en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México.

El objetivo fue determinar un diseño y análisis del concreto compactado con rodillo en presas, determinan en su costo y mantenimiento.

El autor presenta como conclusiones: Se mostraron la lista de limitaciones de carga (USUAL, INUSUAL, EXTREMA) y las cargas afiliadas a cada circunstancia, el diseñador puede tomar como referencia estas conexiones y componente de carga no entorpecerá la investigar todas las uniones reales permisibles, incluyendo sus porcentajes de participación y dirección en función del modelo estructural a realizar. Se presento el comportamiento para estructuras de concreto ante fuerzas sísmicas de acuerdo con USACE: pudiendo presentarse comportamiento dúctil o frágil. Se presentan los tipos de modelos de interacción suelo estructura y los posibles elementos de interfaces a emplear en un modelo estructural, con base en ello se indica también el procedimiento de análisis y evaluación de resultados. En conclusión, en este capítulo se abordaron los temas que deben considerarse en el análisis y diseño estructural de una presa de CCR En este capítulo se expandieron las practicas alcanzadas de la visita realizada a tres proyectos construidos a base de CCR, de ellos se finaliza que un apto comportamiento del CCR ante fuerzas sísmicas, así como el avance que se tiene en la construcción primordialmente en las estadísticas de colocación de un máximo de 116 794 m³ /mes colocados en MIEL I a 250 000 m³ /mes colocados en GIBE III.

Alvarado (2014): “Estudio descriptivo de la tecnología del concreto compactado con rodillo y su aplicabilidad en pavimentos”, tesis para obtener el grado de Especialización en ingeniería de pavimentos en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Militar Nueva Granada.

El objetivo del autor fue desarrollar un estudio descriptivo del concreto compacto con rodillo con respecto al concreto convencional, detalla el procedimiento constructivo de pavimentos con concreto compacto con rodillo, describir los materiales, métodos y diseño de mezcla y sus beneficios y limitaciones del CCR.

El autor presenta como conclusiones lo siguiente: La tecnología de CCR es una alternativa factible para su uso en pavimentos, sin embargo, su comportamiento sigue en investigación. Al ser contrastada con un concreto convencional, se concluye que sus propiedades no tienen una amplia diferencia, y cumplen con la granulometría, proporciones de mezcla y contenido de vacíos, así mismo, las técnicas y procedimientos utilizados durante el proceso constructivo de los pavimentos CCR (diseño, construcción de juntas, curado) son semejantes al patrón.

Motta (2018): "Manual para el diseño, producción y colocación de pavimentos de concreto compactado con rodillo en Guatemala" tesis para obtener el grado de Licenciatura en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Rafael Landívar.

El objetivo del autor fue realizar un manual para el diseño, producción y procedimiento constructivo de pavimentos de concreto compactado con rodillo en Guatemala, describiendo su procedimiento para el diseño, constructivo, pruebas y el presupuesto de la ejecución de la obra.

El autor presenta como conclusiones: Este tipo de pavimento es una elección aplicable en Guatemala para carreteras de terracería y caminos rurales ya que de esta clasificación en la red vial de Guatemala actualmente revela un 55.4% que no se encuentra pavimentada por lo tanto se propone como una recurso pleno para el desarrollo y progreso del interior de nuestro país haciendo los acercamiento a comunidades o municipios que actualmente no tiene un sencillo entrada sin cerrar la vía completamente pues este tipo de pavimento puede ser apertura al tráfico al llegar al 65% de su resistencia de diseño y para velocidades no mayores a 50 kilómetros por hora. Esta técnica constructiva en pavimentos se elabora y dispone con equipo que se emplea en Guatemala para las técnicas clásicas de pavimentación; producción con plantas de mezclador central, transporte con camiones de volteo, colocación con pavimentadora de asfalto, la densidad con rodillo vibratorio, y puede ser curado con agua o emulsión asfáltica.

Mohammed (2018): "Design and evaluation of two-layer roller compacted concrete", "Diseño y evaluación de hormigón compactado con rodillo de dos capas", tesis para obtener el doctorado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Nottingham.

El objetivo de esta investigación es diseñar y estimar un sistema RCC de dos capas en pavimentos con diferentes tamaños y tipos de agregados en diferentes condiciones de colocación para investigar la posibilidad de expansión.

El autor presenta como conclusiones: Se puede concluir que las mezclas RCC proporcionaron un rendimiento mecánico suficiente cuando se usaron agregados de granito y piedra caliza en el pavimento RCC de dos capas comparable al concreto convencional (concreto formado en húmedo). El uso del compactador de rodillos de laboratorio proporcionó mezclas de pozos para ambas capas RCC, aunque la compactación fue ligeramente menor que con el martillo vibratorio. Por lo tanto, se puede concluir que el uso de un compactador de rodillos de laboratorio tiene una ventaja en la producción de muestras de RCC, ya que puede simular la situación real en el campo.

Hossain and Ozyildirim (2016): “Investigation of roller-compacted concrete for use in pavements in virginia”, “Investigación de hormigón compactado con rodillos para su uso en pavimentos en virginia”, Una asociación del Departamento de Transporte de Virginia y la Universidad de Virginia.

Recopila información sobre el estado actual de la práctica para RCC, desarrolle una mezcla utilizando materiales disponibles localmente, evalúa los procedimientos de prueba estándar para hacer y probar RCC, desarrolla pautas para el diseño del pavimento.

El autor presenta como conclusiones: Cuando se usan cenizas volantes adicionales como finos, el material agregado que pasa el tamiz No. 100 podría ser más bajo de lo permitido en la disposición especial. Aunque la resistencia a la compresión promedio requerida de 28 días utilizada en la provisión especial fue de 4,000 psi, este valor debería haber sido cercano a 5,000 psi considerando la alta variabilidad de dos proyectos VDOT. Los materiales locales de las listas de materiales aprobados de VDOT (VDOT, 2016c) se utilizaron con éxito para producir dos mezclas de RCC de acuerdo con los requisitos de la disposición especial.

Kamal, Nicolas, Zemei (2019):” Roller compacted concrete for rapid pavement construction”, “Hormigón compactado con rodillo para la construcción rápida del pavimento”, Proyecto de la universidad de missouri.

El estudio tuvo como objetivo desarrollar RCC con una densidad de empaquetamiento mejorada, resistencia y durabilidad a las heladas que pueden usarse en la construcción rápida de pavimentos. El enfoque de dosificación de la mezcla implica la optimización de las combinaciones de agregados y el arrastre de un sistema de vacío de aire adecuado para mejorar la trabajabilidad, las propiedades mecánicas y la durabilidad de las heladas.

El autor presenta como conclusiones: La densidad de empaque del agregado puede variar con el tamaño máximo nominal, la forma, la textura de la superficie y la angularidad del agregado. Las densidades de empaque de los agregados finos, intermedios y gruesos investigados varían en el rango de 0,58 a 0,72, 0,60 a 0,68 y 0,59 a 0,61, respectivamente. Dadas diferentes combinaciones y proporciones de agregados, la densidad de empaquetamiento de las combinaciones de agregados ternarios investigados varió de 0.63 a 0.82. Se encontró que la combinación de agregados óptimos era 40% de arena, 20% de agregado intermedio y 40% de agregado grueso que tenía una alta densidad de empaquetamiento mayor a 0.80. Independientemente del tipo de agregado, la densidad de empaquetamiento aumentó con el aumento en la relación de agregado fino a total hasta un cierto valor umbral, más allá del cual la densidad de empaquetamiento disminuyó con un aumento adicional del agregado fino. La relación de huecos corresponde al volumen mínimo de pasta necesaria para llenar los huecos entre las partículas agregadas. La relación vacía de las combinaciones de agregados seleccionados varió de 0.37 a 0.28. Esto indica que el contenido mínimo de pasta se puede reducir en un 32% optimizando las combinaciones de agregados para reducir la ración vacía, lo que resulta en mezclas RCC más rentables.

CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO

ANTECEDENTES DEL CCR: El método de construcción del CCR se viene perfeccionando en diferentes investigaciones de países como EE. UU, Canadá, China y otros países, debido al bajo costo y técnica constructivo.

El primer pavimento CCR (CCRP) se construyó en las áreas de la industria maderera de Canadá, donde se requerían pavimentos fuertes y de bajo costo en grandes patios de clasificación. Desde entonces, CCRP ha sido ampliamente

aceptado y utilizado en varias aplicaciones, como puertos, instalaciones militares, centros de distribución, centrales nucleares, etc. (Piti et al., p.2, 2019).

Definición: El CCR se explica como una mezcla de cemento y agregados escogidos, como un contenido de agua aptamente limitado para consentir su compactación con rodillo (Vivar, 2010)

Su reducido contenido de humedad (usualmente entre 4.5% y 6.5% en trabajos de pavimentación y menos en obras de presas) no posibilitan que sea vibrado de aguja, siendo indispensable profundizar con rodillo vibratorio los pesados

Composición: Cemento: El cemento, es un material pulverizado (polvo finísimo de color gris) de propiedad inorgánica, que mezclado con el agua se fortalece. Se califica como conglomerante hidráulico porque endurece tanto al como bajo agua. Origina elevadas resistencias mecánicas y resultados insolubles en agua.

Tipos: Agregado Fino y Agregado Grueso

CCR es un concreto de slump cero utilizado para obras de construcción hidráulica y de pavimentación en ingeniería civil. La principal diferencia entre el concreto convencional y el RCC es la consistencia del material. Además, el porcentaje de agregados en mezclas es de alrededor del 80%. Demuestra que los agregados son vitales para producir este tipo de concreto (Hedelvan y Adriana, p.2, 2020)

Ensayos de las propiedades Físicas

ENSAYO EN EL AGREGADO FINO

Granulometría (NTP 400.012): Es el componente que pasa por la malla N° 3/8" procedente de la descomposición nato o artificial de la roca, Enrique Palomares, 1998).



Figura 1: Análisis granulométrico del agregado fino

Fuente: <http://mecanicadesuelosumng.weebly.com/>

Peso específico (NTP 400.022): Se infiere a la fracción que se adquiere al fraccionar el peso de todas las partículas por el volumen, sin considerar los vacíos que existen entre ellos.

Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017): Se obtiene del peso de la partícula y su volumen total incorporando los vacíos. Se utiliza para apreciar las distribuciones en el diseño de mezcla.



Figura 2: Peso unitario suelto y compactado con varilla del agregado fino

Fuente: <https://www.studocu.com/>

Porcentaje de absorción (NTP 400.022): Es la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergida en 24h.

Contenido de Humedad (NTP 400.010): Es el exceso de agua con una superficie seca en %.

ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO:

Granulometría (NTP 400.012): Es el elemento conservado en la malla N° 4 procedente de la desunión natural o artificial de la roca (Enrique Palomares, 1998).



Figura 3: Ensayo granulométrico del agregado grueso

Fuente: <https://www.monografias.com/>

Peso específico (NTP 400.022): Es la relación de su peso respecto al peso de un volumen total igual de agua.

Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017): Es la correlación del peso de la molécula y su volumen completo incorporando los vacíos. Se emplea para apreciar la distribución en el diseño de mezcla.



Figura 4: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Fuente: <https://www.studocu.com/>

Porcentaje de absorción (NTP 400.021): Es cuando tienes todos sus poros saturados pero la superficie sigue seca.

Contenido de Humedad (NTP 400.010): Es el exceso de agua con una superficie seca en %.

Agua: Normalmente se podrán usar tanto para el mezclado como para el curado del CCR, todas las aguas que sean saludables.

Propiedades del CCR en estado fresco: Es la consistencia que posee la mezcla de concreto en un cono metálico.

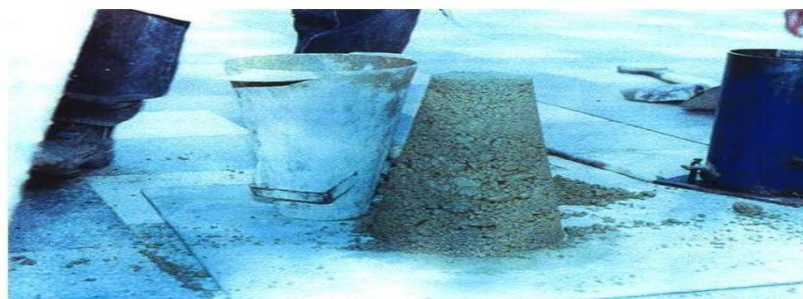


Figura 5: Ensayo de consistencia para el CCR

Fuente: <https://alicia.concytec.gob.pe/>

Las propiedades frescas y la resistencia endurecida del concreto están fuertemente influenciadas por los agregados. Además, la forma más eficiente de lograr RCCP viable y de alta resistencia es proporcionando un agregado bien calificado (Mohammed et al, p.1, 2019).

Se entiende que el CCR tiene por guía básica un asentamiento casi a cero con la porción de agua que determina su diseño de mezclas, se aconseja el empleo de Proctor modificado decretado en la norma NTP 339.141 para hacer el ensayo de consistencia, también con este ensayo se puede observar su humedad óptima y densidad seca máxima.



Figura 6: Ensayo de Proctor modificado

Fuente: <http://www.lms.uni.edu.pe/>.

Propiedades del CCR en estado endurecido

Resistencia a la compresión: Es capacidad límite del CCR para tolerar esfuerzos, es un modo de lograr definir el concreto en estado endurecido.

La NTP 339.034 reglamentan los medios y restricciones, una compostura que influye en la muestra.



Figura 7: Ensayo a compresión

Fuente: <https://civil.usfx.bo/>

La resistencia a la compresión del hormigón convencional está fuertemente influenciada por la hidratación del cemento. Sin embargo, en el CCR, la resistencia a la compresión se vio perjudicado por la hidratación y compactación del cemento (Chamroeun Chhorn et al, p.2, 2018).

Resistencia a la tracción: El reglamento determina el medio de ensayo es la NTP 339.084, aplicado en el ensayo a compresión que consta en apoyarla horizontalmente y aplicar la fuerza en su eje longitudinal (Enrique Palomares, 1998).



Figura 8: Ensayo a Tracción

Fuente: <https://www.researchgate.net/>

Resistencia a flexión: En este proceso, la viga es sujeta a fuerzas de compresión y tensión. Se denomina a la medición de la resistencia que presenta una viga hasta su rotura por momento, es decir, hasta el momento que falle.

Para el ensayo, el M_r (Módulo de rotura) se obtiene teniendo en cuenta las normativas NTP 339.078 (ASTM C78) donde se aplica la carga en dos puntos ubicados en los tercios de la viga, o la NTP 339.079 (ASTM C293) donde se aplica al centro.



Figura 9: Ensayo a flexión aplicado a una probeta prismática

Fuente: <https://www.researchgate.net/>

Método de Diseño de mezcla del CCR

Filosofía de Diseño: Establecido hace más de 50 años empleando los principios de compactación de suelo especificando la cantidad de cemento en la mezcla, en esta investigación se determina con 12%, 14% y 16% de cemento a 3 capas luego se elaborada sus análisis correspondientes

La mezcla CCR para aplicaciones de pavimento es muy empinada, no se puede lograr una compactación adecuada usando la mesa de vibración, lo que puede conducir a huecos y panales en la mezcla endurecida, reduciendo así su energía mecánica. Por lo tanto, para lograr una compactación y consolidación adecuadas, martillo vibratorio de 50 Hz de capacidad (Musa et al., p.4, 2018).

Proceso constructivo del CCR

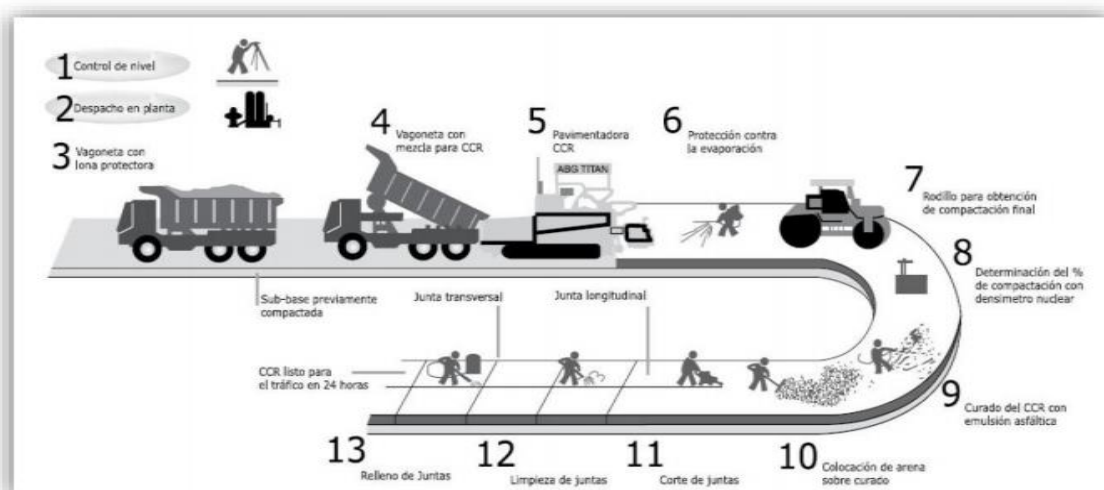


Figura 10: proceso constructivo del CCR

Fuente <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1817>

Como podemos observar en la figura del proceso constructivo del CCR en pavimento, 1. se inicio con un control de nivel (equipo topográfico), 2. es el despacho en planta, 3. La vagoneta con lona protectora, 4. Vagoneta con mezcla para CCR, 5. Pavimentadora CCR, 6. protección contra la evaporación, 7. rodillo para obtención de compactación final, 8 determinación del % de compactación con densímetro nuclear, 9. Curado del CCR con emulsión asfáltica, 10. Colocación de arena sobre curado, 11. Corte de juntas, 12. Limpieza de juntas, 13. Relleno de juntas.

Diferencias del CCR con un concreto convencional

- Agregados: Tamaño máximo nominal > 2". Contenido de finos pasa malla #200 (4 –10%)
- Cemento: Uso frecuente de bajas cuantías (60 – 150 kg/m³).
- Agua: Dosificada sin tener en cuenta la ley de Abrams.
- Adiciones: Porcentajes mayores al 45% del total del material cementante.

El concreto compactado con rodillo para pavimento (RCCP) tiene ingredientes similares a los encontrados en el concreto convencional. Sin embargo, dado que es un hormigón sin asentamiento, se debe utilizar la compactación vibratoria para compactar cada capa de losas de hormigón (S.A. Ghahari et al. p.82, 2017).

Aplicaciones del CCR en proyectos:

La experiencia existente en la producción de pavimentos de carreteras de mezclas RCC ha demostrado la posibilidad de su utilidad en la construcción de vías en las que se mueven vehículos con una gran carga axial, por ejemplo, en la construcción de carreteras de acceso para vehículos súper pesados en la industria. empresas, sitios para estacionar vehículos de combustible y militares, incluidos aviones militares y de transporte (Bugaevsky et al, p.127, 2018).

El método del CCR se puede aplicar en las siguientes áreas:

- Represas hidráulicas



Figura 11: Aplicación del CCR en presas (Orellana y Carrillo Vásquez, 2003)

Fuente: <https://docplayer.es/43411625-Estudio-descriptivo-de-la-tecnologia-del-concreto-compactado-con-rodillo-y-su-aplicabilidad-en-pavimentos-jose-luis-alvarado-aguirre.html>

- Pavimentos



Figura 12: Pavimento del CCR

Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/category/innovacion-y-tendencias/pavimentos-de-concreto-compactados-con-rodillo>

- Aeropuertos



Figura 13: Aeropuerto internacional de Quito en Ecuador

Fuente: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/ccr-concluye-adquisicion-de-aeropuerto-de-quito-de-us140mn>

- Calle o Estacionamiento



Figura 14: Calle pavimentada con CCR (CEMEX)

Fuente: <https://www.cemex.com/documents/46130122/46368774/folleto-pavimentos-cemex-expa.pdf/66574d7f-b583-e18a-e818-acf1d6597441>

- Caminos Rurales



Figura 15: Deltebre, ESPAÑA

Fuente: <https://www.cemex.com/documents/46130122/46368774/folleto-pavimentos-cemex-expa.pdf/66574d7f-b583-e18a-e818-acf1d6597441>

Características del CCR: Se determinan ciertas de las singularidades más notables del concreto compactado con rodillo:

- ✓ Posee una consistencia dura.
- ✓ Es de asentamiento nulo.
- ✓ Tamaño máximo del agregado no deberá superar los (19.05 mm) tamiz N° 3 /4", con la finalidad de prevenir segregaciones, favorece el mezclado y perfecciona el aspecto externo, la comunidad de ingenieros de la estación experimental de Mississippi siguiere que el 2% al 8% pase el tamiz N° 200.
- ✓ Adquiere una mínima relación agua / cemento que reduce los agrietamientos por encogimiento.

- ✓ No solicita de encofrados en virtud de la consistencia del concreto es seca, de slump cero
- ✓ La comprobación de la compactación y obra, se aconseja hacerlo con densímetros nucleares debiendo obtener por lo menos el 98. 5% de la máxima densidad Proctor modificado.
- ✓ Su elaboración se requiere de una adecuada subbase, a fin de colocar de un soporte fiable que posibilita al equipo alcanzar una compactación apropiada del concreto y alcanzar el objetivo de su máxima densificación.

El pavimento de hormigón compactado con rodillo (RCCP) es un hormigón compactada por compactadores de rodillos vibrantes. RCCP es superior con respecto a su rentabilidad, bajo calor de hidratación y aplicación rápida y simple en muchas áreas de construcción como represas, aeropuertos y carreteras (Payam, S. et al. p. 128, 2020.)

Ventajas y desventajas del CCR

Ventajas: Las ventajas que presenta la aplicación del CCR vial, no requiere de equipos exclusivos para su procedimiento constructivo así permitiendo la utilidad de maquinas comunes utilizadas en pavimentos asfálticos. Así reduciendo la mano de obra y algunos procesos de construcción que ahorran notablemente en comparación con otras técnicas constructivos.

- La relación agua / cemento es baja, lo cual que disminuya las fisuras por contracción.
- No utiliza acero de refuerzo.
- No necesita de encofrados ya que la consistencia del concreto es seca, de Slump 0.
- El tiempo de vida útil del CCR es bastante desafiado, su costo de mantenimiento es menor ante otro pavimento, no tiene rival
- La capacidad de cemento es parecido o menor el de un pavimento convencional.

Mayor resistencia al aumento de temperatura, menor absorción de agua, mejor resistencia a la compresión y menos la deformación a largo plazo bajo carga son otras ventajas de RCCP (Ashrafian et al., p.2, 2020)

Desventajas: Las desventajas del CCRP incorpora el inconveniente en el corte y destrucción el montaje o restauración de servicios públicos subterráneos, y del hecho de que no es beneficioso para reducidas superficies (Brotman et al., 2007)

La disminución de la resistencia mecánica, la durabilidad y la trabajabilidad del concreto es producido de una incorrecta compactación y la alteración de la humedad. La alteración en la humedad y la compactación incorrecta tiene mucho que considerar en el procedimiento final del concreto (resistencia mecánica, durabilidad, trabajabilidad, etc) (Ruelas Y., 2010) ver figura 16.

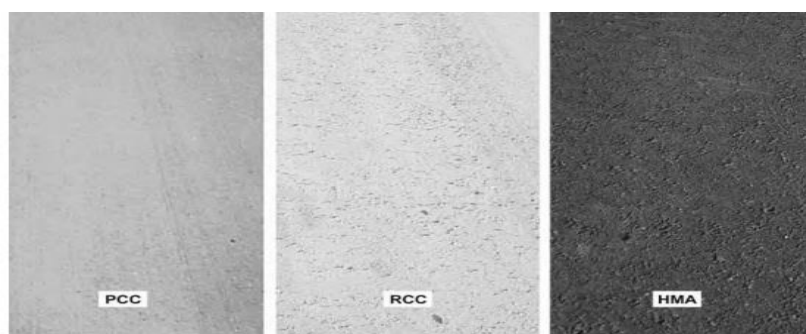


Figura 16: textura superficial del CCR o RCC comparado con el concreto convencional (PCC) y asfalta

Fuente: <http://www.adocem.org/>

Pavimento: Son estructuras que consta en capas añadidos de elementos tratados sobre del terreno natural con el propósito de asignar las cargas sometidas por un vehículo a la subrasante. (Chapoñan y Quispe, et. al 2017).

Pavimento el deterioro está influenciado por la carga del tráfico, el clima condiciones, calidad de construcción, grosores de capa y la calidad del mantenimiento y rehabilitación previos ocupaciones (Domitrovic et al.,p. 466,2018)

Pavimentos del CCR: El concreto compactado con rodillo (CCR) es una elaboración que se distingue de otros tipos de pavimentos esencialmente su vínculo de su puesta en obra, estructura, elaboración. Su procedimiento ha obtenido la aprobación de las constructoras alrededor mundo por el mínimo gasto económico de ejecución (Abanto, 2010, p.11).

El CCR es un concreto de mezcla extremadamente seco de consistencia de asentamiento cero en su estado fresco, que se transporta, coloca y compacta

utilizando equipos de relleno de roca y tierra similares a los utilizados para la construcción de pavimentos (Bashar S et al., p.1, 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Diseño de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014):” Los diseños experimentales se aplica cuando el averiguador procura fijar el probable resultado de una causa que se manipula” (p.130).

La presente investigación es de diseño **experimental y cuasiexperimental**, ya que las variables serán manipuladas para observar su reacción.

Tipo de investigación

Hernández et. al. (2014, p. 42), “la investigación científica cumple dos objetivos primordiales, la investigación básica y la aplicada, la primera se responsabiliza de propagar conocimientos y teorías mientras que la segunda trata de descifrar problemas del entorno diario de la sociedad”.

La investigación es **Aplicada**, ya que las teorías y métodos existen.

Nivel de investigación

El nivel explicativo manifiesta y describe la razón de la presencia de características adquiridas en la investigación y la forma como se relacionan (Díaz-Narvaez y Calzadilla, 2016, p. 118)

La investigación es **Explicativa**, puesto que explica la relación causa y efecto de las variables.

Enfoque de la investigación

Hernández et. al. (2014, p. 18): indica que un procedimiento con naturaleza cuantitativo emplea resumen de anotaciones y argumentar oportunidades con un origen en valoraciones numerales y estudios estadístico, cuya intención de establecer guía de ocupaciones para justificar nuevas leyes.

La investigación es de **enfoque cuantitativo** ya que se usó los valores numéricos para probar la tesis

.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables que conforman la siguiente investigación son:

Variable Independiente: Compactación con rodillo.

Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto.

Variable independiente: Compactación con rodillo.

Según Salkind (1999, p. 25) explica que “La variable independiente representa métodos o condiciones en el que examinadores inspecciones y poder indicar los resultados de un producto”.

Variable dependiente: propiedades mecánicas del concreto.

Salkind (1999, p. 25) nos dice que “Una variable dependiente revela productos de una investigación”.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Para esta investigación que consiste en la evaluación del concreto convencional y concreto compacto con rodillo, precisamos que la población es infinita, ya que no se cuantificó sino se analizó mediante la norma la cantidad de probetas

Muestra: La muestra del presente estudio son los ensayos de rotura de probetas que se realizaron según la norma del Instituto Americano del Concreto (ACI 318.08) donde nos sugiere que se tiene que realizar tres probetas por cada porcentaje y para cada tiempo de curado como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 1: *Ensayos a realizar*

ENSAYO A COMPRESIÓN				
TIEMPO DE CURADO	ESTADO DE LAS PROBETAS			
	Patrón	12% de cemento	14% de cemento	16% de cemento
7 DÍAS	3	3	3	3
14 DÍAS	3	3	3	3
28 DÍAS	3	3	3	3
TOTAL				36

Fuente: elaboración propia

ENSAYO A TRACCIÓN				
TIEMPO DE CURADO	ESTADO DE LAS PROBETAS			
	Patrón	12% de cemento	14% de cemento	16% de cemento
7 DÍAS	2	2	2	2
14 DÍAS	2	2	2	2
28 DÍAS	2	2	2	2
TOTAL				24

Fuente: elaboración propia

ENSAYO A FLEXIÓN				
TIEMPO DE CURADO	ESTADO DE LAS PROBETAS			
	Patrón	12% de cemento	14% de cemento	16% de cemento
7 DÍAS	2	2	2	2
14 DÍAS	2	2	2	2
28 DÍAS	2	2	2	2
TOTAL				24

Fuente: elaboración propia

Muestreo: Se denomina a los métodos que se emplean para obtener una parte representativa de la población.

En la investigación se empleó el muestreo no probabilístico, el cual se caracteriza por ser de conveniencia, donde la población es seleccionada por el autor.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Arias nos dice que “las técnicas en investigaciones son tácticas o composiciones propios por recabar conclusiones o averiguaciones. Estas técnicas son especiales de normas, por lo que trabaja complementando una investigación con fines detallados y precisos” (2012, p. 67).

Se tomará en cuenta las siguientes técnicas para el siguiente proyecto de esta investigación.

- ✓ Revisión de Documentos: Se empleó esta técnica para justificar normas, libros, manuales, especificaciones y tesis vinculados a lo que es concreto y en especial si se utilizan con concreto compacto con rodillo, para aclarar los medios que respaldaremos y especificaremos el diseño y sus propiedades mecánicas que se usaran para la investigación de este proyecto.
- ✓ Observación directa: En esta técnica nos permitió juntar referencias o datos realizados en el laboratorio, en ensayos que ejecutaremos y observar las propiedades mecánicas del concreto convencional y un concreto compactado con rodillo.

En la siguiente investigación se realizó las siguientes recolecciones de instrumentos:

- Ficha Excel de la resistencia a compresión, tracción y flexión.
- Las normas técnicas peruanas (N.T.P).

Validez: Fernández et. al. (2014, p. 162) nos recita que la legitimidad, en decisiones genéricas, hace referencia al nivel en que el instrumento cuantifica y acredita la variable como es ciertamente. La validez en instrumentos para acreditar se analiza sobre el principio de múltiple ejemplar de autenticad. Cuanto más sea la autenticidad de validez de lo comprendido y validez de criterio debe tener un instrumento de cuantificación, este se aproximará más a personalizar las variables que indaga determinar.

La validez en los especímenes de concreto convencional y compactado con rodillo serán sometidos a ensayos de laboratorio cuyos certificados firmados por los profesionales competentes validarán los resultados obtenidos.

Confiabilidad: Según Fernández et. al. (2014, p. 163) nos dicen lo siguiente: La confiabilidad de un instrumento de cuantificación se enlaza al nivel en que la práctica repetitiva del mismo objeto o sujeto origina resultados semejantes. La confiabilidad de un instrumento de cuantificación se averigua a través de distintas técnicas, por las cuales haremos mención en momentáneo después de comprobar los criterios de validez y objetividad.

Los ensayos de laboratorio, ejecutados con instrumentos debidamente calibrados, garantizaran la objetividad y exactitud de los resultados,

3.4. Procedimientos

Granulometría de los agregados: Su procedimiento consiste en la distribución por tamaños de las partículas de los agregados fino y grueso, determinado mediante las mallas o tamices estándar, que se hace pasar a través de los tamices, hallando el porcentaje del material retenido en cada tamiz.

Equipos y herramientas:

- Tamices.



Figura 17: tamices utilizados en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia

- Balanza (precisión 0.1 gr):



Figura 18: Balanza

Fuente: Elaboración propia

- Horno (110 +/- 5°C):



Figura 19: Horno

Fuente: Elaboración propia

- Bandejas y envases metálicos:



Figura 20: Bandeja metálica

Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico de los agregados: Su proceso consta de realizar el cuarteo a los agregados, después se realiza el lavado y se coloca al horno por 24

horas. Posteriormente, se continua con la colocación del material en los tamices metálicos, donde se sacude y se observa material retenido en cada malla y se realiza el pesaje de cada una para obtener los resultados del ensayo.

Módulo de finura: Surge de la sumatoria de % retenidos acumulados entre 100

- **Agregado Fino**

$$M.F = \frac{\% \text{ retenido acumulado}}{100}$$

$$M.F = 2.88$$

- **Agregado Grueso**

$$M.F = \frac{\% \text{ R.A.}(1 \frac{1}{2}'' , 3/4'' , 3/8'' , \#4 , \#8 , \#16 , \#30 , \#50 , \#100)}{100}$$

$$M.F = 6.81$$

Peso unitario suelto de los agregados

Equipos y herramientas:

- Molde metálico
- Varilla
- Balanza.

(P.U.S): En un molde metálico de volumen determinado, se llena el material (Agregado fino o grueso) hasta el ras del molde ayudándose con la varilla, para pesarlo posteriormente.

(P.U.C): En un molde, se llena el material en 3 partes, utilizando la varilla para apisonarlo 25 veces en cada una, enrasar y pesarlo.

Cálculo:

Se emplea la siguiente fórmula:

$$P.U = \frac{B (W_{\text{molde y muestra}}) - A (W_{\text{molde}})}{C (V_{\text{molde}})} \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

Gravedad específica agregado fino

Equipos y herramientas:

- Picnómetro
- Horno
- Cono de agregado
- Apisonador
- Bandeja.

Procedimiento

Se realiza el cuarteo del material para secarlo por 24 horas en el horno. Posteriormente, se le cubre con agua durante el mismo tiempo, se seca moderadamente para continuar con la prueba del cono, donde se apisona hasta su derrumbe, indicándonos que es óptima. Luego, durante 1 hora en baño maría, se coloca 0.5 kg en el picnómetro con agua, para su pesaje. Finalmente, en el horno se seca el material por 24 horas, y adicionalmente se seca de forma natural para pesarlo.

Se aplican lo siguiente:

- $G.E. (Seca) = \frac{A}{B + S - C} = gr$
- $G.E. (Saturado) = \frac{B}{B+S-C} = gr$
- $G.E. (Aparente) = \frac{A}{B+A-C} = gr$
- $Absorción (\%) = \frac{S-A}{A} \times 100$
- Y se identifica:
- $A = W_{muestra \text{ en el aire}}$
- $B = W_{picnómetro+agua}$
- $S = W_{muestra (s.s.s)}$
- $C = W_{picnómetro+muestra+agua}$

Gravedad específica agregado grueso

Equipo y herramienta:

- Balanza
- Tamiz N° 4

- Horno
- Recipiente

Procedimiento

Luego del cuarteo y lavado del material donde se extrae los finos, se introduce al horno durante 24 horas, para su posterior pesaje. La muestra se sumerge en agua por el mismo tiempo, se realiza su secado externo (saturado superficial), para luego ponerlo agua y pesarlo (saturado), finalmente, en el horno se seca y pesa (seco).

Se aplican lo siguiente:

- G.E. (Seca) = $\frac{A}{B-C} = gr$
 - G.E. (Saturado) = $\frac{B}{B-C} = gr$
 - G.E. (Aparente) = $\frac{A}{A-C} = gr$
 - Absorción (%) = $\frac{B-A}{A} \times 100$
- Y se identifica:
 - **A** = $W_{\text{muestra seca}}$
 - **B** = $W_{\text{muestra s.s.s.}}$
 - **C** = $W_{\text{muestra aparente saturada}}$

Método ACI

DISEÑO DE MEZCLA: CONCRETO PATRÓN:

1. ($F'_{cr} + 84$):

$$= 210 \text{ Kg/cm}^2 + 84$$

$$= 294 \text{ Kg/cm}^2$$

2. Aire atrapado = 2.0%

3. Volumen Unitario de agua = 225 lt/m³

4. Relación a/c = 0.59

5. Contenido de cemento

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO} = \frac{\text{VOLUMEN UNITARIO DE AGUA}}{\text{RELACION A/C}}$$

Se obtiene: $\text{Contenido de cemento} = \frac{225}{0.59} = 383\text{kg}$

$$\text{Factor cemento} = \frac{\text{CONTENIDO DE CEMENTO (Kg)}}{42.5}$$

Factor cemento = 9 bolsas.

6. Peso Absoluto del Agregado Grueso

= P.U.C.S x Factor Tabla

= 874 Kg.

7. Peso Absoluto del Agregado Fino: La suma de los volúmenes debe ser igual a 1.

Tabla 2: Resumen del peso absoluto, específico y volumen

Agregados	Peso Abs.	P. e	Volumen
Cemento	383	3120	0.1228
Agua	225	1000	0.225
Aire atrapado	--	--	0.02
Agregado Grueso	874	2660	0.3288
			0.6966

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Vol. Abs del agregado fino} = 1 - 0.6966 = 0.3034 \text{ m}^3$$

= Vol. Abs. (A.F.) x P.e (A.F.)

$$= 0.3034 \times 2640$$

= 801 kg

8. Diseño en estado seco

Cemento = 383 Kg.

A.F = 801 Kg.

$$A.G = 874 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agua} = 225 \text{ Lt/m}^3$$

9. Corrección por humedad de los agregados

Con datos obtenidos del laboratorio

$$W \% (\text{Agregado Fino}) = 1.1$$

$$W \% (\text{Agregado Grueso}) = 0.1$$

$$\text{AGREGADOS} = \text{PESO SECO} \left(\frac{\text{PORCENTAJE DE HUMEDAD (W\%)}}{100} + 1 \right)$$

$$A.F = 801 \left(\frac{1.1}{100} + 1 \right) = 809.7 \text{ Kg.}$$

$$A.G = 874 \left(\frac{0.1}{100} + 1 \right) = 875.1 \text{ Kg.}$$

10. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{AGREGADOS} = \text{AGREGADO SECO} \left(\frac{\text{PORCENTAJE HUMEDAD (W\%)} - \text{ABSORCIÓN}}{100} \right)$$

$$A.F = 809.7 \left(\frac{1.1 - 1.3}{100} \right) = - 1.6 \text{ Lt}$$

$$A.G = 875.1 \left(\frac{0.1 - 1.2}{100} \right) = - 9.6 \text{ Lt}$$

11. Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = 225 - (-1.6 - 9.6) = 236 \text{ Lt}$$

12. Proporción de diseño

Tabla 3: *Diseño de concreto patrón.*

Cemento	383 Kg
A. Fino	810 Kg.
A. Grueso	875 Kg
Agua	225 Lt

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla para 12% de cemento

Tabla 4: Datos para el diseño al 12%

Optima Humedad	8.1%
Máxima densidad seca	2.283
Cantidad de cemento	12%
P.e de cemento	3120
P.e A. F	2640
Pe A. G	2660

Fuente: Elaboración propia

a. Contenido de cemento

CONTENIDO DE CEMENTO = Cantidad de cemento x P.e de cemento

$$= 0.12 \times 3120$$

$$= \mathbf{374.4 \text{ Kg}}$$

b. Materiales

Cemento = 0.12

A.F = 0.44

A.G = 0.44

Sumatoria= $0.12 + 0.44 + 0.44 = 1.00 \text{ m}^3$

c. Peso Seco

Cemento = 374.4 Kg

Agregado Fino = Peso específico (A. F) x 0.44

A.F = 2640×0.44

A.F = 1161.6 Kg

Agregado Grueso = Peso específico (A. G) x 0.44

A.G = 2660×0.44

A.G = 1170,4 Kg

d. Peso húmedo

Cemento = 374.4 Kg

A.F = 1161.6 Kg

A.G = 1170.4 Kg

e. Cantidad de materiales (25lt)

Cemento = 374.4 x 0.025 = 9.36 Kg

A.F = 1161.6 x 0.025 = 29.04 Kg

A.G = 1170.4 x 0.025 = 29.26 Kg

f. Agua

Agua = (A. F + A.G) x Optima humedad

= (29.04 + 29.26) x 8.1%

= 4.7223

Diseño de mezcla para 14% de cemento

Tabla 5: Datos para el diseño al 14%

Optima Humedad	8.3%
Máxima densidad seca	2.291
Cantidad de cemento	14%
P.e de cemento	3120
P.e A. F	2640
Pe A. G	2660

Fuente: Elaboración propia

a. Contenido de cemento

CONTENIDO DE CEMENTO = Cantidad de cemento x P.e de cemento

= 0.14 x 3120

= 436.8 Kg

b. Materiales

$$\text{Cemento} = 0.14$$

$$\text{A.F} = 0.43$$

$$\text{A.G} = 0.43$$

$$\text{Sumatoria} = 0.14 + 0.43 + 0.43 = 1.00 \text{ m}^3$$

c. Peso Seco

$$\text{Cemento} = 374.4 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Fino} = \text{Peso específico (A. F)} \times 0.43$$

$$\text{A.F} = 2640 \times 0.43$$

$$\text{A.F} = 1135.2 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \text{Peso específico (A. G)} \times 0.43$$

$$\text{A.G} = 2660 \times 0.43$$

$$\text{A.G} = 1143.8 \text{ Kg}$$

d. Peso húmedo

$$\text{Cemento} = 374.4 \text{ Kg}$$

$$\text{A.F} = 1135.2 \text{ Kg}$$

$$\text{A.G} = 1143.8 \text{ Kg}$$

e. Cantidad de materiales (25lt)

$$\text{Cemento} = 436.8 \times 0.025 = 10.92 \text{ Kg}$$

$$\text{A.F} = 1135.2 \times 0.025 = 28.38 \text{ Kg}$$

$$\text{A.G} = 1143.8 \times 0.025 = 28.6 \text{ Kg}$$

f. Agua

$$\text{Agua} = (\text{A. F} + \text{A.G}) \times \text{Optima humedad}$$

$$= (28.38 + 28.6) \times 8.3\%$$

$$= 4.7293$$

Diseño de mezcla para 16% de cemento

Tabla 6: Datos para el diseño al 16%

Optima Humedad	8.5%
Máxima densidad seca	2.302
Cantidad de cemento	16%
P.e de cemento	3120
P.e A. F	2640
Pe A. G	2660

Fuente: Elaboración propia

a. Contenido de cemento

CONTENIDO DE CEMENTO = Cantidad de cemento x P.e de cemento

$$= 0.16 \times 3120$$

$$= \mathbf{499.2 \text{ Kg}}$$

b. Materiales

Cemento = 0.16

A.F = 0.42

A.G = 0.42

Sumatoria= $0.16 + 0.42 + 0.42 = 1.00 \text{ m}^3$

c. Peso Seco

Cemento = 499.2 Kg

Agregado Fino = Peso específico (A. F) x 0.42

A.F = 2640×0.42

A.F = 1108.8 Kg

Agregado Grueso = Peso específico (A. G) x 0.42

A.G = 2660×0.42

A.G = 1117,2 Kg

d. Peso húmedo

Cemento = 499.2 Kg

A.F = 1108.8 Kg

A.G = 1117.2 Kg

e. Cantidad de materiales (25lt)

Cemento = 499.2 x 0.025 = 12.48 Kg

A.F = 1108.8 x 0.025 = 27.72 Kg

A.G = 1117.2 x 0.025 = 27.93 Kg

f. Agua

Agua = (A. F + A.G) x Optima humedad

= (27.72 + 27.93) x 8.5%

= 4.7303

Elaboración de la mezcla de concreto

Se utilizarán 60 probetas cilíndricas, 36 para compresión y 24 para tracción. Así mismo, se utilizarán 24 vigas para resistencia a flexión para roturas a los 7,14 y 28 días.

Elaboración del concreto patrón

Equipos y herramientas

- Equipo de Cono de Abrams: molde metálico de 0.30 m de altura y 0.10 y 0.20 de diámetros.



Figura 21: Cono de Abrams del laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

- Varilla
- Cucharón
- Wincha

Procedimiento

Se preparó el equipo para el ensayo, posicionándose a cada lado del cono y evitar inestabilidad durante el ensayo. Se procede a colocar la mezcla en el cono en 3 capas, apisonando cada una 25 veces en forma de espiral. Finalmente, se enrasa y se retira el cono para su medición



Figura 22: Medición del Slump

Fuente: Elaboración propia.

Resultado del ensayo: 8"

Elaboración de especímenes de concreto

Equipos y herramientas:

- Moldes cilíndricos: se utilizó moldes de acero, teniendo como dimensiones: 4" de diámetro y 8" de altura.



Figura 23: Moldes cilíndricos empleados.

Fuente: Elaboración propia.

- Moldes prismáticos para vigas de 15x15x55cm.



Figura 24: Moldes prismáticos empleados

Fuente: Elaboración propia.

- Mezcladora de concreto.



Figura 25: Mezcladora del laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

- Carretilla y cucharón.
- Varilla compactadora.
- Martillo de goma.
- Pala.

Procedimiento

Con los moldes y materiales ya preparados para el procedimiento, se comienza a realizar la mezcla.



Figura 26: Pesaje del agregado fino del concreto convencional.

Fuente. Elaboración propia.

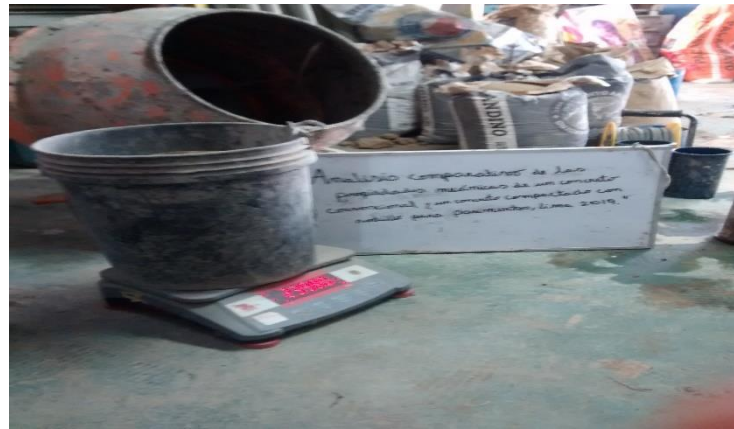


Figura 27: Pesaje del agregado grueso del concreto convencional

Fuente Elaboración propia



Figura 28: Pesaje del agua del concreto convencional.

Fuente: Elaboración propia.

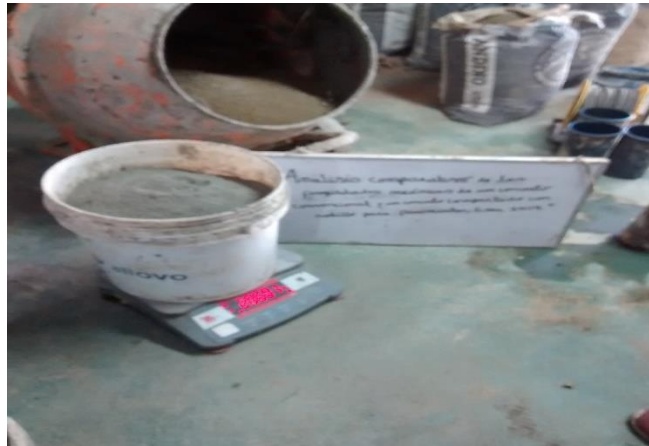


Figura 29; Pesaje del cemento del concreto convencional.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 30: Elaboración de la mezcla del concreto convencional.

Fuente: Elaboración propia.

En los moldes se coloca la mezcla en 3 capas, apisonando cada capa 25 veces en probetas y 65 en vigas, para después emplear el martillo de goma y enrasarlo.



Figura 31: Llenado de las probetas cilíndricas de concreto convencional.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 32: Llenado de las probetas prismáticas de concreto convencional.

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración del concreto compactado con rodillo

Ensayo del Proctor modificado A fin de establecer la curva de compactación, se inició a establecer una relación de Densidad máxima seca y su Humedad optima. Los resultados representan la relación curvilínea también llamado curva de compactación.

Determinando el método:

Método	% Acumulado o retenido N°4	% Acumulado o retenido N° 3/8"	% Acumulado o retenido N° 3/4"	Material a Usar
A	≤ 20%	-	-	PASA N° 4
B	> 20%	≤20%	-	PASA 3/8"
C	-	> 20%	≤20%	PASA 3/4"

Usaremos el **Método "C"**: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 3/8 pulg. y menos del 30% en peso es retenido en el tamiz 3/4 pulg. El molde de 6 pulg de diámetro no será usado con los métodos A o B (Rosa Tocas Mena, 2016).

Elaboración de especímenes del concreto compactado con rodillo

Equipos y herramientas

- Moldes cilíndricos de 4" de diámetro y 8" de altura
- Moldes primaticos de 15x15x55cm
- Mezcladora de concreto
- Carretilla y cucharón
- Martillo del Proctor: se usará para la compactación de los especímenes.

Procedimiento

Luego de la elaboración de la mezcla y moldes preparados para el procedimiento se debe obtener el número de golpes de compactación por los siguiente

Ecuación para determinar la cantidad de golpes de compactación

$$EC = \frac{N \times n \times W \times H}{V}$$

Donde:

Ec = Energía de compactación.

N = Cantidad de golpes por capa

n = Cantidad de capas.

W = Peso del pisón.

H = Altura de caída del pisón.

V = Volumen del suelo compactado.

Se realizó el vaciado en 3 capas, compactando con el martillo del Proctor a 38 golpes en cada capa en probetas cilíndricas y 496 veces en cada capa uniformemente en vigas, para luego enrasarlo.



Figura 33: Pesaje de los agregados finos y grueso del CCR

Fuente: Elaboración propia.



Figura 34: Pesaje del agua del CRR

Fuente: Elaboración propia.



Figura 35: Mezclado de los materiales del CCR

Fuente: Elaboración propia.



Figura 36: Compactación de la probeta cilíndrica del CCR

Fuente: Elaboración propia



Figura 37: Compactación de las vigas del CCR

Ensayos de Resistencia

Ensayo de resistencia a compresión: Luego de extraer los especímenes del pozo de curado para su secado se inició a realizar la rotura de las probetas, según el tiempo de curado propuesto en la investigación, siendo estos a 7,14 y 28 días. Se realizó la rotura considerando la contrastación de resultados entre la probeta patrón y compactado con rodillo.

Equipos y herramientas:

- Máquina de compresión



Figura 38: Máquina empleada para el ensayo a compresión

Fuente: Elaboración propia.

- Calibrador vernier



Figura 39: Calibrador vernier.

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento: Luego de haber extraído del pozo de curado y secado superficialmente, se inicia con la identificación de cada probeta. Posteriormente, se mide las dimensiones de las probetas con el calibrador vernier, en este caso solo necesitamos los diámetros para obtener un promedio. Finalmente, se coloca los especímenes en la máquina.



Figura 40: Ensayo resistencia a compresión.

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de resistencia a tracción por compresión diametral: Luego de la elaboración y curado de los especímenes, se procede hacer la rotura de las probetas, según el tiempo de curado de la investigación, siendo estos a 7,14 y 28 días. Se realizó la rotura teniendo en consideración la contrastación de resultados entre la probeta patrón y compactado con rodillo.

Equipos y herramientas:

- Máquina de compresión
- Calibrador vernier

Procedimiento: Luego de haber extraído del pozo de curado y secado superficialmente, se inicia con la identificación de cada probeta. Posteriormente, se mide las dimensiones de las probetas con el calibrador vernier, en este caso se necesita tanto diámetro para obtener un promedio, como la altura. Finalmente, se coloca los especímenes en la máquina y se ejecuta el ensayo.



Figura 41: Ensayo resistencia a tracción.

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de resistencia a Flexión: Luego de la elaboración y curado de vigas, se ejecuta el ensayo según el tiempo establecido de la investigación siendo estos a 7,14 y 28 días.

Equipos y herramientas:

- Máquina de flexión
- Regla metálica

Procedimiento: Luego de haber extraído del pozo de curado y secado superficialmente, se inicia con la identificación de cada viga. Posteriormente, se mide las dimensiones de cada viga con la regla metálica, marcando el medio y posteriores líneas divisorias en 3 partes cada 6". Finalmente, se coloca la viga en la máquina y se ejecuta el ensayo.



Figura 42: Ensayo resistencia a flexión.

Fuente: Elaboración propia

3.5. Método de análisis de datos

Dado que la siguiente investigación es de enfoque cuantitativo, los análisis de datos obtenido que analizaremos los ensayos que se realizaran en el laboratorio, puesto que como compromiso debemos detallar que es lo que significa los resultados adquiridos para determinar las conclusiones. Morán y Alvarado mencionan que los análisis de los datos son sacados mediante, cuestionarios, entrevistas, observación, etc.; dichos productos conseguidos necesitan ser estudiados y analizados de la manera más diligente factible para determinar si responden a las interrogantes de la investigación y verificar si la hipótesis es perfecta o imperfecta. Para este análisis de datos es imprescindible dos principales factores: lo que se quiere hacer con los datos y su planteamiento debido de la problemática (2010, p.56). Para esta investigación se necesitó la utilización de un laboratorio, y realizar los ensayos requeridos para conseguir las propiedades mecánicas del concreto convencional y concreto compactado con rodillo.

3.6. Aspectos éticos

Con relación a los aspectos éticos, esta investigación mencionó a los autores en su totalidad que asistieron para hacernos entender u orientaron de la forma más

indudable el Proyecto de Investigación, respaldándonos de la norma ISO 690 y 690–2, en la cual las referencias bibliográficas fueron realizadas en función de esta norma para evitar el plagio de información.

Con la debida honestidad para citar los artículos con autores, respeto al redactar la siguiente investigación y la confiabilidad para expresar los resultados y análisis conseguidos en los ensayos.

IV. RESULTADOS

Proceso de desarrollo

Características de los agregados

A. Analisis granulométricos: Agregados Fino.

Tabla 7: Análisis granulométricos de la muestra de agregado fino

Agregado Fino					
Tamiz		Peso	%	% acumulado	
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	%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
N°4	4.76	11.5	1.9	1.9	98.1
N°8	2.38	110.2	18.0	19.9	80.1
N°16	1.19	128.6	21.0	40.9	59.1
N°30	0.60	130.2	21.3	62.2	37.8
N°50	0.30	75.1	12.3	74.5	25.5
N°100	0.15	85.2	13.9	88.4	11.6
FONDO		70.5	11.5	100	0
PESO TOTAL		611.3	100		

Fuente: Elaboración propia.

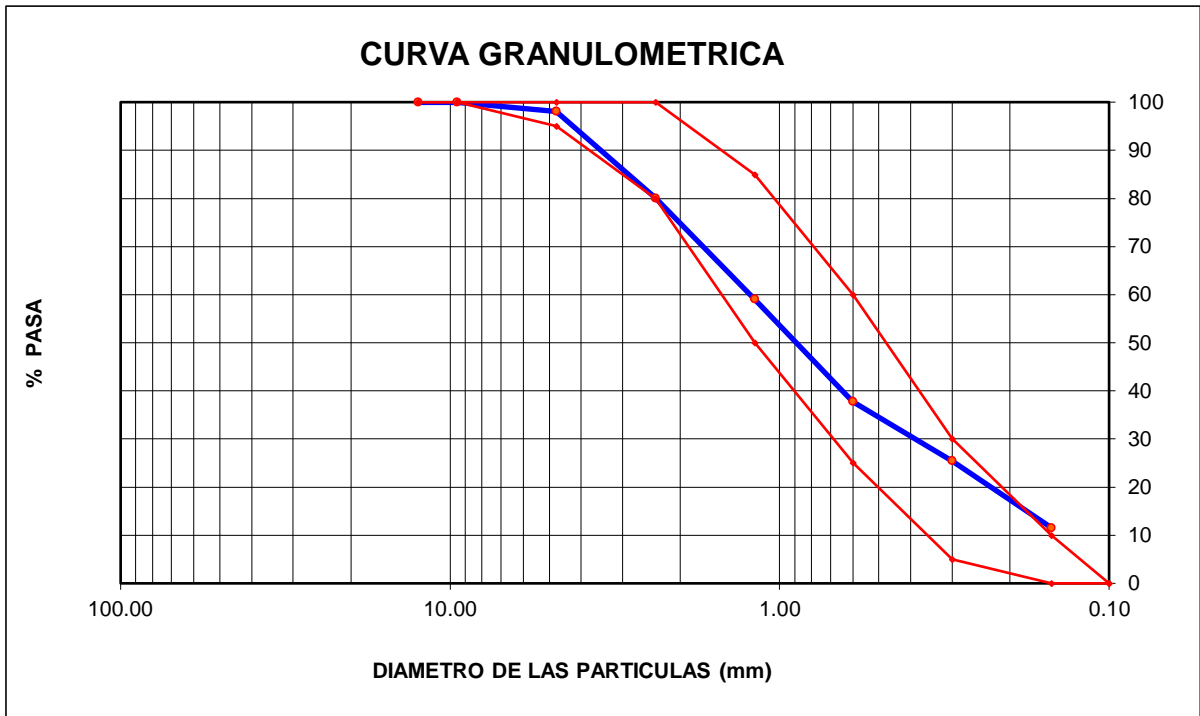


Figura 43: Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La curva nos muestra los límites señalados por la norma, así mismo, el tamaño de las partículas del agregado muestra el cumplimiento a los estándares determinados.

B. Analisis granulométricos: Agregado Grueso

Tabla 8: Análisis granulométricos de la muestra de agregado grueso

Agregado Grueso					
Tamiz		Peso	%	% acumulado	
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	%Retenido	% Pasa
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	185.0	4.3	4.3	95.7
1/2"	12.50	1,869.0	43.0	47.3	52.7
3/8"	9.53	1,265.0	29.1	76.4	23.6
N°4	4.76	1,021.0	23.5	99.9	0.1
N°8	2.38	5.0	0.1	100.00	0.00
N°16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
FONDO		1.0	0.00		
PESO TOTAL		4,346.0	100		

Fuente: Elaboración propia

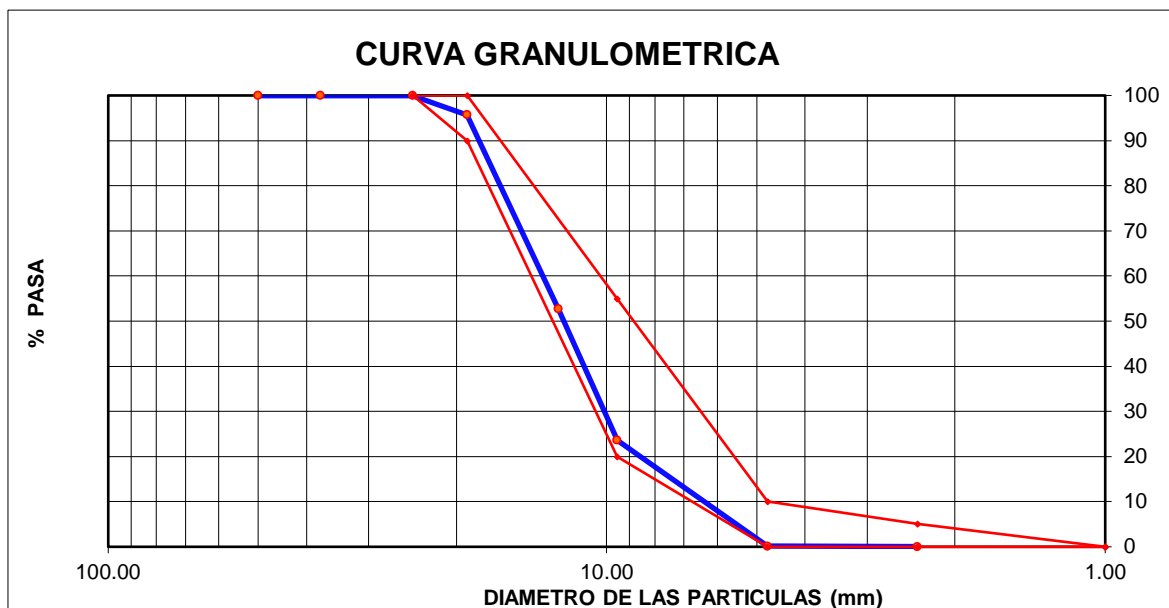


Figura 44: Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La curva nos muestra los límites señalados por la norma, así mismo, el tamaño de las partículas del agregado muestra el cumplimiento a los estándares determinados.

C. Peso unitario: Agregado Fino

Peso unitario suelto

Tabla 9: Resumen del P.U.S del agregado fino

N°	01	02	03
W molde + muestra	6512	6502	63535
Wmolde	2363	2363	2363
Wmuestra	4149	4139	4172
Vmolde	2760	2760	2760
P.U (kg/m3)	1.503	1.500	1.512
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1.505		

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario compactado

Tabla 10: Resumen del P.U.C del agregado fino

N°	01	02	03
Wmolde + muestra	7296	7322	7318
Wmolde	2363	2363	2363
Wmuestra	4933	4959	4955
Vmolde	2760	2760	2760
P.U (kg/m3)	1.787	1.797	1.795
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1.793		

Fuente: Elaboración propia.

D. Peso unitario: Agregado Grueso

Peso unitario suelto

Tabla 11: Resumen del P.U.S del agregado grueso

Ensayo N°	01	02	03
Wmolde y muestra	30628	30614	30631
Wmolde	9800	9800	9800
Wmuestra	20828	20814	20831
Vmolde	13950	13950	13950
P.U (kg/m3)	1.493	1.492	1.493
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1.493		

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario compactado

Tabla 12: Resumen del P.U.C del agregado grueso

Ensayo N°	01	02	03
$W_{\text{molde y muestra}}$	32502	32496	32458
W_{molde}	9800	9800	9800
W_{muestra}	22702	22696	22658
V_{molde}	13950	13950	13950
P.U (kg/m ³)	1.627	1.627	1.624
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1.626		

Fuente: Elaboración propia.

E. Gravedad específica: Agregado Fino

Tabla 13: Gravedad específica del agregado fino.

G.E. (Seca)	2.64	gr/cm ³
G.E. (Saturado)	2.67	gr/cm ³
G.E. (Aparente)	2.73	gr/cm ³
Absorción	1.3	%

Fuente: Elaboración propia

F. Gravedad específica: Agregado Grueso

Tabla 14: Gravedad específica del agregado grueso

G.E. (Seca)	2.66	gr/cm ³
G.E. (Saturado)	2.69	gr/cm ³
G.E. (Aparente)	2.75	gr/cm ³
Absorción	1.2	%

Fuente: Elaboración propia.

G. Ensayo de Proctor Modificado

Tabla 15: Datos del recipiente

Volumen de molde	2117	cm ³
Peso de molde	5207	gr.

Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo de Proctor Modificado al 12%**

Tabla 16: *Datos del Proctor Modificado al 12%*

N° de ensayos		1	2	3	4
Peso Suelo + molde	gr.	10.155	10,302	10,432	10,475
Peso Suelo húmedo compactado	gr.	4.948	5,095	5,225	5,268
Peso Volumétrico húmedo	gr.	2.337	2.407	2.468	2.488
Recipiente		C	C	C	C
Peso Suelo húmedo + Tara	gr.	564.0	561.0	564.0	562.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	550.2	543.5	540.4	534.7
Peso de la Tara	gr.	230.0	261.0	250.0	253.0
Peso del agua	gr.	13.8	17.5	23.6	27.3
Peso del suelo seco	gr.	320	283	290	282
Contenido de agua	%	4.3	6.2	8.1	9.7
Densidad Seca	gr/cm ³	2.241	2.266	2.283	2.269
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	2.283			
Contenido de Humedad Optima	%	8.1			

Fuente: Elaboración propia

Con la presente tabla, se procederá a elaborar un diagrama, la cual es una gráfica que trabaja en función de la densidad máxima seca y el contenido de humedad optima.

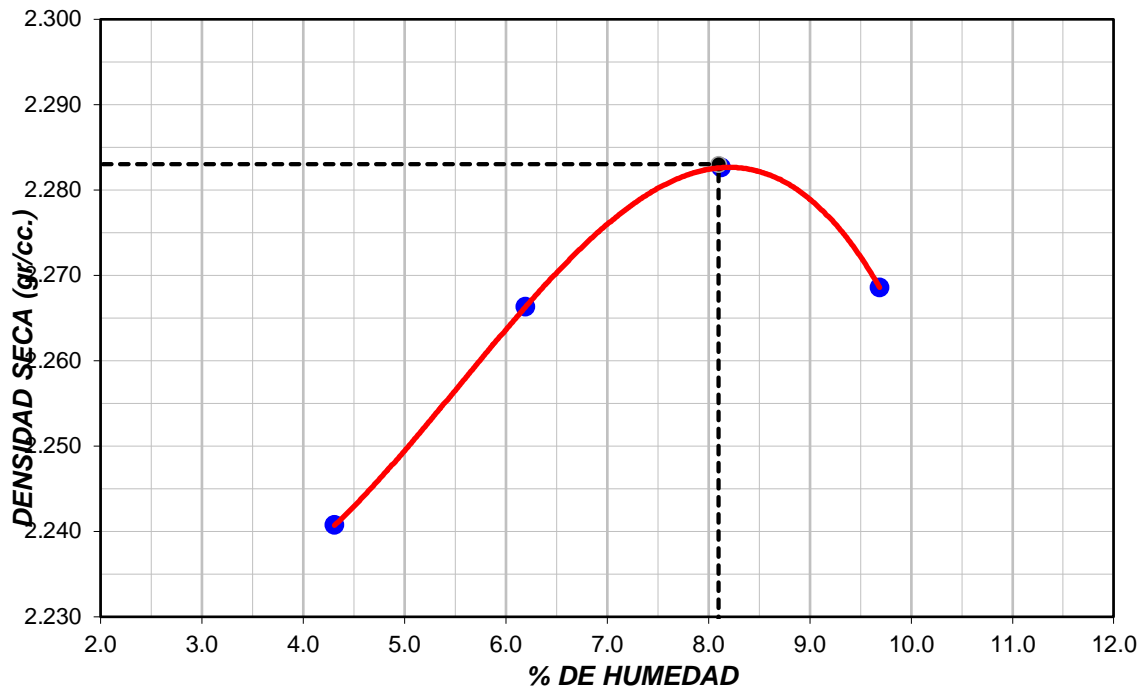


Figura 45: Relación humedad – Densidad seca 12%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El diagrama, nos brinda un análisis de forma gráfica el contenido de humedad Optima y su densidad máxima seca para al 12% de cemento.

- **Ensayo de Proctor Modificado al 14%**

Tabla 17: *Datos del Proctor Modificado al 14%*

N° de ensayos		1	2	3	4
Peso Suelo + molde	gr.	10.172	10,303	10,457	10,451
Peso Suelo húmedo compactado	gr.	4.965	5,096	5,250	5,244
Peso Volumétrico húmedo	gr.	2.345	2.407	2.480	2.477
Recipiente		C	C	C	C
Peso Suelo húmedo + Tara	gr.	635.6	536.2	551.3	547.4
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	619.5	520.2	529.2	517.3
Peso de la Tara	gr.	226.8	258.5	261.2	218.6
Peso del agua	gr.	16.1	16.0	22.1	30.1
Peso del suelo seco	gr.	393	262	268	299
Contenido de agua	%	4.1	6.1	8.2	10.1
Densidad Seca	gr/cm ³	2.241	2.266	2.283	2.269
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	2.291			
Contenido de Humedad Optima	%	8.3			

Fuente: Elaboración propia

Con la presente tabla, se procederá a elaborar un diagrama, la cual es una gráfica que trabaja en función de la densidad máxima seca y el contenido de humedad optima.

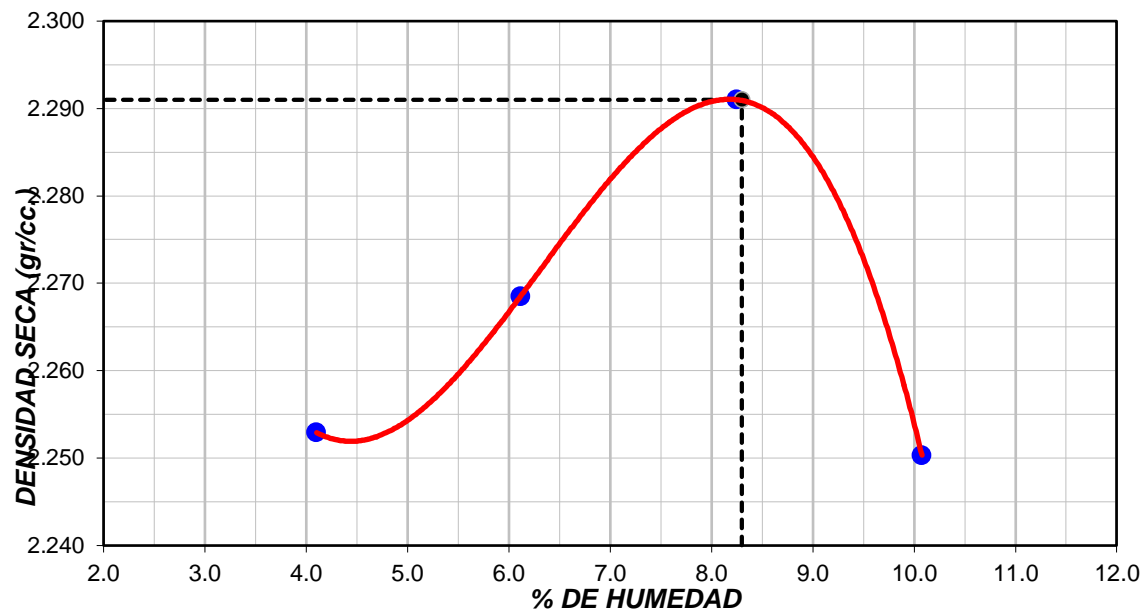


Figura 46: Relación humedad – Densidad seca 14%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El diagrama, nos brinda un análisis de forma gráfica el contenido de humedad Optima y su densidad máxima seca para al 14% de cemento.

- **Ensayo de Proctor Modificado al 16%**

Tabla 18: *Datos del Proctor Modificado al 16%*

N° de ensayos		1	2	3	4
Peso Suelo + molde	gr.	10.234	10,381	10,509	10,495
Peso Suelo húmedo compactado	gr.	5.027	5,174	5,302	5,288
Peso Volumétrico húmedo	gr.	2.375	2.444	2.504	2.498
Recipiente		C	C	C	C
Peso Suelo húmedo + Tara	gr.	581.5	537.4	528.7	559.6
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	564.1	547.3	506.8	528.9
Peso de la Tara	gr.	226.8	258.5	261.2	218.6
Peso del agua	gr.	17.4	20.1	21.9	30.7
Peso del suelo seco	gr.	337	282	246	310
Contenido de agua	%	5.2	7.0	8.9	9.9
Densidad Seca	gr/cm ³	2.258	2.285	2.299	2.273
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	2.302			
Contenido de Humedad Optima	%	8.5			

Fuente: Elaboración propia

Con la presente tabla, se procederá a elaborar un diagrama, la cual es una gráfica que trabaja en función de la densidad máxima seca y el contenido de humedad optima.

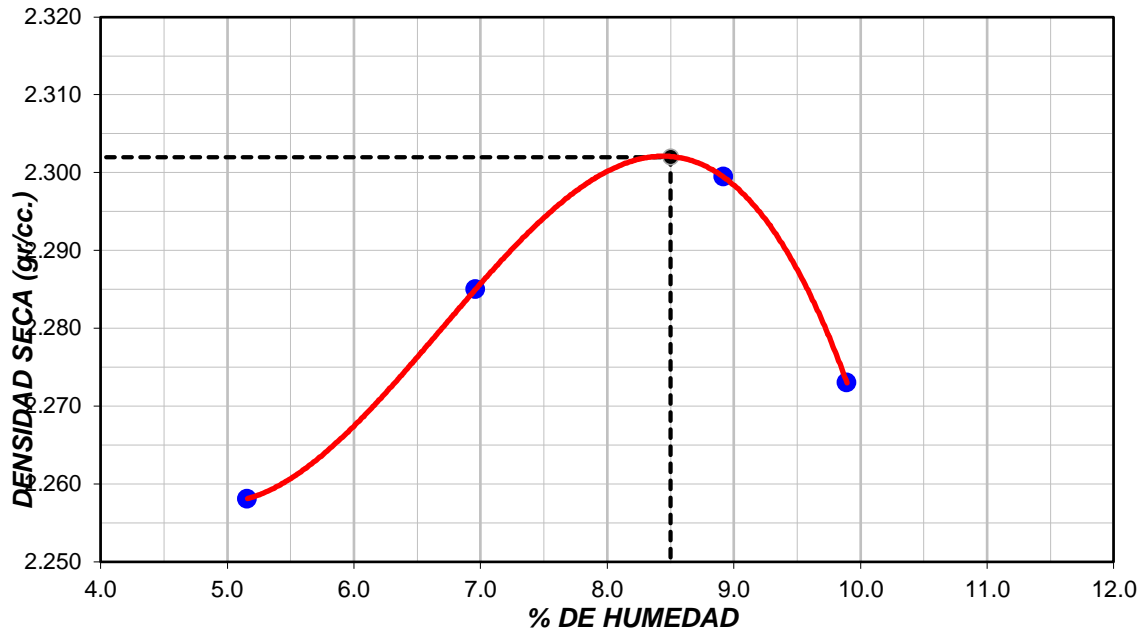


Figura 47: Relación humedad – Densidad seca 16%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El diagrama, nos brinda un análisis de forma gráfica el contenido de humedad Optima y su densidad máxima seca para al 16% de cemento.

H. Diseño de mezcla por Método ACI

Resumen de datos del laboratorio.

Tabla 19: Resumen de datos del laboratorio

Datos	Fino	Grueso	Unidad
Peso específico	2.64	2.66	gr/cm ³
Abs.	1.3	1.2	%
Mf.	2.88	6.81	A.dim
T.M. N		¾"	pulg.
P.U.S.	1.505	1.493	kg/m ³
P.U.C.	1.793	1.626	kg/m ³
H. N	1.1%	0.1%	%

Fuente: Elaboración propia.

I. Ensayo de resistencia a compresión

EDAD: 7 días

Tabla 20: *Compilación de las roturas a compresión a los 7 días.*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro Prom	Área cm ²	Carga (kg-f)	F'C (kg/cm ²)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días				
1	PATRON	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	14561.0	185.4
2	PATRON	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	14860.0	189.2
3	PATRON	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	14715.0	187.4
4	12% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	7795	99.2
5	12% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.10	80.12	8436	105.3
6	12% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.10	80.12	7205	89.9
7	14% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	8507	108.3
8	14% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	9062	115.4
9	14% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	8358	106.4
10	16% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	78.54	11652	148.4
11	16% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.10	80.12	11421	142.5
12	16% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.10	80.12	10464	130.6

Fuente: Elaboración propia

Resultados promedios obtenidos a los 7 días.

Tabla 21: Resultados promedios a los 7 días

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
7 días	187.33	140.5	110.03	98.13

Fuente: Elaboración propia

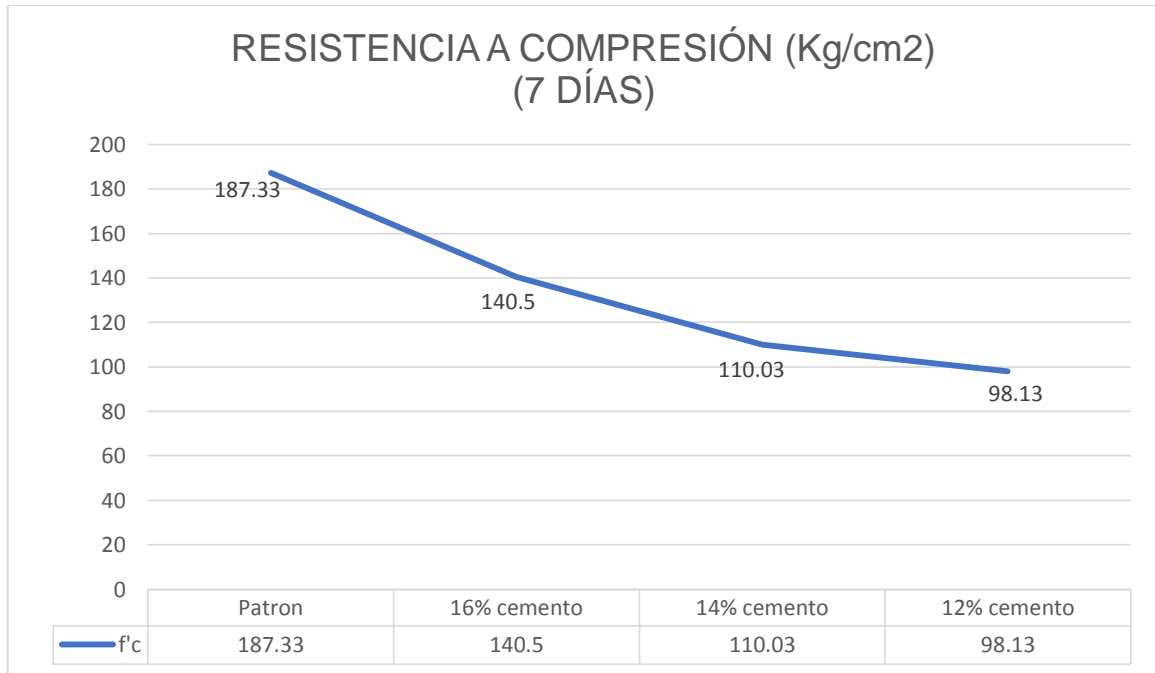


Figura 48: Resultados promedios a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 21, se realizó el grafico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, se obtuvo un descenso de resistencia a compresión de 25% con 16% cemento, 41.26% con 14% cemento y 47.62% con 12% cemento

EDAD: 14 días.

Tabla 22: *Compilación de las roturas a compresión a los 14 días*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro Prom	Área cm2	Carga (kg-f)	F'C (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días				
1	PATRON	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	80.12	16795	209.6
2	PATRON	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	80.12	16524	206.2
3	PATRON	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	78.54	16918	215.4
4	12% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	78.54	10212	130.0
5	12% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	78.54	9501	121.0
6	12% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	80.12	10190	127.2
7	14% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	78.54	12321	156.9
8	14% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	80.12	12058	150.5
9	14% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	80.12	12248	152.9
10	16% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	78.54	14284	181.9
11	16% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	78.54	14881	189.5
12	16% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	78.54	14955	190.4

Fuente: Elaboración propia.

Resultados promedios obtenidos a los 14 días.

Tabla 23: Resultados promedios a los 14 días.

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
14 días	210.4	187.27	153.43	126.07

Fuente: Elaboración propia

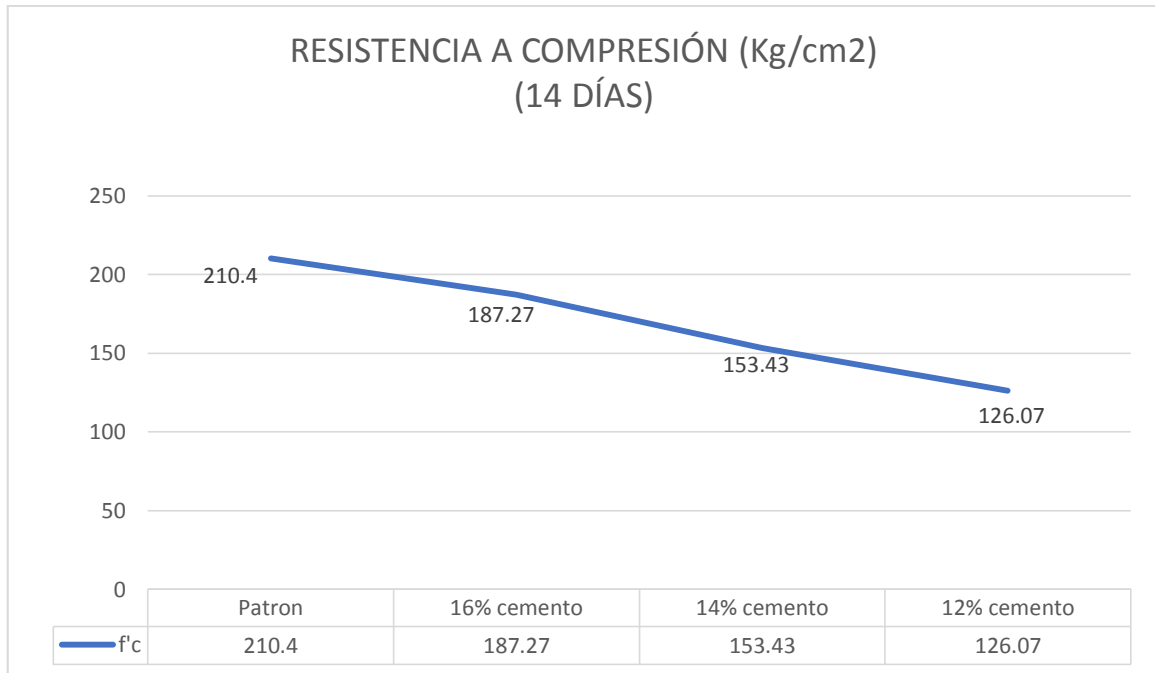


Figura 49: Resultados promedios a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 23, se realizó el grafico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, se obtuvo un descenso de resistencia a compresión de 11% con 16% cemento, 27.08% con 14% cemento y 40.08% con 12% cemento

EDAD: 28 días

Tabla 24: *Compilación de las roturas a compresión a los 28 días*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro Prom	Área cm2	Carga (kg-f)	F'C (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días				
1	PATRON	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	19587	249.4
2	PATRON	14/05/2020	11/6/2020	28	10.10	80.12	19358	241.6
3	PATRON	14/05/2020	11/6/2020	28	10.10	80.12	19584	244.4
4	12% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	18152	231.1
5	12% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	17795	226.6
6	12% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	17992	229.1
7	14% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.10	80.12	20324	253.7
8	14% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	20514	261.2
9	14% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	20369	259.3
10	16% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	22587	287.6
11	16% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	22314	284.1
12	16% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	78.54	22169	282.3

Fuente: Elaboración propia.

Resultados promedios obtenidos a los 28 días.

Tabla 25: Resultados promedios a los 28 días.

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
28 días	245.13	284.67	258.07	228.93

Fuente: Elaboración propia

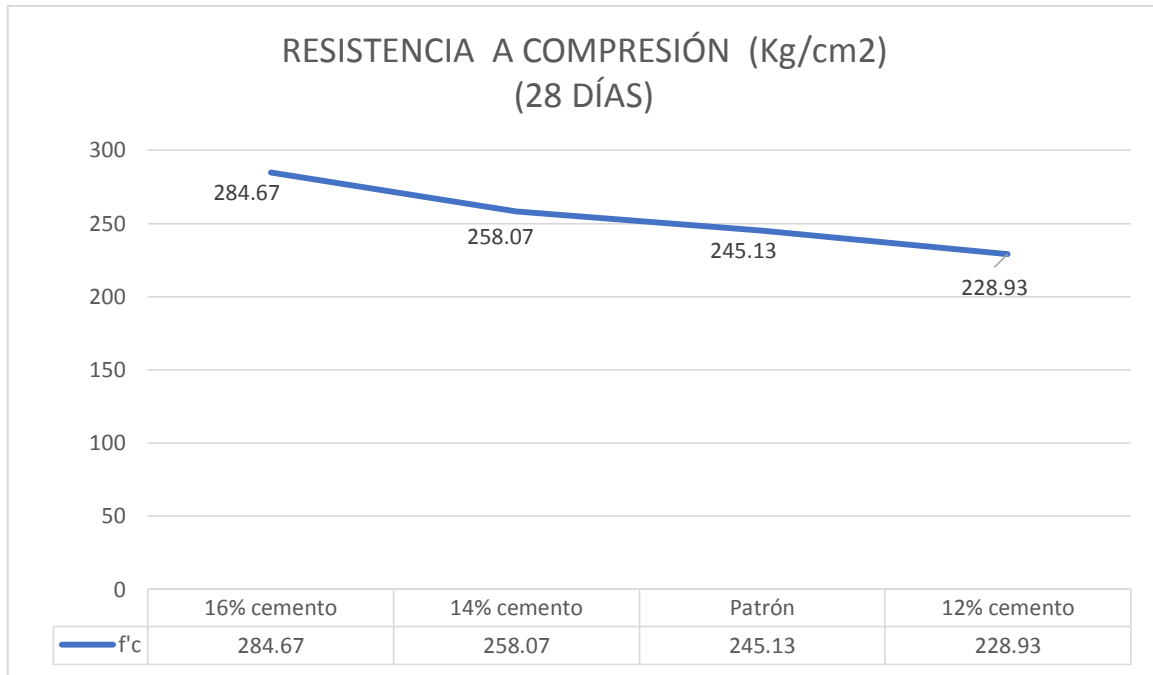


Figura 50: Resultados promedios a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 25, se realizó el gráfico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, donde se determina que existe una ganancia de 16.13% con 16% cemento y 5.28% con 14% cemento y se tuvo una pérdida de 6.61% con 12% de cemento.

Recopilación del ensayo de resistencia a compresión

Tabla 26: Resultados obtenidos a los 7,14 y 28 días

Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	187.33	98.13	110.03	140.5
14	210.4	126.07	153.43	187.27
28	245.13	228.93	258.07	284.67

Fuente: Elaboración propia

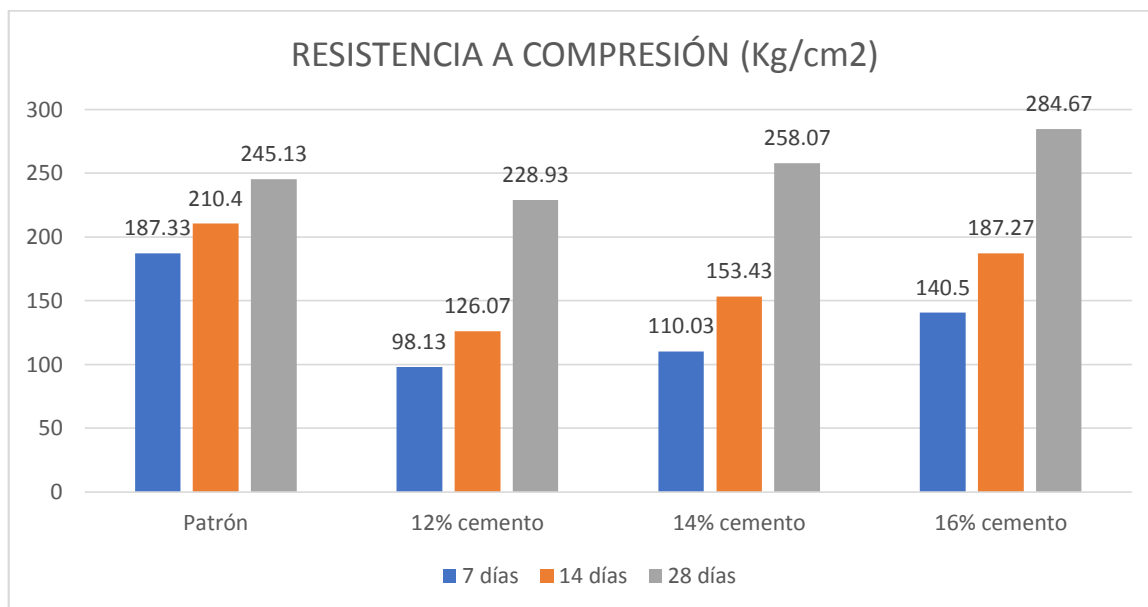


Figura 51: Gráfico de barras de resistencia a compresión

Fuente: Elaboración propia.

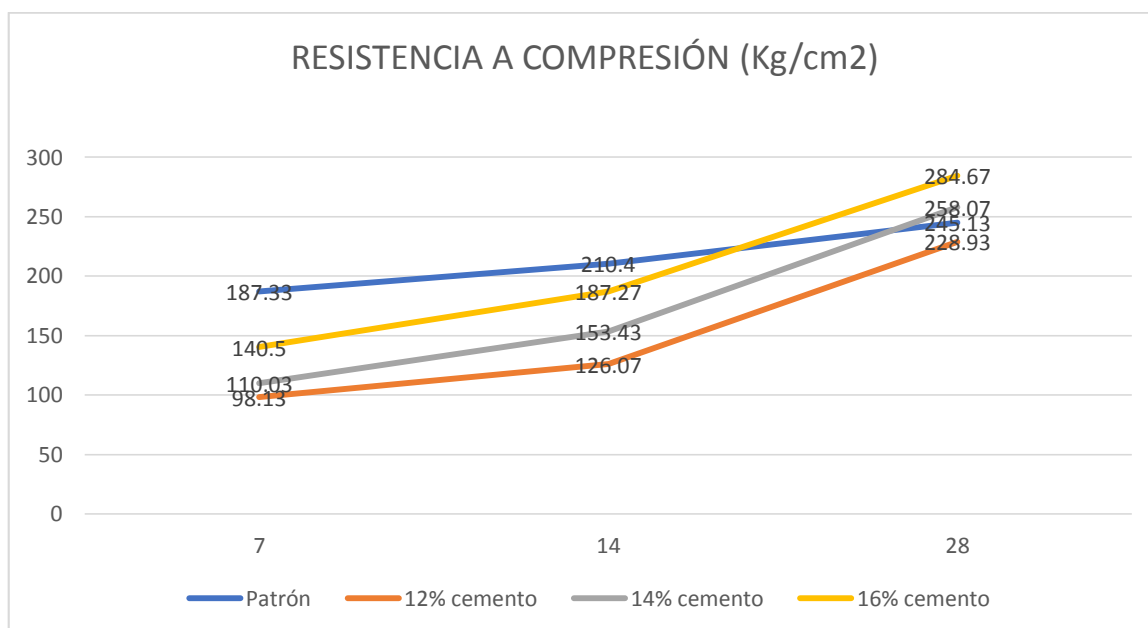


Figura 52: Gráfico de líneas de resistencia a compresión.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 26, adquiridos de las roturas de probeta a compresión a los 7,14 y 28 días, donde se puede observar en la tabla y gráficos la comparación en relación la muestra patrón, 12% de cemento,14% cemento y 16% de cemento compactado con rodillo, se establece que la resistencia a compresión a los 7 días de las probetas existe un descenso de resistencia a compresión de 25% con 16% cemento, 41.26% con 14% cemento y 47.62% con 12% cemento. A los 14 días, las probetas presentan un descenso de su resistencia a compresión de 11% con 16% cemento, 27.08% con 14% cemento y 40.08% con 12% cemento. A los 28 días se observa que se tuvo una ganancia de 16.13% con 16% cemento y 5.28% con 14% cemento y pérdida de 6.61% con 12% de cemento.

J. Ensayo de Resistencia a tracción.

EDAD: 7 días

Tabla 27: *Compilación de las roturas a tracción a los 7 días.*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro Prom	Altura	Carga (kg-f)	F'C (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días				
1	PATRON	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	20	8378.0	27
2	PATRON	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	20	8369.0	27
3	12% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.10	20	5539.0	17
4	12% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	20	5468.0	17
5	14% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	20	5761.0	18
6	14% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.10	20	5729.0	18
7	16% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	20	6051.0	19
8	16% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	10.00	20	5981.0	19

Fuente: Elaboración propia.

Resultados promedios obtenidos a los 7 días.

Tabla 28: Resultados promedios a los 7 días

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
7 días	27	19	18	17

Fuente: Elaboración propia.

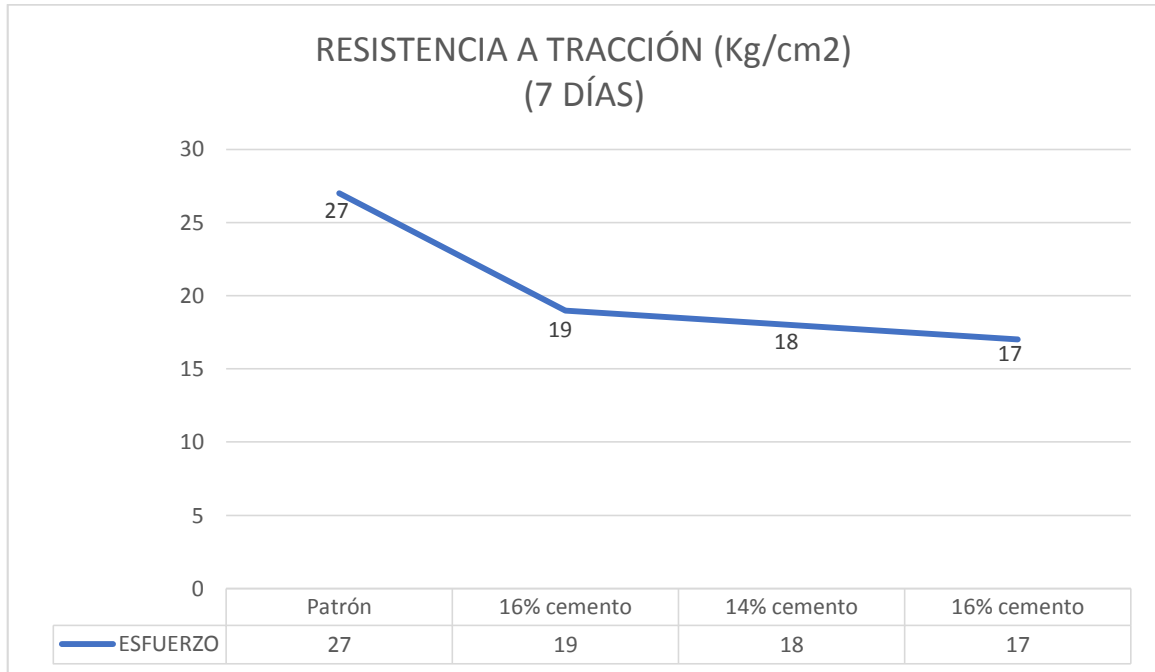


Figura 53: Resultados promedios a los 7 días

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 28, se realizó el gráfico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, se obtuvo un descenso de resistencia a tracción de 29.63% con 16% cemento, 33.33% con 14% cemento y 37.04% con 12% cemento.

EDAD: 14 días

Tabla 29: *Compilación de las roturas a tracción a los 14 días.*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro Prom	Altura	Carga (kg-f)	F'C (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días				
1	PATRON	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	20	8769.0	28
2	PATRON	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	20	8848.0	28
3	12% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	20	5769.0	18
4	12% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	20	5825.0	18
5	14% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	20	6068.0	19
6	14% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	20	6062.0	19
7	16% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.10	20	6299.8	20
8	16% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	10.00	20	6398.6	20

Fuente: Elaboración propia.

Resultados promedios obtenidos a los 14 días.

Tabla 30: Resultados promedios a los 14 días.

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
14 días	28	20	19	18

Fuente: Elaboración propia.

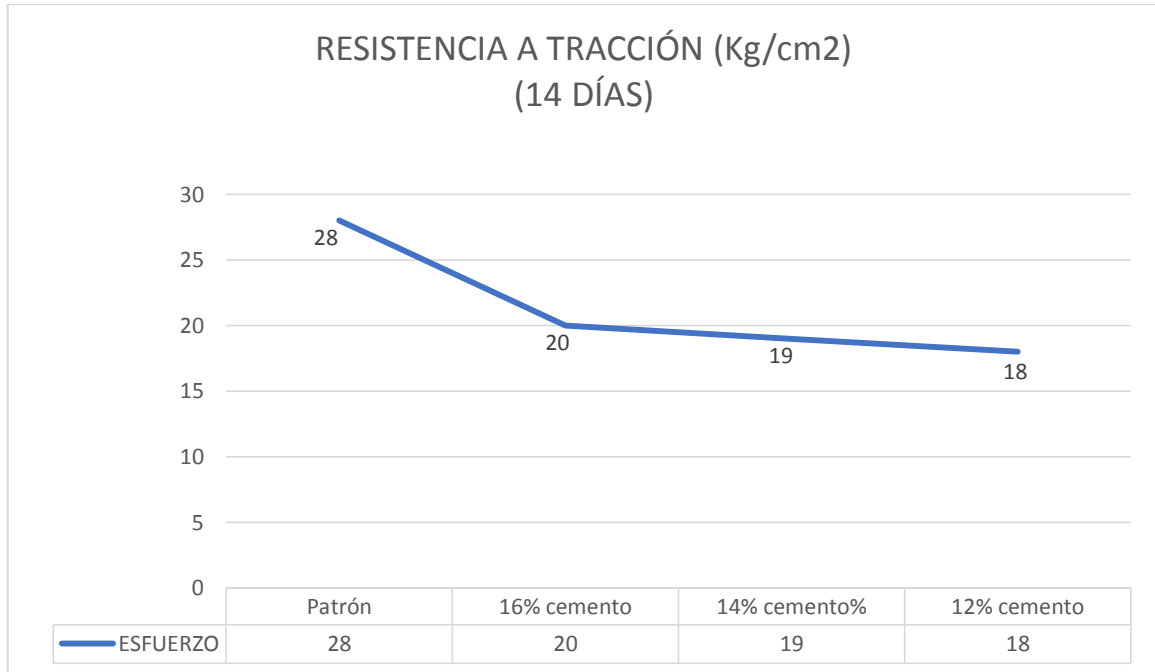


Figura 54: Resultados promedios a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 30, se realizó el gráfico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, se obtuvo un descenso de resistencia a tracción de 28.57% con 16% cemento, 32.14% con 14% cemento y 35.71% con 12% cemento

EDAD: 28 días

Tabla 31: *Compilación de las roturas a tracción a los 28 días.*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro Prom	Altura	Carga (kg-f)	F'C (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días				
1	PATRON	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	20	9500.0	30
2	PATRON	14/05/2020	11/6/2020	28	10.10	20	9523.0	30
3	12% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	20	8031.0	26
4	12% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.10	20	7983.0	25
5	14% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	20	10451.0	33
6	14% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	20	10958.0	35
7	16% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	20	11886.0	38
8	16% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	10.00	20	11962.0	38

Fuente: Elaboración propia

Resultados promedios obtenidos a los 28 días.

Tabla 32: Resultados promedios a los 28 días.

Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
28 días	30	25.5	34	38

Fuente: Elaboración propia.

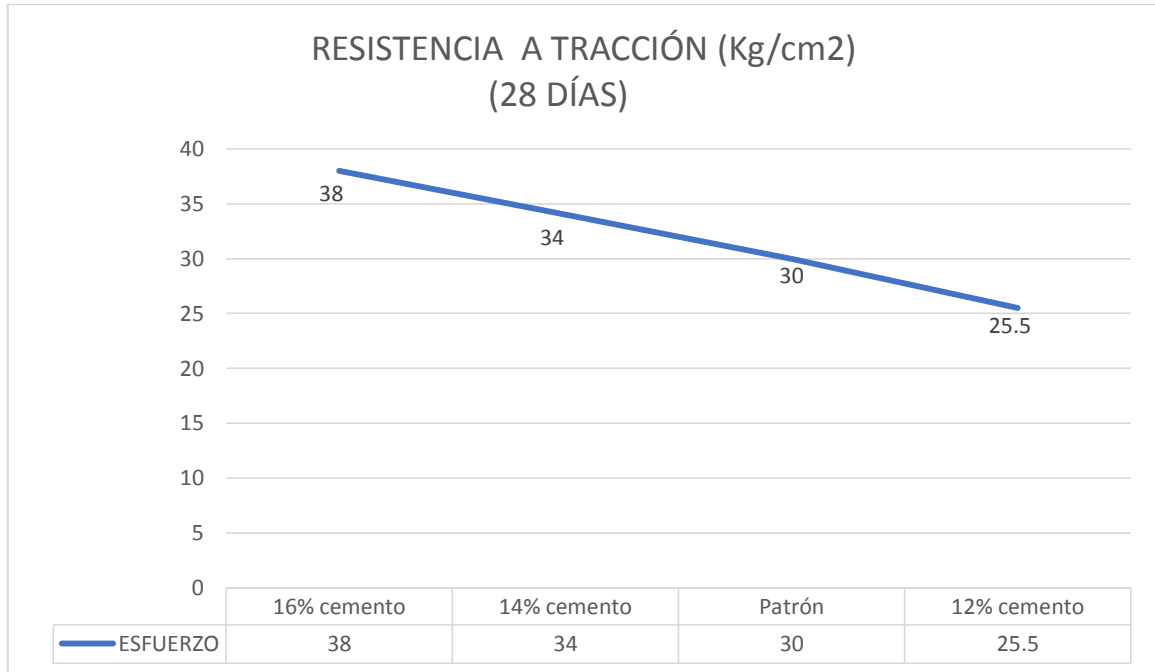


Figura 55: Resultados promedios a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 32, se realizó el gráfico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, donde se determina que se tuvo una ganancia de 26.67% con 16% cemento, 13.33% con 14% cemento y se tuvo una pérdida de 15% con 12% cemento.

Recopilación del ensayo de resistencia a Tracción

Tabla 33: Resultados obtenidos a los 7,14 y 28 días

Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	27	17	18	19
14	28	18	19	20
28	30	25.5	34	38

Fuente: Elaboración propia.

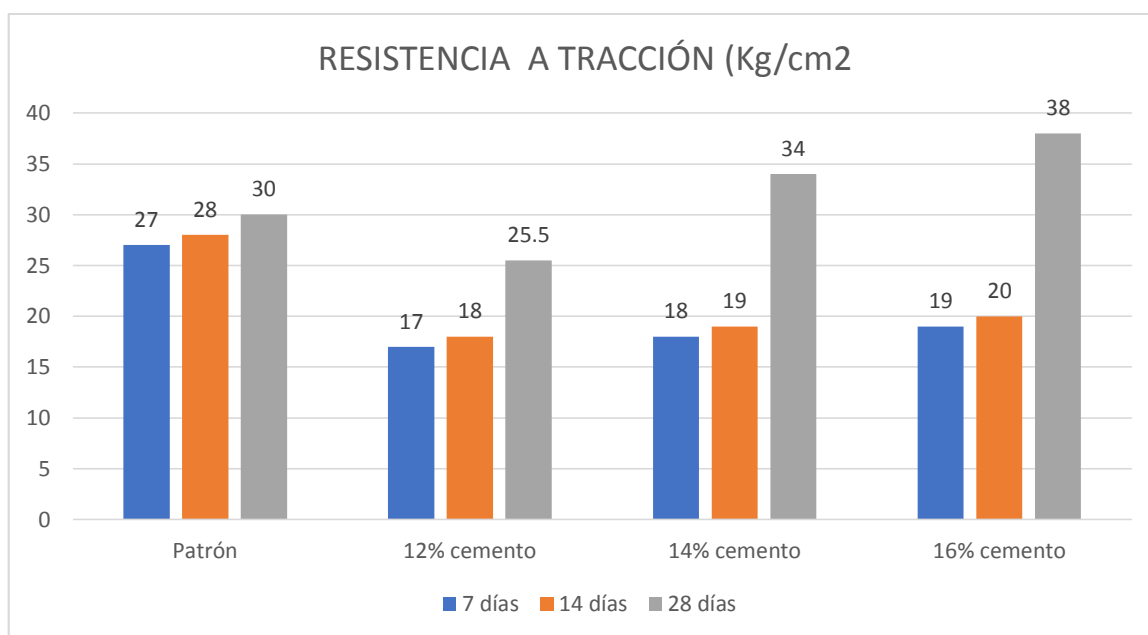


Figura 56: Gráfico de barras de resistencia a tracción.

Fuente: Elaboración propia.

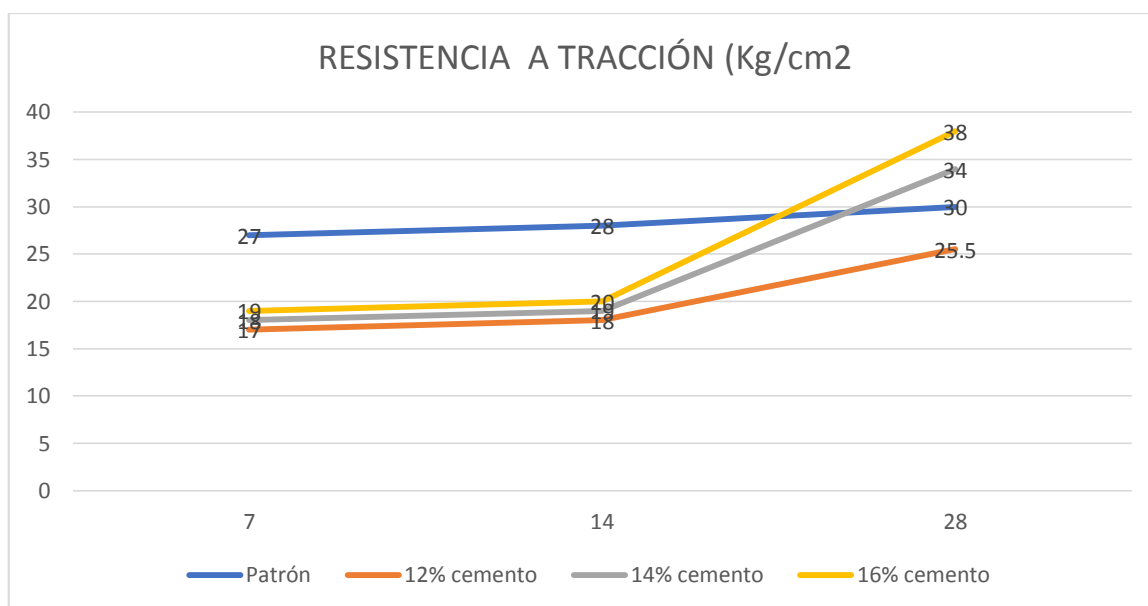


Figura 57: Gráfico de líneas de resistencia a tracción.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 33 adquiridos de las roturas de probeta a tracción a los 7,14 y 28 días, donde se puede observar en la tabla y gráficos la comparación en relación la muestra patrón, 12% de cemento,14% cemento y 16% de cemento compactado con rodillo, se establece que la resistencia a tracción a los 7 días de las probetas existe una pérdida de resistencia a tracción de 29.63% con 16% cemento, 33.33% con 14% cemento y 37.04% con 12% cemento. A los 14 días, las probetas presentan un descenso de su resistencia a tracción de 28.57% con 16% cemento, 32.14% con 14% cemento y 35.71% con 12% cemento. A los 28 días se observa que se tuvo una ganancia de 26.67% con 16% cemento y 13.33% con 14% cemento y una pérdida de 15% con 12% de cemento.

J. Resistencia a flexión a los 7 días.

Edad: 7 días.

Tabla 34: *Compilación de las roturas a flexión a los 7 días.*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro (cm)			Carga (kg-f)	MODULO DE ROTURA (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Ancho	Altura	Luz		
1	PATRON	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2842.6	38
2	PATRON	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2720.7	36
3	12% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2603.4	35
4	12% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2651	35
5	14% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2693.7	36
6	14% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2715	36
7	16% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2932	39
8	16% CEMENTO	14/05/2020	21/5/2020	7	15	15	45	2869.9	38

Fuente: Elaboración propia.

Resultados promedios obtenidos a los 7 días.

Tabla 35: Resultados promedios a los 7 días.

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
7 días	37	38.5	36	35

Fuente: Elaboración propia

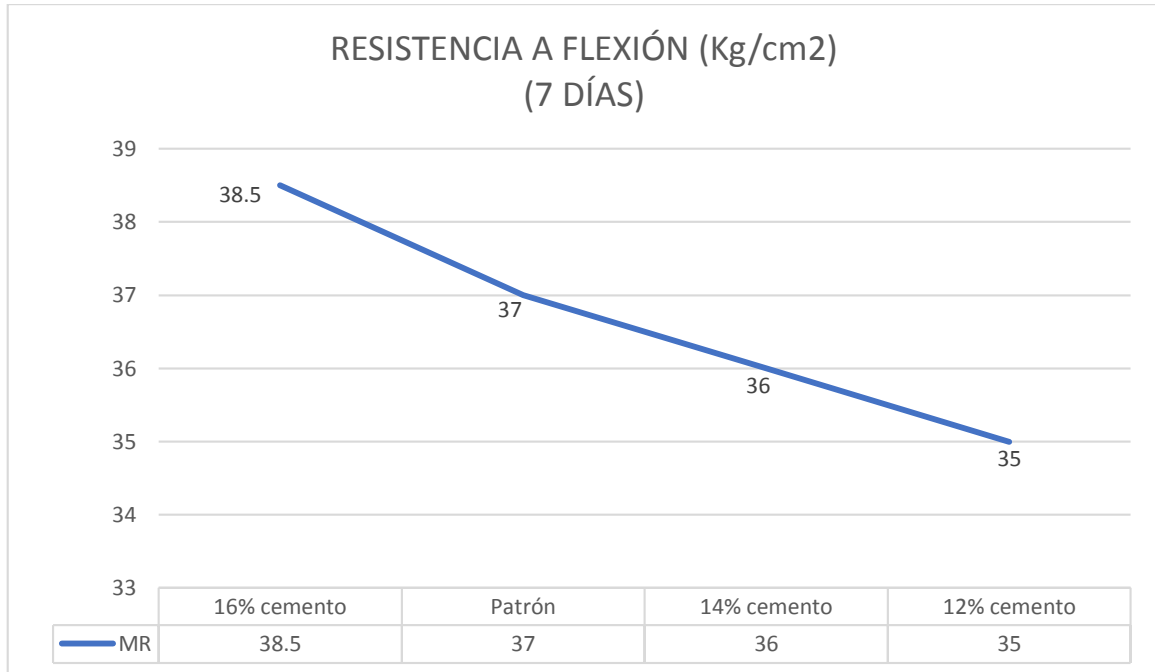


Figura 58: Resultados promedios a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 35, se realizó el gráfico en relación con la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, donde se determina que tuvo un descenso de resistencia a flexión de 2.7% con 14% cemento y 5.41% con 12% cemento, se tuvo una ganancia de 4.05% con 16% cemento.

EDAD:14 días.

Tabla 36: *Compilación de las roturas a flexión a los 14 días*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro (cm)			Carga (kg-f)	MODULO DE ROTURA (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Ancho	Altura	Luz		
1	PATRON	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	3258.4	43
2	PATRON	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	3076.7	41
3	12% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	2819	38
4	12% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	2769	37
5	14% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	3339.8	45
6	14% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	3256.5	43
7	16% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	3575.7	48
8	16% CEMENTO	14/05/2020	28/5/2020	14	15	15	45	3481.6	46

Fuente: Elaboración propia

Resultados promedios obtenidos a los 14 días.

Tabla 37: Resultados promedios a los 14 días.

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
14 días	42	47	44	37.5

Fuente: Elaboración propia

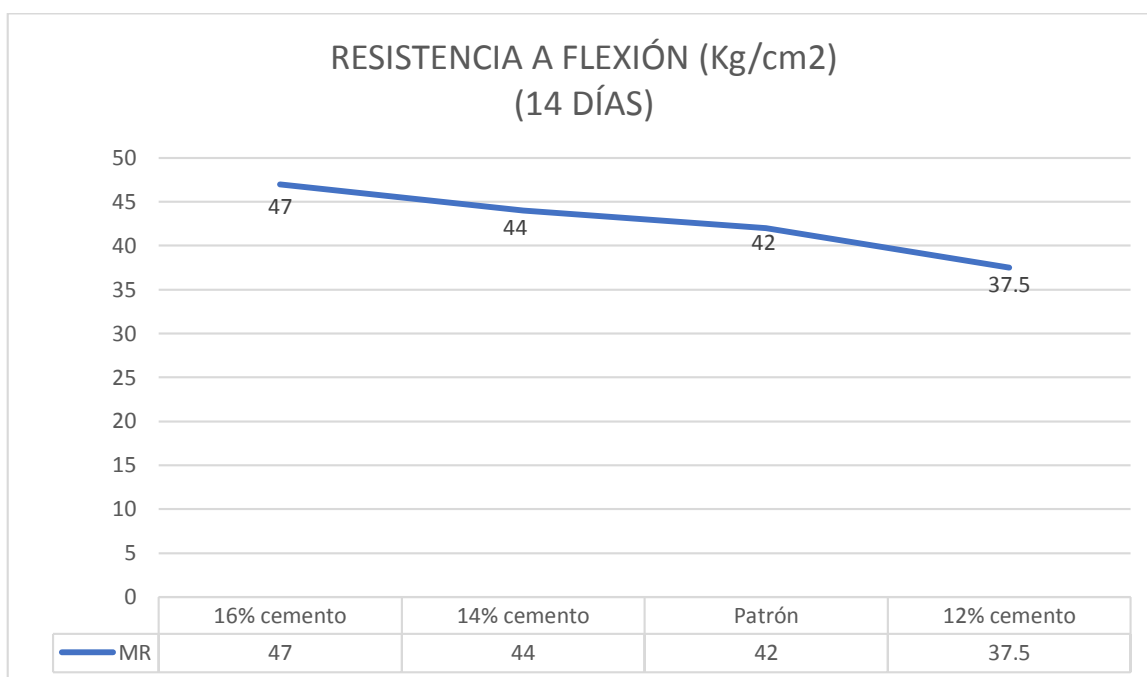


Figura 59: Resultados promedios a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 37, se realizó el gráfico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, donde se determina que tuvo un descenso de resistencia a flexión de 10.71% con 12% cemento y se tuvo una ganancia de 4.76% con 14% cemento y 10.90% con 16% cemento

EDAD: 28 días.

Tabla 38: *Compilación de las roturas a flexión a los 28 días.*

Probeta		Fecha		Edad	Diámetro (cm)			Carga (kg-f)	MODULO DE ROTURA (kg/cm2)
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Ancho	Altura	Luz		
1	PATRON	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	3681	49
2	PATRON	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	3628	48
3	12% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	3695	49
4	12% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	3724	50
5	14% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	4100	55
6	14% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	4055	54
7	16% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	4140	55
8	16% CEMENTO	14/05/2020	11/6/2020	28	15	15	45	4204	56

Fuente: Elaboración propia

Resultados promedios obtenidos a los 28 días.

Tabla 39: Resultados promedios a los 28 días.

Edad	Patrón	16% cemento	14% cemento	12% cemento
28 días	48.5	55.5	54.5	49.5

Fuente: Elaboración propia

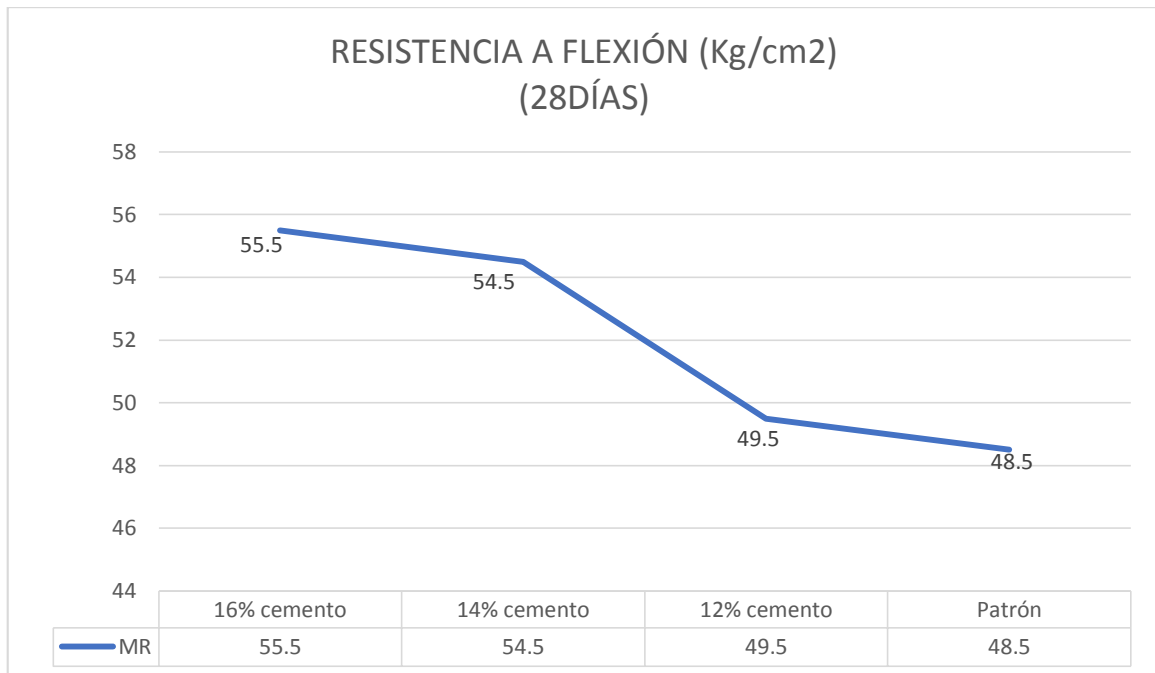


Figura 60: Resultados promedios a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Con los resultados obtenidos y compilados en la tabla 39, se realizó el gráfico con relación a la comparación de muestra patrón, 12% cemento, 14% cemento y 16% cemento compactado con rodillo, donde se determina que tuvo una ganancia de 2.06% con 12% cemento, 12.37% con 14% cemento y 14.43% con 16% cemento.

Recopilación del ensayo de resistencia a flexión

Tabla 40: Resultados obtenidos a los 7,14 y 28 días

Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	37	35	36	38.5
14	42	37.5	44	47
28	48.5	49.5	54.5	55.5

Fuente: Elaboración propia

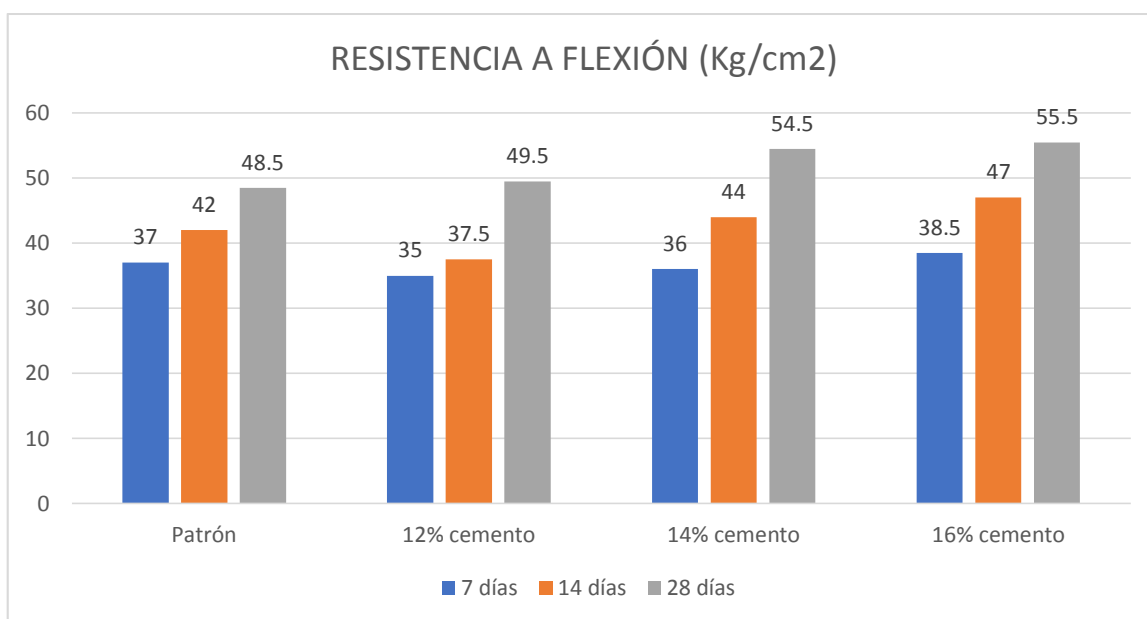


Figura 61: Gráfico de barras de resistencia a flexión.

Fuente: Elaboración propia.

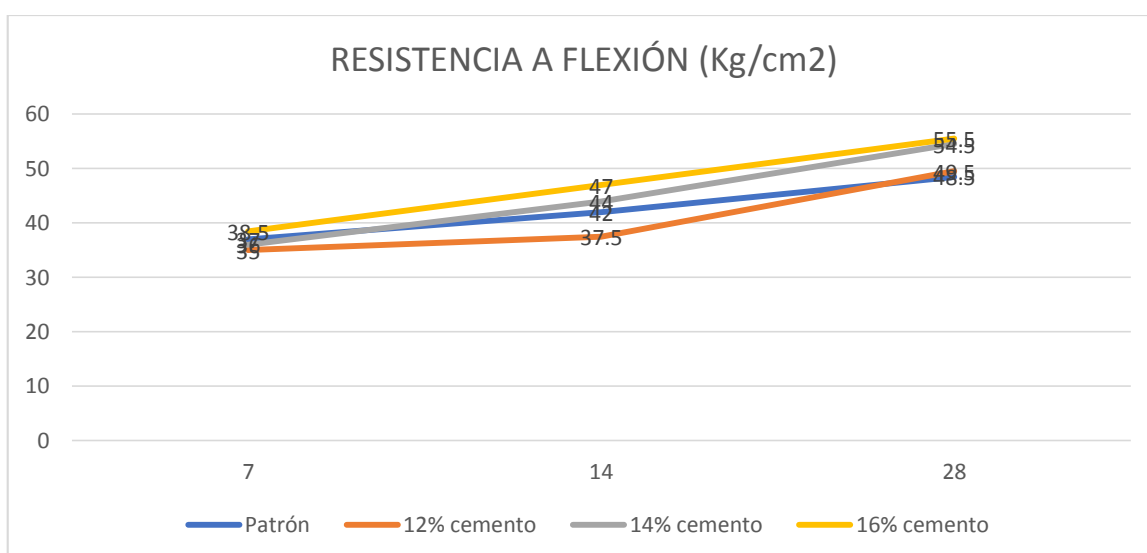


Figura 62: Gráfico de líneas de resistencia a flexión.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los resultados obtenidos de las roturas de probeta a flexión a los 7,14 y 28 días, donde se puede observar en la tabla y gráficos la comparación en relación la muestra patrón, 12% de cemento,14% cemento y 16% de cemento compactado con rodillo, donde se determina que la resistencia a flexión a los 7 días de las probetas existe una pérdida de resistencia a flexión de 2.4% con 14% cemento, 5.41% con 12% cemento y tuvo una ganancia de 4.05% con 16% cemento. En a los 14 días, donde las probetas se reduce su resistencia a flexión de 10.71% con 12% cemento, se tuvo una ganancia de 4.76% con 14% cemento y 10.90% con 16% cemento. En los 28 días se observa que se tuvo una ganancia de 2.06% con 12% cemento, 12.37% con 14% cemento y 14.43% con 16% de cemento.

Contrastación de la Hipótesis

Hipótesis General: Las resistencias a compresión, tracción y flexión de un concreto convencional son menores que las de un concreto compacto con rodillo (CCR) para pavimentos, Lima 2019

Hipótesis Especifico 1:

Ho = La resistencia a compresión del concreto convencional no es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019

Ha = La resistencia a compresión del concreto convencional es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019

Tabla 41: Contrastación de la hipótesis Especifico 1.

Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	187.33	98.13	110.03	140.5
14	210.4	126.07	153.43	187.27
28	245.13	228.93	258.07	284.67

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis Especifico 2:

Ho = La resistencia a tracción del concreto convencional no es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019.

Ha = La resistencia a tracción del concreto convencional es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019

Tabla 42: Contrastación de la hipótesis Especifico 2.

Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	27	17	18	19
14	28	18	19	20
28	30	25.5	34	38

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis Especifico 3:

Ho = La resistencia a flexión del concreto convencional no es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019.

Ha = La resistencia a flexión del concreto convencional es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019.

Tabla 43: Contrastación de la hipótesis Especifico 3

Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	37	35	36	38.5
14	42	37.5	44	47
28	48.5	49.5	54.5	55.5

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Discusión 1. Según la investigación realizado por Espinoza en el 2019, respecto a la compactación con rodillo en porcentajes de 12% y 14% de cemento, con la edad de probetas de 7 días a 3 capas utilizando un concreto $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ se tiene un promedio de los ensayos a compresión a 107 Kg/cm^2 y 153 Kg/cm^2 . Sin embargo, la investigación se tiene un promedio de 99.43 Kg/cm^2 y 110.03 Kg/cm^2 respectivamente y se puede observar una disminución 7.07% a las probetas de 12% cemento y de 28.08% a las probetas de 14% de cemento, lo cual desfavorece a la actual investigación.

Tabla 44: Discusión 1.

	Investigación Espinoza	Investigación actual
Edad de probetas	7	
Resistencia a compresión con 12% de cemento	107 Kg/cm^2	99.43 Kg/cm^2
Resistencia a compresión con 14% de cemento	153 Kg/cm^2	110.03 Kg/cm^2

Fuente: Elaboración propia.

Discusión 2. Según la investigación realizado por Curasi en el 2016, respecto a la compactación con rodillo en porcentajes de 12% y 14% de cemento, con la edad de probetas de 14 días a 3 capas utilizando un concreto $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ se tiene un promedio de los ensayos a compresión a 127 Kg/cm^2 y 196 Kg/cm^2 . Sin embargo, la investigación se tiene un promedio de 135.4 Kg/cm^2 y 249.6 Kg/cm^2 respectivamente y se puede observar un aumento 6.61% a las probetas de 12% cemento y de 27.34% a las probetas de 14% de cemento, lo cual desfavorece a la actual investigación.

Tabla 45: Discusión 2.

	Investigación Curasi	Investigación actual
Edad de probetas	14	
Resistencia a compresión con 12% de cemento	127 Kg/cm ²	135.4 Kg/cm ²
Resistencia a compresión con 14% de cemento	196 Kg/cm ²	249.6 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Discusión 3. Según la investigación realizado por Espinoza en el 2019, respecto a la compactación con rodillo en porcentajes de 12% y 14% de cemento, con la edad de probetas de 28 días a 3 capas utilizando un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ se tiene un promedio de los ensayos a compresión a 132 Kg/cm^2 y 202 Kg/cm^2 . Sin embargo, la investigación se tiene un promedio de 228.93 Kg/cm^2 y 258.07 Kg/cm^2 respectivamente y se puede observar una ganancia de 73.43% a las probetas de 12% cemento y 27.76% a las probetas de 14% de cemento, lo cual favorece a la actual investigación.

Tabla 46: Discusión 3.

	Investigación Espinoza	Investigación actual
Edad de probetas	28	
Resistencia a compresión con 12% de cemento	132 Kg/cm ²	228.93 Kg/cm ²
Resistencia a compresión con 14% de cemento	202 Kg/cm ²	258.07 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Discusión 4. Según la investigación realizado por Curasi en el 2016, respecto a la compactación con rodillo en porcentajes de 12% y 14% de cemento, con la edad de probetas de 28 días a 3 capas utilizando un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ se tiene un promedio de los ensayos a compresión a 132 Kg/cm^2 y 205 Kg/cm^2 . Sin embargo, la investigación se tiene un promedio de 228.93 Kg/cm^2 y 258.07 Kg/cm^2 respectivamente y se puede observar una ganancia de 73.43% a las probetas de 12% cemento y 25.89% a las probetas de 14% de cemento, lo cual favorece a la actual investigación.

Tabla 47: Discusión 4.

	Investigación Curasi	Investigación actual
Edad de probetas	28	
Resistencia a compresión con 12% de cemento	132 Kg/cm ²	228.93 Kg/cm ²
Resistencia a compresión con 14% de cemento	205 Kg/cm ²	258.07 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión general:

Los datos obtenidos de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo a los 28 días, resultaron positivamente para el concreto compactado con rodillo con los 12%, 14% y 16% de cemento ante el convencional, su resistencia a compresión disminuyó al 12% pero aumento al 14% y 16%, su resistencia a tracción tuvo una ganancia positiva ante al patrón. Así mismo sucedió con la resistencia a flexión que tuvo aumento positivo ante al patrón, logrando así el objetivo de la investigación.

Conclusiones específicas:

1. Se determina que la compactación con rodillo con 12%, 14% y 16% de cemento en la resistencia a compresión de probetas con diseño de mezcla $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 y 14 días, no ha sido positivamente ya que disminuye su resistencia en un 47.62%, 41.26% ,25% y 40.08%, 27.08%, 11% respectivamente en función de los valores obtenidos con las probetas patrón es decir 187.33 Kg/cm^2 y 210.4 Kg/cm^2 . Sin embargo, a los 28 días la compactación con rodillo tiene una reducción en su resistencia de 6.61% con 12% cemento y tuvo un aumento en su resistencia de 5.28% con 14% cemento y 16.13% con 16% cemento respecto al de una probeta patrón.

Tabla 48: Conclusión 1.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm²)				
Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	187.33	98.13	110.03	140.5
14	210.4	126.07	153.43	187.27
28	245.13	228.93	258.07	284.67

Fuente: Elaboración propia

2. Se determina que la compactación con rodillo con 12%, 14% y 16% de cemento en la resistencia a tracción de probetas con diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 y 14 días, no ha sido positivamente ya que disminuye su resistencia en un 37.04%, 33.33% ,29.63% y 35.71%, 32.14%, 28.57% respectivamente en función de los valores obtenidos con las probetas patrón es decir 27 Kg/cm^2 y 28 Kg/cm^2 . Sin embargo, a los 28 días la compactación con rodillo tiene una reducción en su resistencia de 15% con 12% cemento y tuvo un aumento en su resistencia de 13.33% con 14% cemento y 26.67% con 16% cemento respecto al de una probeta patrón.

Tabla 49: Conclusión 2.

RESISTENCIA A TRACCIÓN (Kg/cm²)				
Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	27	17	18	19
14	28	18	19	20
28	30	25.5	34	238

Fuente: Elaboración propia

3. Se determina que la compactación con rodillo con 12%, 14% y 16% de cemento en la resistencia a flexión de probetas con diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, no ha sido positivamente ya que disminuye su resistencia en un 5.41%, 2.7% y aumento en un 4.05% respecto a los 7 días y disminuye en 10.71% y aumento en un 4.76%, 10.90% respecto a los 14 días en función de los valores obtenidos con las probetas patrón es decir 37 Kg/cm^2 y 42 Kg/cm^2 . Sin embargo, a los 28 días la compactación con rodillo tiene un aumento en su resistencia de 2.06% con 12% cemento, 12.37% con 14% cemento y 14.43% con 16% cemento respecto al de una probeta patrón.

Tabla 50: Conclusión 3.

RESISTENCIA A Flexión (Kg/cm²)				
Edad	Patrón	12% cemento	14% cemento	16% cemento
7	37	35	36	38.5
14	42	37.5	44	47
28	48.5	49.5	54.5	55.5

Fuente: Elaboración propia

VII. RECOMENDACIONES

- En la actualidad hay mucho que aprender de la mezcla de CCR (concreto compactado con rodillo), se aconseja desarrollar el estudio con probetas y ensayos aplicados en concretos de diferentes $f'c$, logrando un mejor uso y manejo de esta nueva tecnología, creando alternativas de solución en la construcción de pavimentos en el Perú.
- Se recomienda utilizar en la mezcla CCR (concreto compactado con rodillo) en el laboratorio el instrumento de martillo vibratorio ya que tiene más antecedentes, por la situación que estamos viviendo por el covid-19 no he podido conseguir ese instrumento, sin embargo, pude realizar mis ensayos utilizando el martillo del Proctor como la compactación de mis especímenes.
- El estudio puede extenderse a otros análisis cambiando unos de los agregados fino o grueso con otro elemento, referente con los ensayos a su resistencia compresión, tracción y flexión aplicando el método de compactación con rodillo y compararlas con un convencional.
- Con los datos alcanzados en el presente informe de investigación, oriente mediante ensayos de laboratorio, sea un aporte al mejoramiento tecnológico de nuevas soluciones alternativas en la construcción de pavimentos en el Perú.

REFERENCIA

Alvarado José. (2014) *Estudio descriptivo de tecnología del concreto compactado con rodillo y aplicabilidad en pavimentos*. (Tesis para optar título) Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/>

Ali, Ashrafian et al. Classification-based regression Models for Prediction of the Mechanical Properties of Roller-Compacted Concrete Pavement [en línea]. 2020 fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2076-3417. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/11/3707/htm>

Baños, M., Flores, T., & Santos E. (2012). *Evaluación y comparación de la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto compactado con rodillo, utilizando para la elaboración de especímenes la mesa vibratoria de acuerdo con la norma astm c 1176 y el martillo vibrocompactador de acuerdo a la norma astm c 1435*. (Tesis para optar título) Universidad del Salvador, El Salvador. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2072/>

Bashar S. Mohammed et al. Evaluating the effect of crumb rubber and nano silica on the properties of high volume fly ash roller compacted concrete pavement using non-destructive techniques [en línea]. 2008, Vol 8. 380-391 [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2214-5095. Disponible en: <https://doaj.org/article/287ccec6a4ce4f08b0dc85fa40c6dfa0>

Bugaevsky, S.A et al. On the issue of the use of roller-compacted cement-concrete mixtures for construction of road pavements [en línea]. 2018. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2219-8342. Disponible en: <https://doaj.org/article/aa4dc243b89241f7be551ede75c74eab>

Carrión y Masapanta (2018): *Hormigón compactado con rodillo utilizando agregados reciclados para emplearlo en pavimento rígido*, Tesis (titulación de ingeniería civil) Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16816/1/T-UCE-0011-ICF-046.pdf>

Chamroeun, Chhorn et al. Relationship between compressive and tensile strengths of roller-compacted concrete [en línea]. 2018, Vol.5. 215-223. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2095-7564. Disponible en: <https://doaj.org/article/28c2981d4ab9427eb47a3a75d6aa6b5b>

Chapoñan y Quispe (2017):” *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el a.a.h.h villamaria-nuevo Chimbote*”, Tesis (titulación de ingeniería civil) Perú: Universidad Nacional del Santa. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2724/42998.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cemex, (2008). *Concreto compactado con rodillo para pavimentos CCR*. Disponible en: <https://www.cemexdominicana.com/>

Dávila y Rodríguez (2016): *Análisis del modelo de cálculo racional de diseño de mezclas CCR*, Tesis (titulación de ingeniería civil) Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello. Disponible en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/Febrero%202018/AAT3168.pdf>

DOMITROVIĆ, Josipa et al. Application of an Artificial Neural Network in Pavement Management System. *Technical Gazette* [en línea]. 2018, Vol. 25 (2). 466 – 473 [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN 1848 – 6339. Disponible en: <https://doaj.org/article/0096b028cadc44a4ae6f50f3e814b7b7>

Espinoza (2019): *Análisis del comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR) para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huanuco2017*. Tesis (titulación de ingeniería civil) Perú: Universidad de Huánuco. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1817;jsessionid=7E7F5D10DB6CFAA146455F5E9E660E61>

Enrique Palomares, (1998). *Características técnicas del concreto compactado con rodillo*. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/418>

Hedelvan, E and Adriana, G. Roller Compacted Concrete with Recycled Concrete Aggregate for Paving Bases [en línea]. 2020. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2071–1050. Disponible en: <https://doaj.org/article/2d371e4fde6845f2818c7b5b743ff405>

Hossain and Ozyildirim (2016): “*Investigation of roller-compacted concrete for use in pavements in virginia*”, Una asociación del Departamento de Transporte de Virginia, EE. UU: la Universidad de Virginia. Disponible en: http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/17-r10.pdf

Huamani (2016): *Análisis y Diseño de pavimentos de CCR (Concreto compactado con rodillo) propuesta de aplicación a la avenida las Torres del Distrito de Yura*, Tesis (titulación de ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303821235_ANALISIS_Y_DISENO_DEP_AVIMENTOS_DE_CCR_CONCRETO_COMPACTADO_CON_RODILLO_PROPU ESTA_DE_APLICACION_A_LA_AVENIDA_LAS_TORRES_DEL_DISTRITO_DE_YURATESIS_DE_TITULO

Husein, A., Shatnawi, E. y Husein, D. *A comparative study of physical and chemical properties of different pozzolanic materials used for roller compacted concrete RCC dams*. En: Web de conferencias de MATEC [en línea], 09 agosto 2017, ISSN: 2261-236X. Disponible en: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/34/mateconf_ascm2017_02025/mateconf_ascm2017_02025.html

Kamal, Nicolas, Zemei (2019):” *Roller compacted concrete for rapid pavement construction*”, Proyecto de la universidad de missouri. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326480053_Rolled_compacted_concrete_pavements

Mohammed (2018):” *Design and evaluation of two-layer roller compacted concrete*”, Tesis (Doctorado de ingeniería civil) China: Universidad de Nottingham. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/326826055_Design_and_evaluation_of_two-layer_roller_compacted_concrete

Mohammed, H et al. The effect of using low fines content sand on the fresh and hardened properties of roller-compacted concrete pavement [en línea]. 2019.Vol. 11. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2214-5095. Disponible en: <https://doaj.org/article/335d75a017524465ba6717c77f6aa68c>

Musa, A. et al. Skid Resistance of nano silica modified roller compacted rubbercrete for pavement applications: Experimental methods and response surface methodology [en línea]. 2018. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2331-1916. Disponible en: <https://doaj.org/article/609c77955bf7413084c608c281cc56be>

My Ngoc-Tra L., Saravut, J. y Duc-Hien, L. *EAF Slag Aggregate in Roller-Compacted Concrete Pavement: Effects of Delay in Compaction*. [en línea]. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2071-1050. Disponible en: <https://doaj.org/article/270c0350cef34468929cbfb65a2d4864>.

NTP 339.033. Hormigón (concreto) Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo, Lima, Perú, 2009.

NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestra cilíndrica, Lima, Perú

NTP 339.078. Hormigón (concreto). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, Lima, Perú

NTP 339.084. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica, Lima, Perú

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

NTP 339.183. (2009). Mezclado, muestreo y elaboración de especímenes en laboratorio. Lima, Perú: Indecopi

NTP 339.185. (2002). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, Perú: Indecopi

NTP 400.011 Agregados: Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto), lima, Peru,2008.

NTP 400.012. (2001). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lima, Perú: Indecopi

NTP 400.043. (2006). Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.

NTP 400.037. (2002). Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). Lima, Perú: Indecopi

NTP 400.043. (2006). Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. Lima, Perú: Indecopi

Padua (2017): *Análisis y diseño de presas de concreto compactado con rodillo*, Tesis (Maestría de ingeniería civil) México: Universidad Nacional Autónoma. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/14373>

Payam, S. et al. Laboratory comparison of roller-compacted concrete and ordinary vibrated concrete for pavement structures. [en línea]. 2020. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2331-1916. Disponible en: <https://doaj.org/article/7a703eb458d740be992e3d0905e2273a>

Piti, S et al. *Case investigation on application of steel fibers in roller compacted concrete pavement in Thailand*. [en línea], diciembre 2019, Vol. 11 [fecha de consulta 20 de diciembre 2019] ISSN: 2214-5095 Disponible en: <https://doaj.org/article/1bd128c53fae44668801a06bcdbe23b3>

Saldaña (2017): Resistencia a la compresión de un concreto compactado con rodillo en diferente tiempo de vibrado, Tesis (titulación de ingeniería civil) Perú: Universidad Privada del norte. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12739?show=full>

S.A Ghahari et al. Performance assessment of natural pozzolan roller compacted concrete pavements [en línea]. 2017, Vol.7. 82-83. [fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. ISSN: 2214-5095. Disponible en: <https://doaj.org/article/82a614834f6943259fe31f1ef7d146dd>

Tovar (2014): *Evaluación del empleo de concreto compactado con rodillo en los pavimentos: impacto técnico y económico*, Tesis (titulación de ingeniería civil) Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2394>

Woong K et al. *Effects of Reinforcing Fiber and Microsilica on the Mechanical and Chloride Ion Penetration Properties of Latex-Modified Fiber-Reinforced Rapid-Set Cement Concrete for Pavement Repair*. [en línea]. 8(8). Agosto 2017. [Fecha aceptado: 21 de enero del 2018]. Disponible en: <https://doaj.org/article/26f128ea31ae48d99f64170956423ebb>

Zavaleta (2017): *Concreto compactado con rodillo aplicado a pavimentos utilizando método de compactación de suelos*. Tesis (titulación de ingeniería civil) Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1496>

ANEXOS

ANEXO 1

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Jean Pier Gurreonero Diaz**, identificado con DNI N° 72840656 perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo filial Lima Norte y como producto observable de Informe de Investigación se ha desarrollado la Tesis **“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019”**

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo es de mi autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, no existe plagio ni total ni parcialmente.
3. El trabajo no ha sido publicado, ni presentada anteriormente como producto académico de otra materia.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan constituyen aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 10 de Julio del 2020.



Gurreonero Diaz Jean Pier

DNI: 72840656

ANEXO 2

DECLARATORIA DE AUTENCIDAD DEL ASESOR

Yo, **Mg Raúl Pinto Barrantes**, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo filial Lima- Norte, revisor (a) del trabajo de investigación/ tesis titulada:

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019” del estudiante (s) Gurreonero Diaz Jean Pier, consta que la investigación tiene un índice de similitud de **21%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituye plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto que los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 10 de Julio del 2020

Mg Raúl Pinto Barrantes

DNI:07732471

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables.

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019”





VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Compactación con rodillo.	Vivar (2010) se define como una mezcla con una capacidad de agua suficientemente mínima para permitir su compactación con rodillo.	Para esta investigación se usará el martillo de Proctor para la compactación en los especímenes empleado para los ensayos.	Porcentaje del cemento (f'c 210 kg/cm ²) 12% 14% 16%	Contenido de humedad optima Densidad máxima seca	razón
			Numero de capas compactado del concreto compactado con rodillo	3 capas compactadas	razón
VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Propiedades mecánicas del concreto.	Reyes (2018) Conjunto de cualidades principales que describen en su totalidad todo lo visible y abstracto del producto (p.45).	Para esta investigación definiremos las propiedades como el comportamiento, respuesta y modo de trabajo con la que se concluye al finalizar los ensayos.	Características de los agregados	Peso específico	razón
				Peso unitario	
				Absorción	
				Contenido de humedad	
				Módulo de fineza	
			Diseño de mezcla	12% cemento	
				14% cemento	
Resistencia a compresión Resistencia a tracción Resistencia a flexión	16% cemento				
	Ensayo de compresión a los 7,14,28 días				
	Ensayo de tracción a los 7,14,28 días				
Ensayo de flexión a los 7.14, 28 días					

ANEXO 4: Matriz de consistencia.

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019”


PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumento
			VARIABLE INDEPENDIENTE: Compactación con rodillo		
¿Cuáles serán las resistencias a compresión, tracción y flexión de un concreto convencional y un concreto compacto con rodillo (CCR) para pavimentos, Lima 2019?	Comparar la resistencia a compresión, tracción y flexión de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo (CCR) para pavimentos, Lima 2019.	Las resistencias a compresión, tracción y flexión de un concreto convencional son menores que las de un concreto compacto con rodillo (CCR) para pavimentos, Lima 2019.	Porcentaje del cemento (f'c 210 kg/cm2) 12% 14% 16%	Contenido de humedad optima	Proctor modificado NTP 339.141
				Densidad máxima seca	
			Numero de capas compactado del CCR	3 capas compactadas	Martillo del Proctor
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades mecánicas del concreto.		
¿Cuál será la resistencia a compresión del concreto convencional y CCR en pavimentos, Lima 2019?	Determinar la resistencia a compresión del concreto convencional y CCR para pavimentos, Lima 2019.	La resistencia a compresión del concreto convencional es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019.	Características de los agregados	Peso específico	NTP 400.022
				Peso unitario	NTP 400.017
				Absorción	NTP 400.021
				Contenido de humedad	NTP 339.185
¿Cuál será la resistencia a tracción del concreto convencional y CCR para pavimentos, Lima 2019?	Determinar la resistencia a tracción del concreto convencional y CCR para pavimentos, Lima 2019.	La resistencia a tracción del concreto convencional es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019.	Diseño de mezcla	Módulo de fineza	NTP 400.012
				12% cemento	ACI 211.4
				14% cemento	
¿Cuál será la resistencia a flexión del concreto convencional y CCR para pavimentos, Lima 2019?	Determinar la resistencia a flexión del concreto convencional y CCR para pavimentos, Lima 2019.	La resistencia a flexión del concreto convencional es menor que la del CCR para pavimentos, Lima 2019.	Resistencia a compresión Resistencia a tracción Resistencia a flexión	16% cemento	
				Ensayo de compresión a los 7,14,28 días	NTP 339.034
				Ensayo de tracción a los 7,14,28 días	NTP 339.084
				Ensayo de flexión a los 7.14, 28 días	NTP 339.079

ANEXO 5: Ficha de validación de recolección de datos.

 FICHA DE RECOLECCION DE DATOS																					
PROYECTO	"Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo en pavimentos, Lima 2019"																				
ASESOR	Mg. Ing Pinto Barrantes, Raul Antonio																				
TESISTA	Gurreonero Diaz, Jean Pier																				
FECHA	Nov-19																				
DEPARTAMENTO	Lima																				
PROVINCIA	Lima																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Propiedades de suelo</th> </tr> <tr> <th>TIPO DE ENSAYO</th> <th>CARACTERÍSTICAS</th> <th>DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">GRANULOMETRIA</td> <td>N° de tamiz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diametro (mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso retenido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% retenido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% acumulado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Peso que pasa acumulado</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Propiedades de suelo			TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS	GRANULOMETRIA	N° de tamiz		Diametro (mm)		Peso retenido		% retenido		% acumulado		% Peso que pasa acumulado		
Propiedades de suelo																					
TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS																			
GRANULOMETRIA	N° de tamiz																				
	Diametro (mm)																				
	Peso retenido																				
	% retenido																				
	% acumulado																				
% Peso que pasa acumulado																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Propiedades mecánicas</th> </tr> <tr> <th>TIPO DE ENSAYO</th> <th>CARACTERÍSTICAS</th> <th>DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</td> <td>Resistencia de un material</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Propiedades mecánicas			TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Resistencia de un material												
Propiedades mecánicas																					
TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS																			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Resistencia de un material																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Propiedades mecánicas</th> </tr> <tr> <th>TIPO DE ENSAYO</th> <th>CARACTERÍSTICAS</th> <th>DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN</td> <td>Esfuerzo axial</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Propiedades mecánicas			TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	Esfuerzo axial												
Propiedades mecánicas																					
TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS																			
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	Esfuerzo axial																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Propiedades de suelo</th> </tr> <tr> <th>TIPO DE ENSAYO</th> <th>CARACTERÍSTICAS</th> <th>DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROCTOR MODIFICADO</td> <td>Contenido de humedad optima</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Densidad seca máxima</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Propiedades de suelo			TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS	PROCTOR MODIFICADO	Contenido de humedad optima			Densidad seca máxima									
Propiedades de suelo																					
TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS																			
PROCTOR MODIFICADO	Contenido de humedad optima																				
	Densidad seca máxima																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Propiedades mecánicas</th> </tr> <tr> <th>TIPO DE ENSAYO</th> <th>CARACTERÍSTICAS</th> <th>DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</td> <td>Esfuerzo-deformación</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Propiedades mecánicas			TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Esfuerzo-deformación												
Propiedades mecánicas																					
TIPO DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	DATOS																			
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Esfuerzo-deformación																				
OBSERVACIONES																					
<p>EXPERTO N°1</p>  <p>CRISTINA ROBERT MANUYAMA ALIAGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 143514</p>	<p>EXPERTO N°2</p>  <p>CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187</p>	<p>EXPERTO N°3</p>  <p>CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOTIS INGENIERA CIVIL Reg CIP N° 50202</p>																			

ANEXO 6: Porcentaje de Software Turnitin.

feedback studio | Jean GURREONERO DIAZ | "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019"



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME DE INVESTIGACIÓN

"Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto convencional y un concreto compactado con rodillo para pavimentos, Lima 2019"

AUTOR:
Gurreonero Diaz, Jean Pier
<https://orcid.org/0000-0002-1786-9170>

ASESOR:
Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio
<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2020

Resumen de coincidencias ✕

21 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
9	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
10	www.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	<1 %
11	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %

Página: 1 de 106 | Número de palabras: 15271 | Text-only Report | High Resolution | Activado

ANEXO 7: Certificados de ensayos realizados en el laboratorio.



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

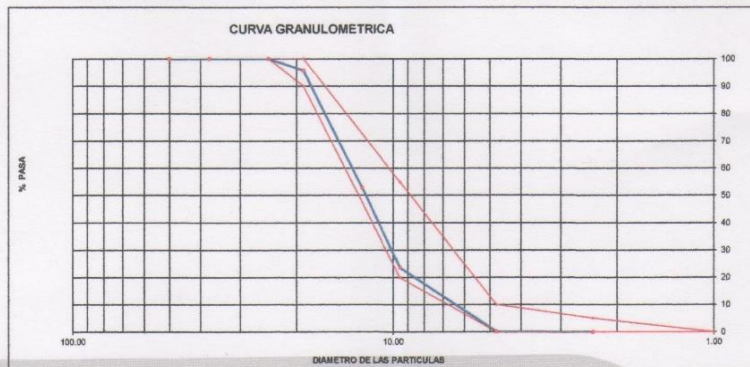
www.mtlgeotecniasac.com

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

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ
 TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO. LIMA 2019
 UBICACION : DISTRITO DE LIMA
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 PESO INICIAL HUMEDO (g) : 4,352.00
 PESO INICIAL SECO (g) : 4,346.00
 CANTERA: TRAPICHE-PUENTE PIEDRA
 % W = 0.1
 MF = 6.81
 Fecha de ensayo: 13/05/2020

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	185.0	4.3	4.3	95.7	90 - 100
1/2"	12.50	1,889.0	43.0	47.3	52.7	—
3/8"	9.53	1,265.0	29.1	76.4	23.6	20 - 55
Nº 4	4.76	1,021.0	23.5	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	5.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		1.0	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 SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

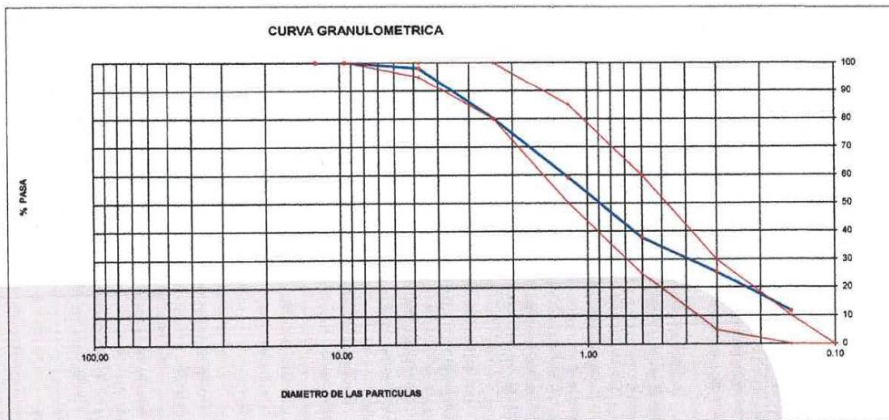
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA Fecha de ensayo: 13/05/2020

MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA : TRAPICHE-PUENTE PIEDRA
PESO INICIAL HUMEDO (g)	618.3	% W = 1.1
PESO INICIAL SECO (g)	611.3	MF = 2.88

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	11.5	1.9	1.9	98.1	95 - 100
Nº6	2.38	110.2	18.0	18.9	80.1	80 - 100
Nº 16	1.19	128.6	21.0	40.9	59.1	50 - 85
Nº 30	0.60	130.2	21.3	62.2	37.8	25 - 60
Nº 50	0.30	75.1	12.3	74.5	25.5	05 - 30
Nº 100	0.15	85.0	13.9	88.4	11.6	0 - 10
FONDO		70.7	11.6	100.0	0.0	0 - 0



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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 7.5403	 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	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA : Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 13/05/2020
SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ	
TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"	
UBICACIÓN : DISTRITO DE LIMA	

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE-PUENTE PIEDRA

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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6512	6502	6535
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4149	4139	4172
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.503	1.500	1.512

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.505
-------------------------------	------	-------




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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7296	7322	7318
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4933	4959	4955
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.787	1.797	1.795

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

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO</p> <p>YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P.: 1663</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC</p> <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
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	Fecha de ensayo: 13/05/2020
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ	
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"	
UBICACION	: DISTRITO DE LIMA	

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE-PUENTE PIEDRA


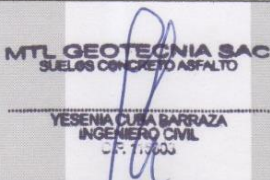
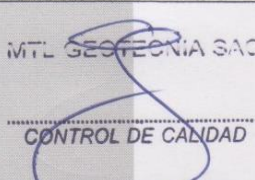
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	981.8	981.5	981.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	670.5	671.4	671.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	311.3	310.1	310.7
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	664.1	662.2	663.15
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	170.5	168.7	169.60
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	493.6	493.5	493.55
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	498.5	497.1	497.8

RESULTADOS

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.67	2.67
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.73	2.73	2.73
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]	%	1.3	1.3	1.3

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	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CURRI BARRAZA INGENIERO CIVIL F.F. 1.1.2020 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD 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 MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 13/05/2020
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ	
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA	

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA : TRAPICHE-PUENTE PIEDRA

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1614.0	1582.0	1598.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2569.0	2518.0	2543.5
3	Peso muestra Seco	C	g	2538.0	2489.0	2513.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.69	2.69	2.69 *
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.66	2.66	2.66
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.75	2.74	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.2	1.2	1.2

OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019


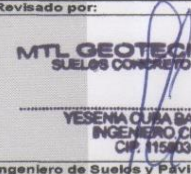
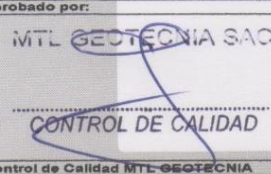
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 14/05/2020
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ	
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"	
UBICACION	: DISTRITO DE LIMA	

MATERIAL	f _c 210 kg/cm ²		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.88	1.1	1.3	1505.0	1703.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.66	6.81	0.1	1.2	1493.0	1626.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO				4	pulg	
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"		
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.59		
4 AGUA				225		
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0		
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.33		
B) ANÁLISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			383.000	Kg/m ³	9.0	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento			0.1228	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2250	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3034	m ³ /m ³	0.632	
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3286	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			225	L/m ³		
AGREGADO FINO			801	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			874	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2283	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			809.7	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			875.1	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.20	%	1.6	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO			1.10	%	9.6	Lts/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					11.2	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			383	Kg/m ³		
AGUA			236	Lts/m ³		
AGREGADO FINO			810	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			875	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2304	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (54 lt.)						
CEMENTO			20.88	Kg		
AGUA			12.76	Lts		
AGREGADO FINO			43.72	Kg		
AGREGADO GRUESO			47.25	Kg		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.11		A.F	2.11		
A.G	2.28		A.G	2.30		
H ₂ O	26.19 Kg.		H ₂ O	26.19 LT.		

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

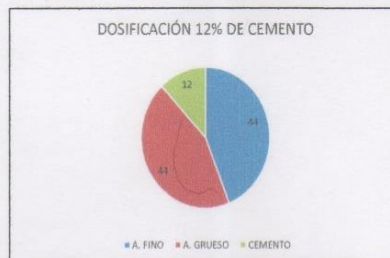
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RODILLADO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	14/05/2020
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ		
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"		
UBICACION	: DISTRITO DE 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 ANDINO TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.88	1.1	1.3	1505.0	1703.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.66	6.81	0.1	1.2	1493.0	1626.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE



A) VALORES DE DISEÑO					
1	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		8.1		
2	MAXIMA DENSIDAD SECA		2.283		
3	CANTIDAD DE CEMENTO		12	%	
B) ANALISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO	374.4	Kg/m³	8.8	Bts/m³
	Volumen absoluto del cemento		0.1200	m ³ /m ³	0.120
	% DE MATERIALES				
	Agregado Fino		0.4400	m ³ /m ³	0.880
	Agregado Grueso		0.4400	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO		374	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO		1162	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		1170	Kg/m ³	
D) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO		374	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO		1162	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		1170	Kg/m ³	
E) PESO DE MEZCLA			2706	Kg/m³	
CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)					
	CEMENTO		18.72	Kg	
	AGREGADO FINO		58.08	Kg	
	AGREGADO GRUESO		58.52	Kg	

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 RODILLADO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211


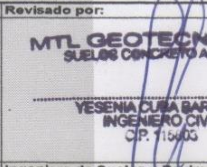

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	14/05/2020
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ		
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"		
UBICACION	: DISTRITO DE LIMA		

f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	* P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.88	1.1	1.3	1505.0	1703.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.66	6.81	0.1	1.2	1493.0	1626.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE



A) VALORES DE DISEÑO					
1	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		8.3		
2	MAXIMA DENSIDAD SECA		2.291		
3	CANTIDAD DE CEMENTO		14	%	
B) ANALISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO		436.8	Kg/m ³	10.3
	Volumen absoluto del cemento			0.1400	m ³ /m ³
					0.140
	% DE MATERIALES				
	Agregado Fino		0.4300	m ³ /m ³	0.860
	Agregado Grueso		0.4300	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO		437	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO		1135	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		1144	Kg/m ³	
D) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO		437	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO		1135	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		1144	Kg/m ³	
E) PESO DE MEZCLA			2716	Kg/m ³	
	CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)				
	CEMENTO		21.84	Kg	
	AGREGADO FINO		56.76	Kg	
	AGREGADO GRUESO		57.19	Kg	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUSIA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 118403	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD	 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 RODILLADO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	14/05/2020
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ		
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"		
UBICACION	: DISTRITO DE LIMA		

f _c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.88	1.1	1.3	1505.0	1703.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.66	6.81	0.1	1.2	1493.0	1626.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE



A) VALORES DE DISEÑO				
1	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.5		
2	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.302		
3	CANTIDAD DE CEMENTO	16	%	
B) ANALISIS DE DISEÑO				
	FACTOR CEMENTO	499.2	Kg/m ³	11.7
	Volumen absoluto del cemento		0.1600	m ³ /m ³
				0.160
	% DE MATERIALES			
	Agregado Fino	0.4200	m ³ /m ³	0.840
	Agregado Grueso	0.4200	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO				
	CEMENTO	499	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO	1109	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO	1117	Kg/m ³	
D) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO				
	CEMENTO	499	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO	1109	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO	1117	Kg/m ³	
E) PESO DE MEZCLA		2725	Kg/m ³	
CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)				
	CEMENTO	24.96	Kg	
	AGREGADO FINO	55.44	Kg	
	AGREGADO GRUESO	55.66	Kg	

Elaborado por: JEAN PIER GURREONERO DIAZ Vº Bº Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO / ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 1 5000 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

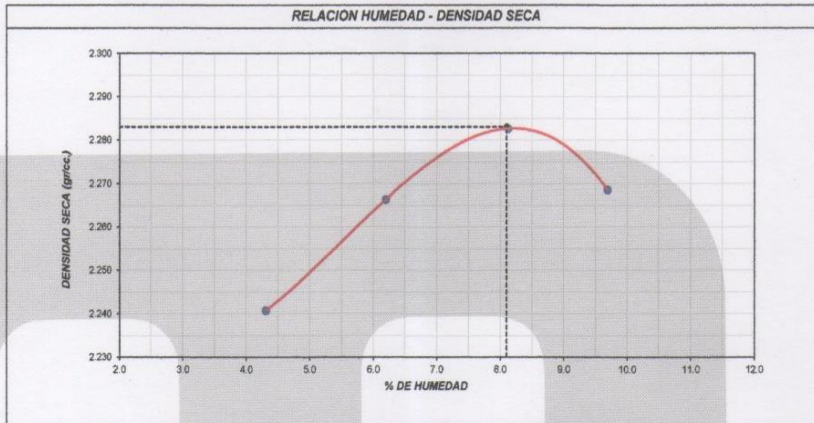
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ
TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"
UBICACIÓN : DISTRITO DE LIMA
FECHA : 13 de Mayo de 2020
CANTERA : TRAPICHE
MUESTRA : AGREGADOS + 12% CEMENTO
PROFUNDIDAD : --

Volumen Molde	2117	cm ³
Peso Molde	5207	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,155	10,302	10,432	10,475	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,948	5,095	5,225	5,268	
Peso Volumétrico Humedo	gr.	2,337	2,407	2,468	2,488	
Recipiente Numero		C	C	C	C	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	564.0	561.0	564.0	562.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	550.2	543.5	540.4	534.7	
Peso de la Tara	gr.	230.0	261.0	250.0	253.0	
Peso del agua	gr.	13.8	17.5	23.6	27.3	
Peso del suelo seco	gr.	320	283	290	282	
Contenido de agua	%	4.3	6.2	8.1	9.7	
Densidad Seca	gr/cc	2.241	2.266	2.283	2.269	

Densidad Máxima Seca:	2.283	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	8.1	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA
FECHA	: 13 de Mayo de 2020
CANTERA	: TRAPICHE
MUESTRA	: AGREGADOS + 14 CEMENTO
PROFUNDIDAD	: ---

Volumen Molde	2117	cm ³
Peso Molde	5207	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,172	10,303	10,457	10,451	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,965	5,096	5,250	5,244	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,345	2,407	2,480	2,477	
Recipiente Numero		C	C	C	C	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	635.6	536.2	551.3	547.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	619.5	520.2	529.2	517.3	
Peso de la Tara	gr.	226.8	258.5	261.2	218.6	
Peso del agua	gr.	16.1	16.0	22.1	30.1	
Peso del suelo seco	gr.	393	262	268	299	
Contenido de agua	%	4.1	6.1	8.2	10.1	
Densidad Seca	gr/cc	2.253	2.268	2.291	2.250	

Densidad Máxima Seca:	2.291	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	8.3	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



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: Jefe de Laboratorio	Revisado por: INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS YESENIA CLARA BARRAZA INGENIERO CIVIL	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD MTC GEOTECNIA SAC
---	---	--

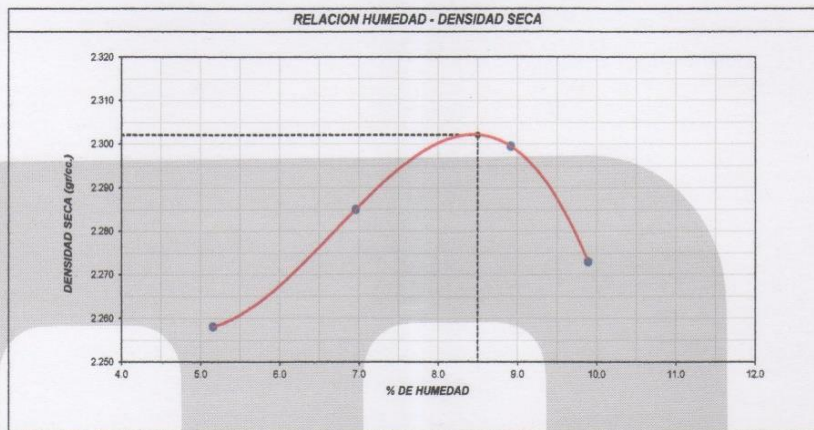
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	11/06/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA
FECHA	: 13 de Mayo de 2020
CANTERA	: TRAPICHE
MUESTRA	: AGREGADOS + 16% CEMENTO
PROFUNDIDAD	: ---

Volumen Molde	2117	cm ³
Peso Molde	5207	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,234	10,381	10,509	10,495	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	5,027	5,174	5,302	5,288	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,375	2,444	2,504	2,498	
Recipiente Numero		C	C	C	C	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	581.5	567.4	528.7	559.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	564.1	547.3	506.8	528.9	
Peso de la Tara	gr.	226.8	258.5	261.2	218.6	
Peso del agua	gr.	17.4	20.1	21.9	30.7	
Peso del suelo seco	gr.	337	289	246	310	
Contenido de agua	%	5.2	7.0	8.9	9.9	
Densidad Seca	gr/cc	2.258	2.285	2.299	2.273	

Densidad Máxima Seca:	2.302	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	8.5 %
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------



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:
MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO	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	1/06/2018

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA Fecha de emisión: 11/06/2020

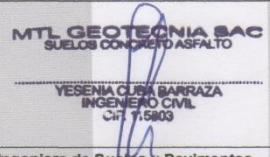
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
12% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	7794.6	78.5	99.2	210.0	47.3
12% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	8436.3	80.1	105.3	210.0	50.1
12% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	7205.3	80.1	89.9	210.0	42.8
12% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	10212.3	78.5	130.0	210.0	61.9
12% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	9501.2	78.5	121.0	210.0	57.6
12% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	10190.0	80.1	127.2	210.0	60.6
12% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	18152.0	78.5	231.1	210.0	110.1
12% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	17795.0	78.5	226.8	210.0	107.9
12% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	17992.0	78.5	229.1	210.0	109.1

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:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO DE SUELDOS Y PAVIMENTOS YESENIA CLARA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIT. 115803	 CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA
	Fecha de emisión: 11/05/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F ^c Diseño kg/cm ²	% F ^c
14% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	8506.9	78.5	108.3	210.0	51.6
14% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	9062.4	78.5	115.4	210.0	54.9
14% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	8357.6	78.5	106.4	210.0	50.7
14% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	12321.0	78.5	156.9	210.0	74.7
14% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	12058.0	80.1	150.5	210.0	71.7
14% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	12248.0	80.1	152.9	210.0	72.8
14% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	20324.0	80.1	253.7	210.0	120.8
14% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	20514.0	78.5	261.2	210.0	124.4
14% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	20369.0	78.5	259.3	210.0	123.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 CONTROL DE CALIDAD

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	1/06/2018

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	11/06/2020
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ		
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA		




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
16% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	11652.0	78.5	148.4	210.0	70.6
16% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	11420.6	80.1	142.5	210.0	67.9
16% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7	10464.4	80.1	130.6	210.0	62.2
16% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	14284.0	78.5	181.9	210.0	86.6
16% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	14880.8	78.5	189.5	210.0	90.2
16% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14	14054.6	78.5	190.4	210.0	90.7
16% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	22587.0	78.5	287.6	210.0	136.9
16% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	22314.0	78.5	284.1	210.0	135.3
16% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28	22169.0	78.5	282.3	210.0	134.4

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CP. 7003	 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 ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ
TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LIMA
	Fecha de emisión: 11/06/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	21/05/2020	7	14561.0	78.5	185.4	210.0	88.3
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	21/05/2020	7	14860.0	78.5	189.2	210.0	90.1
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	21/05/2020	7	14715.0	78.5	187.4	210.0	89.2
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	28/05/2020	14	16794.6	80.1	209.6	210.0	99.8
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	28/05/2020	14	16524.0	80.1	206.2	210.0	98.2
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	28/05/2020	14	16918.0	78.5	215.4	210.0	102.6
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	11/06/2020	28	19587.0	78.5	249.4	210.0	118.8
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	11/06/2020	28	19358.0	80.1	241.6	210.0	115.1
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	11/06/2020	28	19584.0	80.1	244.4	210.0	116.4

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

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

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	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"

SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ

REALIZADO POR : P. Tasayco

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : D. Cooto

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE LIMA

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2020

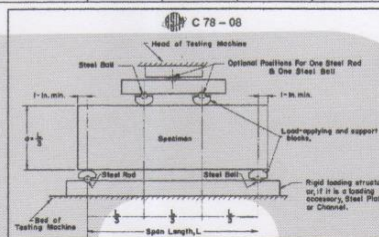
FECHA DE EMISIÓN : 11/06/2020

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
12 % DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	35 kg/cm ²
12 % DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	35 kg/cm ²
12 % DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm ²
12 % DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm ²
12 % DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	2	45.0	49 kg/cm ²
12 % DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	2	45.0	50 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: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 11110	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	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"

SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ

CÓDIGO DE PROYECTO : --

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 11/08/2020

REALIZADO POR : P. Tasayco

REVISADO POR : D. Ccoto

FECHA DE ENSAYO : 11/08/2020

TURNO : Diurno

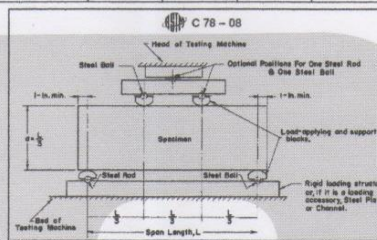
Tipo de muestra : Concreto endurecido

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
14 % DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	36 kg/cm ²
14 % DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	36 kg/cm ²
14 % DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	45 kg/cm ²
14 % DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	43 kg/cm ²
14 % DE CEMENTO	14/05/2020	11/08/2020	28 días	2	45.0	55 kg/cm ²
14 % DE CEMENTO	14/05/2020	11/08/2020	28 días	2	45.0	54 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 LIMA PERÚ	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 11232	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"

SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ

CÓDIGO DE PROYECTO : --

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 11/06/2020

REALIZADO POR : P. Tasyco

REVISADO POR : D. Cooto

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2020

TURNO : Diurno

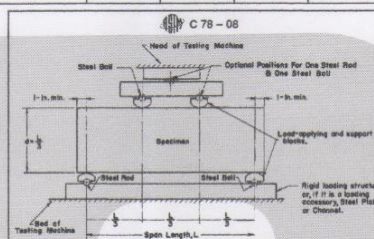
Tipo de muestra : Concreto endurecido

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
16 % DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	39 kg/cm ²
16 % DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	38 kg/cm ²
16 % DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	48 kg/cm ²
16 % DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	46 kg/cm ²
16 % DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	2	45.0	55 kg/cm ²
16 % DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	2	45.0	56 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	FORMATO	Código	AE-FO-124	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01	
		Fecha	30-04-2018	
		Página	1 de 1	

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"

SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ

REALIZADO POR : P. Tasyco

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : D. Coto

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE LIMA

FECHA DE ENSAYO : 11/08/2020

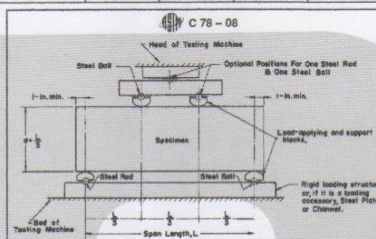
FECHA DE EMISIÓN : 11/08/2020

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
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	38 kg/cm ²
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	21/05/2020	7 días	2	45.0	36 kg/cm ²
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	43 kg/cm ²
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	28/05/2020	14 días	2	45.0	41 kg/cm ²
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	11/06/2020	28 días	2	45.0	49 kg/cm ²
PATRÓN Fc 210	14/05/2020	11/06/2020	28 días	2	45.0	48 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionaladas 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 YESENIA CLON BARRAZA INGENIERO CIVIL	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"

SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ

REALIZADO POR : P. Tasyco

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : D. Ccofo

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE LIMA

FECHA DE ENSAYO : 11/05/2020

FECHA DE EMISIÓN : 11/05/2020

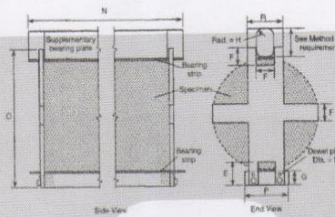
TURNO : Diurno

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

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496



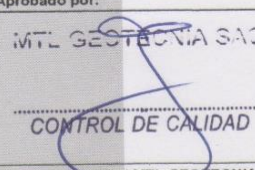
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
12% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.1	5539.0	17 kg/cm ²
12% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.0	5468.0	17 kg/cm ²
12% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.0	5769.0	18 kg/cm ²
12% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.1	5825.0	18 kg/cm ²
12% DE CEMENTO	14/05/2020	11/08/2020	28 días	10.0	8031.0	26 kg/cm ²
12% DE CEMENTO	14/05/2020	11/08/2020	28 días	10.1	7983.0	25 kg/cm ²

C 496/C 496M - 04¹



OBSERVACIONES:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"

SOLICITANTE : JEAN PIER GURREONERO DIAZ

CÓDIGO DE PROYECTO : --

UBICACIÓN DE PROYECTO : DISTRITO DE LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 11/06/2020

REALIZADO POR : P. Tasaico

REVISADO POR : D. Cocolo

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2020

TURNOS : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido

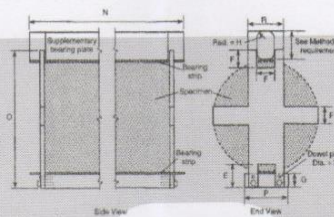
Presentación : Especímenes Cilíndricos

Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
14% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.0	5761.0	18 kg/cm ²
14% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.1	5729.0	18 kg/cm ²
14% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.1	6068.0	19 kg/cm ²
14% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.0	6062.0	19 kg/cm ²
14% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	10.0	10451.0	33 kg/cm ²
14% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	10.0	10658.0	35 kg/cm ²

C 496/C 496M - 04¹



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- * 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.

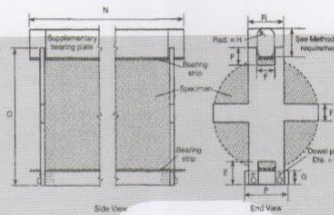
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO/ASFALTO YESENIA OLIVERA BARRAZA INGENIERO CIVIL D.P. 1.2603	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019*			
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ		REALIZADO POR :	P. Tasayco
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	D. Ccoot
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO DE LIMA		FECHA DE ENSAYO :	11/06/2020
FECHA DE EMISIÓN :	11/06/2020		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes Cilíndricos			
F/c de diseño	: 210 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
16% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.0	6051.0	19 kg/cm ²
16% DE CEMENTO	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.0	5961.0	19 kg/cm ²
16% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.1	6299.8	20 kg/cm ²
16% DE CEMENTO	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.0	6398.6	20 kg/cm ²
16% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	10.0	11686.0	38 kg/cm ²
16% DE CEMENTO	14/05/2020	11/06/2020	28 días	10.0	11962.0	38 kg/cm ²

C 496/C 496M - 04*



OBSERVACIONES:

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

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

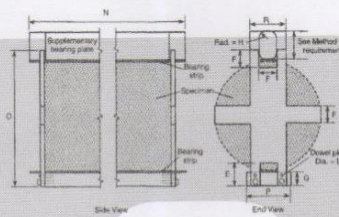
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FG-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO PARA PAVIMENTO, LIMA 2019"		
SOLICITANTE	: JEAN PIER GURREONERO DIAZ		
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REALIZADO POR :	P. Tassayo
UBICACIÓN DE PROYECTO	: DISTRITO DE LIMA	REVISADO POR :	D. Coto
FECHA DE EMISIÓN :	11/06/2020	FECHA DE ENSAYO :	11/06/2020
		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes Cilíndricos		
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
PATRÓN f'c 210	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.0	8378.0	27 kg/cm ²
PATRÓN f'c 210	14/05/2020	21/05/2020	7 días	10.0	8369.0	27 kg/cm ²
PATRÓN f'c 210	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.0	8768.0	28 kg/cm ²
PATRÓN f'c 210	14/05/2020	28/05/2020	14 días	10.0	8848.0	28 kg/cm ²
PATRÓN f'c 210	14/05/2020	11/06/2020	28 días	10.0	9600.0	30 kg/cm ²
PATRÓN f'c 210	14/05/2020	11/06/2020	28 días	10.1	9523.0	30 kg/cm ²

C 496/C 496M - 04¹



OBSERVACIONES:

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

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

ANEXO 8: Certificados de calibración de los equipos empleados en el laboratorio.



Laboratorio de Calibración

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-5684-2019

PROFORMA : 2004A

Fecha de emisión : 2019 - 08 - 02

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA DE CONCRETO

Marca : ELE
Modelo : ADR TOUCH
N° Serie : 1887-1-00074
Intervalo de indicación : 120000 kgf
Resolución : 0,1 kgf
Procedencia : No Indica
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2019 - 08 - 01

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de LEMICONS S.R.L.

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

METODO DE CALIBRACIÓN

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

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

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2°C	19,1°C
HUMEDAD RELATIVA	72,0%	72,0%

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

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

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

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

Certificado : TC-5684-2019

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP - C - 029 - 2019

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
102	0,61	0,61	0,00	0,02
200	1,10	1,11	0,01	0,02
500	2,72	2,68	-0,04	0,02
800	4,33	4,26	-0,07	0,02
1000	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000	26,77	26,26	-0,51	0,02
10000	53,46	52,44	-1,02	0,03
20000	107,17	105,12	-2,05	0,05
50000	266,47	261,35	-5,12	0,07
80000,5	423,45	415,30	-8,15	0,09

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

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

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

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

CONDICIONES AMBIENTALES

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



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 : TC - 4371 - 2020
Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

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

RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[2] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110.8	111.8	111.3	110.6	110.3	109.2	112.3	110.7	109.3	109.6	110.6	3.1
0:02	110	110.7	111.7	111.2	110.4	110.4	109.5	112.2	110.5	109.6	109.8	110.6	2.7
0:04	110	111.1	112.1	111.7	110.8	110.9	111.3	112.6	110.9	111.5	111.5	111.4	1.8
0:06	110	111.7	112.7	112.3	111.5	111.4	113.0	113.2	111.6	113.3	113.4	112.4	1.9
0:08	110	112.1	113.0	112.7	111.8	111.8	113.6	113.5	111.9	114.0	113.9	112.8	2.2
0:10	110	112.2	113.3	112.7	111.9	112.0	113.5	113.8	112.0	113.8	113.6	112.9	1.9
0:12	110	112.1	113.3	112.6	111.8	112.0	113.1	113.8	111.9	113.3	113.0	112.7	1.9
0:14	110	111.9	113.2	112.4	111.6	111.8	112.4	113.7	111.7	112.5	112.4	112.4	2.1
0:16	110	111.8	112.9	112.2	111.4	111.5	111.6	113.4	111.5	111.8	111.7	112.0	2.0
0:18	110	111.4	112.6	111.9	111.1	111.2	110.9	113.1	111.2	111.0	111.0	111.6	2.3
0:20	110	111.2	112.2	111.6	110.9	110.9	110.1	112.7	111.0	110.2	110.3	111.1	2.6
0:22	110	110.9	111.9	111.3	110.7	110.6	109.4	112.4	110.8	109.4	109.7	110.7	3.0
0:24	110	110.7	111.7	111.2	110.4	110.3	109.2	112.2	110.5	109.3	109.6	110.5	3.0
0:26	110	111.0	112.0	111.5	110.7	110.6	110.7	112.5	110.8	110.9	110.8	111.1	1.9
0:28	110	111.6	112.6	112.2	111.3	111.2	112.7	113.1	111.4	112.9	113.0	112.2	1.9
0:30	110	112.1	113.0	112.6	111.8	111.7	113.6	113.5	111.9	113.9	113.8	112.8	2.2
0:32	110	112.2	113.2	112.7	112.0	111.9	113.6	113.7	112.1	114.0	113.7	112.9	2.1
0:34	110	112.2	113.2	112.7	111.9	112.1	113.3	113.7	112.0	113.5	113.2	112.8	1.8
0:36	110	112.0	113.2	112.5	111.7	111.8	112.7	113.7	111.8	112.8	112.6	112.5	2.0
0:38	110	111.9	113.0	112.3	111.5	111.5	111.9	113.5	111.6	112.0	112.0	112.1	2.0
0:40	110	111.6	112.8	112.1	111.3	111.1	111.1	113.3	111.4	111.2	111.2	111.7	2.2
0:42	110	111.3	112.3	111.7	111.1	110.9	110.3	112.8	111.2	110.4	110.5	111.3	2.5
0:44	110	110.9	111.9	111.4	110.7	110.6	109.6	112.4	110.8	109.6	109.9	110.8	2.8
0:46	110	110.7	111.7	111.2	110.5	110.3	109.1	112.2	110.6	109.1	109.4	110.5	3.1
0:48	110	110.8	111.8	111.3	110.5	110.5	110.0	112.3	110.6	110.1	110.2	110.8	2.3
0:50	110	111.4	112.5	112.0	111.1	111.0	112.0	113.0	111.2	112.2	112.3	111.8	2.0
0:52	110	111.9	112.9	112.5	111.7	111.6	113.3	113.4	111.8	113.7	113.7	112.6	2.1
0:54	110	112.2	113.2	112.8	111.9	111.9	113.7	113.7	112.0	114.0	113.8	112.9	2.1
0:56	110	112.2	113.3	112.8	112.0	112.1	113.4	113.8	112.1	113.7	113.4	112.9	1.8
0:58	110	112.1	113.2	112.6	111.8	111.9	112.9	113.7	111.9	113.1	112.9	112.6	1.9
1:00	110	112.0	113.1	112.4	111.6	111.7	112.2	113.6	111.7	112.3	112.2	112.3	2.0
T.PROM ^[1]	110.0	111.6	112.6	112.1	111.3	111.3	111.7	113.1	111.4	111.9	111.9		
T.MAX ^[3]	110.0	112.2	113.3	112.8	112.0	112.1	113.7	113.8	112.1	114.0	113.9		
T.MIN ^[4]	110.0	110.7	111.7	111.2	110.4	110.3	109.1	112.2	110.5	109.1	109.4		
DTT ^[5]	0.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	4.6	1.6	1.6	4.9	4.4		



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

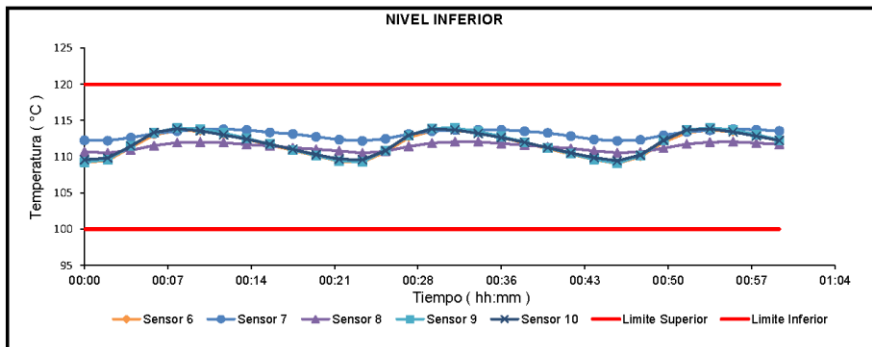
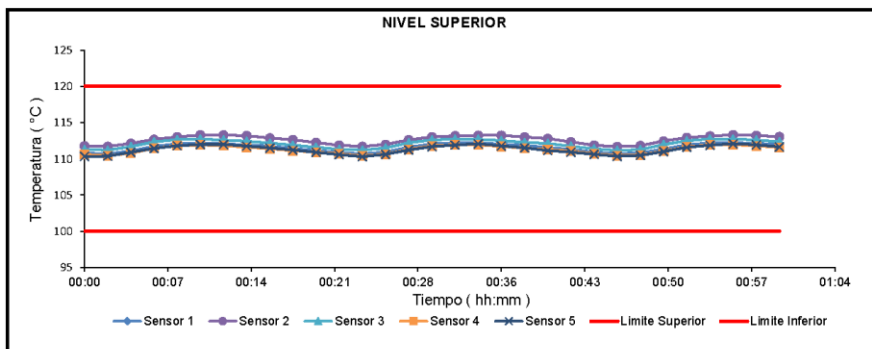
(01) 262 9536
(51) 988 901 065

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

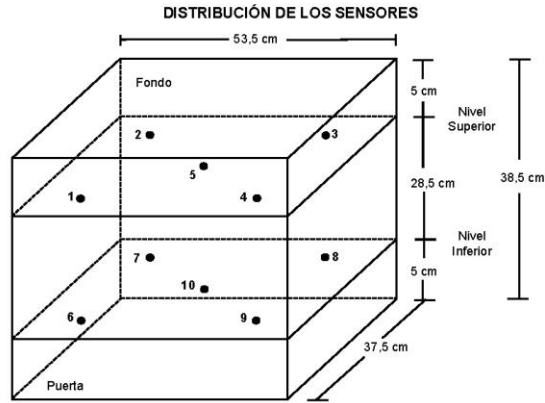
RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES




Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 4 de 5



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



 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 : TC - 4371 - 2020
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

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

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

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

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

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

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

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

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


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

INCERTIDUMBRE

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

FIN DEL DOCUMENTO



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

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

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

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

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

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

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

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

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



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

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

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

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

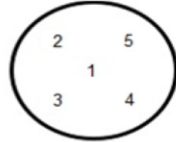
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

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

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



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22.1 °C	22.2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22.2 °C	22.3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 899	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	: $R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-1} \times R$
Incetudumbre Expandida	: $U_R = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

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

FIN DEL DOCUMENTO



Certificado



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

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

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

Con base en la norma

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

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Estela Contreras Jugo', is positioned above a horizontal line.

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

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