

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE CORTE
PARA JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Ana Maria Rios Contreras

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Código ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo – Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	CINTHYA ALVARADO RUIZ	71412783
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	SONIA RUBIO HERRERA	42984416
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	GERMÁN SAGASTEGUI VÁSQUEZ	45373822
	Nombre y Apellidos	N° DNI

DEDICATORIA

A Dios, por forjar mi camino día a día, dándome fe, salud, esperanza y vida.

*A la memoria de mi abuelo Ríos Reyes José Gilberto y mi tía Ríos Vargas Flor Elizabeth
que siempre permanecerán en mi corazón, sé que desde el cielo guían mi camino para
seguir adelante día a día, mi esfuerzo es por y gracias a ustedes.*

*A mis padres Ríos Vargas José Luis y Contreras Alfaro Sadith, por apoyar
incondicionalmente mis decisiones y brindarme su confianza en los proyectos que realicé y
deseo seguir realizando con éxito, son mi motivación para alcanzar mis objetivos.*

*A mi hermano Ríos Contreras Mathias, por los ánimos y el cariño que me brinda para
poder seguir adelante y trabajar en mí a fin de poder llegar a ser un buen ejemplo para él.*

*A mis profesores, por otorgarme los conocimientos necesarios para mi desempeño como
estudiante y futuro profesional.*

Ríos Contreras, Ana María.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres, hermano, por estar incondicionalmente brindándome su confianza y permitirme alcanzar esta etapa de mi vida universitaria y que los logros que obtenga les pertenezca también.

A mi familia en general por el apoyo en mi formación personal y profesional, los valores inculcados desde pequeña que los llevaré siempre conmigo.

A la Universidad Privada del Norte, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y a los docentes me orientaron en esta etapa con sus conocimientos.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	45
CAPÍTULO III. RESULTADOS	83
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	107
REFERENCIAS	121
ANEXOS	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	48
Tabla 2	49
Tabla 3	50
Tabla 4	52
Tabla 5	53
Tabla 6	54
Tabla 7	55
Tabla 8	83
Tabla 9	84
Tabla 10	85
Tabla 11	86
Tabla 12	86
Tabla 13	87
Tabla 14	92
Tabla 15	93
Tabla 16	94
Tabla 17	95
Tabla 18	96
Tabla 19	97
Tabla 20	102
Tabla 21	103

Tabla 22	103
Tabla 23	104
Tabla 24	104
Tabla 25	105
Tabla 26	105
Tabla 27	106
Tabla 28	106
Tabla 28	127
Tabla 29	129
Tabla 30	130
Tabla 31	131
Tabla 32	132
Tabla 33	133
Tabla 34	134
Tabla 35	135
Tabla 36	136
Tabla 37	139
Tabla 38	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	64
Figura 2.....	65
Figura 3.....	88
Figura 4.....	88
Figura 5.....	89
Figura 6.....	89
Figura 7.....	90
Figura 8.....	90
Figura 9.....	91
Figura 10.....	95
Figura 11.....	96
Figura 12.....	97
Figura 13.....	98
Figura 14.....	98
Figura 15.....	99
Figura 16.....	99
Figura 17.....	100
Figura 18.....	100
Figura 19.....	101
Figura 20.....	101
Figura 21.....	102
Figura 22.....	128

Figura 23.....	130
Figura 24.....	164
Figura 25.....	164
Figura 26.....	164
Figura 27.....	164
Figura 28.....	164
Figura 29.....	164
Figura 30.....	164
Figura 31.....	164
Figura 32.....	164
Figura 33.....	164
Figura 34.....	164
Figura 35.....	164
Figura 36.....	164
Figura 37.....	164
Figura 38.....	164
Figura 39.....	164
Figura 40.....	164
Figura 41.....	164
Figura 42.....	164
Figura 43.....	164
Figura 44.....	164
Figura 45.....	164

Figura 46.....	164
Figura 47.....	164
Figura 48.....	164
Figura 49.....	164
Figura 50.....	164
Figura 51.....	164
Figura 52.....	164
Figura 53.....	164
Figura 54.....	164
Figura 55.....	164

RESUMEN

La investigación que se presenta fue desarrollada en la ciudad de Trujillo, haciendo uso de un diseño experimental; logrando determinar el tiempo de corte óptimo para las juntas de construcción en pavimentos rígidos. El muestreo utilizado fue de tipo probabilístico, y, los reportes o guías sirvieron como técnica e instrumento de recolección de datos respectivamente. Asimismo, la estadística descriptiva e inferencial sirvieron como técnicas para el análisis de datos, teniendo en cuenta el uso de softwares para elaborar las matrices, tablas y la obtención de resultados requeridos. La problemática se basa en la necesidad fundamental de conocer la resistencia y madurez del concreto, para poder garantizar un valor fiable en tiempo real al realizar un corte limpio y sin desfragmentación de la junta, evitando fisuras a temprana edad, a fin de ahorrar recursos y prolongar una vida útil al pavimento. Por ello, se realizaron tres pruebas utilizando Cemento Tipo I, Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo, elaborando 21 especímenes por cada relación de agua/cemento (0.50 c/u) y evaluándolas a 7 edades, obteniendo así 63 probetas que fueron analizadas según su comportamiento en las propiedades de resistencia a la compresión, variaciones climáticas y propiedades mecánicas, validando una ecuación que predice lo que sucede al interior de la mezcla, y el tiempo donde finaliza el fraguado; evitando caer en la ambigüedad actual de los métodos convencionales, logrando demostrar que el tiempo más óptimo aserrado de juntas se realiza entre las 4 y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado, siguiendo los lineamientos establecidos por The National Ready Mixed Concrete Association y a la norma ASTM C1074 – NTP 339.217, agenciándonos de equipos destinados al mismo fin.

Palabras clave: Concreto, corte, juntas de construcción, pavimentos rígidos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Al transcurrir el tiempo, las necesidades del hombre han dado paso a grandes descubrimientos en la construcción, ocupando un rol significativo para el desarrollo económico y social en diferentes países del mundo. Asimismo, se tiene en cuenta que todo tipo de obras civiles demandan un seguimiento y control respectivo, involucrando al concreto como uno de los materiales más utilizados e importantes en el sector construcción. De tal manera que, hoy en día se considera fundamental conocer su resistencia y madurez determinada, para poder garantizar un valor fiable en tiempo real al realizar un corte limpio y sin desfragmentación de la junta, evitando fisuras a temprana edad, ahorrando recursos y prolongando una vida útil al pavimento. (Silva, 360 concreto, 2019, pág. 1)

Las compañías a nivel mundial implementan constantemente nuevos sistemas o metodologías para medir el tiempo de madurez del concreto y determinar el corte al ejecutar la junta de construcción en los pavimentos, lo cual permite optimizar recursos y tiempo en el sector construcción. (Torre Carrilo & Aspilcueta Asencios, 2015, pág. 13)

En Colombia, Galeano & León (2012), comentan que, muchas de las vías del Municipio de Ocaña se encuentran completamente destapadas y en mal estado por la carencia de un adecuado pavimento, surgiendo inconvenientes de acceso vehicular y malestares en la población, siendo de vital importancia contar con infraestructura funcional e infraestructura estratégica. Frente a este problema, para el diseño de juntas se ha optado por distribuir esfuerzos del pavimento a través de las dimensiones de losas y juntas construidas con la finalidad de impedir la fisuración del pavimento. Es por ello

que, para el diseño del espesor del pavimento rígido emplean el método simplificado de la PCA (Canadian Portland Cement Association), permitiendo desarrollar diseños de manera fácil y efectiva. Asimismo, se recomiendan procesos constructivos que garanticen la construcción del pavimento bajo condiciones técnicas adecuadas y parámetros de calidad, siendo fundamental para futuros Tecnólogos de Obras Civiles.

En Chile, Real (2017), indica que, el mantenimiento de los pavimentos es aún muy deficiente, por lo cual muchas veces se debe realizar una rehabilitación profunda o construirlos nuevamente desde el inicio. Es por ello que, se identificaron los deterioros, causas y soluciones de conservación para recomendar una alternativa de corrección que permita incrementar la vida útil del pavimento sin realizar una rehabilitación profunda del sector ni rediseñar la calle o avenida específica, considerando necesario elaborar un sistema de detección y reparación que determine el tiempo de corte adecuado y necesario para juntas, tal es el caso de la calle Sazie, donde se logró identificar deterioros por cada tramo y se buscó una alternativa de solución para mejorar la infraestructura vial, como también la calidad de vida y desarrollo de la población de Chile, administrando eficientemente la asignación de recursos de la infraestructura vial del país, mejorando también la calidad de vida de la población chilena.

En España, Coronado (2019), comenta que, la temperatura a edades tempranas influye en el desarrollo de la resistencia y durabilidad a largo plazo del concreto, al no abordar sus condiciones térmicas puede causar agrietamiento térmico y pérdida de resistencia. Por ello, se realizaron campañas experimentales de medición de temperaturas y ensayos a compresión de probetas de hormigón, donde se logró observar que en los primeros 3 días el hormigón gana un 60% de resistencia, por ello se tiene en cuenta la

evolución de la resistencia a edades tempranas que influye considerablemente en el desarrollo temprano de la resistencia y durabilidad a largo plazo del hormigón, evitando fisuras y/o agrietamientos. Además, se usaron aditivos químicos como superplastificantes, produciendo que la hidratación sea más lenta y, en consecuencia, la resistencia sea mayor, como también en el caso que sea viceversa.

En Perú, a partir de la modificación del Decreto Supremo N° 116-2020-PCM al Decreto Supremo N° 002-2022-PCM instaurado el 02 de marzo de 2022, es necesario establecer medidas que se cumplan estrictamente por la ciudadanía respecto a la nueva convivencia social (Gobierno del Perú, 2020, pág. 1). Asimismo, son fundamentales los cambios generados por la COVID-19 en el ámbito de la construcción, siendo este el más afectado desde el 2020 (Ver Tabla N°01), debido a que existe un distanciamiento social entre los trabajadores, reduciendo el personal a la mitad. Por ello, es importante realizar un planeamiento de vigilancia, prevención y control de la COVID-19 en el trabajo, para orientar a la seguridad y salud de los asalariados con riesgo de exposición al virus existente, evitando generar focos infecciosos. (Gobierno del Perú, 2020, pág. 4)

Además, garantizan que, al realizar el análisis de datos respectivo, el concreto logra llegar a una resistencia adecuada para optimizar el tiempo que usualmente suele transcurrir al realizar un proceso convencional de ensayo, también se evalúan los costos, validando que el método de madurez resulta menos costoso a comparación del proceso estándar de ensayo. (Jiménez Lagos, 2016, pág. 21)

En la ciudad de Trujillo, existe la presencia de fallas, como son: piel de cocodrilo, huecos, parches y grietas longitudinales, transversales y de bloques. Es por ello que, las vías urbanas deben construirse siguiendo las especificaciones técnicas, manteniendo una

supervisión rigurosa que garantice la durabilidad y serviciabilidad, como también respetando los parámetros considerados y obtenidos en la ejecución del pavimento, realizando un análisis cuidadoso y consciente de todos los factores que podrían intervenir en el proyecto para la construcción del pavimento rígido.

En tal sentido, para el cálculo de juntas se cumplen las recomendaciones de AASTHO 93. (Gallardo Figueroa & Pescoran Campos, 2019, pág. 21) Y con respecto a la durabilidad, el pavimento es considerado una mejor opción respecto al pavimento flexible, debido a que son los que mejor se aplican a la realidad nacional por su buen desempeño y periodos de diseño que emplean. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 26). Asimismo, para el valor de la resistencia del concreto por el método de madurez se siguieron los pasos de acuerdo a la NTP 339.217. (Gobierno del Perú, 2016)

Galeano Prado & León Martínez (2012), concluyeron que, el diseño de juntas permite distribuir de manera factible los esfuerzos del pavimento a través de las dimensiones de las losas con juntas transversales y longitudinales, siendo parte fundamental del pavimento. Además, el uso del método PCA (Canadian Portland Cement Association), permite desarrollar diseños y estudios de Tránsito Promedio Diario que determinan el espesor del pavimento mediante el uso de tablas propuestas.

Real Plá (2017), comenta que, al determinar los deterioros, causas y soluciones de conservación disponibles, se debe recomendar una alternativa de corrección fundamentada en términos técnicos, permitiendo mantener o en el mejor de los casos, incrementar la vida útil del pavimento, evitando realizar una rehabilitación profunda del sector, como también un rediseño de la calle o avenida en estudio. En este caso, al analizar

la red vial en calle Sazie, se comprobó que el valor correspondiente a la aplicación de un plan de conservación es de un 50.7% del valor correspondiente al de la operación de losas, lo que permite ahorrar hasta un 49.3% de los costos directos de obra gruesa de pavimentación, que de ser administrado correctamente supondría un margen más amplio de pavimentos, concluyendo que es necesario que los organismos encargados del mantenimiento cuenten con la elaboración de un sistema de detección, planificación y reparación de deterioros eficiente.

Coronado (2019), concluye que, en los primeros 3 días el hormigón gana un 60% de resistencia. Por lo cual es importante tener en cuenta la evolución de la resistencia a edades tempranas. Para este fin el método de la madurez por edad equivalente y basado en la ley de Arrhenius, resulto ser una gran modelo para la predicción de resistencia. Además, el uso de aditivos químicos como superplastificantes, actúan como retardadores, esto produce que en las mezclas de hormigón la hidratación sea más lenta, por lo que, este fenómeno causa que las resistencias a largo plazo sean mayores de las prevista. Si bien se consiguen resistencias altas a corto plazo, esto se debe al tipo de cemento en su mayoría son de alta resistencia inicial y alta resistencia, como también se debe al uso del aditivo superplastificante.

En base a las investigaciones analizadas anteriormente, se demuestra que el diseño de juntas permite distribuir de manera factible los esfuerzos del pavimento. Asimismo, al identificar los deterioros, causas y soluciones de conservación disponibles, se puede buscar una alternativa de corrección, permitiendo mantener o incrementar la vida útil del pavimento y la calidad de vida de la población, evitando realizar una rehabilitación profunda del sector, como también un rediseño de la calle o avenida a tratar. Por esa

razón, se realiza este estudio con la finalidad de enriquecer los antecedentes que conciernen a este tema, brindándose como modelo para futuras investigaciones y/o aplicaciones en los tiempos de corte para juntas de construcción en pavimentos rígidos.

Es fundamental realizar una investigación sobre la determinación de los tiempos de corte para juntas de construcción en pavimentos rígidos, debido a que aporta información sobre el método de madurez, logrando optimizar la instancia de la cortadura en juntas teniendo en cuenta las variaciones climáticas y propiedades mecánicas al elaborar la mezcla, garantizando un valor fiable en tiempo real al realizar un corte limpio y sin desfragmentación de la junta, evitando fisuras a temprana edad, ahorrando recursos y prolongando una vida útil al pavimento, como también una buena calidad de vida a la comunidad. (Silva, 360 concreto, 2019, pág. 1). Las consecuencias de no realizar esta investigación serían que, no se dejaría evidencia de la importancia del método de madurez del concreto para tener conocimiento de los tiempos de corte para juntas y evitar las metodologías ambiguas existentes hoy por hoy. Por otra parte, otra de las consecuencias es que no podría considerarse como referencia para futuras investigaciones y/o aplicaciones.

Según Méndez (2015), en su estudio tuvo como objetivo, analizar y evaluar las juntas y los efectos que se producen cuando se encuentran en columnas de hormigón armado. La metodología que siguió fue de tipo experimental, debido a que se basó en la realización de ensayos de columnas a la edad de 28 días, presentando gráficas y tablas. Asimismo, se sustenta que al realizar un estudio de la variación de la resistencia de esfuerzos a compresión, flexión, corte y adherencia del concreto, debido a que el comportamiento de los elementos estructurales varía en función de la ubicación de la

junta, siendo la junta horizontal rugosa, la que cuenta con un mejor comportamiento cuando trabaja a flexión y compresión, presentando buena adherencia, a comparación de las juntas inclinadas que tienen una deficiente adherencia cuando trabajan a corte y una aceptable adherencia entre las masas de concreto cuando trabajan a compresión. Además, es fundamental garantizar la calidad del concreto, agregados y presencia de materia orgánica, ya que es un factor que puede disminuir la resistencia del concreto.

Los resultados que Méndez encontró en su investigación muestran que, la junta disminuye alrededor del 50% de la resistencia cuando trabaja a flexión y cuando no se funde monolíticamente, obliga a que el acero resista más en el área donde se encuentra ubicada la junta. También se pudo notar que cuanto mayor fue la carga aplicada, más cercana se hace la grieta a la ubicación de la junta, observándose un ángulo de 45° , es decir, cuanto mejor sea el confinamiento en el área de la junta, las fisuras se presentarán más lejanas a esta. Por todo lo mencionado anteriormente, el autor concluye que las juntas frías se producen cuando se presentan interrupciones en el servicio del concreto no previstas en la planificación, y en los elementos estructurales verticales tienden a disminuir un porcentaje de su resistencia presentando una diferencia del 15% en elementos a compresión. Las columnas que trabajan a compresión y poseen juntas de construcción, tienden a disminuir un porcentaje de su resistencia cuando son sometidas a carga, pero no presentan fallas y el elemento posee una integridad estructural. De igual forma, el comportamiento de los elementos estructurales varía en función de la ubicación de la junta fría y el acero en las columnas provoca una integridad estructural en el elemento.

Esta investigación nos deja como aporte que, la junta de construcción más eficiente es la junta horizontal rugosa, debido a que esta tiene un mejor comportamiento cuando trabaja a flexión y compresión, presentando una buena adherencia, caso contrario de las juntas inclinadas que tienen una adherencia deficiente cuando trabajan a corte y una adherencia aceptable entre las masas de concreto cuando trabaja a compresión.

Según Real (2017), en su estudio tuvo como objetivo aplicar criterios de conservación de pavimentos rígidos identificando los tipos de deterioros y optimizando la alternativa de solución en un plan piloto a un sector de calle Sazié, también describir las acciones de conservación y rehabilitación, recomendar alternativas de corrección fundamentada en términos técnicos y realizar una comparación entre presupuestos de conservación. La metodología que siguió fue de tipo descriptiva, debido a que contempla el estudio de la composición de los pavimentos rígidos, los distintos tipos de deterioros que los afectan y las distintas soluciones, finalizando con una comparación de presupuestos simples de diversos métodos de conservación de la misma.

Los resultados que Real encontró en su investigación muestran que, el pavimento cuenta con 2 pistas, con tránsito de un solo sentido hacia poniente, cada pista cuenta con un ancho de 3,7 metros en todo el sector, y cuenta con losas de longitudes variadas, desde 1,1 metros hasta los 15 metros, el sector a analizar cuenta con una longitud de 106,8 metros, a pesar de los años que han transcurrido desde la construcción de la avenida, aún se pueden apreciar los diseños originales y errores en su proceso constructivo, como la falta de control y un standard de diseño en los años que se construyó en el pavimento, los cuales permitieron la existencia de losas de 15 metros de longitud. También, se

destacan muchos otros errores constructivos originales como juntas no coincidentes entre pistas, las cuales producen grietas en la losa colindante que no posee junta, por lo cual se deduce el uso de barras de amarre y de traspaso en las losas. En cuanto al espesor de la losa y de la base granular, se trabajará con un supuesto de 20 cm de cada uno, en caso de que el pavimento sea de dimensiones superiores y estos incrementen los tiempos y costos de trabajo, estos se cobrarían como extras. Por todo lo mencionado anteriormente, el autor concluye que el valor correspondiente a la aplicación de un plan de conservación es de un 50,7% del valor correspondiente al de la operación de reemplazo de losas, lo cual permite ahorrar hasta un 49,3% de los costos directos correspondientes a lo que es obra gruesa de pavimentación, costos que, de ser administrados correctamente por el sector público, supondrían un margen más amplio de pavimentos del país que podrían ser conservados.

Esta investigación nos deja como aporte que, es necesario que los organismos encargados del mantenimiento cuenten con la elaboración de un sistema de detección, planificación y reparación de deterioros eficiente que actúe a tiempo, identificando deterioros y entregando la mejor alternativa de corrección con el fin de incrementar la vida útil al pavimento y administrar eficientemente la asignación de recursos de la infraestructura vial del país, mejorando así la calidad de vida de las personas.

Según Rumiche (2018), en su estudio tuvo como objetivo preparar los sensores de temperatura y mediante un software determinar la resistencia a la compresión usando el método madurez del concreto y los datos del censado de temperatura. La metodología que siguió fue de tipo experimental, debido a que se calculó el tiempo de moldeo o

encofrado y el tiempo en que la estructura puede soportar el montaje de otra estructura del mismo material o diferente, como también en su defecto el tiempo en que la estructura puede entrar en servicio. Asimismo, sustentan que se implementó un software de manera exitosa, que se encuentra dividido en dos partes, el primero para interpretar señales del sensor y convertirlo en un número digital; y el segundo para realizar cálculos del método de madurez de acuerdo a ASTM C1074–NTP339.217, empleando equipos electrónicos desarrollados, para evitar todo el proceso engorroso, resulte rápido y fácil.

Los resultados que Ormeño & Marlon encontraron en su investigación muestran que, al verificar el buen funcionamiento del hardware y el cumplimiento del censado ininterrumpido, ya se tienen las referencias del hardware; y según especificaciones técnicas, no habría problema en que el hardware se quede tiempo encendido realizando el censado de temperatura respectivo. De igual forma, se pudo comprobar que todo el hardware estaba funcionando según sus especificaciones y cumpliendo las exigencias de la Norma ASTM C1074. En este procedimiento se alistó el código de programación, con la finalidad de que el censado de temperatura de concreto sea a 10 minutos o 600000 mili segundos, se verificó la hora de inicio, finalizado y el número de datos producidos y en los dos casos se tuvieron los cierres de tiempo y número de datos satisfactorios. Se han seguido los cálculos de la Norma ASTM C1074 para el factor de edad a 20°C paralelamente a esto se ha medido la resistencia a la compresión del concreto, para los valores de energía de activación del cemento es de 36700 j/mol el valor de la constante de gas es de 8.3 j/ (k.mol) y el valor t_s es 20°C, todos estos datos recomendados por la norma ASTM C 1074. (Rumiche Ormeño, 2018)

Por todo lo mencionado anteriormente, el autor logra concluir que la preparación de sensores de temperatura, relojes digitales calibrados y placas genéricas programables para realizar el método de madurez, fue un éxito, se cumplió con la prueba de 24 horas, la de 3 días y la de 7 días, para luego realizar una prueba ininterrumpida de 35 días, los equipos implementados pudieron cumplir con el censado ininterrumpido. Asimismo, recalcan que se ha adaptado el equipo a la normativa, y el desempeño en el cumplimiento de la norma ha sido verificado y con resultados favorables, afirmando que si fue posible la implementación de un equipo electrónico para la medición de la Madurez según la Norma ASTM C1074.

Esta investigación nos deja como aporte que, en el concreto no solo es importante el curado, sino que también es fundamental la conservación de la temperatura en las estructuras, con la finalidad de poder lograr mayor evolución en la resistencia del concreto. Es recomendable usar equipos electrónicos para seguir investigando al concreto con el objetivo de modular el verdadero efecto de los cambios de temperatura ambiental en la evolución de la resistencia en el concreto.

Según Bedoya (2018), en su estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de: los tipos de agregados en la resistencia del concreto mediante el método de madurez, los tipos de curado en la resistencia del concreto, la edad y temperatura en la resistencia del concreto. Asimismo, sustentan que el método de madurez influye significativamente en la resistencia del concreto en la ciudad de Huancavelica, aplicando la técnica y ficha de observación. La metodología que siguió fue de tipo experimental, debido a que se usaron 120 probetas de concreto para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Los resultados que Bedoya encontró en su investigación muestran que, al reemplazar valores hay una asociación estadísticamente significativa entre las resistencias obtenidas mediante el método de madurez para el tipo de agregado grueso piedra triturada y canto rodado curados con agua, también hay una asociación estadísticamente significativa entre las resistencias obtenidas mediante el método de madurez para las edades de 1,3,7,14 y 28 días. Asimismo, entre las resistencias obtenidas mediante el método de madurez para el tipo de agregado grueso piedra triturada y canto rodado curados con aditivo. Los datos de resistencia mediante el método de madurez (f_c) se evaluó estadísticamente mediante la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ (5 %), y un intervalo de confianza $(1-\alpha)=0,95$ (95%) mediante el paquete de software Microsoft Excel. De igual manera, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, debido a que hay una asociación estadísticamente significativa entre las resistencias y la temperatura en base al tipo de agregado grueso canto rodado curado con agua, como también hay una asociación estadísticamente significativa entre las resistencias y la temperatura en base al tipo de agregado grueso canto rodado curado con aditivo y tipo de agregado grueso piedra triturada curado con aditivo. Por todo lo mencionado anteriormente, el autor logra concluir que los tipos de agregado grueso, el tipo de curado influyen significativamente en la resistencia del concreto mediante el método de madurez y el método de compresión. Consecuentemente, se afirma que la edad y temperatura influyen significativamente en la resistencia del concreto, concluyendo que las temperaturas internas del concreto varían dependiendo del tipo de agregado grueso que se utilice y tipo de curado que se le aplique al concreto. Siendo el método de madurez dependiente directamente de las

variables edad y temperatura, se comprueba que el método de madurez influye significativamente en la resistencia del concreto.

Esta investigación nos deja como aporte que, la temperatura ambiente fue relativamente la más baja registrada a comparación con las demás. Por lo tanto, la predominancia fue para la resistencia mediante el método de madurez en base a la temperatura interna del concreto a comparación con la temperatura ambiente, con una diferencia promedio de resistencia para el tipo de agregado grueso canto rodado curado con aditivo $3,85\text{kg/cm}^2$ (1,83 %) y agua $1,65\text{ kg/cm}^2$ (0,79 %), y para el tipo de agregado grueso piedra triturada curado con aditivo $4,39\text{ kg/cm}^2$ (2,09 %) y agua $1,65\text{ kg/cm}^2$ (0,79%), donde la resistencia obtenida mediante la temperatura ambiente se puede utilizar como una referencia confiable pero no como un dato exacto, dado a la diferencia de resistencia que existe entre ambos.

Según Ajahuana (2019), en su estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar la disminución de la adherencia en la junta de construcción de una losa de concreto generado cuando se ha reanudado el vaciado en 3 tiempos distintos, desde el inicio del fraguado hasta el endurecimiento del concreto del primer vaciado parcial. La metodología que siguió fue de tipo experimental, debido a que se propuso a elaborar especímenes prismáticos con la inclusión intencional de una junta de construcción en su tercio medio, los tiempos para la reanudación del vaciado van desde poco después del inicio de fraguado (3 horas), antes del término del fraguado (6 horas) y después del endurecimiento (24 horas) de la primera mitad vaciada de concreto 210 kg/cm^2 , también se elaborarán especímenes prismáticos de concreto reforzado con las mismas variables

(tipo de unión y tipo de junta) ya analizadas en concreto simple, pero ensayadas a los 28 días. Asimismo, sustenta que se evalúa la correcta ubicación de la junta de construcción, teniendo en cuenta los cortes de vaciado, volumen del concreto suministrado y si la junta está confinada o no, para una máxima capacidad resistente en la estructura. Por ello, bajo ninguna razón se debe realizar una junta sin confinar, porque al no estar debidamente compactado el concreto de esta porción escurrida, se segrega a las pocas horas. De esta manera origina un vínculo deficiente con el concreto que se colocara en el futuro.

Los resultados que Ajahuana encontró en su investigación muestran que, para tener un adecuado control de calidad del concreto como material, cada vaciado requiere la preparación de dos probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días. Además, por cada vaciado de concreto hay una Viga Patrón y cuatro probetas cilíndricas. Por lo tanto, para cada variable Tiempo de Interrupción de Vaciado se realizaron 6 vaciados de los cuales 2 Vigas Patrón se rompen a los 14 días y 4 a los 28 días. La resistencia a la flexión del concreto simple en especímenes patrón varía desde 36.84 a 37.11kg/cm². Los especímenes con juntas confinadas toman los valores más cercanos a la Resistencia a Flexión del espécimen Patrón, tanto a los 14 como 28 días, debiéndose a la compactación adecuada en la junta, y a la capacidad adherente que aún conserva al transcurrir 3 horas desde que se coló el 1° vaciado parcial. Mientras que, las juntas que no fueron confinadas toman valores cada vez más alejados del concreto patrón conforme avance la edad de rotura (14 a 28 días) por más que se haga uso de un puente adherente. (Ajahuana Delgado, 2019)

Los resultados más cercanos a un concreto Patrón se obtuvieron con los especímenes con juntas confinadas impregnadas con puente adherente, tanto en adherencia como en resistencia a la flexión, llegando esta última a descender hasta un 90.04% cuando se hizo un corte de vaciado de 24 horas. La diferencia es que estos especímenes poseen ductilidad, es decir, tendrá mayor capacidad de deformación que concreto simple donde todas las fallas eran frágiles e instantáneas. Estos especímenes de concreto reforzado son ensayados únicamente a 28 días. Por todo lo mencionado anteriormente, el autor logra concluir que, el acero de refuerzo no solo otorga ductilidad a la estructura tomando los esfuerzos normales de tracción, sino que también cumple una función de anclaje que impide que ambos bloques de concreto se separen. En la misma línea, si en una Losa de Concreto Reforzado se realizan cortes de vaciado de hasta 3 horas cuando una junta es confinada, su resistencia a flexión crece un 13.96% más que cuando la junta no es confinada, la falla en estos especímenes es mixta (flexión y adherencia). Si estas juntas son impregnadas con un Puente de Adherencia este crecimiento solo será de un 1.73% más, y la falla será por flexión. Si en una Losa de Concreto Reforzado se realizan cortes de vaciado de hasta 6 horas cuando una junta es confinada, su resistencia a flexión decrece un 6.56% menos que cuando la junta no es confinada, esto se debe a que en ambos casos la falla será por Adherencia, en este caso resistirá más la junta más rugosa. Si estas juntas son impregnadas con un Puente de Adherencia cuando la junta es confinada, su resistencia a flexión crecerá un 20.07% más que cuando la junta no es confinada, y la falla en ambos es por flexión. Si en una Losa de Concreto Reforzado se realizan cortes de vaciado de hasta 24 horas cuando una junta es confinada, su resistencia a flexión decrece un 6.19% menos que cuando la junta no es

confinada, en ambos casos la falla también será por Adherencia, esta diferencia se debe a la rugosidad. Si estas juntas son impregnadas con un Puente de Adherencia: cuando la “junta es confinada” su resistencia a flexión crecerá un 19.83% más que cuando la “junta no es confinada” y la falla en ambos casos es por flexión. Por añadidura, un requisito indispensable para la optimización del uso de un Puente de Adherencia es la total impregnación sobre la superficie que se va a unir, es decir, mientras más uniforme sea esta superficie, la unión será más óptima; por ello, una junta confinada es más resistente que una junta sin confinar, cuando ambas son impregnadas con este adhesivo.

Esta investigación nos deja como aporte que, para que una estructura trabaje a su máxima capacidad resistente, primero debe garantizarse la transferencia de esfuerzos en todo el elemento. Por ello, si una losa ha sido vaciada en dos partes su comportamiento estructural debe omitir la existencia de una junta de construcción. Esto se logra si ambos elementos se adhieren entre sí. Además, en el proceso de fraguado, el concreto pierde la capacidad de adherirse, para depender únicamente de la fricción que genere la rugosidad de la junta de construcción. Por último, para ubicar una junta de construcción en losas de concreto se debe optimizar el aspecto estructural y constructivo, teniendo en cuenta las áreas de los nuevos paños que la conforman, el volumen de concreto suministrado y el tiempo óptimo para el cual es necesario el uso de un Puente de Adherencia, el cual es de 6 horas trascurridas desde el término del primer vaciado parcial.

Según Coronado (2019), en su estudio tuvo como objetivo desarrollar un modelo para estimar la temperatura del hormigón, en función del tipo de cemento, cantidad, finura, relación agua/cemento, energía de activación y condiciones ambientales, de esta

manera obtener la resistencia del hormigón por su madurez. La metodología que siguió fue de tipo experimental, debido a que estudiaron las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido, de 4 dosificaciones distintas. Los ensayos se realizaron de acuerdo al procedimiento de las normas vigentes. Siendo el objetivo principal de este capítulo en la evaluación experimental de las distintas propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido. Asimismo, la fabricación de las probetas de hormigón y ensayos de hormigón en estado fresco, se realizaron en instalaciones de Promsa. Los ensayos sobre el hormigón endurecido y la lectura de temperatura de las muestras se realizaron en instalaciones del Laboratorio de Tecnología de Estructuras (LTE Luis Agulló) un laboratorio de investigación adscrito al Departamento de Ingeniería de la Construcción, entre los meses de noviembre, diciembre y enero del 2018.

Los resultados que Coronado encontró en su investigación muestran que, en los primeros 3 días el hormigón gana más del 60% de su resistencia. Por lo cual como se dijo anteriormente es de vital importancia el control de la resistencia a edades tempranas. También se tiene una diferencia de 4 horas en la edad equivalente a edades tempranas y a largo plazo se tiene una diferencia de 30 horas. El uso de superplastificantes que actúan como retardadores, no están contemplados en el estudio de la presente tesina.

Por todo lo mencionado anteriormente, el autor logra concluir que, la energía de activación puede modelarse tomando en cuenta los parámetros del valor de Blain. La hidratación a diferentes temperaturas es posible predecir con precisión a través del método de madurez por edad equivalente y el uso de una energía de activación modelada en base a la composición química del cemento. Por otra parte, al proponer un modelo

mecánico-empírico para caracterizar el calor de hidratación del hormigón, se logró predecir la temperatura, siendo necesario contemplar en el modelo los aditivos químicos, ya que los usados en el presente estudio son retardantes. Entonces, si el fraguado del cemento se retarda, el desprendimiento del calor de hidratación tendrá lugar durante más horas. Ahora bien, conforme a los ensayos de compresión en la campaña experimental se concluyó que en los primeros 3 días el hormigón gana un 60% de resistencia. Por lo cual es importante tener en cuenta la evolución de la resistencia a edades tempranas. Para este fin, el método de la madurez por edad equivalente y basado en la ley de Arrhenius, resultó ser un gran modelo para la predicción de resistencia.

Esta investigación nos deja como aporte que, el uso de aditivos químicos como superplastificantes, actúan como retardadores, produciendo que en las mezclas de hormigón. la hidratación sea más lenta. Por tal motivo, este fenómeno hace que las resistencias a largo plazo sean mayores de las previstas.

Para una mejor comprensión de los conceptos mencionados anteriormente, se presentan a continuación las siguientes bases teóricas:

- **Juntas en pavimentos:** Las juntas son superficies de falla anticipadamente inspeccionadas, controladas y diseñadas con la finalidad de cumplir funciones estéticas. (Silva, 2020)

Funciones de las juntas

- Controlar el agrietamiento transversal y longitudinal.
- Dividir el pavimento en tramos adecuados para facilitar su construcción.
- Posibilitar los movimientos del pavimento.
- Conservar la transferencia de cargas.

- Trazar los carriles de tráfico.

Tipos de juntas

Existen tres tipos de juntas usadas habitualmente en pavimentos, estas son: juntas de contracción, juntas de construcción y juntas de aislamiento o expansión.

Juntas transversales y longitudinales de contracción

Las juntas transversales de contracción, como su mismo nombre lo indica, se construyen transversalmente a la línea central del pavimento y se encuentran espaciadas con la finalidad de poder controlar la fisuración que es causada por la retracción o las variaciones de humedad y temperaturas. Asimismo, las juntas longitudinales de contracción son aquellas juntas que fraccionan los carriles y controlan el agrietamiento al construir dos o más carriles de manera simultánea. Ambas juntas son necesarias para controlar la fisuración.

Juntas transversales y longitudinales de construcción

Las juntas transversales de construcción son aquellas juntas fundamentales que se generan al finalizar el día o cuando se realiza la suspensión de la colocación del concreto, estas se localizan y construyen en el espacio planificado siempre y cuando sea imprescindible. Asimismo, las juntas longitudinales de construcción son aquellas que se generan longitudinalmente cuando los carriles se construyen con edades distintas, se incluyen las generadas para las líneas de servicio y bermas, su transferencia de carga se da mediante juntas machihembradas o barras de transferencia de carga. Ambas juntas son necesarias, debido a que permiten la interrupción durante la colocación o se generan en lugares de juntas planificadas.

Juntas transversales de aislamiento

Las juntas transversales de aislamiento son aquellas que se construyen en los espacios donde existe la posibilidad de que el movimiento del pavimento llegue a generar daños a las estructuras colindantes o a sí mismo.

Diseño de juntas

Las juntas son imprescindibles para el correcto funcionamiento del pavimento, también representan un coste bajo respecto al costo total del proyecto, están encargadas de prevenir la fisuración irregular por: retracción, gradientes térmicos, dilataciones e interrupciones del pavimento.

Ejecución de juntas

Serrado de juntas

Cuando el concreto está endurecido, se utiliza un disco de diamante, es recomendable realizar el corte entre 4 horas y 24 horas, denominando a este periodo de tiempo como ventana de corte, se debe tener en cuenta que el tiempo también varía de acuerdo al concreto, cemento usado y las condiciones ambientales que se presenten. Asimismo, si los bordes de la junta se dañan durante el aserrado, se deberá retrasar el proceso, ocasionando que puedan surgir grietas descontroladas. Es por ello que, se recomienda aserrar 1/3 parte del espesor del pavimento con la finalidad de generar la junta requerida.

Sellado de juntas

Se realiza con productos que trabajan por adherencia para evitar el desportillamiento de los labios de las juntas, algunos de los productos son los siguientes: Vulkem 116, Vulkem 45 SSL, Illbruck SP523, Dymonic 100.

- **Pavimentos**

Estructura conformada por una serie de capas superpuestas, planteadas y diseñadas teniendo en cuenta los diferentes métodos, normativas y especificaciones técnicas para materiales adecuados, los cuales son sometidos a diversos procesos constructivos con la finalidad de obtener una superficie eficaz caracterizada por su rigidez, resistencia y durabilidad para permitir el tránsito de vehículos con seguridad, comodidad y garantizando un costo óptimo de operación. (Vergara Vicuña, 2010)

Funciones del pavimento

- Resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Resistente ante los agentes de intemperismo.
- Mostrar una textura superficial eficaz para la velocidad de circulación de vehículos.
- Resistente al desgaste por efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Precisar de durabilidad.
- Garantizar un costo óptimo de operación.
- Moderar el ruido de rodadura en el interior y exterior de los vehículos al ser utilizados.
- Poseer el color adecuado para evitar reflejos, deslumbramiento y brindar seguridad al tránsito.

Clasificación de pavimentos

Pavimentos flexibles (convencional)

Pavimento formado por una mezcla asfáltica (carpeta asfáltica, base y sub – base) extendida y compactada sobre la sub – rasante y que puede tener sub – capas, posee la capacidad de maleabilidad, soporta las solicitaciones del tránsito

Pavimentos semirrígidos

Pavimento que presenta similitudes con el pavimento flexible y rígido, variando en que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo, el cual puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. Asimismo, posee la capacidad de soportar cargamentos muy pesados como aviones o camiones, garantizando estabilidad.

Pavimentos rígidos

Pavimento que posee como superficie de rodadura una losa de concreto hidráulico apoyada en capas de diversos materiales, la cual distribuye las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores a través de la superficie de la losa y colindantes, caracterizado por ser un pavimento muy resistente, siendo muy utilizado en las ciudades y fábricas industriales. Se subdividen en 5 tipos de pavimento rígido, los cuales son:

- De hormigón simple.
- De hormigón simple con barras de transferencia de carga.
- De hormigón reforzado y con refuerzo continuo.
- De hormigón presforzado.
- De hormigón fibroso.

- **Concreto**

Es considerado el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. Es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos de aditivos. El hormigón es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo a normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con las

características de economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación. Además, presenta una alta resistencia a la compresión, pero una baja resistencia a la tracción (generalmente es el 10% de su resistencia a los esfuerzos de compresión), por lo que se refuerza con varillas de acero, para que sean estas las que soporten tales esfuerzos (concreto armado). Se ha considerado que en la determinación de la calidad de concreto intervienen aproximadamente 200 variables de las cuales unas son inherentes al diseño y otras al proceso de fabricación; por lo anterior, la dosificación y producción del concreto es un trabajo complejo en el que se deben seguir las normas establecidas respecto a dosificación y calidad del agregado y proceso de fabricación; y en la medida en que se adapten tecnologías foráneas a las condiciones propias de la región, empleando materiales nativos y soluciones autóctonas, se ganará en economía. (Gutiérrez de López, 2003)

Consideraciones básicas

- **Economía:** El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo, a excepción de algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto, los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes, debido a que el cemento es más costoso que los agregados.
- **Trabajabilidad:** Un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado

deben ser minimizados. El concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación, la cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados.

- **Resistencia y durabilidad:** Las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión, también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de este. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles. Asimismo, estas especificaciones pueden requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo o ataque químico, logrando establecer limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), el contenido de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos.

Componentes del concreto.

Cemento

Material inorgánico finamente dividido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece en virtud de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

Por otro lado, el Cemento Portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua. Conociendo a este procedimiento como hidratación. Cuando esta se adiciona a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada u otro material granular), actúa como un adhesivo y los une para formar concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo. (CEMEX, 2019)

Todas las modalidades de hormigones (concreto) a base de cementos portland poseen un alto grado de durabilidad y resistencia, como prueba de esto aparecen las grandes edificaciones, obras públicas y demás construcciones, algunas situadas incluso en las más duras condiciones geográficas como próximas al mar.

Según la información mencionada anteriormente (CEMEX, 2019), en la actualidad, se fabrican diferentes tipos de Cemento Portland para aplicaciones específicas. Estos se producen de acuerdo con las especificaciones normativas, en el caso de nuestro país contamos con las NTP (Normativa Técnica Peruana) NTP 334.009 (Cementos Portland. Requisitos), basada en la ASTM C 150

Clasificación de los cementos

Los cementos pueden clasificarse en diferentes tipos:

- Cemento Portland: Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker, compuesto de silicatos de calcio hidráulicos, contiene una o más formas de sulfato de calcio.
- Cemento Portland Tipo I. Destinado a obras de concreto en general, cuando no se logra observar la especificación de la utilización de otro tipo.
- Cemento Portland Tipo II. De moderada resistencia a los sulfatos, destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación, cuando sea especificado.
- Cemento Portland Tipo V. Del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos.

- Cemento Portland Puzolánico: Se obtiene por la pulverización conjunta de una mezcla de Clinker portland y puzolana con la adición eventual de sulfato de calcio. La puzolana se caracteriza por ser un material silicoso o silico-aluminoso, puede tener poca o ninguna actividad hidráulica que, en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias para formar compuestos que poseen propiedades hidráulicas. Asimismo, el contenido de puzolana debe estar comprendido entre 15% y 40% en peso del total.
- Cemento Portland Puzolánico Tipo IP. Para usos en construcciones generales de concreto. El porcentaje adicionado de puzolana se encuentra entre 15% y 40%.
- Cemento Portland Puzolánico Modificado Tipo IPM. Para uso en construcciones generales de concreto. El porcentaje adicionado de puzolana es menor de 15%.
- Cemento Portland de escoria de alto horno: Contiene escoria de alto horno, obtenida por la pulverización conjunta de una mezcla de Clinker Portland y escoria granulada de alto horno, con la adición eventual de sulfato de calcio. El contenido de escoria granulada de alto horno debe estar comprendido entre 25% y 65% en peso del total.
- Cemento Tipo MS: Corresponde a la norma de performance de cementos Portland adicionados, en el tipo de moderada resistencia a los sulfatos.
- Cemento Portland Compuesto Tipo ICo: Es un cemento adicionado obtenido por la pulverización conjunta de Clinker portland, materias calizas como travertino y/o hasta un máximo de 30% de peso.
- Cemento de Albañilería: El cemento de albañilería es el material obtenido por la pulverización conjunta de Clinker Portland y materiales que mejoran la

plasticidad y la retención de agua, haciéndolos aptos para trabajos generales de albañilería.

Agregados

Se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable, es decir, es el conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros) y cuyas dimensiones están comprendidas entre límites fijados según la normativa vigente NTP 400.12. Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de concreto. En consecuencia, son responsables de gran parte de las características del mismo, generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

Además, se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

Clasificación de Agregados:

- Por su naturaleza: De uso frecuente, utilizados en el concreto y se pueden clasificar en: agregado fino (pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200), agregado grueso (queda retenido en el tamiz N° 4 y proviene de la desintegración de las rocas) y el hormigón.

- Por su densidad: Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.
- Por el origen, forma y textura superficial: Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades. En términos descriptivos, la forma de los agregados puede ser: angular (poca evidencia de desgaste en caras y bordes), sub angular (evidencia de algo de desgaste en caras y bordes), sub redondeada (considerable desgaste en caras y bordes), redondeada (bordes casi eliminados) y muy redondeadas (sin caras, ni bordes).
- Por el tamaño del agregado: Clasificados en agregados finos y agregados gruesos. (Ávila Cárdenas, 2015)

Agua

El agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas (10% - 25%) y como medio de curado de las estructuras recién construidas. La importancia está en las características fisicoquímicas. (Ávila Cárdenas, 2015)

Características del concreto

El concreto puede adoptar diferentes formas, según los requerimientos del proyecto. Asimismo, se tienen otras características fundamentales, tales como:

- **Mecánicas:** Es recomendable el uso del concreto debido a su óptima resistencia a los esfuerzos de compresión, siendo diferente a los esfuerzos de corte de tracción, donde se recomienda ser usado en casos donde las necesidades de

tracción son pequeñas o nulas. Para comprobar la resistencia del concreto, es necesario realizar pruebas mecánicas de rotura, las cuales se ejecutan en recipientes con muestras de concreto para determinar que la mezcla de hormigón suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia requerida para una estructura determinada. Esta capacidad se expresa en términos de esfuerzo en kg/cm^2 , MPa y en algunos casos en libras por pulgada cuadrada (psi). Un resultado de prueba es el promedio de por lo menos 2 pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional, elaboradas con la misma muestra de concreto, y sometidas a ensayo a la misma edad. (CEMEX, 2019)

- Físicas: Dentro de las características físicas del concreto, se tienen las siguientes:

Compresión: El concreto común llega a soportar entre 150 y 500 kg/cm^2 . En el hormigón especial de gran tenacidad logra alcanzar los 2000 kg/cm^2 .

Tensión: Esta es mínima a la hora de tomarse en cuenta en el cálculo global.

Fraguado: El tiempo varía de acuerdo a la temperatura y humedad del ambiente.

Endurecimiento: Se da de manera paulatina, obedeciendo a los parámetros existentes, como la saturación, el calor, entre otros.

Estados del concreto

- Estado fresco: Caracterizado por su trabajabilidad y cohesividad, al inicio el concreto es blando y puede ser trabajado de diferentes maneras, conservándose durante la colocación y compactación.
- Estado fraguado: El concreto empieza a volverse rígido, esto sucede después de la compactación y durante el acabado.

- Estado endurecido: Caracterizado por su resistencia y durabilidad, una vez que el concreto ha fraguado, este comienza a endurecer y ganar resistencia

Diseño de mezcla de concreto

Procedimiento donde se realiza una selección de ingredientes convenientes a emplear en el concreto (cemento, agregados, aditivos y agua), logrando la determinación de sus cantidades relativas con la finalidad de producir un concreto de mayor trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada. Dichas proporciones dependerán de cada ingrediente mencionado, los cuales a su vez dependen de la aplicación particular del concreto, también se consideran otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químico especiales. Además, se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, perteneciendo en gran parte como un procedimiento empírico. (Laura Huanca, 2006, pág. 4)

Información requerida para el diseño de mezcla de concreto

- Análisis granulométrico de los agregados.
- Peso unitario compactado de los agregados fino y grueso.
- Peso específico de los agregados fino y grueso.
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados fino y grueso.
- Perfil y textura de los agregados.
- Tipo y marca del cemento.
- Peso específico del cemento.
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

- **Madurez del concreto**

La madurez del concreto es la relación de la temperatura del hormigón con su resistencia, es decir, se introduce para tener en cuenta el efecto de la temperatura y el tiempo sobre la hidratación del cemento, como también el desarrollo de las propiedades mecánicas del hormigón, siendo estandarizado por la ASTM (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales).

Por otro lado, el estimativo de la resistencia del concreto en sitio se basa en ensayos de probetas curadas en obra o en procedimientos para evaluar su resistencia, siendo previamente aprobado por un profesional facultado o por la autoridad competente. Asimismo, para ello se aplica el Método de Madurez de manera que se obtienen resultados confiables, y brinda la facilidad de obtener la resistencia de una estructura en campo. Esta metodología se basa en que el concreto obtiene resistencia con la edad y temperatura, posibilitando el conocimiento de la resistencia de la estructura en tiempo real y a edades tempranas.

Utilidad de la madurez del concreto

- Tiempos de desmolde.
- Vaciados con climas fríos.
- Momento para postensar y pretensar aceros.
- Momento de corte de juntas en pavimentos.
- Apertura al tráfico.
- Temperaturas en vaciados masivos.
- Tiempos de protección térmica.
- Calidad del hormigón.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se puede determinar los tiempos de corte óptimos para juntas de construcción en pavimentos rígidos, Trujillo 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar los tiempos de corte óptimos para juntas en construcción de pavimentos rígidos, Trujillo 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

O.E.1. Realizar la caracterización de agregados.

O.E.2. Realizar tres diseños de mezcla en relación agua/cemento 0.50, para el concreto con cemento tipo I, concreto con cemento tipo ICo, y concreto con cemento tipo Ms.

O.E.3. Determinar la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez empleando probetas cilíndricas curadas a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas, 2 días, 7 días y 28 días; siguiendo los parámetros de la norma ASTM C 1074 – NTP.339.217.

O.E.4. Determinar el índice y la curva de madurez del hormigón usando cemento tipo I, tipo ICo y tipo MS.

O.E.5. Realizar la prueba de hipótesis y determinar si los tiempos de corte para juntas de construcción influye positivamente en los pavimentos rígidos.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Los tiempos de corte óptimos para juntas de construcción en pavimentos rígidos permiten determinar un valor fiable optimizando recursos y tiempo en el sector construcción, Trujillo 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El factor temperatura – tiempo del hormigón varía dependiendo del tipo de cemento, dosificación de agregados y el rango de temperaturas que el hormigón experimentará mientras endurece.
- La determinación de la resistencia del hormigón respecto a los factores tiempo y madurez, posibilitará un corte limpio y sin desfragmentación de la junta teniendo en cuenta las normativas vigentes ASTM C1074 – NTP 339.217.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según el propósito

El conocimiento perseguido es una Investigación Aplicada, ya que según Nava (2016), se enriquece con los avances y se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos, garantizando resultados y productos de la investigación.

El número de mediciones en un determinado tiempo se sujeta a estudios longitudinales, puesto que, según Veiga de Cabo, De la Fuente, y Ziimmemann (2008), dentro de los estudios descriptivos, estos se establecen en un periodo de tiempo como base del estudio, es decir, la base en estudio se establece en el tiempo real. Podemos incluir que, la planificación en las mediciones o recolección de datos se considera estudio Prospectivo, debido a que, en el caso de los estudios descriptivos longitudinales, una vez establecido el inicio del estudio se realiza un seguimiento de la población en el tiempo.

Según el diseño

La intervención del investigador es de Diseño Experimental, puesto que según Ramón (s.f.), se establecen relaciones causa-efecto, cuando se desea estudiar como una variable independiente modifica una variable dependiente. Además, indica que una variable independiente produce una variación específica y la variable dependiente depende de la manera como esté diseñado el experimento.

Diseño de investigación

Respecto a su clasificación, encontramos que esta investigación corresponde a una investigación experimental, ya que se toma una acción para medir las consecuencias, además de analizar una variable independiente que afectan a la variable dependiente, en este caso nuestra variable independiente (causa) es tiempos de corte óptimos para las juntas, y la variable dependiente (consecuencia) es la fisuración en los pavimentos rígidos.

El enfoque considerado para esta investigación es el cuantitativo, el cual según Monje (2011), el investigador debe ordenar y sistematizar sus inquietudes o preguntas, para posteriormente elaborar de manera organizada los conocimientos del tema de interés que le constituyen y hacer explícita la teoría en que basará su estudio, donde implica: pensar, leer, reformular inquietudes, proponer teoría y revisar conceptos.

Por añadidura, según Gómez (2018), el enfoque cuantitativo toma los métodos de las ciencias físico-naturales, con el objetivo de explicar, predecir y controlar los fenómenos. Además, utiliza la recolección y análisis de datos, llevando a cuantificar y aportar evidencia a una teoría que se tiene para explicar algo, manteniéndose hasta que sea refutada o se alcance una mejor explicación de la misma.

Por tanto, esta investigación se sostiene de este enfoque, debido a que se ordena y sistematizan inquietudes, utilizando la recolección y análisis de datos de forma organizada, explicando la teoría de manera explícita sobre los tiempos de corte óptimos en las juntas para evitar la fisuración en pavimentos rígidos.

Variables

Tiempos de corte óptimos para las juntas

Las juntas de construcción se utilizan en juntas transversales cuando se debe detener la construcción de la placa por finales de fundida o en juntas longitudinales, el diámetro, longitud y espaciamiento de las juntas de construcción en las juntas transversales, se deben especificar con los mínimos criterios de diseño de las juntas transversales de contracción. Asimismo, el corte óptimo para juntas de construcción es una labor específica realizada con la finalidad de que las fisuras en el concreto se presenten en el lugar planeado o diseñado, y de esta manera, garantizar durabilidad y vida útil a los pavimentos de concreto. (Silva, 2020)

Pavimentos rígidos

Los pavimentos son estructuras sobre capas superpuestas de materiales procesados por encima del terreno natural, que tienen por finalidad distribuir las cargas aplicadas a la subrasante. Un pavimento rígido es un pavimento autoportante constituido por una losa de hormigón de cemento portland que se apoya sobre la base o una capa de sub-base que transmite directamente los esfuerzos al suelo de forma minimizada. (Parera, 2017)

Método de madurez

A fin de agilizar los plazos, incrementar la seguridad y mejorar los métodos de construcción, los equipos de construcción necesitan saber la resistencia del concreto en el sitio de trabajo en tiempo real. Es por ello que, el método de la madurez es una forma

de evaluar la resistencia del concreto recién colocado, relacionando el tiempo y las mediciones de temperatura a valores de resistencia reales. Además, se calcula mediante el seguimiento de cambios en la temperatura del concreto fresco con el tiempo, y cuando se conoce la madurez de un determinado concreto, se puede utilizar esa relación específica para obtener un valor fiable de su resistencia.

Tabla 1
 Matriz de clasificación de variables

Variables	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Formas de medición
Tiempos de corte óptimos	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Cemento Portland Tipo I Co, Tipo MS, Tipo I.	Directa
Juntas en pavimentos rígidos	Independiente	Cuantitativa continua	Razón	Resistencia a la compresión	Directa

2.1.1. Operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz de operacionalización de la variable dependiente tiempos de corte óptimos de la junta.

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Tiempos de corte óptimos.	El tiempo de corte es el momento óptimo donde se puede iniciar a cortar la losa sin que se presente arrastra de árido desprendimientos.	La variable de tiempos de corte óptimos de la junta se medirá mediante ensayos de Grado de temperatura.	Caracterización de los agregados	Gradiente de temperatura	°C	Guías de observación
			Caracterización de los agregados	Diferencia de temperatura entre hormigón y ambiente	°C, kg/cm ²	

Tabla 3
Matriz de operacionalización de la variable independiente fisuración en los pavimentos rígidos.

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.I.: Juntas en pavimentos rígidos.	Los pavimentos de concreto son una prueba importante para el concreto como material ya que, sumado a los cambios dimensionales que sufre durante su evolución, es una estructura muy expuesta al medio ambiente, sufre también intensos cambios de humedad y, en algunos casos, fuertes gradientes de temperatura y humedad que causan deformaciones diferenciales, lo cual lleva a fisuras en el concreto en estados tanto fresco como endurecido. (Becker, 2016)	El factor temperatura-tiempo se medirá mediante dispositivos especializados. El índice de madurez se medirá mediante el seguimiento de cambios de temperatura y muestras analizadas en laboratorio	Resistencia a la compresión	Método de Madurez	°C – días, kg/cm ²	Guías de observación

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

En este trabajo de investigación se considera como población al hormigón para la evaluación del tiempo óptimo de corte.

Según Narváez (2014), alega que la muestra es parte de la población seleccionada mediante alguna técnica. Es un subconjunto representativo, adecuado y válido de la población.

2.2.2. Muestra

Esta investigación emplea la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, donde refiere que las muestras de población se seleccionarán, porque se encuentran disponibles por el investigador, considerando que es una técnica de mayor velocidad, costo - efectividad y facilidad de disponibilidad de la muestra.

Según el Comité Técnico de Normalización de Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado (CTNA, 2016), nos indica que se deben preparar al menos 15 probetas de acuerdo con la NTP 339.183. Además, los sensores de temperatura serán incrustados dentro de los ± 15 mm de los centros de al menos 2 probetas, de inmediato se conectarán los sensores a los instrumentos de madurez o a los accesorios que registran las temperaturas. Luego, a menos que se especifique lo contrario, los ensayos de compresión se realizarán a edades de 1d, 3d, 7d, 14d y 28d de conformidad con la NTP 339.034. Se deben ensayar 2 probetas a cada edad y computarizar la resistencia promedio.

Si el rango de resistencia a la compresión de 2 especímenes excede el 10 % de su promedio, ensayar otros cilindros y hallar el promedio de los 3 ensayos. Si un resultado es bajo, esto es debido a que es defectuoso obviamente, se descartará este resultado.

Sin embargo, bajo experiencia del asesor y a fin de aumentar la confianza y credibilidad de resultados, en esta investigación se utilizará Cemento Tipo I, Cemento Tipo MS y Cemento Tipo I Co, elaborando 20 especímenes por cada relación de agua/cemento (0.50 c/u) y evaluándolas a 5 edades, obteniendo así 60 probetas que serán analizadas minuciosamente.

Tabla 4
 Tipo de muestreo

Tipo de muestreo		
Muestreo no probabilístico	Por conveniencia	Juicio de expertos NTP 339.217
Accesible	Velocidad	Cemento Tipo I
Rápida investigación	Costo- Efectividad	Cemento Tipo I Co
Controlable	Facilidad	Cemento Tipo MS
Menor costo y tiempo	Disponibilidad	20 especímenes concreto rel a/c 0.50

Técnica de muestreo

En esta investigación, la muestra que se empleó fue de tipo no probabilístico, por intermedio de la evaluación de juicio por expertos a cargo del ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz.

Tamaño de muestra

El experto mencionado anteriormente, determinó en base a su experiencia y a fin de aumentar la confianza y credibilidad de resultados, en esta investigación se utilizará Cemento Tipo I, Cemento Tipo MS y Cemento Tipo I Co, elaborando 20 especímenes por cada relación de agua/cemento (0.50 c/u) y evaluándolas a 5 edades, obteniendo así 60 probetas que fueron analizadas minuciosamente en consideración con la norma ASTM C1074 – NTP 339.217. Esta información se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 5

Total de probetas a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto en Cemento Tipo I.

Tipo de cemento	Relación agua/cemento	Edad de curado	Ensayo	Dimensiones de probetas	# de probetas
Cemento Tipo I	0.50	8 h	Resistencia a la compresión	4" x 8"	3
		12 h			3
		24 h			3
		36 h			3
		48 h			3
		7 d			3
		28 d			3
Sub Total 1 de probetas					21

Tabla 6

Total de probetas a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto en Cemento Tipo ICo.

Tipo de cemento	Relación agua/cemento	Edad de curado	Ensayo	Dimensiones de probetas	# de probetas
Cemento Tipo ICo	0.50	8 h	Resistencia a la compresión	4" x 8"	3
		12 h			3
		24 h			3
		36 h			3
		48 h			3
		7 d			3
		28 d			3
Sub Total 2 de probetas					21

Tabla 7

Total de probetas a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto en Cemento Tipo MS.

Tipo de cemento	Relación agua/cemento	Edad de curado	Ensayo	Dimensiones de probetas	# de probetas
		8 h			3
		12 h			3
		24 h	Resistencia a la compresión	4" x 8"	3
Cemento Tipo MS	0.50	36 h			3
		48 h			3
		7 d			3
		28 d			3
Sub Total 3 de probetas					21

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la realización de este trabajo de investigación, se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica de recolección de datos

Este trabajo se lleva a cabo haciendo uso de técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos. Es por ello que, se considera fundamental que los materiales, tales como: el agua, agregado fino y grueso, no contengan ningún tipo de impurezas y sean de buena calidad. Asimismo, el agua se extrajo de Trujillo y los agregados se obtuvieron de la cantera Quebrada El Leon a disposición personal ubicada en El Milagro, siendo transportados hacia el laboratorio de mecánica de suelos, donde posteriormente se realizaron los ensayos correspondientes.

Por otro lado, según Cementos Pacasmayo (CP, 2022), los cementos empleados para nuestras mezclas son de la marca de Cementos Pacasmayo, se emplearon los siguientes tipos

- Cemento Portland Tipo ICo: Permite óptimo desarrollo de resistencias y excelente trabajabilidad, diseñado para todo tipo de usos.
- Cemento Pacasmayo Tipo I: Contiene alta resistencia a todas las edades, gracias a su nuevo diseño de Clinker, incrementa la durabilidad del concreto.
- Cemento Portland Tipo MS: Protege al concreto del salitre, su diseño con moderado calor de hidratación, lo hace ideal para climas cálidos.

Según Kionetworks (2022), las técnicas de recolección de datos con el conjunto de reglas y procedimientos que le permiten al investigador poder establecer una relación con el objeto o sujeto de la investigación.

Por lo tanto, la técnica que se empleó para la recolección de datos en este trabajo de investigación fue la observación, debido a que se analizaron los ensayos realizados en el laboratorio, según lo especifican los lineamientos de la Norma Técnica Peruana vigente mencionadas a continuación:

- a. Peso unitario del concreto fresco (Norma Técnica Peruana 339.046, 2017)

Determinar la relación entre masa y volumen del concreto para ser comparado con el diseño teórico.

- b. Determinación de la temperatura de mezclas de concreto (Norma Técnica Peruana 339.184, 2002)

Determinar la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados, esta temperatura depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, del calor liberado por la hidratación del cemento, energía del mezclado y medio ambiente.

- c. Asentamiento de concreto fresco con el Cono de Abrams (Norma Técnica Peruana 339.035, 1999)

Determinar el asentamiento del concreto fresco en un determinado rango, verificando el cumplimiento de las especificaciones.

- d. Resistencia del concreto por el método de madurez (Norma Técnica Peruana 339.217, 2016)

Establece un procedimiento para estimaciones de resistencia del concreto por medio del método de madurez, el índice de madurez es expresado en términos de factor tiempo-temperatura.

- e. Ensayo de resistencia a la compresión (Norma Técnica Peruana 339.034, 2015)

Establece la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto.

Instrumento de recolección de datos

Se tiene el Registro de Madurez en laboratorio, en consideración de la implementación de la curva de madurez generando un historial térmico del comportamiento de la mezcla. Determinamos los incrementos de edad, también los promedios de temperatura que está supeditado a verificar las temperaturas corrientes y la del día anterior, seguido de ello se calcula el factor tiempo – temperatura de manera individual y acumulada. Al calcular el factor de temperatura – tiempo, se tiene en cuenta el valor adecuado de la temperatura de referencia, que puede variar dependiendo del tipo de cemento, el tipo y dosificación de agregados, el uso de aditivos que afecten el proceso de hidratación y el rango de temperaturas que el hormigón experimentará mientras endurece. Según la ASTM C1074, propone un método donde se tiene una temperatura datum referencial recomendada igual a 0°C de manera constante cuando los rangos de temperatura de curado de los concretos están en un rango de 0° a 40°C, esta función no se recomienda cuando se prevé que el hormigón soportará un rango de temperatura mucho más amplio. Siendo nuestro caso, al carecer de un clima adrede a comparación de otras zonas, entonces se opta por tomar la temperatura datum con un valor de 0°C.

En la resistencia a la compresión, donde se tiene que implementar un valor de

variación que se refirió de acuerdo a la consideración que la normativa presenta,

respecto a los resultados, tomando como edad de referencia por días, además se calculó la resistencia a la compresión de manera individual y un promedio de las mismas.

Se tiene en consideración que los resultados analizados no tienen variación entre ellos por más del 10%. Es por ello que, esta variación se determina efectuando la diferencia entre el máximo valor y el mínimo valor. Posteriormente, es dividido entre el promedio de ambos valores establecidos en porcentaje.

Según normativa, indica que se tienen que preparar 2 ensayos por cada edad de rotura, donde se tiene disponible 15 probetas, evaluando 10 de ellas, si el valor de variación está por encima del 10%, la norma indica que se debe ensayar una probeta más para poder promediar y verificar que el cumplimiento de la restricción mencionada anteriormente, se cumpla para dar viabilidad a los valores obtenidos.

Los datos de madurez se han obtenido en base al Registro de Madurez del laboratorio según edades y los valores de resistencia promedio están abocados para determinar el valor de resistencia que tenemos de acuerdo a los datos obtenidos basados en las tablas explicadas anteriormente.

La curva de madurez se diagrama teniendo en consideración que en el eje horizontal se encuentran los valores de madurez y en el eje vertical, los valores de la resistencia a la compresión obtenidos. La fórmula conseguida se usa para predecir la resistencia a la compresión, donde una vez identificados los puntos señalados, se crea una línea de tendencia logarítmica para determinar el acercamiento que debe existir entre los 5 puntos y así poder hallar una fórmula que permita conocer el valor de la resistencia en cualquier parte de la curva.

Ahora bien, los instrumentos utilizados para el registro de datos de la investigación, será mediante reportes, fichas o guías, con la finalidad de tener nuestros datos de manera organizada. Además, los instrumentos empleados para la recolección de datos, son:

- a. Muestreo de concreto fresco (Norma Técnica Peruana 339.046, 2017)

Recipiente no absorbente de capacidad mayor a 28 litros, palas, cucharones, tamices estándar.

- b. Determinación de la temperatura de mezclas de concreto (Norma Técnica Peruana 339.184, 2002)

Recipiente no absorbente con recubrimiento mínimo de 3 pulgadas

- c. Asentamiento de concreto fresco con el Cono de Abrams (Norma Técnica Peruana 339.035, 1999)

Cono de Abrams, barra compactadora, instrumento de medida (regla de metal rígido o wincha), herramientas pequeñas.

- d. Resistencia del concreto por el método de madurez (Norma Técnica Peruana 339.217, 2016)

Moldes cilíndricos, paleta, varilla de hierro, aceite, hormigonera, sensores especial con precisión de ± 1 ° C, lector de madurez.

- e. Ensayo de resistencia a la compresión (Norma Técnica Peruana 339.034, 2015)

Máquina de ensayo de resistencia, prensa hidráulica.

De manera general, se usarán:

- Transductores: Son dispositivos que transforman o convierten una magnitud física en una señal eléctrica. Tal es el caso de las siguientes magnitudes: temperatura, presión, humedad del aire, presión sonora, caudal o luz, y se convierten en una señal normalizada.
- Termocuplas: Es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce una diferencia de potencial muy pequeña al cual se le asocia una temperatura, además de ser el sensor de temperatura más empleado a nivel industrial.
- Sensores de temperatura: Aquel dispositivo empleado para medir y/o registrar la señal de la termocupla, capaz de transmitir los datos por: Bluetooth, Wi-Fi, IoT, protocolos propios.
- Registrador de Datos o “Data Logger”: Permite el registro y lectura de datos de un sensor de temperatura, por conexión directa o indirecta.

Por otro lado, existen diversas empresas de las cuales se pueden adquirir los instrumentos mencionados anteriormente, estas son:

- Command Center: Empresa americana dedicada exclusivamente al sistema de madurez.
- Doka: Empresa europea líder mundial en suministro de encofrados, soluciones y servicios para la construcción, cuenta con un sistema de madurez.
- Flir: Empresa líder en sistemas de medición térmicos, entre sus diversas áreas tiene un sistema de control de madurez.

- Giatec: Empresa canadiense, dentro de sus productos cuenta con el sistema de control de madurez.
- Sensohive: Empresa europea especializada en sensores inalámbricos y soluciones de IoT.

Validación del instrumento de recolección de datos

En esta investigación se validaron los instrumentos de recolección de datos, mencionados anteriormente, gracias a la firma del ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, debido a su trayectoria y experiencia en el ámbito de tecnología del concreto, teniendo en cuenta la consideración fundamental de cumplir con lo que se requiere representar de manera efectiva.

Análisis de datos

La investigación que se presenta emplea el uso de dos técnicas, siendo la primera la estadística descriptiva, debido a que se utilizan tablas y figuras estadísticas con la finalidad de estimar una mejor representación de los resultados requeridos. Asimismo, se emplea la estadística inferencial con la finalidad de conocer el comportamiento de una población determinada mediante información previa proporcionada.

Análisis de distribución normal

Esta investigación hará uso de la prueba Shapiro – Wilk, con la finalidad de conocer la normalidad de los datos propuestos, debido a que se tiene un tamaño de

muestra “n” menos a 50. De tal manera, al plantear un nivel de confianza del 95%, se tendrá en consideración una significancia del 5% para esta prueba.

Análisis de varianza

Al demostrar que los datos anteriormente analizados se distribuyen de manera normal, se llevó a cabo el análisis de varianza empleando la prueba paramétrica Anova de un factor, considerando una significancia del 5%, con la finalidad de poder determinar si las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas.

Definición de hipótesis nula e hipótesis alternativa.

La investigación que se presenta plantea como hipótesis nula (H_0) y como hipótesis alternativa (H_a) enumeradas a continuación:

- H_0 : La determinación de los tiempos de corte para juntas de construcción no influye positivamente en los pavimentos rígidos.
- H_a : La determinación de los tiempos de corte para juntas de construcción influye positivamente en los pavimentos rígidos.

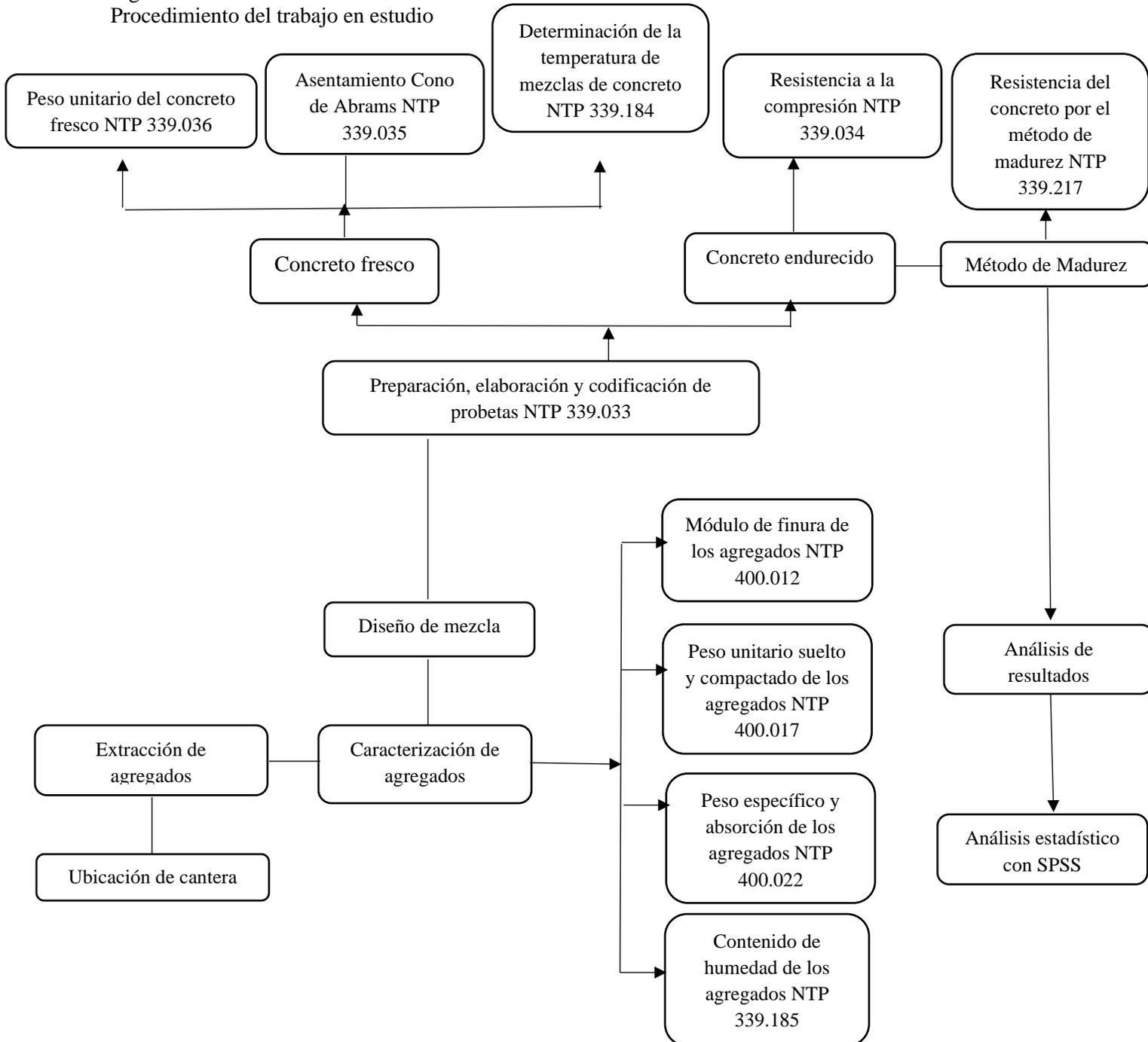
Instrumento de análisis de datos

La investigación que se presenta utilizó el programa Microsoft Excel para elaborar las matrices requeridas, además de las tablas detalladas anteriormente. Con respecto a las gráficas, se ha considerado emplear el programa Microsoft Word para el diseño del mismo. Además, es fundamental el uso de la herramienta estadística SPSS.

2.4.Procedimiento

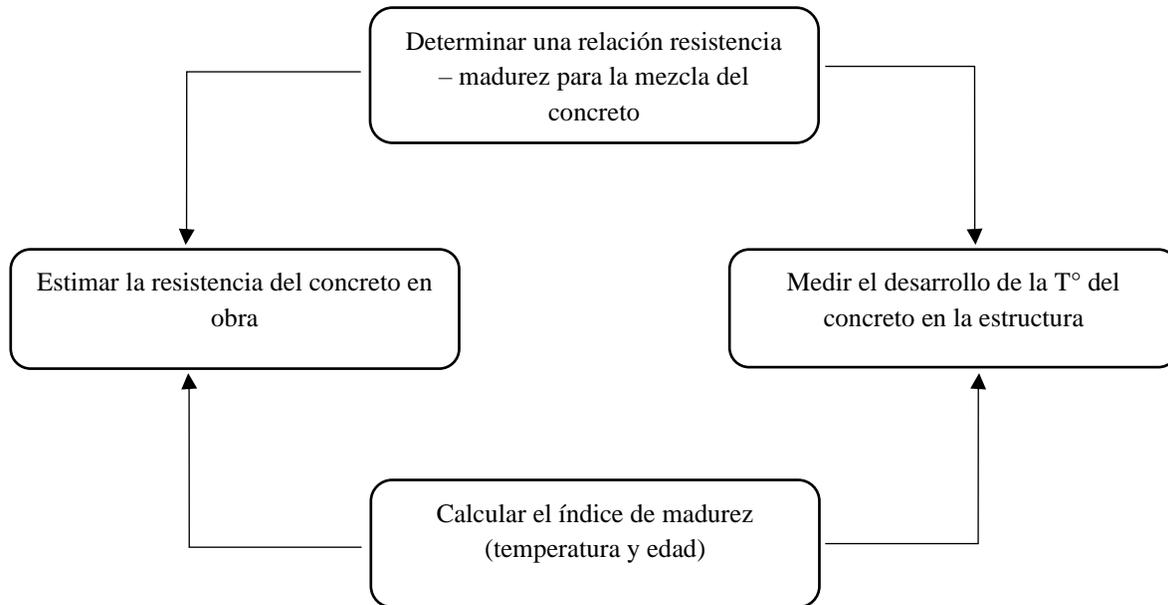
Se realiza el siguiente procedimiento:

Figura 1
Procedimiento del trabajo en estudio



Nota 10. Procedimiento del trabajo en estudio

Figura 2
Realización método de madurez



Nota 11. Realización método de madurez

2.4.1. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

Este ensayo hace uso de la Norma Técnica Peruana 400.012, estableciendo el método para la determinación de la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Asimismo, los resultados serán empleados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado, según los requisitos que exige la especificación técnica de la obra, además de proporcionar datos significativos para el control de la producción de agregados, que también pueden ser utilizados para correlacionar el esponjamiento y embalaje. (INACAL, 2013)

Por otro lado, la determinación exacta del material más fino que la malla N°200 no puede ser obtenida por la NTP 400.012, por ello, se emplea la NTP 400.018. Y, para la determinación de los agregados gruesos se procede a consultar los métodos de muestreo y análisis en la ASTM C 637. A continuación, se detallarán los aparatos utilizados para este ensayo:

- Balanzas: La balanza para agregado fino deberá contar con aproximación de 0,1 gr. y exacta a 0,1 gr. o 0,1% de la masa de la muestra, cualquier que sea mayor, dentro del rango de uso; por otro lado, para agregado grueso deberá contar con aproximación y exacta a 0,5 gr. O 0,1% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.
- Tamices: Los tamices serán montados sobre armaduras cumpliendo con la NTP 350.001.
- Agitador mecánico de tamices: El agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral, provocando que las partículas tiendan a saltar y girar, presentando diferentes orientaciones a la superficie del tamizado.
- Horno: Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Por otro lado, para el muestreo del agregado fino se tomará la cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, que será de 300 gramos mínimo. Y, para el muestreo del agregado grueso se usará la cantidad de agregado conforme a lo indicado en ASTM C 637.

Además, el procedimiento se desarrolla siguiendo los pasos detallados a continuación:

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Seleccionar tamaños adecuados de los tamices a fin de proporcionar la información necesaria por las especificaciones que cubran el material a ensayar.
- Ajustar los tamices en orden de abertura decreciente y colocar la muestra sobre el tamiz superior, agitar los tamices manual o mecánicamente por un periodo apto.
- Determinar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado, obteniendo que todas las partículas puedan alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación del tamizado. Prevenir una sobrecarga de material sobre un tamiz individual.
- Continuar con el tamizado a fin de que no más del 1% de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pase a través de este durante un minuto de tamizado manual.
- Determinar la cantidad de material que pasa, el total retenido y el retenido sobre cada tamiz, expresado en porcentaje al 0.1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra.
- Llevar a cabo el cálculo del módulo de finura mediante la suma de cada cantidad de material acumulado retenido de los tamices N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8", 3/4", 1 1/2".
- Finalmente, el resultado de la suma es dividido entre 100.

2.4.2. Peso unitario del agregado fino y agregado grueso

Este ensayo hace uso de la Norma Técnica Peruana 400.017, a fin de determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto, haciendo uso de los siguientes aparatos para su realización:

- Balanza: La balanza deberá contar con aproximación a 0,05 kg, permitiendo leer con exactitud de 0,1% del peso de la muestra.
- Barra Compactadora: La barra deberá ser recta, de acero liso de 5/8'' de diámetro, aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de Medida: Estos deberán ser cilíndricos, metálicos, de preferencia con asas con una capacidad que dependerá del tamaño del agregado de acuerdo con los límites establecidos.
- Pala de Mano: La pala o cucharón deberá tener la suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.
- Equipo de Calibración: La plancha de vidrio de 6 mm de espesor y 25 mm mayor del diámetro del recipiente a calibrar. (INDECOPI, 1999)

Asimismo. el procedimiento se desarrolla siguiendo los pasos detallados a continuación:

- Peso unitario suelto: Primero se debe llenar el recipiente hasta el reboce que se realizará con una pala o cucharón. Luego, se vaciará el material desde una altura que no exceda los 50 mm sobre el borde superior del mismo. Asimismo, se nivelará manualmente la superficie del agregado, para

posteriormente determinar el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente, registrando los pesos con una aproximación de 0,05 kg. El peso unitario se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$PUSC = \frac{G_c - T}{V}$$

Donde:

PUSC = Peso unitario compactado (kg/m³).

G_c = Peso del recipiente lleno de muestra (kg).

T = Peso del recipiente vacío (kg).

V = Volumen del recipiente (m³).

- Peso unitario compactado: Primero se debe optar por llenar 1/3 del total del recipiente de medida, nivelando manualmente su superficie, procurando que la barra no golpee el fondo con fuerza. Luego, se deberá apisonar uniformemente la capa de agregado con 25 golpes empleando la barra compactadora. Asimismo, se procede a llenar a los 2/3 del total y nuevamente se compacta con 25 golpes como se describió anteriormente, empleando la fuerza suficiente para que la barra penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente de medida. Finalmente, se llena el recipiente hasta rebosar, realizando golpes 25 veces con la barra compactadora, y el agregado sobrante se elimina utilizando la misma barra como regla, logrando determinar el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo, de manera que se registran los pesos con una

aproximación de 0,05 kg. El peso unitario se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{100 (W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D = Masa de la muestra seca en gramos.

2.4.3. Peso específico del agregado fino y agregado grueso

Este ensayo emplea la Norma Técnica Peruana 400.022 para agregado fino y la Norma Técnica Peruana 400.021 para agregado grueso, estableciendo un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción pasadas las 24 horas del agregado fino y grueso, con la finalidad de usar estos valores para el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como el control de uniformidad de sus características físicas. A continuación, se detallan los aparatos a emplear:

- Balanza: Deberá ser sensible a 0,1% del peso medio y con capacidad de 1000 gramos o más.
- Frasco: Frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad, calibrado hasta cm³ a 20 °C.
- Molde cónico: Metálico de 40 mm ± 3mm de diámetro en la parte superior, 90 mm ± 3mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm ± 3 mm de altura.

- Barra compactadora de metal de 340 gramos \pm 15 gramos de peso con un extremo de superficie plana circular de 25 mm \pm 3 mm de diámetro.
- Estufa: Una estufa con la capacidad de mantener una temperatura uniforme de 110 \pm 5 °C. (INDECOPI, 2002)

2.4.4. Peso específico y absorción de los agregados

Este ensayo emplea la Norma Técnica Peruana 400.022 para agregado fino y la Norma Técnica Peruana 400.021 para agregado grueso, estableciendo un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas sin incluir los orificios entre las partículas, la densidad relativa y la absorción del agregado fino y el agregado grueso. A continuación, según la NTP de agregado fino y grueso, se detallarán los aparatos a emplear y sus respectivos procedimientos a seguir:

Peso específico y absorción del agregado fino.

APARATOS

- Balanza: Una balanza o báscula que cuente con la capacidad de 1 kg o más, sensibles a 0,1 gramos o menos, y con una precisión de 0,1 % de la carga de ensayo, deberá estar dentro de un rango de 100 gramos de la carga de prueba, la diferencia entre las lecturas deberá tener una precisión de 0,1 gramos.
- Picnómetro: Un frasco u otro contenedor apropiado en el cual la muestra de agregado fino puede ser introducida y el contenido del volumen puede ser calibrado hasta \pm 0,1 cm³.

- Frasco: Un frasco de Le Chatelier, apropiado para una muestra de aproximadamente 55 gramos.
- Molde metálico: El molde deberá tener la forma de un tronco de cono con las dimensiones detalladas a continuación: 40 mm \pm 3 mm de diámetro interior en la parte superior, 90 mm \pm 3 mm de diámetro interior en la parte inferior y 75 mm \pm 3 mm de altura, con un espesor mínimo de 0,8 mm.
- Barra compactadora: La barra tendrá una masa de 340 gramos \pm 15 gramos y una cara plana circular de apisonamiento de 25 mm \pm 3 mm de diámetro.
- Estufa: Una estufa de tamaño suficiente con la capacidad de mantener una temperatura uniforme de 110 °C \pm 5 °C. (INDECOPI, 2002)

PROCEDIMIENTO:

- Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Insertar el picnómetro con 500g \pm 10g de agregado fino saturado seco superficialmente, ocupar de agua adicionalmente hasta el 90% de su capacidad y agitar.
- Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro con la finalidad de eliminar las burbujas de aire visibles.
- Agitar mecánicamente el picnómetro por vibración externa sin degradar la muestra.
- Después de eliminar las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a 23,0 °C \pm 2,0 °C, seguidamente determinar la masa total del picnómetro, el espécimen y el agua.

- Retirar el agregado fino del picnómetro y secar en el horno a una masa constante, a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, enfriar a temperatura ambiente durante $1\text{h} \pm 1/2\text{h}$, y posteriormente determinar la masa.
- Determinar la masa del picnómetro lleno hasta su capacidad de calibración con agua a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Finalmente, para determinar la densidad y la absorción del agregado fino haciendo uso de las siguientes fórmulas:

$$Pe = 997.5 \left[\frac{A}{B + S - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[\frac{S - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

Pe = Peso específico.

A = Peso de la muestra seca (g).

B = Peso del frasco lleno de agua hasta la marca de calibración (g).

S = Peso de la arena en estado SSS (g).

C = Peso del frasco lleno con agua y arena (g).

Peso específico y absorción del agregado grueso.

APARATOS

- Balanza: Sensible a 0,5 gramos y con capacidad de 5000 gramos o más, equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta.
- Cesta con malla de alambre: Con abertura que corresponde al tamiz N°6 o abertura menor, deberá ser construido para prevenir el aire atrapado cuando esté sumergido.

- Depósito de agua: Un depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua.
- Tamices: Un tamiz N°4 o de otro tamaño como sea necesario.
- Estufa: Una estufa con la capacidad de mantener una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

PROCEDIMIENTO:

- Secar la muestra a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, y airear en un lugar fresco a temperatura ambiente entre 1h a 3h. Luego, sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente por un periodo de $24 \pm 4 \text{ h}$.
- Trasladar la muestra del agua y secarla con ayuda de un paño grande absorbente, hasta que las partículas de agua no sean visibles, tener cuidado en evitar la evaporación durante el secado de la superficie.
- Determinar la masa de la muestra ensayada cuya superficie se encuentra en la condición de saturación seca con aproximación de 0,5 gramos o al 0,05% del peso de la muestra, la que sea mayor.
- Colocar la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre, e inmediatamente determinar el peso en agua a una temperatura entre $23 \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$. Asimismo, tener cuidado de quitar todo el aire atrapado antes del pesado.
- Secar la muestra hasta su peso constante a temperatura entre $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, y dejar enfriar a temperatura ambiente durante un periodo de 1h a 3h o hasta que el agregado haya aireado a una temperatura favorable al tacto, y pesar. (INDECOPI, 2002)

- Finalmente, determinar la densidad y la absorción del agregado grueso haciendo uso de las siguientes fórmulas:

$$Pe = 997.5 \left[\frac{A}{B - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[\frac{B - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

Pe = Peso específico.

A = Peso de la muestra seca (g).

B = Peso de la muestra SSS, en el aire (g).

C = Peso sumergido de la muestra SSS (g).

2.4.5. Contenido de humedad de agregados

Este ensayo emplea la Norma Técnica Peruana 339.185, estableciendo un procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o agregado grueso por secado, sin considerar el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por ello no se encuentra incluida en el porcentaje de este método. A continuación, se detallan los aparatos a emplear:

- Balanza: Sensible a 0,1% del peso de prueba en cualquier punto del rango de uso, dentro de cualquier intervalo igual al 10% de la capacidad de la balanza, y la indicación del peso deberá tener una precisión dentro del 0,1% del rango dispuesto.
- Puente de calor: Un horno con la capacidad de mantener la temperatura alrededor de la muestra a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Recipiente para la muestra: Un envase que no se vea afectado por el calor y con la capacidad para contener la muestra sin causas derrames.
- Revolvedor: Una cuchara de metal de tamaño adecuado. (Norma Técnica Peruana 339.185, 2013)

Además, el procedimiento se desarrolla siguiendo los pasos detallados a continuación:

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1%.
- Secar la muestra en el recipiente por medio de una fuente de calor, evitando la pérdida de partículas.
- La muestra estará seca cuando la aplicación de calor cause o pueda causar menos de 0,1% de pérdida adicional de masa.
- Determinar la masa de la muestra seca con aproximación de 0,1% después de que haya secado y enfriado lo suficiente a fin de no dañar la balanza.
- Finalmente, calcular el contenido de humedad total evaporable, según se detalla la fórmula siguiente:

$$P = \frac{100 (W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D = Masa de la muestra seca en gramos.

2.4.6. Diseño de mezcla

La investigación que se presenta obtendrá las cantidades de cada material a emplear en la elaboración del concreto gracias al diseño de mezcla según el método ACI 211.

2.4.7. Ensayos del concreto en estado fresco

Temperatura del concreto.

Este ensayo emplea la Norma Técnica Peruana 339.184, estableciendo un procedimiento para determinar la temperatura de mezclas de concreto en estado fresco. A continuación, se detallan los aparatos a emplear:

- Recipiente: Este debe ser de material no absorbente y amplio para proveer al menos 75 mm de concreto en todas las direcciones alrededor del sensor del dispositivo para la medición de temperatura.
- Dispositivo para medición de temperatura: El dispositivo debe garantizar la capacidad de medir la temperatura de la mezcla de concreto con una exactitud aproximada de $\pm 0,5$ °C, requiriendo una inmersión de 75 mm o menos durante la operación. (Norma Técnica Peruana 339.184, 2002)

Además, el procedimiento se desarrolla siguiendo los pasos detallados a continuación:

- Sumergir el extremo del sensor de temperatura como mínimo 75mm. Realizar una leve presión del hormigón en la superficie alrededor del termómetro para asegurar que la temperatura ambiente no altere la lectura.

- Dejar el dispositivo medidor en el concreto fresco durante un tiempo mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Posteriormente, tomar nota de la lectura y registrar la temperatura con una precisión de 0.5°C.
- Finalizar la medición de temperatura dentro de los 5 minutos después de haber obtenido la muestra.

Asentamiento del concreto

Este ensayo emplea la Norma Técnica Peruana 339.035, definiendo la consistencia de la mezcla por el asentamiento del concreto. A continuación, se detallan los aparatos a emplear:

- Moldes: La muestra del ensayo deberá formarse en un molde de metal que posea un espesor mínimo de 1,5 mm, la tolerancia de los diámetros y alturas debe estar entre ± 3 mm de las dimensiones establecidas.
- Moldes con materiales alternativos: Deben contar con la forma, altura y dimensiones internas.
- Barra compactadora: Barra cilíndrica de acero liso, que consta de un diámetro de 16 mm y 600 mm de longitud.
- Cucharón: Tamaño y forma adecuada para garantizar la obtención requerida de concreto.
- Dispositivo de medida: Regla, cinta métrica o instrumento rígido o semirrígido con una longitud aproximada de 300 mm. (Norma Técnica Peruana 339.035, 1999)

Además, el procedimiento se desarrolla siguiendo los pasos detallados a continuación:

- Humedecer el molde, colocarlo en una superficie plana. Luego, llenar el molde con concreto en tres capas.
- Compactar cada capa realizando 25 golpes empleando la barra compactadora.
- Llenar el molde por exceso antes de realizar la compactación de la última capa. Después, enrasar con la barra compactadora sobre el borde superior del molde. Retirar el molde del concreto en dirección vertical, levantándolo a 300 mm en $5s \pm 2s$, evitando el movimiento lateral, este proceso deberá realizarse sin interrupción en un tiempo no mayor de 2,5 minutos.
- Medir el asentamiento, si se presenta una falla por corte el ensayo deberá ser descartado y se procederá a realizar uno nuevo.

Peso unitario del concreto

Este ensayo emplea la Norma Técnica Peruana 339.046, determinando la relación entre la masa y el volumen del concreto para realizar la comparación con el peso unitario. A continuación, se detallan los aparatos a emplear:

- Balanza de precisión de 01 gramo.
- Wincha
- Vernier

Además, el procedimiento se desarrolla siguiendo los pasos detallados a continuación:

- Desmoldar las probetas.

- Tomar las medidas de diámetro y altura de cada probeta para poder obtener su volumen, y posteriormente llevar un registro.
- Usar la balanza para tomar el peso de cada probeta y registrar estos datos.
- Finalmente, determinar el peso específico del concreto realizando una división del peso de la probeta expresando en kilogramos entre el volumen en metros cúbicos. (Norma Técnica Peruana 339.046, 2008)

2.4.8. Ensayos del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión del concreto.

Este ensayo emplea la Norma Técnica Peruana 339.034, determinando la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto. A continuación, se detallan los aparatos a emplear:

- Colocar el bloque de rotura inferior con la cara endurecida hacia arriba sobre la platina de la máquina de ensayo directamente bajo el bloque de apoyo del asiento esférico superior.
- Limpiar las caras de contacto superior e inferior de los bloques y las del espécimen cilíndrico a ensayar.
- Colocar el espécimen sobre el bloque inferior de rotura, en caso de emplear almohadillas, se deberá limpiar las superficies y centrar la almohadilla sobre el espécimen.
- Alinear los ejes del espécimen cilíndrico con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.

- Adaptar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y la probeta presenta un patrón de fractura definido.
- Realizar el registro del valor de carga máxima alcanzada por la probeta ensayada y tomar nota del tipo de fractura que se examine. (Norma Técnica Peruana 339.034, 2015)
- Calcular el valor de resistencia a la compresión de cada espécimen empleando la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{F}{A}$$

Donde:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²).

F = Fuerza aplicada por la prensa de ensayo (kg).

A = Área de la sección transversal del espécimen (cm²).

Aspectos éticos

Para el desarrollo de los aspectos éticos de este trabajo de investigación, se consideró fundamental respetar los derechos de otros autores, es por ello que, se procedió al citado de toda fuente donde se extrajo información haciendo uso de las normativas APA 6ta edición, además de evaluar y analizar cada dato presentado sin alterar sus valores, para que de esta manera garanticemos un resultado de alta calidad y fiabilidad, siendo de gran ayuda en trabajos posteriores. Asimismo, se respetaron las disposiciones establecidas por el Gobierno del Perú, al tomar en cuenta las medidas de seguridad necesarias en una obra y los lineamientos para prevenir la propagación de la COVID-19,

considerando indispensable el distanciamiento social aumentando el espacio del ambiente donde se encuentran los trabajadores y reduciendo en lo posible el contacto mismo. También se empleó la práctica adecuada de higiene respiratoria, de manos para evitar la transmisión del virus SARS-CoV-2 e higiene ambiental que consiste en mantener limpio el área de trabajo usando productos desinfectantes.

De la misma forma, es responsabilidad del residente de obra garantizar la ejecución de los Lineamientos en las actividades desarrolladas en obra, como también el supervisor de obra y el profesional de la salud deben imponer el cumplimiento de dichas disposiciones en las diferentes etapas de ejecución de la obra, ya sea en fase de inicio (planificación), fase de ejecución y fase de cierre.

También, fue indispensable seguir los lineamientos y/o parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana, American Society for Testing and Materials (ASTM International), American Concrete Institute (ACI) y The National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

OE 1: Realizar la caracterización de agregados

3.1. Caracterización de agregados

Tabla 8

Caracterización del agregado fino.

AGREGADO FINO – ARENA GRUESA ZARANDEADA

Ensayo	U.M.	Norma	Resultado
Módulo de finura	-	N.T.P.400.012	3.00
Peso unitario suelto	kg/m ³	N.T.P.400.017	1718.04
Peso unitario compactado	Kg/m ³	N.T.P.400.017	1852.98
Peso específico	g/cm ³	N.T.P.400.022	2.70
Absorción	%	N.T.P.400.022	1.48
Contenido de humedad	%	N.T.P.339.185	1.20

Se observa el total de ensayos ejecutados para el agregado fino, utilizando arena gruesa zarandeada, señalando los resultados y las normativas correspondientes para su eficaz desarrollo.

Tabla 9

Caracterización del agregado grueso.

AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA ¾”			
Ensayo	U.M.	Norma	Resultado
Módulo de finura	-	-	7.00
Peso unitario suelto	kg/m ³	N.T.P.400.017	1350.37
Peso unitario compactado	Kg/m ³	N.T.P.400.017	1516.57
Peso específico	g/cm ³	N.T.P.400.021	2.61
Absorción	%	N.T.P.400.021	0.45
Contenido de humedad	%	N.T.P.339.185	0.40

Se observa el total de ensayos realizados para el agregado grueso, utilizando piedra chancada de TMN de ¾” concerniente al Huso 67, señalando los resultados y las normativas correspondientes para su eficaz desarrollo.

OE 2. Realizar tres diseños de mezcla en relación agua/cemento 0.50, para el concreto con cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms.

3.2. Diseño de mezcla

Tabla 10

Diseño de mezcla del Concreto Tipo I

Material	Volumen (m³)	Peso (kg/m³)	Tanda de 30L (kg)
Cemento	0.130	410.000	12.300
Agua	0.205	207.723	6.232
Agregado fino	0.296	809.349	24.280
Agregado grueso	0.349	913.582	27.407
Aire	0.020	-	-
TOTAL	1.000	2340.654	70.220

Se observan los pesos de los materiales a emplear por cada m³ de concreto tipo I, empleando el método ACI 211; además, se muestran los pesos programados para tandas de 30 litros, cumpliendo con la estipulación mínima de 28 litros según requiere la NTP.339.036.

Tabla 11

Diseño de mezcla del Concreto Tipo ICo

Material	Volumen (m³)	Peso (kg/m³)	Tanda de 30L (kg)
Cemento	0.137	410.000	12.300
Agua	0.205	207.673	6.230
Agregado fino	0.290	791.567	23.747
Agregado grueso	0.349	913.582	27.407
Aire	0.020	-	-
TOTAL	1.000	2322.822	69.685

Se observan los pesos de los materiales a emplear por cada m³ de concreto tipo ICo, empleando el método ACI 211; además, se muestran los pesos programados para tandas de 30 litros, cumpliendo con la estipulación mínima de 28 litros según requiere la NTP.339.036.

Tabla 12

Diseño de mezcla del Concreto Tipo MS

Material	Volumen (m³)	Peso (kg/m³)	Tanda de 30L (kg)
Cemento	0.139	410.000	12.300
Agua	0.205	207.655	6.230
Agregado fino	0.287	785.238	23.557
Agregado grueso	0.349	913.582	27.407
Aire	0.020	-	-
TOTAL	1.000	2316.475	69.494

Se observan los pesos de los materiales a emplear por cada m³ de concreto tipo MS, empleando el método ACI 211; además, se muestran los pesos programados para tandas de 30 litros, cumpliendo con la estipulación mínima de 28 litros según requiere la NTP.339.036.

OE 3. Determinar la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez empleando probetas cilíndricas curadas a edades de 8h, 12h, 24h, 36h, 2d, 7d y 28d; siguiendo los parámetros de la norma ASTM C1074 – NTP.339.217.

3.3. Resistencia a la compresión del concreto

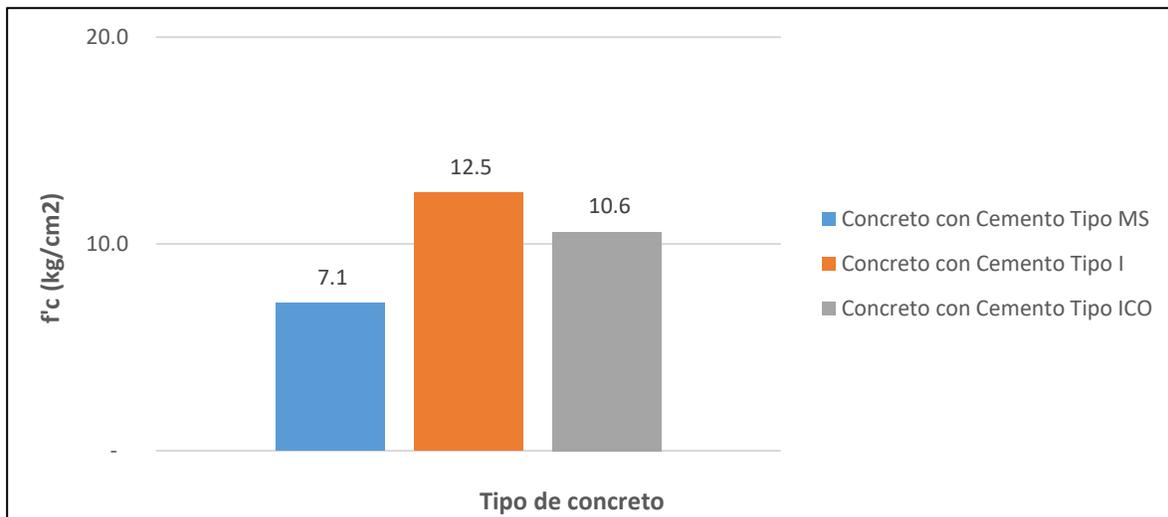
Tabla 13

Resistencia a la compresión del hormigón con diferentes tipos de cemento

Muestra	Fecha	Edad	D _{prom}	A _{prom}	Carga			f'c individual		f'c prom	
	Moldeado	Ensayo	(cm)	(cm ²)	(kN)			(Kg/cm ²)		(Kg/cm ²)	
C0.50-MS	10-02-22	8h	10.1	80.1	5.7	5.6	5.6	7.3	7.1	7.1	7.1
		12h	10.1	80.1	7.6	7.2	7.4	9.7	9.2	9.4	9.4
		24h	10.1	80.1	21.6	22.4	23.1	27.5	28.5	29.4	28.5
		36h	10.1	80.1	33.7	35.0	31.8	42.9	44.5	40.5	42.6
		48h	10.1	80.1	37.9	40.7	39.2	48.3	51.8	49.9	50.0
		7d	10.1	80.1	137.8	135.4	131.0	175.4	172.3	166.7	171.5
		28d	10.1	80.1	195.2	187.5	190.6	248.4	238.6	242.6	243.2
C0.50-I	10-02-22	8h	10.1	80.1	9.6	10.0	9.8	12.2	12.7	12.5	12.5
		12h	10.1	80.1	49.6	45.0	47.4	63.1	57.2	60.3	60.2
		24h	10.1	80.1	66.0	64.4	62.7	84.0	81.9	79.8	81.9
		36h	10.1	80.1	93.1	91.0	91.9	118.4	115.8	117.0	117.1
		48h	10.1	80.1	107.3	118.6	112.9	136.5	150.9	143.6	143.7
		7d	10.1	80.1	160.4	164.5	161.7	204.1	209.3	205.7	206.4
		28d	10.1	80.1	268.1	248.6	252.1	341.2	316.3	320.8	326.1
C0.50-ICO	10-02-22	8h	10.1	80.1	8.1	8.3	8.5	10.4	10.6	10.8	10.6
		12h	10.1	80.1	30.7	29.0	29.8	39.1	37.0	37.9	38.0
		24h	10.1	80.1	50.7	53.7	52.2	64.5	68.3	66.4	66.4
		36h	10.1	80.1	73.2	75.3	71.0	93.1	95.8	90.4	93.1
		48h	10.1	80.1	83.3	85.5	81.3	105.9	108.8	103.5	106.1
		7d	10.1	80.1	147.3	152.4	145.6	187.4	194.0	185.3	188.9
		28d	10.1	80.1	210.7	184.4	206.3	268.1	234.6	262.6	255.1

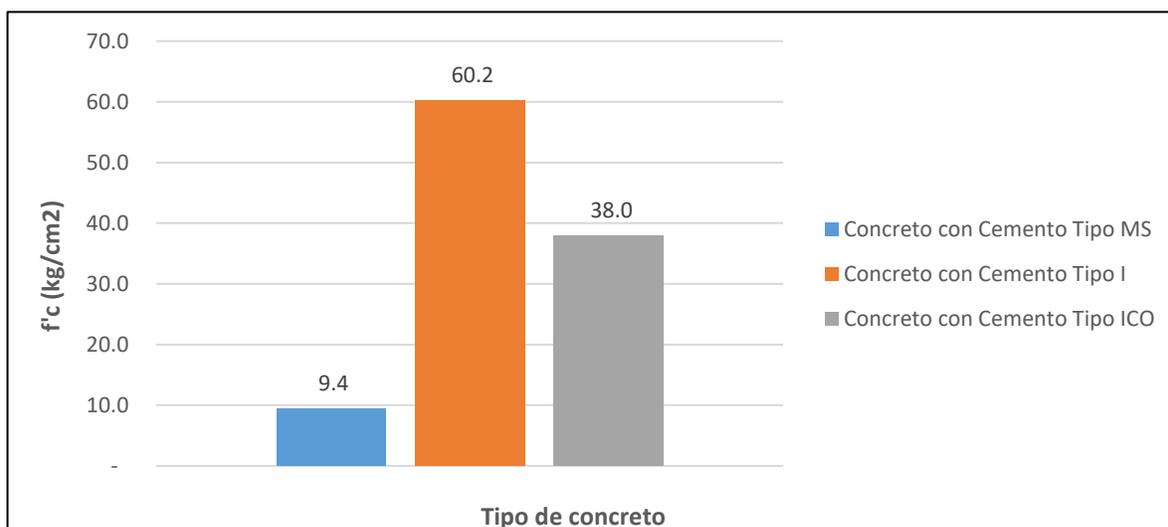
Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la resistencia a la compresión del concreto empleando Cemento Tipo I, Cemento Tipo ICo y Cemento Tipo MS, ensayados a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas, 48 horas, 7 días y 28 días respectivamente, según los procedimientos de la Norma ASTM C 1074.

Figura 3
Resistencia a la compresión promedio (8 horas de curado)



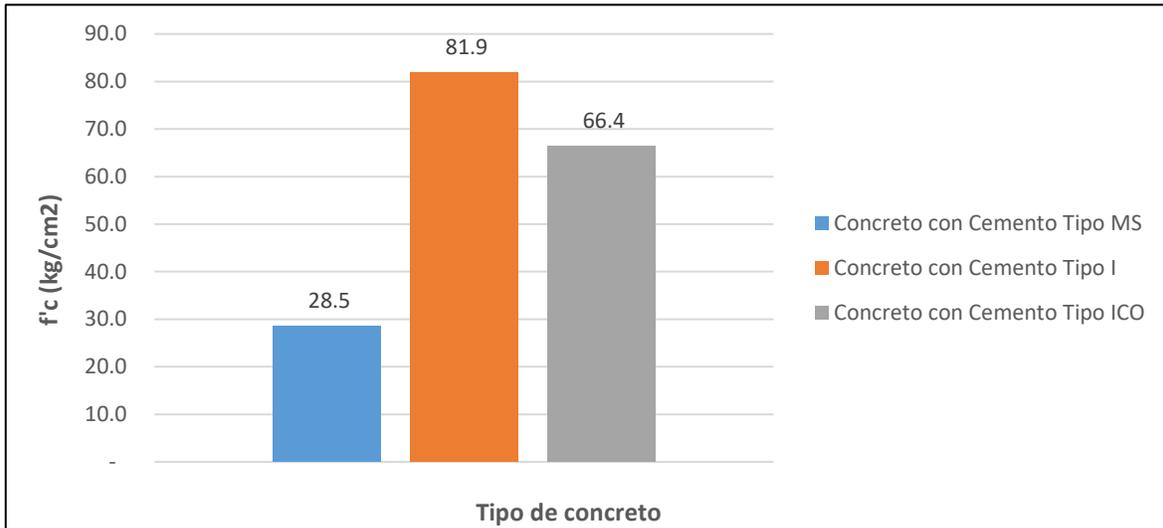
Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por los tres tipos de concreto al usar Cemento Tipo MS, Tipo I y Tipo ICo, a 8 horas de curado, logrando observar que el concreto elaborado con cemento Tipo I obtuvo un valor de 12,5 kg/cm², siendo mayor que 7,1 kg/cm² y 10,6 kg/cm², correspondientes al concreto que empleó Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo.

Figura 4
Resistencia a la compresión promedio (12 horas de curado)



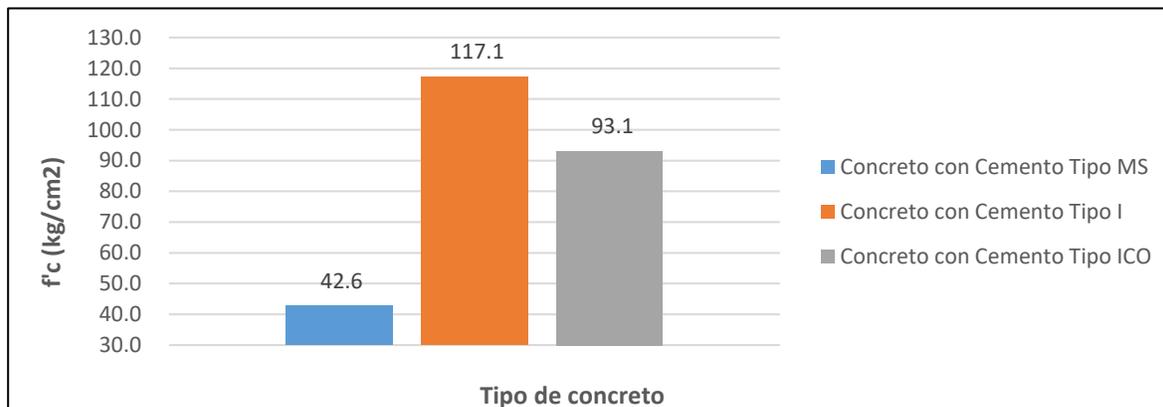
Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por los tres tipos de concreto al usar Cemento Tipo MS, Tipo I y Tipo ICo, a 12 horas de curado, logrando observar que el concreto elaborado con cemento Tipo I obtuvo un valor de 60,2 kg/cm², siendo mayor que 9,4 kg/cm² y 38,0 kg/cm², correspondientes al concreto que empleó Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo.

Figura 5
Resistencia a la compresión promedio (24 horas de curado)



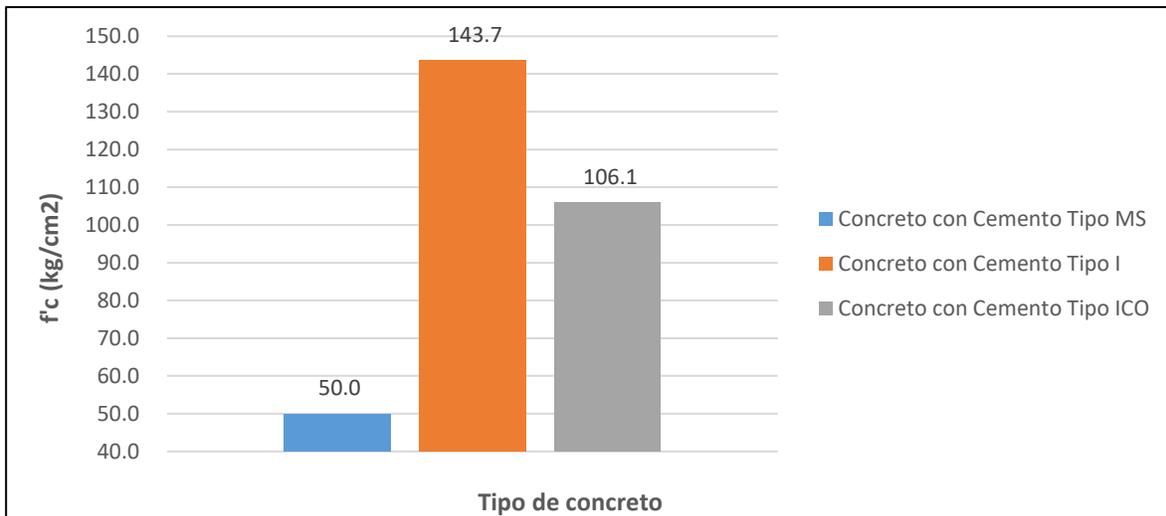
Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por los tres tipos de concreto al usar Cemento Tipo MS, Tipo I y Tipo ICo, a 24 horas de curado, logrando observar que el concreto elaborado con cemento Tipo I obtuvo un valor de 81.9 kg/cm², siendo mayor que 28,5 kg/cm² y 66,4 kg/cm², correspondientes al concreto que empleó Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo.

Figura 6
Resistencia a la compresión promedio (36 horas de curado)



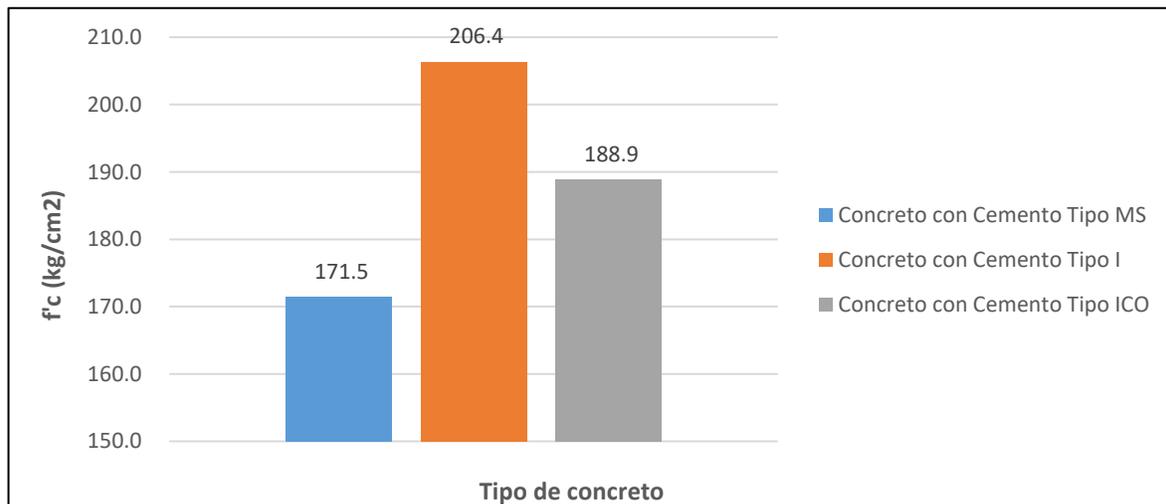
Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por los tres tipos de concreto al usar Cemento Tipo MS, Tipo I y Tipo ICo, a 36 horas de curado, logrando observar que el concreto elaborado con cemento Tipo I obtuvo un valor de 117,1 kg/cm², siendo mayor que 42,6 kg/cm² y 93,1 kg/cm², correspondientes al concreto que empleó Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo

Figura 7
Resistencia a la compresión promedio (48 horas de curado)



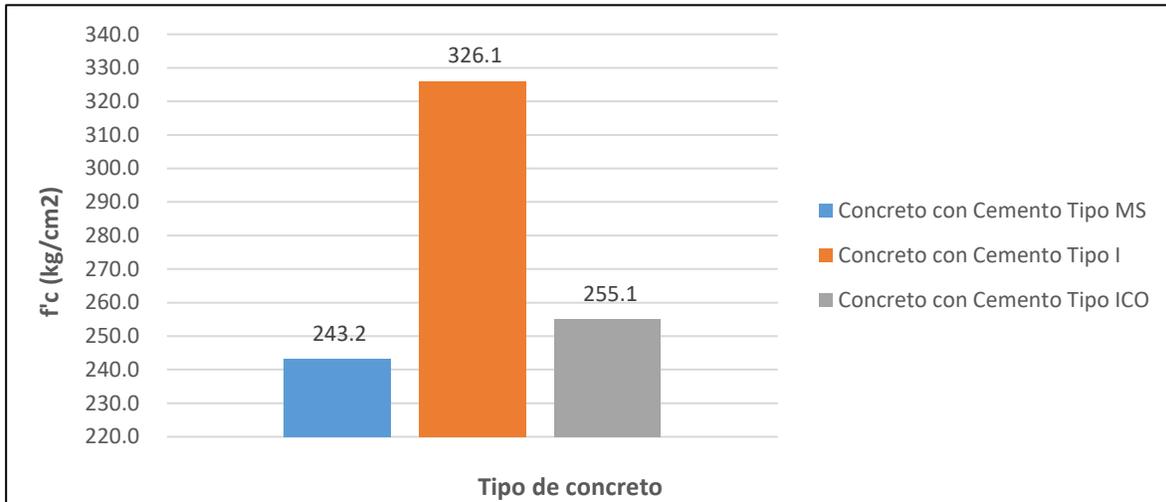
Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por los tres tipos de concreto al usar Cemento Tipo MS, Tipo I y Tipo ICo, a 48 horas de curado, logrando observar que el concreto elaborado con cemento Tipo I obtuvo un valor de 143,7 kg/cm², siendo mayor que 50,0 kg/cm² y 106,1 kg/cm², correspondientes al concreto que empleó Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo.

Figura 8
Resistencia a la compresión promedio (7 días de curado)



Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por los tres tipos de concreto al usar Cemento Tipo MS, Tipo I y Tipo ICo, a 7 días de curado, logrando observar que el concreto elaborado con cemento Tipo I obtuvo un valor de 206,4 kg/cm², siendo mayor que 171,5 kg/cm² y 188,9 kg/cm², correspondientes al concreto que empleó Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo.

Figura 9
Resistencia a la compresión promedio (28 días de curado)



Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por los tres tipos de concreto al usar Cemento Tipo MS, Tipo I y Tipo ICo, a 28 días de curado, logrando observar que el concreto elaborado con cemento Tipo I obtuvo un valor de 326,1 kg/cm², siendo mayor que 243,2 kg/cm² y 255,1 kg/cm², correspondientes al concreto que empleó Cemento Tipo MS y Cemento Tipo ICo.

Tabla 14

Resistencia a la compresión del concreto con Cemento Tipo I hasta las 48 horas

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm ²)
0.3	8	12.2		
		12.7	4.0%	12.5
		12.5		
0.5	12	63.1		
		57.2	9.8%	60.2
		60.3		
1.0	24	84		
		81.9	5.1%	81.9
		79.8		
1.5	36	118.4		
		115.8	2.2%	117.1
		117		
2.0	48	136.5		
		150.9	10.0%	143.7
		143.6		

Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la resistencia a la compresión del concreto considerando una variación menor al 10% empleando Cemento Tipo I, ensayados a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas respectivamente, según los procedimientos de la Norma ASTM C 1074.

Tabla 15

Resistencia a la compresión del concreto con Cemento Tipo ICo hasta las 48 horas

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm ²)
0.3	8	10.4	3.8%	10.6
		10.6		
		10.8		
0.5	12	39.1	5.5%	38.0
		37.0		
		37.9		
1.0	24	64.5	5.7%	66.4
		68.3		
		66.4		
1.5	36	93.1	5.8%	93.1
		95.8		
		90.4		
2.0	48	105.9	5.0%	106.1
		108.8		
		103.5		

Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la resistencia a la compresión del concreto considerando una variación menor al 10% empleando Cemento Tipo ICo, ensayados a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas respectivamente, según los procedimientos de la Norma ASTM C 1074.

Tabla 16
Resistencia a la compresión del concreto con Cemento Tipo MS hasta las 48 horas

Edad de Referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (MPa)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm ²)
0.3	8	7.3	2.8%	7.2
		7.1		
		7.1		
0.5	12	9.7	5.3%	9.4
		9.2		
		9.4		
1.0	24	27.5	6.7%	28.5
		28.5		
		29.4		
1.5	36	42.9	9.4%	42.6
		44.5		
		40.5		
2.0	48	48.3	7.0%	50.0
		51.8		
		49.9		

Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la resistencia a la compresión del concreto considerando una variación menor al 10% empleando Cemento Tipo MS, ensayados a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas respectivamente, según los procedimientos de la Norma ASTM C 1074.

OE 4. Determinar el índice y la curva de madurez del hormigón usando cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms.

3.4. Relación Resistencia - Madurez

Tabla 17

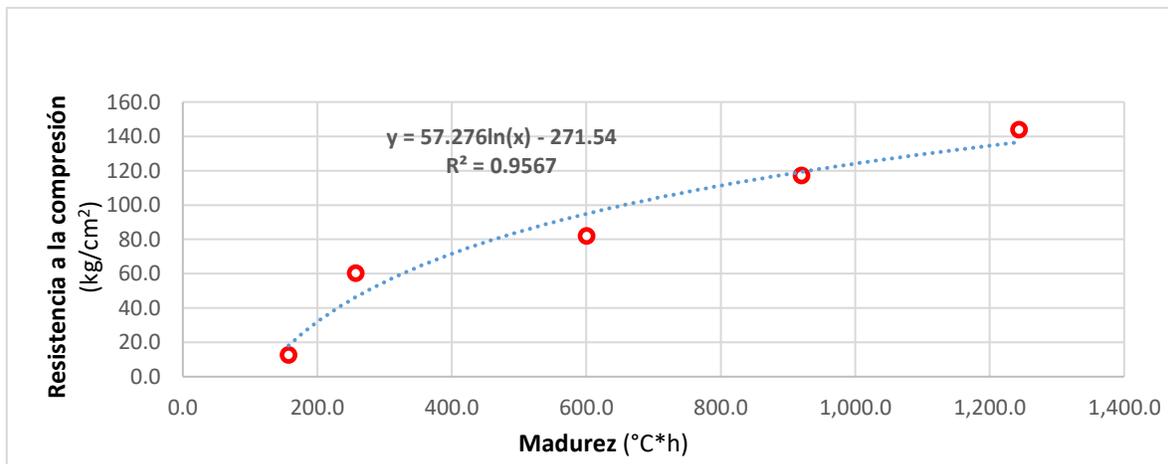
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo I

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm²)
8	157.2	12.5
12	257.3	60.2
24	600.4	81.9
36	920.4	117.1
48	1,243.8	143.7

Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la relación entre la resistencia - madurez del concreto empleando Cemento Tipo I, ensayados a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas respectivamente, donde se observa que para lograr una resistencia de 143,7 kg/cm² se necesita una madurez de 1243,8 °C x h en las 48 horas.

Figura 10

Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo I



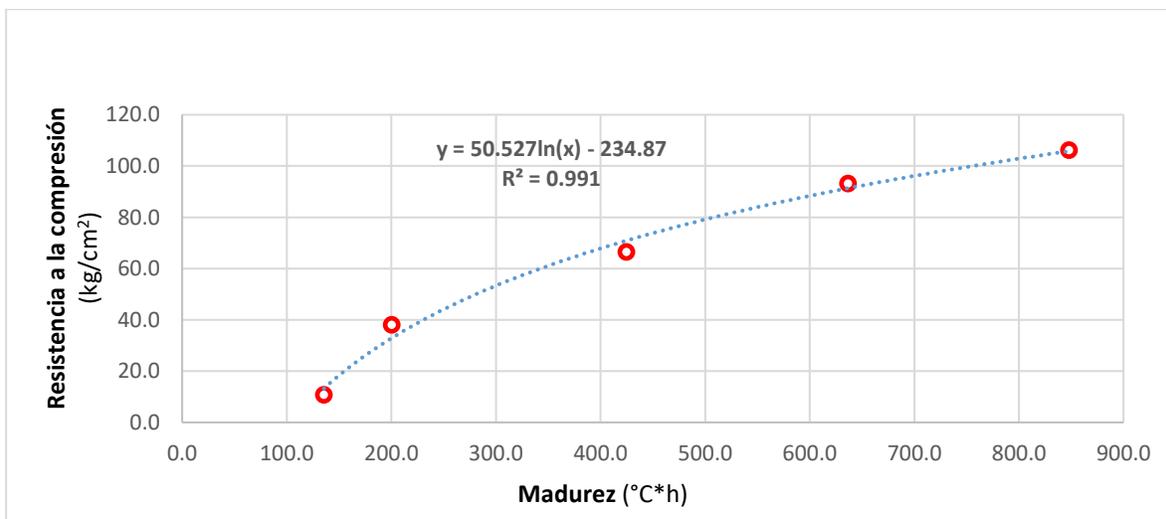
Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la relación entre la resistencia - madurez del concreto empleando Cemento Tipo I, donde se observa la línea de tendencia logarítmica y la ecuación requerida ($y = 57.276\ln(x) - 271.54$) para estimar la resistencia.

Tabla 18
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo ICo

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm²)
8	135.5	10.6
12	200.4	38.0
24	424.8	66.4
36	636.8	93.1
48	848.1	106.1

Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la relación entre la resistencia - madurez del concreto empleando Cemento Tipo ICo, ensayados a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas respectivamente, donde se observa que para lograr una resistencia de 106,1 kg/cm² se necesita una madurez de 848,1 °C x h en las 48 horas.

Figura 11
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo ICo



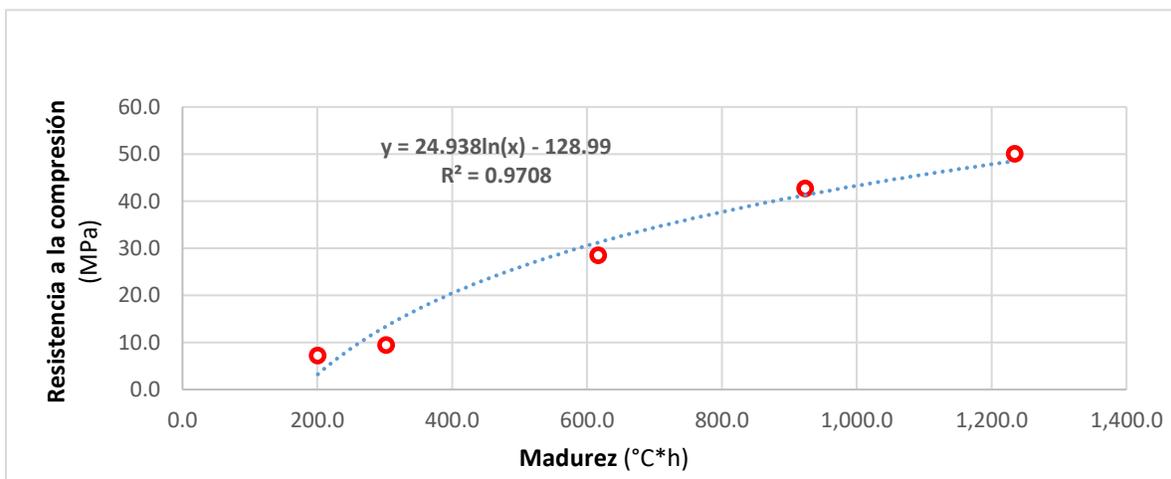
Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la relación entre la resistencia - madurez del concreto empleando Cemento Tipo ICo, donde se observa la línea de tendencia logarítmica y la ecuación requerida ($y = 50.527\ln(x) - 234.87$) para estimar la resistencia.

Tabla 19
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo MS

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm²)
8	200.7	7.2
12	302.2	9.4
24	616.6	28.5
36	923.6	42.6
48	1,234.4	50.0

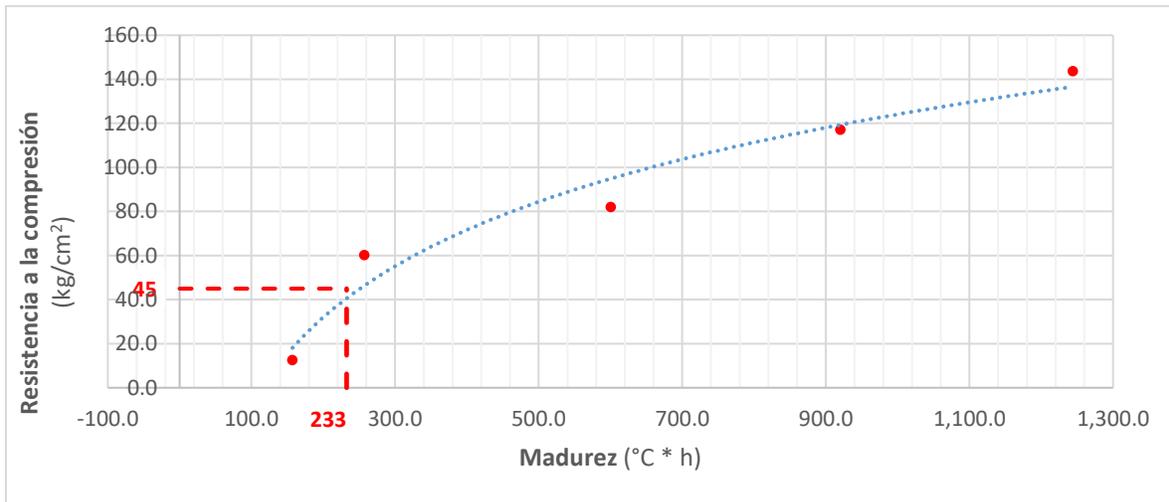
Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la relación entre la resistencia - madurez del concreto empleando Cemento Tipo Ms, ensayados a edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas respectivamente, donde se observa que para lograr una resistencia de 50,0 kg/cm² se necesita una madurez de 1234,4 °C x h en las 48 horas.

Figura 12
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo MS



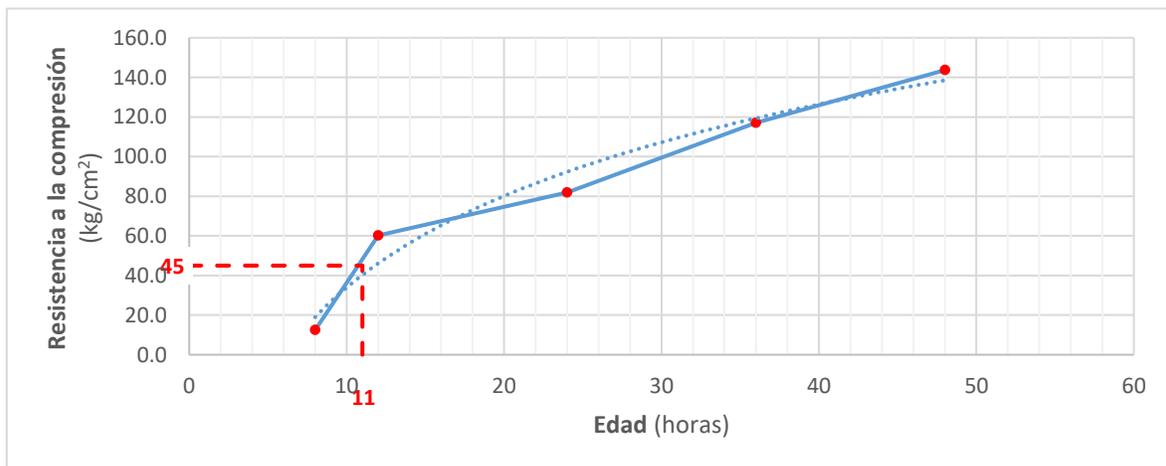
Se muestran los datos obtenidos en laboratorio de la relación entre la resistencia - madurez del concreto empleando Cemento Tipo MS, donde se observa la línea de tendencia logarítmica y la ecuación requerida ($y = 24.938\ln(x) - 128.99$) para estimar la resistencia.

Figura 13
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo I



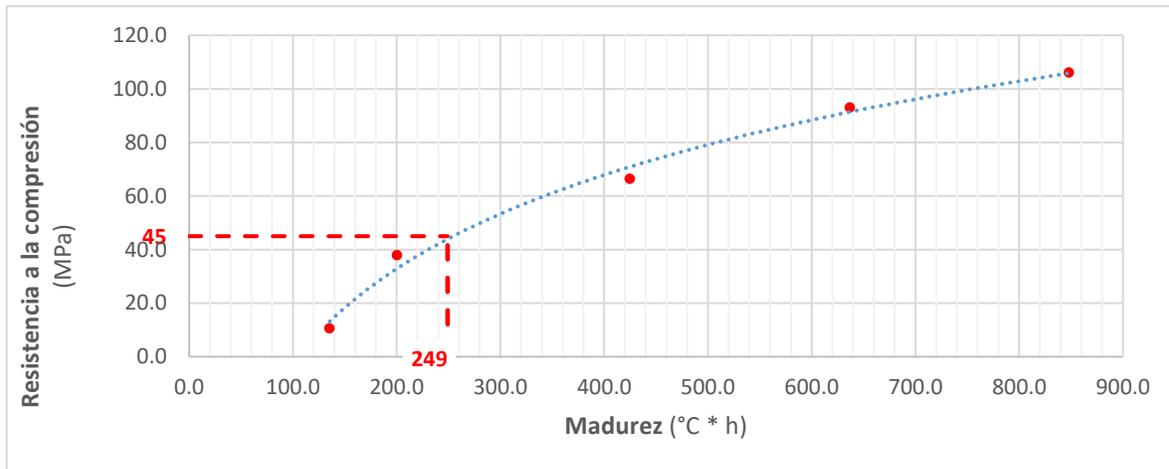
Se observa que, según los resultados obtenidos, en la relación entre Resistencia – Madurez empleando Cemento Tipo I, al elegir un indicador de resistencia de 45 kg/cm², da como resultado una madurez de 233 °C*h.

Figura 14
Relación Resistencia - Tiempo del hormigón con Cemento Tipo I



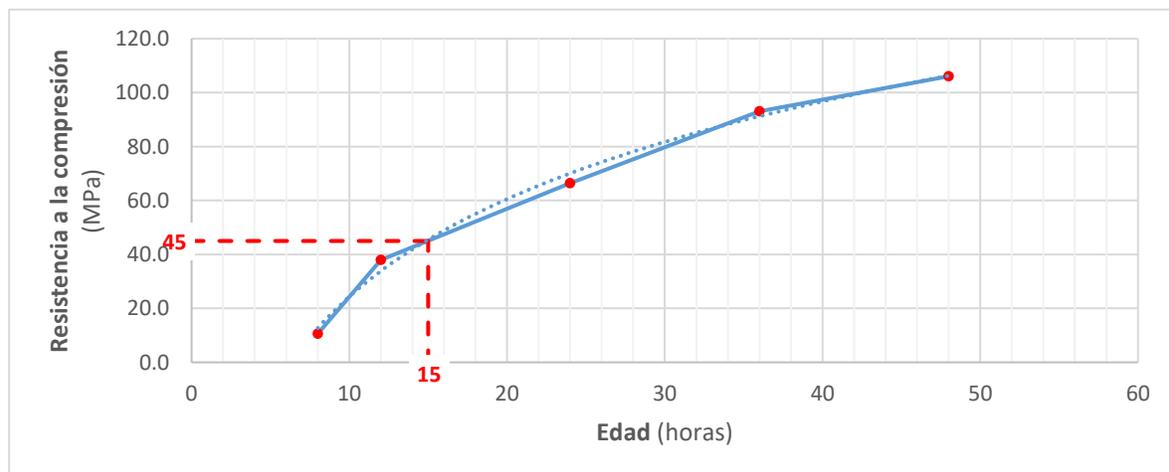
Se observa según los resultados obtenidos, que en la relación entre Resistencia – Tiempo empleando Cemento Tipo I, al elegir un indicador de resistencia de 45 kg/cm², da como resultado una edad de 11 horas.

Figura 15
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo ICo



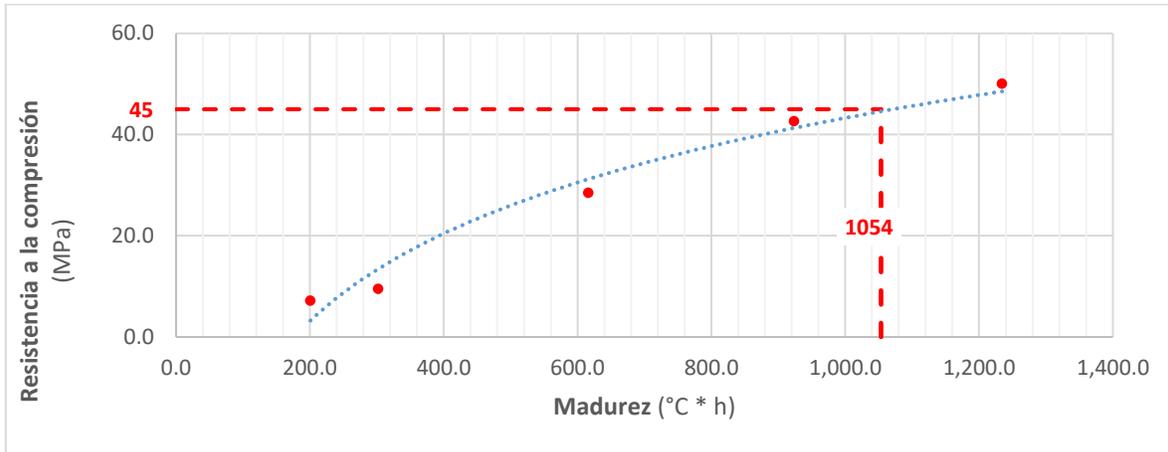
Se observa según los resultados obtenidos, que en la relación entre Resistencia – Madurez empleando Cemento Tipo ICo, al elegir un indicador de resistencia de 45 kg/cm², da como resultado una madurez de 249 °C*h.

Figura 16
Relación Resistencia - Tiempo del hormigón con Cemento Tipo ICo



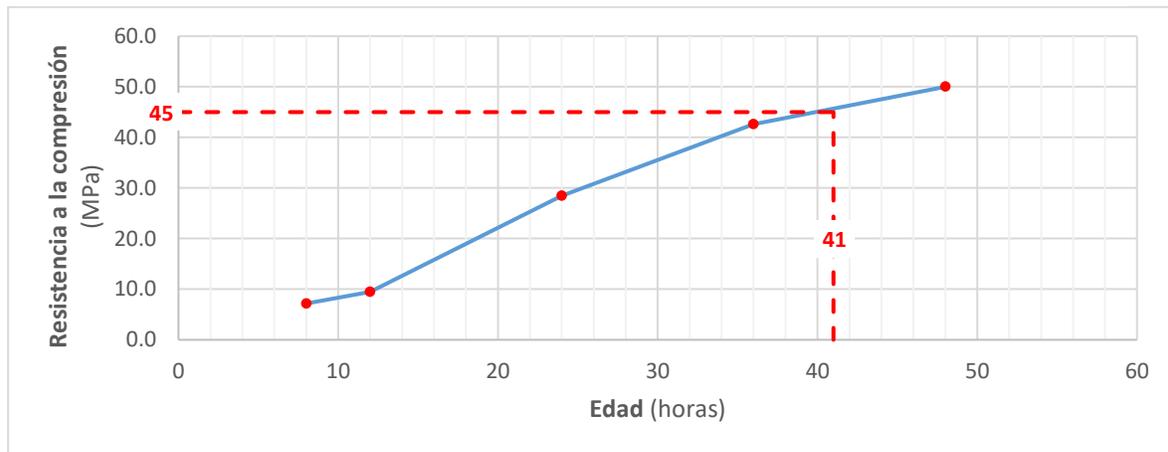
Se observa según los resultados obtenidos, que en la relación entre Resistencia – Tiempo empleando Cemento Tipo ICo, al elegir un indicador de resistencia de 45 kg/cm², da como resultado una edad de 15 horas.

Figura 17
Relación Resistencia - Madurez del hormigón con Cemento Tipo MS



Se observa según los resultados obtenidos, que en la relación entre Resistencia – Madurez empleando Cemento Tipo MS, al elegir un indicador de resistencia de 45 kg/cm², da como resultado una madurez de 1054 °C*h.

Figura 18
Relación Resistencia - Tiempo del hormigón con Cemento Tipo MS



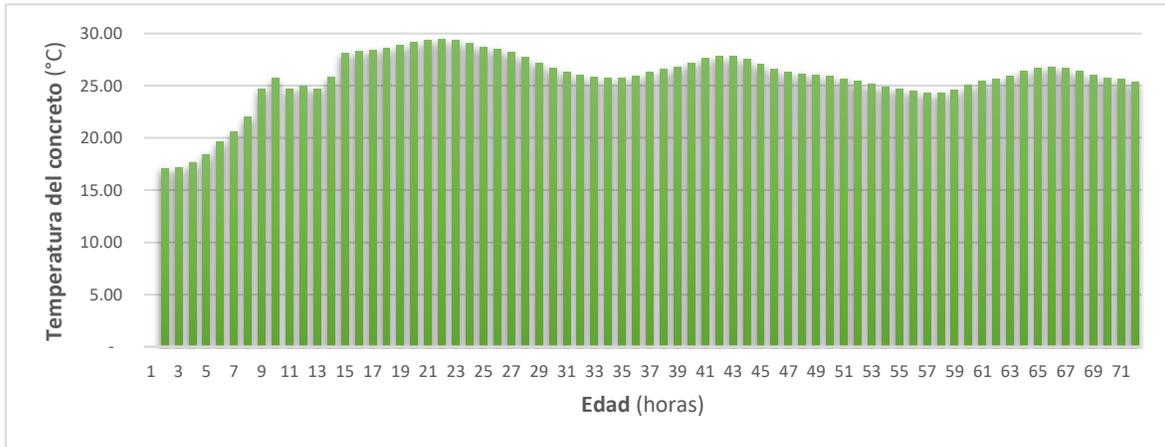
Se observan según los resultados obtenidos, que en la relación entre Resistencia – Tiempo empleando Cemento Tipo MS, al elegir un indicador de resistencia de 45 kg/cm², da como resultado una edad de 41 horas.

OE 4. Determinar el índice y la curva de madurez del hormigón usando cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms.

3.5. Historial térmico

Figura 19

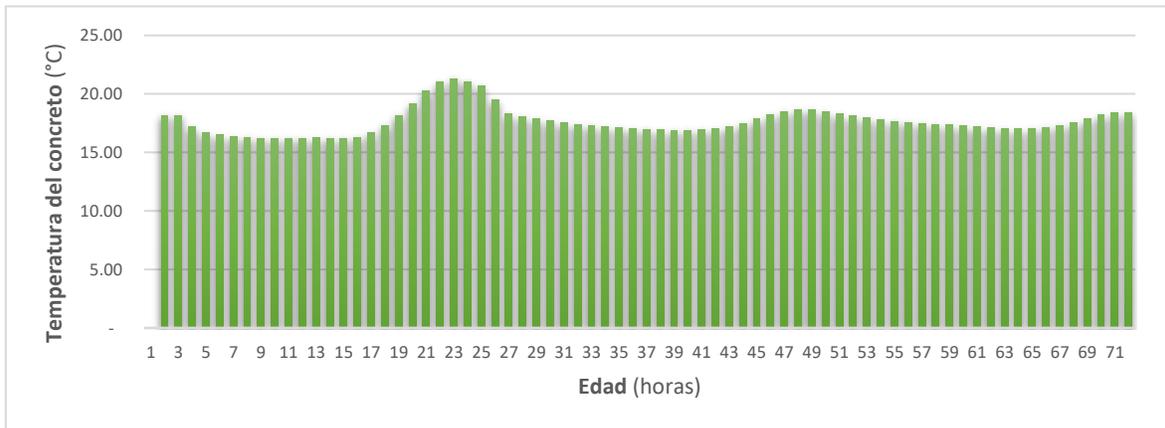
Historial térmico del hormigón con Cemento Tipo I



Se observa el comportamiento del concreto empleando Cemento Tipo I con una relación agua/cemento de 0,50, donde la temperatura oscila en menos de 30°C en las diferentes horas medidas respectivamente.

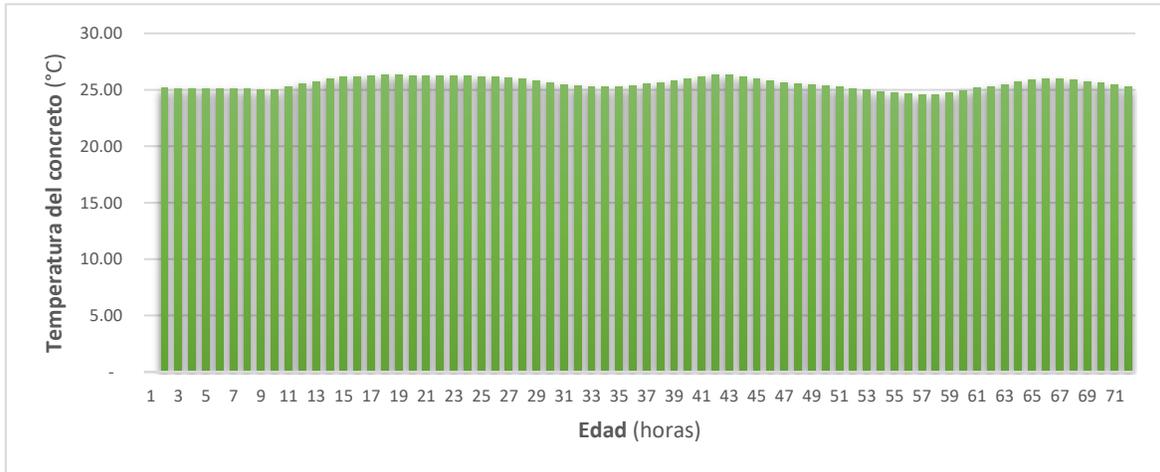
Figura 20

Historial térmico del hormigón con Cemento Tipo ICo



Se observa el comportamiento del concreto empleando Cemento Tipo ICo con una relación agua/cemento de 0,50, donde la temperatura oscila en menos de 25°C en las diferentes horas medidas respectivamente.

Figura 21
Historial térmico del hormigón con Cemento Tipo MS



Se observa el comportamiento del concreto empleando Cemento Tipo MS con una relación agua/cemento de 0,50, donde la temperatura oscila en menos de 30°C en las diferentes horas medidas respectivamente.

OE 5. Realizar la prueba de hipótesis y determinar si los tiempos de corte para juntas de construcción influyen positivamente en los pavimentos rígidos

3.6. Prueba de hipótesis

3.6.1. Análisis de distribución normal

Tabla 20

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 1 día de curado.

Concreto con cemento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Significancia
TIPO I	1.000	3	1.000
TIPO ICO	1.000	3	1.000
TIPO MS	0.999	3	0.942

Se observa la prueba de normalidad Shapiro – Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 1 día de curado, donde según su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) se opta por aceptar la hipótesis nula, indicando que la muestra se distribuye de manera normal.

Tabla 21

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 2 días de curado.

Concreto con cemento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Significancia
TIPO I	1.000	3	0.985
TIPO ICO	0.997	3	0.896
TIPO MS	0.998	3	0.906

Se observa la prueba de normalidad Shapiro – Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 2 días de curado, donde según su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) se opta por aceptar la hipótesis nula, indicando que la muestra se distribuye de manera normal.

Tabla 22

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.

Concreto con cemento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Significancia
TIPO I	0.953	3	0.583
TIPO ICO	0.918	3	0.446
TIPO MS	0.973	3	0.686

Se observa la prueba de normalidad Shapiro – Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días de curado, donde según su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) se opta por aceptar la hipótesis nula, indicando que la muestra se distribuye de manera normal.

Tabla 23

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.

Concreto con cemento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl.	Significancia
TIPO I	0.880	3	0.325
TIPO ICO	0.869	3	0.294
TIPO MS	0.989	3	0.798

Se observa la prueba de normalidad Shapiro – Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días de curado, donde según su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) se opta por aceptar la hipótesis nula, indicando que la muestra se distribuye de manera normal.

3.6.2. Análisis de varianza

Tabla 24

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 1 día de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	4534.309	2	2267.154	762.211	< .001
Dentro de grupos	17.847	6	2.974		
Total	4552.156	8			

Se observa la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 1 día de curado, después de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba realizada anteriormente. Según la significancia obtenida para esta edad, al ser menor al 5% (0.05), se admite la hipótesis alternativa, indicando que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Tabla 25

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 2 días de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	13330.676	2	6665.338	322.742	< .001
Dentro de grupos	123.913	6	20.652		
Total	13454.589	8			

Se observa la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 1 día de curado, después de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba realizada anteriormente. Según la significancia obtenida para esta edad, al ser menor al 5% (0.05), se admite la hipótesis alternativa, indicando que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Tabla 26

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	1827.016	2	913.508	58.128	< .001
Dentro de grupos	94.293	6	15.716		
Total	1921.309	8			

Se observa la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 1 día de curado, después de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba realizada anteriormente. Según la significancia obtenida para esta edad, al ser menor al 5% (0.05), se admite la hipótesis alternativa, indicando que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Tabla 27

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	12055.020	2	6027.510	34.568	< .001
Dentro de grupos	1046.200	6	174.367		
Total	13101.220	8			

Se observa la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 1 día de curado, después de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba realizada anteriormente. Según la significancia obtenida para esta edad, al ser menor al 5% (0.05), se admite la hipótesis alternativa, indicando que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Tabla 28

Rango de serrado de juntas según la NRMCA

	Tiempo (horas)
NRMCA	4 - 12
Cemento Tipo I	11
Cemento Tipo Ico	15
Cemento Tipo Ms	41

Se observa que el rango óptimo de aserrado convencional de juntas está entre 4 horas a 12 horas, siendo el cemento tipo I el que se encuentra dentro del rango estipulado, con 11 horas.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los valores obtenidos por los ensayos de resistencia a la compresión del concreto empleando cementos tipos I, tipo Ico y tipo Ms, fueron analizados estadísticamente mediante el uso del software IBM SPSS Statistics a fin de aceptar o rechazar la hipótesis planteada en la investigación. Es por ello que, se realizó la prueba de normalidad mediante la prueba Shapiro – Wilk, debido a que el tamaño de muestra ‘‘n’’ es menor a 50, obteniendo resultados que se lograron comprobar mediante las significancias resultantes mayores a 5% (0.05), la distribución normal de la muestra, aceptando la hipótesis nula en el caso de esta primera prueba. Asimismo, debido a la prueba realizada anteriormente, se realizó el análisis de varianza mediante la prueba paramétrica Anova de un factor, comprobando en base a las significancias resultantes menores a 5% (0.05), que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa, aceptando la hipótesis alternativa para el caso de esta segunda prueba realizada. Por lo tanto, este procedimiento realizado permite validar la hipótesis planteada, indicando que la determinación de los tiempos de corte para juntas de construcción influye positivamente en los pavimentos rígidos, en la ciudad de Trujillo, 2022.

Además, se realizó la caracterización del agregado fino y el agregado grueso obtenidos de la cantera Quebrada El León, ubicada en el centro poblado El Milagro, Huanchaco - Trujillo. Las primeras pruebas fueron para el agregado fino, empezando por el análisis granulométrico según la NTP. 400.012, cuyos porcentajes pasantes se encuentran dentro de los límites estipulados según la NTP. 400.037. Por otra parte, su

módulo de finura fue de 3.00, cumpliendo con el rango entre 2.3 y 3.1, establecido en la normativa mencionada anteriormente, clasificándola como una arena gruesa. Sin embargo, para los demás ensayos realizados al agregado fino, no se establecen límites o rangos aceptables, por lo que los valores obtenidos sirven directamente para la elaboración de los diseños de mezcla. Igualmente, se realizaron pruebas para el agregado grueso, comenzando por el análisis granulométrico según la NTP. 400.012, observando que el primer peso retenido se encuentra en el tamiz de $\frac{3}{4}$ ", siendo este su tamaño máximo nominal (TMN), como también, sus porcentajes pasantes cumplen y se adecúan a los límites de un agregado de Huso 67, establecidos en la NTP. 400.037. Sin embargo, los demás ensayos realizados al agregado grueso no establecen límites o rangos aceptables, por lo que los valores obtenidos sirven directamente para la elaboración de los diseños de mezcla. Según los resultados obtenidos en la caracterización de agregados, y con apoyo de la ficha técnica del cemento empleado, se elaboró un diseño de mezcla empleando cemento Tipo I, cemento Tipo ICo y cemento tipo Ms, siendo así tres diseños de mezcla elaborados en total, con una relación de agua/cemento 0.50; logrando calcular los pesos de cada material a emplear por cada m^3 de concreto, los mismos que fueron proyectados para tandas de 30 litros, con la finalidad de cumplir y satisfacer los 28 litros mínimos requeridos por la NTP. 339.036, equivalentes a 1pie^3 . En las figuras N°03, N°04, N°05, N°06, N°07, N°08 y N°09 se evidencian los valores de resistencia a la compresión después de haber ensayado el concreto en estudio empleando tres tipos de cementos diferentes, a través de probetas cilíndricas a 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas, 2 días, 7 días y 28 días de curado; observando que el concreto con cemento tipo I es el que obtiene los mayores valores de resistencia a la compresión para todas las

edades, a comparación de los concretos que emplean cemento tipo Ms y cemento tipo ICo, dando a entender que al emplear el cemento tipo I para el diseño de mezcla del concreto, beneficia su resistencia. En la figura N°10, N°11 y N°12 se observan los resultados obtenidos en laboratorio de la relación entre la resistencia – madurez del concreto empleando cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms, siguiendo el procedimiento indicado en la norma ASTM C1074, logrando observar la línea de tendencia logarítmica y la ecuación requerida para estimar la resistencia por parte del concreto con diferentes tipos de cementos mencionados anteriormente, donde se evidencia que en el caso del concreto con cemento tipo I la ecuación requerida es: $(y = 57.276 \ln(x) - 271.54)$, para el cemento tipo ICo la ecuación requerida es: $(y = 50.527 \ln(x) - 234.87)$ y para el cemento tipo Ms la ecuación requerida es: $(y = 24.938 \ln(x) - 128.99)$. Asimismo, en la figura N°13, N°15 y N°17 se observan los resultados obtenidos de la relación entre resistencia – madurez empleando cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms, siguiendo el procedimiento indicado en la norma ASTM C 1074 y NTP. 339.217, al elegir un indicador de resistencia de 45 kg/cm^2 para cada uno, se logra observar que para el concreto con cemento tipo I se obtiene como resultado una madurez de $233 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{h}$, para el caso del concreto con cemento tipo ICo se obtiene como resultado una madurez de $249 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ y para el concreto con cemento tipo Ms se obtiene como resultado una madurez de $1054 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{h}$. En la figura N°14, N°16 y N°18 se aprecian los resultados obtenidos de la relación entre resistencia – tiempo empleando cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms, siguiendo las normas de la NRMCA, al elegir una resistencia objetiva de 45 kg/cm^2 para cada uno, se logra observar que para el concreto con cemento tipo I se obtiene como resultado una edad óptima de 11 horas, para el caso

del concreto con cemento tipo ICo se obtiene como resultado una edad óptima de 15 horas y para el concreto con cemento tipo Ms se obtiene como resultado una edad óptima de 41 horas, donde se evidencia que el concreto con cemento tipo Ms demora más en tener la resistencia objetiva, para el aserrado convencional de las juntas se especifican límites que va entre las 4 y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado, estos valores se clasificaron según las normas de las Asociación Nacional de Concreto Premezclado, cabe precisar que su uso obedece a que a nivel nacional no existe alguna normativa que indique el tiempo óptimo para el aserrado de juntas en pavimentos rígidos. (National Ready Mixed Concrete Association, 2022)

Esta investigación se planteó como objetivo principal determinar los tiempos de corte óptimos para juntas en construcción de pavimentos rígidos, Trujillo 2022; teniendo en cuenta diversos antecedentes, de los cuales se consideró desde un inicio a la investigación de Méndez Boche (2015), quien concluye que las juntas frías se producen cuando se presentan interrupciones en el servicio del concreto no previstas en la planificación, y los elementos estructurales verticales tienden a disminuir un porcentaje de su resistencia mostrando una diferencia del 15% en elementos a compresión. Asimismo, las columnas que trabajan a compresión y poseen juntas de construcción, tienden a disminuir un porcentaje de su resistencia cuando son sometidas a carga, pero no presentan fallas y el elemento posee una integridad estructural. De igual forma, el comportamiento de los elementos estructurales varía en función de la ubicación de la junta fría y el acero en las columnas provoca una integridad estructural en el elemento. Además, para el ensayo de resistencia a la compresión se evidenció una significativa resistencia por parte del concreto que empleó cemento tipo I respecto a los concretos que

emplearon cemento tipo ICo y cemento tipo Ms; por ello, en comparación con el estudio, se puede decir que refuerza lo descrito para la variable juntas en pavimentos rígidos, ya que indican que el comportamiento de las juntas en los elementos estructurales verticales tiende a disminuir su resistencia al trabajar a flexión, teniendo en cuenta que se está trabajando con elementos estructurales horizontales que tienen una resistencia a compresión más favorable, en las edades evaluadas de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas, 48 horas, 7 días y 28 días al emplear concreto con cemento tipo I, realizando los ensayos correspondientes de acuerdo a la NTP. 339.034 ASTM C 39.

Otro antecedente es la investigación de Real Plá (2017), quien concluye que el valor correspondiente a la aplicación de un plan de conservación es de un 50,7% del valor correspondiente al de la operación de reemplazo de losas, lo cual permite ahorrar hasta un 49,3% de los costos directos correspondientes a lo que es obra gruesa de pavimentación. Asimismo, es necesario que los organismos encargados del mantenimiento cuenten con la elaboración de un sistema de detección, planificación y reparación de deterioros eficiente que actúe a tiempo, identificando deterioros y entregando la mejor alternativa de corrección con el fin de incrementar la vida útil al pavimento y administrar eficientemente la asignación de recursos de la infraestructura vial del país, mejorando así la calidad de vida de las personas; y realizando una comparación con esta tesis, se puede decir que refuerza lo descrito para la variable tiempos de corte óptimos, ya que demuestra que al emplear el Método de madurez del concreto y saber determinar el corte óptimo de la junta en los pavimentos rígidos, permite optimizar recursos y tiempo en el sector construcción, posibilitando la identificación de los deterioros, causas y soluciones de conservación, lo cual posibilita mantener o

incrementar la longevidad del pavimento, como también la calidad de vida de la población.

Además, en el siguiente antecedente se consideró la investigación de Ormeño y Marlon (2018), quienes concluyen que la preparación de sensores de temperatura, relojes digitales calibrados y placas genéricas programables para realizar el método de madurez, fue un éxito, se cumplió con la prueba de 24 horas, la de 3 días y la de 7 días, para luego realizar una prueba ininterrumpida de 35 días, los equipos implementados pudieron cumplir con el censado. Asimismo, recalcan que se ha adaptado el equipo a la normativa, y el desempeño en el cumplimiento de la norma ha sido verificado y con resultados favorables, afirmando que si fue posible la implementación de un equipo electrónico para la medición de la Madurez según la norma ASTM C 1074; por otra parte, luego de realizar una comparación con esta tesis, se puede decir que refuerza lo descrito, ya que también se usaron sensores de temperatura para realizar el método de madurez, obteniendo resultados favorables según la norma ASTM C 1074.

El siguiente antecedente es la investigación de Bedoya Espinoza (2018), quien concluye que los tipos de agregado grueso y el tipo de curado influyen significativamente en la resistencia del concreto mediante el método de madurez y el método de compresión. Consecuentemente, se afirma que la edad y temperatura influyen significativamente en la resistencia del concreto, concluyendo que las temperaturas internas del concreto varían dependiendo del tipo de agregado grueso que se utilice y tipo de curado que se le aplique al concreto. Siendo el método de madurez dependiente directamente de las variables edad y temperatura, se comprueba que el método de madurez influye

significativamente en la resistencia del concreto.; por todo ello, realizando una comparación con esta tesina, se demuestra que al usar el método de madurez del concreto, se refuerza el antecedente, puesto que ambas investigaciones comprueban que este método influye en la resistencia del concreto para las edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas, 48 horas, 7 días y 28 días.

Otro antecedente es la investigación de Ajahuana Delgado (2019), quien concluye que el acero de refuerzo no solo otorga ductilidad a la estructura tomando los esfuerzos normales de tracción, sino que también cumple una función de anclaje que impide que ambos bloques de concreto se separen, para que una estructura trabaje a su máxima capacidad resistente, primero debe garantizarse la transferencia de esfuerzos en todo el elemento. Por ello, si una losa ha sido vaciada en dos partes su comportamiento estructural debe omitir la existencia de una junta de construcción. Esto se logra si ambos elementos se adhieren entre sí. Además, en el proceso de fraguado, el concreto pierde la capacidad de adherirse, para depender únicamente de la fricción que genere la rugosidad de la junta de construcción. Por último, para ubicar una junta de construcción en losas de concreto se debe optimizar el aspecto estructural y constructivo, teniendo en cuenta las áreas de los nuevos paños que la conforman, el volumen de concreto suministrado y el tiempo óptimo para el cual es necesario el uso de un Puente de Adherencia, el cual es de 6 horas trascurridas desde el término del primer vaciado parcial; por todo ello, realizando una comparación con este trabajo de investigación, ayuda a reforzarlo, ya que se demostró que es necesario optimizar la instancia de cortadura de juntas, donde su aserrado se realiza entre las 4 y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado, esto según lo indicado en National Ready Mixed Concrete Association, lo cual garantiza

un valor fiable en tiempo real y evita la desfragmentación de la junta, evitando todo tipo de fisuras a temprana edad, además de ahorrar recursos y asegurar una calidad de vida tanto al pavimento como a la comunidad.

Finalmente, como último antecedente considerado se tiene la investigación de Coronado (2019), quien concluye que es posible predecir con precisión la hidratación a diferentes temperaturas a través del método de madurez por edad equivalente y el uso de una energía de activación modelada en base a la composición química del cemento. Por otra parte, al proponer un modelo mecánico-empírico para caracterizar el calor de hidratación del hormigón, se logró predecir la temperatura, siendo necesario contemplar en el modelo los aditivos químicos, ya que los usados en el presente estudio son retardantes. Entonces, si el fraguado del cemento se retarda, el desprendimiento del calor de hidratación tendrá lugar durante más horas. Ahora bien, conforme a los ensayos de compresión en la campaña experimental se concluyó que en los primeros 3 días el hormigón gana un 60% de resistencia. Por lo cual es importante tener en cuenta la evolución de la resistencia a edades tempranas. Para este fin, el método de la madurez por edad equivalente y basado en la ley de Arrhenius, resultó ser un gran modelo para la predicción de resistencia, y al ser comparada con esta tesina, ayuda a reforzarlo, ya que se logró demostrar que gracias al método de madurez es posible saber la resistencia del concreto en el sitio de trabajo en tiempo real, permitiendo evaluar la resistencia relacionando el tiempo y las mediciones de temperatura a valores de resistencia reales, llevando un cálculo mediante el seguimiento de las variaciones de temperatura del concreto y al conocer la madurez del mismo, evitando metodologías ambiguas, se refuerza el antecedente, pues ambos validan y emplean el método de madurez en sus

trabajos de investigación, obteniendo resultados favorables siguiendo los parámetros estipulados según indica la norma ASTM C 1074 – NTP- 339.217.

La principal limitante presentada en esta tesina fue la búsqueda de alguna normativa nacional que especificara ciertos rangos para realizar el aserrado de juntas; por lo que fue necesario llevar a cabo una búsqueda que brinde esta información relevante, siendo “The National Ready Mixed Concrete Association”, misma que establece que el aserrado convencional de las juntas se hace entre las 4 y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado, previamente realizando los ensayos de resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez, siguiendo el procedimiento establecido en la normativa ASTM C 1074 – NTP. 339.217.

En este trabajo de investigación se logró evidenciar el comportamiento del concreto empleando diferentes tipos de cemento, tales como: cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms, a fin de determinar el tiempo de corte óptimo para juntas en pavimentos rígidos, empleando una propiedad del concreto en estado endurecido, siendo su resistencia a la compresión, viéndose influenciada positivamente, aumentando los valores del concreto con cemento tipo I, respecto a los otros concretos en todas las edades evaluadas.

Asimismo, las implicancias encontradas en este trabajo de investigación, considera a la Norma Técnica Peruana, al brindar parámetros a seguir para la correcta ejecución de los ensayos correspondientes. Además, en la norma ACI 211 (American Concrete Institute) “Diseño de mezcla para concreto”, desarrolla un procedimiento de diseño de mezcla teniendo en cuenta tablas elaboradas mediante ensayos de agregados,

permitiendo obtener las proporciones de los materiales que integran la unidad cúbica del concreto. También, tenemos la norma ASTM C 1074 (American Society for Testing and Materials) ‘‘Implementación del procedimiento del método de madurez del concreto para calcular la resistencia a la compresión’’, que implementa esta metodología a fin de agenciarnos de los procedimientos adecuados a seguir y evitar dificultades en la ejecución. Finalmente, se considera a The National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) ‘‘Juntas de concreto’’, al brindar valores específicos de instancia del tiempo de corte óptimo para el aserrado convencional de juntas en pavimentos rígidos, mismo que va desde las 4 horas y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado.

4.2. Conclusiones

- Se determinaron los tiempos de corte óptimos para juntas de construcción en pavimentos rígidos, donde se indica que el aserrado convencional de juntas se hace entre las 4 y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado, siguiendo los lineamientos de National Ready Mixed Concrete Association, logrando determinar el comportamiento del concreto empleando diferentes tipos de cemento, tales como: cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms, siendo el concreto con cemento tipo Ms el que demora más en tener la resistencia objetiva, retrasándose 41 horas, y el concreto con cemento tipo I el que se encuentra dentro del rango estipulado anteriormente, con 11 horas, en este caso logrando obtener un valor de la resistencia adecuada y favorable que prioriza la optimización de tiempo y recursos en el sector construcción, otorgando una alternativa de solución que intensifica la durabilidad del pavimento y su calidad de vida consecuentemente, precisando la toma de decisiones en etapas tempranas, obteniendo mejoras en las temperaturas y el asertivo curado del concreto.
- Se realizó la caracterización de los agregados obtenidos de la cantera denominada Quebrada El León, ubicada en el centro poblado El Milagro, Huanchaco – Trujillo, donde según los resultados de los ensayos realizados al agregado fino correspondiente a una arena gruesa zarandeada y al agregado grueso correspondiente a piedra chancada, siendo su TMN $\frac{3}{4}$, sus porcentajes pasantes cumplen y se adecúan a los límites de un agregado de Huso 67, establecidos en la NTP.400.037.
- Se elaboró un diseño de mezcla empleando cemento Tipo I, cemento Tipo ICo y cemento tipo Ms, siendo así tres diseños de mezcla elaborados en total, con una relación de agua/cemento 0.50; logrando calcular los pesos de cada material a emplear por cada m³

de concreto, los mismos que fueron proyectados para tandas de 30 litros, con la finalidad de cumplir y satisfacer los 28 litros mínimos requeridos por la NTP. 339.036, equivalentes a 1pie^3 .

- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto evaluando especímenes cilíndricos curados a las edades de 8 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas, 2 días, 7 días y 28 días, teniendo en cuenta el cumplimiento de la normativa NTP.339.217; cuyos resultados permiten concluir que la incorporación de cemento tipo I durante el mezclado genera un aumento en los valores arrojados para todas las edades consideradas, respecto a los demás concretos que emplean cemento tipo ICo y cemento tipo Ms.
- Se determinó el índice de madurez del concreto en relación agua/cemento de 0.50 para los ensayos de concreto con cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms en función del desarrollo de temperatura de curado e hidratación y los datos del censado, basándose en la calibración de la relación tiempo – temperatura – resistencia evaluada; obteniendo un desenvolvimiento sencillo con resultados según los requerimientos establecidos, obteniendo también la curva de madurez del concreto en base a la relación que existe entre la resistencia y la madurez del mismo, logrando concluir que, para el caso del concreto con cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms, mediante una línea de tendencia logarítmica se constataron las ecuaciones de la relación resistencia – madurez del concreto respectivamente, donde para el concreto con cemento tipo I se tiene una ecuación equivalente a: $y = 57.276 \ln(x) - 271.54$, para el concreto con cemento tipo ICo se tiene una ecuación equivalente a: $y = 50.527 \ln(x) - 234.87$, y para el concreto con cemento Ms se tiene una ecuación equivalente a: $y = 24.938 \ln(x) - 128.99$, siguiendo

los parámetros estipulados en la normativa ASTM C 1074, permitiendo predecir lo que sucede al interior de la mezcla.

- Se realizó la prueba de hipótesis haciendo uso de la prueba de normalidad Shapiro – Wilk, y el análisis de varianza mediante la prueba Anova de un factor logrando determinar estadísticamente que los tiempos de corte para juntas de construcción influyen positivamente en los pavimentos rígidos.

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda a todos los interesados en el ámbito de la construcción a utilizar el método de madurez del concreto para evaluar la resistencia a la compresión del concreto, además de seguir los lineamientos de National Ready Mixed Concrete Association ya que se consiguió determinar los tiempos de corte para juntas de construcción en pavimentos rígidos.
- Se recomienda seguir los lineamientos de National Ready Mixed Concrete Association, ya que la consideración de excederse de las horas estipuladas para el aserrado de juntas, podría ser causante de resultados desfavorables y perjudiciales; o en caso contrario, indagar otros artículos o tesinas que cuenten con esta información, y sean fuentes confiables.
- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil a incentivar la investigación, debido a que de esta manera se logrará demostrar su comportamiento mismo frente a otro contexto o bajo influencia de agentes externos, permitiendo dar inicio a nuevas líneas de investigación, y posteriormente dejando antecedentes a estudios futuros.
- Se recomienda estar pendiente de cumplir con los estándares de calidad para evitar resultados deficientes, posibles anomalías y/o problemas en la curva de madurez, originando daños en la estructura. Asimismo, es importante señalar que, el resultado de la curva de calibración debe ser emitido en un documento con el respaldo de los aspectos considerados por la persona que elaboró dicha curva.

REFERENCIAS

- Acevedo Borrego, A., Linares Barrantes, C., & Cachay Boza, O. (2013). *Investigación en la acción*. Lima: UNMSM.
- Ajahuana Delgado, E. A. (2019). *Evaluación de la adherencia en juntas de construcción en losas de concreto simple debido a interrupción de vaciado en tiempos de 3, 6 y 24 horas*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Albert Gómez, M. J. (2018). *UNED*. Obtenido de UNED: <https://canal.uned.es/video/5acf303eb1111f5a618b456d>
- Ávila Cárdenas, G. (2015). *``Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación``*. Lima: Universidad Alas Peruanas.
- Bedoya Espinoza, J. (2018). Influencia del método de madurez en la resistencia del concreto para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huancavelica.
- Cementos Pacasmayo. (2022). *Cementos Pacasmayo*. Obtenido de Cementos Pacasmayo: <https://pacasmayoprofesional.com/soluciones?category=7&prod=3>
- CEMEX. (19 de Junio de 2019). *CEMEX*. (CEMEX Perú) Recuperado el 19 de Junio de 2019, de CEMEX: <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>
- Comité Técnico de Normalización de Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado. (2016). *NORMA TÉCNICA PERUANA 339.217*. Lima: INACAL.
- Command Center. (s.f.). *Command Center*. Obtenido de Command Center.

Coronado, A. E. (2019). *Modelo de predicción de temperatura y evluación de la resistencia del hormigón por su madurez*. Barcelona: UPC BARCELONATECH.

EUCLID GROUP TOXEMENT. (2019). *GUIA BÁSICA PARA JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO*. (17).

Galeano Prado, J. E., & León Martínez, J. (2012). *Propuesta de diseño para la construcción de pavimento rígido*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Gallardo Figueroa, M., & Pescoran Campos, M. D. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la Avenida Larco y Avenida Fátima de la Ciudad de Trujillo*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.

Gobierno del Perú. (2016). *NORMA TÉCNICA PERUANA*. Lima: INACAL.

Gobierno del Perú. (22 de octubre de 2020). *Gobierno del Perú*. Obtenido de Gobierno del Perú: <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/1297253-170-2020-pcm>

Gobierno del Perú. (2020). *Gobierno del Perú*. Obtenido de Gobierno del Perú: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/671272/Lineamiento_de_Prevenicion_y_Control_del_COVID-19_en_Obras_Construccion.pdf

Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Bogotá: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia.

Hernández Cano, H. B. (28 de Enero de 2013). *Construye tu ingenio*. Recuperado el 07 de Marzo de 2022, de Construye tu ingenio.

INACAL. (2013). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima: INACAL.

INACAL. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima: INACAL.

INDECOPI. (1999). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima: INDECOPI.

INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima: INDECOPI.

INDECOPI. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima: INDECOPI.

INDECOPI. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima: INDECOPI.

Jiménez Lagos, Y. M. (2016). *Aplicación del método de madurez para la optimización de tiempo en el corte de viguetas de concreto prefabricadas y pretensadas*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Kionetworks. (2022). *Técnicas y beneficios de recolección de datos*. Obtenido de Kionetworks.

Laura Huanca, S. (2006). *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO*. Puno: UNA/FICA/EPIC.

- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada*. Guayaquil: Dialnet.
- Méndez Boche, V. C. (2015). Evaluación de juntas de construcción y su comportamiento estructural en columnas de concreto armado.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). "*Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*". Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Narváz Burbano, G. A. (03 de Abril de 2014). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/mobile/gambitguille/seleccion-de-la-muestra-en-investigacion>
- National Ready Mixed Concrete Association. (2022). Juntas en el concreto. *National Ready Mixed Concrete Association, 2*.
- Nava, F. (17 de Octubre de 2016). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/FabiolaNava4/investigacin-bsica-y-aplicada-58356533>
- Norma Técnica Peruana 339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. *Norma Técnica Peruana 339.034, 24*.
- Norma Técnica Peruana 339.035. (1999). Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. *Norma Técnica Peruana 339.035, 6*.

Norma Técnica Peruana 339.036. (2017). Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco. *Norma Técnica Peruana*, 12.

Norma Técnica Peruana 339.184. (2002). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón. *Norma Técnica Peruana 339.184*, 5.

Norma Técnica Peruana 339.217. (2016). Método de ensayo normalizado para la estimación de la resistencia del concreto por el método de madurez. *Norma Técnica Peruana 339.217*, 32.

Ormeño, R., & Marlon, E. (2018). Implementación del procedimiento del método de madurez del concreto (NORMA ASTM C 1074) para calcular la resistencia a la compresión con apoyo de equipos electrónicos.

P. K., N. (2003). *Handbook of Nondestructive and Innovative Testing Equipment for Concrete*. Washington.

Parera, A. (2017). *Pavimentos flexibles y pavimentos rígidos*. Barcelona: UNIFORT.

Portland Cement Association. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Ciudad de México: Portland Cement Association.

Ramón, G. (s.f.). *Diseños experimentales*. Antioquia: UDEA.

Real Plá, J. I. (2017). *DETERIOROS EN PAVIMENTOS RIGIDOS, SOLUCIONES Y APLICACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE CONSERVACIÓN DE LA RED VIAL EN UN SECTOR DE CALLE SAZIÉ*. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello.

- Silva, O. J. (2019). *360 concreto*. Obtenido de 360 concreto:
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/tipos-de-juntas-en-muros-pisos-de-concreto>
- Silva, O. J. (2020). *Juntas de pavimentos de concreto: mayor durabilidad y vida de servicio*. Bogotá: Asociación Colombiana de Productores de Concreto.
- Torre Carrilo, A., & Aspilcueta Ascencios, M. (2015). *DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DE MADUREZ*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Trejo Vásquez, K. (2013). *Metodología de la investigación*. Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Vásquez, A., & Vásquez, W. (2021). *Estimación de la resistencia del concreto en obra mediante el método de madurez*. Trujillo. Obtenido de 100% INGENIEROS.
- Veiga de Cabo, J., De la Fuente Diez, E., & Ziimmemann Verdejo, M. (2008). Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Scielo*.
- Vergara Vicuña, A. (2010). *DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Yon Santos, K. W. (02 de Octubre de 2007). *Monografías*. Recuperado el 02 de Octubre de 2007, de Monografías: <https://www.monografias.com/trabajos52/cemento-peru/cemento-peru2>

ANEXOS

ANEXO N°1. Desarrollo de tesis

- Granulometría de los agregados

Tabla 29

Granulometría del agregado fino.

PESO SECO INICIAL		1000 gr.					
Malla (Pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	Límites (NTP. 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N.° 4	4.75	37.01	3.70	3.70	96.30	95	100
N.° 8	2.36	91.33	9.13	12.83	87.17	80	100
N.° 16	1.18	206.75	20.68	33.51	66.49	50	85
N.° 30	0.60	335.83	33.58	67.09	32.91	25	60
N.° 50	0.30	199.79	19.98	87.07	12.93	5	30
N.° 100	0.15	89.12	8.91	95.98	4.02	0	10
N° 200	0.08	38.64	3.86	99.85	0.15	0	5
Plato		1.53	0.15	100.00	0.00		
		1000.00	100.00				

Figura 22

Curva granulométrica del agregado fino

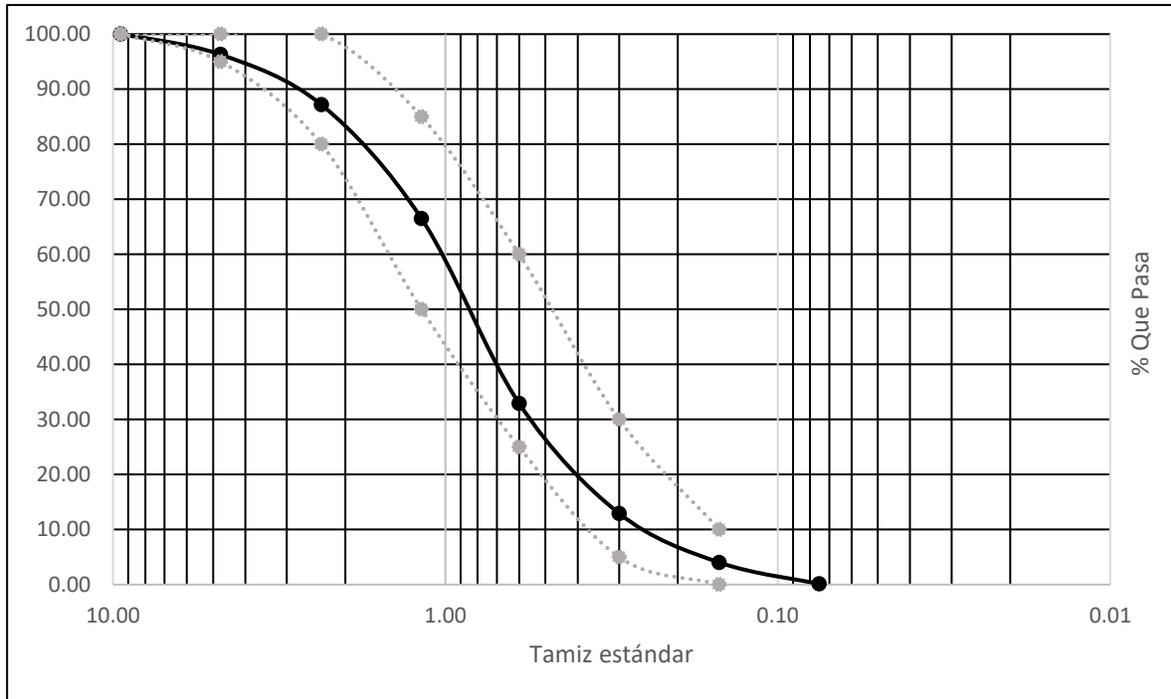


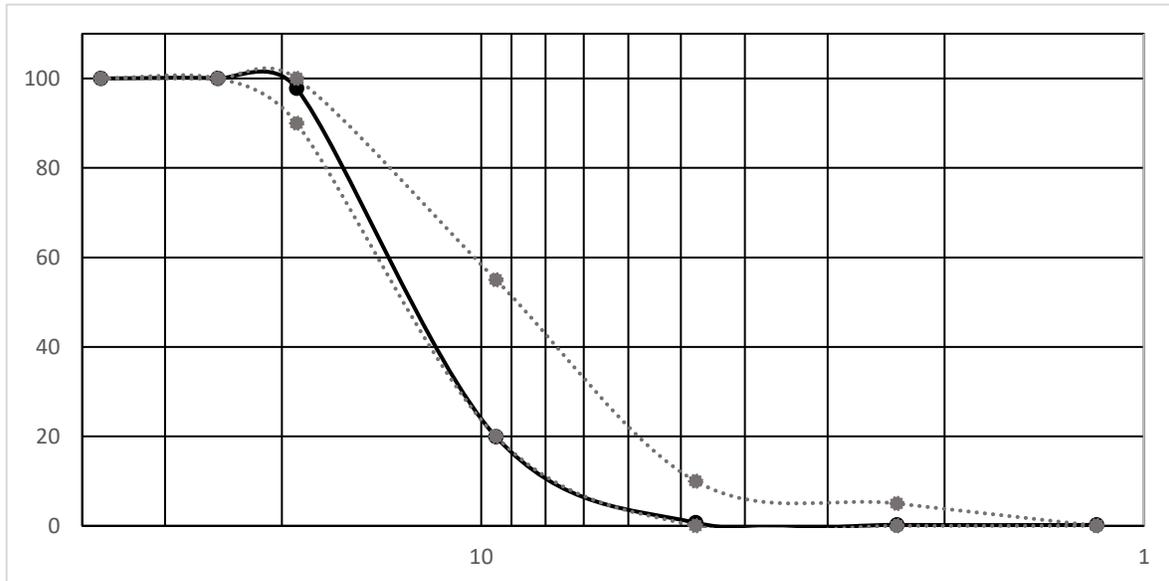
Tabla 30

Granulometría del agregado grueso.

PESO SECO INICIAL		5000 gr.					
Malla (Pulg)	Abertura (mm)	Peso retenid o	% retenid o	% retenido acumulad o	% que pasa	Límites H67 (NTP. 400.037)	
						Mínim o	Máxim o
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	423.76	8.48	8.48	91.52	90	100
1/2"	12.50	3704.18	74.08	82.56	17.44	-	-
3/8"	9.50	683.24	13.66	96.22	3.78	20	55
1/4"	6.35	178.75	3.58	99.80	0.20	-	-
N.º 4	4.75	6.41	0.13	99.93	0.07	-	10
N.º 8	2.36	1.29	0.03	99.95	0.05	-	5
N.º 16	1.18	1.29	0.03	99.98	0.02	-	-
Plato		1.08	0.02	100.00	0.00		
Total		5000.00					

Figura 23

Curva granulométrica del agregado grueso



- **Humedad de los agregados**

Tabla 31

Contenido de humedad del agregado fino

Descripción	U.M	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Tara N°		A	B	C
Tara + muestra húmeda	gr	218.1	265.9	273.1
Tara + muestra seca	gr	216	263.5	270.2
Peso del agua	gr	2.1	2.4	2.9
Peso de la tara	gr	43.1	44.9	42.8
Peso de la muestra seca	gr	172.9	218.6	227.4
W	%	1.215	1.098	1.275
W (%) PROMEDIO		1.20		

Tabla 32

Contenido de humedad del agregado grueso

Descripción	U.M	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Tara N°		D	E	F
Tara + muestra húmeda	gr	284.8	318.2	271.1
Tara + muestra seca	gr	283.9	317.3	270
Peso del agua	gr	0.9	0.9	1.1
Peso de la tara	gr	47.6	47.3	48.3
Peso de la muestra seca	gr	236.3	270	221.7
W	%	0.381	0.333	0.496
W (%) PROMEDIO			0.40	

- **Peso unitario de los agregados**

Tabla 33

Peso unitario del agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Peso del material + molde	gr.	14827	14851	14822
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	9101.00	9125.00	9096.00
Volumen de molde	cm³	5301.00	5301.00	5301.00
Peso unitario suelto	kg/m³	1716.85	1721.37	1715.90
PROMEDIO		1718.04		
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Peso del material + molde	gr.	15517	15545	15584
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	9791.00	9819.00	9858.00
Volumen de molde	cm³	5301.00	5301.00	5301.00
Peso unitario compactado	kg/m³	1847.01	1852.29	1859.65
PROMEDIO		1852.98		

Tabla 34

Peso unitario del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO		Ensayo	Ensayo	Ensayo
(PUS)	U.M.	01	02	03
Peso del material + molde	gr.	12701	12950	13002
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	6975.00	7224.00	7276.00
Volumen de molde	cm³	5301.00	5301.00	5301.00
Peso unitario suelto	kg/m³	1315.79	1362.76	1372.57
PROMEDIO		1350.37		
PESO UNITARIO COMPACTADO		Ensayo	Ensayo	Ensayo
(PUC)	U.M.	01	02	03
Peso del material + molde	gr.	13699	13673	13924
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	7973.00	7947.00	8198.00
Volumen de molde	cm³	5301.00	5301.00	5301.00
Peso unitario compactado	kg/m³	1504.06	1499.15	1546.50
PROMEDIO		1516.57		

- **Peso específico y absorción de los agregados**

Tabla 35

Peso específico y absorción del agregado fino

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	1	2	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Sup. Seco (en Aire)	gr.	250.00	250.00	
B	Peso Frasco + agua	gr.	341.70	341.30	
C	Peso Frasco + agua + A	gr.	591.70	591.30	
D	Peso del Material + agua en el frasco	gr.	497.20	496.10	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío	gr.	94.50	95.20	
F	Peso material seco en estufa (105°C)	gr.	246.30	246.40	
G	Volumen de masa	gr.	90.80	91.60	
	Pe bulk (Base seca)	gr/cm ³	2.606	2.588	2.60
	Pe bulk (Base saturada)	gr/cm ³	2.646	2.626	2.64
	Pe específico (Base seca)	gr/cm ³	2.713	2.690	2.70
	% de absorción	%	1.502	1.461	1.48%

Tabla 36

Peso específico y absorción del agregado grueso

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	1	2	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Sup. Seco (en Aire)	gr.	6818.00	8051.00	
B	Peso Material Saturado Sup. Seco (en Agua)	gr.	4200.00	4931.00	
C	Volumen de masa + Volumen de vacíos	gr.	2618.00	3120.00	
D	Peso material seco en estufa (105°C)	gr.	6800.00	8000.00	
E	Volumen de masa	gr.	2600.00	3069.00	
	Pe bulk (Base seca)	gr/cm³	2.597	2.564	2.58
	Pe bulk (Base saturada)	gr/cm³	2.604	2.580	2.59
	Pe específico (Base seca)	gr/cm³	2.615	2.607	2.61
	% de absorción	%	0.265	0.638	0.45%

- **Registro de madurez del concreto en laboratorio**

Tabla 37

Registro de madurez del concreto utilizando Cemento Tipo I

T DATUM (°C) 0						
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)	
0.0	17.2	-	-	-	-	-
1.0	17.005	1	17.1	17.1	17.1	108.921
2.0	17.265	1	17.1	17.1	34.2	69.165
3.0	17.965	1	17.6	17.6	51.9	45.391
4.0	18.86	1	18.4	18.4	70.3	27.987
5.0	20.365	1	19.6	19.6	89.9	13.887
6.0	20.88	1	20.6	20.6	110.5	2.056
7.0	23.1	1	22.0	22.0	132.5	8.340
8.0	26.24	1	24.7	24.7	157.2	18.120
9.0	25.25	1	25.7	25.7	182.9	26.809
10.0	24.12	1	24.7	24.7	207.6	34.060
11.0	25.895	1	25.0	25.0	232.6	40.575
12.0	23.485	1	24.7	24.7	257.3	46.353
13.0	28.095	1	25.8	25.8	283.1	51.824
14.0	28.205	1	28.2	28.2	311.2	57.254
15.0	28.37	1	28.3	28.3	339.5	62.237

16.0	28.45	1	28.4	28.4	367.9	66.840
17.0	28.705	1	28.6	28.6	396.5	71.124
18.0	29	1	28.9	28.9	425.4	75.147
19.0	29.31	1	29.2	29.2	454.5	78.944
20.0	29.415	1	29.4	29.4	483.9	82.530
21.0	29.42	1	29.4	29.4	513.3	85.910
22.0	29.28	1	29.4	29.4	542.6	89.095
23.0	28.815	1	29.0	29.0	571.7	92.082
24.0	28.63	1	28.7	28.7	600.4	94.890
25.0	28.38	1	28.5	28.5	628.9	97.546
26.0	27.97	1	28.2	28.2	657.1	100.056
27.0	27.445	1	27.7	27.7	684.8	102.422
28.0	26.94	1	27.2	27.2	712.0	104.652
29.0	26.505	1	26.7	26.7	738.7	106.763
30.0	26.095	1	26.3	26.3	765.0	108.766
31.0	25.85	1	26.0	26.0	791.0	110.679
32.0	25.72	1	25.8	25.8	816.8	112.516
33.0	25.71	1	25.7	25.7	842.5	114.292
34.0	25.785	1	25.7	25.7	868.2	116.016
35.0	26.1	1	25.9	25.9	894.2	117.702
36.0	26.44	1	26.3	26.3	920.4	119.361
37.0	26.655	1	26.5	26.5	947.0	120.989
38.0	26.935	1	26.8	26.8	973.8	122.587
39.0	27.46	1	27.2	27.2	1,001.0	124.165
40.0	27.785	1	27.6	27.6	1,028.6	125.724
41.0	27.835	1	27.8	27.8	1,056.4	127.252
42.0	27.75	1	27.8	27.8	1,084.2	128.739
43.0	27.32	1	27.5	27.5	1,111.7	130.176
44.0	26.785	1	27.1	27.1	1,138.8	131.553
45.0	26.405	1	26.6	26.6	1,165.4	132.875

46.0	26.175	1	26.3	26.3	1,191.7	134.153
47.0	26.08	1	26.1	26.1	1,217.8	135.395
48.0	25.995	1	26.0	26.0	1,243.8	136.607
49.0	25.78	1	25.9	25.9	1,269.7	137.787
50.0	25.565	1	25.7	25.7	1,295.4	138.933
51.0	25.265	1	25.4	25.4	1,320.8	140.046
52.0	25	1	25.1	25.1	1,346.0	141.126
53.0	24.79	1	24.9	24.9	1,370.9	142.175
54.0	24.595	1	24.7	24.7	1,395.5	143.198
55.0	24.4	1	24.5	24.5	1,420.0	144.194
56.0	24.28	1	24.3	24.3	1,444.4	145.168
57.0	24.34	1	24.3	24.3	1,468.7	146.124
58.0	24.76	1	24.6	24.6	1,493.2	147.073
59.0	25.295	1	25.0	25.0	1,518.3	148.025
60.0	25.545	1	25.4	25.4	1,543.7	148.976
61.0	25.695	1	25.6	25.6	1,569.3	149.919
62.0	26.2	1	25.9	25.9	1,595.3	150.858
63.0	26.61	1	26.4	26.4	1,621.7	151.799
64.0	26.795	1	26.7	26.7	1,648.4	152.734
65.0	26.79	1	26.8	26.8	1,675.2	153.658
66.0	26.525	1	26.7	26.7	1,701.8	154.562
67.0	26.195	1	26.4	26.4	1,728.2	155.442
68.0	25.79	1	26.0	26.0	1,754.2	156.297
69.0	25.715	1	25.8	25.8	1,779.9	157.132
70.0	25.46	1	25.6	25.6	1,805.5	157.950
71.0	25.205	1	25.3	25.3	1,830.8	158.748

Tabla 38

Registro de madurez del concreto utilizando Cemento Tipo ICo

T DATUM (°C) 0						
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo		
				- Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)	
0.0	17.5	-	-	-	-	
1.0	18.8	1	18.2	18.2	18.2 - 88.395	
2.0	17.5	1	18.2	18.2	36.3 - 53.372	
3.0	16.8	1	17.2	17.2	53.5 - 33.812	
4.0	16.6	1	16.7	16.7	70.2 - 20.095	
5.0	16.4	1	16.5	16.5	86.6 - 9.431	
6.0	16.3	1	16.4	16.4	103.0 - 0.684	
7.0	16.2	1	16.3	16.3	119.3 6.732	
8.0	16.2	1	16.2	16.2	135.5 13.173	
9.0	16.2	1	16.2	16.2	151.7 18.878	
10.0	16.2	1	16.2	16.2	167.9 24.004	
11.0	16.2	1	16.2	16.2	184.1 28.663	
12.0	16.2	1	16.2	16.2	200.4 32.934	
13.0	16.2	1	16.2	16.2	216.6 36.867	
14.0	16.2	1	16.2	16.2	232.8 40.511	
15.0	16.4	1	16.3	16.3	249.1 43.933	
16.0	17	1	16.7	16.7	265.8 47.208	
17.0	17.7	1	17.3	17.3	283.1 50.398	
18.0	18.6	1	18.2	18.2	301.3 53.538	
19.0	19.7	1	19.2	19.2	320.4 56.653	
20.0	20.8	1	20.3	20.3	340.7 59.751	
21.0	21.3	1	21.0	21.0	361.7 62.777	

22.0	21.4	1	21.3	21.3	383.0	65.670
23.0	20.8	1	21.1	21.1	404.1	68.376
24.0	20.5	1	20.7	20.7	424.8	70.894
25.0	18.4	1	19.5	19.5	444.2	73.161
26.0	18.1	1	18.3	18.3	462.5	75.199
27.0	18	1	18.1	18.1	480.6	77.135
28.0	17.8	1	17.9	17.9	498.5	78.982
29.0	17.6	1	17.7	17.7	516.2	80.744
30.0	17.5	1	17.5	17.5	533.7	82.432
31.0	17.3	1	17.4	17.4	551.1	84.053
32.0	17.3	1	17.3	17.3	568.4	85.614
33.0	17.2	1	17.2	17.2	585.6	87.122
34.0	17.1	1	17.1	17.1	602.7	88.578
35.0	17	1	17.1	17.1	619.8	89.988
36.0	17	1	17.0	17.0	636.8	91.354
37.0	16.9	1	16.9	16.9	653.7	92.680
38.0	16.9	1	16.9	16.9	670.6	93.968
39.0	16.9	1	16.9	16.9	687.5	95.224
40.0	17	1	16.9	16.9	704.4	96.454
41.0	17.1	1	17.0	17.0	721.5	97.661
42.0	17.3	1	17.2	17.2	738.7	98.853
43.0	17.7	1	17.5	17.5	756.2	100.035
44.0	18	1	17.8	17.8	774.0	101.214
45.0	18.4	1	18.2	18.2	792.2	102.389
46.0	18.6	1	18.5	18.5	810.7	103.556
47.0	18.8	1	18.7	18.7	829.4	104.707
48.0	18.6	1	18.7	18.7	848.1	105.831
49.0	18.4	1	18.5	18.5	866.5	106.920
50.0	18.2	1	18.3	18.3	884.8	107.976
51.0	18	1	18.1	18.1	903.0	109.000

52.0	17.9	1	17.9	17.9	920.9	109.994
53.0	17.7	1	17.8	17.8	938.7	110.961
54.0	17.6	1	17.7	17.7	956.4	111.904
55.0	17.5	1	17.6	17.6	973.9	112.823
56.0	17.4	1	17.5	17.5	991.4	113.721
57.0	17.4	1	17.4	17.4	1,008.8	114.601
58.0	17.3	1	17.3	17.3	1,026.2	115.462
59.0	17.2	1	17.3	17.3	1,043.4	116.305
60.0	17.2	1	17.2	17.2	1,060.6	117.131
61.0	17.1	1	17.1	17.1	1,077.7	117.940
62.0	17	1	17.1	17.1	1,094.8	118.733
63.0	17	1	17.0	17.0	1,111.8	119.513
64.0	17.1	1	17.1	17.1	1,128.9	120.282
65.0	17.2	1	17.1	17.1	1,146.0	121.044
66.0	17.4	1	17.3	17.3	1,163.3	121.801
67.0	17.7	1	17.5	17.5	1,180.8	122.556
68.0	18	1	17.8	17.8	1,198.7	123.314
69.0	18.4	1	18.2	18.2	1,216.9	124.075
70.0	18.4	1	18.4	18.4	1,235.3	124.834
71.0	18.3	1	18.4	18.4	1,253.6	125.580
72.0	18.2	1	18.2	18.2	1,271.9	126.310
73.0	18	1	18.1	18.1	1,290.0	127.024
74.0	17.9	1	18.0	18.0	1,308.0	127.723
75.0	17.7	1	17.8	17.8	1,325.8	128.407
76.0	17.6	1	17.7	17.7	1,343.5	129.076
77.0	17.5	1	17.5	17.5	1,361.0	129.731
78.0	17.3	1	17.4	17.4	1,378.4	130.373
79.0	17.3	1	17.3	17.3	1,395.7	131.003
80.0	17.2	1	17.2	17.2	1,412.9	131.623
81.0	17.1	1	17.1	17.1	1,430.0	132.231

82.0	17	1	17.1	17.1	1,447.1	132.830
83.0	17	1	17.0	17.0	1,464.1	133.421
84.0	16.9	1	16.9	16.9	1,481.0	134.002
85.0	16.9	1	16.9	16.9	1,497.9	134.575
86.0	16.8	1	16.8	16.8	1,514.8	135.140
87.0	16.8	1	16.8	16.8	1,531.6	135.697
88.0	16.9	1	16.8	16.8	1,548.4	136.250
89.0	17	1	16.9	16.9	1,565.3	136.798
90.0	17.2	1	17.1	17.1	1,582.4	137.346
91.0	17.6	1	17.4	17.4	1,599.8	137.898
92.0	17.8	1	17.7	17.7	1,617.4	138.454
93.0	17.9	1	17.8	17.8	1,635.3	139.008
94.0	17.9	1	17.9	17.9	1,653.2	139.559
95.0	17.9	1	17.9	17.9	1,671.1	140.102
96.0	17.8	1	17.8	17.8	1,688.9	140.639
97.0	17.7	1	17.8	17.8	1,706.7	141.168
98.0	17.6	1	17.7	17.7	1,724.4	141.689
99.0	17.5	1	17.5	17.5	1,741.9	142.200
100.0	17.4	1	17.4	17.4	1,759.3	142.703
101.0	17.3	1	17.3	17.3	1,776.7	143.199
102.0	17.2	1	17.2	17.2	1,793.9	143.686
103.0	17.1	1	17.1	17.1	1,811.1	144.166
104.0	17	1	17.0	17.0	1,828.1	144.640
105.0	17	1	17.0	17.0	1,845.1	145.106
106.0	16.9	1	16.9	16.9	1,862.0	145.567
107.0	16.8	1	16.8	16.8	1,878.8	146.022
108.0	16.7	1	16.8	16.8	1,895.6	146.471
109.0	16.7	1	16.7	16.7	1,912.3	146.914
110.0	16.6	1	16.7	16.7	1,928.9	147.353
111.0	16.6	1	16.6	16.6	1,945.6	147.787

112.0	16.7	1	16.7	16.7	1,962.3	148.218
113.0	16.9	1	16.8	16.8	1,979.1	148.649
114.0	17.1	1	17.0	17.0	1,996.0	149.080
115.0	17.4	1	17.2	17.2	2,013.3	149.515
116.0	17.8	1	17.6	17.6	2,030.9	149.954
117.0	18.1	1	18.0	18.0	2,048.8	150.399
118.0	18.2	1	18.1	18.1	2,067.0	150.844
119.0	18.3	1	18.2	18.2	2,085.2	151.288
120.0	18.2	1	18.2	18.2	2,103.4	151.728
121.0	18.1	1	18.1	18.1	2,121.5	152.161
122.0	18	1	18.0	18.0	2,139.6	152.589
123.0	17.8	1	17.9	17.9	2,157.4	153.009
124.0	17.7	1	17.8	17.8	2,175.2	153.424
125.0	17.6	1	17.6	17.6	2,192.8	153.831
126.0	17.5	1	17.5	17.5	2,210.3	154.233
127.0	17.4	1	17.4	17.4	2,227.8	154.630
128.0	17.3	1	17.3	17.3	2,245.1	155.022
129.0	17.2	1	17.2	17.2	2,262.3	155.408
130.0	17.1	1	17.2	17.2	2,279.5	155.790
131.0	17	1	17.1	17.1	2,296.6	156.167
132.0	17	1	17.0	17.0	2,313.5	156.539
133.0	16.9	1	16.9	16.9	2,330.5	156.907
134.0	16.8	1	16.8	16.8	2,347.3	157.271
135.0	16.8	1	16.8	16.8	2,364.1	157.631
136.0	16.9	1	16.8	16.8	2,380.9	157.990
137.0	17	1	16.9	16.9	2,397.8	158.347
138.0	17.2	1	17.1	17.1	2,414.9	158.706
139.0	17.4	1	17.3	17.3	2,432.2	159.066
140.0	17.8	1	17.6	17.6	2,449.8	159.430
141.0	18.2	1	18.0	18.0	2,467.7	159.799

142.0	18.3	1	18.2	18.2	2,486.0	160.172
143.0	18.3	1	18.3	18.3	2,504.3	160.542
144.0	18.2	1	18.2	18.2	2,522.5	160.908
145.0	18	1	18.1	18.1	2,540.6	161.270
146.0	17.9	1	18.0	18.0	2,558.6	161.627
147.0	17.7	1	17.8	17.8	2,576.4	161.977
148.0	17.6	1	17.7	17.7	2,594.1	162.323
149.0	17.5	1	17.6	17.6	2,611.7	162.664
150.0	17.4	1	17.5	17.5	2,629.1	163.000
151.0	17.3	1	17.3	17.3	2,646.5	163.332
152.0	17.3	1	17.3	17.3	2,663.7	163.661
153.0	17.2	1	17.2	17.2	2,681.0	163.987
154.0	17.1	1	17.1	17.1	2,698.1	164.308
155.0	17	1	17.1	17.1	2,715.1	164.627
156.0	17	1	17.0	17.0	2,732.1	164.942
157.0	17	1	17.0	17.0	2,749.1	165.255
158.0	16.9	1	16.9	16.9	2,766.0	165.565
159.0	16.9	1	16.9	16.9	2,782.9	165.873
160.0	17	1	16.9	16.9	2,799.9	166.179
161.0	17	1	17.0	17.0	2,816.8	166.485
162.0	20.6	1	18.8	18.8	2,835.6	166.821
163.0	21.6	1	21.1	21.1	2,856.7	167.195
164.0	21.4	1	21.5	21.5	2,878.2	167.573
165.0	21.2	1	21.3	21.3	2,899.5	167.946
166.0	21.1	1	21.2	21.2	2,920.7	168.313
167.0	20.8	1	21.0	21.0	2,941.6	168.675
168.0	20.4	1	20.6	20.6	2,962.2	169.027
169.0	19.9	1	20.2	20.2	2,982.4	169.370
170.0	19.5	1	19.7	19.7	3,002.1	169.703
171.0	19.2	1	19.4	19.4	3,021.5	170.028

172.0	18.9	1	19.0	19.0	3,040.5	170.345
173.0	18.6	1	18.7	18.7	3,059.2	170.655
174.0	18.3	1	18.4	18.4	3,077.7	170.959
175.0	18.1	1	18.2	18.2	3,095.9	171.257
176.0	18	1	18.0	18.0	3,113.9	171.551
177.0	17.8	1	17.9	17.9	3,131.8	171.840
178.0	17.7	1	17.7	17.7	3,149.5	172.125
179.0	17.6	1	17.6	17.6	3,167.2	172.407
180.0	17.5	1	17.5	17.5	3,184.7	172.686
181.0	17.3	1	17.4	17.4	3,202.1	172.961
182.0	17.3	1	17.3	17.3	3,219.4	173.234
183.0	17.3	1	17.3	17.3	3,236.7	173.504
184.0	17.3	1	17.3	17.3	3,253.9	173.773
185.0	17.5	1	17.4	17.4	3,271.3	174.043
186.0	17.9	1	17.7	17.7	3,289.0	174.315
187.0	18.5	1	18.2	18.2	3,307.2	174.593
188.0	18.9	1	18.7	18.7	3,325.9	174.878
189.0	19.1	1	19.0	19.0	3,344.9	175.166
190.0	19.1	1	19.1	19.1	3,364.0	175.453
191.0	19	1	19.0	19.0	3,383.0	175.738
192.0	18.9	1	18.9	18.9	3,401.9	176.021
193.0	18.7	1	18.8	18.8	3,420.7	176.299
194.0	18.4	1	18.6	18.6	3,439.3	176.572
195.0	18.2	1	18.3	18.3	3,457.6	176.841
196.0	18	1	18.1	18.1	3,475.8	177.105
197.0	17.9	1	18.0	18.0	3,493.7	177.366
198.0	17.7	1	17.8	17.8	3,511.5	177.622
199.0	17.5	1	17.6	17.6	3,529.1	177.875
200.0	17.4	1	17.5	17.5	3,546.6	178.124
201.0	17.3	1	17.4	17.4	3,564.0	178.371

202.0	17.2	1	17.3	17.3	3,581.2	178.616
203.0	17.2	1	17.2	17.2	3,598.4	178.858
204.0	17	1	17.1	17.1	3,615.5	179.097
205.0	17	1	17.0	17.0	3,632.5	179.334
206.0	16.9	1	16.9	16.9	3,649.5	179.569
207.0	16.9	1	16.9	16.9	3,666.4	179.803
208.0	17	1	16.9	16.9	3,683.3	180.036
209.0	17.2	1	17.1	17.1	3,700.4	180.270
210.0	17.4	1	17.3	17.3	3,717.7	180.505
211.0	17.7	1	17.6	17.6	3,735.3	180.744
212.0	18.2	1	18.0	18.0	3,753.2	180.986
213.0	18.5	1	18.3	18.3	3,771.6	181.232
214.0	18.6	1	18.5	18.5	3,790.1	181.480
215.0	18.7	1	18.6	18.6	3,808.8	181.728
216.0	18.6	1	18.6	18.6	3,827.4	181.974
217.0	19.8	1	19.2	19.2	3,846.5	182.227
218.0	19.2	1	19.5	19.5	3,866.0	182.482
219.0	18.7	1	18.9	18.9	3,884.9	182.729
220.0	18.4	1	18.5	18.5	3,903.5	182.969
221.0	18.2	1	18.3	18.3	3,921.7	183.205
222.0	18.1	1	18.2	18.2	3,939.9	183.438
223.0	18.3	1	18.2	18.2	3,958.1	183.671
224.0	18.3	1	18.3	18.3	3,976.4	183.904
225.0	18.4	1	18.4	18.4	3,994.7	184.137
226.0	18.6	1	18.5	18.5	4,013.2	184.370
227.0	18.6	1	18.6	18.6	4,031.8	184.603
228.0	18.5	1	18.6	18.6	4,050.3	184.835
229.0	18.5	1	18.5	18.5	4,068.9	185.066
230.0	18.4	1	18.5	18.5	4,087.3	185.294
231.0	19.2	1	18.8	18.8	4,106.1	185.527

232.0	20.7	1	20.0	20.0	4,126.1	185.772
233.0	22.1	1	21.4	21.4	4,147.5	186.033
234.0	24.6	1	23.3	23.3	4,170.9	186.317
235.0	25.9	1	25.2	25.2	4,196.1	186.621
236.0	29.1	1	27.5	27.5	4,223.6	186.952
237.0	31.8	1	30.4	30.4	4,254.0	187.315
238.0	31.2	1	31.5	31.5	4,285.5	187.687
239.0	28.9	1	30.0	30.0	4,315.5	188.040
240.0	25.4	1	27.1	27.1	4,342.6	188.356
241.0	20.5	1	22.9	22.9	4,365.6	188.622
242.0	20.2	1	20.3	20.3	4,385.9	188.857
243.0	19.8	1	20.0	20.0	4,405.9	189.087
244.0	19.5	1	19.6	19.6	4,425.5	189.311
245.0	19.2	1	19.3	19.3	4,444.8	189.531
246.0	19	1	19.1	19.1	4,464.0	189.748
247.0	18.8	1	18.9	18.9	4,482.8	189.962
248.0	18.6	1	18.7	18.7	4,501.5	190.172
249.0	18.5	1	18.5	18.5	4,520.1	190.379
250.0	18.4	1	18.4	18.4	4,538.5	190.585
251.0	18.2	1	18.3	18.3	4,556.8	190.788
252.0	18.1	1	18.2	18.2	4,574.9	190.989
253.0	18	1	18.1	18.1	4,593.0	191.188
254.0	18	1	18.0	18.0	4,611.0	191.386
255.0	18	1	18.0	18.0	4,629.0	191.583
256.0	18	1	18.0	18.0	4,647.0	191.779
257.0	18.3	1	18.2	18.2	4,665.2	191.976
258.0	18.6	1	18.5	18.5	4,683.7	192.176
259.0	19.1	1	18.8	18.8	4,702.5	192.379
260.0	19.5	1	19.3	19.3	4,721.8	192.585
261.0	19.8	1	19.7	19.7	4,741.4	192.795

262.0	20	1	19.9	19.9	4,761.4	193.007
263.0	20.1	1	20.1	20.1	4,781.4	193.220
264.0	20	1	20.1	20.1	4,801.5	193.431
265.0	19.8	1	19.9	19.9	4,821.4	193.640
266.0	19.6	1	19.7	19.7	4,841.1	193.846
267.0	19.2	1	19.4	19.4	4,860.5	194.048
268.0	18.9	1	19.0	19.0	4,879.5	194.246
269.0	18.7	1	18.8	18.8	4,898.3	194.439
270.0	18.5	1	18.6	18.6	4,916.8	194.631
271.0	18.3	1	18.4	18.4	4,935.2	194.819
272.0	18.1	1	18.2	18.2	4,953.4	195.005
273.0	18	1	18.0	18.0	4,971.4	195.188
274.0	17.9	1	17.9	17.9	4,989.3	195.370
275.0	17.8	1	17.8	17.8	5,007.1	195.550
276.0	17.7	1	17.7	17.7	5,024.9	195.729
277.0	17.6	1	17.6	17.6	5,042.5	195.906
278.0	17.5	1	17.6	17.6	5,060.1	196.082
279.0	17.6	1	17.5	17.5	5,077.6	196.257
280.0	17.7	1	17.6	17.6	5,095.2	196.431
281.0	17.9	1	17.8	17.8	5,113.0	196.607
282.0	18.4	1	18.1	18.1	5,131.1	196.786
283.0	19.1	1	18.7	18.7	5,149.9	196.970
284.0	20	1	19.6	19.6	5,169.4	197.162
285.0	20.5	1	20.3	20.3	5,189.7	197.360
286.0	20.6	1	20.5	20.5	5,210.2	197.559
287.0	20.3	1	20.4	20.4	5,230.7	197.757
288.0	20	1	20.2	20.2	5,250.8	197.951
289.0	19.8	1	19.9	19.9	5,270.7	198.142
290.0	19.5	1	19.6	19.6	5,290.3	198.330
291.0	19.2	1	19.3	19.3	5,309.7	198.514

292.0	18.9	1	19.1	19.1	5,328.7	198.695
293.0	18.7	1	18.8	18.8	5,347.5	198.873
294.0	18.5	1	18.6	18.6	5,366.1	199.049
295.0	18.4	1	18.4	18.4	5,384.6	199.222
296.0	18.2	1	18.3	18.3	5,402.9	199.394
297.0	18.1	1	18.2	18.2	5,421.0	199.563
298.0	18	1	18.0	18.0	5,439.1	199.731
299.0	17.9	1	18.0	18.0	5,457.0	199.898
300.0	17.8	1	17.9	17.9	5,474.9	200.063
301.0	17.7	1	17.8	17.8	5,492.6	200.226
302.0	17.7	1	17.7	17.7	5,510.3	200.389
303.0	17.7	1	17.7	17.7	5,528.0	200.550
304.0	17.9	1	17.8	17.8	5,545.8	200.713
305.0	18.1	1	18.0	18.0	5,563.7	200.876
306.0	18.4	1	18.2	18.2	5,582.0	201.041
307.0	18.7	1	18.5	18.5	5,600.5	201.209
308.0	19.1	1	18.9	18.9	5,619.4	201.379
309.0	19.5	1	19.3	19.3	5,638.7	201.552
310.0	19.7	1	19.6	19.6	5,658.3	201.728
311.0	19.6	1	19.6	19.6	5,677.9	201.903
312.0	19.5	1	19.6	19.6	5,697.5	202.076
313.0	19.4	1	19.5	19.5	5,716.9	202.249
314.0	19.1	1	19.3	19.3	5,736.2	202.418
315.0	18.9	1	19.0	19.0	5,755.2	202.586
316.0	18.7	1	18.8	18.8	5,774.0	202.750
317.0	18.5	1	18.6	18.6	5,792.6	202.913
318.0	18.4	1	18.4	18.4	5,811.0	203.073
319.0	18.2	1	18.3	18.3	5,829.3	203.232
320.0	18.1	1	18.2	18.2	5,847.4	203.389
321.0	18	1	18.0	18.0	5,865.5	203.544

322.0	17.9	1	17.9	17.9	5,883.4	203.699
323.0	17.8	1	17.8	17.8	5,901.2	203.851
324.0	17.7	1	17.7	17.7	5,918.9	204.003
325.0	17.6	1	17.6	17.6	5,936.5	204.153
326.0	17.5	1	17.5	17.5	5,954.1	204.302
327.0	17.5	1	17.5	17.5	5,971.6	204.450
328.0	17.7	1	17.6	17.6	5,989.2	204.599
329.0	17.9	1	17.8	17.8	6,006.9	204.749
330.0	18.2	1	18.0	18.0	6,025.0	204.900
331.0	19.7	1	18.9	18.9	6,043.9	205.059
332.0	-57.3	1	- 18.8 -	18.8	6,025.1	204.901
333.0	19.8	1	- 18.8 -	18.8	6,006.4	204.744
334.0	22.3	1	21.1	21.1	6,027.4	204.921
335.0	22.5	1	22.4	22.4	6,049.8	205.108
336.0	22.7	1	22.6	22.6	6,072.4	205.297
337.0	22.8	1	22.7	22.7	6,095.1	205.485
338.0	22.7	1	22.7	22.7	6,117.9	205.673
339.0	22.1	1	22.4	22.4	6,140.3	205.858
340.0	21.3	1	21.7	21.7	6,162.0	206.036
341.0	20.8	1	21.0	21.0	6,183.0	206.208
342.0	20.5	1	20.7	20.7	6,203.6	206.377
343.0	20.4	1	20.5	20.5	6,224.1	206.543
344.0	20.4	1	20.4	20.4	6,244.5	206.708
345.0	20.2	1	20.3	20.3	6,264.8	206.873
346.0	20.2	1	20.2	20.2	6,285.0	207.035
347.0	20.3	1	20.3	20.3	6,305.3	207.198
348.0	20.4	1	20.4	20.4	6,325.7	207.361
349.0	20.3	1	20.4	20.4	6,346.0	207.523
350.0	20.2	1	20.3	20.3	6,366.3	207.685
351.0	20.2	1	20.2	20.2	6,386.5	207.845

352.0	20.1	1	20.1	20.1	6,406.6	208.003
353.0	20.1	1	20.1	20.1	6,426.7	208.161
354.0	20.3	1	20.2	20.2	6,446.9	208.320
355.0	20.8	1	20.6	20.6	6,467.4	208.481
356.0	21.4	1	21.1	21.1	6,488.6	208.646
357.0	22.1	1	21.8	21.8	6,510.3	208.815
358.0	22.5	1	22.3	22.3	6,532.6	208.988
359.0	21.5	1	22.0	22.0	6,554.6	209.157
360.0	21.3	1	21.4	21.4	6,576.0	209.322
361.0	21.4	1	21.3	21.3	6,597.3	209.486
362.0	21.3	1	21.3	21.3	6,618.7	209.649
363.0	21.2	1	21.2	21.2	6,639.9	209.811
364.0	20.9	1	21.0	21.0	6,660.9	209.970
365.0	20.6	1	20.7	20.7	6,681.6	210.127
366.0	20.3	1	20.5	20.5	6,702.1	210.282
367.0	20.2	1	20.2	20.2	6,722.3	210.434
368.0	20.1	1	20.1	20.1	6,742.5	210.585
369.0	20	1	20.0	20.0	6,762.5	210.735
370.0	19.8	1	19.9	19.9	6,782.4	210.883
371.0	19.7	1	19.8	19.8	6,802.1	211.030
372.0	19.6	1	19.6	19.6	6,821.8	211.176
373.0	19.5	1	19.5	19.5	6,841.3	211.320
374.0	19.3	1	19.4	19.4	6,860.7	211.463
375.0	19.2	1	19.3	19.3	6,880.0	211.605
376.0	19.1	1	19.2	19.2	6,899.1	211.746
377.0	19.1	1	19.1	19.1	6,918.2	211.885
378.0	19.1	1	19.1	19.1	6,937.3	212.024
379.0	19.3	1	19.2	19.2	6,956.5	212.164
380.0	19.9	1	19.6	19.6	6,976.1	212.306
381.0	20.7	1	20.3	20.3	6,996.4	212.453

382.0	21.3	1	21.0	21.0	7,017.4	212.604
383.0	21.6	1	21.4	21.4	7,038.8	212.759
384.0	21.6	1	21.6	21.6	7,060.4	212.913
385.0	21.4	1	21.5	21.5	7,081.9	213.067
386.0	21.3	1	21.3	21.3	7,103.3	213.219
387.0	21.1	1	21.2	21.2	7,124.4	213.369
388.0	20.9	1	21.0	21.0	7,145.4	213.518
389.0	20.5	1	20.7	20.7	7,166.1	213.664
390.0	20.2	1	20.3	20.3	7,186.4	213.807
391.0	19.9	1	20.0	20.0	7,206.4	213.947
392.0	19.7	1	19.8	19.8	7,226.2	214.086
393.0	19.5	1	19.6	19.6	7,245.8	214.223
394.0	19.5	1	19.5	19.5	7,265.3	214.359
395.0	19.3	1	19.4	19.4	7,284.7	214.494
396.0	19.2	1	19.3	19.3	7,304.0	214.627
397.0	19.2	1	19.2	19.2	7,323.2	214.760
398.0	19.1	1	19.1	19.1	7,342.3	214.892
399.0	19	1	19.1	19.1	7,361.4	215.023
400.0	19	1	19.0	19.0	7,380.4	215.153
401.0	19	1	19.0	19.0	7,399.3	215.282
402.0	19.1	1	19.0	19.0	7,418.4	215.412
403.0	19.4	1	19.2	19.2	7,437.6	215.543
404.0	19.8	1	19.6	19.6	7,457.2	215.676
405.0	20.4	1	20.1	20.1	7,477.3	215.812
406.0	20.9	1	20.7	20.7	7,498.0	215.952
407.0	21.4	1	21.2	21.2	7,519.2	216.094
408.0	21.6	1	21.5	21.5	7,540.7	216.239
409.0	21.7	1	21.7	21.7	7,562.4	216.384
410.0	21.7	1	21.7	21.7	7,584.1	216.529
411.0	21.5	1	21.6	21.6	7,605.7	216.672

412.0	21.1	1	21.3	21.3	7,627.0	216.814
413.0	20.8	1	20.9	20.9	7,647.9	216.952
414.0	20.4	1	20.6	20.6	7,668.5	217.088
415.0	20.1	1	20.2	20.2	7,688.7	217.221
416.0	19.8	1	19.9	19.9	7,708.6	217.352
417.0	19.7	1	19.7	19.7	7,728.4	217.481
418.0	19.6	1	19.6	19.6	7,748.0	217.609
419.0	19.5	1	19.5	19.5	7,767.5	217.736
420.0	19.4	1	19.4	19.4	7,787.0	217.862
421.0	19.4	1	19.4	19.4	7,806.4	217.988
422.0	19.3	1	19.3	19.3	7,825.7	218.113
423.0	19.2	1	19.3	19.3	7,845.0	218.237
424.0	19.2	1	19.2	19.2	7,864.2	218.361
425.0	19.1	1	19.2	19.2	7,883.3	218.484
426.0	19.2	1	19.2	19.2	7,902.5	218.607
427.0	19.4	1	19.3	19.3	7,921.8	218.730
428.0	19.6	1	19.5	19.5	7,941.2	218.854
429.0	20.1	1	19.8	19.8	7,961.1	218.980
430.0	20.7	1	20.4	20.4	7,981.5	219.109
431.0	21.3	1	21.0	21.0	8,002.4	219.241
432.0	21.3	1	21.3	21.3	8,023.7	219.376
433.0	21.2	1	21.2	21.2	8,044.9	219.509
434.0	21	1	21.1	21.1	8,066.0	219.641
435.0	20.8	1	20.9	20.9	8,086.9	219.772
436.0	20.5	1	20.6	20.6	8,107.5	219.901
437.0	20.2	1	20.3	20.3	8,127.8	220.027
438.0	19.9	1	20.0	20.0	8,147.9	220.152
439.0	19.8	1	19.8	19.8	8,167.7	220.274
440.0	19.6	1	19.7	19.7	8,187.4	220.396
441.0	19.5	1	19.6	19.6	8,207.0	220.517

442.0	19.4	1	19.4	19.4	8,226.4	220.636
443.0	19.3	1	19.3	19.3	8,245.7	220.755
444.0	19.2	1	19.2	19.2	8,264.9	220.872
445.0	19.1	1	19.1	19.1	8,284.1	220.989
446.0	19	1	19.1	19.1	8,303.1	221.105
447.0	18.9	1	19.0	19.0	8,322.1	221.220
448.0	18.8	1	18.9	18.9	8,341.0	221.335
449.0	18.8	1	18.8	18.8	8,359.8	221.449
450.0	19	1	18.9	18.9	8,378.7	221.563
451.0	19.2	1	19.1	19.1	8,397.8	221.678
452.0	19.6	1	19.4	19.4	8,417.2	221.795
453.0	20.1	1	19.8	19.8	8,437.0	221.914
454.0	20.6	1	20.4	20.4	8,457.4	222.035
455.0	20.9	1	20.7	20.7	8,478.1	222.159
456.0	21	1	20.9	20.9	8,499.1	222.284
457.0	20.9	1	20.9	20.9	8,520.0	222.408
458.0	20.6	1	20.8	20.8	8,540.8	222.531
459.0	20.4	1	20.5	20.5	8,561.3	222.652
460.0	20	1	20.2	20.2	8,581.5	222.771
461.0	19.8	1	19.9	19.9	8,601.4	222.888
462.0	19.6	1	19.7	19.7	8,621.0	223.004
463.0	19.4	1	19.5	19.5	8,640.5	223.118
464.0	19.2	1	19.3	19.3	8,659.8	223.230
465.0	19.1	1	19.2	19.2	8,679.0	223.342
466.0	19	1	19.1	19.1	8,698.0	223.453
467.0	19	1	19.0	19.0	8,717.0	223.563
468.0	19	1	19.0	19.0	8,736.0	223.673
469.0	18.9	1	18.9	18.9	8,754.9	223.782
470.0	18.8	1	18.9	18.9	8,773.7	223.891
471.0	18.8	1	18.8	18.8	8,792.6	223.999

472.0	18.7	1	18.7	18.7	8,811.3	224.107
473.0	18.7	1	18.7	18.7	8,830.0	224.214
474.0	18.7	1	18.7	18.7	8,848.7	224.320
475.0	18.9	1	18.8	18.8	8,867.5	224.428
476.0	19.4	1	19.1	19.1	8,886.6	224.537
477.0	19.9	1	19.6	19.6	8,906.2	224.648
478.0	20.2	1	20.0	20.0	8,926.3	224.762
479.0	20.5	1	20.3	20.3	8,946.6	224.877
480.0	20.7	1	20.6	20.6	8,967.2	224.993
481.0	20.6	1	20.7	20.7	8,987.9	225.109
482.0	20.5	1	20.6	20.6	9,008.4	225.225
483.0	20.3	1	20.4	20.4	9,028.8	225.339
484.0	20	1	20.2	20.2	9,049.0	225.451
485.0	19.8	1	19.9	19.9	9,068.9	225.562
486.0	19.5	1	19.6	19.6	9,088.5	225.672
487.0	19.4	1	19.5	19.5	9,108.0	225.780
488.0	19.3	1	19.3	19.3	9,127.3	225.887
489.0	19.2	1	19.2	19.2	9,146.5	225.993
490.0	19.1	1	19.2	19.2	9,165.7	226.099
491.0	19.1	1	19.1	19.1	9,184.8	226.204
492.0	19.1	1	19.1	19.1	9,203.8	226.309
493.0	19	1	19.0	19.0	9,222.9	226.413
494.0	19	1	19.0	19.0	9,241.9	226.517
495.0	18.9	1	18.9	18.9	9,260.8	226.621
496.0	18.9	1	18.9	18.9	9,279.7	226.724
497.0	18.8	1	18.9	18.9	9,298.6	226.826
498.0	19	1	18.9	18.9	9,317.5	226.929
499.0	19.2	1	19.1	19.1	9,336.6	227.032
500.0	19.7	1	19.5	19.5	9,356.0	227.138
501.0	20.3	1	20.0	20.0	9,376.0	227.245

502.0	20.8	1	20.5	20.5	9,396.6	227.356
503.0	20.9	1	20.9	20.9	9,417.4	227.468
504.0	21.2	1	21.1	21.1	9,438.5	227.581
505.0	21.1	1	21.1	21.1	9,459.6	227.694
506.0	20.9	1	21.0	21.0	9,480.6	227.806
507.0	20.5	1	20.7	20.7	9,501.3	227.916
508.0	20.2	1	20.3	20.3	9,521.7	228.024
509.0	19.9	1	20.0	20.0	9,541.7	228.130
510.0	19.7	1	19.8	19.8	9,561.5	228.235
511.0	19.5	1	19.6	19.6	9,581.0	228.338
512.0	19.4	1	19.4	19.4	9,600.5	228.441
513.0	19.3	1	19.3	19.3	9,619.8	228.542
514.0	19.2	1	19.3	19.3	9,639.1	228.643
515.0	19.2	1	19.2	19.2	9,658.3	228.744
516.0	19.1	1	19.2	19.2	9,677.4	228.844
517.0	19.1	1	19.1	19.1	9,696.6	228.944
518.0	19.1	1	19.1	19.1	9,715.7	229.044
519.0	19	1	19.1	19.1	9,734.8	229.143
520.0	19	1	19.0	19.0	9,753.7	229.241
521.0	18.9	1	18.9	18.9	9,772.7	229.339
522.0	18.9	1	18.9	18.9	9,791.6	229.437
523.0	19.1	1	19.0	19.0	9,810.6	229.535
524.0	19.3	1	19.2	19.2	9,829.8	229.633
525.0	20	1	19.6	19.6	9,849.4	229.734
526.0	20.7	1	20.3	20.3	9,869.8	229.838
527.0	21.2	1	20.9	20.9	9,890.7	229.945
528.0	21.4	1	21.3	21.3	9,911.9	230.054
529.0	21.6	1	21.5	21.5	9,933.4	230.163
530.0	21.5	1	21.5	21.5	9,954.9	230.273
531.0	21.2	1	21.3	21.3	9,976.3	230.381

532.0	20.9	1	21.1	21.1	9,997.3	230.487
533.0	20.5	1	20.7	20.7	10,018.0	230.592
534.0	20.1	1	20.3	20.3	10,038.3	230.694
535.0	19.7	1	19.9	19.9	10,058.2	230.794
536.0	19.4	1	19.5	19.5	10,077.7	230.892
537.0	19.2	1	19.3	19.3	10,097.1	230.989
538.0	19.1	1	19.2	19.2	10,116.2	231.085
539.0	19	1	19.1	19.1	10,135.3	231.180
540.0	19	1	19.0	19.0	10,154.3	231.274
541.0	19	1	19.0	19.0	10,173.3	231.369
542.0	18.9	1	18.9	18.9	10,192.2	231.463
543.0	18.9	1	18.9	18.9	10,211.1	231.557
544.0	18.9	1	18.9	18.9	10,230.0	231.650
545.0	18.9	1	18.9	18.9	10,248.9	231.743
546.0	18.9	1	18.9	18.9	10,267.8	231.836
547.0	19	1	19.0	19.0	10,286.8	231.930
548.0	19.2	1	19.1	19.1	10,305.9	232.023
549.0	19.6	1	19.4	19.4	10,325.3	232.118
550.0	20.2	1	19.9	19.9	10,345.2	232.216
551.0	20.8	1	20.5	20.5	10,365.7	232.316
552.0	21.2	1	21.0	21.0	10,386.7	232.418
553.0	21.3	1	21.3	21.3	10,408.0	232.521
554.0	21.3	1	21.3	21.3	10,429.3	232.625
555.0	21	1	21.1	21.1	10,450.4	232.727
556.0	20.6	1	20.8	20.8	10,471.2	232.827
557.0	20.3	1	20.5	20.5	10,491.7	232.926
558.0	20.1	1	20.2	20.2	10,511.9	233.023
559.0	19.9	1	20.0	20.0	10,531.8	233.119
560.0	19.8	1	19.8	19.8	10,551.7	233.214
561.0	19.6	1	19.7	19.7	10,571.3	233.308

562.0	19.5	1	19.6	19.6	10,590.9	233.402
563.0	19.4	1	19.4	19.4	10,610.3	233.494
564.0	19.3	1	19.3	19.3	10,629.6	233.586
565.0	19.2	1	19.3	19.3	10,648.9	233.678
566.0	19.1	1	19.2	19.2	10,668.1	233.768
567.0	19.1	1	19.1	19.1	10,687.2	233.859
568.0	19.1	1	19.1	19.1	10,706.3	233.949
569.0	19.1	1	19.1	19.1	10,725.4	234.039
570.0	19.3	1	19.2	19.2	10,744.6	234.130
571.0	19.7	1	19.5	19.5	10,764.1	234.221
572.0	20.3	1	20.0	20.0	10,784.1	234.315
573.0	20.9	1	20.6	20.6	10,804.7	234.411
574.0	21.1	1	21.0	21.0	10,825.7	234.510
575.0	21.2	1	21.1	21.1	10,846.9	234.608
576.0	21.3	1	21.3	21.3	10,868.1	234.707
577.0	21.6	1	21.5	21.5	10,889.6	234.807
578.0	21.6	1	21.6	21.6	10,911.1	234.907
579.0	21.3	1	21.4	21.4	10,932.5	235.006
580.0	20.8	1	21.1	21.1	10,953.6	235.103
581.0	20.4	1	20.6	20.6	10,974.2	235.198
582.0	20	1	20.2	20.2	10,994.4	235.291
583.0	19.8	1	19.9	19.9	11,014.3	235.382
584.0	19.6	1	19.7	19.7	11,033.9	235.472
585.0	19.4	1	19.5	19.5	11,053.4	235.561
586.0	19.2	1	19.3	19.3	11,072.7	235.649
587.0	19.1	1	19.2	19.2	11,091.9	235.737
588.0	19	1	19.0	19.0	11,110.9	235.823
589.0	18.9	1	18.9	18.9	11,129.8	235.909
590.0	18.8	1	18.9	18.9	11,148.7	235.995
591.0	18.8	1	18.8	18.8	11,167.5	236.080

592.0	18.8	1	18.8	18.8	11,186.3	236.165
593.0	18.9	1	18.9	18.9	11,205.2	236.250
594.0	19.2	1	19.0	19.0	11,224.2	236.336
595.0	19.6	1	19.4	19.4	11,243.6	236.423
596.0	20.2	1	19.9	19.9	11,263.5	236.513
597.0	20.7	1	20.4	20.4	11,283.9	236.604
598.0	20.9	1	20.8	20.8	11,304.8	236.697
599.0	21	1	21.0	21.0	11,325.7	236.791
600.0	20.9	1	21.0	21.0	11,346.7	236.884
601.0	21	1	21.0	21.0	11,367.7	236.978
602.0	21	1	21.0	21.0	11,388.7	237.071
603.0	20.8	1	20.9	20.9	11,409.6	237.164
604.0	20.3	1	20.5	20.5	11,430.1	237.255
605.0	19.9	1	20.1	20.1	11,450.3	237.344
606.0	19.7	1	19.8	19.8	11,470.1	237.431
607.0	19.5	1	19.6	19.6	11,489.6	237.517
608.0	19.4	1	19.4	19.4	11,509.1	237.602
609.0	19.3	1	19.3	19.3	11,528.4	237.687
610.0	19.1	1	19.2	19.2	11,547.6	237.771
611.0	19.1	1	19.1	19.1	11,566.7	237.855
612.0	19	1	19.0	19.0	11,585.7	237.938
613.0	18.8	1	18.9	18.9	11,604.6	238.020
614.0	18.8	1	18.8	18.8	11,623.4	238.102
615.0	18.7	1	18.7	18.7	11,642.1	238.183
616.0	18.6	1	18.6	18.6	11,660.7	238.264
617.0	18.5	1	18.6	18.6	11,679.3	238.344
618.0	18.6	1	18.6	18.6	11,697.8	238.424
619.0	18.8	1	18.7	18.7	11,716.5	238.505
620.0	19.1	1	18.9	18.9	11,735.4	238.587
621.0	19.5	1	19.3	19.3	11,754.7	238.669

622.0	19.9	1	19.7	19.7	11,774.4	238.754
623.0	20.3	1	20.1	20.1	11,794.5	238.840
624.0	20.8	1	20.5	20.5	11,815.0	238.928
625.0	20.9	1	20.8	20.8	11,835.9	239.017
626.0	20.9	1	20.9	20.9	11,856.7	239.106
627.0	20.6	1	20.7	20.7	11,877.5	239.194
628.0	20.2	1	20.4	20.4	11,897.9	239.281
629.0	20	1	20.1	20.1	11,918.0	239.367
630.0	19.8	1	19.9	19.9	11,937.9	239.451
631.0	19.6	1	19.7	19.7	11,957.6	239.534
632.0	19.5	1	19.6	19.6	11,977.2	239.617
633.0	19.4	1	19.4	19.4	11,996.6	239.699
634.0	19.3	1	19.4	19.4	12,016.0	239.780
635.0	19.2	1	19.3	19.3	12,035.2	239.861
636.0	19.1	1	19.1	19.1	12,054.3	239.941
637.0	19	1	19.0	19.0	12,073.4	240.021
638.0	18.8	1	18.9	18.9	12,092.2	240.100
639.0	18.6	1	18.7	18.7	12,110.9	240.178
640.0	18.5	1	18.6	18.6	12,129.5	240.255
641.0	18.5	1	18.5	18.5	12,148.0	240.332
642.0	18.7	1	18.6	18.6	12,166.6	240.410
643.0	19.1	1	18.9	18.9	12,185.4	240.488
644.0	28.6	1	23.8	23.8	12,209.3	240.587
645.0	28.4	1	28.5	28.5	12,237.8	240.705
646.0	28.4	1	28.4	28.4	12,266.2	240.822
647.0	28.5	1	28.4	28.4	12,294.6	240.939
648.0	28.6	1	28.6	28.6	12,323.2	241.056
649.0	28.6	1	28.6	28.6	12,351.8	241.173
650.0	28.4	1	28.5	28.5	12,380.3	241.290
651.0	28.2	1	28.3	28.3	12,408.6	241.405

652.0	28.1	1	28.1	28.1	12,436.8	241.519
653.0	28	1	28.0	28.0	12,464.8	241.633
654.0	27.9	1	27.9	27.9	12,492.7	241.746
655.0	27.4	1	27.6	27.6	12,520.4	241.858
656.0	26.9	1	27.2	27.2	12,547.6	241.968
657.0	26.5	1	26.7	26.7	12,574.3	242.075
658.0	26	1	26.2	26.2	12,600.5	242.180
659.0	25.8	1	25.9	25.9	12,626.4	242.284
660.0	25.9	1	25.8	25.8	12,652.3	242.387
661.0	26.1	1	26.0	26.0	12,678.3	242.491
662.0	26.5	1	26.3	26.3	12,704.6	242.596
663.0	26.8	1	26.7	26.7	12,731.2	242.702
664.0	27	1	26.9	26.9	12,758.1	242.808
665.0	27.4	1	27.2	27.2	12,785.4	242.916
666.0	28.1	1	27.8	27.8	12,813.1	243.026
667.0	28.3	1	28.2	28.2	12,841.3	243.137
668.0	28.1	1	28.2	28.2	12,869.5	243.247
669.0	27.8	1	27.9	27.9	12,897.4	243.357
670.0	27.1	1	27.4	27.4	12,924.9	243.464
671.0	26.6	1	26.9	26.9	12,951.7	243.569
672.0	26.2	1	26.4	26.4	12,978.1	243.672
673.0	26	1	26.1	26.1	13,004.2	243.773
674.0	26	1	26.0	26.0	13,030.1	243.874
675.0	25.8	1	25.9	25.9	13,056.0	243.974
676.0	25.5	1	25.6	25.6	13,081.6	244.074
677.0	25.2	1	25.4	25.4	13,107.0	244.171
678.0	24.9	1	25.1	25.1	13,132.1	244.268
679.0	24.7	1	24.8	24.8	13,156.8	244.363
680.0	24.4	1	24.5	24.5	13,181.4	244.457
681.0	24.2	1	24.3	24.3	13,205.7	244.551

682.0	24	1	24.1	24.1	13,229.8	244.643
683.0	24.2	1	24.1	24.1	13,253.9	244.735
684.0	24.5	1	24.3	24.3	13,278.2	244.827
685.0	25.5	1	25.0	25.0	13,303.2	244.922
686.0	25.8	1	25.6	25.6	13,328.9	245.020
687.0	25.8	1	25.8	25.8	13,354.6	245.117
688.0	25.9	1	25.8	25.8	13,380.5	245.215
689.0	26.2	1	26.0	26.0	13,406.5	245.313
690.0	26.5	1	26.3	26.3	13,432.8	245.412
691.0	26.7	1	26.6	26.6	13,459.4	245.512
692.0	26.8	1	26.8	26.8	13,486.2	245.613
693.0	26.7	1	26.8	26.8	13,513.0	245.713
694.0	26.5	1	26.6	26.6	13,539.6	245.812
695.0	26.4	1	26.4	26.4	13,566.0	245.911
696.0	26.1	1	26.2	26.2	13,592.3	246.008
697.0	26	1	26.0	26.0	13,618.3	246.105

Tabla 39

Registro de madurez del concreto utilizando Cemento Tipo MS

T DATUM (°C) 0						
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo		
				- Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)	
0.0	25.2	-	-	-	-	
1.0	25.1	1	25.1	25.1	25.1 - 48.576	
2.0	25.1	1	25.1	25.1	50.3 - 31.298	
3.0	25.1	1	25.1	25.1	75.4 - 21.194	
4.0	25.1	1	25.1	25.1	100.5 - 14.029	
5.0	25.1	1	25.1	25.1	125.6 - 8.471	
6.0	25.1	1	25.1	25.1	150.7 - 3.926	
7.0	25.0	1	25.1	25.1	175.7 - 0.087	
8.0	25.0	1	25.0	25.0	200.7 3.231	
9.0	25.0	1	25.0	25.0	225.7 6.156	
10.0	25.6	1	25.3	25.3	251.0 8.805	
11.0	25.5	1	25.5	25.5	276.6 11.222	
12.0	25.9	1	25.7	25.7	302.2 13.436	
13.0	26.1	1	26.0	26.0	328.2 15.493	
14.0	26.1	1	26.1	26.1	354.3 17.402	
15.0	26.2	1	26.2	26.2	380.5 19.180	
16.0	26.3	1	26.2	26.2	406.8 20.843	
17.0	26.3	1	26.3	26.3	433.1 22.405	
18.0	26.3	1	26.3	26.3	459.3 23.874	
19.0	26.2	1	26.2	26.2	485.6 25.259	
20.0	26.2	1	26.2	26.2	511.8 26.570	
21.0	26.2	1	26.2	26.2	538.0 27.816	
22.0	26.2	1	26.2	26.2	564.2 29.002	

23.0	26.2	1	26.2	26.2	590.4	30.134
24.0	26.2	1	26.2	26.2	616.6	31.215
25.0	26.1	1	26.1	26.1	642.7	32.251
26.0	26.0	1	26.1	26.1	668.7	33.242
27.0	25.9	1	25.9	25.9	694.7	34.191
28.0	25.7	1	25.8	25.8	720.5	35.099
29.0	25.6	1	25.6	25.6	746.1	35.971
30.0	25.4	1	25.5	25.5	771.6	36.808
31.0	25.3	1	25.4	25.4	796.9	37.615
32.0	25.3	1	25.3	25.3	822.2	38.394
33.0	25.2	1	25.3	25.3	847.5	39.148
34.0	25.3	1	25.3	25.3	872.7	39.881
35.0	25.4	1	25.4	25.4	898.1	40.595
36.0	25.6	1	25.5	25.5	923.6	41.293
37.0	25.7	1	25.6	25.6	949.2	41.976
38.0	25.9	1	25.8	25.8	975.0	42.645
39.0	26.1	1	26.0	26.0	1,001.0	43.300
40.0	26.3	1	26.2	26.2	1,027.2	43.944
41.0	26.4	1	26.3	26.3	1,053.5	44.575
42.0	26.3	1	26.3	26.3	1,079.8	45.191
43.0	26.1	1	26.2	26.2	1,106.0	45.788
44.0	25.9	1	26.0	26.0	1,132.0	46.367
45.0	25.7	1	25.8	25.8	1,157.8	46.929
46.0	25.5	1	25.6	25.6	1,183.4	47.475
47.0	25.5	1	25.5	25.5	1,208.9	48.007
48.0	25.4	1	25.5	25.5	1,234.4	48.527
49.0	25.3	1	25.4	25.4	1,259.7	49.034
50.0	25.2	1	25.3	25.3	1,285.0	49.529
51.0	25.0	1	25.1	25.1	1,310.1	50.012
52.0	24.9	1	25.0	25.0	1,335.1	50.483

53.0	24.8	1	24.9	24.9	1,359.9	50.943
54.0	24.7	1	24.7	24.7	1,384.7	51.392
55.0	24.6	1	24.6	24.6	1,409.3	51.832
56.0	24.5	1	24.6	24.6	1,433.9	52.263
57.0	24.6	1	24.6	24.6	1,458.5	52.687
58.0	24.8	1	24.7	24.7	1,483.2	53.106
59.0	25.1	1	25.0	25.0	1,508.1	53.522
60.0	25.2	1	25.2	25.2	1,533.3	53.935
61.0	25.4	1	25.3	25.3	1,558.6	54.343
62.0	25.6	1	25.5	25.5	1,584.1	54.747
63.0	25.8	1	25.7	25.7	1,609.8	55.148
64.0	25.9	1	25.9	25.9	1,635.6	55.546
65.0	26.0	1	26.0	26.0	1,661.6	55.939
66.0	26.0	1	26.0	26.0	1,687.6	56.326
67.0	25.8	1	25.9	25.9	1,713.5	56.706
68.0	25.7	1	25.7	25.7	1,739.2	57.077
69.0	25.5	1	25.6	25.6	1,764.8	57.441
70.0	25.3	1	25.4	25.4	1,790.2	57.798
71.0	25.2	1	25.3	25.3	1,815.5	58.147

ANEXO N°2. Validación de instrumento por experto

Figura 24.

Matriz para evaluación de experto de los instrumentos de recolección de datos.

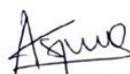
MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS			
Título de la investigación:	Determinación de los tiempos de corte para juntas de construcción en pavimentos rígidos, Trujillo 2022.		
Línea de investigación:	Tecnologías Emergentes		
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén		
El instrumento de medición pertenece a las variables:	Tiempos de corte óptimos de la junta y fisuración en los pavimentos rígidos		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	✓		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	✓		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	✓		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	✓		

Sugerencias:

Firma del experto:



Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 166228

Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén

ANEXO N°3. Formatos de guías de observación

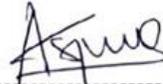
- **Guía de observación para la variable resistencia a la compresión**

Figura 25.

Guía de observación de la variable resistencia a la compresión.

GUÍA DE OBSERVACIÓN (Resistencia a la compresión)	
1. DATOS INFORMATIVOS	
1.1. Nombre del investigador	
1.2. Ubicación	
1.3. Fecha de Observación	
1.4. Hora de Investigación	
1.5. N° de guía	
1.6. Número de Molde	
2. DATOS ESPECÍFICOS	
2.1. Tiempo de curado	8 horas
	12 horas
	24 horas
	36 horas
	48 horas
	7 días
	28 días
2.2. Datos de Probeta	a) Altura (cm):
	b) Diámetro (cm):
	c) Área de contacto (cm ²):
	d) Carga de rotura (Kg):
	e) Esfuerzo (kg/cm ²):
2.3. Cemento tipo I	
Cemento tipo Ico	
Cemento tipo Ms	

Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos



Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. C.I.P. N° 166228

Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén

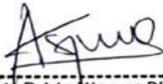
- **Formato de guía de observación para la variable Resistencia – Madurez del concreto**

Figura 26.

Guía de observación para la variable entre la Resistencia – Madurez del concreto.

GUÍA DE OBSERVACIÓN (Resistencia - Madurez)	
1. DATOS INFORMATIVOS	
1.1. Nombre del investigador	
1.2. Ubicación	
1.3. Fecha de Observación	
1.4. Hora de Investigación	
1.5. N° de guía	
1.6. Número de Molde	
2. DATOS ESPECÍFICOS	
2.1. Tiempo de curado	8 horas
	12 horas
	24 horas
	36 horas
	48 horas
	7 días
	28 días
2.2. Madurez (°C x h)	a)
	b)
	c)
	d)
	e)
	f)
	g)
2.3. Resistencia promedio	a)
	b)
	c)
	d)
	e)
	f)
	g)

Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos



Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 166228

Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén

ANEXO 4. Certificados de ensayos de laboratorio

Figura 28

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto con cemento tipo I.



INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

NORMA DE ENSAYO ASTM C39 - NTP.339.034

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
ID MUESTRA : CONCRETO CON CEMENTO TIPO I
FECHA DE ENSAYO : 10/02/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra	Fecha Moldeado	Edad Ensayo	Dprom (cm)	Aprom (cm ²)	Carga (kN)		f'c individual (Kg/cm ²)		f'c prom (Kg/cm ²)		
CO.50-I	10-02-22	8h	10.1	80.1	9.6	10.0	9.8	12.2	12.7	12.5	12.5
		12h	10.1	80.1	49.6	45.0	47.4	63.1	57.2	60.3	60.2
		24h	10.1	80.1	66.0	64.4	62.7	84.0	81.9	79.8	81.9
		36h	10.1	80.1	93.1	91.0	91.9	118.4	115.8	117.0	117.1
		48h	10.1	80.1	107.3	118.6	112.9	136.5	150.9	143.6	143.7
		7d	10.1	80.1	160.4	164.5	161.7	204.1	209.3	205.7	206.4
		28d	10.1	80.1	268.1	248.6	252.1	341.2	316.3	320.8	326.1

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el solicitante
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática.



Alberto Rubén Vázquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 166228

Ing. Vázquez Díaz, Alberto Rubén

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 29

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto con cemento tipo ICO.



INFORME DE ENSAYO

NORMA DE ENSAYO ASTM C39 - NTP.339.034

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
ID MUESTRA : CONCRETO CON CEMENTO TIPO ICO
FECHA DE ENSAYO : 10/02/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra	Fecha Moldeado	Edad Ensayo	Dprom (cm)	Aprom (cm ²)	Carga (kN)			f'c individual (Kg/cm ²)		f'c prom (Kg/cm ²)		
C0.50-ICO	10-02-22	8h	10.1	80.1	8.1	8.3	8.5	10.4	10.6	10.8	10.6	
		12h	10.1	80.1	30.7	29.0	29.8	29.8	39.1	37.0	37.9	38.0
		24h	10.1	80.1	50.7	53.7	52.2	64.5	68.3	66.4	66.4	66.4
		36h	10.1	80.1	73.2	75.3	71.0	93.1	95.8	90.4	93.1	93.1
		48h	10.1	80.1	83.3	85.5	81.3	105.9	108.8	103.5	106.1	106.1
		7d	10.1	80.1	147.3	152.4	145.6	187.4	194.0	185.3	188.9	188.9
		28d	10.1	80.1	210.7	184.4	206.3	268.1	234.6	262.6	255.1	255.1

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el solicitante
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática.



Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 196226

Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 30

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto con cemento tipo Ms.



INFORME DE ENSAYO

NORMA DE ENSAYO ASTM C39 - NTP.339.034

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
ID MUESTRA : CONCRETO CON CEMENTO TIPO MS
FECHA DE ENSAYO : 10/02/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra	Fecha Moldeado	Edad Ensayo	Dprom (cm)	Aprom (cm ²)	Carga (kN)			f'c individual (Kg/cm ²)		f'c prom (Kg/cm ²)	
C0.50-MS	10-02-22	8h	10.1	80.1	5.7	5.6	5.6	7.3	7.1	7.1	7.1
		12h	10.1	80.1	7.6	7.2	7.4	9.7	9.2	9.4	9.4
		24h	10.1	80.1	21.6	22.4	23.1	27.5	28.5	29.4	28.5
		36h	10.1	80.1	33.7	35.0	31.8	42.9	44.5	40.5	42.6
		48h	10.1	80.1	37.9	40.7	39.2	48.3	51.8	49.9	50.0
		7d	10.1	80.1	137.8	135.4	131.0	175.4	172.3	166.7	171.5
		28d	10.1	80.1	195.2	187.5	190.6	248.4	238.6	242.6	243.2

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el solicitante
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática.



Alberto Rubén Vázquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 196228

Ing. Vázquez Díaz, Alberto Rubén

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 31

Certificado del ensayo de madurez del concreto con cemento tipo I.



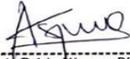
INFORME DE REGISTRO DE MADUREZ DEL CONCRETO
NORMA DE ENSAYO ASTM C1074 - NTP.339.217

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
ID MUESTRA : CONCRETO CON CEMENTO TIPO I
FECHA DE ENSAYO : 10/02/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

T DATUM (°C)		0				
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)	
0.0	17.2	-	-	-	-	-
1.0	17.005	1	17.1	17.1	17.1	108.921
2.0	17.265	1	17.1	17.1	34.2	69.165
3.0	17.965	1	17.6	17.6	51.9	45.391
4.0	18.86	1	18.4	18.4	70.3	27.987
5.0	20.365	1	19.6	19.6	89.9	13.887
6.0	20.88	1	20.6	20.6	110.5	2.056
7.0	23.1	1	22.0	22.0	132.5	8.340
8.0	26.24	1	24.7	24.7	157.2	18.120
9.0	25.25	1	25.7	25.7	182.9	26.809
10.0	24.12	1	24.7	24.7	207.6	34.060
11.0	25.895	1	25.0	25.0	232.6	40.575
12.0	23.485	1	24.7	24.7	257.3	46.353
13.0	28.095	1	25.8	25.8	283.1	51.824
14.0	28.205	1	28.2	28.2	311.2	57.254
15.0	28.37	1	28.3	28.3	339.5	62.237
16.0	28.45	1	28.4	28.4	367.9	66.840
17.0	28.705	1	28.6	28.6	396.5	71.124
18.0	29	1	28.9	28.9	425.4	75.147
19.0	29.31	1	29.2	29.2	454.5	78.944
20.0	29.415	1	29.4	29.4	483.9	82.530
21.0	29.42	1	29.4	29.4	513.3	85.910
22.0	29.28	1	29.4	29.4	542.6	89.095
23.0	28.815	1	29.0	29.0	571.7	92.082
24.0	28.63	1	28.7	28.7	600.4	94.890



Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 166228

Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 32

Certificado del ensayo de madurez del concreto con cemento tipo ICo.



INFORME DE REGISTRO DE MADUREZ DEL CONCRETO
NORMA DE ENSAYO ASTM C1074 - NTP.339.217

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
ID MUESTRA : CONCRETO CON CEMENTO TIPO ICO
FECHA DE ENSAYO : 10/02/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

T DATUM (°C)						0	
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)		
0.0	17.52	-	-	-	-	-	
1.0	18.79	1	18.2	18.2	18.2	88.395	
2.0	17.52	1	18.2	18.2	36.3	53.372	
3.0	16.81	1	17.2	17.2	53.5	33.812	
4.0	16.55	1	16.7	16.7	70.2	20.095	
5.0	16.42	1	16.5	16.5	86.6	9.431	
6.0	16.33	1	16.4	16.4	103.0	0.684	
7.0	16.24	1	16.3	16.3	119.3	6.732	
8.0	16.2	1	16.2	16.2	135.5	13.173	
9.0	16.2	1	16.2	16.2	151.7	18.878	
10.0	16.2	1	16.2	16.2	167.9	24.004	
11.0	16.24	1	16.2	16.2	184.1	28.663	
12.0	16.24	1	16.2	16.2	200.4	32.934	
13.0	16.2	1	16.2	16.2	216.6	36.867	
14.0	16.2	1	16.2	16.2	232.8	40.511	
15.0	16.42	1	16.3	16.3	249.1	43.933	
16.0	16.95	1	16.7	16.7	265.8	47.208	
17.0	17.69	1	17.3	17.3	283.1	50.398	
18.0	18.61	1	18.2	18.2	301.3	53.538	
19.0	19.71	1	19.2	19.2	320.4	56.653	
20.0	20.81	1	20.3	20.3	340.7	59.751	
21.0	21.25	1	21.0	21.0	361.7	62.777	
22.0	21.38	1	21.3	21.3	383.0	65.670	
23.0	20.76	1	21.1	21.1	404.1	68.376	
24.0	20.54	1	20.7	20.7	424.8	70.894	



Alberto Rubén Vázquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 166228

Ing. Vázquez Díaz, Alberto Rubén

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 33

Certificado del ensayo de madurez del concreto con cemento tipo Ms.



INFORME DE REGISTRO DE MADUREZ DEL CONCRETO
NORMA DE ENSAYO ASTM C1074 - NTP.339.217

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
 MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
 ID MUESTRA : CONCRETO CON CEMENTO TIPO MS
 FECHA DE ENSAYO : 10/02/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

T DATUM (°C)		0				
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)	
0.0	25.2	-	-	-	-	
1.0	25.1	1	25.1	25.1	25.1 - 48.576	
2.0	25.1	1	25.1	25.1	50.3 - 31.298	
3.0	25.1	1	25.1	25.1	75.4 - 21.194	
4.0	25.1	1	25.1	25.1	100.5 - 14.029	
5.0	25.1	1	25.1	25.1	125.6 - 8.471	
6.0	25.1	1	25.1	25.1	150.7 - 3.926	
7.0	25.0	1	25.1	25.1	175.7 - 0.087	
8.0	25.0	1	25.0	25.0	200.7 3.231	
9.0	25.0	1	25.0	25.0	225.7 6.156	
10.0	25.6	1	25.3	25.3	251.0 8.805	
11.0	25.5	1	25.5	25.5	276.6 11.222	
12.0	25.9	1	25.7	25.7	302.2 13.436	
13.0	26.1	1	26.0	26.0	328.2 15.493	
14.0	26.1	1	26.1	26.1	354.3 17.402	
15.0	26.2	1	26.2	26.2	380.5 19.180	
16.0	26.3	1	26.2	26.2	406.8 20.843	
17.0	26.3	1	26.3	26.3	433.1 22.405	
18.0	26.3	1	26.3	26.3	459.3 23.874	
19.0	26.2	1	26.2	26.2	485.6 25.259	
20.0	26.2	1	26.2	26.2	511.8 26.570	
21.0	26.2	1	26.2	26.2	538.0 27.816	
22.0	26.2	1	26.2	26.2	564.2 29.002	
23.0	26.2	1	26.2	26.2	590.4 30.134	
24.0	26.2	1	26.2	26.2	616.6 31.215	



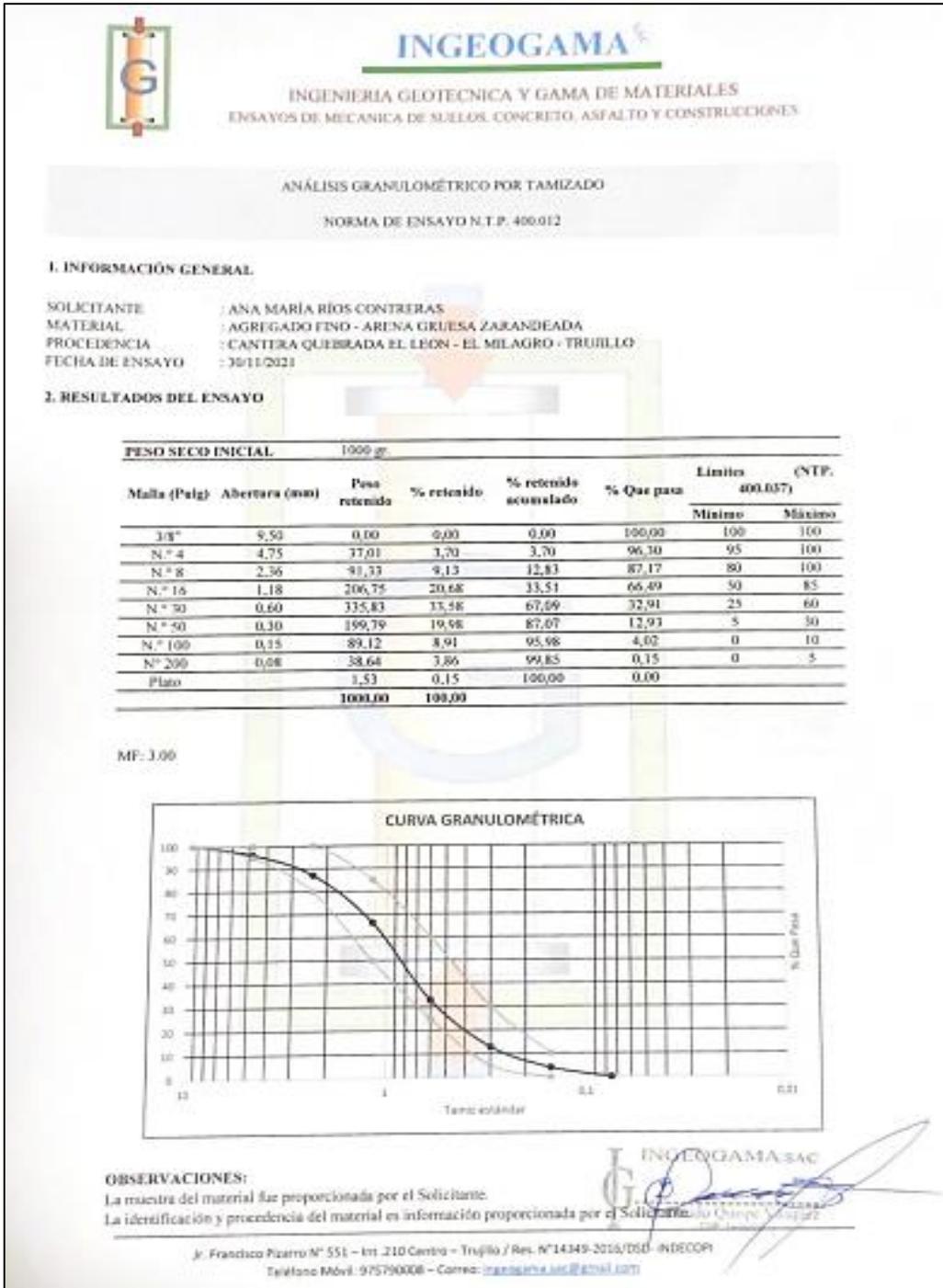
Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. C.I.P. Nº 166228

Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 34

Certificado del ensayo de granulometría del agregado fino.



Fuente: Ingeoma S.A.C.

Figura 35

Certificado del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.



INGEOGAMA S.A.C.
INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO N.T.P. 400.017

I. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEÓN - EL MILAGRO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 30/11/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Peso del material + molde	gr.	14827	14851	14822
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	9101,00	9125,00	9096,00
Volumen de molde	cm ³	5301,00	5301,00	5301,00
Peso unitario suelto	kg/m ³	1716,85	1721,37	1715,90
PROMEDIO		1718,04		
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Peso del material + molde	gr.	15517	15545	15584
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	9791,00	9819,00	9858,00
Volumen de molde	cm ³	5301,00	5301,00	5301,00
Peso unitario compactado	kg/m ³	1847,01	1852,29	1859,65
PROMEDIO		1852,98		

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



INGEOGAMA S.A.C.
ING. Daniela Quiroz V.
CIP 145003

Jr. Francisco Pizarro N° 551 - Int. 210 Centro - Trujillo / Res. N°14349-2016/OSD - INDECOPI
Teléfono Móvil: 975790008 - Correo: ingegama.sac@gmail.com

Fuente: Ingeoma S.A.C.

Figura 36

Certificado del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



INGEOGAMA S.A.C.
INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
NORMA DE ENSAYO N.T.P. 400.021

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEÓN - EL MILAGRO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 30/11/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	1	2	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Sup. Seco (en Aire)	gr.	250,00	250,00	
B	Peso Frasco + agua	gr.	341,70	341,30	
C	Peso Frasco + agua + A	gr.	591,70	591,30	
D	Peso del Material + agua en el frasco	gr.	497,20	496,10	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío = C-D	gr.	94,50	95,20	
F	Peso material seco en estufa (105°C)	gr.	246,30	246,40	
G	Volumen de masa = E-(A-F)	gr.	90,80	91,60	
	Pe bulk (Base seca) = F/E	gr/cm ³	2,606	2,588	2,60
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	gr/cm ³	2,646	2,626	2,64
	Pe específico (Base seca) = F/G	gr/cm ³	2,713	2,690	2,70
	% de absorción = ((A-F)/F)*100	%	1,502	1,461	1,48%

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



INGEOGAMA S.A.C.
Inge. Llanito Quipe V. Gómez
CIP 143301

Jr. Francisco Pizarro N° 551 - Int. 210 Centro - Trujillo / Res. N° 14349-2016/DSD- INDECOPI
 Teléfono Móvil: 975796008 - Correo: ingegoma.sac@gmail.com

Fuente: Ingeoma S.A.C.

Figura 37

Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



INGEOGAMA^{S.A.C.}

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO N.T.P. 339.185

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
 MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
 PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - TRUJILLO
 FECHA DE ENSAYO : 30/11/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

AGREGADO FINO				
Descripción	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Tara N°		A	B	C
Tara + muestra húmeda	gr	218,1	265,9	273,1
Tara + muestra seca	gr	216	263,5	270,2
Peso del agua	gr	2,1	2,4	2,9
Peso de la tara	gr	43,1	44,9	42,8
Peso de la muestra seca	gr	172,9	218,6	227,4
W	%	1,215	1,098	1,275
W (%) PROMEDIO	1,20			

OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



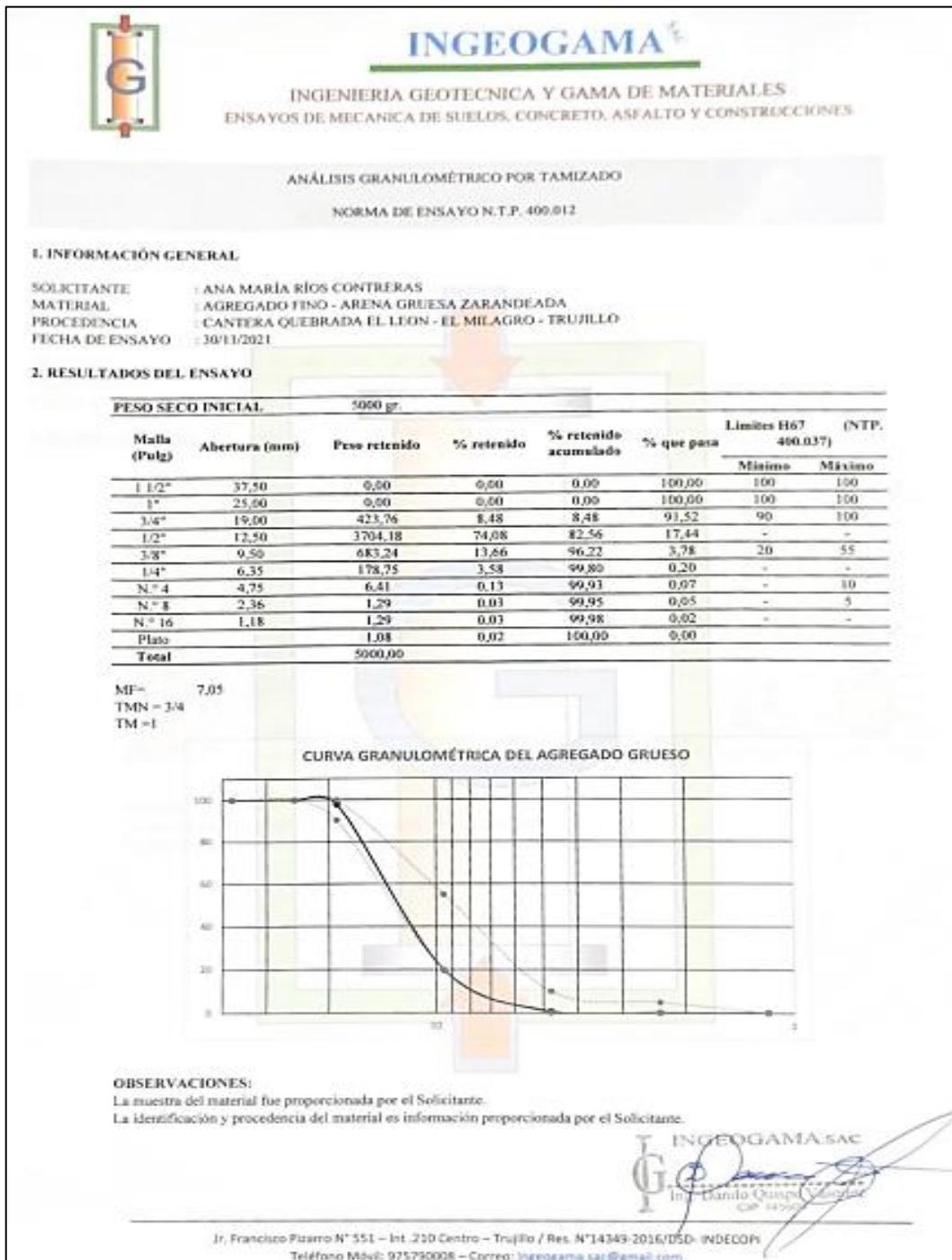
INGEOGAMA S.A.C.
Ingeniero Jorge Velasco
CIP 14349-2016

Jr. Francisco Pizarro N° 551 - Int. 210 Centro - Trujillo / Res. N° 14349-2016/CSD- INDECOPI
 Teléfono Móvil: 975790008 - Correo: ingeo@ingema.sac

Fuente: Ingeoma S.A.C.

Figura 38

Certificado del ensayo de granulometría del agregado grueso.



Fuente: Ingeoma S.A.C.

Figura 39

Certificado del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.



INGEOGAMA S.A.C.
INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO N.T.P. 400.017

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 30/11/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Peso del material + molde	gr.	12701	12950	13002
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	6975,00	7224,00	7276,00
Volumen de molde	cm ³	5301,00	5301,00	5301,00
Peso unitario suelto	kg/m ³	1315,79	1362,76	1372,57
PROMEDIO		1350,37		
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Peso del material + molde	gr.	13699	13673	13924
Peso del molde	gr.	5726	5726	5726
Peso del material suelto	gr.	7973,00	7947,00	8198,00
Volumen de molde	cm ³	5301,00	5301,00	5301,00
Peso unitario compactado	kg/m ³	1504,06	1499,15	1546,50
PROMEDIO		1516,57		

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


INGEOGAMA S.A.C.
Ingeniero Danilo Quispe Contreras
CIP 14349

Jr. Francisco Pizarro N° 551 – Int. 210 Centro – Trujillo / Res. N°14349-2016/DSD- INDECOP
Teléfono Móvil: 975790008 – Correo: ingeoama.sac@upn.edu.pe

Fuente: Ingeoma S.A.C.

Figura 40

Certificado del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



INGEOGAMA S.A.C.
INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
NORMA DE ENSAYO N.T.P. 400.021

1. INFORMACIÓN GENERAL.

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 30/11/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	1	2	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Sup. Seco (en Aire)	gr.	6818,00	8051,00	
B	Peso Material Saturado Sup. Seco (en Agua)	gr.	4200,00	4931,00	
C	Volumen de masa + Volumen de vacíos = A-B	gr.	2618,00	3120,00	
D	Peso material seco en estufa (105°C)	gr.	6800,00	8000,00	
E	Volumen de masa = C - (A-D)	gr.	2600,00	3069,00	
	Pe bulk (Base seca) = D/C	gr/cm ³	2,597	2,564	2,58
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	gr/cm ³	2,604	2,580	2,59
	Pe específico (Base seca) = D/E	gr/cm ³	2,615	2,607	2,61
	% de absorción = ((A-D)/D)*100	%	0,265	0,638	0,45%

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


INGEOGAMA S.A.C.
Daniela Quiroga
CIP 140002

Jr. Francisco Pizarro N° 551 - Int. 210 Centro - Trujillo / Res. N°14349-2016/OSD- INDECOP
 Telefono Móvil: 975790008 - Correo: ingeoama.sac@gmail.com

Fuente: Ingeoma S.A.C.

Figura 41

Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.



INGEOGAMA[®]
INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO N.T.P. 339.185

I. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTE : ANA MARÍA RÍOS CONTRERAS
MATERIAL : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDÉADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 30/11/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

AGREGADO GRUESO				
Descripción	U.M.	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
Tara N°		D	E	F
Tara + muestra húmeda	gr	284,8	318,2	271,1
Tara + muestra seca	gr	283,9	317,3	270
Peso del agua	gr	0,9	0,9	1,1
Peso de la tara	gr	47,6	47,3	48,3
Peso de la muestra seca	gr	236,3	270	221,7
W	%	0,381	0,333	0,496
W (%) PROMEDIO		0,40		

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Jr. Francisco Pizarro N° 551 - Int. 210 Centro - Trujillo / Res. N°14349-2016/DSD- INDECOP
 Teléfono Móvil: 975790008 - Correo: ingeoama.sas@gmail.com

Fuente: Ingeoma S.A.C.

ANEXO N°5. Fotografías

Figura 42.

Extracción de agregados fino y grueso de la cantera Quebrada El León – El Milagro – Trujillo.



Figura 43.
Extracción de agregados fino y grueso de la cantera Quebrada El León – El Milagro – Trujillo.



Figura 44.
Obtención de datos para el ensayo de granulometría del agregado fino.



Figura 45.
Tamizado para el ensayo de granulometría del agregado fino.



Figura 46.
Ejecución del ensayo de granulometría del agregado grueso.



Figura 47.
Ejecución del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

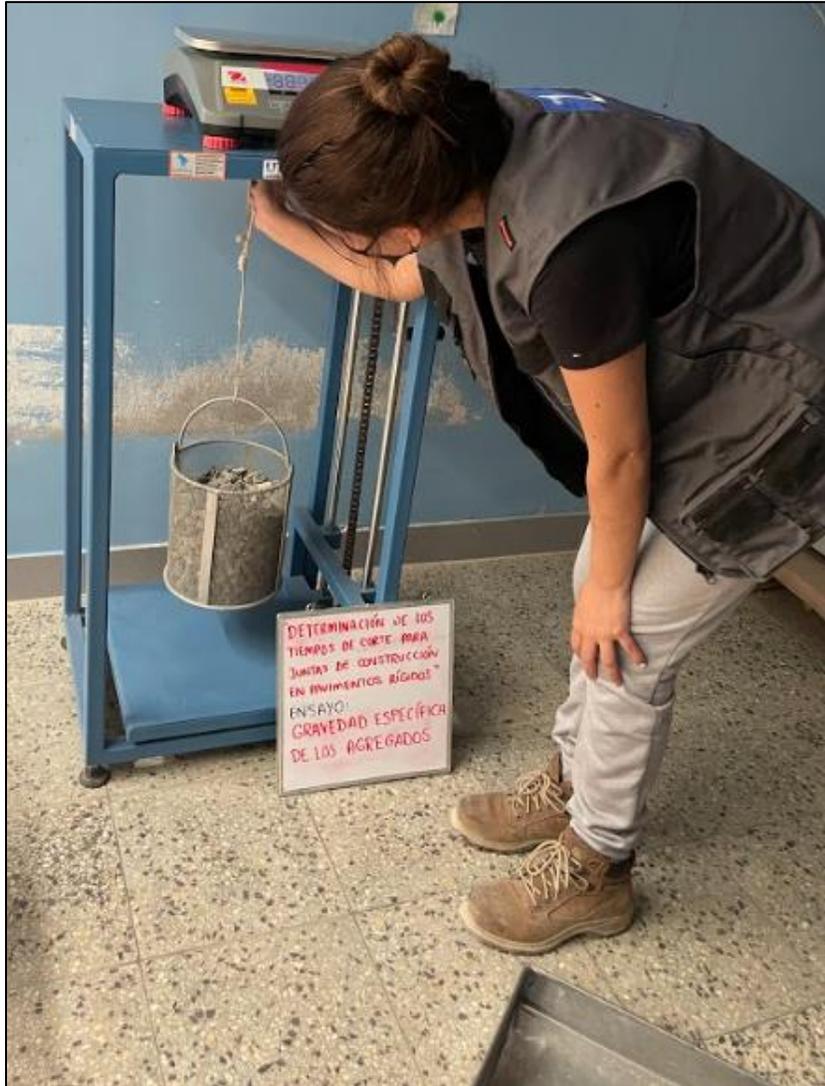


Figura 48.
Obtención de datos para el ensayo de peso unitario del agregado grueso.



Figura 49.
Obtención de datos para el ensayo de peso unitario del agregado fino.

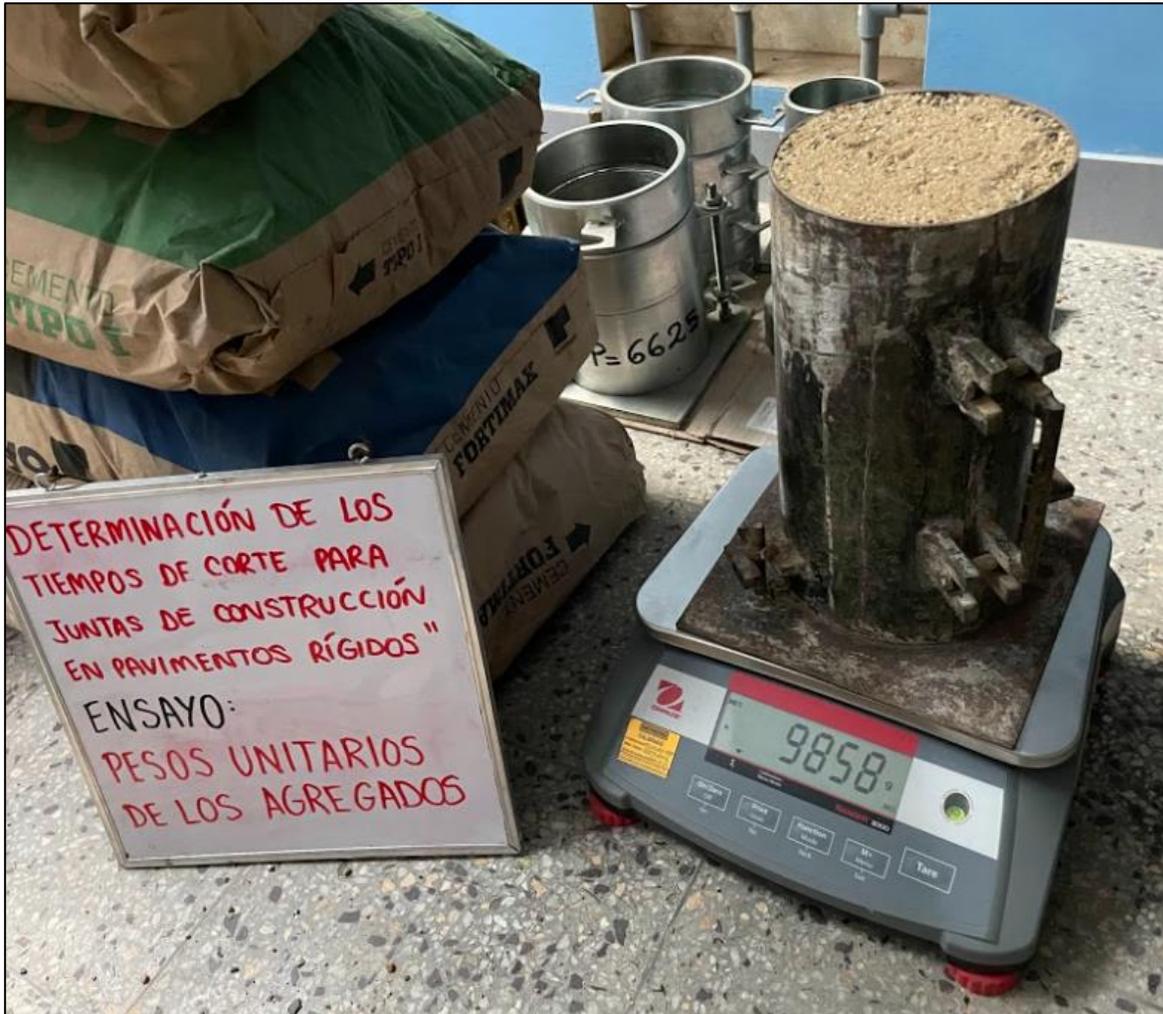


Figura 50.
Ejecución del ensayo de peso unitario del agregado grueso.



Figura 51.
Ejecución del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



Figura 52.
Fotografía del grupo de probetas de concreto con cemento tipo I, cemento tipo ICo y cemento tipo Ms.



Figura 53.
Ejecución del ensayo de resistencia a la compresión del concreto mediante rotura de probetas.



Figura 54.
Ejecución del ensayo de resistencia a la compresión del concreto mediante rotura de probetas.



Figura 55.
Toma de datos con el sensor de temperatura para cada una de las probetas elaboradas.

