



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Métodos indirectos para el control de propiedades mecánicas del
concreto en pavimentos rígidos aplicado en av. Perú, Abancay,
Apurímac 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Catalan Mendoza, David Francisco (orcid.org/0000-0001-7077-8254)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico a mis padres Juan y Eulalia, a mis Hijos Liam Fabricio y Lincon Alexis, a mi esposa melany y a mis hermanos Cristian Yovani, Zadit Guísela, Juan Rossmel, José Luis, Liz Mérida y Giovani Leonid, quienes son el motivo

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al ingeniero Jorge Olarte Pinares por ser asesor de la tesis. Agradezco a mis padres por haberme apoyado en mi formación profesional

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Propiedades del concreto fresco	8
2.2.2. Propiedades del concreto endurecido	13
2.3.3. Horario de vaciado	16
2.3. Definición de términos.....	18
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de Investigación	19
3.1.1. Método de la investigación.....	19
3.1.2. Tipo de investigación.....	19
3.1.3. Diseño de investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.2.1. Variable Independiente.....	20
3.2.2. Variable Dependiente.....	20

3.3.	Población, muestra y muestreo	22
3.3.1.	Población.....	22
3.3.2.	Muestra.....	22
3.3.3.	Muestreo.....	22
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.4.1.	Técnicas.....	22
3.4.2.	Instrumentos.....	23
3.4.3.	Validez.....	23
3.4.4.	Confiabilidad.....	24
3.5.	Procedimientos	24
3.5.1.	Estudios previos.....	25
3.5.1.1.	Descripción de la zona de investigación	25
3.5.1.2.	Datos meteorológicos del medio ambiente	25
3.5.2.	Estudios de laboratorio.....	37
3.6.	Método de análisis de datos.....	37
3.6.1	Resultados de temperatura ambiental.....	37
3.6.2	Resultados de diseño de mezcla concreto $f_c=420$ kg/cm ²	39
3.6.3	Resultados de ensayo a la compresión.....	42
3.6.4	Resultados de ensayo a la flexión.....	42
3.6.5	Resultados de ensayo a la tracción indirecta	43
3.7.	Aspectos éticos	43
IV.	RESULTADOS.....	44
4.1.	Implementación de métodos indirectos para controlar la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos.....	45

4.3. Realización del control de calidad de muestras de concreto para la verificación de falla por tracción en las losas de concreto a partir de ensayo a compresión y ensayo a la tracción indirecta.....	48
4.4. Determinar el horario adecuado de vaciado del concreto para evitar potencial fisuramiento por contracción	49
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos correlacionados a la manejabilidad	9
Tabla 2. Capacidad de los recipientes de medición.	11
Tabla 3. Contenido total de aire para concreta resistencia al congelamiento	17
Tabla 4. Operacionalización de variables	21
Tabla 4. Rango y magnitud de validez según Herrera	23
Tabla 5. Validez de contenido del instrumento	24
Tabla 6. Rango y magnitud de confiabilidad	24
Tabla 7. Reporte de datos meteorológicos mes noviembre 2020	26
Tabla 8. Reporte de datos meteorológicos mes diciembre 2020	27
Tabla 9. Reporte de datos meteorológicos mes enero 2021	27
Tabla 10. Reporte de datos meteorológicos mes febrero 2021	28
Tabla 11. Reporte de datos meteorológicos mes marzo 2021	29
Tabla 12. Reporte de datos meteorológicos mes abril 2021	30
Tabla 13. Reporte de datos meteorológicos mes mayo 2021	31
Tabla 14. Reporte de datos meteorológicos mes junio 2021	31
Tabla 15. Reporte de datos meteorológicos mes julio 2021	32
Tabla 16. Reporte de datos meteorológicos mes agosto 2021	33
Tabla 17. Reporte de datos meteorológicos mes setiembre 2021	34
Tabla 18. Reporte de datos meteorológicos mes octubre 2021	35
Tabla 19. Reporte de datos meteorológicos mes noviembre 2021	36
Tabla 20. Reporte de temperatura, dirección de viento y velocidad de viento	37
Tabla 21. Análisis granulométrico del agregado grueso (piedra chancada)	39

Tabla 22. Análisis granulométrico del agregado fino (arena)	41
Tabla 23. Resultados del ensayo a la compresión	42
Tabla 24. Resultados del ensayo a la flexión	42
Tabla 25. Resultados del ensayo a la tracción indirecta	43
Tabla 26. Resultados del diseño de mezcla para un concreto $f_c=420$ kg/cm ²	44
Tabla 27. Resultados de ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta	45
Tabla 28. Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico	47
Tabla 29. Reporte de temperatura, dirección de viento y velocidad de viento	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones en planta del cono	10
Figura 2. Dimensiones en perfil del cono o molde	10
Figura 3. Ubicación de la estación meteorológica Granja san Antonio	25
Figura 4. Temperatura ambiental de noviembre 2020 al noviembre de 2021	38
Figura 5. Velocidad del viento de noviembre 2020 al noviembre de 2021	38
Figura 6. Rosa de viento <i>de</i> noviembre 2020 al noviembre de 2021	39
Figura 7. Tamaño nominal (curva granulométrica) de la piedra chancada	40
Figura 8. Tamaño nominal (curva granulométrica) de la arena	41
Figura 9. Correlación 1 tracción indirecta vs flexión	45
Figura 10. Correlación 2 compresión vs flexión	46
Figura 11. Correlación 2 compresión vs flexión	48

RESUMEN

En la presente investigación titula: métodos indirectos para el control de propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos aplicado en av. Perú, Abancay, Apurímac 2021 tuvo el objetivo implementar métodos indirectos para controlar la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos en av. Perú, Abancay, Apurímac 2021 se aplicó el método deductivo, tipo: aplicada, nivel: descriptivo–explicativo. Los resultados hallados fueron resistencia a la flexión de 59.84 kg/cm² y resistencia a la tracción indirecta es de 863.21 kg/cm² y finalmente resistencia a la compresión es de 537.80 kg/cm² y realizado mediante la correlación 1 se obtuvo ecuaciones para determinar la flexión mediante la compresión es de $y = -0.0907x + 108.14$ con una correlación buena de $R^2 = 0.76$ y mediante la correlación 2 se determina la flexión a partir de tracción indirecta se estimó la ecuación lineal de $Y = 0.0119x + 49.528$ con una correlación regular de $R^2 = 0.4976$ la investigación se concluye Además, mediante la investigación se busca obtener valores de flexión a partir de compresión y controlar por flexión como lo debería ser en los pavimentos rígidos. En la presente investigación se han validado las hipótesis por lo que se está otorgando a los ingenieros proyectistas y contratistas unas herramientas de trabajo para que puedan controlar la calidad del concreto según los parámetros de resistencia adecuados y también considerar en los diseños en el Perú.

Palabras clave: concreto, propiedades mecánicas del concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción indirecta.

ABSTRACT

In the present investigation it is titled: indirect methods for the control of mechanical properties of concrete in rigid pavements applied in av. Peru, Abancay, Apurímac 2021 had the objective of implementing indirect methods to control the flexural strength of concrete in rigid pavements in av. Peru, Abancay, Apurímac 2021 the deductive method was applied, type: applied, level: descriptiv-explanatory. The results obtaine were flexural strength of 59.84 kg / cm² and indirect tensile strength is 863.21 kg / cm² and finally compressive strength is 537.80 kg / cm² and, performed by correlation 1, equations were obtained to determine flexure Through compression it is $y = -0.0907 x + 108.14$ with a good correlation of R² 0.76 and through correlation 2 the bending is determined from indirect traction, the linear equation of $Y = 0.0119 x + 49.528$ was estimated with a regular correlation of R² = 0.4976 the investigation is concluded In addition, the investigation seeks to obtain bending values from compression and to control by bending as it should be in rigid pavements. In this research, the hypotheses have been validated, which is why design engineers and contractors are being given work tools so that they can control the quality of concrete according to the appropriate resistance parameters and also consider it in the designs in Peru.

Keywords: Concrete, mechanical properties of concrete, compressive strength, flexural strength, indirect tensile strength

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería en el mundo entero, se enfrentó a problemas de comunicación desde los tiempos muy antaños la humanidad tuvo la necesidad de dar solución a la conexión y tener medios de comunicación mediante los caminos. Los pavimentos se iniciaron en la época de los romanos, fue la necesidad de transportar la maquinaria de guerra, la invasión de roma fue gracias al transporte de su maquinaria de guerra para ello desarrollaron la construcción de pavimentos, en esos tiempos con el uso de piedras, se lograron construir 300 mil kilómetros de Vía uniendo Asia y Europa y de partir de esos años se seguía desarrollándose los pavimentos. No quedándose atrás en nuestro país, los precolombinos y los Incas desarrollaron 30 mil kilómetros de vías siendo el segundo lugar en la red vial del planeta tierra en esos tiempos.

La innovación del pavimento se da origen en Francia en los años 1800 y en seguida los ingleses a mediados de los años 1830 ya se desarrollaron los pavimentos. Su estabilización se basó en el funcionamiento de piedra ensamblada. En el año 1981 se logró la creación del primer pavimento de concreto, en la actualidad y en el futuro lo que se requiere que las vías tengan durabilidad, seguridad, confort y de los materiales durabilidad y velocidad de construcción.

En el Perú siendo un país geográficamente con variedades de pisos ecológicos y climas muy variados, estas condiciones variantes influyen en el comportamiento del concreto ya que su importancia del uso del concreto es indispensable en las infraestructuras como pavimentos, edificaciones, obras hidráulicas, etc. Que en el país de ejecutan sea por inversión del estado o inversión privada. En el Perú y en las regiones los problemas se originan por las combinaciones los resaltantes se asignan como los climas (frio, templado, cálidos, etc.), los materiales que conforman siendo estas los agregados existen variedades en sus propiedades físicas y mecánicas, el control de calidad , la falta en los equipos en los laboratorios del país para una adecuada precisión de los comportamientos del concreto y propiamente el

control bajo los mencionados mediante esta investigación se busca aportar a la causa académica de investigación realizar en ensayo a la flexión mediante el método de tracción indirecta.

Tradicionalmente en la ciudad de Abancay ante la falta de equipos de laboratorio y desconocimiento técnico se verifica la calidad del concreto endurecido en pavimentos rígidos solo por compresión simple y no por flexión, con lo cual se presentan fallas prematuras de las losas de concreto, reduciendo la vida útil de la estructura construida. por lo tanto, la hipótesis general es una forma alternativa para estimar la flexión del concreto en pavimentos rígidos de manera indirecta sería mediante el ensayo de tracción indirecta aplicado en av. Perú, Abancay, Apurímac 2021 y finalmente el objetivo general es implementar métodos indirectos para controlar la resistencia ala flexión del concreto en pavimentos rígidos en av. Perú, Abancay, Apurímac 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Los trabajos de investigación previos como **antecedentes internacionales**.

Según autor 1 (Martinez Reguero, 2000), en la tesis posgrado **titulado** "Aseguramiento de la calidad de mezclas bituminosas mediante la aplicación del ensayo de tracción indirecta en el control de su ejecución" estableció como **objetivo**: ha sido el desarrollo de una propuesta de aseguramiento de la calidad de ejecución de mezclas bituminosas, complementario al que se utiliza habitualmente, mediante la aplicación del ensayo de tracción indirecta a testigos extraídos de la capa terminada. aplico una **metodología**: fue una indagación experimental está en función a los objetivos propuestos, obtuvo los siguientes **resultados**: La resistencia a la tracción indirecta a 5°C se corresponde con la compacidad de los núcleos tomados en numerosas obras, lo que permite evaluar y limitar la tasa de aumento de la resistencia en función del aumento de la compacidad y, eventualmente, fijar en función de la compacidad. **conclusión**: El ensayo de tracción indirecta, que se aplica a probetas y testigos realizados con mezclas bituminosas en caliente de tipo denso, semidenso y grueso, permite determinar un parámetro relacionado con la cohesión de la mezcla mediante la determinación de la resistencia de la misma. Esto se consigue mediante la determinación de la resistencia de la mezcla. Cuando esta prueba se realiza a una temperatura de 5 grados centígrados, la mezcla actúa como si estuviera hecha de un material rígido. La resistencia máxima a la rotura de la mezcla viene determinada por la compactación de la misma, la dureza de los áridos y el porcentaje y la calidad de la masilla que se utilice; estos aspectos determinan la calidad de la mezcla y su ejecución.

Los trabajos de investigación previos como **antecedentes nacionales**

Según el autor 1 (Ramos Valer, 2020) en la tesis de grado **titulado**: "Comparación de la influencia del uso de ichu (Stipa Ichu) con nylon en la resistencia a la tracción indirecta y la flexión del concreto en Arequipa",

estableció como **objetivo**: averiguar cómo incide la adición de ichu y nylon en la resistencia a tracción indirecta y resistencia a la flexión en el concreto , aplicado una **metodología**: el tipo de investigación aplicada y experimental correlacional y cuantitativo recopilación de información bibliográfica, obtuvo los siguientes **resultados**: en ensayos, finalmente fija como **conclusión**: Al comparar la resistencia a la tracción indirecta del concreto estándar con la del hormigón que contiene ichu, esta última aumentó al menos un 0,2%; sin embargo, la resistencia a la tracción indirecta no mejoró significativamente al aumentar el porcentaje de fibra de ichu.

Luego según el autor 2 (Torres Lingan, 2021) en la tesis de grado **titulado**: “Control de calidad de concreto en pavimento rígido con fines de optimizar la infraestructura vial en el distrito de simón bolívar, Provincia y Región Pasco”, estableció como **objetivo**: fue que el control de calidad de concreto en pavimento rígido con fines de optimizar la infraestructura vial del distrito simón bolívar , provincia y región pasco, aplicado una **metodología**: para esta investigación sostuvo de enfoque cualitativo y obtuvo la información durante la ejecución del proyecto, obtuvo los siguientes **resultados**: en ensayo, finalmente fija como **conclusión**: Durante el desarrollo del proyecto se acomodaron los parámetros de control en la preparación del hormigón, en cuanto al diseño de la mezcla, la correcta elaboración según los valores establecidos, la obtención del asentamiento, el adecuado transporte, vibrado o compactación, la obtención de muestras de hormigón y el curado con aditivo, revelando el ensayo de la resistencia a compresión de las muestras una fc que superaba la especificación de diseño. En consecuencia, este informe concluye que la correcta aplicación de las metodologías establecidas y de las diferentes normas para el hormigón en las diferentes estructuras de una obra, ya sea de pavimentación o de otro tipo, es fundamental para obtener un hormigón de calidad, consiguiendo así la resistencia y la vida útil deseadas.

Luego el autor 3 (Falcon Fabian, 2016) en la tesis de grado **título**: “Efecto del tipo de tratamiento en las juntas de construcción y su tiempo de aplicación sobre la resistencia a la tracción del concreto”, estableció como **objetivo**: analizar el efecto del tipo de tratamiento en juntas de construcción y su tiempo de aplicación sobre la resistencia a la tracción del concreto, aplicado una **metodología**: para esta investigación sostuvo el método descriptivo y experimental obtuvo la información durante la ejecución del proyecto, obtuvo los siguientes **resultados**: Las juntas de construcción en su caso más crítico (lisas, sin lechada de cemento) tratadas con adhesivo epoxi con 15 días de diferencia entre el hormigón base endurecido y el nuevo, ensayadas a los 28 días del último volumen de concreto vertido, reportan una resistencia a la tracción superior del 71,73 por ciento (19,89 kilogramos por centímetro cuadrado) en comparación con la resistencia media de las probetas de control, que es del 100 por ciento (27,73 km/cm²), finalmente fija como **conclusión**: al aplicar un método científico permite la obtención de resultados fiables y verificables; uno de ellos es el diseño experimental factorial 2², que permite observar el proceso de lo que ocurre entre variables con niveles variables y cómo interactúan con la variable dependiente (resistencia a la tracción).

Luego el autor 4 (Ñaupá Tello, 2017) en la tesis de grado **título**: “Evaluación del comportamiento a la flexión de vigas de concreto reforzado con mortero sin contracción”, estableció como **objetivo**: evaluar el comportamiento a flexión de vigas de concreto armado cuya resistencia a flexión se incrementa mediante el aumento de la sección utilizando morteros sin contracción, aplicado una **metodología**: Esta investigación es cuantitativa y experimental porque se han utilizado modelos estadísticos para analizar los resultados. **resultados**, finalmente fija como **conclusión**: El mortero sin contracción es un excelente material para el refuerzo de vigas por aumento de sección, ya que la resistencia a la flexión de las vigas reforzadas ensayadas a las 24 horas alcanzó una media de 41,72 kgf/cm², a los 7 días una media de 57,44 kgf/cm², a los 14 días una media de 72,31 kgf/cm², a los 28 días una media de 77,73 kgf/cm². 44 kgf/cm², 72,31 kgf/cm² a los 14 días y 77,73 kgf/cm² a los 28 días, lo que corresponde

al 89%, 122%, 154% y 165% de las vigas de control evaluadas a los 28 días ($M_r=46,99 \text{ Kgf/cm}^2$), respectivamente.

Luego los autores 5 (Flores & Mendoza, 2019) en investigación de grado **titulado**: “Análisis de la correlación del módulo de rotura MR vs la resistencia a la tracción indirecta (f'_t) y compresión f'_c de concreto $f'_c=280,300,350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con fibras de polímero y fibras metálicas a los 7,14 y 28 días de edad en la av. Metropolitana de la ciudad de Arequipa”, estableció como **objetivo**: hallar la correlación existente entre la resistencia a la compresión (f'_c), la resistencia a la tracción indirecta (f'_t) y el módulo de rotura (MR) para pavimentos urbanos a los 7,14 y 28 días de edad mediante el uso de fibras metálicas y de polipropileno, aplicado una **metodología**: Dado que se utilizaron modelos estadísticos para el análisis de los resultados, esta investigación es cuantitativa y experimental. **resultados**, presenta resultados una correlación global de a partir de MR vs f'_c obtuvo una ecuación $Y=3.18 \times 0.5$ con una correlación 1 y de a partir de f'_t vs f'_c obtuvo una ecuación $Y=0.5564 \times 0.6141$ con una correlación 0.942. finalmente fija como **conclusión**: las siguientes ecuaciones describen la correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura a los 28 días de edad para los materiales examinados en este estudio: $MR=0.1709(f'_{cr})^{0.9285}$, $MR=0.164(f'_{cr})^{0.9371}$, $MR=0.1403(f'_{cr})^{0.9777}$ y $MR=0.4994(f'_{cr})^{0.7668}$ para concreto convencional, concreto con microfibras de polipropileno y fibras metálicas, respectivamente.

Los autores 6 (Esquivel & Ticllahuanca, 2019) en su indagación de grado **titulado**: “Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras pet”, estableció como **objetivo**: Establecer en qué medida la adición de fibras de PET al concreto de los pavimentos rígidos aumenta la resistencia a la flexión y a la compresión y disminuye el agrietamiento por contracción. aplicado una **metodología**: Este estudio es cuantitativo y experimental porque se utilizaron modelos estadísticos para analizar los resultados (datos). **resultados**, que la incorporación de fibras

de PET disminuye la trabajabilidad del concreto a medida que aumenta la dosificación, pero no tiene ningún efecto sobre la temperatura, el contenido de aire o el peso unitario; las variaciones en la resistencia a la compresión no son significativas; la muestra experimental demuestra un aumento progresivo, siendo la dosificación de 0,07% la que produce el mayor incremento, del 10,2%; Con estas propiedades, se derivó un diseño recomendado de hormigón con una densidad $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos. **conclusión:** La influencia de la incorporación de la fibra de PET en la resistencia media a la flexión medida en la muestra experimental a los 28 días de curado dio lugar a los siguientes resultados: para una dosificación de 0.03%, se tiene $F'_{r}=45.93 \text{ kg/cm}^2$; para una de 0.05 %, $F'_{r}= 54.42 \text{ kg/cm}^2$; y para una de 0.07 %, $F'_{r} = 47.62 \text{ kg/cm}^2$.

Y finalmente el autor 7 (Meza, 2021) en su tesis **titulado:** “Influencia de la temperatura en el vaciado de concreto masivo en la ciudad de Pucallpa”, estableció como **objetivo:** Analizar y evaluar el impacto de las variaciones de temperatura en el concreto masivo en la ciudad de Pucallpa, así como los efectos de la variación de temperatura en el concreto. aplicado una **metodología:** para esta investigación es cuantitativo y experimental, ya que se utilizó los modelos estadísticos para el análisis de resultados. **resultados,** Los resultados demostraron que era capaz de determinar la relación entre la temperatura del concreto y la temperatura ambiente. Esto contraviene el Reglamento Nacional de Construcción (E.060). entre el período de investigación de mayo, junio y julio de 2019, se determinó que el concreto en el proceso de colocación acrecentó una media de $3,72 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a temperatura ambiente, lo que provocó el agrietamiento del hormigón. finalmente, fija como **conclusión:** que la temperatura ambiente, y en consecuencia, el concreto desarrollaría fracturas. En consecuencia, el 9% del concreto presentaba una pequeña grieta de contracción plástica, el 13% presentaba una ligera grieta de contracción por secado, el 2% presentaba un ligero desgaste superficial, y el 76% del concreto no presentaba ningún tipo de problema.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Propiedades del concreto fresco

Las propiedades del concreto fresco esta se refiere al concreto en estado fresco cuando la mezcla preparada todavía está blanda, es la cual permanece en un estado plástico, durando este estado hasta que comienza a fraguar, siendo sus propiedades del concreto en un estado fresco son:

- Trabajabilidad o manejabilidad
- Consistencia
- Peso unitario
- Exudación
- Contenido de aire

Manejabilidad o manejabilidad

La trabajabilidad es la propiedad del concreto fresco que establece su capacidad para ser transportado, colocado, vibrado para su correcta consolidación y terminado sin segregación.

El Road Research Laboratory de Inglaterra conceptualiza la trabajabilidad en términos de compactabilidad, siendo importante superar tanto la fricción interna de la mezcla como la fricción exterior entre el concreto y el molde al crear el hormigón en un molde. Así, según Sánchez de Guzmán (2001), "la trabajabilidad es la cantidad de trabajo interno que es útil y necesario producir con la compactación, porque la fricción interna es una propiedad intrínseca de la mezcla y es independiente del sistema constructivo."

Medida de la manejabilidad

Actualmente, no existe un método directo para medir la trabajabilidad; sin embargo, hay pruebas que correlacionan estas características con otra. Ellos son:

Tabla 1. Ensayos correlacionados a la manejabilidad

Ensayo	Norma
A De revenimiento o asentamiento	(ASTM C 143:2015)
B Del factor de compactación	(BS 1881: PART 103:1983)
C Vebe	(BS 1881: PART 104:1983)
D De la mesa de flujo	(BS 1881: PART 105:1984)
E De penetración de la bola	(ASTM C360:1992)

Nota: Elaboración propia, con información extraída del libro de Adam & Brooks, 1998 Fuente: Elaboración propia

Factores que influyen en la manejabilidad

Numerosos y diferentes elementos influyen en la trabajabilidad de una mezcla de concreto en estado plástico. En la página siguiente, la tabla 9 resume estos elementos.

Consistencia - NTP 339.035:2015

El grado de humedad de la mezcla de concreto depende sobre todo de la cantidad de agua empleada.

El ensayo de asentamiento se utiliza para determinar la consistencia del hormigón colocando una muestra de concreto en estado fresco en un molde troncocónico con las siguientes dimensiones.

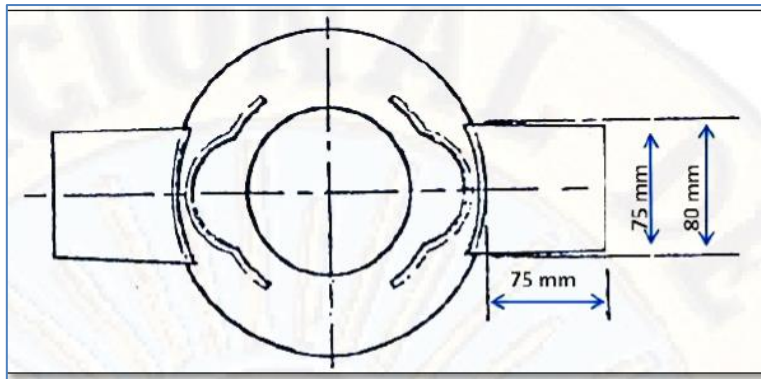


Figura 1. Dimensiones en planta del cono

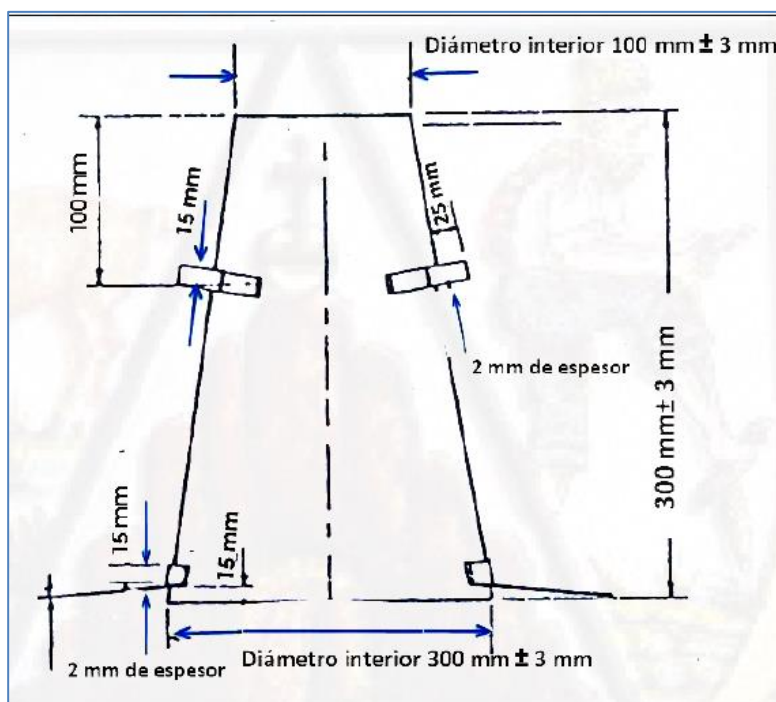


Figura 2. Dimensiones en perfil del cono o molde

De acuerdo a la NTP 339.035, (2015, p5), se ilustra el proceso del método de ensayo para evaluar el asentamiento del concreto de cemento Portland.

El material de construcción es el hormigón de cemento Portland.

Asimismo, las muestras de concreto con cada tipo de cemento Portland que se utilizarán en esta tesis se aplicarán según la NTP 339.183, ya que esta norma es aplicada en la elaboración de los materiales, la mezcla del concreto, la

preparación y el curado de las muestras de hormigón en condiciones de laboratorio.

Peso unitario- NTP 339.046:2008 (revisada el 2018)

Es la relación entre el peso total del concreto y un volumen determinado. La capacidad de los recipientes de medición debe ajustarse a la tabla siguiente.

Tabla 2. Capacidad de los recipientes de medición.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.		Capacidad del recipiente de medición ^A .	
pulg.	mm	pie ³	L
1	25.0	0.2	6
1 ½	37.5	0.4	11
2	50	0.5	14
3	75	1	28
4 ½	112	2.5	70
6	150	3.5	100

^A Tamaños indicados de recipientes de medición que se usarán para ensayar hormigón que contiene agregados de tamaño máximo nominal igual o más pequeño que los listados. El volumen real del recipiente será por lo menos 95 % del volumen nominal listado.

Fuente: NTP 339.046:2008 (revisada el 2018).

El método para medir el peso unitario del concreto de cemento Portland se describe en la NTP 339.046:2008 (actualizada en 2018) (2018, página 5).

Exudación

Parte del agua del hormigón mezclado tiende a subir a la superficie, formando una pequeña y fina capa en la parte superior del concreto. Esto se debe a la incapacidad de los áridos de retener toda el agua al endurecerse durante el proceso de fraguado.

De acuerdo con la NTP 339.077:2013 (examinada en 2018), (2018, p4), se presenta el proceso del método de ensayo para medir la exudación del concreto de cemento Portland.

Contenido de aire- NTP 339.046:2008

Esta prueba permitirá identificar la cantidad de vacíos internos presentes en el concreto. Cuando se forman cristales de hielo en los poros del concreto, se desarrollan altas presiones, lo que es especialmente importante en entornos de baja temperatura como el que se llevará a cabo la investigación. Si no hay suficiente aire en la mezcla, el concreto expuesto a ciclos de congelación se descascarillará o astillará, lo que provocará una falta de durabilidad.

Según la NTP 339.046:2008 (revisada en 2018), se presenta el procedimiento para calcular la cantidad de vacíos mediante el método gravimétrico para determinar el contenido de aire del concreto de cemento Portland.

Plasticidad

La "plasticidad" se refiere al estado del concreto en el que puede moldearse fácilmente, pero que cambia lentamente cuando se saca del molde. En consecuencia, no pueden considerarse plásticas ni las mezclas extremadamente fluidas ni las extremadamente secas.

"Hay que tener en cuenta que, dentro de ciertas limitaciones, las mezclas húmedas son más trabajables que las secas. Sin embargo, dos mezclas con la misma consistencia no son igualmente trabajables. (Sánchez de Guzmán, 2001).

2.2.2. Propiedades del concreto endurecido

Todavía no se ha descubierto una ley general adecuada que describa el comportamiento del concreto bajo las presiones a las que está sometido un edificio; no obstante, podemos investigar las diversas propiedades del concreto en su estado endurecido para deducir su comportamiento. La tabla siguiente, además Cuando la pasta preparada pasa del estado plástico al estado endurecido, donde comienza a ganar dureza y resistencia, se denomina concreto en estado endurecido. En este estado, la resistencia del concreto aumenta con el paso del tiempo, ya que consolida sus propiedades más conocidas.

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción por compresión diametral
- Modulo elástico

Resistencia a la compresión- NTP 339.034:2015

Para evaluar la resistencia a la compresión del concreto en un laboratorio, se colarán muestras de hormigón y se ensayarán bajo cargas de compresión. Estas muestras se utilizarán para evaluar la resistencia del concreto.

La resistencia a la compresión se determinará dividiendo la carga máxima obtenida durante la prueba de rotura por la zona de aplicación de la carga. La resistencia del concreto viene determinada por las proporciones de cemento, áridos gruesos y finos y agua. La proporción de agua y cemento es el principal determinante de la resistencia del concreto. Cuanto menor sea la relación agua-cemento, mayor será la resistencia a la compresión del concreto. Este método de ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a moldes o núcleos cilíndricos a una velocidad que se encuentre dentro del rango especificado antes del fallo.

De acuerdo a la NTP 339.034:2015, (2015, p12), Se proporcionan instrucciones detalladas para el método de ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la tracción por compresión diametral - NTP 339.084:2012

Este ensayo consiste en someter a una probeta cilíndrica a una compresión diametral aplicando una carga constante a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta el fallo. La probeta se comprime según el plano diametral vertical de la misma. Para comprimir la probeta en un plano diametral vertical, es necesario un mecanismo de sujeción de la probeta que materialice este plano de carga. Siendo parte de este aparato, y en contacto directo con dos generatrices diametralmente opuestas de la probeta, dos piezas se encargan de evitar que la probeta se rompa localmente durante el ensayo.

Se utilizan placas de soporte curvadas, con un radio de curvatura igual al radio nominal de la probeta, de 12,7 o 25,4 mm de ancho, de forma que la distribución de esfuerzos no se altera significativamente y se facilitan los cálculos del módulo de elasticidad y de la relación de Poisson al mantener constante la anchura de la carga, frente a una anchura variable de la misma durante el ensayo, como ocurriría con una placa de carga plana. Según la norma, la velocidad de desplazamiento del sistema durante la carga debe ser uniforme e igual a 50,8 mm/min, la misma velocidad empleada por la prensa durante el ensayo Marshall. La temperatura será una variable adicional en la prueba, ya que el comportamiento del material depende en gran medida de la temperatura.

El ensayo de tracción indirecta es aplicable a los materiales cuya característica fundamental es la elasticidad y la linealidad. Recomienda el uso de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, permitiendo el uso de diferentes temperaturas, para evaluar la susceptibilidad térmica de la mezcla en estudio, y propone que no se usen temperaturas por encima del punto de reblandecimiento del ligante, ya que predomina la naturaleza viscosa de las mezclas.

Para el cálculo de este ensayo, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$CD = (2*P) / (\pi*D*L)$$

Donde:

- ❖ CD: compresión diametral y flexión lateral
- ❖ P: carga 33
- ❖ D: diámetro del espécimen
- ❖ L: longitud del espécimen

De acuerdo a la NTP 339.084:2012(revisada el 2017), (2017, p5), se detalla cómo debe realizarse la técnica de ensayo de la resistencia a la compresión diametral del concreto de cemento.

Módulo elástico (ACI 318)

El módulo de elasticidad está significativamente influenciado por las propiedades de los áridos; cuanto mayor sea la proporción de áridos gruesos con un alto módulo de elasticidad, mayor será el módulo de elasticidad del concreto. En condiciones húmedas, el módulo de elasticidad del concreto es un 15% mayor que en condiciones secas. Esto se debe al efecto de secado de la zona de transición entre el árido y la mezcla. El módulo de elasticidad crece a medida que aumenta la velocidad de deformación. Además, aumenta cuando el hormigón se expone a temperaturas extremadamente bajas.

Según la ACI 318 (2005, p105), el módulo de elasticidad para el concreto es:

$$E_c = w_c^{1.50} 0.043 \sqrt{f'_c}$$

Donde:

wc: densidad del concreto (peso unitario).

f'c: resistencia a la compresión.

2.3.3. Horario de vaciado

De acuerdo con la sección de protección y curado de la Norma Técnica E060 de concreto armado, el concreto no debe verterse durante las tormentas de lluvia, nieve o granizo a menos que se utilicen los procedimientos de protección suficientes permitidos por la supervisión. Está prohibido que el agua de lluvia aumente la cantidad de agua de amasado o dañe el acabado superficial del concreto.

Al colocar el concreto, la temperatura no debe ser tan alta como para producir problemas de pérdida de asentamiento, fraguado rápido o juntas frías. Además, no debe superar los 32° C.

Cuando la temperatura interna del concreto durante el proceso de hidratación supera los 32 grados centígrados, el supervisor debe aprobar medidas de protección para el concreto.

El concreto de alta resistencia inicial se mantendrá por encima de los 10° C y siempre húmedo durante al menos los tres primeros días, a menos que se acuerde el curado en húmedo, en cuyo caso podrá sustituirse por cualquier otro método de curado, siempre que se demuestre que la resistencia a la compresión del concreto en la fase de carga considerada es al menos igual a la resistencia de diseño requerida para esa fase de carga.

REQUISITOS PARA CLIMA FRÍO

A efectos de la norma, se considera que hace frío si llueve y la temperatura ambiente es inferior a 5 °C.

Durante el proceso de colocación, se tomarán las consideraciones

- El concreto deberá fabricarse con aire incorporado, de acuerdo a lo especificado en los requisitos de durabilidad.

Tabla 3. Contenido total de aire para concreta resistencia al congelamiento

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Contenido de aire (en porcentaje)	
	exposición severa	exposición moderada
9.5	7.5	6
12.5	7	5.5
19	6	5
25	6	4.5
37.5	5.5	4.5
50	5	4
75	4.5	3.5

FUENTE: Norma técnica E060. Concreto armado

- Debe haber suficiente equipo en la obra para calentar el agua y/o los áridos y proteger el hormigón cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5° C. No se deben utilizar materiales que estén congelados o contengan hielo.

Durante el periodo de curado, cuando la temperatura ambiente es inferior a 5 ° C, la temperatura del concreto colocado debe mantenerse por encima de 10 ° C.

Deben tomarse precauciones para mantener la temperatura del concreto dentro del rango especificado sin comprometer la concentración de calor. Durante las primeras veinticuatro horas, no se podrá utilizar ningún dispositivo de combustión, a menos que se tomen precauciones para evitar la exposición del concreto a los gases que contienen dióxido de carbono.

REQUISITOS PARA CLIMA CÁLIDO

La norma define el clima cálido como cualquier combinación de temperatura ambiente elevada, baja humedad relativa y alta velocidad del viento que tiende a degradar la calidad del concreto fresco o endurecido.

Durante la colocación del concreto en climas cálidos, debe prestarse la debida cuidado a la temperatura de los materiales, así como a los procesos de producción, manipulación, colocación, protección y curado, con el fin de evitar temperaturas excesivas en el concreto, que podrían impedir que alcanzara la resistencia requerida o tuviera el rendimiento esperado.

2.3. Definición de términos

Concreto: Es la combinación de cemento Portland, áridos, agua, aire y, en algunos casos, aditivos en las proporciones adecuadas.

Compresión: Es el resultado de tensiones o presiones internas y se caracteriza por una tendencia a la reducción del volumen o a un acortamiento en una dirección determinada.

Tracción: Tensión interna resultante de la aplicación de dos fuerzas que actúan en direcciones opuestas y que tienden a estirar un cuerpo.

Ensayo: Procedimiento utilizado para determinar las propiedades inherentes a una sustancia o material.

Ensayo a la flexión: Se mide la resistencia a la tracción del concreto. Determina la resistencia a la rotura de momento de una viga o losa de concreto sin reforzar. Se determina aplicando cargas en vigas de concreto con una sección transversal de 150 x 150 mm (6 x 6 pulgadas) y vanos de al menos tres veces el espesor. Utilizando los procedimientos de ensayo ASTM C78 (cargado en el punto de los tercios) o ASTM C293 (cargado en el punto medio), la resistencia a la flexión se mide en términos del módulo de ruptura (MOF) en libras por pulgada cuadrada (Mpa).

Ensayo: Procedimiento para determinar las cualidades inherentes de un material o compuesto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

3.1.1. Método de la investigación

Según (Jaime Mirabal & Ladino Luna, 2018) Considera que "el Método Científico es empírico, se basa en mediciones y está sujeto a criterios de prueba de razonamiento precisos". (p. 4).

De este modo, la presente investigación permitirá el análisis de las unidades de estudio y el posterior examen de la relación entre la tracción indirecta y la flexión del pavimento rígido.

3.1.2. Tipo de investigación

Según, Egg (2011) La investigación aplicada es la utilización y aplicación de los conocimientos para resolver problemas.

Los conocimientos teóricos se aplicarán a situaciones particulares, entendiendo que contribuirán en gran medida al desarrollo de soluciones para resolver problemas reales y observables.

De acuerdo con la teoría revisada la investigación será de tipo **aplicada**

3.1.3. Diseño de investigación

Según, Hernández et al. (2014) Se considera que el nivel descriptivo describe las características del objeto de investigación tal y como se exponen y los acontecimientos más relevantes, además se refiere al nivel explicativo como el análisis de las relaciones entre dos o más variables que explican cómo y por qué se produce un fenómeno.

Esta investigación recogerá datos sobre los fenómenos, sus cualidades y cómo aparecen, examinará el vínculo entre las variables en función del valor que se

les atribuye en un contexto determinado y explicará las causas de los acontecimientos, cómo surge un fenómeno y por qué se asocian las variables.

Con la información revisada la presente tesis se clasifica del nivel ***descriptivo-explicativo***

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Independiente

La variable independiente es la resistencia mecánica y el horario de vaciado del concreto

3.2.2. Variable Dependiente

Para esta investigación la variable dependiente es la propiedad del concreto endurecido

Tabla 4. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VD: PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	El concreto después de haber fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece obteniéndose propiedades como la resistencia y durabilidad, Manual adherencia de concretos (2021)	Esta variable consistirá en cargar una probeta cilíndrica, con una carga de compresión diametral a lo largo de dos generatrices opuestas. Esta carga induce un esfuerzo de tracción razonablemente uniforme a lo largo de todo el diámetro del plano de carga vertical, y es este esfuerzo de tracción el que finalmente agota la probeta y produce la fractura en el plano diametral. $T=(2P/\pi*L*d)$, en cuanto sea una muestra de tipo viga el Módulo de Rotura= PL/bd^2 .	D1: Resistencia a la flexión	MPA	RAZÓN
VI 1: RESISTENCIA MECÁNICA	La norma ASTM G-40 define la abrasión para las palabras relacionadas con la erosión y la cavitación como el desplazamiento de material de la superficie de un sólido debido al deslizamiento de partículas duras o protuberancias. Pruebas De Abrasión En Concreto De Alta Resistencia (2000)	Esta variable consistirá en preparar el material de acuerdo a la gradación, ser lavado el material y secar mínimo por 24 horas, estimar el peso inicial y colocar en la máquina de los ángeles, programar 500 revoluciones y luego sacar y tamizar por la malla N°12, pesar el material retenido en la malla 12 y determinar el % de absorción	D1: Resistencia a la compresión	Kg/cm2	RAZÓN
			D2: Tracción Indirecta	Kg/cm2	RAZÓN
VI 3: HORARIO DE VACIADO	Esta norma específica el método para determinar la temperatura de las mezclas de hormigón fresco. Puede utilizarse para medir la temperatura de las mezclas de hormigón fresco y para confirmar el cumplimiento de un requisito específico para la temperatura del hormigón fresco in situ. (NTP 339.784: (Método De Ensayo Normalizado Para Determinar La Temperatura De Mezclas De Concreto)	El horario de Vaciado se hace de a partir del análisis de variables como la velocidad de viento, la temperatura del medio ambiente, temperatura del concreto y en consecuencia se calcula mediante la siguiente formula:	D1: Evaporación	Perdida de Agua	RAZÓN
			D2: Exudación	Capilaridad	RAZÓN

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según, Lerna (2009) define la población como un conjunto de elementos idénticos con características fijas y estudia sus características y relaciones.

En la presente investigación la población está conformada por la av. Perú. Comprende una longitud de km 1+070.

3.3.2. Muestra

Ñaupas et al. (2018) Considere que la muestra es la selección de un subconjunto de una población mediante diversas técnicas.

La muestra del presente trabajo de investigación está conformada por el tramo km 0+360 al km 0+720, de la av. Perú – en la ciudad de Abancay.

3.3.3. Muestreo

Según Tamayo (2004) El muestreo se define como la selección de unidades representativas para obtener datos de la población investigada.

Según Niño (2011) Se refiere al muestreo no probabilístico en el que la muestra se selecciona en función de un criterio predeterminado.

Según los datos evaluados, el presente estudio se basa en una muestra ***no probabilística***.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Para, Arias (2012) la observación directa como el proceso de visualización de cualquier manifestación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad de acuerdo con unos criterios y objetivos de investigación predeterminados.

La información para esta investigación se recogerá mediante la **observación directa**.

3.4.2. Instrumentos

Cabezas et al. (2018) La recogida de datos consiste en reunir información que el investigador pueda transferir a una ficha.

En la presente investigación se aplicará como instrumento las **fichas de recopilación de datos**.

3.4.3. Validez:

Según, Sabino (1992) La validez consiste en que una escala mide las características para las que fue diseñada y no para otras escalas con fines similares.

Se considera una tabla para la interpretación de la validez.

Tabla 4. Rango y magnitud de validez según Herrera

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Reproducido de Oseda (2008) “Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación

A continuación, se validaron los instrumentos de investigación mediante la opinión de expertos; a continuación, se presenta un cuadro con la evaluación de la validez. (ver anexo 2)

Tabla 5. Validez de contenido del instrumento

N. °	Grado académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing.	Arturo Miranda Cancho	49689	1.00
2	Ing.	Yasmani Sotelo Cruz	136962	1.00
3	Ing.	Elguer huaman sulla	166854	0.86

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la opinión de validez de los 03 expertos que evaluaron el contenido del instrumento; se obtuvo un valor promedio de 0,95, lo que indica una excelente validez.

3.4.4. Confiabilidad

Según, Ruiz (2013) La fiabilidad de un instrumento se determina midiéndolo en condiciones específicas en una ocasión determinada; el resultado debe ser similar si se vuelve a medir en condiciones idénticas.

La prueba del alfa de Cronbach se utiliza habitualmente para definir la fiabilidad. Se considera una tabla de interpretación de la fiabilidad para la prueba de fiabilidad de los instrumentos.

Tabla 6. Rango y magnitud de confiabilidad

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Confiabilidad muy alta
0.61 a 0.80	Confiabilidad alta
0.41 a 0.60	Confiabilidad moderada
0.21 a 0.40	Confiabilidad baja
0.001 a 0.20	Confiabilidad muy baja

Fuente: Reproducido de Ruiz (2013) "Instrumentos y técnicas de investigación educativa"

3.5. Procedimientos

Tras completar los análisis de validez y fiabilidad, pasamos a los procedimientos de aplicación del instrumento.

3.5.1. Estudios previos

3.5.1.1. Descripción de la zona de investigación

La presente investigación se ubica en la región de Apurímac, provincia de Abancay y distrito de Abancay a una altitud de 2380 m.s.n.m.

3.5.1.2. Datos meteorológicos del medio ambiente

Se procedió a cuantificar los datos meteorológicos de la estación la Granja san Antonio, esta elaboro durante un periodo de un 1 año comprende del noviembre del 2020 al noviembre del 2021.

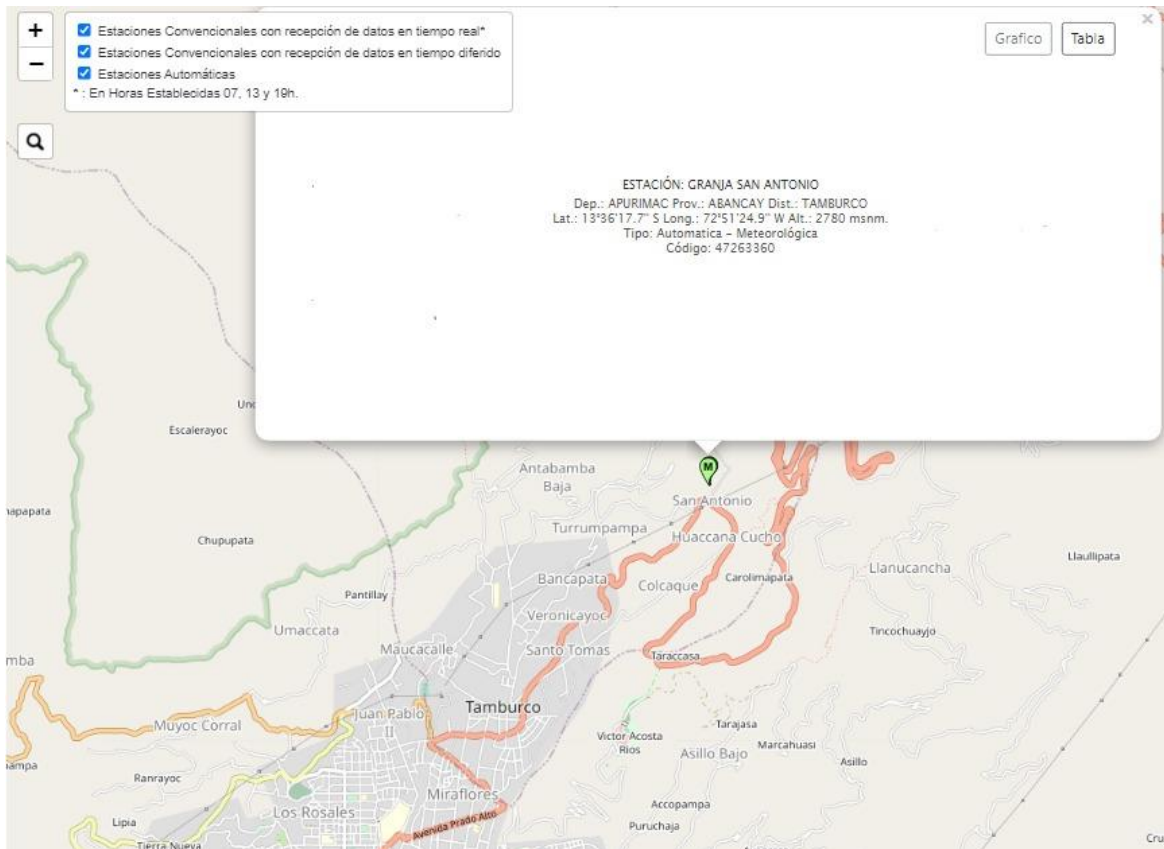


Figura 3. Ubicación de la estación meteorológica Granja san Antonio

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Reporte de datos meteorológicos mes noviembre 2020

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACION (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/11/2020	20.80	8.20	0.00	72.88	216.58	2.49
02/11/2020	20.50	11.00	0.00	70.96	172.08	1.91
03/11/2020	19.20	9.90	0.00	74.29	215.88	1.58
04/11/2020	22.90	9.50	0.00	70.33	251.13	1.82
05/11/2020	25.00	9.90	0.00	61.21	232.13	2.60
06/11/2020	23.80	10.30	0.00	61.25	246.21	2.67
07/11/2020	23.80	10.10	0.00	63.33	231.79	2.08
08/11/2020	22.70	10.00	0.00	60.75	218.13	2.33
09/11/2020	22.90	9.90	0.00	58.96	259.50	2.31
10/11/2020	23.60	11.60	0.00	66.13	223.04	1.50
11/11/2020	24.60	11.80	0.00	64.71	226.17	2.11
12/11/2020	24.30	12.50	0.00	65.54	214.21	1.88
13/11/2020	25.30	11.90	0.00	60.67	194.63	1.79
14/11/2020	23.50	11.20	0.00	64.33	222.96	1.78
15/11/2020	26.00	10.80	0.00	58.79	170.96	1.90
16/11/2020	23.00	11.50	0.00	62.58	229.13	2.08
17/11/2020	26.80	11.80	0.00	57.42	247.75	1.61
18/11/2020	25.00	10.30	0.00	59.21	232.33	2.47
19/11/2020	21.40	11.90	0.00	66.54	201.50	1.87
20/11/2020	18.10	9.00	0.00	77.42	190.79	1.97
21/11/2020	23.30	12.00	0.00	65.83	213.75	1.35
22/11/2020	23.90	12.40	0.00	64.63	223.83	2.72
23/11/2020	24.80	12.20	0.00	59.21	237.92	2.53
24/11/2020	27.00	10.50	0.00	54.65	251.96	2.69
25/11/2020	24.40	12.60	0.00	60.00	247.88	2.02
26/11/2020	23.60	12.50	0.00	53.58	208.88	4.96
27/11/2020	20.30	10.40	5.20	70.50	188.63	2.11
28/11/2020	23.70	9.50	2.50	72.21	185.13	1.44
29/11/2020	19.80	11.00	3.70	78.58	169.25	0.88
30/11/2020	19.00	10.40	0.00	80.38	216.04	1.20

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 8. Reporte de datos meteorológicos mes diciembre 2020

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/12/2020	20.60	10.60	5.60	83.26	196.04	0.97
02/12/2020	22.30	8.40	0.70	71.83	165.88	1.96
03/12/2020	22.10	11.10	0.00	74.52	199.22	1.30
04/12/2020	16.10	11.80	6.70	84.29	215.96	0.91
05/12/2020	21.90	11.20	3.10	77.46	216.92	0.80
06/12/2020	17.30	11.10	15.40	86.58	211.79	1.04
07/12/2020	17.40	10.40	2.90	86.08	193.29	0.43
08/12/2020	22.60	10.40	7.90	77.29	185.46	1.65
09/12/2020	23.10	9.50	0.10	71.00	221.50	2.27
10/12/2020	21.00	11.10	0.10	72.42	210.29	1.54
11/12/2020	23.90	12.00	7.80	71.83	149.25	1.56
12/12/2020	21.70	8.30	3.80	71.58	197.46	2.79
13/12/2020	23.40	9.30	17.40	71.17	210.46	2.90
14/12/2020	21.30	8.70	0.00	67.46	225.46	2.46
15/12/2020	20.90	11.50	0.00	74.33	164.33	1.33
16/12/2020	21.80	9.90	0.00	75.46	194.50	1.39
17/12/2020	21.30	11.00	0.10	79.13	219.42	1.34
18/12/2020	23.10	10.50	10.00	76.50	206.67	1.49
19/12/2020	20.20	7.60	0.00	69.58	223.79	2.86
20/12/2020	20.90	9.10	0.00	70.67	235.88	1.79
21/12/2020	22.70	8.80	0.00	69.08	232.63	1.99
22/12/2020	14.30	10.70	22.80	87.67	161.67	1.13
23/12/2020	18.40	11.20	2.30	81.39	205.87	0.69
24/12/2020	20.40	11.60	1.50	77.00	184.00	0.90
25/12/2020	18.70	11.00	7.00	78.71	230.75	1.32
26/12/2020	16.20	10.80	19.20	86.96	230.08	0.60
27/12/2020	18.20	10.10	11.10	84.29	208.63	1.00
28/12/2020	17.20	9.50	17.30	85.75	169.71	1.35
29/12/2020	19.10	10.90	5.60	81.96	231.46	1.13
30/12/2020	18.30	8.40	7.40	84.25	204.71	1.26
31/12/2020	20.10	11.00	18.10	85.00	209.25	0.92

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 9. Reporte de datos meteorológicos mes enero 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/01/2021	20.30	8.60	3.70	80.67	190.67	0.75
02/01/2021	19.70	10.00	20.50	77.33	224.92	0.80
03/01/2021	17.60	10.70	11.80	86.83	194.00	0.37
04/01/2021	22.40	9.40	8.90	76.13	183.08	1.25
05/01/2021	20.20	9.40	2.10	79.54	199.42	1.85
06/01/2021	18.50	10.80	0.60	82.79	169.71	1.08

07/01/2021	15.10	9.50	18.50	87.88	212.58	0.82
08/01/2021	21.20	9.20	7.20	73.71	236.71	1.64
09/01/2021	19.90	9.30	8.80	78.13	223.96	1.08
10/01/2021	20.10	8.50	0.40	75.63	179.67	1.68
11/01/2021	19.90	9.90	4.90	78.13	203.50	2.02
12/01/2021	21.10	9.70	0.00	75.58	210.04	1.48
13/01/2021	19.00	10.80	1.90	77.38	184.13	1.32
14/01/2021	17.00	10.50	3.70	83.38	203.25	1.00
15/01/2021	17.90	11.60	0.00	83.08	182.08	0.73
16/01/2021	19.00	8.80	16.00	81.08	220.42	0.88
17/01/2021	16.70	10.50	3.00	85.33	213.00	0.96
18/01/2021	15.20	11.50	0.60	88.54	185.92	0.78
19/01/2021	19.00	11.10	0.50	82.00	191.67	1.18
20/01/2021	13.50	10.70	11.20	90.63	178.71	0.81
21/01/2021	15.90	10.20	1.00	86.71	198.58	0.54
22/01/2021	17.40	10.00	1.30	84.04	208.71	0.67
23/01/2021	18.40	11.10	2.10	80.71	197.71	0.80
24/01/2021	16.60	10.70	10.30	86.54	211.50	1.12
25/01/2021	18.80	10.90	10.70	83.54	212.67	0.72
26/01/2021	20.70	11.80	2.70	81.42	178.42	1.28
27/01/2021	23.20	11.70	6.60	76.08	190.63	1.12
28/01/2021	20.40	11.80	1.00	81.63	183.38	1.20
29/01/2021	21.10	10.30	0.00	72.33	188.08	1.01
30/01/2021	18.20	9.60	0.70	81.54	188.42	1.36
31/01/2021	21.50	8.60	0.10	73.46	207.71	1.73

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 10. Reporte de datos meteorológicos mes febrero 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/02/2021	22.90	11.00	1.10	72.25	169.75	1.09
02/02/2021	20.10	10.80	1.70	79.17	181.63	0.69
03/02/2021	20.10	10.80	1.70	79.17	181.63	0.69
04/02/2021	19.70	9.90	0.10	78.88	215.38	0.99
05/02/2021	21.40	4.90	0.00	62.17	278.46	3.77
06/02/2021	20.20	11.80	5.90	83.21	180.50	0.58
07/02/2021	20.60	11.80	1.80	81.50	243.50	1.21
08/02/2021	15.30	10.40	15.80	89.67	209.38	0.45
09/02/2021	21.10	11.40	3.50	82.21	186.29	0.59
10/02/2021	19.00	11.00	7.10	82.63	205.04	1.30
11/02/2021	19.70	10.70	0.30	80.71	196.04	1.25
12/02/2021	20.80	11.80	7.70	80.13	190.75	1.36
13/02/2021	20.30	10.20	21.20	81.50	222.46	1.58

14/02/2021	21.90	7.70	0.10	74.38	241.00	1.80
15/02/2021	21.90	11.70	0.10	75.29	213.96	1.05
16/02/2021	22.10	11.60	0.00	73.08	206.00	1.30
17/02/2021	23.10	9.70	0.00	69.71	243.79	1.92
18/02/2021	19.70	8.90	0.00	70.63	257.63	1.47
19/02/2021	22.10	10.00	0.00	66.71	225.08	1.57
20/02/2021	18.40	10.70	13.80	83.54	198.04	1.13
21/02/2021	17.20	9.90	7.00	79.58	159.08	1.10
22/02/2021	16.40	10.80	0.30	84.75	192.92	0.71
23/02/2021	18.80	10.40	8.90	81.04	203.33	1.11
24/02/2021	20.90	12.10	1.60	79.21	200.08	1.15
25/02/2021	22.10	11.40	0.90	74.92	207.29	1.54
26/02/2021	20.80	11.10	1.50	76.08	237.96	1.28
27/02/2021	18.50	9.30	14.10	84.29	195.04	0.98
28/02/2021	18.10	11.20	5.50	81.92	192.88	0.54

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 11. Reporte de datos meteorológicos mes marzo 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACION (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/03/2021	20.30	9.60	23.40	78.79	213.58	1.10
02/03/2021	19.70	10.50	14.10	79.38	214.42	1.05
03/03/2021	19.80	10.80	2.20	77.08	173.54	1.10
04/03/2021	19.60	10.40	5.20	81.00	235.50	1.31
05/03/2021	19.70	5.00	0.00	61.83	223.46	3.33
06/03/2021	16.30	10.90	6.90	87.54	204.92	0.43
07/03/2021	18.30	10.50	9.20	83.75	215.96	0.55
08/03/2021	21.90	10.40	4.80	76.46	213.33	1.25
09/03/2021	17.30	10.60	20.20	84.33	192.42	1.04
10/03/2021	18.80	7.90	7.10	76.42	173.63	1.42
11/03/2021	19.70	7.80	0.10	74.25	211.08	1.77
12/03/2021	18.90	10.60	5.00	81.67	207.79	0.96
13/03/2021	17.70	9.70	6.20	80.42	170.75	1.03
14/03/2021	15.40	9.40	0.40	84.13	178.21	0.63
15/03/2021	18.60	10.00	0.20	81.13	232.83	1.04
16/03/2021	18.60	10.00	6.50	82.71	233.63	1.08
17/03/2021	17.30	11.10	23.30	86.75	185.92	1.02
18/03/2021	19.80	9.80	11.00	78.17	186.96	1.11
19/03/2021	19.20	9.50	2.30	80.38	222.79	0.83
20/03/2021	20.20	9.80	0.00	75.26	223.30	1.10
21/03/2021	16.10	11.50	15.40	89.21	168.17	0.70
22/03/2021	18.40	10.60	18.60	87.92	194.71	0.55
23/03/2021	17.80	9.70	5.00	85.83	231.46	0.76
24/03/2021	18.00	11.00	5.60	83.42	173.88	0.72
25/03/2021	20.80	10.80	0.50	78.08	228.25	1.48
26/03/2021	20.70	11.00	0.00	76.83	191.96	1.29

27/03/2021	18.40	9.40	0.30	77.75	246.83	1.50
28/03/2021	17.40	11.60	0.90	83.00	228.67	0.86
29/03/2021	16.80	11.10	13.50	86.25	183.88	0.79
30/03/2021	17.50	9.50	21.70	83.25	203.38	1.09
31/03/2021	18.30	10.30	28.90	84.46	215.25	1.08

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 12. Reporte de datos meteorológicos mes abril 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/04/2021	19.70	8.90	2.90	80.71	207.29	0.52
02/04/2021	20.20	9.80	0.00	80.67	229.67	0.95
03/04/2021	16.00	9.40	11.60	85.05	199.79	0.89
04/04/2021	16.70	10.70	1.00	87.08	180.17	0.61
05/04/2021	19.30	9.50	3.50	78.92	224.83	0.95
06/04/2021	17.00	10.60	26.30	85.42	207.00	0.93
07/04/2021	19.10	11.30	8.10	80.75	233.21	1.34
08/04/2021	19.10	9.80	5.20	80.38	250.91	0.91
09/04/2021	15.20	10.20	13.30	88.67	248.42	1.52
10/04/2021	18.50	10.80	11.10	82.67	237.67	0.76
11/04/2021	16.40	9.50	14.30	85.29	212.92	1.29
12/04/2021	18.00	9.80	0.50	84.83	231.04	0.87
13/04/2021	17.00	10.70	18.00	85.00	165.29	0.49
14/04/2021	18.40	9.10	0.30	83.92	246.47	1.22
15/04/2021	22.20	11.60	0.00	81.29	222.62	0.65
16/04/2021	20.10	10.60	0.00	80.83	190.67	1.15
17/04/2021	20.80	9.00	0.00	75.17	285.46	2.18
18/04/2021	20.50	8.70	0.00	75.88	244.54	2.33
19/04/2021	21.60	9.50	0.00	76.29	252.33	1.80
20/04/2021	18.10	9.00	0.00	77.42	190.79	2.00
21/04/2021	20.90	7.40	0.00	74.71	211.92	2.30
22/04/2021	20.10	8.80	0.00	75.58	236.12	1.82
23/04/2021	19.80	7.80	0.00	76.29	143.21	1.97
24/04/2021	19.80	10.60	0.00	76.54	225.00	1.43
25/04/2021	21.60	8.20	0.00	74.33	261.92	2.44
26/04/2021	16.10	10.30	13.90	85.96	222.50	0.91
27/04/2021	21.00	8.70	0.00	72.17	240.92	1.66
28/04/2021	19.80	10.00	0.00	81.22	206.78	1.04
29/04/2021	17.00	10.10	0.10	84.13	217.54	0.65
30/04/2021	19.00	10.40	0.00	80.38	216.04	1.20

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 13. Reporte de datos meteorológicos mes mayo 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/05/2021	19.10	9.40	0.00	77.08	219.83	1.36
02/05/2021	21.60	7.60	0.00	70.42	251.46	2.52
03/05/2021	20.50	7.70	0.00	69.54	215.17	2.25
04/05/2021	20.10	9.90	0.00	74.96	210.71	1.49
05/05/2021	20.40	9.40	0.00	75.21	188.96	1.50
06/05/2021	19.30	8.90	0.00	75.00	227.54	2.35
07/05/2021	18.10	10.00	0.10	79.88	201.25	0.76
08/05/2021	19.70	7.50	0.30	75.71	218.71	1.73
09/05/2021	19.20	9.50	0.50	78.13	252.29	1.54
10/05/2021	20.90	7.40	0.00	70.00	258.00	2.05
11/05/2021	20.80	7.70	0.00	70.46	266.83	2.10
12/05/2021	16.20	8.40	0.00	77.79	211.25	1.50
13/05/2021	17.80	7.90	0.10	77.00	246.29	1.52
14/05/2021	18.30	8.00	0.40	77.33	195.79	1.74
15/05/2021	22.00	7.30	0.00	69.50	250.50	1.89
16/05/2021	20.90	8.60	0.00	70.67	262.71	2.26
17/05/2021	20.60	7.50	0.00	70.71	270.04	2.56
18/05/2021	20.50	9.30	0.00	69.71	247.21	2.10
19/05/2021	20.20	7.60	0.00	69.58	223.79	2.86
20/05/2021	22.20	7.80	0.00	66.63	219.75	2.35
21/05/2021	20.80	7.90	0.00	69.29	180.21	2.35
22/05/2021	22.50	8.00	0.00	66.67	201.50	2.73
23/05/2021	17.80	8.40	1.20	77.96	204.29	2.26
24/05/2021	14.00	8.90	4.20	78.63	140.46	1.89
25/05/2021	14.70	7.80	0.90	81.08	181.08	1.09
26/05/2021	18.40	6.40	0.10	73.17	131.17	2.60
27/05/2021	19.30	8.10	0.00	69.42	149.08	2.53
28/05/2021	22.50	6.50	0.00	67.71	138.63	3.16
29/05/2021	21.50	8.20	0.00	65.00	176.38	2.57
30/05/2021	21.00	7.50	0.00	64.33	207.75	3.06
31/05/2021	18.00	7.10	0.00	70.67	201.21	2.47

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 14. Reporte de datos meteorológicos mes junio 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/06/2021	24.20	8.00	0.00	64.88	265.63	2.33
02/06/2021	21.30	7.30	0.00	69.04	217.17	2.79
03/06/2021	19.50	9.50	0.00	74.00	198.33	1.33

04/06/2021	16.00	8.60	0.00	80.29	204.83	1.31
05/06/2021	20.50	7.10	0.00	71.75	245.46	2.80
06/06/2021	17.30	7.40	0.00	73.21	177.63	1.66
07/06/2021	21.90	5.90	0.00	63.54	200.92	3.25
08/06/2021	19.40	5.80	0.00	62.83	186.58	2.81
09/06/2021	22.10	6.20	0.00	64.46	251.96	2.81
10/06/2021	21.40	5.90	3.00	63.67	280.96	3.89
11/06/2021	19.10	7.60	0.00	70.75	212.58	1.63
12/06/2021	18.10	10.00	4.90	83.00	200.75	0.92
13/06/2021	20.60	7.60	0.20	76.79	256.67	1.70
14/06/2021	20.90	8.40	0.00	70.13	241.29	2.07
15/06/2021	18.90	8.70	0.00	72.83	257.25	1.54
16/06/2021	17.70	9.20	0.00	77.88	248.13	1.47
17/06/2021	16.80	9.40	0.00	80.88	211.54	0.68
18/06/2021	19.10	7.50	0.00	74.67	245.21	1.85
19/06/2021	19.90	7.40	0.00	70.17	295.75	2.32
20/06/2021	19.70	7.80	0.00	69.96	253.88	1.73
21/06/2021	20.10	7.30	0.00	72.08	256.79	1.86
22/06/2021	20.90	9.20	0.20	77.04	222.83	1.29
23/06/2021	22.20	7.10	0.00	68.54	278.42	2.07
24/06/2021	21.80	9.30	0.00	71.00	296.54	1.94
25/06/2021	20.70	8.40	0.00	69.21	225.67	1.64
26/06/2021	21.10	6.90	0.00	66.38	234.12	2.46
27/06/2021	18.90	6.30	0.00	68.00	233.34	2.80
28/06/2021	19.60	6.40	0.00	65.92	233.80	2.66
29/06/2021	20.80	7.60	0.00	66.71	221.08	0.04
30/06/2021	17.30	7.30	0.00	75.92	231.46	1.71

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 15. Reporte de datos meteorológicos mes julio 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/07/2021	20.20	6.90	0.00	64.96	162.00	2.03
02/07/2021	20.40	3.90	0.00	59.25	267.67	3.38
03/07/2021	19.10	4.60	0.00	58.92	205.04	3.52
04/07/2021	20.20	4.10	0.00	62.13	264.08	3.42
05/07/2021	21.40	4.90	0.00	62.17	278.46	3.77
06/07/2021	22.10	6.10	0.00	57.63	263.54	2.75
07/07/2021	20.60	4.80	0.00	60.33	287.42	3.80
08/07/2021	21.90	5.60	0.00	57.46	263.58	3.10
09/07/2021	20.30	4.50	0.00	61.46	269.21	3.73
10/07/2021	20.50	5.90	0.00	64.46	214.13	3.21
11/07/2021	16.30	7.60	0.00	73.54	234.42	2.02
12/07/2021	19.70	6.60	0.00	71.08	269.54	1.99

13/07/2021	20.70	6.70	0.00	69.88	204.83	2.63
14/07/2021	20.90	6.80	0.00	70.79	252.33	2.55
15/07/2021	22.00	7.80	0.00	67.50	221.33	2.24
16/07/2021	21.10	8.20	0.00	66.17	247.50	2.79
17/07/2021	21.60	7.10	0.00	65.42	251.29	2.68
18/07/2021	15.90	8.40	0.00	75.50	225.42	1.07
19/07/2021	18.80	9.70	0.00	74.25	218.21	0.82
20/07/2021	20.00	8.90	0.00	74.75	244.92	1.33
21/07/2021	19.40	7.00	0.00	73.50	216.13	1.95
22/07/2021	20.60	8.00	0.00	71.38	222.13	1.78
23/07/2021	21.50	6.20	0.00	64.38	277.88	3.11
24/07/2021	22.40	6.40	0.00	58.75	246.38	3.73
25/07/2021	21.10	7.40	0.00	56.17	281.13	2.66
26/07/2021	21.00	5.70	0.00	63.79	270.42	2.66
27/07/2021	20.50	6.30	0.00	66.46	248.50	2.78
28/07/2021	14.80	8.70	3.40	83.04	261.83	1.27
29/07/2021	18.60	8.90	0.50	77.58	220.33	1.40
30/07/2021	16.60	9.40	3.60	82.58	179.96	0.60
31/07/2021	18.00	8.10	0.00	75.79	265.75	1.28

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 16. Reporte de datos meteorológicos mes agosto 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/08/2021	14.50	7.60	1.40	80.46	215.67	1.55
02/08/2021	15.60	8.70	0.10	80.29	180.13	1.21
03/08/2021	17.10	6.30	0.00	74.79	194.75	1.45
04/08/2021	18.50	5.90	0.00	67.08	162.46	3.01
05/08/2021	19.70	5.00	0.00	61.83	223.46	3.33
06/08/2021	21.50	4.70	0.00	59.17	251.92	3.75
07/08/2021	22.50	4.80	0.00	61.96	220.13	3.50
08/08/2021	22.50	5.60	0.00	58.04	242.25	3.51
09/08/2021	22.70	8.20	0.00	59.38	245.13	2.70
10/08/2021	20.30	8.60	0.00	62.96	219.63	2.40
11/08/2021	19.30	7.10	0.00	62.54	189.21	1.85
12/08/2021	22.00	5.90	0.00	61.00	187.00	2.69
13/08/2021	21.70	8.50	0.00	64.38	235.00	1.50
14/08/2021	22.90	7.40	0.00	65.17	246.96	1.63
15/08/2021	20.50	9.40	1.00	74.71	226.92	1.41
16/08/2021	22.00	7.30	0.00	66.00	213.67	2.35
17/08/2021	23.00	10.00	0.10	70.04	271.88	2.05
18/08/2021	21.60	9.40	0.00	65.42	268.29	3.13
19/08/2021	23.60	9.10	0.00	61.88	225.17	2.38
20/08/2021	22.50	8.20	0.00	64.54	272.71	2.79
21/08/2021	20.00	8.70	0.00	67.67	245.29	2.01
22/08/2021	21.90	8.30	0.00	65.17	231.25	1.81
23/08/2021	23.60	7.30	0.00	62.46	210.63	2.81
24/08/2021	23.60	8.90	1.00	64.50	223.08	2.30
25/08/2021	23.90	9.10	0.00	61.17	196.83	2.40

26/08/2021	19.30	8.80	0.70	74.96	257.92	1.91
27/08/2021	21.60	9.10	0.00	67.42	232.29	2.18
28/08/2021	22.90	8.50	0.00	63.58	214.88	1.38
29/08/2021	20.70	8.00	0.00	66.08	268.54	2.39
30/08/2021	20.80	10.60	0.00	69.00	225.38	1.32
31/08/2021	22.70	8.90	0.20	67.46	222.13	1.79

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 17. Reporte de datos meteorológicos mes setiembre 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/09/2021	22.70	9.10	0.00	62.67	268.46	2.12
02/09/2021	22.50	11.80	0.00	66.88	243.58	1.44
03/09/2021	22.70	10.70	1.40	66.46	178.21	1.50
04/09/2021	22.50	8.00	0.00	66.08	161.79	2.35
05/09/2021	22.30	10.80	0.00	69.04	258.58	1.95
06/09/2021	19.50	10.40	0.00	70.42	193.63	1.43
07/09/2021	21.90	7.50	0.00	62.75	251.83	2.01
08/09/2021	22.2	7.60	0.00	62.38	258.33	2.55
09/09/2021	19.90	8.70	0.00	69.71	236.63	1.61
10/09/2021	22.90	9.20	0.00	63.25	218.79	1.79
11/09/2021	20.00	8.40	0.00	71.21	227.13	1.60
12/09/2021	21.50	8.50	0.00	68.42	281.88	2.23
13/09/2021	21.50	10.30	0.00	68.33	229.04	1.44
14/09/2021	21.40	7.80	0.00	66.46	197.33	2.02
15/09/2021	15.70	10.80	3.70	84.71	186.04	0.72
16/09/2021	20.60	9.30	1.30	71.58	250.25	2.00
17/09/2021	21.90	7.60	1.00	69.71	201.83	2.03
18/09/2021	22.40	8.60	0.00	65.33	255.04	2.27
19/09/2021	20.90	10.30	0.20	68.00	269.46	1.21
20/09/2021	22.40	8.50	0.00	63.67	240.42	2.53
21/09/2021	17.50	9.10	1.70	73.04	234.71	1.53
22/09/2021	19.00	9.90	0.40	66.83	197.58	2.35
23/09/2021	18.20	9.50	0.70	70.58	183.29	1.11
24/09/2021	21.60	8.50	0.10	62.71	200.83	1.95
25/09/2021	22.30	10.40	0.00	59.83	198.50	1.45
26/09/2021	24.50	11.20	0.00	61.75	176.80	1.58
27/09/2021	21.50	11.20	1.00	69.42	285.83	1.32
28/09/2021	23.70	8.40	2.50	71.21	179.29	2.45

29/09/2021	21.50	9.10	0.10	73.58	184.50	1.84
30/09/2021	19.20	8.70	0.00	67.50	247.67	1.85

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 18. Reporte de datos meteorológicos mes octubre 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/10/2021	24.50	8.70	1.50	61.83	214.58	2.81
02/10/2021	24.00	9.00	0.00	62.92	191.50	2.07
03/10/2021	23.00	11.80	0.00	66.50	206.08	1.83
04/10/2021	23.90	11.10	0.80	67.38	217.75	1.30
05/10/2021	15.90	9.50	14.80	83.33	189.75	0.74
06/10/2021	18.60	10.40	0.90	81.13	211.79	0.66
07/10/2021	19.20	9.30	4.60	76.54	232.63	1.61
08/10/2021	20.80	10.70	6.90	78.46	271.25	1.16
09/10/2021	22.90	11.70	1.70	75.58	191.96	1.29
10/10/2021	24.00	10.70	8.70	71.50	207.08	1.96
11/10/2021	22.70	8.00	4.40	75.38	196.00	2.34
12/10/2021	23.70	10.00	8.40	68.17	222.29	2.03
13/10/2021	26.00	8.90	1.70	68.25	256.13	2.54
14/10/2021	24.90	11.80	0.00	67.50	235.88	1.53
15/10/2021	24.20	10.10	0.00	64.04	208.21	1.78
16/10/2021	23.80	10.10	0.00	63.92	255.17	2.08
17/10/2021	22.80	12.00	0.00	69.25	187.00	1.28
18/10/2021	23.00	11.60	0.00	71.33	191.58	1.60
19/10/2021	21.80	11.20	2.00	71.50	204.88	1.33
20/10/2021	23.00	8.30	0.10	69.17	230.79	2.29
21/10/2021	24.70	10.20	3.90	68.50	226.63	1.94
22/10/2021	21.20	10.10	0.00	65.71	270.13	2.90
23/10/2021	26.30	8.70	0.00	55.21	164.25	2.87
24/10/2021	26.90	10.70	0.00	58.71	269.54	2.68
25/10/2021	23.90	12.50	0.00	65.96	177.17	1.63
26/10/2021	21.80	11.40	0.90	72.54	199.92	1.71
27/10/2021	25.00	11.20	0.90	63.13	204.13	1.70
28/10/2021	21.20	11.50	5.70	73.25	211.42	1.75
29/10/2021	18.10	10.40	7.40	80.21	162.17	1.60
30/10/2021	23.20	8.10	0.00	62.00	237.67	3.07
31/10/2021	23.10	9.10	0.00	66.88	255.04	2.41

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

Tabla 19. Reporte de datos meteorológicos mes noviembre 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
	MAX	MIN	TOTAL			
01/11/2021	22.00	10.50	2.60	72.83	211.63	1.58
02/11/2021	24.10	8.50	0.00	63.67	230.08	2.42
03/11/2021	21.70	10.60	0.00	66.21	182.63	2.07
04/11/2021	22.70	10.30	0.90	67.67	213.58	1.57
05/11/2021	22.70	9.40	0.10	69.75	243.67	1.88
06/11/2021	24.40	8.50	0.00	63.58	251.04	2.48
07/11/2021	23.80	11.70	0.00	66.08	209.67	1.60
08/11/2021	23.70	12.50	0.00	69.38	199.92	1.45
09/11/2021	23.80	10.20	0.00	66.42	213.21	1.93
10/11/2021	24.60	11.40	0.00	64.13	210.54	1.44
11/11/2021	21.30	12.20	1.30	73.04	235.13	1.35
12/11/2021	18.30	11.80	0.80	74.17	193.33	1.35
13/11/2021	24.00	11.50	0.30	71.54	172.67	1.37
14/11/2021	22.40	9.70	0.00	63.21	168.21	2.52
15/11/2021	22.70	10.50	0.00	65.96	259.42	1.82
16/11/2021	23.50	12.10	0.00	69.54	229.42	1.53
17/11/2021	20.10	10.50	0.00	72.67	232.88	1.83
18/11/2021	24.60	10.20	0.00	63.71	216.88	1.90
19/11/2021	22.70	10.80	0.00	66.00	207.71	1.78
20/11/2021	15.70	8.60	24.50	85.00	214.25	1.57
21/11/2021	20.70	10.80	0.00	77.13	223.04	1.39
22/11/2021	19.50	10.00	0.20	78.00	205.00	1.68
23/11/2021	20.00	11.00	20.80	74.71	207.38	1.35
24/11/2021	18.40	9.60	7.20	80.75	245.33	1.57
25/11/2021	21.70	10.20	33.80	75.38	220.04	1.35
26/11/2021	19.30	9.80	4.90	81.88	221.50	1.26
27/11/2021	14.10	10.90	4.70	88.92	257.33	1.08
28/11/2021	17.80	9.70	0.30	80.63	187.00	1.07
29/11/2021	18.30	11.20	0.90	80.08	204.29	0.95
30/11/2021	19.00	11.00	0.00	80.29	201.78	0.24

Fuente: estación meteorológica la granja san Antonio

3.5.2. Estudios de laboratorio

Diseño de mezcla se realizó por el método ACI siendo el objetivo usando el método del ACI, basándonos a una resistencia específica de $f'c=420$ Kg/cm² su diseño se da en tendencia al diseño de concreto de alta resistencia que en la actualidad las estructuras ameritan.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos se realizó con el uso del Microsoft Excel, además los ensayos se realizaron con los equipos en el laboratorio de suelos y pavimentos

3.6.1 Resultados de temperatura ambiental

El reporte corresponde un total de 12 meses quiere decir un periodo de un año de noviembre del 2020 al noviembre de 2021. Conseguimos del Perú - SENAMHI de la estación la granja san Antonio ubicada al norte de la ciudad de Abancay.

Tabla 20. Reporte de temperatura, dirección de viento y velocidad de viento

ELEMENTOS DEL CLIMA	Nov-20	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21
T° MAXIMA (°C)	27.00	23.90	23.20	23.10	21.90	22.20	22.50	24.20	22.40	23.90	24.50	26.90	24.60
T° MINIMA (°C)	8.20	7.60	8.50	4.90	5.00	7.40	6.40	5.80	3.90	4.70	7.50	8.00	8.50
PROMEDIO (°C)	16.99	15.23	14.56	15.29	14.32	14.33	13.89	13.82	13.38	14.50	15.27	16.56	15.89
PRECIPITACION (mm)	11.40	193.90	160.80	121.70	258.50	130.10	7.80	8.30	7.50	4.50	14.10	75.30	103.30
HUMEDAD RELATIVA (%)	65.23	77.89	81.02	78.15	80.88	80.58	72.56	71.18	67.45	66.16	67.78	69.22	72.41
DIRECCION DEL VIENTO (°)	218.00	203.62	198.49	208.39	205.82	221.43	211.28	236.22	243.08	226.47	223.24	216.14	215.62
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	2.09	1.45	1.10	1.22	1.10	1.29	2.10	1.98	2.45	2.27	1.81	1.89	1.58

Fuente: SENAMHI. del Perú (2014)

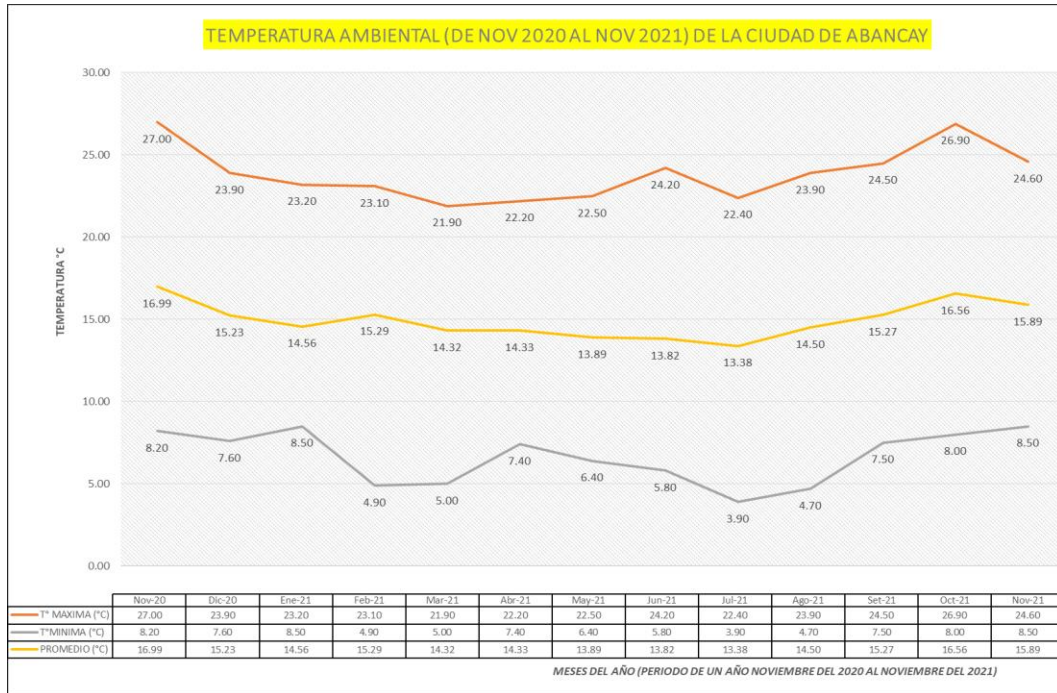


Figura 4. Temperatura ambiental de noviembre 2020 al noviembre de 2021

Fuente: SENAMHI del Perú (2014)

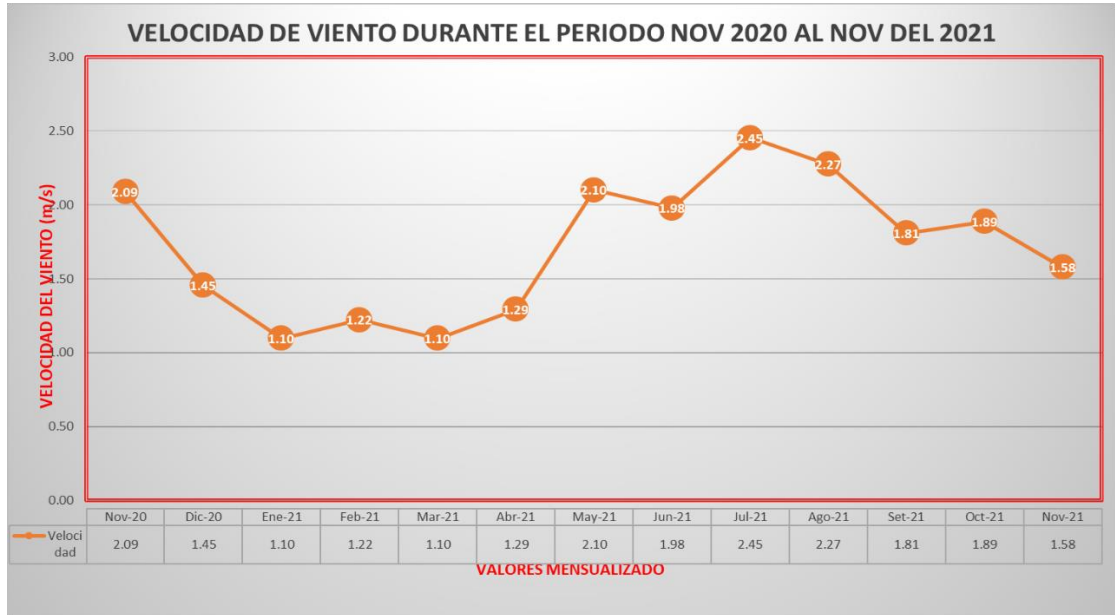


Figura 5. Velocidad del viento de noviembre 2020 al noviembre de 2021

Fuente: SENAMHI del Perú (2014)

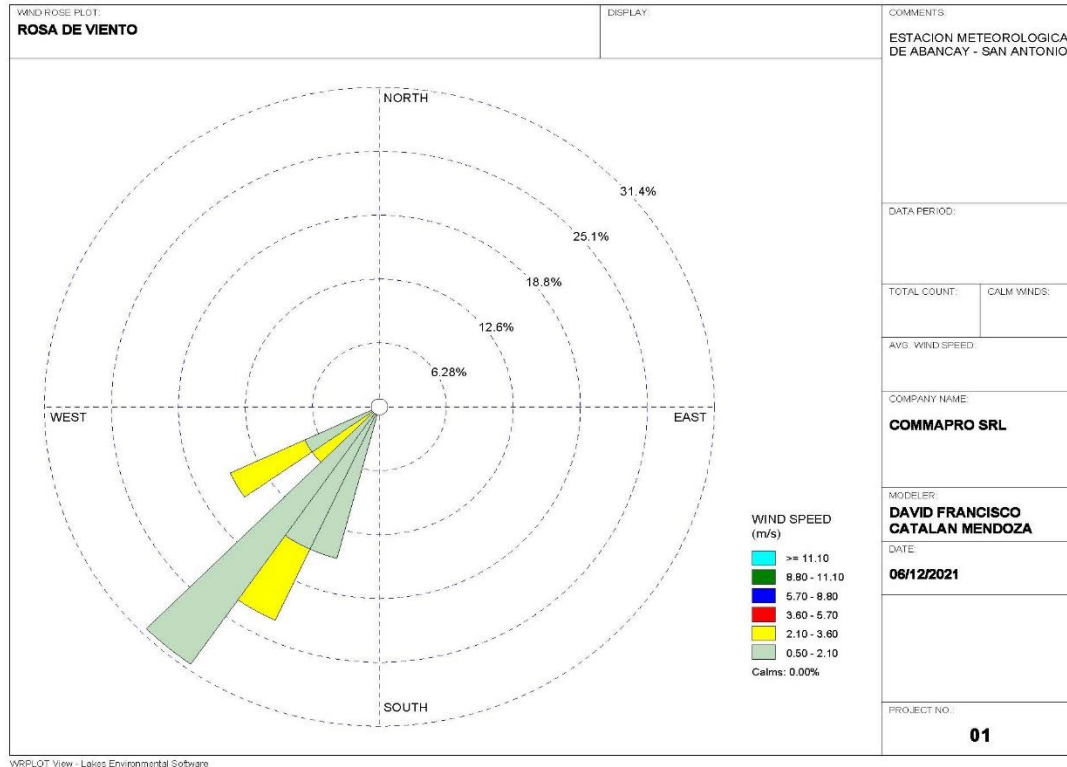


Figura 6. Rosa de viento de noviembre 2020 al noviembre de 2021

Fuente: SENAMHI del Perú (2014)

3.6.2 Resultados de diseño de mezcla concreto $f_c=420$ kg/cm²

Tabla 21. Análisis granulométrico del agregado grueso (piedra chancada)

PIEDRA CHANCADA
Muestra inicial **6056** Muestra lavada y secada **6026 gr.**

TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2 1/2	63.000	0.0	0.0	0.00	
2	50.000	0.0	0.0	0.00	100.00
1 1/2	38.100	0.0	0.0	0.00	100.00
1	25.400	441.8	441.8	7.30	92.70
3/4	19.050	2191.2	2191.2	36.18	56.52
1/2	12.700	1884.4	1884.4	31.12	25.41
3/8	9.525	797.4	797.4	13.17	12.24
N°4	4.750	703.8	703.8	11.62	0.62
Cazuela		5.4	7.4	0.12	
TOTAL		6024.00	6026.00	99.50	
Diferencia		0.03	<3%	%Finos= 0.12	

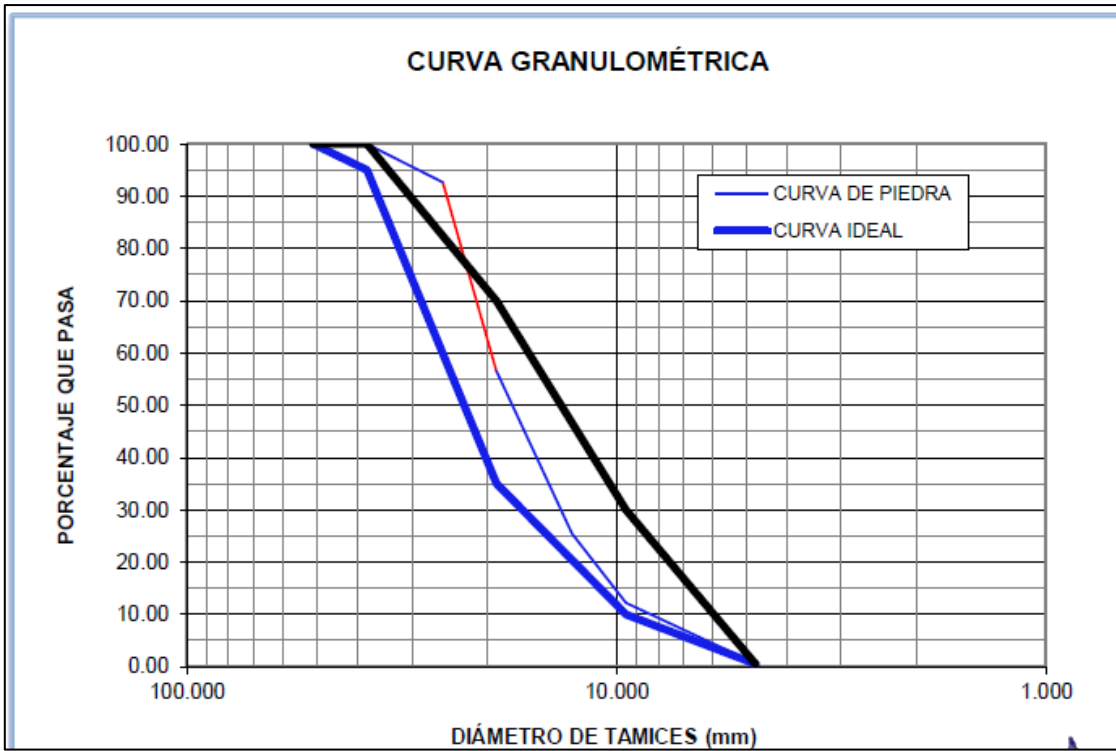


Figura 7. *Tamaño nominal (curva granulométrica) de la piedra chancada*

Fuente: Grupo corporativo obregón s.c.r.l. (2014)

Tabla 22. Análisis granulométrico del agregado fino (arena)

ARENA					
Muestra inicial húmeda: 2651.0			Muestra secada en horno: 2603.0 g		
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
N°4	4.750	31.90	31.90	1.20	98.80
N°8	2.360	461.80	461.80	17.42	81.38
N°16	1.180	529.90	529.90	19.99	61.39
N°30	0.600	565.80	565.80	21.34	40.05
N°50	0.300	533.10	533.10	20.11	19.94
N°100	0.150	400.30	400.30	15.10	4.84
Cazuela		77.00	80.20	3.03	
TOTAL		2599.80	2603.00	98.19	
Diferencia		0.12	<3%	%Finos= 3.08	

Fuente: Grupo corporativo obregón s.c.r.l. (2014)

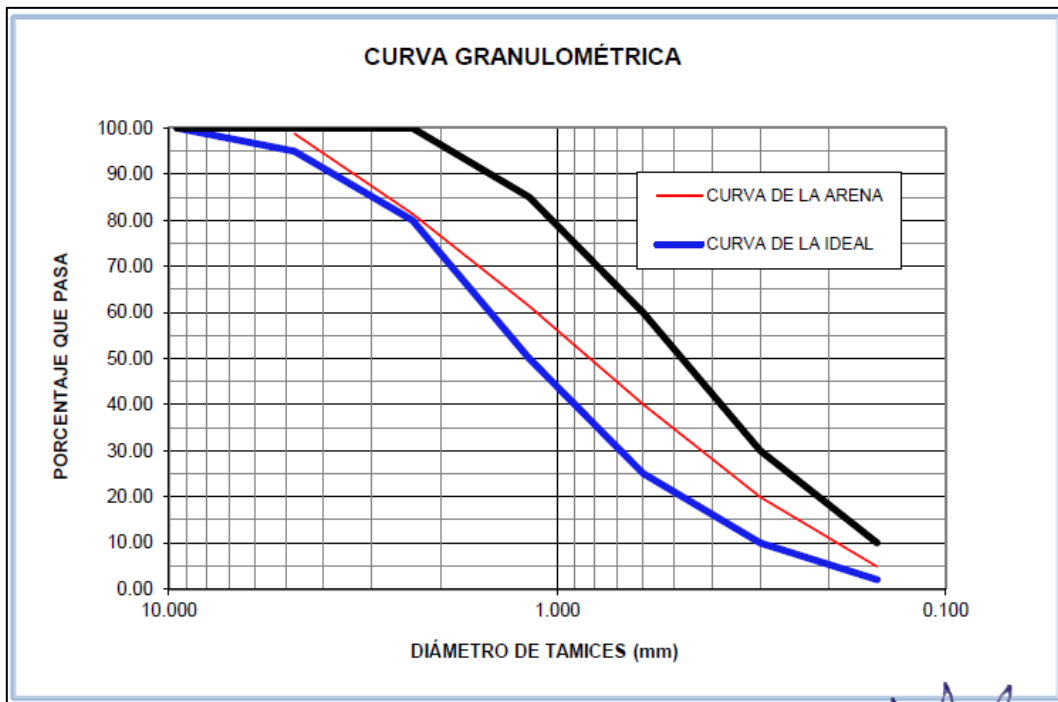


Figura 8. Tamaño nominal (curva granulométrica) de la arena

Fuente: Grupo corporativo obregón s.c.r.l. (2014)

3.6.3 Resultados de ensayo a la compresión

Tabla 23. Resultados del ensayo a la compresión

ITEM	UBICACIÓN	CODIGO	a/c	Fecha de Moldeo	Edad (días)	Fecha de Rotura	Stump (pulg)	T° Ambiente	T° Concreto	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Fuerza (kn)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (Mpa)	Promedio
ITEM		CODIGO								Diametro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio	f _c (%)
1	PISTA PRINCIPAL (AV.PERU)	COMPRESIÓN-C-1	0.38	28-Oct	28	25-Nov	4 1/4"	23.8	20	15.22			181.9	951.8	533.5	537.8	127.0
2		COMPRESIÓN-C-2								15.20			181.5	988.3	543.0		129.3
3		COMPRESIÓN-C-3								15.20			181.5	943.8	530.4		128.3
4		COMPRESIÓN-C-4								15.21			181.7	989.8	544.3		129.8

Fuente: Grupo corporativo obregón s.c.r.l. (2014)

3.6.4 Resultados de ensayo a la flexión

Tabla 24. Resultados del ensayo a la flexión

ITEM	UBICACIÓN	CODIGO	a/c	Fecha de Moldeo	Edad (días)	Fecha de Rotura	Stump (pulg)	T° Ambiente	T° Concreto	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Fuerza (kn)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (Mpa)	Promedio
1	PISTA PRINCIPAL (AV.PERU) Abancay	FLEXION(EF-1)	0.38	28-Oct	28	25-Nov	4 1/4"	23.8	20	15.59	15.40	45.00	493	50272	60.4	5.9	5.9
2		FLEXION(EF-2)								15.60	15.38	45.00	483	49252	59.2	5.8	
3		FLEXION(EF-3)								15.61	15.38	45.00	488	49762	59.8	5.9	
4		FLEXION(EF-4)								15.60	15.41	45.00	490	49968	60.0	5.9	

Fuente: Grupo corporativo obregón s.c.r.l. (2014)

3.6.5 Resultados de ensayo a la tracción indirecta

Tabla 25. Resultados del ensayo a la tracción indirecta

ITEM	UBICACIÓN	CODIGO	a/c	Fecha de Muestreo	Edad (días)	Fecha de Rotura	Slump (pulg)	T° Ambiente	T° Concreto	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio	fc (99)
1	PISTA PRINCIPAL (Av. PERU) Abancay	TRACCION INDIRECTA (ET-1)	0.38	28-Oct	28	25-Nov	4 1/4"	23.8	20	15.18			30.53	270.3	902.8	8832.1	215.0
2		TRACCION INDIRECTA (ET-2)								15.19			30.57	253.0	843.9		200.9
3		TRACCION INDIRECTA (ET-3)								15.22			30.49	260.0	868.6		207.0
4		TRACCION INDIRECTA (ET-4)								15.20			30.62	251.2	836.6		199.2

Fuente: Grupo corporativo obregón s.c.r.l. (2014)

3.7. Aspectos éticos

en la presente indagación se respeta los resultados de validez, la propiedad intelectual, la data obtenida, con los criterios éticos de confiabilidad, integridad y originalidad.

IV. RESULTADOS

Tabla 26. Resultados del diseño de mezcla para un concreto $f_c=420$ kg/cm²

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO METODO A.C.I			
Proyecto:	TESIS: "METODOS INDIRECTOS PARA EL CONTROL DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO EN AV. PERU, ABANCAY, APURIMAC 2021"		
Ubicación:	Sector Distrito:	ABANCAY ABANCAY	Provincia: ABANCAY Región APURIMAC
Cantera :	PIEDRA y ARENA: PACHACHACA		
Solicitante:	Bachiller David Catalan Mendoza		
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
RESISTENCIA DEL C° f 'c =	420	Kg/cm ²	SLUMP(") 3 a 4"
RESISTENCIA PROMEDIO			
REQUERIDA DEL C° f 'cr =	450	Kg/cm ²	
MATERIALES			
CEMENTO PORTLAND TIPO I YURA:	AGUA:		
Peso Específico	2.85	Peso Específico	1
ARENA:	PIEDRA:		
Peso Específico	2.67	Tamaño Máximo	1
Módulo de Fineza	2.94	Peso Seco Compact	1581.45 Kg/m ³
% Absorción	1.21%	Peso Específico	2.71
Contenido de Agua	1.84%	% Absorción	1.02%
		Contenido de Agua	0.50%
CALCULOS			
CANTIDADES RELATIVAS		VOLUMENES ABSOLUTOS	
Relación A/C	0.38	Volumen de Cemento (m ³ /m ³)	0.1847
Cantidad de Agua (Lt)	200.00	Volumen Unitario de Agua (m ³)	0.2000
Cantidad de Cemento (Kg/m ³)	526.32	Volumen Unitario de Aire (m ³)	0.0200
Cantidad de Grava (m ³ /m ³)	0.61	Volumen de Grava	0.3535
Peso de la GRAVA (Kg)	958.95	Volumen de Arena	0.2418
Peso de la ARENA (Kg)	645.64	TOTAL	1.0000
CORRECCIONES			
Peso Húmedo de Gravas	963.729	Aporte de Agua en Gravas	5.00 Lt/m ³
Peso Húmedo de Arenas	657.544	Aporte de Agua en Arenas	4.06 Lt/m ³
Humedad Superficial Gravas	0.52%	Aporte total de Agua	9.06 Lt/m ³
Humedad Superficial Arenas	0.63%		
DOSIFICACION FINAL (EN VOLUMEN ABSOLUTO)			
INSUMO	EN PESO	EN VOLUMEN	TANDA POR BOLSA
	Kg/m ³	m ³ /m ³	EN PESO (Kg)
Cemento	526.32	12.38 Bls	1.00 Bls
Agua	190.94	190.94 lt	15.42 Lts
Grava	963.73	0.355 m ³	77.82 Kg
Arena	657.54	0.246 m ³	53.10 Kg
DOSIFICACION FINAL (EN VOLUMEN GLOBAL)			
INSUMO	TANDA EN VOLUMEN		TANDA POR BOLSA
	POR CADA M ³		EN PIE ³
Cemento	12.38	Bls	1.00 Bls
Agua	0.191	M ³	15.42 Lts
Grava	0.61	M ³	1.74 PIE ³
Arena	0.39	M ³	1.12 PIE ³
OBSERVACIONES:			
No se conoce el valor de la humedad natural con que llegan a obra, de los agregados por lo que se recomienda realizar las correcciones respectivas al momento de dosificar los materiales de su			

Fuente: Grupo corporativo obregón s.c.r.l. (2014)

4.1. Implementación de métodos indirectos para controlar la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos

Tabla 27. Resultados de ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta

CODIGO	Resistencia (Kg/cm ²)
COMPRESIÓN C-1	533.46
COMPRESIÓN C-2	543.02
COMPRESIÓN C-3	530.37
COMPRESIÓN C-4	544.27
CODIGO	
FLEXION (EF-1)	60.14
FLEXION (EF-1)	59.02
FLEXION (EF-1)	59.67
FLEXION (EF-1)	58.51
CODIGO	Resistencia (Kg/cm ²)
TRACCION INDIRECTA (ETI-1)	902.81
TRACCION INDIRECTA (ETI-1)	843.93
TRACCION INDIRECTA (ETI-1)	869.55
TRACCION INDIRECTA (ETI-1)	836.55

Fuente: Elaboración propia

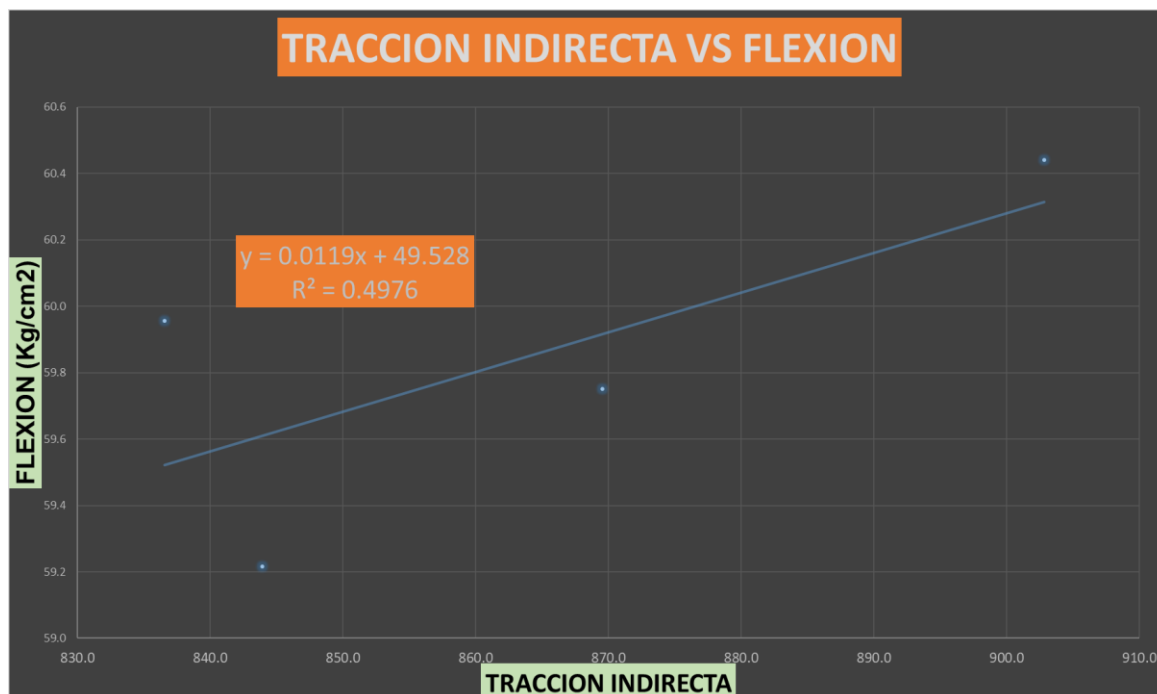


Figura 9. Correlación 1 tracción indirecta vs flexión

Fuente: Elaboración propia

De la correlacion traccion indirecta vs flexion se implementa la ecuacion lineal $Y=0.0119x + 49.528$ con una correlacion R^2 igual 0.4976 siendo una correlacion regular.

A partir de la ecuacion lineal entonces se puede estimar la flexion esta de una muestra cilindrica. En cuando de haberse obtenido un resultado de traccion indirecta.

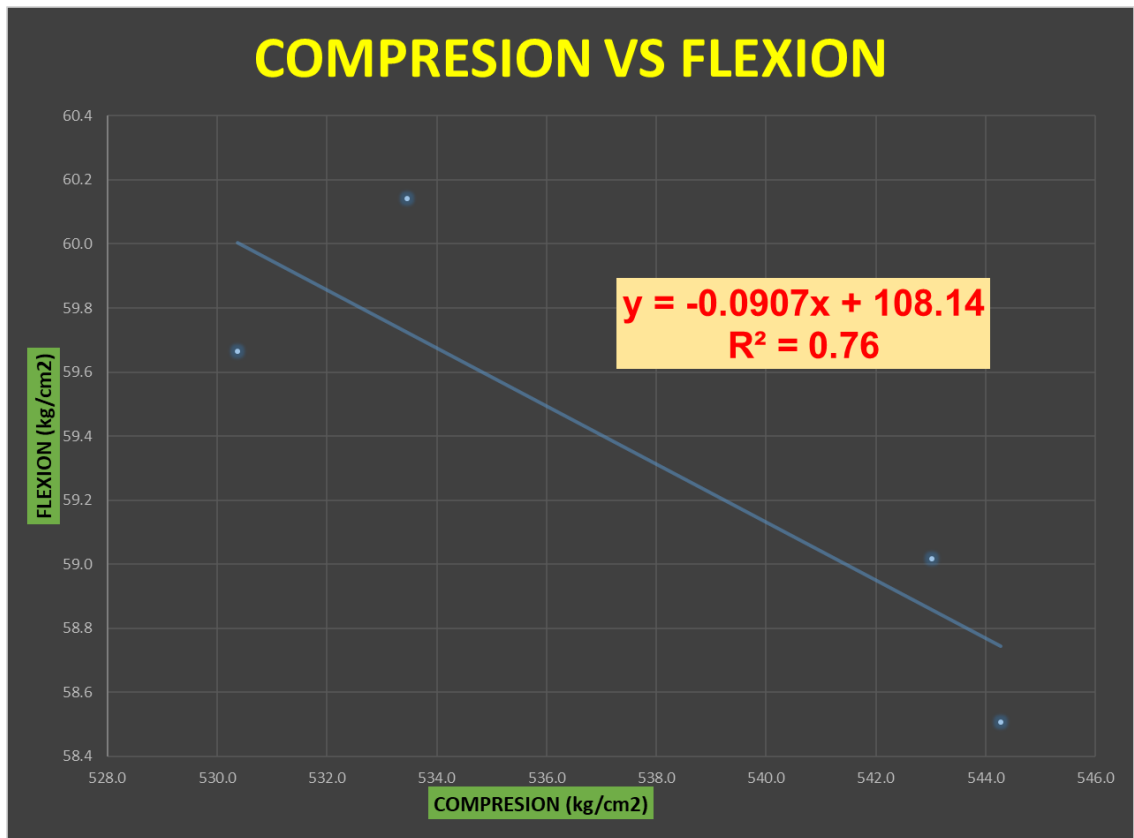


Figura 10. Correlación 2 compresión vs flexión

Fuente: Elaboracion propia

De la correlacion traccion compresion vs flexion se implementa la ecuacion lineal $Y=-0.0907x + 108.14$ con una correlacion R^2 igual 0.76 siendo una correlacion buena.

A partir de la ecuación lineal entonces se puede estimar la flexión esta de una muestra cilíndrica. En cuando de habese optenido un resultado de ensayo a la compresion.

4.2. Justificación de la resistencia a la compresión mínima para el concreto en pavimentos rígidos

Los pavimentos rígidos diseñados en la ciudad de Abancay por los consultores y además la ejecución se realiza tal solamente a un concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y el control de calidad a tan solamente a compresión simple

Tabla 28. Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'C)
$\leq 5'000,000 \text{ EE}$	40 kg/cm^2	280 kg/cm^2
$> 5'000,000 \text{ EE}$ $\leq 15'000,000 \text{ EE}$	42 kg/cm^2	300 kg/cm^2
$> 15'000,000 \text{ EE}$	45 kg/cm^2	350 kg/cm^2

Fuente: Manual de carreteras sección suelos y pavimentos. (2014)

En conclusión, la justificación de la resistencia a la compresión mínima de concreto es de 280 kg/cm^2 .

4.3. Realización del control de calidad de muestras de concreto para la verificación de falla por tracción en las losas de concreto a partir de ensayo a compresión y ensayo a la tracción indirecta

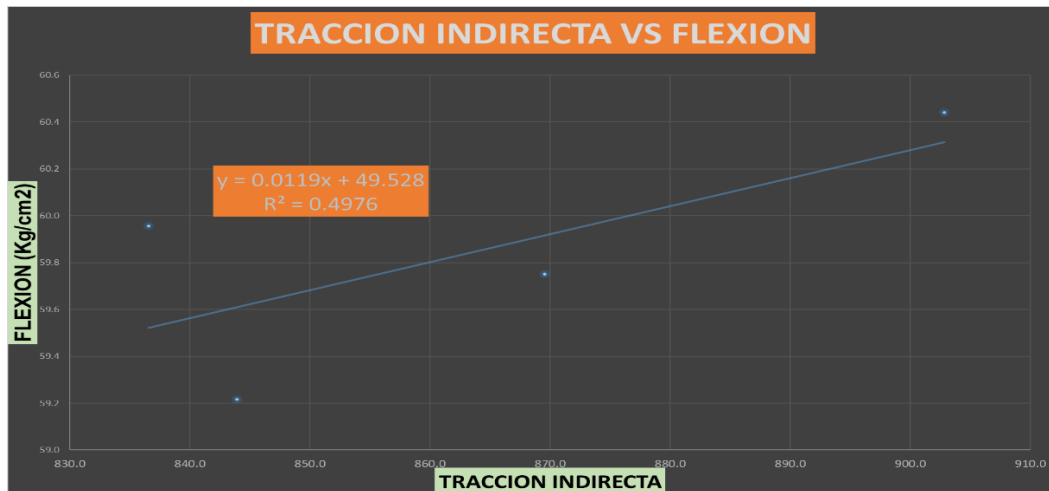


Figura 11. Correlación 2 compresión vs flexión

Fuente: *Elaboración propia*

De la correlacion traccion indirecta vs flexion siendo una correlacion regular de manera que la ecuacion $Y=0.0119x + 49.528$ y correlacion regular de $R^2 = 0.4976$. mediante se pueda realizar el control de calidad a la flexion.

4.4. Determinar el horario adecuado de vaciado del concreto para evitar potencial fisuramiento por contracción

Tabla 29. Reporte de temperatura, dirección de viento y velocidad de viento

ELEMENTOS DEL CLIMA	Nov-20	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21
T° MAXIMA (°C)	27.00	23.90	23.20	23.10	21.90	22.20	22.50	24.20	22.40	23.90	24.50	26.90	24.60
T° MINIMA (°C)	8.20	7.60	8.50	4.90	5.00	7.40	6.40	5.80	3.90	4.70	7.50	8.00	8.50
PROMEDIO (°C)	16.99	15.23	14.56	15.29	14.32	14.33	13.89	13.82	13.38	14.50	15.27	16.56	15.89
PRECIPITACION (mm)	11.40	193.90	160.80	121.70	258.50	130.10	7.80	8.30	7.50	4.50	14.10	75.30	103.30
HUMEDAD RELATIVA (%)	65.23	77.89	81.02	78.15	80.88	80.58	72.56	71.18	67.45	66.16	67.78	69.22	72.41
DIRECCION DEL VIENTO (°)	218.00	203.62	198.49	208.39	205.82	221.43	211.28	236.22	243.08	226.47	223.24	216.14	215.62
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	2.09	1.45	1.10	1.22	1.10	1.29	2.10	1.98	2.45	2.27	1.81	1.89	1.58

Fuente: SENAMHI Perú (2014)

La ciudad de Abancay se ubica a una altitud de 2480 m.s.n.m y las condiciones ambientales son favorables manteniéndose en un rango intermedio.

Según la norma técnica E060 Concreto Armado precisa las condiciones de temperatura del concreto, Al colocar el concreto, la temperatura no debe ser tan alta como para producir problemas de pérdida de asentamiento, fraguado rápido o juntas frías. Además, no debe superar los 32 grados centígrados. Cuando la temperatura interna del concreto supere los 32°C durante el proceso de hidratación, se deberán realizar medidas de protección que serán aprobadas por la supervisión. Por lo que horario es adecuado de vaciado en la ciudad de Abancay se estima desde las 8am hasta por lo menos 4pm.

V. DISCUSIÓN

OG. La intención de Implementar métodos indirectos para controlar la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos en av. Perú, Abancay, Apurímac 2021 motivo el presente trabajo, se demostró que al realizar la correlación de resultados entre la compresión vs flexión y tracción indirecta vs la flexión resulta la obtención de ecuaciones $Y=-0.0907x+108.14$ obteniéndose una correlación de 0.76 siendo un tipo de correlación significativa y adicionalmente $Y=0.0119x+49.528$ que esta refleja una correlación moderada de 0.50.

Este hallazgo guarda relación por encontrado por (Flores Curasi & Mendoza Huaraychiri, 2019) quienes al estudiar el “Análisis de la correlación del módulo de rotura (MR) vs. la resistencia a tracción indirecta (f_t) y compresión (f_c) de concreto $f_c = 280, 300, 350, 420$ kgf/cm² para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días de edad en la av. metropolitana de la ciudad de Arequipa” presenta resultados una correlación global de a partir de MR vs f_c obtuvo una ecuación $Y=3.18 x^{0.5}$ con una correlación 1 y de a partir de f_t vs f_c obtuvo una ecuación $Y=0.5564x^{0.6141}$ con una correlación 0.942.

En ese sentido cabe comparar resultados de ambas ecuaciones de correlación que son suficientes sin embargo que por las condiciones y características de los agregados que son elementos que componen el concreto en las diferentes regiones hacen que se muestren las diferencias y además los números de ensayos que se realice para obtener más resultados.

OE1. De la investigación también apunto a Justificar la resistencia a la compresión mínima para el concreto en pavimentos rígidos, cuyo resultado se demostró que los pavimentos rígidos diseñados en la ciudad de Abancay por los consultores y además la ejecución se realiza tal solamente a un concreto $f_c=210$ kg/cm² y el control de calidad a tan solamente a compresión simple, por lo tanto, la resistencia mínima para concreto f_c debe ser 280 kg/cm². Este

hallazgo guarda cierta relación por lo encontrado por (Esquivel Delgado & Ticllahuanca Mendoza, 2019) quien al estudiar la “Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras pet” En su estudio, descubrió que la incorporación de fibras de PET reduce la trabajabilidad del hormigón a medida que aumenta la dosificación; En cuanto a la resistencia a la compresión del concreto, las variaciones no son significativas; sin embargo, la muestra experimental demuestra un aumento progresivo, siendo el más significativo la dosificación de 0,07%, que generó un aumento del 10,2%. Con estas propiedades, se consideró deseable un diseño de hormigón con $f_c=280$ kg/cm² para pavimentos rígidos.

OE2. En la investigación se tuvo la intención Realizar el control de calidad de muestras de concreto para la verificación de falla por tracción en las losas de concreto a partir de ensayo a compresión y ensayo a la tracción indirecta, se obtuvo resultados que de la correlación tracción indirecta vs flexión siendo una correlación regular de manera que la ecuación $Y=0.0119x + 49.528$ y correlación regular de $R^2 = 0.4976$. mediante se pueda realizar el control de calidad a la flexión. Sin embargo de la investigación de (Flores Curasi & Mendoza Huaraychiri, 2019) quienes al estudiar el “Análisis de la correlación del módulo de rotura (MR) vs. la resistencia a tracción indirecta (f_t) y compresión (f_c) de concreto $f_c = 280, 300, 350, 420$ kgf/cm² para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días de edad en la av. metropolitana de la ciudad de Arequipa” presenta resultados una correlación global de a partir de MR vs f_c obtuvo una ecuación $Y=3.18 x^{0.5}$ con una correlación 1 y de a partir de f_t vs f_c obtuvo una ecuación $Y=0.5564x^{0.6141}$ con una correlación 0.942. En ese sentido se dice que es importante este aporte de una ecuación de correlación que se otorga mediante esta investigación que les sirve a los ingenieros proyectistas e ingenieros ejecutores de pavimentos rígidos.

OE3. En la reciente investigación tuvo la intención de Determinar el horario adecuado de vaciado del concreto para evitar potencial fisuramiento por contracción en la que se obtuvo resultado que en La ciudad de Abancay se ubica a una altitud de 2480 m.s.n.m y las condiciones ambientales son favorables manteniéndose en un rango intermedio se precisa las condiciones de temperatura del concreto, Al colocar el concreto, la temperatura no debe ser tan alta como para producir problemas de pérdida de asentamiento, fraguado rápido o juntas frías. Además, no debe superar los 32 grados centígrados. Cuando la temperatura interna del hormigón supere los 32°C durante el proceso de hidratación, se deberán realizar medidas de protección que serán aprobadas por la supervisión. Por lo que horario es adecuado de vaciado en la ciudad de Abancay se estima desde las 8am hasta por lo menos 4pm.

Sin embargo, de la investigación de (Meza Rojas, 2021) quien al estudiar la “Influencia de la temperatura en el vaciado de concreto masivo en la ciudad de Pucallpa” Era factible determinar el cambio de temperatura entre el concreto y el aire circundante. Esto contraviene el Reglamento Nacional de Construcción (E.060). Durante el período de investigación entre mayo, junio y julio de 2019, se determinó que el hormigón durante el procedimiento de instalación aumentó un promedio de 3,72oC a temperatura ambiente, lo que dio lugar a la formación de grietas.

Por lo que al realizar la contrastación de la investigación es que el Perú presenta diferentes geografías los múltiples pisos ecológicos hacen que tengan diferencias en la temperatura ambiental que mucho incide en las cualidades del concreto.

VI. CONCLUSIONES

La presente investigación se efectuó con el objetivo de implementar métodos indirectos para controlar la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos en av. Perú, Abancay.

Se diseño un concreto $f_c = 420$ kg/cm con la finalidad de realizar los ensayos a compresión, tracción indirecta y flexión, los materiales de agregados como piedra chancada y arena se utilizaron de la cantera pachachaca siendo una cantera que abastece de este material de construcción a la gran mayoría de ciudad de Abancay utilizándose cemento de tipo I con ello se ha propuesto un concreto de alta resistencia.

Además, mediante la investigación se busca obtener valores de flexión a partir de compresión y controlar por flexión como lo debería ser en los pavimentos rígidos.

En la presente investigación se han validado las hipótesis por lo que se está otorgando a los ingenieros proyectistas y contratistas unas herramientas de trabajo para que puedan controlar la calidad del concreto según los parámetros de resistencia adecuados y también considerar en los diseños en el Perú.

VII. RECOMENDACIONES

Esta investigación es muy importante que debería extenderse y se podrían hacer más ensayos y/o análisis para diferentes resistencias del concreto no solamente pensando en los pavimentos rígidos sino también para la aplicación de las diferentes estructuras de concreto y pisos industriales que se proyectan su construcción en la ciudad de Abancay.

Su aplicación y continuidad de mejorar los valores de correlación sería importante porque próximamente se está construyendo el terminal terrestre en la ciudad de Abancay.

Se recomienda que tomar en consideración la temperatura del medio ambiente y los horarios adecuados del vaciado de concreto en esta investigación realizada en la ciudad de Abancay puesto que es favorable un horario de vaciado recomendable durante el día hasta por lo menos 4pm, está por lo que la temperatura ambiental es favorable y que la velocidad de viento no incide por lo que las montañas que encierran hacen que no tenga flujos bruscos de vientos, por lo que se incide en investigaciones futuras que es importante tomar en consideración el horario de vaciado del concreto siendo vital para que no presenten fallas prematuras en el concreto ocasionando consecuencias a los ingenieros y personas involucradas en una ejecución de una obra.

REFERENCIAS

- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación introducción a la metodología científica* (6a ed.). Caracas, Venezuela: Episteme, C.A.
- Cabezas , E. D., Andrade , D., & Torres , J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica* (1a ed.). Quito, Ecuador: ESPE.
- Egg, E. A. (2011). *Aprender a investigar: Nociones básicas para la investigación social* (1a ed.). Córdoba, Argentina: Brujas.
- Escobar, S. H., & Flores, M. D. (2017). *Estudio de estabilidad de taludes del paso lateral de la ciudad de Macas*. Tesis (Ingeniería Civil). Obtenido de <http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/7671>
- Esquivel Delgado, P. j., & Ticllahuanca Mendoza, M. G. (2019). *Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras pet*. Jaen.
- Falcon Fabian, D. C. (2016). *Efecto del tipo de tratamiento en las juntas de construcción y su tiempo de aplicación sobre la resistencia a la tracción del concreto*. universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huanuco, Huanuco.
- Flores Curasi, Y., & Mendoza Huaraychiri, J. C. (2019). *Análisis de la correlación del módulo de rotura (MR) v.s. la resistencia a tracción indirecta (f_t) y compresión (f_c) de concreto $f_c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días*. Arequipa.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). México D.F., México: McGRAW-HILL.
- Jaime Mirabal, G. M., & Ladino Luna, D. (2018). The scientific method as a didactic alternative of values education for engineering schools. *SCIELO*, 12.

- Lerma, H. D. (2009). *Metodología de la investigación propuesta, anteproyecto y proyecto* (4a ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Manual de carreteras seccion suelos y pavimentos. (04 de Diciembre de 2014). *Manual de carreteras*. Lima.
- Martinez Reguero, A. H. (2000). "Aseguramiento de la calidad de mezclas bituminosas mediante la aplicacion del ensayo de traccion indirecta en el control de su ejecucion". Universidad Politecnica de Catalunya, Barcelona.
- Meza Rojas, Q. J. (2021). *Influencia de la temperatura en el vaciado de concreto masivo en la ciudad de Pucallpa*. Pucallpa.
- Niño, V. M. (2011). *Metodologia de la investigacion* (1a ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Ñaupá Tello, W. (2017). *Evaluacion del comportamiento a la flexion de vigas de concreto reforzado con mortero sin contraccion*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huanuco, Huanuco.
- Ñaupas, H., Valdivia , M. R., Palacios , J. J., & Romero , H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la tesis* (5a ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- orga mx, A. (2017). Conceptos de reducción y control de pérdidas, y de sectoriación de redes de distribución. *Vol. 4*(No. 2).
- Oseña, D. (2008). *Confiable y Validez de Instrumentos de investigación*. Lima, Peru: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Ramos Valer, L. G. (2020). *Comparacion de la influencia del uso de ichu (Stipa Ichu) con nylon en la resistencia a la traccion indirecta y la flexion del concreto en Arequipa*. Arequipa.
- Ruiz, C. (2013). *Instrumentos y Tecnicas de Investigación Educativa* (3 a ed.). Houston, Estados Unidos: BookBaby.

Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación* (2a ed.). Caracas, Venezuela: Panapo.

Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica* (4a ed.). México D.F., México: Limusa, S.A.

Torres Langan, S. M. (2021). *Control de calidad de concreto en pavimento rígido con fines de mejorar la infraestructura vial en el distrito de simon bolivar, Provincia y Region Pasco*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Vela, a., Martinez, F., & García, J. (2017). Estrategia óptimas para la reducción de perdidas de agua en sistemas de abastecimiento. Vo. 1(No. 1).

ANEXOS

ANEXO – 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
Tradicionalmente en la ciudad de Abancay ante la falta de equipos de laboratorio y desconocimiento técnico se verifica la calidad del concreto endurecido en pavimentos rígidos solo por compresión simple y no por flexión, con lo cual se presentan fallas prematuras de las losas de concreto, reduciendo la vida útil de la estructura construida. ¿De qué manera se puede obtener la resistencia a la flexión en laboratorio por medio de métodos indirectos?	Implementar métodos indirectos para controlar la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos en av. Perú, Abancay, Apurímac 2021	Una forma alternativa para estimar la flexión del concreto en pavimentos rígidos de manera indirecta sería mediante el ensayo de tracción indirecta	VD: PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	D1: Resistencia a la flexión	MPA	RAZON	TIPO DE LA INVESTIGACION: Cuantitativo NIVEL: Correlacional MÉTODO: Deductivo TIPO: Aplicada DISEÑO: Experimental POBLACIÓN: Av. Perú MUESTRA: Av. Perú MUESTREO: No Probabilístico TÉCNICA: Observación estructurada INSTRUMENTO: Técnica de recolección de Información.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	
Es común que en la localidad de Abancay se diseñen los pavimentos rígidos con concreto 210kg/cm ² y en algunos casos con concretos de 175kg/cm ² , lo cual obedece al desconocimiento técnico de los profesionales y empresas constructoras, que no tienen en cuenta que estos concretos, no resisten adecuadamente a la abrasión. ¿Cuál es la resistencia mínima del concreto para losas de pavimentos?	Justificar la resistencia a la compresión mínima para el concreto en pavimentos rígidos	La resistencia mínima que garantizaría un adecuado comportamiento sería a partir del concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$	VI 1: RESISTENCIA MECANICA	D1: Compresión simple	Kg/cm ²	RAZON	
Durante la concepción de proyectos de pavimentos de concreto se cree que el mecanismo de falla de losa de concreto se puede verificar sometiendo a testigos cilíndricos a la compresión, lo cual es un error técnico dado que el diseño de pavimento de concreto tiene como fundamental mecanismo de falla las deformaciones por tracción en la parte inferior de la losa de concreto	Realizar el control de calidad de muestras de concreto para la verificación de falla por tracción en las losas de concreto a partir de ensayo a compresión y	La verificación del mecanismo de falla en pavimentos rígidos se realiza mediante el ensayo de la viga cargada conocida como		D2: Tracción indirecta	Kg/cm ²	RAZON	

<p>¿Mediante que ensayo de laboratorio se podría evaluar el mecanismo de falla de los pavimentos rígidos?</p>	<p>ensayo a la tracción indirecta</p>	<p>la flexión, sin embargo, a partir de correlaciones con otros ensayos se podría verificar el mecanismo de falla</p>				
<p>El fisuramiento por contracción en pavimentos rígidos en la ciudad de Abancay se da fundamentalmente por la inadecuada hora de vaciado del concreto, sin hacer una estimación del potencial de fisuramiento en función de las condiciones ambientales. ¿De qué manera se puede estimar la hora adecuada de vaciado del concreto sin exponerse a la fisuración por contracción?</p>	<p>Determinar el horario adecuado de vaciado del concreto para evitar potencial fisuramiento por contracción</p>	<p>Una forma de estimar la hora adecuada de vaciado sería considerando la tasa de evaporación y exudación del concreto</p>	<p>VI 2: HORARIO DE VACIADO</p>	<p>D1: Evaporación D2: Exudación</p>	<p>Perdida de Agua Capilaridad</p>	<p>RAZON RAZON</p>

RESULTADOS DE DISEÑO DE MEZCLA



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

INFORME DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

CANTERA:

**PIEDRA CHANCADA: PACHACHACA
ARENA GRUESA : PACHACHACA**

DISEÑO DE MEZCLAS

Metodo ACI



American Concrete Institute®
Advancing concrete knowledge

PROYECTO:

**TESIS: "METODOS INDIRECTOS PARA EL CONTROL DE
PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN
PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO EN AV. PERU,
ABANCAY, APURIMAC 2021"**

UBICACIÓN:

DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : AYBANCAY
DEPARTAMENTO : APURIMAC
SOLICITA : BACH. DAVID CATALAN MENDOZA.

OCTUBRE - 2021

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ. - Abancay - Abancay - Apurímac.
Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657; Teléfono fijo: (083) 207871

RUC N° 20604807175



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

INDICE

- I. EL CONCRETO HIDRAULICO
- II. INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS
- III. PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO
- IV. ALCANCE DE LOS SERVICIOS
- V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VI. ANEXOS (RESULTADOS DE LABORATORIO.)



Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ. - Abancay - Abancay - Apurímac.
Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657; Teléfono fijo: (083) 207871

RUC N° 20604807175



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

INTRODUCCIÓN

El concreto hidráulico es un material de gran uso en la construcción de obras civiles; compuesto por un material aglutinante (Cemento Portland hidráulico), agregados pétreos (grava y arena), agua y en ocasiones aditivos. Se necesita una óptima dosificación y una adecuada elección de los materiales, para que soporten las cargas a las que son sometidas las obras; existen métodos para dosificar los componentes del concreto, que pueden ser empíricos, métodos basados en observación o por la experiencia que las personas ganan durante su constante contacto con el medio de los materiales de construcción y métodos teóricos. El concreto se fabrica para que cumpla con criterios de durabilidad, resistencia y trabajabilidad; esto depende del control de calidad de los materiales, sus propiedades físico-químicas y mecánicas.



Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ. - Abancay - Abancay - Apurímac.
Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657; Teléfono fijo: (083) 207871

RUC N° 20604807175



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

I. EL CONCRETO HIDRÁULICO

El concreto hidráulico se ha convertido en uno de los materiales más utilizados en la construcción a nivel mundial, por su trabajabilidad, resistencia, durabilidad y facilidad para conseguir sus componentes. Sus propiedades físicas, químicas y mecánicas dan un material homogéneo que puede resistir grandes esfuerzos a la compresión y ser utilizado en elementos estructurales.

1.1. GENERALIDADES

Este material se elabora para que en cierto tiempo sea capaz de soportar principalmente esfuerzos de compresión; generalmente se utiliza en estructuras de concreto armado en unión con el acero, para formar una asociación que permita que las estructuras resistan grandes cargas a tensión y a compresión.

El concreto se produce a partir de un diseño de dosificación que consiste en la selección de materiales (cemento, agregados, agua y aditivos), para producir una mezcla económica, que en estado fresco se deje manejar y que en estado endurecido sea un material durable y resistente.

1.2. EL CONCRETO FRESCO

Es el estado del concreto donde todos los materiales (cemento, agregado fino, agregado grueso, agua, aditivos y aire) se unen en una mezcla homogénea y manejable para ser colocada en su destino final. Esta propiedad permite que se llenen adecuadamente los encofrados y los espacios alrededor del acero de refuerzo o armadura.

Las propiedades que se tienen en cuenta en el concreto fresco son:

- ✓ **Trabajabilidad:** es la propiedad del concreto que determina el trabajo utilizado en vencer la fricción entre los materiales que componen la mezcla de concreto y el encofrado o refuerzo.
- ✓ **Compacidad:** esta propiedad describe la facilidad con la que la mezcla fresca es compactada.
- ✓ **Contenido de aire:** permite un requerimiento menor de agua en la mezcla de concreto.
- ✓ **Contenido de agua y cemento:** sirve para determinar el desempeño del concreto endurecido; es decir, la resistencia y la durabilidad.
- ✓ **Consistencia:** es la capacidad del concreto recién mezclado, para fluir.
- ✓ **Sangrado:** es la evaporación del agua en el concreto mezclado, provocado por el asentamiento de los materiales sólidos.
- ✓ **Cohesión:** esta propiedad describe la capacidad que tiene la mezcla de concreto fresco para mantenerse como una masa estable y sin segregación.
- ✓ **Segregación:** determina el grado de descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes, cuando el agregado grueso tiende a separarse de la pasta.

1.3. EL CONCRETO ENDURECIDO

Es el estado del concreto después del fraguado, donde la mezcla gana resistencia y toma la forma a la cual se moldeó y es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ. - Abancay - Abancay - Apurímac.
Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657; Teléfono fijo: (083) 207871


RUC N° 205643044
ALVARO MARÓN ROMERO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88005
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

Las propiedades del concreto endurecido son:

- ✓ **Resistencia:** es la habilidad para soportar esfuerzos.
- ✓ **Durabilidad:** es la habilidad para resistir la acción del medio ambiente; los ataques químicos, la abrasión y a otras condiciones de servicio.
- ✓ **Permeabilidad:** es la capacidad de permitir el paso de un fluido (líquido o gas) a través del concreto.
- ✓ **Cambios volumétricos:** es la principal causa de agrietamiento en la mezcla y esto se debe a los cambios de volumen que experimenta durante su vida útil.
- ✓ **Acabado:** esta propiedad muestra la apariencia natural de la mezcla, cumpliendo las funciones de resistencia y una apariencia agradable al diseño de la obra.
- ✓ **Masa unitaria:** esta característica debe ser igual a la masa del concreto recién mezclado, menos el agua evaporable.

II. INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

1. Análisis granulométrico de los agregados
2. Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
3. Peso específico de los agregados (fino y grueso)
4. Contenido de humedad y % de absorción de los agregados (fino y grueso)
5. Perfil y textura de los agregados
6. Tipo y marca del cemento
7. Peso específico del cemento
8. Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

III. PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

1. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra, para determinar el espaciamiento entre el encofrado y el acero
2. Elección de la resistencia promedio requerida (f'_{cr}).
3. Elección del Asentamiento (Slump)
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.
12. Cálculo de cantidades por tanda.

IV. ALCANCE DE LOS SERVICIOS

Objetivo General:

Determinar la combinación más práctica de los materiales con los que se dispone para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo las

Cesar Alberto Moron Romero
INGENIERO CIVIL
CIP N° 86008
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

condiciones particulares de uso, para el proyecto: **TESIS: "METODOS INDIRECTOS PARA EL CONTROL DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO EN AV. PERU, ABANCAY, APURIMAC 2021"**

El objetivo principal del estudio de canteras, es ubicar fuentes de materiales existentes en la zona del proyecto y evaluar las características físicas y mecánicas de los agregados y determinar los volúmenes disponibles y los tratamientos requeridos para su empleo en el concreto.

Para lograr el objetivo, la mezcla de concreto tendrá las siguientes propiedades:

1. En el concreto fresco, trabajabilidad aceptable.
2. En el concreto endurecido, resistencia, durabilidad, densidad y apariencia
3. Economía

El procedimiento descrito en ACI 211, detalla 2 métodos de proporcionar mezclas de concreto de peso normal y denso que son:

4. Basado en un peso estimado del concreto por volumen unitario.
5. Basado en el cálculo del volumen absoluto ocupado por los componentes del concreto

Los métodos descritos proporcionan una aproximación preliminar de las cantidades de materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, que luego deben ser verificadas mediante mezclas de prueba en el laboratorio o en el campo y efectuar los ajustes que sean necesarios con el objetivo de lograr las características deseadas en el concreto fresco y endurecido.

El documento ACI 211.1 resume el procedimiento de diseño de mezclas de concreto, en 9 pasos que son:

a) **Elección del revenimiento.**

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas reforzadas	7.5	2.5
Muros de sub estructuras, cajones y zapatas sin refuerzo	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10.0	2.5
Columnas de edificios	10.0	2.5
Losas y pavimentos	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

* puede incrementarse 2.5 cm para métodos de consolidación distintos a la vibración.

b) **Elección del tamaño máximo de agregado**

Por regla general, el tamaño máximo de agregado debe ser el mayor disponible económicamente y guardar relación con las dimensiones de la estructura. En ningún caso el tamaño máximo debe exceder de:

- 1/5 de la menor dimensión entre los costados de los moldes.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas de refuerzo, paquetes de varillas o torones [1] de pretensado.

.....
Ing. César Augusto Morón Romero
INGENIERO CIVIL
CIP N° 8309
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

[1] El torón se define como un cable conformado de un cable central de mayor diámetro y recubierto en su perimetro por 6 cables de menor diámetro enrollados al largo del cable central.

c) Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire

La tabla 5.3.3 del apéndice A1 del documento ACI 211.1, proporciona la cantidad de agua (en kg/m^3 de concreto) y el porcentaje de aire atrapado en función de las siguientes variables:

- ✓ Tipo de concreto
 - i. Sin aire incluido
 - ii. Con aire incluido (dependiendo si el nivel de exposición es bajo, medio o extremo)
- ✓ Revenimiento
 - i. De 1 a 2"
 - ii. De 3 a 4"
 - iii. De 6 a 7"
- ✓ Tamaño máximo nominal del agregado (Para 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 3" y 6")

Exposición ligera:

Cuando se desee la inclusión de aire por otros efectos benéficos que no sean la durabilidad, por ejemplo, para mejorar la cohesión o la trabajabilidad, o para incrementar la resistencia del concreto con un bajo factor de cemento, pueden emplearse contenidos de aire inferiores a los necesarios para la durabilidad. Esta exposición incluye servicio interior o exterior en climas en los que el concreto no estará expuesto a agentes de congelación o deshielo.

Exposición moderada:

Implica servicio en climas donde es probable la congelación, pero en los que el concreto no estará expuesto continuamente a la humedad o a agua corriente durante largos periodos antes de la congelación, ni a agentes descongelantes u otros productos químicos agresivos. Como ejemplos pueden señalarse: vigas exteriores, columnas, muros, trabes o losas que no estén en contacto con el terreno húmedo y que estén ubicadas de manera que no reciban aplicaciones directas de sales descongelantes.

Exposición severa:

Cuando el concreto estará expuesto a productos químicos descongelantes u otros agentes agresivos, o bien, cuando el concreto pueda resultar altamente saturado por el contacto continuo con humedad o agua corriente antes de la congelación.

Ejemplos de lo anterior son: pavimentos, pisos de puentes, cunetas, desagües, aceras, revestimiento de canales, tanques exteriores para agua o resumideros.

Tabla 5.3.3: Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales recomendados



Alberto Moron Romero
INGENIERO CIVIL
CAP N° 58006
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

Resistencia		Agu. kg/m ³ de concreto para los niveles mínimos de agregado indicados							
Área	peso	33 mm (Ø1")	47.5 mm (Ø1.875")	75 mm (Ø3")	100 mm (Ø4")	150 mm (Ø6")	190 mm (Ø7.5")	250 mm (Ø10")	300 mm (Ø12")
Concreto sin aire incluido									
25 a 50	1 a 2	20	18	16	15	14	13	12	11
75 a 100	3 a 4	28	26	24	23	22	21	20	19
15 a 17.5	5 a 7	34	33	31	30	29	28	27	26
Contenido aproximado de aire agregado en el concreto en aire incluido, %		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido									
25 a 50	1 a 2	18	17	16	15	14	13	12	11
75 a 100	3 a 4	26	25	24	23	22	21	20	19
15 a 17.5	5 a 7	32	31	29	28	27	26	25	24
Contenido promedio* total de aire para el nivel de exposición, %									
Exposición	Área	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	Área	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5
	Extensión	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6

d) Selección de la relación agua- cemento

Se conoce como relación agua/cemento (A/C) a la razón existente entre el peso del agua con respecto al peso de cemento, es decir:

$$A/C = \text{Peso de agua} / \text{Peso de cemento}$$

Si se mantienen constantes las cantidades de agregado seco en una determinada proporción de concreto, se observa que a medida que La relación agua/cemento (A/C) se incrementa, esto conlleva una disminución en la resistencia del concreto. Por eso es importante tener un adecuado balance de dicha relación, de forma que permita que, para una determinada cantidad de cemento fija en la mezcla, se disponga de la suficiente cantidad de agua que permita una adecuada colocación del concreto y lograr la resistencia especificada (f'c).

Los valores que están por debajo del valor promedio pueden representar problemas si están significativamente por debajo de f'c. De ahí que en ACI 318-02 se recomiendan 3 casos para estimar el valor de f'cr en función de la disponibilidad de registros de ensayos previos y toman en cuenta el valor de la desviación estándar s obtenida. A continuación, se resumen las 3 situaciones descritas:

- ✓ Se disponen de una cantidad de 30 o más registros.

Esfuerzo a compresión especificado f'c	Esfuerzo promedio requerido a compresión f'cr, kg/cm ²
f'c < 350 kg/cm ²	f'cr = f'c + 1.34s f'cr = f'c + 2.33s - 35 Usar el mayor valor que se obtenga
f'c > 350 kg/cm ²	f'cr = f'c + 1.34s f'cr = 0.90f'c + 2.33s Usar el mayor valor que se obtenga

Tabla 5.3.2.1: Esfuerzos promedio requerido a compresión cuando existen datos disponibles para establecer una desviación estándar

- ✓ Se dispone de 15 a 29 registros.

No. de pruebas*	Factor de modificación para la desviación estándar**
<15	Usar tabla 5.3.2.2 de ACI 318-02
15	1.10
20	1.08
25	1.03
≥30	1.00

* Intercipales para menores intervalos de pruebas.
 ** Desviación estándar modificada a ser usada para determinar el esfuerzo promedio requerido f'cr a partir de 5.3.2.1.

Tabla 5.3.2.2: Factor de modificación para la desviación estándar cuando menos de 30 pruebas están disponibles

[Firma manuscrita]
Osvaldo Alberto Moron Romero
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 84008
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

- ✓ Se cuenta con menos de 15 registros.

Esfuerzo a compresión especificado f_c , kg/cm ²	Esfuerzo promedio requerido a compresión f_{cr} , kg/cm ²
< 210	$f_c + 70$
210-350	$f_c + 84$
> 350	$1.10 f_c + 49$

Tabla 5.3.2.2: Esfuerzo promedio requerido a compresión cuando no se dispone de datos para establecer una desviación estándar

e) Cálculo del contenido de cemento

El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua de mezclado dividido entre la relación A/C. Si, no obstante, la especificación incluye un límite mínimo separado sobre el cemento, además del requerimiento de resistencia y durabilidad, la mezcla debe basarse en el criterio que conduzca a una cantidad mayor de cemento.

$$C = A / (A/C)$$

Donde:

C = Cantidad de cemento por m³ de concreto

A = Cantidad de agua por m³ de concreto

A/C = Relación agua-cemento

f) Estimación del contenido de agregado grueso

En la tabla 5.3.6 se muestra el volumen de agregado, en m³, con base al peso volumétrico varillado seco (PVV), para un m³ de concreto. Este volumen se convierte a peso seco del agregado grueso requerido en un m³ de concreto, multiplicándolo por el peso volumétrico varillado en seco por m³ de agregado grueso.

Tamaño máximo nominal del agregado		Volumen de agregado grueso* varillado en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 mm	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 mm	1/2"	0.58	0.57	0.55	0.53
19 mm	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25 mm	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 mm	1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
50 mm	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75 mm	3"	0.82	0.8	0.78	0.76
150 mm	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

* Los volúmenes están basados en agregados en condiciones de peso volumétrico varillado seco, como se describe en la norma ASTM C 29. Estos volúmenes se han seleccionado a partir de relaciones empíricas para producir concreto con un grado de trabajabilidad adecuado a la construcción reforzada común. Para concretos menos trabajables, como los requeridos en la construcción de pavimentos de concreto, pueden incrementarse en un 10% aproximadamente.

Tabla 5.3.6: Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino

g) Estimación del contenido de agregado fino

Hasta el paso 6 se han estimado todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se determina por diferencia. ACI 211.1 proporciona 2 formas de determinarlo:

- ✓ Por el método de peso.


Ingeniero Civil
Óscar Alberto Morán Romero
CIP. N° 88008
Especialista en Mecánica de Suelos

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

Tamaño máximo nominal del agregado		Primer estimado del peso unitario de concreto, kg/m ³	
		Concreto sin inclusión de aire	Concreto con aire incluido
9.5 mm	3/8"	2280	2290
12.5 mm	1/2"	2310	2320
19 mm	3/4"	2345	2375
25 mm	1"	2380	2390
37.5 mm	1 1/2"	2410	2360
50 mm	2"	2445	2345
75 mm	3"	2480	2405
150 mm	6"	2530	2455

* Valores calculados por medio de la Eq. 5.3.1 para concreto de espesor máximo (150 kg de cemento por m³) proveniente de un agregado de peso específico de 2.70. Los requerimientos de agua se basan en los valores de la tabla 5.3.3, para variaciones de 5 a 10 cm. Si se desea el peso estimado puede utilizarse como sigue: Cuando se disponga de la información necesaria, por cada 1 kg de diferencia en los valores de agua de agregado de la tabla 5.3.3 para variaciones de 5 a 10 cm, corrige el peso por m³ en 8 kg en dirección contraria; por cada 20 kg de diferencia en contenido de cemento de 150 kg, corrige el peso por m³ en 1 kg en la misma dirección; por cada 0.1 que el peso específico del agregado se desvía de 2.70, debe restarse el peso del concreto en 70 kg en la misma dirección.

Tabla 5.3.7.1: Primer estimado de peso unitario del concreto fresco

- ✓ Por el método de volumen absoluto (preferido en el país)

Un procedimiento más exacto para calcular la cantidad requerida de agregados finos, implica el empleo de volúmenes desplazados por los componentes (determinación de gravedades específicas). En este caso, el volumen total desplazado por los componentes conocidos (el agua, aire, cemento y agregado grueso) se resta del volumen unitario del concreto para obtener el volumen requerido de agregado fino. El volumen ocupado por cualquier componente en el concreto es igual a su peso dividido entre la densidad de ese material (siendo ésta el producto del peso unitario del agua por el peso específico del material).

h) Ajuste por humedad del agregado.

- ✓ Determinación de pesos húmedos

Agregado fino húmedo = Agregado fino seco (1+W_f)

Agregado grueso húmedo = Agregado grueso seco (1+W_g)

- ✓ Determinación del agua a añadir

Agua a añadir = Agua neta de mezclado - Agua por humedad + agua por absorción

Agua a añadir = Agua neta de mezclado

- W_{arena} seca × ω_{arena} + W_{arena} seca × abs_{arena}

- W_{grava} seca × ω_{grava} + W_{grava} seca × abs_{grava}

Agua a añadir = Agua neta de mezclado

- W_{arena} seca (ω_{arena} - abs_{arena})

- W_{grava} seca (ω_{grava} - abs_{grava})

i) Ajustes en las mezclas de prueba.

Se ha estimado que el volumen necesario para una revoltura de prueba en el laboratorio es de 0.02 m³, por tanto, este volumen se multiplica por los valores de agua a ser añadida, cemento, agregado grueso y fino húmedo, para obtener los pesos requeridos para realizar la revoltura de prueba.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. Las características de la cantera, se establece de los resultados de laboratorio realizados y las cuales son apropiadas para la elaboración de concreto hidráulico para


Dr. Alberto Moron Romero
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85035
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

el proyecto: **TESIS: "METODOS INDIRECTOS PARA EL CONTROL DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO EN AV. PERU, ABANCAY, APURIMAC 2021"**

2. Los materiales proporcionados se extrajeron de las siguientes canteras: **Arena y Piedra de Pachachaca.**
3. La más evidente conclusión es que la resistencia a la compresión (f_c) aumenta conforme la relación Agua/Cemento (A/C) va disminuyendo.
4. Para el diseño de mezcla, nos basamos en el método ACI. Este método es conservador porque trabaja no con una resistencia a la compresión sino con una resistencia a la compresión promedio ($f_{cr} > f_c$) que incluye un factor de seguridad. Es decir, el f_c de diseño es el f_c requerido, para este caso se considera los antecedentes de la planta de concreto tomándose el valor de: $f_{cr} = 450 \text{ kg/cm}^2$.
5. No solamente a partir de la resistencia a la compresión se busca la relación agua/cemento a usar, sino también hay que evaluar los criterios de durabilidad según el tipo de obra y su ubicación geográfica y condiciones a las que va a estar sometida el concreto.
6. El concreto se fabricará en una ubicación geográfica que presenta un nivel altitudinal de **2400 msnm**, aproximadamente en la localidad de **ABANCAY**, condición que se tomará en cuenta para las precauciones pertinentes.
7. El peso específico del cemento a utilizar se ha considerado de **2.85 gr/cm³**.
8. El tamaño máximo de la piedra se determinó en **3/4"**, para las dosificaciones que se calcularon en el presente diseño de mezclas, según los elementos estructurales tales como **Pavimentos de Concreto**, tomando en consideración la separación entre el acero y el encofrado y otros.
9. Se incrementará aditivo Sika® Plastiment® HE-98, con función plastificante e impermeabilizante bajo la norma ASTM C 494.
10. Se obtendrá el resultado deseado sin tener que variar sustancialmente la dosificación básico de los materiales.
11. La dosis recomendada según la especificación técnica varía entre el 0.4% y 1.0% del peso del cemento, **considerándose para nuestro caso e 0.60 %**, y densidad del aditivo de **1.17 ± 0.02 kg/lt.**
12. **Los aditivos**, son químicos que se agregan al concreto en la etapa de mezclado para modificar algunas de las propiedades de la mezcla que **nunca deben ser considerados un sustituto de un buen diseño de mezcla, de buena mano de obra o del uso de buenos materiales**
13. Se proporcionan las dosificaciones para las resistencias de: **420 kg/cm²**, con cemento portland **TIPO I, YURA.**

RECOMENDACIONES:

1. Se debe considerar que el proceso de selección de las proporciones de la mezcla, no es un procedimiento empírico, sino que responde a reglas, procedimientos matemáticos, empleo de tablas, gráficos y a la experiencia del diseñador.

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ. - Abancay - Abancay - Apurímac.
Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657; Teléfono fijo: (083) 207871



Oscar Alberto Moron Romero
INGENIERO CIVIL
CAP N° 88098
REGISTRADO EN SU INSCRIPCION EN SU N° 448

RUC N° 20604807175

2. Con la finalidad de garantizar las resistencias especificadas, es necesario contar con agregados que reúnan las condiciones especificadas por la ACI, que es la Institución que propone la metodología del diseño de mezclas realizado.
3. Especificamente, para los agregados analizados para el presente diseño, se recomienda seleccionar el material de manera que las gravas y las arenas tengan la granulometría que a continuación se detalla: Y que están graficadas en las hojas respectivas de Granulometría nombradas como **Curva Ideal**.

LIMITES DE GRADUACION GRAVAS			
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	MINIMO %	MAXIMO %
2"	50.000	100.00	100.00
1 1/2"	38.100	95.00	100.00
3/4"	19.050	35.00	70.00
3/8"	9.525	10.00	30.00
N°4	4.750	0.50	1.00

LIMITES DE GRADUACION ARENAS			
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	MINIMO %	MAXIMO %
3/8"	9.525	100.00	100.00
N°4	4.750	95.00	100.00
N°8	2.360	80.00	100.00
N°16	1.180	50.00	85.00
N°30	0.600	25.00	60.00
N°50	0.300	10.00	30.00
N°100	0.150	2.00	10.00

4. De los Agregados para el Concreto:

- ✓ **Del Agregado Fino.** -El agregado fino estará compuesto de partículas limpias, de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente; libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. Deberá tener como **máximo de 3 a 5 %** de material que pasa la **malla N° 200**. No se confundirá los finos del agregado con limo, la marga u otras impurezas indeseables
- ✓ **Del Agregado Grueso.** - El agregado grueso estará conformada por fragmentos cuyo perfil será preferentemente angular o semiangular, limpios, duros, compactos, resistentes, de textura preferentemente rugosa, y libres de material escamoso, materia orgánica, partículas blandas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, sales u otras sustancias dañinas


Alfredo Marón Romero
INGENIERO CIVIL
CAP. N° 84078
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

- ✓ **Del Agregado marginal.** - son aquellos que no cumplen con los requerimientos de las especificaciones de las normas y usualmente, serían rechazados. Sin embargo, un empleo limitado de tales agregados puede ser aceptado si el concreto resultante cumple con todos los requisitos de las especificaciones de la obra.

5. Del Agua para el Concreto:

- ✓ **El Agua.** - Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, se podrá emplear como agua de mezclado aquellas que se consideren potable, o las que por experiencia e conozca que puedan ser utilizadas en la preparación de concreto. El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados, igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio.
- ✓ **Aguas prohibidas:** Aguas ácidas, calcáreas, minerales carbonatadas o naturales, aguas provenientes de minas o relaves, aguas que contengan residuos industriales, aguas salobres, aguas que contengan algas materia orgánica, humus o descargas de desagüe.

6. Para las consideraciones del agua de mezcla se aplican las siguientes definiciones:

- ✓ **Agua combinada:** Mezcla de dos o más fuentes de agua combinadas a la vez, antes o durante su introducción en la mezcla, para utilizarla como agua de mezcla en la producción de concreto.
 - ✓ **Agua no potable:** Fuentes de agua que no son aptas para el consumo humano, o si esta contiene cantidades de sustancias que la decoloran o hacen que huelga o tenga un sabor objetable pero no contiene agua de las operaciones de producción de concreto.
 - ✓ **Agua potable:** Agua que es apta para el consumo humano.
 - ✓ **Agua de las operaciones de producción de concreto:** Agua recuperada de los procesos de producción de concreto de cemento Portland que incluye el agua de lavado del camión mezclador (mixer) o en la que fue parte de una mezcla de concreto; agua de lluvia colectada en un recipiente de una planta de producción de concreto; o agua que contiene cantidades de los ingredientes del concreto.
7. En lo referente a la humedad de los agregados esta debe ser determinada a pie de obra y antes de la jornada de preparación del concreto con la finalidad de **restar** la cantidad de agua que contienen los agregados de la proporción señalada en el diseño de mezclas.
8. En algunos casos se ha adquirido la costumbre de dosificar las mezclas con mediciones inexactas (por palas o por carretillas) aspectos, que no han sido contemplados en el presente diseño, así mismo por la facilidad de trabajo se suele producir mezclas muy fluidas lo que influye negativamente en la resistencia de los concretos. Como en obra no se tiene la certeza de realizar un control estricto de estos inconvenientes, en la práctica se trabaja con proporciones mayores de cemento por m³ de concreto así se recomienda utilizar las dosificaciones establecidas para la

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

resistencia de: **420 kg/cm²**., indicadas en el presente informe, tomando en consideración la dosificación con cubetas de **1 pie³**.

9. Se recomienda realizar pruebas de revenimiento para ajustar el agua necesaria en la mezcla. Se recomienda cubicar las unidades de medida de los agregados y el agua antes de comenzar con la producción de concreto.
10. Controlar cumplan con los pesos establecidos para las bolsas de cemento **IN SITU**.
11. Los agregados deberán estar libre de polvo tierra terrones materia orgánica u otras sustancias dañinas
12. Deberá de verificarse que la Arena se encuentre limpia de impurezas y finos, de ser necesario tendrá que lavarse debido al porcentaje de finos que contiene.
13. Se tienen el cuadro de proporciones de los materiales para las resistencias solicitadas:

RESUMEN GENERAL DE LAS PROPORCIONES DEL CONCRETO

Resistencia del Concreto: **f_c = 420 kg/cm²** y **f_{cr} = 450 kg/cm²**

CANTIDAD DE MATERIALES EN PESO PARA 1.00 M³

MATERIAL	Cantidad	Cantidad	Unidad
Cemento Tipo I, Yura	526.32	526.32	Kg/m ³
Agua	190.94	187.54	Lts/m ³
Aditivo Sika® Plastiment® HE-98	-	2.70	Lts/m ³
Piedra	963.73	963.73	Kg/m ³
Arena	657.54	762.15	Kg/m ³

20.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

Densidad	2,338.53
Relación a/c	0.38
Slump	4"
Proporción en peso	1 : 1.83 : 1.25
Proporción en volumen	1 : 1.74 : 1.12

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1 BOLSA DE CEMENTO

MATERIAL	Cantidad	Cantidad	Unidad
Cemento Tipo I, Yura	1.00	1.00	Bls.
Agua	15.42	15.20	Lts.
Aditivo Sika® Plastiment® HE-98	-	0.22	Lts.
Piedra	77.82	77.82	Kg
Arena	53.10	53.10	Kg

21. Para cumplir la granulometría del agregado grueso se recomienda controlar el tamaño máximo mediante el zarandeo con la malla respectiva (3/4")
22. El cemento a utilizar considerado es: **PORTLAND TIPO I**, marca **YURA** cualquier variación será sujeta a autorización, según el tipo de elemento, así mismo se deberá usar material de la cantera en estudio.

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

23. Tomar en cuenta las condiciones climatológicas de la temporada de lluvias para la cantidad de agua.
24. Temperatura apropiada promedio de vaciado 20 °C y humedad relativa 80%.
25. Durante la colocación del concreto en climas con temperaturas de menos de 4 °C, deberá tomarse el criterio de calentar los agregados, la temperatura en ningún punto de los mismos excederá de 100 °C, ni la temperatura media a 65 °C.
26. Evitar que se produzca, segregación, evaporación de agua de mezclado, o pérdida de materiales integrantes del concreto.
27. Se incrementará un **10 %** los contenidos de cemento y agregado fino de la primera tanda, a fin de compensar la porción de mortero que tiende a pegarse al equipo de transporte.
28. El concreto deberá estar protegido durante el transporte de la acción de las lluvias, sol, heladas, nieve, granizo, viento y variaciones de la humedad relativa ambiente
29. Tener en cuenta las condiciones de control de temperatura durante el vaciado y fraguado del concreto y de ser necesario utilizar algún aditivo
30. **Del desencofrado**; la supervisión autorizará la remoción de los encofrados y el respectivo retiro de puntales únicamente cuando la resistencia del concreto alcance como mínimo un valor doble del necesario para soportar las tensiones en el elemento estructural al momento de desencofrar
31. **Plazos de Desencofrado**; si no se dispone de ensayos de resistencia en compresión, los siguientes plazos pueden tomarse como una guía para determinar el momento de la remoción de encofrados y tomando en cuenta el momento en que la última porción de concreto fue colocada en el elemento estructural considerado:

<i>Elemento Estructural</i>	<i>Periodo</i>
Encofrados laterales de vigas y muros	1 a 3 días
Muros de Contención con Relleno	7 días
Encofrado en Columnas y pilares	1 a 7 días
Encofrado de losas dejando puntales de seguridad	7 a 14 días
Fondos de vigas viguetas, intradós de arco, dejando puntales de seguridad convenientemente	14 días
Remoción de todos los puntales de seguridad de losas vigas viguetas y arcos	21 días

32. **Del tiempo de curado**; este deberá estar indicado en las especificaciones de obra, debiéndose además de los valores recomendados para casos específicos, considerar lo siguiente:
 - ✓ Los concretos preparados con cemento Tipo I, II o V de la clasificación ASTM C 150, curados bajo condiciones atmosféricas normales, deberán mantenerse en condición húmeda sobre los 10 °C por lo menos 7 días Después de colocados.
 - ✓ Los concretos preparados con aditivos acelerantes tendrán un periodo mínimo de 3 días.
 - ✓ Las estructuras hidráulicas tendrán un periodo de curado no menor de 14 días.



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

- ✓ Si se emplea cementos Tipo IP, IPM de la clasificación ASTM c 525, el curado deberá mantenerse por lo menos los primeros 10 días
33. El curado no deberá suspenderse si el concreto de probetas curadas bajo condiciones de obra no ha alcanzado un valor equivalente del 75 % de la resistencia de diseño especificada.
34. El aditivo que se añadirá según la dosificación recomendada de su especificación, tendrá la finalidad de:
- ✓ Apropiaada colocación del concreto en lugares de alta cuantía de acero por la mejora en su trabajabilidad, debido al efecto directo por su característica de ser un plastificante sobre la pasta de cemento y disminuir la viscosidad de la misma
 - ✓ Se podrá reducir el agua de amasado en el concreto produciendo incrementos en las resistencias mecánicas, así como el aumento de la impermeabilidad, lo cual se verificará mediante el Slump.
 - ✓ Se incluirá la dosificación indicada del aditivo Sika® Plastiment® HE-98. Con la reducción de la relación agua cemento, por lo que se debe considerar el incremento de resistencia, así como la trabajabilidad de la mezcla e incremento de su impermeabilidad.
35. En el caso de concreto premezclado se seguirán en lo que sea pertinente las recomendaciones de la Norma ASTM C94
36. El agua de mezclado del concreto premezclado será potable.
37. Las tolerancias en el asentamiento del concreto premezclado serán de media pulgada para mezclas secas y de una para mezclas plásticas o fluidas. Dentro de este rango el concreto deberá poder utilizarse por un periodo de 30 minutos después de su arribo a la obra.
38. La descarga del concreto deberá ser completada dentro de la primera hora y media, o antes que el tambor haya girado 300 revoluciones, la que se cumpla primero, después de introducir el agua al cemento y agregados, o de la introducción del cemento a los agregados.
39. No se podrá emplear concreto que tenga más de 90 minutos mezclándose desde el momento en que los materiales cementantes comenzaron a ingresar al tambor mezclador.
40. Las conclusiones y recomendaciones presentes, sólo se aplican a la cantera en estudio, no pudiendo aplicarla para otros fines o a otros sectores.

Abancay, 20 de octubre del 2021



César Alberto Morón Romero
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83608
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA



ENSAYOS DE LABORATORIO

*Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ. - Abancay - Abancay - Apurímac.
Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657; Teléfono fijo: (083) 207871*

RUC N° 20604807175



ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Certificado de Habilidad

LEY N° 26848

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): **MORON ROMERO, OSCAR ALBERTO**

Afiliado al Consejo Departamental de: **APURIMAC**

Con Registro de Matrícula del CIP N°: **85005** Fecha de Incorporación: **25/01/2006**

Especialidad: **CIVIL**

De conformidad con la Ley N° 25958, Ley que complementa a la Ley N° 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HABIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO: **EJERCICIO PROFESIONAL**

ENTIDAD O PROPIETARIO:

LUGAR:

EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE VIGENCIA HASTA:

DIA	MES	AÑO
31	12	2021

RECIBO NRO° 034977

ABANCAY, 29 de diciembre del 2020

VÁLIDO SOLO ORIGINAL

Ing. Carlos Fernando Herrera Delacruz
Decano Nacional
Colegio de Ingenieros del Perú

Ing. John Wladimir Sorza
Calle 9770
PUNO

Consejo Departamental
Colegio de Ingenieros del Perú

NO VALERÁ PARA EFECTOS DE CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES PÚBLICAS NI PARA RESUMENES DE OBLIGACIONES PÚBLICAS

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lt. "9" PP.JJ. - Abancay - Abancay - Apurimac.
Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657; Teléfono fijo: (083) 207871

RUC N° 20604807175

RESULTADOS AL ENSAYO A LA COMPRESION

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES. Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac. Cel: 957400022

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO					
RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS					
NORMA ASTM C39 MTC E704					
TESIS: "METODOS INDIRECTOS PARA EL CONTROL DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO EN AV. PERU, ABANCAY, APURIMAC 2021"					
Nº REPORTE	1	AGRUESO	Cantera Pachachaca	ADITIVO	
CÓDIGO DE DISEÑO	T-UCV	A.FINO	Cantera Pachachaca	MICROFIBRA	
Fc	420	TIPO CEMENTO	TIPO I	FECHA:	28/10/2021

ITEM	UBICACIÓN	CODIGO	a/c	Fecha de Moldeo	Edad (días)	Fecha de Rotura	Slump (pulg)	T° Ambiente	T° Concreto	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Fuerza (kn)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)	Resistencia (Mpa)	Promedio
ITEM		CODIGO								Diametro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Area (cm2)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)	Promedio	Fc (%)
1	PISTA PRINCIPAL (AV. PERU)	COMPRESIÓN C-1	0.38	28-Oct	28	25-Nov	4 1/4"	23.8	20	15.22			181.9	951.8	533.5	537.8	127.0
2		COMPRESIÓN C-2								15.20			181.5	966.3	543.0		129.3
3		COMPRESIÓN C-3								15.20			181.5	943.8	530.4		126.3
4		COMPRESIÓN C-4								15.21			181.7	969.8	544.3		129.6



 Ing. Elmer Huanán Suila
 ING. CIVIL
 O.P. 166854



TESIS: "METODOS INDIRECTOS PARA EL CONTROL DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO EN AV. PERU, ABANCAY, APURIMAC 2021"

RESULTADOS AL ENSAYO DE FLEXION Y TRACCION INDIRECTA

	<h2 style="margin: 0;">LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO</h2> <h3 style="margin: 0;">RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS</h3> <p style="margin: 0;">NORMA ASTM C39 MTC E704</p> <p style="margin: 0;">TESIS: "METODOS INDIRECTOS PARA EL CONTROL DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RIGIDOS APLICADO EN AV. PERU, ABANCAY, APURIMAC 2021"</p>	
---	--	---

N° REPORTE	1	A.GRUESO	Cantera Pachachaca	ADITIVO	
CÓDIGO DE DISEÑO	T-UCV	A.FINO	Cantera Pachachaca	MICROFIBRA	
F'c	300	TIPO CEMENTO	TIPO I	FECHA:	28/10/2021
					LOTE 001

ITEM	UBICACIÓN	CODIGO	a/c	Fecha de Moldeo	Edad (días)	Fecha de Rotura	Slump (pulg)	T° Ambiente	T° Concreto	Altura (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Fuerza (kn)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)	Resistencia (Mpa)	Promedio								
1	PISTA PRINCIPAL (Av. PERU) Abancay	FLEXION (EF-1)	0.38	28-Oct	28	25-Nov	4 1/4"	21.2	20	15.58	15.39	45.00	48.9	3434.6	41.4	4.1	4.0								
2		FLEXION (EF-2)								15.60	15.42	45.00	48.2	3385.5	40.6	4.0									
3		FLEXION (EF-3)								15.59	15.41	45.00	48.7	3420.6	41.1	4.0									
4		FLEXION (EF-4)								15.60	15.42	45.00	48.0	3371.4	40.4	4.0									
ITEM		CODIGO																Diametro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Area (cm2)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)	Promedio	f'c (%)
1		TRACCION INDIRECTA (ETI-1)																15.20			30.57	166.76	556.3	557.73	185.4
2		TRACCION INDIRECTA (ETI-2)															15.21			30.51	157.80	527.4	175.8		
3		TRACCION INDIRECTA (ETI-3)															15.20			30.61	174.75	582.1	194.0		
4	TRACCION INDIRECTA (ETI-4)								15.21			30.60	169.58	565.1	188.4										

COMENTARIOS:


Oscar Alberto Moron Romero
 INGENIERO CIVIL
 CAP N° 88005
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

DATOS

Dirección: Av. Centenario Mz "B" Lote N° "9", PP.JJ.

Abancay - Abancay - Apurimac.

Celular: 976987990 - 945848366 y 956612657

Teléfono fijo: (083) 207871



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

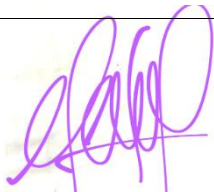
Yo, **OLARTE PINARES, Jorge Richard** docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, asesor del Informe de Investigación titulada:

“Métodos indirectos para el control de propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos aplicado en av. Perú, Abancay, Apurímac 2021” del autor **CATALAN MENDOZA, David Francisco** constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 15 de diciembre de 2021

Apellidos y Nombres del Asesor OLARTE PINARES, Jorge Richard	
DNI: 40752422	Firma 
ORCID: 0000-0001-5699-1323	