



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
PREMEZCLADO $f'c=280$ kg/cm² CURADO EN OBRA Y
LABORATORIO EN PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE
AYAVIRI REGIÓN PUNO 2020**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCOLLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación en primer lugar a Dios padre todo poderoso, por darme conocimiento y la disponibilidad para realizarlo.

A mi familia por ser el ejemplo de perseverancia, amor, trabajo, honradez y respeto.



AGRADECIMIENTOS

A nuestra alma Mater Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme dado la oportunidad de escalar un peldaño más, en el campo del conocimiento.

A mis jurados, Ing. Zenón Mellado Vargas, Ing. Néstor Eloy Gonzales Sucasaire, Ing. Gleny Zoila de la Riva Tapia; por sus sabios consejos e inculcación de esfuerzo, respeto y disciplina.

A mi director y/o Asesor de Tesis, D.Sc. Félix Rojas Chahuares por el apoyo incesante en la elaboración y concepción del presente trabajo.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 15

ABSTRACT..... 16

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 17

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 18

1.2.1 Pregunta General. 18

1.2.2 Preguntas Específicas. 19

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA. 19

1.4 HIPÓTESIS..... 20

1.4.1 Hipótesis General 20

1.4.2 Hipótesis Específicas..... 20

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN. 21

1.5.1 Objetivo General. 21

1.5.2 Objetivos Específicos. 21



CAPITULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

| | |
|--|-----------|
| 2.1 ANTECEDENTES..... | 22 |
| 2.1.1 Antecedentes Internacionales..... | 22 |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales..... | 23 |
| 2.2 MARCO TEÓRICO | 31 |
| 2.2.1 Concreto | 31 |
| 2.2.2 Tipos de Concreto | 31 |
| 2.2.2.1 <i>Concreto Hecho al Pie de Obra (Concreto Normal)</i> | 32 |
| 2.2.2.2 <i>Concreto Premezclado</i> | 32 |
| 2.2.3 Componentes del Concreto..... | 33 |
| 2.2.3.1 <i>Cemento Portland</i> | 33 |
| 2.2.3.2 <i>El Agua</i> | 36 |
| 2.2.3.3 <i>Agregados</i> | 37 |
| 2.2.4 Propiedades del Concreto..... | 39 |
| 2.2.4.1 <i>Principales propiedades del Concreto Fresco</i> | 39 |
| 2.2.4.2 <i>Principal Propiedad del Concreto Endurecido</i> | 40 |
| 2.2.5 Métodos de Curado | 43 |
| 2.2.5.1 <i>Curado con Agua Según ACI 308</i> | 43 |
| 2.2.5.2 <i>Curado con Materiales Selladores Según ACI 308</i> | 45 |
| 2.2.5.3 <i>Curado en Obra (Campo)</i> | 45 |



2.2.5.4 *Curado Laboratorio (Estándar)*. 46

2.2.5.5 *Curado Acelerado según la NTP 339.213*..... 47

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO 49

3.2 PERIODO Y DURACIÓN DE ESTUDIO 52

3.3 PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO 52

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA 52

3.4.1 Población..... 52

3.4.2 Muestra 52

3.5 DISEÑO METODOLÓGICO 53

3.5.1 Tipo de la Investigación 53

3.5.2 Nivel de la Investigación..... 53

3.6 VARIABLES..... 54

3.6.1 Variable Independiente (VI)..... 54

3.6.2 Variable Dependiente..... 55

3.7 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS. 55

3.7.1 Para el Concreto Premezclado..... 55

3.7.2 Para la Medición del Asentamiento y Moldeo de Especímenes 55

3.7.3 Para el Curado Estándar 57

3.7.4 Para el Curado Acelerado..... 57



| | |
|---|-----------|
| 3.7.5 Para el Ensayo de Compresión Simple | 58 |
| 3.8 PROCEDIMIENTO | 58 |
| 3.8.1 Medición del asentamiento..... | 58 |
| 3.8.2 Toma de Muestras de Concreto..... | 58 |
| 3.8.3 Acabado de los Especímenes | 59 |
| 3.8.4 Identificación de los Especímenes | 60 |
| 3.8.5 Curado de los Especímenes..... | 60 |
| 3.8.5.1 Curado por el Método bajo Condiciones de Obra | 60 |
| 3.8.5.2 Curado por el Método Laboratorio (Estándar)..... | 61 |
| 3.8.5.3 Curado por el Método Acelerado | 61 |
| 3.8.6 Ensayo Para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto..... | 63 |
| CAPITULO IV | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... | 65 |
| 4.1.1 Resistencia a la Compresión del Concreto Curado en Obra. | 65 |
| 4.1.1.1 Comprobación de Hipótesis..... | 67 |
| 4.1.2 Resistencia a la Compresión del Concreto Curado en Laboratorio. | 70 |
| 4.1.2.1 Comprobación de Hipótesis..... | 71 |
| 4.1.3 Resistencia a la Compresión del Concreto con Curado Acelerado..... | 74 |
| 4.1.3.1 Comprobación de Hipótesis..... | 77 |



| | |
|--|-----------|
| 4.1.4 Diferencia en la Resistencia a la Compresión del Concreto entre el Curado en Obra y Laboratorio..... | 82 |
| 4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 85 |
| 4.2.1 Comparación de Resultados Obtenidos con los Antecedentes..... | 85 |
| 4.2.1.1 <i>Resistencia a la compresión del concreto Curado en Obra y Laboratorio</i> | <i>85</i> |
| 4.2.1.2 <i>Resistencia a la Compresión del Concreto con Curado Acelerado.</i> | <i>86</i> |
| V. CONCLUSIONES | 88 |
| VI. RECOMENDACIONES | 90 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 91 |
| ANEXOS..... | 94 |

ÁREA : Construcciones

TEMA: Curado del Concreto Premezclado

LÍNEA: Construcciones

FECHA DE SUSTENTACIÓN 08 DE FEBRERO DEL 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Resistencia a la compresión simple del concreto vs relación agua-cemento. | 41 |
| Figura 2. Ensayo a la compresión simple del concreto. | 42 |
| Figura 3. Límites geográficos del distrito de Ayaviri..... | 51 |
| Figura 4. Ensayo para la medición del asentamiento. | 58 |
| Figura 5. Toma de muestras de concreto. | 59 |
| Figura 6. Curado de especímenes bajo las condiciones de obra..... | 60 |
| Figura 7. Curado de especímenes en las condiciones de laboratorio. | 61 |
| Figura 8. Curado acelerado de especímenes..... | 62 |
| Figura 9. Medición de la temperatura..... | 63 |
| Figura 10. Prensa hidráulica. | 64 |
| Figura 11. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de obra..... | 69 |
| Figura 12. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de laboratorio. | 73 |
| Figura 13. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de acelerado con secado de 2 horas. | 80 |
| Figura 14. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de acelerado con secado de 7 horas. | 81 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Tipos de Cemento Portland..... | 35 |
| Tabla 2. Requisitos para el agua de mezcla. | 36 |
| Tabla 3. Granulometría del Agregado Fino. | 37 |
| Tabla 4. Requisitos del Agregado Grueso para Concreto Estructural. | 38 |
| Tabla 5. Normas para la elaboración, curado y resistencia del concreto. | 43 |
| Tabla 6. Métodos de aceleramiento de resistencia según NTP 339.213..... | 48 |
| Tabla 7. Coordenadas de la provincia de Melgar. | 50 |
| Tabla 8. Tamaño de la muestra de la investigación. | 53 |
| Tabla 9. Variable independiente | 54 |
| Tabla 10. Variable dependiente | 55 |
| Tabla 11. Requisitos de la barra compactadora | 56 |
| Tabla 12. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de obra hasta alcanzar la edad de 7 días. | 65 |
| Tabla 13. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de obra hasta alcanzar la edad de 14 días. | 66 |
| Tabla 14. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de obra hasta alcanzar la edad de 28 días. | 66 |
| Tabla 15. Resumen del Modelo. | 67 |
| Tabla 16. Análisis de Varianza (ANOVA). | 68 |
| Tabla 17. Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%. | 68 |



| | |
|--|----|
| Tabla 18. Medias..... | 69 |
| Tabla 19. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de laboratorio o estándar hasta alcanzar la edad de 7 días..... | 70 |
| Tabla 20. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de laboratorio o estándar hasta alcanzar la edad de 14 días..... | 70 |
| Tabla 21. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de laboratorio o estándar hasta alcanzar la edad de 28 días..... | 71 |
| Tabla 22. Resumen del modelo..... | 72 |
| Tabla 23. Análisis de Varianza (ANOVA)..... | 72 |
| Tabla 24. Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%. | 73 |
| Tabla 25. Medias..... | 73 |
| Tabla 26. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 3.5 horas, tiempo secado 2 horas..... | 74 |
| Tabla 27. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 7 horas, tiempo secado 2 horas..... | 75 |
| Tabla 28. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 12 horas, tiempo secado 2 horas..... | 75 |
| Tabla 29. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 3.5 horas, tiempo secado 7 horas..... | 76 |



| | |
|---|----|
| Tabla 30. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 7 horas, tiempo secado 7 horas..... | 76 |
| Tabla 31. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 12 horas, tiempo secado 7 horas..... | 77 |
| Tabla 32. Resumen del Modelo para secado de 2 horas..... | 78 |
| Tabla 33. Resumen del Modelo para secado de 7 horas..... | 78 |
| Tabla 34. Análisis de Varianza (ANOVA) para secado de 2 horas..... | 78 |
| Tabla 35. Análisis de Varianza (ANOVA) para secado de 7 horas..... | 78 |
| Tabla 36. Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% para secado de 2 horas..... | 79 |
| Tabla 37. Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% para secado de 7 horas..... | 79 |
| Tabla 38. Medias..... | 80 |
| Tabla 39. Medias..... | 81 |
| Tabla 40. Resistencia a la compresión promedio de los grupos de condición de obra, condición de laboratorio o estándar y curado acelerado..... | 82 |
| Tabla 41. Resistencia a la compresión en porcentaje promedio de los grupos de condición de obra, condición de laboratorio o estándar y curado acelerado..... | 83 |
| Tabla 42. Diferencia promedio de los grupos de condición de obra y condición de laboratorio o estándar..... | 83 |
| Tabla 43. Resumen de Resistencias a la compresión promedio de los grupos de curado acelerado..... | 84 |



Tabla 44. Comparación de Resultados Obtenidos con los Obtenidos en las Tesis

Antecedentes. 85

Tabla 45. Comparación de Resultados Obtenidos con los Obtenidos en las Tesis

Antecedentes. 86



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|---------------|--|
| SS | : Peso específico y porcentaje de absorción |
| W% | : Contenido de humedad. |
| NTP | : Norma técnica peruana. |
| ASTM | : Siglas en inglés para la American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales. |
| ACI | : American Concrete Institute. |
| f'c | : Resistencia a la compresión. |
| a/c | : Relación agua/cemento. |
| INVIAS | : Instituto Nacional de Vías - Colombia. |
| NTC | : Normas Técnicas Colombianas. |
| ANOVA | : Análisis de Varianza. |



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la diferencia entre las resistencias a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado en condiciones de obra y laboratorio en la pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri. El presente estudio es de tipo aplicado, nivel analítico transversal, con un diseño de investigación cuasi experimental. Las condiciones de curado del concreto desarrolladas en esta investigación son de tres distintas formas; el primero se corresponde a las mismas condiciones que se realiza en obra mediante riegos a cada 01 hora, 08 veces durante el día; el segundo se fue mediante el curado estándar en un pozo de agua sumergido como se realiza en los laboratorios; el tercero mediante el método de curado acelerado a través del procedimiento B “(Método de agua hirviendo). Cumplidos los tiempos de curado establecidos, los especímenes se sometieron al ensayo de rotura según lo indicado en el ASTM C31. Los resultados obtenidos revelan que existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra y curado bajo condiciones estándar en la pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri; es de 47.31 kg/cm^2 , 34.49 kg/cm^2 y 35.44 kg/cm^2 el cual representa el 16.90%, 15.53% y 12.66% de la resistencia de diseño a 7 días, 14 días y 28 días respectivamente. Así mismo los resultados revelan que mediante el curado acelerado se ha obtenido en un corto tiempo una resistencia a la compresión similar al valor de diseño del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Palabras Clave: Concreto premezclado, curado, obra, laboratorio.



ABSTRACT

The objective of this research is to determine the difference between the compressive strength of ready-mixed concrete $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ cured under construction and laboratory conditions in the paving of roads in the district of Ayaviri. The present study is of an applied type, cross-sectional analytical level, with a quasi-experimental research design. The curing conditions of the concrete developed in this investigation are of three different forms; the first corresponds to the same conditions that are carried out on site through irrigation every 1 hour, 8 times during the day; the second left by standard curing in a submerged water well as is done in laboratories; the third by the accelerated curing method through procedure B “(Boiling Water Method). Once the established curing times were completed, the specimens were subjected to the breakage test as indicated in ASTM C31. The results obtained reveal that there are significant differences in the compressive strength of ready-mix concrete $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ cured under on-site conditions and cured under standard conditions in road paving in the Ayaviri district; is 47.31 kg/cm^2 , 34.49 kg/cm^2 and 35.44 kg/cm^2 which represents 16.90%, 15.53% and 12.66% of the design resistance at 7 days, 14 days and 28 days, respectively. Likewise, the results reveal that through accelerated curing, a compressive strength similar to the design value of ready-mixed concrete $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ has been obtained in a short time.

Key Words: Ready-mixed concrete, cured, work, laboratory.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Según la revista (MIXTO LISTO) indica que; estadísticamente a nivel mundial el uso del concreto premezclado es de un 80% y el concreto hecho en obra es de un 20%, y es el segundo producto a nivel mundial más consumido por el hombre después del agua y el primero manufacturado por hombre de mayor consumo.

Según la revista (PERÚ CONSTRUYE) indica que; actualmente en el Perú, debido a las múltiples ventajas que ofrece el concreto premezclado en una obra, su demanda con los años, tanto en el norte, centro y sur ha ido en aumento.

A nivel local la situación actual del distrito de Ayaviri nos indica que la mayoría de las construcciones en zonas urbanas se vienen realizándose en base a concreto, y de lo cual ya se ha empleado el concreto premezclado en los proyectos; “Línea de Transmisión 220 kV Tintaya Nueva - Pumiri -Tramo 2”, “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios del Camal Municipal de la Localidad de Ayaviri del Distrito de Ayaviri – Melgar – Puno”. Por ello existe la necesidad de investigar y ampliar conocimientos nuevos acerca de la calidad de este ya que depende directamente de la forma como se realiza el curado del concreto para cumplir con un desempeño óptimo de sus propiedades, siendo la más importante la resistencia a compresión.

Generalmente en las obras de construcción los testigos de concreto son curados en pozos de agua sumergidos luego de ser desmoldados hasta la edad en que se harán las roturas y este valor de la resistencia obtenida se asume como la muestra que representa a todo el concreto donde se realizó el muestreo, sin embargo esto no representa la muestra



del concreto pues en obra las condiciones de curado no son las mismas esto al estar expuestas a la intemperie y más aun con temperaturas variables en la ciudad del distrito de Ayaviri de la Región de Puno. Por lo cual es importante conocer la diferencia entre la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra y estándar (laboratorio) en pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri conforme a lo establecido en la NTP 339.033.

Las obras ejecutadas en el distrito de Ayaviri no están ajenas a ello puesto que realizan los controles de calidad en el proceso constructivo usando el método de curado estándar es decir, que se espera como mínimo 7 días para obtener el valor de la resistencia en muchos casos los resultados de la resistencia a compresión simple no alcanzan al valor del diseño, siendo un problema en el proceso constructivo y con el periodo de tiempo que es muy largo no se cumpliría con la calidad del concreto que estuvo proyectado, por lo cual es sumamente necesario emplear los métodos de curado acelerado conforme a lo establecido en la NTP 339.213, los cuales permiten obtener resultados de la resistencia en periodos más cortos, con una alta confiabilidad y así evitar a posterior cualquier tipo de falla referente a la resistencia a compresión simple.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1 Pregunta General.

- ¿Cuál es la diferencia entre la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra y laboratorio en pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri Región Puno 2020?



1.2.2 Preguntas Específicas.

- ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías?
- ¿Cómo es el resultado de la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² con curado acelerado en un periodo corto en pavimentación de vías?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

El concreto resulta de la mezcla y combinación, en dosificaciones adecuadas, de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso que se utiliza para la fabricación de elementos estructurales y esta es la razón por la que el concreto es el preferido en la construcción debido a sus características significativas como son la durabilidad, trabajabilidad, impermeabilidad y resistencia: siendo entre ellas la propiedad más conocida, la resistencia a la compresión.

El presente trabajo de investigación pretende demostrar la diferencia en los resultados de la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² frente a las diferentes condiciones de curado realizados con los testigos de concreto, los mismos que manejamos de tres formas distintas de acuerdo a lo siguiente: curado bajo condiciones de obra, estándar y acelerado en la pavimentación de vías, en el distrito de Ayaviri.

La importancia de esta investigación, es para proporcionar información sobre la diferencia en el resultado de resistencia a la compresión en concretos premezclados



$f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de obra y estándar (laboratorio), pues, esta variación puede conllevar a no tener estructuras de concreto que garantice la resistencia señalada en los expedientes técnicos, aspecto que los profesionales y autoridades competentes deben de conocer; así como se llegó a conclusiones valiosas y aportes.

Así mismo la investigación sobre el curado acelerado es para proporcionar información de los resultados de la resistencia a la compresión simple en periodos más cortos, con una alta confiabilidad y así evitar a posterior cualquier tipo de falla referente a la resistencia a compresión simple.

Con los resultados obtenidos, se comprueba la influencia que ejerce el curado del concreto utilizado en las diferentes construcciones que se realizan en el distrito de Ayaviri, analizando cuán importante es realizar este procedimiento y demostrar la gran influencia del curado en la resistencia a la compresión de concreto.

1.4 HIPÓTESIS.

1.4.1 Hipótesis General

- Existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de obra y laboratorio en pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri Región Puno 2020.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías, es menor al valor de diseño del concreto.



- La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías, es ligeramente mayor al valor de diseño del concreto.
- Con el curado acelerado se obtiene en un corto tiempo una resistencia a la compresión similar al valor de diseño del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentación de vías.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1 Objetivo General.

- Determinar la diferencia entre la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra y laboratorio en pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri Región Puno 2020.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Determinar la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con curado acelerado en pavimentación de vías.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES.

Dentro de las investigaciones realizadas acerca del curado acelerado del concreto y la resistencia a la compresión del concreto, se encontró antecedentes a nivel nacional e internacional.

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Jordán, Montoya y Ocoró (2017), en su investigación denominada “Comparación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto hidráulico sometidos a condiciones tradicionales de curado y humedad ambiental”, cuyo objetivo fue “Comparar los resultados de resistencia a compresión de especímenes de concreto hidráulico que han sido sometidos a diferentes condiciones de curado o ausencia del mismo”, desarrollado bajo la metodología de tipo experimental, llegado a concluir que se realizó una evaluación de especímenes curados con antisol encontrando que no alcanzan resistencia posible, demostrando valores debajo de curados por inmersión en agua y plástico, por lo que se realiza ensayos de la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto para cada una de las condiciones de curado se alcanzó la resistencia para la que fue diseñada, incluso con resultados de 130% en curado con agua en tanque, 123% en curado con plástico, 105% curado con Antisol. Exceptuando el concreto expuesto al ambiente que alcanzó 99%.

Rodríguez y Torres (2018), en su investigación denominado “Fabricación de un dispositivo, para generar el curado acelerado en cilindros de hormigón, para evaluar la resistencia a la compresión en un tiempo menor a las 24 horas”, cuyo objetivo fue



“Fabricar un dispositivo, para generar un curado acelerado en cilindros de hormigón, para evaluar la resistencia a la compresión en un tiempo menor a las 24 horas”, estudio de aplicada, llegando a la conclusión de que el Método de agua tibia se estimó la resistencia a la compresión en un 98 % de efectividad, mientras que con el método de agua caliente se estimó en un 92% de efectividad.

Cadena y Palacios (2017) realizó un estudio titulada “Influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del hormigón y parámetros mecánicos: módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson”, cuyo objetivo fue “estudiar la relación entre la temperatura para el curado con la resistencia a la compresión del hormigón, y además, sus parámetros mecánicos tales como módulo de Young E y el coeficiente de Poisson ν a través del ensayo de probetas curadas por sumersión en ambientes sujetos a temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40°C”, estudio de tipo aplicada y de campo, llegando a concluir que el hecho de que la resistencia a compresión en relación al tiempo de curado y la temperatura, se reproduce en el aumento considerable para el curado inicial para temperaturas superiores a los 35°C. No habiendo una mayor diferencia para temperaturas entre 10 y 15°C.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Torres (2018), en su investigación “Estudio de la variación de la resistencia en compresión en concretos $f'c=210$ kg/cm² para columnas a efectos del curado”, cuyo objetivo fue “Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto, por efecto del método de curado de un elemento de concreto” desarrollado bajo la metodología de tipo experimental – aplicada – descriptiva, llegando a concluir que La resistencia a la compresión $f'c= 253.19$ kg/cm² que se obtiene al utilizar el método de



curado con cubierta de plástico logra un resultado óptimo que se encuentran por encima de la resistencia 210 kg/cm² .

Loya (2018), en su investigación titulada “Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017, es una investigación de tipo experimental – aplicada”, cuyo objetivo fue “evaluar la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha en el año 2017”, estudio de tipo aplicada, de campo y laboratorio, concluyendo que se logró realizar ensayos de los materiales del concreto para luego dosificar un concreto de resistencia a la compresión 210 kg/cm² a los 28 días de edad. Con este concreto se realizaron testigos con medidas estandarizadas para después someterlos a distintas técnicas de curado, determinando que las ventajas y desventajas que tiene cada técnica de curado y manifestando la necesidad de curar una estructura de concreto y de otras unidades estructurales que tengan como base el material de concreto.

Valenzuela (2018), en su investigación denominada “Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando diferentes métodos de curado, Lima 2018” cuyo objetivo fue “conocer cuál es la influencia de los métodos de curado en la variación de la resistencia del concreto en obra”, estudio de tipo aplicada de diseño cuasiexperimental, llegando a la conclusión que; a los 28 días de curado, en términos de variación porcentual tomando la resistencia a la compresión del curado convencional como muestra patrón (100%) se obtuvo los siguientes resultados: Con el método de curado en obras se obtuvo 81.60, 84.19 y 89.78 %, disminuyendo en 18.40, 15.81 y 10.22 % con respecto al curado convencional; con el método de curado a la intemperie se obtuvo 76.80, 79.64 y 85.91 %, disminuyendo en 23.20, 20.36 y 14.09 % con respecto al curado convencional; con el método de curado químico se obtuvo 82.40, 86.02 y 91.44 %,



disminuyendo en 17.60, 13.98 y 8.56 % con respecto al curado convencional; aunque el método de curado químico no logró superar al curado convencional, demostró ser una buena alternativa para obtener un óptimo proceso de curado respecto al método de curado en obra.

Cuellar y Sequeiros (2017), en su investigación denominada “Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac”, cuyo objetivo fue “demostrar la influencia que tiene el curado en el concreto para lo cual se sometieron a tres condiciones diferentes (sumergido completamente ASTM C31, curado por norma ASTM C150 y ASTM C525, muestra sometida a la intemperie)”, estudio desarrollado bajo la metodología de tipo correlacional – explicativa, concluyendo que las resistencias que alcanzan cada concreto elaborado con los dos tipos de cemento tienen gran diferencia en cuanto a la resistencia, en caso del TIPO I logra superar las resistencia requerida por el diseño llegando a un 387.93 kg/cm^2 de mezcla que fue de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con un $f'c = 294 \text{ kg/cm}^2$ el cual nos daba un factor de seguridad; para el concreto elaborado con cemento TIPO IP llegó a una resistencia a los 28 días de $f'c = 230.77 \text{ kg/cm}^2$ que está dentro de los rangos del parámetro de diseño de mezcla

Zorrilla (2018), en su investigación denominada “Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ”, cuyo objetivo fue “determinar si los resultados del estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ fueron iguales o superiores a los resultados de la influencia del curado estándar” estudio de tipo experimental, aplicada, llegando a la conclusión siguiente: la resistencia de concreto con el curado acelerado a 7 horas de secado (111.14%) son aproximadamente iguales que la resistencia del concreto con el curado estándar



(112.38%) y en un tiempo menor, asimismo de determinó que el curado acelerado con agua hirviendo se puede realizar con especímenes en laboratorio, sólo para realizar control de calidad.

Uriarte (2020), realizo un estudio titulado “Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca-Chiclayo” cuyo objetivo fue “Evaluar la Resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca, Chiclayo”, desarrollado bajo la metodología de tipo descriptivo-propositiva, llegando a la conclusión siguiente: de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados, de determinó que a la calidad de la resistencia del concreto no cumplen con la resistencia que prometen los encargados de la auto construcción ya que al realizar la ruptura de probetas resistencia mínima 35.31 kg/cm² y máxima 168.3 kg/cm² a los 28 días. Esta mala resistencia se debe a que los maestros utilizan una dosificación muy elevada y mucho incremento de agua, el proceso de mezclado, siendo estos los factores que afectan la resistencia. De acuerdo al diseño de mezclas que se propuso para una resistencia de 210 kg/cm² la dosificación en peso se obtuvo para una bolsa de pie³ volumen de cemento 2.1 agregado grueso, 2.6 de piedra y agua 24.8 Lts. Para obtener una resistencia adecuada y a futuro no tener rajaduras, grietas y etc. que pueda afectar a la estructura.

Gago (2019) realizo un estudio, denominado “Análisis comparativo del concreto $f'c=210$ kg/cm² en pavimentos de vías urbanas – San Jerónimo de Tunán, Huancayo”, cuyo objetivo fue evaluar la incidencia entre la utilización de concreto $f'c=280$ kg/cm² o concreto $f'c=210$ kg/cm² en el pavimento de la Av. Alameda, San Jerónimo de Tunán, Huancayo, desarrollado bajo la metodología de tipo aplicada de diseño no experimental, con nivel descriptivo, concluyendo que después de la comparación realizada se demostró



que existe un beneficio económico de ahorro al ejecutar el concreto con una resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ($MR.=35 \text{ kg/cm}^2$), el cual cumple con la normatividad estipulada para vías urbanas dada por la Norma CE.010, de igual manera cumple con estándares planteadas en AASHTO 1993, asimismo se evidencio que es innecesario un sobrevaluado del presupuesto del expediente técnico de la obra a aplicar el concreto de resistencia a la compresión $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Duran (2018) en su tesis, denominada “Estudio de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ aplicado a condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa con cemento Portland tipo Ip”, cuyo objetivo fue “Determinar cuál de las formas de curado aplicadas en situaciones reales de obra, es la más adecuada y garantiza alcanzar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido”, desarrollado bajo la metodología de tipo aplicada-descriptivo, concluyendo que la metodología con aplicación del curador químico, es la más adecuada en términos de costo y tiempo, y permite además alcanzar las propiedades mecánicas en su estado endurecido, de igual manera de la comparación de resistencia a la compresión $f'c$ con respecto al curado por inmersión, se obtuvo los siguientes valores: curado por inmersión (100%), curado con membrana de yute (97.16%), curado por aspersion (94.69%), método sin curado (93.90%) y finalmente con curador químico (90.13%) y con relación al $f'c$ de diseño 210 kg/cm^2 , se obtuvieron los siguientes resultados para las metodologías propuestas: curado por inmersión (263.40 kg/cm^2), curado por aspersion (249.42 kg/cm^2), curado con membrana de yute (255.91 kg/cm^2), curado con aplicación del curador químico (237.39 kg/cm^2), método sin curado (247.34 kg/cm^2).

Ortiz (2020) en su tesis, denominada “Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con antisol en la resistencia del concreto”, siendo el objetivo general



determinar la influencia el curado convencional en comparación con el uso del aditivo antisol en la resistencia del concreto y la hipótesis general verificada fue: El uso de aditivo antisol mejora la resistencia del concreto en comparación al curado convencional. El método general de investigación utilizado fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo – comparativo - correlacional y de diseño experimental. La población estuvo conformada por 80 probetas de ensayo, no se utilizó la técnica de muestreo, sino el censo. La conclusión fundamental fue que: El aditivo antisol no mejora la resistencia del concreto en comparación al curado convencional, sustentado en la resistencia final obtenida del curado convencional es de 235.76 kg/cm^2 y del aditivo antisol es de 230.15 kg/cm^2 .

Vargas (2018) en su tesis, denominada “Estudio comparativo de métodos normalizados de curado acelerado - procedimientos B y D de la NTP 339.213:2017”, el presente trabajo explica mediante el estudio práctico de la norma NTP 339.213 la obtención de información para estimar la resistencia a la compresión del concreto a 28 días en base a edades tempranas. Para tal fin, se fabricaron dos equipos de curado acelerado aplicables para los procedimientos “B” y “D” de la norma NTP 339.213 (Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto). Se elaboraron especímenes de concreto para seis relaciones agua – cemento que fueron sometidos a tres tipos de curados: Método agua hervida (B), Método calor externo y presión (D) y el curado estándar convencional. Los resultados de resistencia obtenidos en laboratorio por los métodos acelerados “B” y “D” con edades de 28.5 horas y 5.25 horas respectivamente, fueron comparados con valores de curado estándar a 28 días. Los porcentajes de resistencia alcanzan el 40% a 70% de $f'c$. El trabajo es respaldado por medio de ensayos de laboratorio satisfactorios; de los



cuales mediante un tratamiento estadístico se elaboraron gráficos de predicción para determinar la resistencia del concreto a 28 días a partir de edades tempranas.

Jacobo (2019) en su tesis, denominada “Influencia del curado del concreto con agua y curado artificial en la resistencia a la compresión del concreto”, se basa en el estudio de la resistencia a compresión del concreto aplicando diferentes tipos de curadores como aditivos químicos (Sikacemcurador y Membranil Vista) y agua, el concreto debido a su resistencia, versatilidad, durabilidad y economía del concreto, se ha convertido en el material de construcción más utilizado en todo el mundo, para alcanzar sus propiedades es necesario que tenga un curado adecuado. Para la elaboración de las probetas fue necesario tener un diseño de mezcla por el método ACI 211, los cuales se consideraron como un diseño patrón para todas las probetas, seguidamente se elaboraron las probetas de concreto en laboratorio, considerando 16 probetas por tipo de curador que son: Sikacemcurador, Membranil Vista, y Agua. Se aplicó el curado de probetas de concreto a los siete, catorce, veintiuno y veinte ocho días. Luego que las probetas cumplen con los días de curado, se sometieron a ensayo de rotura por compresión donde se obtuvo datos para posteriormente realizar el diseño experimental. Para realizar el experimento se aplicó un diseño experimental arreglo en franjas, Análisis de Varianza y Comparación de medias (DUNCAN) que consistió en realizar probetas de concreto con un diseño de mezclas de 210 kg/cm^2 , en el cual se obtuvo resultados donde se indica que a los 28 días de la edad del concreto el agua alcanza la máxima resistencia de compresión de concreto con 204 kg/cm^2 , Sikacemcurador 180.25 kg/cm^2 y el Curador Membranil Vista 170.50 kg/cm^2 . Lo cual indica que el mejor curador es el agua.

Morales (2020) en su tesis, denominada “Resistencia del concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborados con cementos tipo I y V curados con agua de mar”, Este



trabajo de investigación presentado a continuación se orienta objetiva y únicamente a mostrar los resultados de ensayos que, dieron a conocer la resistencia en los concretos cuando son curados con agua de mar y agua potable; así como los componentes químicos en el agua de mar y los componentes químicos en los cementos portland tipo I y Tipo V, y así poder analizar la causa de la variabilidad de la resistencia en los concretos, después de 28 y 60 días de curación, cuyas dosificaciones trabajadas fueron de: $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$. Es una investigación explicativa y experimental. Así mismo se realizaron ensayos a compresión a cada muestra, para posteriormente comparar los resultados de cada muestra curada y poder comparar la variabilidad de la resistencia.



2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Concreto

Según (Osorio, 2004) el concreto, es una piedra artificial creada por el hombre, y que se ha convertido en el material de construcción más utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad, en cuanto a las formas que se puede obtener.

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia (Abanto, 2009).

No obstante, el material obtenido posee un medio ligante, denominado pasta, donde se encuentran embebidas las partículas de los agregados. Dicha pasta se forma de la reacción química del cemento y el agua, para constituir la fase continua del concreto. En tanto el agregado resulta la fase discontinua del concreto, puesto que se encuentran separados por espesores diferentes de pasta endurecida. Tras ello, las propiedades del concreto dependen principalmente de las características físicas y químicas de sus componentes, siendo necesario analizar la naturaleza del concreto (Rivva, 2000).

Para obtener un buen concreto no sólo basta contar con materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas. Es necesario también tener en cuenta factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado (Harmsen, 2002).

2.2.2 Tipos de Concreto

Existen varios tipos de concreto que se conocen, entre ellos se conocen: Concreto simple, concreto armado, concreto estructural, concreto ciclópeo, concretos livianos,



concretos normales, concretos pesados, concreto masivo, concreto premezclado, concreto prefabricado, concreto bombeado.

(Guevara, 2014) Por su modo de fabricación se puede decir que existen concretos normales (concreto hecho al pie de obra) y concretos premezclados.

2.2.2.1 Concreto Hecho al Pie de Obra (Concreto Normal)

Es un concreto normal, la mayor parte de concretos para construir edificaciones pequeñas y medianas se fabrica in situ, es decir, el concreto se elabora al pie de obra, e instantes después se realiza el vaciado en el encofrado del elemento en construcción. Debido a que generalmente las dosificaciones de los ingredientes del concreto se realizan por volúmenes, el resultado es que la mezcla no siempre resulta satisfactoria, generando posteriormente variaciones en las propiedades del concreto (Guevara, 2014).

2.2.2.2 Concreto Premezclado

(Rivera, n.d.) Este tipo de concreto se usa ampliamente y ofrece numerosas ventajas en comparación con el método tradicional de preparación en obra. El concreto premezclado es particularmente útil en obras que están muy congestionadas o en la construcción de vías donde solo se disponga de un espacio muy pequeño para tener una planta mezcladora y almacenar los agregados. Pero la principal ventaja del concreto premezclado consiste en que el hormigón puede hacerse en mejores condiciones de control.

(Osorio, 2004) Los concretos premezclados, también son conocidos como concretos pre dosificados y los podemos definir como aquellos que son diseñados, producidos y comercializados por una empresa productora de concreto, con una garantía de calidad certificada.



Su elaboración se rige por la norma americana ASTM C-94. El concreto premezclado es el resultado de un proceso de mezcla controlado de cemento, agregado grueso, agregado fino, y agua; en algunos casos incluye uso de aditivos. Su densidad es de 2,300 - 2,500 kg/m³ y está especialmente diseñado para el colado de todo tipo de estructuras de concreto.

2.2.2.2.1 Definiciones del Concreto Premezclado

La NTP 339.114 menciona que; los términos usados en esta NTP están definidos en la NTP 339.047.:

Concreto Mezclado en Planta Central: Concreto premezclado completamente preparado en un mezclador estacionario.

Concreto Pre - mezclado: Concreto fabricado y entregado al comprador en un estado fresco.

Concreto Parcialmente Mezclado en Planta: Concreto premezclado parcialmente preparado en un mezclador estacionario y luego el mezclado es terminado en un camión mezclador.

Concreto Mezclado en Camión: Concreto premezclado completamente preparado en un camión mezclador.

2.2.3 Componentes del Concreto.

2.2.3.1 *Cemento Portland*

Según (Curbelo, 2015), nos menciona que el cemento portland se define como una mezcla de Clinker sometida a una molturación hasta darle una finura convenientemente y añadiendo una pequeña cantidad de yeso



El Clinker es “producido por la cocción a elevadas temperaturas de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas”. No obstante, está elaborado principalmente a partir de dos materiales: piedra caliza y arcilla (Abanto, 2009).

(Torre, 2004). No obstante, el cemento Portland constituye un polvo muy fino de color verdoso, siendo mezclado con agua para formar una masa plástica y moldeable, que primero fragua y posteriormente endurece, para adquirir gran resistencia y durabilidad.

2.2.3.1.1 Composición Química del Cemento Portland

Posee principalmente cuatro compuestos que conforman el 90% del peso del cemento y cada uno de ellos influye en el comportamiento del cemento (Abanto, 2009). Los cuales se indican a continuación:

Silicato Tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$): Compuesto que produce alta resistencia inicial en el cemento hidratado. Además, genera gran cantidad de calor de hidratación en la pasta de cemento.

Silicato Dicálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$): Compuesto causante principal de la resistencia posterior en la pasta endurecida.

Aluminato Tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$): Compuesto que requiere se le agregue yeso entre 3% y 6% para controlar el fraguado violento. Además, es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos.

Aluminio Ferrita Tricálcica ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$): Compuesto que influye en la velocidad de hidratación y de manera secundaria en el calor de hidratación.

2.2.3.1.2 Clasificación del Cemento Portland

La Asociación de Cementos Portland de los Estados Unidos distingue los tipos de cementos sobre la base de las especificaciones estándar provistas por la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.

Según la ASTM C150 el cemento portland puede ser de cinco tipos (I, II, III, IV y V).

Según la ASTM C595 para el cemento portland adicionado existen seis subvariedades del tipo I (IS, IP, I (PM), IL, IT e ICo). La variación depende de las piedras empleadas en su elaboración.

Según la ASTM C11579 el cemento hidráulico puede ser clasificado como Tipo GU, HE, MS, HS, MH y LH, cuya variación depende de su performance o desempeño.

El Perú cuenta con Normas Técnicas Peruanas, que han sido elaboradas en base a las normas técnicas ASTM antes señaladas. Así se tiene las NTP 334.009, NTP 334.090 y NTP 334.082, en las cuales la clasificación de los tipos de cemento se encuentra acorde con la normativa de la ASTM, tal como se describe en el siguiente cuadro.

Tabla 1. *Tipos de Cemento Portland*

| Tipo de Cemento | Tipo | Descripción |
|---|-------------|---|
| Cementos Portland | Tipo I | Cemento Portland de uso general. |
| | Tipo II | Cemento Portland de uso general de moderada resistencia a los sulfatos. |
| | Tipo III | Cemento Portland de alta resistencia inicial. |
| | Tipo IV | Cemento Portland de bajo calor de hidratación. |
| | Tipo V | Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos. |
| Cementos Portland adicionados (compuesto) | Tipo IS | Cemento Portland adicionado con escoria de alto horno |
| | Tipo IP | Cemento Portland adicionado puzolánico. |

| | |
|-------------|--|
| Tipo I (PM) | Cemento Portland adicionado con puzolánico modificado. |
| Tipo IL | Cemento Portland adicionado con caliza.. |
| Tipo IT | Cemento Portland adicionado ternario. |
| Tipo ICo | Cemento Portland adicionado compuesto. |

Fuente: Reglamento técnico sobre cemento hidráulico utilizado en edificaciones y construcciones de concreto en general (2020).

2.2.3.2 *El Agua*

(Harmsen, 2002) indica, que el agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos álcalis, sales y materia orgánicas. En general, el agua potable es adecuada para el concreto. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

2.2.3.2.1 **Requisitos que Debe Cumplir el Agua**

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088, y ser de preferencia Potable.

Tabla 2. *Requisitos para el agua de mezcla.*

| Sustancias disueltas | Valor máximo admisible |
|-----------------------|------------------------|
| Cloruros | 300 ppm |
| Sulfatos | 300 ppm |
| Sales de Magnesio | 150 ppm |
| Sales Solubles | 150 ppm |
| PH | Mayor de 7 |
| Sólidos en suspensión | 1500 ppm |
| Materia Orgánica | 10 ppm |

Fuente: NTP 339.088



2.2.3.3 Agregados

Los agregados son partículas incorporadas al concreto que ocupan un espacio, y que en combinación con el cemento y el agua proporcionan resistencia mecánica al concreto en estado endurecido (Osorio, 2004).

Los agregados deben cumplir con los requisitos de granulometría de la Norma ASTM C 33, en caso que no cumplan con algunos requisitos indicados en las especificaciones pueden ser empleados si demuestran a través de ensayos en laboratorio o experiencias de obras ejecutadas en condiciones similares sin influir en el costo, producir concretos de buena calidad (Rivva, 2000).

2.2.3.3.1 Clasificación de los Agregados

Los agregados naturales se clasifican en agregado fino y agregado grueso.

Agregado fino.- Se considera a la arena o piedra natural finamente triturada, que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8") (Abanto, 2009). Sin embargo, deben cumplir con los límites establecidos en la norma ASTM C 33 (Rivva, 2000).

La curva granulométrica para el agregado fino debe estar comprendida entre los límites indicados en la tabla 3.

Tabla 3. *Granulometría del Agregado Fino.*

| Tamiz (mm) | % |
|-----------------|--------|
| 9.5 mm (3/8") | 95-100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 80-100 |
| 2.36 mm (N° 8) | 50-85 |
| 1.18 mm (N° 16) | 25-60 |
| 0.60 mm (N° 30) | 5-30 |



| | |
|------------------|------|
| 0.30 mm (N° 50) | 0-10 |
| 0.15 mm (N° 100) | 100 |

Fuente: Tabla 503-02, Sección 503 – Concreto estructural. “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG - 2013). Manual de Carreteras (2013).

Agregado grueso.- El agregado grueso es el material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas (Abanto, 2009).

En tanto, los agregados gruesos a su vez pueden ser: grava o piedra chancada.

En el caso de grava, corresponde al conjunto de piedras provenientes de la disgregación natural de las rocas, por ello se encuentran depositados en canteras y lechos de ríos. Sin embargo, la piedra chancada es obtenida por la trituración artificial de rocas o gravas (Abanto, 2009).

El agregado grueso debe cumplir con las exigencias mínimas dadas en la tabla 4.

Tabla 4. *Requisitos del Agregado Grueso para Concreto Estructural.*

| Ensayo | Norma | Requisito |
|--|-----------|-----------|
| Limpieza | | |
| Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo. | MTC E 212 | 3 |
| Carbón y lignito, % máximo. | MTC E 211 | 0.5 |
| Dureza | | |
| Desgaste en la máquina de los Ángeles, % máximo. | MTC E 207 | 40 |
| Geometría de las partículas | | |
| Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo. | MTC E 210 | 60 |
| Partículas chatas y alargadas (relación 5:1), % máximo. | - | 10 |
| Características químicas | | |
| Contenido de sulfatos SO ₄ ⁼ , % máximo. | - | 1.0 |
| Contenido de cloruros cl ⁻ , % máximo. | - | 0.1 |



Durabilidad

| | | | |
|--|----------------------|-----------|----|
| Pérdidas ensayo de solidez en sulfatos, % máximo \geq 3000 msnm. | Sulfato de sodio. | MTC E 209 | 12 |
| | Sulfato de magnesio. | MTC E 209 | 18 |

Fuente: Tabla 503-03, Sección 503 – Concreto estructural. “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG - 2013). Manual de Carreteras (2013).

2.2.4 Propiedades del Concreto

2.2.4.1 Principales propiedades del Concreto Fresco

2.2.4.1.1 Segregación

Osorio (2014) define como la tendencia de separación de las partículas gruesas de la fase mortero del concreto y la colección de esas partículas deficientes de mortero en el perímetro del concreto colocado, debido a falta de cohesividad, de tal manera que su distribución y comportamiento deja de ser uniforme y homogéneo.

2.2.4.1.2 Exudación

Se conoce también como sangrado y consiste en que parte del agua de mezclado tiende a subirse a la superficie del concreto recién colocado o durante el proceso de fraguado (Gutiérrez, 2003).

2.2.4.1.3 Trabajabilidad

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian (Pasquel, 1998).



2.2.4.1.4 Tiempo de fraguado

Es un proceso donde el concreto pasa de un estado plástico a un estado endurecido. Los cambios que se observan durante este proceso son el tiempo de fraguado y la contracción plástica (Osorio, 2004).

2.2.4.2 *Principal Propiedad del Concreto Endurecido*

2.2.4.2.1 Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad dentro de una estructura convencional del concreto reforzado (Osorio, 2004).

La resistencia a la compresión se realiza por la facilidad de sus ensayos y porque la mayoría de las demás propiedades del concreto mejoran al incrementar su resistencia (Abanto, 2009).

Es el máximo esfuerzo que puede soportar el concreto sin romperse. No obstante, se requiere como un parámetro en el control de calidad de los concretos (Riva,2000).

La resistencia en el concreto depende de los siguientes factores:

Relación Agua-Cemento (a/c): Afecta la resistencia de los concretos con o sin aire incluido, por lo cual, el aumento de la relación a/c genera disminución en la resistencia final (figura 1).

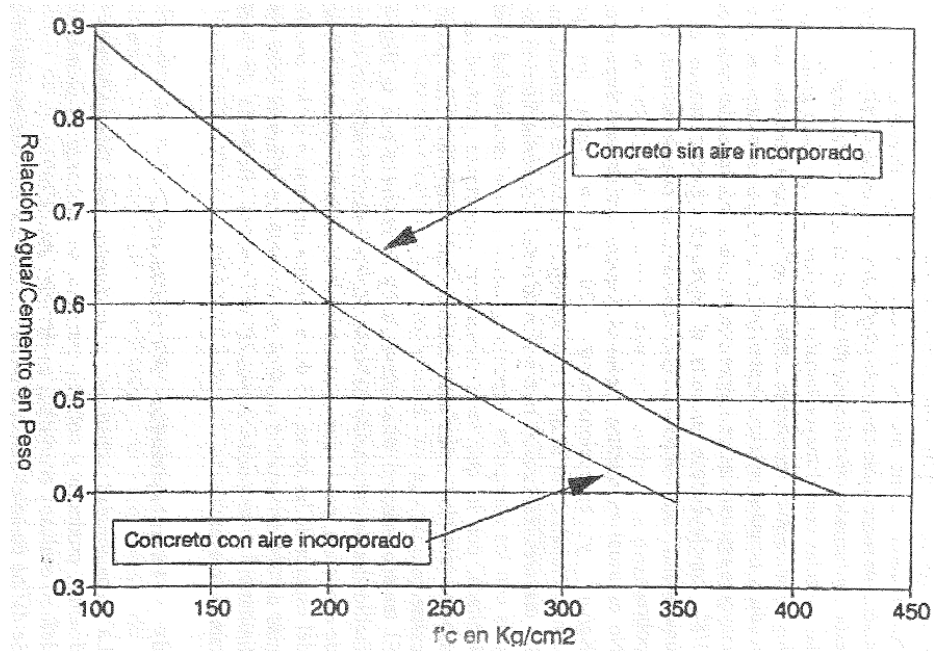


Figura 1. Resistencia a la compresión simple del concreto vs relación agua-cemento.

Fuente: Pasquel Carbajal, (1998).

Contenido de Cemento: Influye de manera directa, pues a menor contenido de cemento se tendrá una menor resistencia en el concreto.

Tipo de Cemento: La velocidad del desarrollo de la resistencia del concreto depende del tipo de cemento utilizado en la mezcla.

Condiciones de Curado: Mantener la humedad del concreto durante su curado, influye en el incremento de la resistencia con el tiempo.

La figura 2, indica el ensayo a la compresión simple del testigo de concreto, a través del equipo de compresión (prensa de rotura de probetas).



Figura 2. Ensayo a la compresión simple del concreto.
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Las normas que describen cada uno de los ensayos involucrados que nos permitirá conocer la resistencia a la compresión del concreto, se indican en la tabla 5.

Tabla 5. Normas para la elaboración, curado y resistencia del concreto.

| Ensayo | Normas Técnicas | Objeto |
|---|--------------------------|---|
| Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo | NTP 339.033 y ASTM C 31 | Procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción. |
| Resistencia a la compresión en especímenes de concreto endurecido. | NTP 339.034 y ASTM C 39 | Determinar la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas. |
| Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto. | NTP 339.213 y ASTM C 684 | Procedimientos para elaborar, curar y ensayar especímenes de concreto almacenados bajo condiciones que intentan acelerar el desarrollo de sus resistencias. |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

La resistencia a la compresión del concreto se basa en la resistencia e interacción de sus fases constituyentes, tales como: la resistencia de la pasta hidratada y endurecida (matriz), la resistencia de sus agregados y la resistencia de su interfase matriz - agregados (Portugal, 2007).

2.2.5 Métodos de Curado

Para describir los métodos de curado se debe conocer lo que significa el curado en sí mismo.

Para esto tenemos a la NTP 339.047 (2006), que lo define como el procedimiento que, dotando de agua a la superficie expuesta, requiere de tomar el control del entorno climático (temperatura y humedad en el transcurso al estado endurecido del concreto).

2.2.5.1 Curado con Agua Según ACI 308

Se tiene distintos procedimientos para realizar el curado con agua, entre los más conocidos tenemos los propuestos por el Comité del ACI 308.



ACI 308 (1992), los métodos de curado con agua se presentan a continuación:

2.2.5.1.1 Anegamiento o Inmersión

Este método requiere sumergir por completo al elemento bajo el agua; siendo este, quien otorga elevados resultados en la resistencia a la compresión.

2.2.5.1.2 Rociado de Niebla o Aspersión

Este método resulta efectivo cuando se cuenta con disponibilidad de grandes cantidades de agua, no debiendo preocuparse por el consumo de este; pues el proceso trata de mantener continuamente humectado la superficie de concreto mediante el uso de aspersores, logrando un curado óptimo.

2.2.5.1.3 Costales, Carpetas de Algodón y Alfombras

Este método se basa en cubrir al elemento de concreto mediante costales, mantas, alfombras u otro material que permita la retención del agua, siendo factible tanto para elementos horizontales como verticales.

2.2.5.1.4 Curado con Tierra

Este método resulta efectivo para superficies pequeñas, donde se dispersa tierra dotada de agua que mantiene humectado al elemento de concreto.

2.2.5.1.5 Curado con Arena y Aserrín

[...] Este método usa la arena y el aserrín, los cuales deben mantenerse continuamente humectados para alcanzar resultados óptimos; de gran utilidad cuando se requiere trabajar sobre la superficie que se está curando.



2.2.5.1.6 Curado con Paja o Heno

Este método también requiere de la humectación continua, la desventaja se encuentra en el poco peso que tienen, pues podrían ser removidas de su lugar por el viento.

2.2.5.2 Curado con Materiales Selladores Según ACI 308

Respecto a los métodos de aplicación de membranas en el concreto, el ACI 308 menciona los siguientes:

2.2.5.2.1 Película Plástica

Consiste en situar la película plástica en el concreto fresco, evitando deteriorar a este, y buscando cubrir la superficie expuesta del elemento de concreto.

2.2.5.2.2 Papel Impermeable

Mediante el uso de hojas previamente tratadas es que se cubre a la superficie expuesta del concreto.

2.2.5.2.3 Compuestos Líquidos para Formar Membranas de Curado

Su composición líquida permite la formación de membranas de curado en forma de películas, cuyo propósito es impedir la evaporación del agua de mezcla y evitar daños al conglomerado.

2.2.5.3 Curado en Obra (Campo).

La NTP 339.033 indica que, el curado en campo es el método de curado usado si los especímenes son elaborados y curados en campo, la información de los resultados de resistencia, cuando los especímenes son ensayados, puede ser utilizada para los siguientes propósitos:



Para decidir sobre el momento en que la estructura puede ser puesta en servicio.

Para comparación con los resultados de especímenes curados según método estándar o con resultados de otros métodos aplicados en el lugar.

Para evaluar la suficiencia del curado y la protección del concreto en la estructura,
o Para determinar el tiempo requerido para remover los encofrados o puntales.

Como menciona su nombre almacenar los especímenes dentro, o sobre la estructura, lo más cerca posible al punto del concreto que representa. Proteger la superficie de los cilindros, en lo posible de la misma forma como el elemento de concreto formado y trabajado. Proporcionar al cilindro la misma temperatura y humedad ambiental que tiene la estructura trabajada. Ensayar el espécimen en las condiciones de humedad resultantes del tratamiento de curado especificado. Para cumplir estas condiciones, los especímenes hechos con el propósito de determinar, cuando una estructura es capaz de ser puesta en servicio, deben ser removidos de los moldes al mismo tiempo que se retiran las formaleas de encofrado de la estructura.

2.2.5.4 Curado Laboratorio (Estándar).

La NTP 339.033 indica que, el curado estándar es el método aplicado cuando los especímenes de ensayo son elaborados para los propósitos:

Ensayos de aceptación para una resistencia especificada, verificación de las proporciones de la mezcla para una resistencia especificada y control de calidad.

Los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente, a una temperatura de $23,0\text{ °C} \pm 2,0\text{ °C}$, usando agua de los tanques de almacenamientos o cuartos húmedos que cumplan con la NTP 334.077.



2.2.5.5 Curado Acelerado según la NTP 339.213

Como menciona su nombre, este tipo método acelera el desarrollo de la resistencia dotando de calor y humedad extra a la que posee el concreto permitiendo reducir su tiempo de curado.

Sobre el curado acelerado el N.T.E. E.060, 2009 en el inciso 5.11.8.2, menciona a respecto: El curado acelerado debe proporcionar una resistencia a la compresión del concreto, en la etapa de carga considerada, por lo menos igual a la resistencia de diseño requerida en dicha etapa de carga y produzca un concreto con una durabilidad equivalente al menos a la que se obtendría efectuando el curado de acuerdo a la N.T.E. E.060 incisos 5.11.5 o 5.11.6.

La Norma Técnica Peruana 339.213 establece 4 procedimientos para elaborar, curar y ensayar especímenes de concreto almacenados bajo condiciones que intentan acelerar el desarrollo de sus resistencias. “Los especímenes de concreto son expuestos a condiciones de curado acelerado para desarrollar una porción significativa de su resistencia última dentro de un periodo de tiempo que varía de las 5 a las 49 horas, dependiendo del procedimiento seleccionado”.

Tabla 6. *Métodos de aceleramiento de resistencia según NTP 339.213.*

| Proceso | Moldes | Fuentes de aceleración | Temperatura de curado acelerado °C | Edad de inicio de curado | Duración de curado | Edad de ensayo |
|---------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|---|--------------------|------------------|
| A | Reusable o uso simple | Calor de hidratación | 35 | Inmediatamente después de la colocación | 23,5 h +- 30 min | 24 h +- 15 min |
| B | Reusable o uso simple | Agua hirviendo | Hirviendo | 23 h +- 30 min después de la colocación | 3,5 h +- 5 min | 28,5h +- 15 min |
| C | Simple uso | Calor de hidratación | T inicial + calor de hidratación | Inmediatamente después de la colocación | 48 h +- 15 min | 49 h +- 15 min |
| D | Simple uso | Calor externo y presión | 150 | Inmediatamente después de la colocación | 5 h +- 5 min | 5,25 h +- 5 min* |

Fuente: Tabla 2.1. Norma NTP 339.213 cap. 8.3.

Para nuestra investigación se usó el método de aceleramiento B establecida en la norma NTP 339.213, donde se empleará el agua en ebullición, que nos permitirá realizar una proyección de resistencias a la compresión a 28 días con curado estándar, mediante el uso de valores de resistencia aceleradas a un día.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La investigación se realizó en el proyecto: "Mejoramiento de la infraestructura vehicular y peatonal de los jirones Orurillo (cuadras 1- 05), Leoncio Prado (cuadras 6 - 12) del distrito de Ayaviri, provincia de Melgar - Puno" ejecutado por la empresa contratista Consorcio Kolqueparque y el proyecto denominado: "Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal del jirón progreso del distrito de Ayaviri provincia de Melgar - Puno" ejecutado por la empresa contratista Consorcio Kunurana; ambos proyectos ejecutados en la ciudad de Ayaviri.

Los laboratorios empleados en la presente investigación son; el laboratorio denominado "ASAQALL INGENIEROS S.R.L." ubicada en el Jr. José María Eguren H-5B de la ciudad de Juliaca y el Laboratorio de Geotecnia, Mecánica de Suelos, Control de Calidad, Concreto y Pavimentos "GEOLUZMAR E.I.R.L.", ubicada, Jr. Cusco N°391 en la ciudad de Ayaviri.

Ubicación de los proyectos:

| | |
|-----------|-----------|
| Región | : Puno |
| Provincia | : Melgar |
| Distrito | : Ayaviri |
| Localidad | : Ayaviri |

Coordenadas de la provincia de Melgar:



Tabla 7. *Coordenadas de la provincia de Melgar.*

| Ubicación geográfica | coordenadas UTM WGS84 |
|----------------------|--------------------------|
| Norte | 8358120.00 N |
| Este | 323624.00 E |
| Altitud | 3920 m.s.n.m. |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

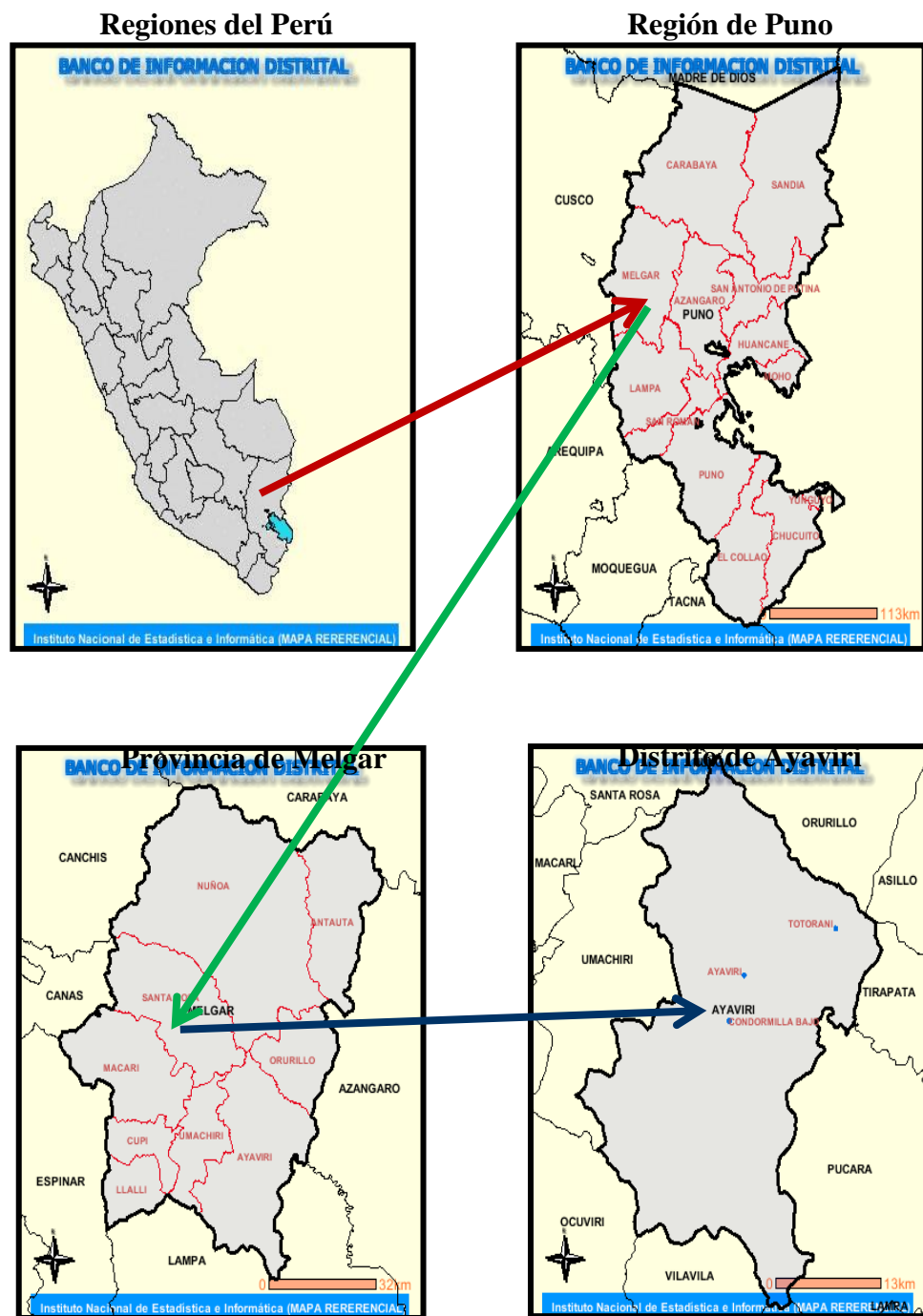


Figura 3. Límites geográficos del distrito de Ayaviri.

Fuente: Expediente técnico de la obra mejoramiento de la infraestructura vehicular y peatonal de los jirones Orurillo (cuadras 1- 05), Leoncio Prado (cuadras 6 - 12) del Distrito de Ayaviri, Provincia de Melgar – Puno.



3.2 PERIODO Y DURACIÓN DE ESTUDIO

El desarrollo de la presente investigación se realizó entre los meses de diciembre del 2019 a marzo del 2020.

3.3 PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

La procedencia del material utilizado es financiada por completo por el responsable de la tesis.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Especímenes de concretos curados por el método estándar, método condición de obra y método acelerado utilizando un total de 84 probetas utilizadas que también son parte de la muestra.

3.4.2 Muestra

La muestra establecida fue de 84 especímenes de concreto, 18 para el primer grupo experimental condición de obra (CO), 18 para el segundo grupo experimental estándar (E), y 48 para el tercer grupo experimental acelerado (A).

Tabla 8. *Tamaño de la muestra de la investigación.*

| DESCRIPCIÓN | Curado condición de Obra | | | Curado Estándar | | | Curado Acelerado | | |
|---------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|------|------|---------------------|------|------|
| | 7 | 14 | 28 | 7 | 14 | 28 | 3.5 | 7 | 12 |
| | días | días | días | días | días | días | hrs. | hrs. | hrs. |
| Condición de Obra | 6 | 6 | 6 | - | - | - | - | - | - |
| Estándar | - | - | - | 6 | 6 | 6 | - | - | - |
| Enfriado (2 hrs) | - | - | - | - | - | - | 8 | 8 | 8 |
| Enfriado (7 hrs) | - | - | - | - | - | - | 8 | 8 | 8 |
| Parcial por tiempo | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 16 | 16 | 16 |
| Parcial por curado | 18 especímenes | | | 18 especímenes | | | 48 especímenes | | |
| TOTAL | | | | 84 especímenes | | | | | |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.5 DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación es de un diseño cuasi experimental tomando el criterio de Hernández - Sampieri y Mendoza (2018) donde menciona que los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una o más variables, solo se difieren de los experimentos puros en el grado de seguridad que puedan tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi experimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento.

3.5.1 Tipo de la Investigación

El tipo de investigación es aplicada que se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad (Carrasco, 2005).

3.5.2 Nivel de la Investigación

La investigación es analítica, según Arias Odón (2012) la investigación de tipo analítico consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de

investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere a la presentación de resultados de manera analítica y descriptiva según los efectos dados en la resistencia del concreto.

3.6 VARIABLES

Variable Independiente: Curado bajo condiciones de obra, laboratorio y acelerado.

Variable Dependiente: Resistencia a la compresión del concreto premezclado

3.6.1 Variable Independiente (VI).

Tabla 9. *Variable independiente*

| Variable Independiente | Dimensiones | Indicadores | Escala de valores |
|---|--------------------|--------------------|--------------------------|
| Curado bajo condiciones de obra, laboratorio y acelerado. | Laboratorio | Temperatura | °C |
| | | Tiempo | días |
| | Condición de Obra | Temperatura | °C |
| | | Tiempo | días |
| | Acelerado | Temperatura | °C |
| | | Tiempo | horas |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.2 Variable Dependiente

Tabla 10. Variable dependiente

| Variable Dependiente | Dimensiones | Escala de valores |
|-----------------------------|---------------|--------------------|
| | Diámetro | cm |
| Resistencia a la compresión | Carga máxima | kg |
| | Esfuerzo | kg/cm ² |
| | Tipo de falla | entre 3 a 6 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.7 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

3.7.1 Para el Concreto Premezclado

- **Cemento:** Se ha utilizado Cemento Portland Tipo IP, marca RUMI.
- **Agregado Fino:** El agregado fino utilizado en el concreto premezclado y por ende en la presente investigación fue extraído de la cantera Chuquibambilla (Ayaviri).
- **Agregado Grueso:** Se utilizaron los agregados provenientes de la cantera Cabanillas (San Román), el tamaño estándar del agregado grueso se ciñe a la gradación N° 67 (ASTM C 33).
- **Agua:** Se utilizó agua potable de la ciudad de Ayaviri.

3.7.2 Para la Medición del Asentamiento y Moldeo de Especímenes

- **Molde Truncocónico (Cono de Abrams) :** Es el aparato para medir el asentamiento del concreto debe cumplir los requisitos de la NTP 339.035.

El espécimen de ensayo deberá ser formado en un molde de metal no atacable por pasta de cemento. El metal deberá tener un espesor mínimo de

1,5 mm y si el molde se ha formado por el proceso de embutido, no debe tener en ningún punto un espesor menor que 1,15 milímetros. El molde debe tener la forma de la superficie lateral de un tronco de cono, con un diámetro de 200 mm (8 pulgadas) en la base inferior, un diámetro superior de 100 mm (4 pulgadas) y una altura de 300 mm (12 pulgadas).

- **Moldes Cilíndricos de 15 cm x 30 cm:** Deberán cumplir con la NTP 339.209.
- **Varilla Compactadora:** Varilla circular recta de acero liso, con dimensiones conforme la Tabla 11 y que tenga su extremo de compactación, o ambos, terminados en punta semiesférica del mismo diámetro de la varilla.

Tabla 11. *Requisitos de la barra compactadora*

| Diámetro del A cilindro o ancho de la viga, mm | Dimensiones de la varilla | |
|--|---------------------------|----------------------------|
| | Diámetro, mm | Longitud de la varilla, mm |
| < 150 | 10 | 300 |
| 150 | 16 | 500 |
| 225 | 16 | 650 |

Tolerancia en la longitud, ± 100 mm Tolerancia en el diámetro ± 2 mm

Fuente: NTP 339.033, 2009

- **Martillo:** Martillo con cabeza de goma (caucho) o cuero, con una masa de $0,6 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$.
- **Dispositivo de Medida:** Una regla, cinta métrica de metal o instrumento similar rígido o semirrígido, cuya longitud de medición debe estar marcada en incrementos de 5 mm o menores. La longitud del instrumento debe ser por lo menos de 300 mm



- **Cronometro:** Para medir el tiempo.
- **Termocupla:** Dispositivo para medir la temperatura.

3.7.3 Para el Curado Estándar

- **Tanque Para Curado Estándar:** Tanque que pueda mantener agua libre sobre sus superficies permanentemente, a una temperatura de $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.7.4 Para el Curado Acelerado

- **Tanque para Curado Acelerado:** La NTP 339.213 recomienda que el nivel del agua mínimo sobre una probeta que está siendo curada aceleradamente debe ser de 10cm.; la distancia entre probetas que están siendo curadas debe ser como mínimo de 10cm y la distancia entre la pared interna del tanque de curado y la probeta debe ser como mínimo de 5cm. La distancia entre el fondo de la probeta y el fondo del tanque de curado acelerado deberá ser como mínimo de 7.5cm para permitir un flujo natural del agua.

Los materiales necesarios para implementar el ensayo de curado acelerado se describen cada a continuación.

- **02 Cilindros**, cortados de una altura de 70 cm y que permita el flujo natural del agua para cumplir con las recomendaciones de la NTP 339.213.
- **01 Termocupla**, para medir la temperatura del agua.
- **02 Cocina a gas**, para hervir el agua en los cilindros cortados y mantener el agua en ebullición.

3.7.5 Para el Ensayo de Compresión Simple

- **Prensa hidráulica:** Para el ensayo de determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- **Vernier:** Para medir las dimensiones de los especímenes.

3.8 PROCEDIMIENTO

3.8.1 Medición del asentamiento.

Se realizó el ensayo de la medición del asentamiento mediante el cono de Abrams para el concreto de donde se elaboran las muestras de concreto.

Después de la llegada de los camiones mixer y con la autorización de los ingenieros residentes de cada obra, se realizó el ensayo conforme lo establecido en la NTP 339.035.



Figura 4. Ensayo para la medición del asentamiento.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.8.2 Toma de Muestras de Concreto

Se realizó la toma de muestras de concreto de 84 especímenes en su totalidad, sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones.

Para la obtención de las muestras cilíndricas se ha empleado el método de consolidación por apisonado, cumpliendo estrictamente lo indicado en la NTP 339.033 donde se empleó moldes cilíndricos con un diámetro de 150 mm, para lo cual se procedió a realizar la consolidación en 3 capas y 25 golpes por capa. Al colocar la capa final, se adicióno una cantidad de concreto de manera que el concreto quedó a tope con el borde superior del molde después de la consolidación.

Este procedimiento se realizó en lugar mismo donde se ejecutan los proyectos de pavimentación, para las condiciones de curado planteadas de las tres distintas formas.



Figura 5. Toma de muestras de concreto.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.8.3 Acabado de los Especímenes

Se realizó el acabado final de la superficie expuesta del espécimen con la mínima manipulación necesaria a fin de lograr una superficie plana y a nivel con el borde del molde.

3.8.4 Identificación de los Especímenes

Se realizó la identificación de las muestras de concreto marcando apropiadamente el exterior del espécimen con la información del concreto que ellos representan.

3.8.5 Curado de los Especímenes

3.8.5.1 Curado por el Método bajo Condiciones de Obra

Se ha almacenado y curado los especímenes durante 7, 14 y 28 días respectivamente sobre la estructura y lo más cerca posible al punto del concreto al cual representa. Protegiendo la superficie de los especímenes, de la misma forma como el elemento de concreto formado y trabajado en obra. Proporcionando al cilindro la misma temperatura y humedad ambiental que tiene la estructura trabajada. Se ensayó el espécimen en las condiciones de humedad resultantes del tratamiento de curado especificado.



Figura 6. Curado de especímenes bajo las condiciones de obra.
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.8.5.2 Curado por el Método Laboratorio (Estándar)

El curado estándar se realizó de la siguiente manera; después de haber moldeado y acabado, los especímenes fueron almacenados por un período de hasta 24 h en un ambiente que previene la pérdida de humedad de los especímenes. Se ha protegido todos los especímenes de la luz directa del sol.

Luego de completar el curado inicial y dentro de los 30 min después de remover de los moldes, los especímenes fueron curados durante 7, 14 y 28 días respectivamente manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente, usando agua de los tanques de almacenamientos cumpliendo con lo establecido en la NTP 334.077.



Figura 7. Curado de especímenes en las condiciones de laboratorio.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.8.5.3 Curado por el Método Acelerado

Se procede a calentar el agua al menos 1 h antes del ensayo programado para permitir que la temperatura del agua se estabilice.

A las 23 h \pm 15 min después del moldeo, se realizó la colocación de los especímenes en el tanque de agua. Manteniendo la temperatura del agua hirviendo al tiempo de inmersión y a través del periodo de curado

Se registra la temperatura del agua de curado continua o periódicamente a través del periodo de curado. Así mismo se ha realizado el curado en agua hirviendo por; 3,5 h \pm 5 min, 7 h \pm 5 min y 12 h \pm 5min.

Después de haberse cumplido las horas de curado establecidas los especímenes fueron retirados del agua hirviendo, precediendo a enfriarlos los especímenes a la temperatura del ambiente durante tiempos de 2 h y 7 h.



Figura 8. Curado acelerado de especímenes.
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.



Figura 9. Medición de la temperatura.
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.8.6 Ensayo Para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto.

Para realizar el ensayo a compresión de los especímenes se procedió a trasladar los especímenes a laboratorio, antes de su rotura el técnico del laboratorio realizó la codificación, el tipo de curado, el tiempo de curado, la edad de los especímenes, el peso, las dimensiones de diámetro y la altura, una vez registrado los datos anteriormente descritos, se procedió a la rotura de la siguiente manera:

Con la maquina encendida, colocó al espécimen en la máquina de ensayo a compresión, se ubicó primeramente la placa circular inferior adecuadamente centrada, se continuó con la colocación del espécimen alineando su eje con el centro de la placa, se prosiguió colocando la placa superior con corrección centrada, posteriormente se bajó cuidadosamente la prensa hasta superponerse al espécimen.

Se aplicó carga axial uniforme y continua hasta la rotura del espécimen, teniendo en cuenta el rango de velocidad de carga normado (0.20 a 0.30Mpa/s).

Después de la rotura de los especímenes se registraron las cargas de rotura y analizó el tipo de fractura.



Figura 10. Prensa hidráulica.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se presentan los resultados de la presente investigación como la resistencia a la compresión de los especímenes de concretos curados de las tres distintas formas; el primero bajo las mismas condiciones que se realizó en obra; el segundo método de curado como normalmente se hace en los laboratorios; el tercero mediante el método de curado acelerado, dado por el comité ASTM C 684 a través del procedimiento B “Boiling Water Mehtod (Método de agua hirviendo).

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1 Resistencia a la Compresión del Concreto Curado en Obra.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de obra durante 7 días, 14 días y 28 días en pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri.

Tabla 12. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de obra hasta alcanzar la edad de 7 días.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| C. O.-001 | 32.190 | 14.70 | 189.67 | 67.74 |
| C. O.-002 | 30.660 | 14.60 | 183.14 | 65.41 |
| C. O.-003 | 30.885 | 14.75 | 180.75 | 64.55 |
| C. O.-010 | 31.625 | 14.70 | 186.34 | 66.55 |
| C. O.-011 | 32.145 | 14.80 | 186.85 | 66.73 |
| C. O.-012 | 33.403 | 15.00 | 189.02 | 67.51 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.



Tabla 13. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de obra hasta alcanzar la edad de 14 días.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| C. O.-004 | 37,210 | 14.70 | 219.25 | 78.30 |
| C. O.-005 | 38,152 | 14.80 | 221.77 | 79.20 |
| C. O.-006 | 36,788 | 14.70 | 216.76 | 77.41 |
| C. O.-013 | 37,624 | 14.80 | 218.70 | 78.11 |
| C. O.-014 | 36,840 | 14.70 | 217.07 | 77.52 |
| C. O.-015 | 37,727 | 14.80 | 219.30 | 78.32 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 14. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de obra hasta alcanzar la edad de 28 días.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| C. O.-007 | 42.460 | 14.70 | 250.18 | 89.35 |
| C. O.-008 | 44.380 | 14.80 | 257.97 | 92.13 |
| C. O.-009 | 44.557 | 14.75 | 260.76 | 93.13 |
| C. O.-016 | 43.802 | 14.75 | 256.34 | 91.55 |
| C. O.-017 | 44.898 | 14.80 | 260.98 | 93.21 |
| C. O.-018 | 43.213 | 14.60 | 258.12 | 92.18 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.1.1 *Comprobación de Hipótesis*

a) *Formulación de Hipótesis*

H₀: La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías, es igual al valor de diseño del concreto.

H_a: La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías, es menor al valor de diseño del concreto.

b) *Estadístico de Prueba*

Los datos han sido procesados utilizando el programa estadístico Minitap 18, utilizando en análisis de varianza por Tukey.

Tabla 15. *Resumen del Modelo.*

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 3.20207 | 99.01% | 98.87% | 98.57% |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la **Tabla 15**, se muestra el resumen de modelo de Tukey donde se evidencia un coeficiente de correlación de la Pearson que representa al 99,01% de datos que hacen posible predecir la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías.

Tabla 16. *Análisis de Varianza (ANOVA).*

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos | 2 | 15339.6 | 7669.82 | 748.04 | 0.001 |
| Error | 15 | 153.8 | 10.25 | | |
| Total | 17 | 15493.4 | | | |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Regla de decisión de la Hipótesis de la tabla ANOVA

Se rechaza $H_0 = \text{Valor } p < 0.05$

Se rechaza $H_a = \text{Valor } p > 0.05$

Decisión

De acuerdo la **Tabla 16**, se muestra un valor p de 0.001 el cual es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que, la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías, es menor al valor de diseño del concreto.

Tabla 17. *Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.*

| Tiempo de curado en (días) | N | Media | Agrupación |
|----------------------------|---|---------|------------|
| 28 | 6 | 257.39 | A |
| 14 | 6 | 218.808 | B |
| 7 | 6 | 185.96 | C |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo la **Tabla 17**, se muestra las medias en el cual las que no comparten una misma letra son significativamente diferentes.

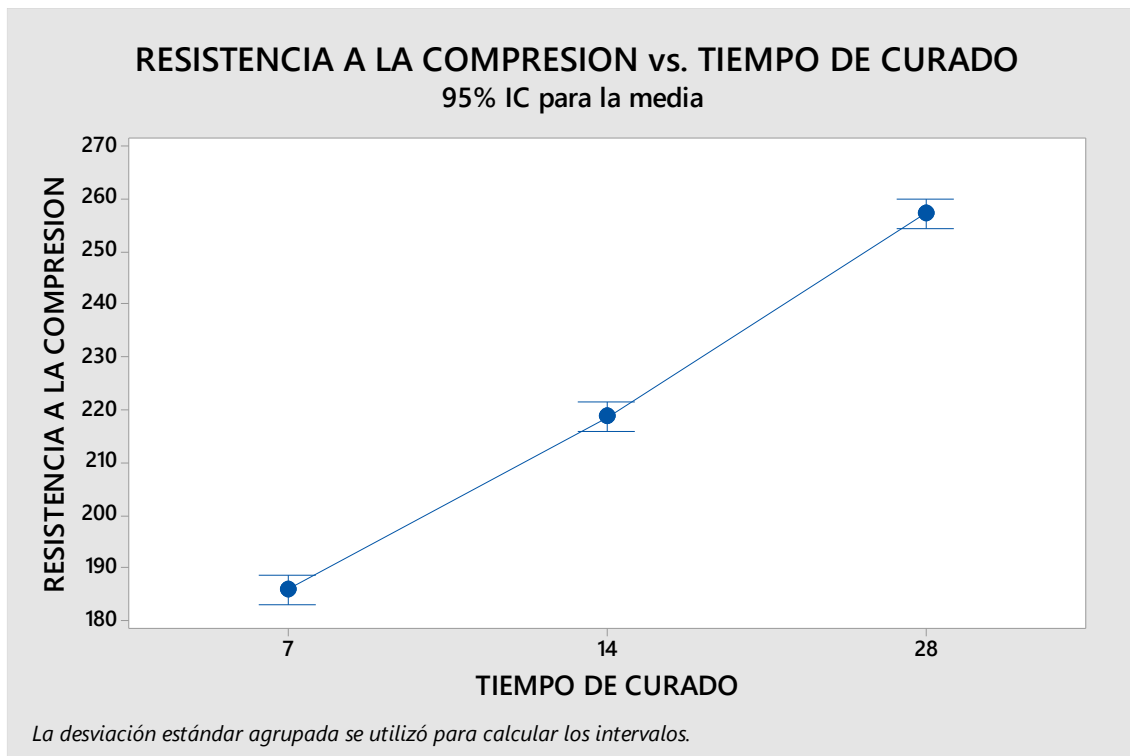


Figura 11. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de obra.

Tabla 18. Medias.

| Tiempo de curado en (días) | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|----------------------------|---|---------|-----------|--------------------|
| 7 | 6 | 185.96 | 3.44 | (183.18; 188.75) |
| 14 | 6 | 218.808 | 1.813 | (216.022; 221.595) |
| 28 | 6 | 257.39 | 3.95 | (254.61; 260.18) |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la **Tabla 18**, se comprueba mediante el ensayo de compresión simple que las muestras curadas bajo las condiciones de obra son menores y no alcanzaron al valor de diseño de mezclas para un concreto premezclado $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ y que además los especímenes a **7 días** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **185.96 kg/cm²**, que es equivalente al **66.41%** de la resistencia a la cual fue diseñada; a **14 días** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **218.80 kg/cm²**, que es equivalente al **78.14%** de la resistencia a la cual fue diseñada y los especímenes a **28 días** de edad alcanzaron una

resistencia promedio de **257.39 kg/cm²**, que es equivalente al **91.93%** de la resistencia a la cual fue diseñada.

4.1.2 Resistencia a la Compresión del Concreto Curado en Laboratorio.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de laboratorio o estándar durante 7 días, 14 días y 28 días en pavimentación de vías.

Tabla 19. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de laboratorio o estándar hasta alcanzar la edad de 7 días.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| EST - 001 | 40.181 | 14.70 | 236.75 | 84.55 |
| EST - 002 | 40.276 | 14.75 | 235.71 | 84.18 |
| EST - 003 | 39.224 | 14.70 | 231.11 | 82.54 |
| EST - 010 | 39.951 | 14.75 | 233.80 | 83.50 |
| EST - 011 | 39.810 | 14.80 | 231.41 | 82.65 |
| EST - 012 | 39.511 | 14.70 | 232.81 | 83.14 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 20. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de laboratorio o estándar hasta alcanzar la edad de 14 días.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| EST - 004 | 43,612 | 14.65 | 258.73 | 92.40 |
| EST - 005 | 44,552 | 14.70 | 262.51 | 93.75 |
| EST - 006 | 44,888 | 14.70 | 264.49 | 94.46 |
| EST - 013 | 44,505 | 14.70 | 262.23 | 93.65 |
| EST - 014 | 44,302 | 14.70 | 261.03 | 93.23 |
| EST - 015 | 44,337 | 14.60 | 264.83 | 94.58 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 21. Resistencia a la compresión de especímenes por el método condición de laboratorio o estándar hasta alcanzar la edad de 28 días.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| EST – 007 | 49.390 | 14.80 | 287.09 | 102.53 |
| EST – 008 | 49.660 | 14.70 | 292.60 | 104.50 |
| EST - 009 | 49.883 | 14.70 | 293.92 | 104.97 |
| EST – 016 | 49.828 | 14.70 | 293.59 | 104.86 |
| EST – 017 | 50.450 | 14.70 | 297.26 | 106.16 |
| EST - 018 | 50.326 | 14.80 | 292.54 | 104.48 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2.1 Comprobación de Hipótesis

a) Formulación de Hipótesis

H₀: La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías es igual al valor de diseño del concreto.

H_a: La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías, es ligeramente mayor al valor de diseño del concreto.

b) Estadístico de prueba

Los datos han sido procesados, se utilizó el paquete MINITAB 18:

Tabla 22. *Resumen del modelo.*

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 2.65975 | 99.00% | 98.87% | 98.56% |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la **Tabla 22**, el coeficiente de determinación (R cuadrado) representa al 99,00% de datos que hacen posible predecir la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías.

Tabla 23. *Análisis de Varianza (ANOVA).*

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos | 2 | 10529.7 | 5264.84 | 744.23 | 0.001 |
| Error | 15 | 106.1 | 7.07 | | |
| Total | 17 | 10635.8 | | | |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Regla de decisión de la Hipótesis de la tabla ANOVA

Se rechaza $H_0 = \text{Valor } p < 0.05$

Se rechaza $H_a = \text{Valor } p > 0.05$

Decisión

De acuerdo la **tabla 23**, se muestra un valor p de 0.001 el cual es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que; la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías, es ligeramente mayor al valor de diseño del concreto.

Tabla 24. Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

| Tiempo de curado | N | Media | Agrupación |
|------------------|---|---------|------------|
| 28 | 6 | 292.83 | A |
| 14 | 6 | 262.303 | B |
| 7 | 6 | 233.598 | C |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo la **Tabla 24**, se muestra las medias en el cual se evidencia que son significativamente diferentes.

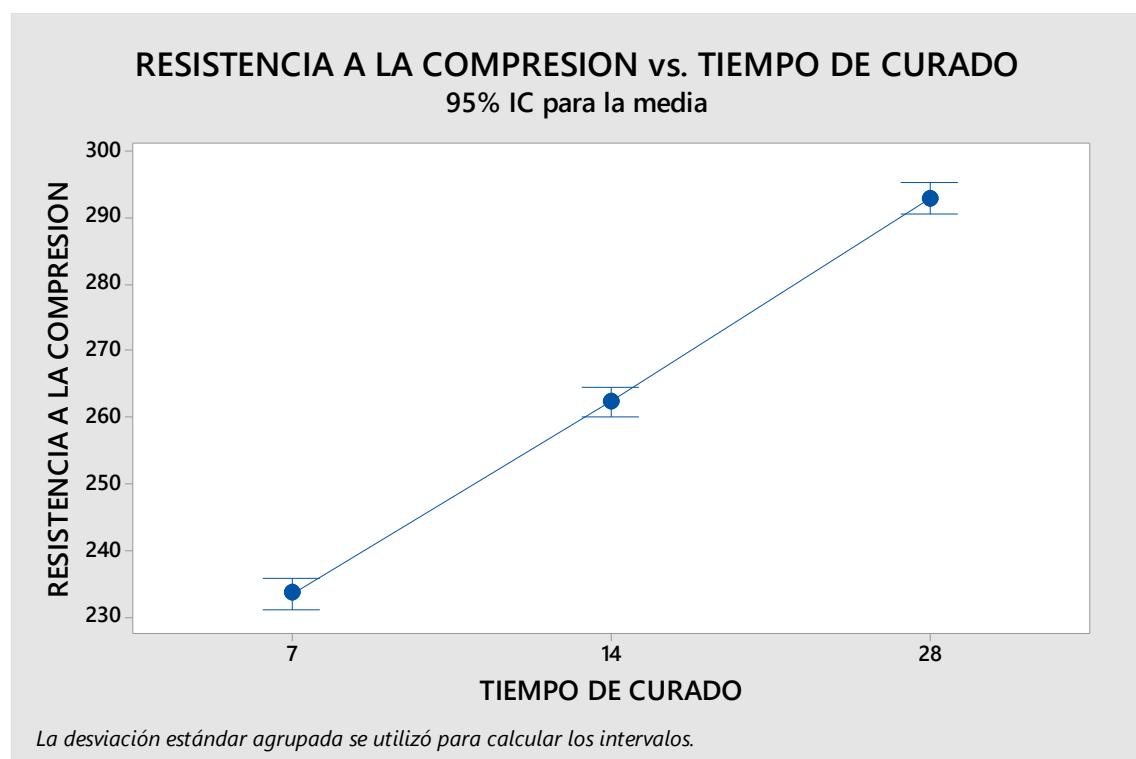


Figura 12. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de laboratorio.

Tabla 25. Medias a diferente tiempo de curado

| Tiempo de curado | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|------------------|---|---------|-----------|--------------------|
| 7 | 6 | 233.598 | 2.282 | (231.284, 235.913) |
| 14 | 6 | 262.303 | 2.263 | (259.989, 264.618) |
| 28 | 6 | 292.83 | 3.30 | (290.52, 295.15) |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la **Tabla 25**, se comprueba mediante el ensayo de compresión simple que las muestras curados bajo las condiciones de laboratorio o estándar alcanzaron al valor de diseño de mezclas para un concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm². Así también se comprueba que el diseño de mezclas para un concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² está bien realizado y que además los especímenes a **7 días** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **233.60 kg/cm²**, que es equivalente al **83.43%** de la resistencia a la cual fue diseñada; a **14 días** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **262.30 kg/cm²**, que es equivalente al **93.68%** de la resistencia a la cual fue diseñada y los especímenes a **28 días** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **292.83 kg/cm²**, que es equivalente al **104.58%** de la resistencia a la cual fue diseñada.

4.1.3 Resistencia a la Compresión del Concreto con Curado Acelerado.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² con curado acelerado durante 3.5 horas, 7 horas y 12 horas en pavimentación de vías con un tiempo de secado de 2 horas.

Tabla 26. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 3.5 horas, tiempo secado 2 horas.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| A-001 | 34,463 | 14.65 | 204.45 | 73.02 |
| A-002 | 33,456 | 14.70 | 197.13 | 70.40 |
| A-003 | 34,277 | 14.70 | 201.97 | 72.13 |
| A-004 | 32,853 | 14.75 | 192.26 | 68.67 |
| A-005 | 25,914 | 14.60 | 154.79 | 55.28 |
| A-006 | 33,237 | 14.65 | 197.18 | 70.42 |
| A-007 | 30,146 | 14.60 | 180.07 | 64.31 |
| A-008 | 31,816 | 14.70 | 187.46 | 66.95 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 27. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 7 horas, tiempo secado 2 horas.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| A-041 | 38,679 | 14.70 | 227.90 | 81.39 |
| A-042 | 39,245 | 14.75 | 229.67 | 82.03 |
| A-043 | 39,687 | 14.80 | 230.69 | 82.39 |
| A-044 | 40,125 | 14.70 | 236.42 | 84.44 |
| A-045 | 39,894 | 14.70 | 235.06 | 83.95 |
| A-046 | 39,298 | 14.75 | 229.98 | 82.14 |
| A-047 | 39,355 | 14.70 | 231.89 | 82.82 |
| A-048 | 40,025 | 14.80 | 232.66 | 83.09 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 28. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 12 horas, tiempo secado 2 horas.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| A-009 | 41,810 | 14.70 | 246.35 | 87.98 |
| A-010 | 43,372 | 14.70 | 255.55 | 91.27 |
| A-011 | 44,320 | 14.75 | 259.37 | 92.63 |
| A-012 | 42,829 | 14.70 | 252.36 | 90.13 |
| A-013 | 44,083 | 14.70 | 259.74 | 92.77 |
| A-014 | 43,936 | 14.65 | 260.65 | 93.09 |
| A-015 | 43,551 | 14.75 | 254.87 | 91.03 |
| A-016 | 43,882 | 14.70 | 258.56 | 92.34 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² con curado acelerado durante 3.5 horas, 7 horas y 12 horas en pavimentación de vías con un tiempo de secado de 7 horas.

Tabla 29. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 3.5 horas, tiempo secado 7 horas.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| A-017 | 37,824 | 14.70 | 222.87 | 79.59 |
| A-018 | 40,049 | 14.75 | 234.38 | 83.71 |
| A-019 | 39,200 | 14.70 | 230.97 | 82.49 |
| A-020 | 38,196 | 14.70 | 225.06 | 80.38 |
| A-021 | 38,477 | 14.65 | 228.26 | 81.52 |
| A-022 | 39,883 | 14.70 | 235.00 | 83.93 |
| A-023 | 38,254 | 14.80 | 222.36 | 79.42 |
| A-024 | 40,123 | 14.75 | 234.81 | 83.86 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 30. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 7 horas, tiempo secado 7 horas.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| A-033 | 42,828 | 14.70 | 252.35 | 90.12 |
| A-034 | 41,450 | 14.70 | 244.23 | 87.22 |
| A-035 | 44,326 | 14.80 | 257.66 | 92.02 |
| A-036 | 42,387 | 14.70 | 249.75 | 89.20 |
| A-037 | 44,225 | 14.80 | 257.07 | 91.81 |
| A-038 | 44,544 | 14.70 | 262.46 | 93.74 |
| A-039 | 43,613 | 14.70 | 256.97 | 91.78 |
| A-040 | 43,746 | 14.80 | 254.29 | 90.82 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 31. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método curado acelerado de la NTP 339.213; tiempo curado 12 horas, tiempo secado 7 horas.

| Descripción de probetas | Lectura dial en kg/cm ² | Diam. (o) | Resistencia kg/cm ² | % Resistencia obtenida |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|
| A-025 | 49,915 | 14.70 | 294.11 | 105.04 |
| A-026 | 47,706 | 14.75 | 279.19 | 99.71 |
| A-027 | 49,216 | 14.70 | 289.99 | 103.57 |
| A-028 | 50,667 | 14.80 | 294.52 | 105.18 |
| A-029 | 48,567 | 14.70 | 286.16 | 102.20 |
| A-030 | 48,176 | 14.75 | 281.94 | 100.69 |
| A-031 | 50,222 | 14.90 | 288.03 | 102.87 |
| A-032 | 51,028 | 14.80 | 296.62 | 105.93 |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.1 Comprobación de Hipótesis

a) Formulación de Hipótesis

H₀: Con el curado acelerado no se obtiene en un corto tiempo una resistencia a la compresión similar al valor de diseño del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² en pavimentación de vías

H_a: Con el curado acelerado se obtiene en un corto tiempo una resistencia a la compresión similar al valor de diseño del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² en pavimentación de vías.

b) Estadístico de prueba

Los datos han sido procesados, se utilizó el paquete MINITAB 18:

Resumen del Modelo.

Tabla 32. Resumen del Modelo para secado de 2 horas.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 9.80723 | 89.76% | 88.79% | 86.63% |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 33. Resumen del Modelo para secado de 7 horas.

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| 5.72786 | 95.41% | 94.98% | 94.01% |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De las **Tabla 32** y **Tabla 33**, el coeficiente de determinación (R cuadrado) representa al 89.76% y 95.41% de datos que hacen posible predecir en un tiempo corto la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² en pavimentación de vías.

Análisis de Varianza (ANOVA).

Tabla 34. Análisis de Varianza (ANOVA) para secado de 2 horas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos | 2 | 17711 | 8855.31 | 92.07 | 0.001 |
| Error | 21 | 2020 | 96.18 | | |
| Total | 23 | 20161 | | | |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 35. Análisis de Varianza (ANOVA) para secado de 7 horas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos | 2 | 14327.9 | 7163.95 | 218.36 | 0.001 |
| Error | 21 | 689.0 | 32.81 | | |
| Total | 23 | 15016.9 | | | |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Regla de decisión de la Hipótesis de la tabla ANOVA

Se rechaza $H_0 = \text{Valor } p < 0.05$

Se rechaza $H_a = \text{Valor } p > 0.05$

Decisión

De acuerdo a la **Tablas 34 y Tabla 35**, se muestra un valor p de 0.001 el cual es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que, con el curado acelerado se obtiene en un corto tiempo una resistencia a la compresión similar al valor de diseño del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentación de vías.

Agrupaciones utilizando el método de Tukey

Tabla 36. *Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% para secado de 2 horas.*

| Tiempo de curado | N | Media | Agrupación |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|
| 12.0 | 8 | 255.93 | A |
| 7.0 | 8 | 221.15 | B |
| 3.5 | 8 | 189.41 | C |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 37. *Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% para secado de 7 horas.*

| Tiempo de curado | N | Media | Agrupación |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|
| 12.0 | 8 | 288.82 | A |
| 7.0 | 8 | 254.35 | B |
| 3.5 | 8 | 229.21 | C |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo la **Tabla 36 y Tabla 37**, se muestra las medias en el cual se evidencia que son significativamente diferentes.

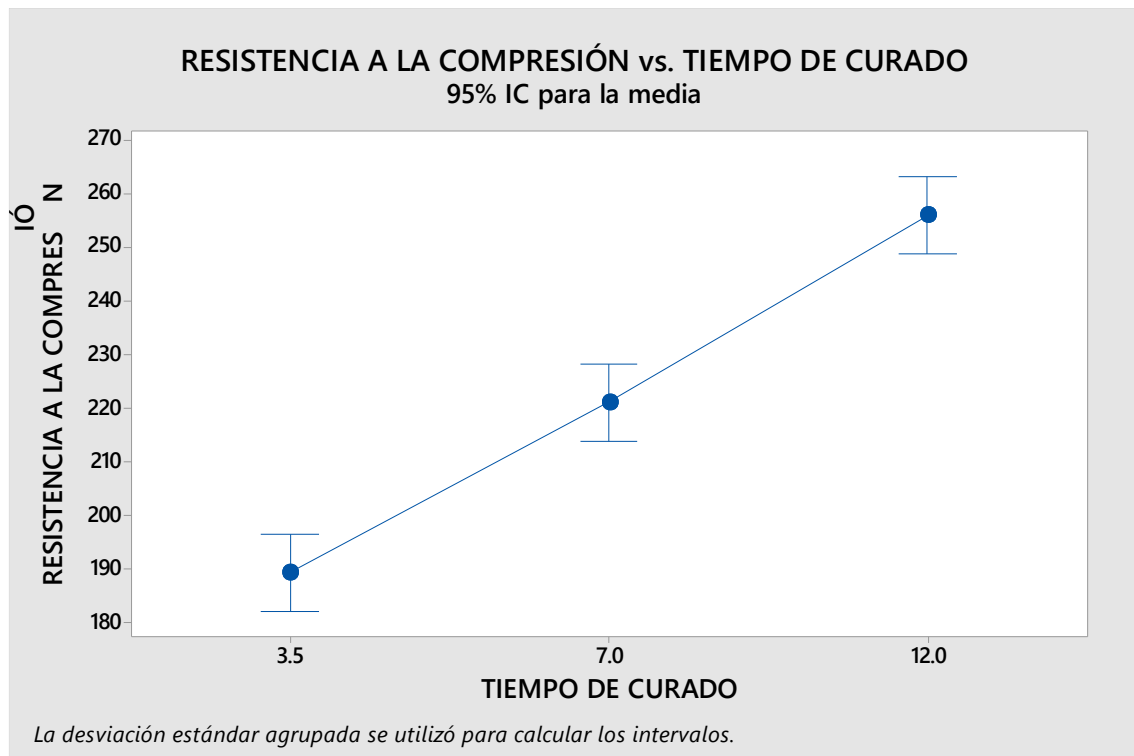


Figura 13. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de acelerado con secado de 2 horas.

Tabla 38. Medias.

| Tiempo de curado | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|------------------|---|--------|-----------|------------------|
| 3.5 | 8 | 189.41 | 16.04 | (182.20; 196.62) |
| 7.0 | 8 | 221.15 | 2.85 | (213.94; 228.36) |
| 12.0 | 8 | 255.93 | 4.80 | (248.72; 263.14) |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la **Tabla 38**, se comprueba mediante el ensayo de compresión simple que las muestras curados bajo las condiciones de acelerado con un secado de 2 horas no alcanzaron al valor de diseño de mezclas para un concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y que además los especímenes curados a **3.5 horas** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **189.41 kg/cm²**, que es equivalente al **67.75%** de la resistencia a la cual fue diseñada; a **7 horas** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **221.15 kg/cm²**, que es equivalente al **78.14%** de la resistencia a la cual fue diseñada y los especímenes a **28 días** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **255.93 kg/cm²**, que es equivalente al **91.41%** de la resistencia a la cual fue diseñada.

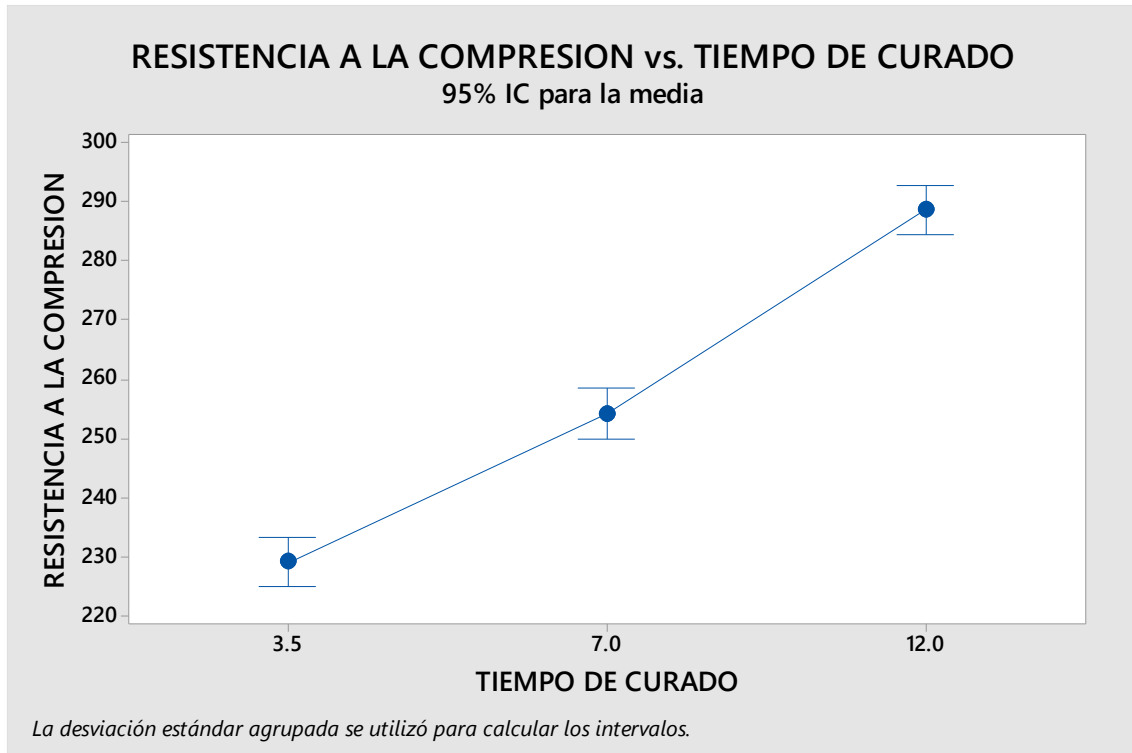


Figura 14. Gráfica de resistencia a la compresión del concreto curado bajo condiciones de acelerado con secado de 7 horas.

Tabla 39. Medias a diferente tiempo de curado

| Tiempo de curado | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|------------------|---|--------|-----------|------------------|
| 3.5 | 8 | 229.21 | 5.34 | (225.00; 233.43) |
| 7.0 | 8 | 254.35 | 5.59 | (250.14; 258.56) |
| 12.0 | 8 | 288.82 | 6.22 | (284.61; 293.03) |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la **Tabla 39**, se comprueba mediante el ensayo de compresión simple que las muestras curadas bajo las condiciones de acelerado con un secado de 7 horas alcanzaron al valor de diseño de mezclas para un concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y que además los especímenes curados a **3.5 horas** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **229.21 kg/cm²**, que es equivalente al **81.86%** de la resistencia a la cual fue diseñada; a **7 horas** de edad alcanzaron una resistencia promedio de **254.35 kg/cm²**, que es equivalente al **90.84%** de la resistencia a la cual fue diseñada y los especímenes a **28 días** de edad

alcanzaron una resistencia promedio de **288.82 kg/cm²**, que es equivalente al **103.15%** de la resistencia a la cual fue diseñada.

4.1.4 Diferencia en la Resistencia a la Compresión del Concreto entre el Curado en Obra y Laboratorio.

A continuación, se muestra en las siguientes tablas en las cuales se resumen las diferencias entre la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de obra y laboratorio en pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri Región Puno 2020.

Tabla 40. Resistencia a la compresión promedio de los grupos de condición de obra, condición de laboratorio o estándar y curado acelerado.

| DESCRIPCIÓN | Resumen de resistencia a la compresión promedio de los grupos de condición de obra, condición de laboratorio o estándar y curado acelerado. | | | | | |
|---------------------|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | 3.5 hrs. | 7 hrs. | 12 hrs. | 7 días | 14 días | 28 días |
| Cond. Obra | - | - | - | 185.96 kg/cm ² | 218.81 kg/cm ² | 257.39 kg/cm ² |
| Cond. Laboratorio | - | - | - | 233.27 kg/cm ² | 262.303 kg/cm ² | 292.83 kg/cm ² |
| C. Acelerado (2hrs) | 189.41 kg/cm ² | 221.15 kg/cm ² | 255.93 kg/cm ² | - | - | - |
| C. Acelerado (7hrs) | 229.21 kg/cm ² | 254.35 kg/cm ² | 288.82 kg/cm ² | - | - | - |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 41. Resistencia a la compresión en porcentaje promedio de los grupos de condición de obra, condición de laboratorio o estándar y curado acelerado.

| DESCRIPCIÓN | Resumen de resistencia a la compresión en porcentaje promedio de los grupos de condición de obra, condición de laboratorio o estándar y curado acelerado. | | | | | |
|---------------------|---|---------|----------|---------|---------|---------|
| | 3.5 hrs. | 7 hrs. | 12 hrs | 7 días | 14 días | 28 días |
| Cond. Obra | - | - | - | 66.41 % | 78.14 % | 91.93% |
| Cond. Laboratorio | - | - | - | 83.31 % | 93.68 % | 104.58% |
| C. Acelerado (2hrs) | 67.65 % | 78.98 % | 91.41 % | - | - | - |
| C. Acelerado (7hrs) | 81.86 % | 90.84 % | 103.15 % | - | - | - |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 42. Diferencia promedio de los grupos de condición de obra y condición de laboratorio o estándar

| DESCRIPCIÓN | Resumen de resistencia a la compresión promedio de los grupos de condición de obra y condición de laboratorio | | | | | |
|--|---|----------------|--|---------------|--|---------------|
| | 7 días | | 14 días | | 28 días | |
| Cond. Obra | 185.96 kg/cm ² | 66.41 % | 218.81 kg/cm ² | 78.14 % | 257.39 kg/cm ² | 91.93% |
| Cond. Laboratorio | 233.27 kg/cm ² | 83.31 % | 262.30 kg/cm ² | 93.68 % | 292.83 kg/cm ² | 104.58% |
| Diferencia en (kg/cm²) y % | 74.31 kg/cm² | 16.90 % | 34.49 kg/cm² | 15.53% | 35.44 kg/cm² | 12.66% |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 43. Resumen de Resistencias a la compresión promedio de los grupos de curado acelerado.

| DESCRIPCIÓN | Resumen de resistencia a la compresión promedio de los grupos de curado acelerado. | | | | | |
|------------------------|--|---------|------------------------------|---------|------------------------------|----------|
| | 3.5 hrs. | | 7 hrs. | | 12 hrs. | |
| Enfriado (2hrs) | 189.41 kg/cm ² | 67.65 % | 221.15 kg/cm ² | 78.98 % | 255.93 kg/cm ² | 91.40 % |
| Enfriado (7hrs) | 229.21 kg/cm ² | 81.86 % | 254.35 kg/cm ² | 90.84 % | 288.82 kg/cm ² | 103.15 % |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la **Tabla 40**, **Tabla 41**, **Tabla 42** y **Tabla 43** se precisa los siguientes:

La resistencia a compresión obtenida por el método condición de obra es inferior a la resistencia a compresión obtenida por el método condición de laboratorio o estándar.

La diferencia obtenida en los resultados a la compresión del concreto premezclado $f'c=280$ kg/cm² curado bajo condiciones de obra y curado bajo condiciones laboratorio en la pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri Región Puno 2020; es de 47.31 kg/cm², 34.49 kg/cm² y 35.44 kg/cm² el cual representa el 16.90%, 15.53% y 12.66% de la resistencia de diseño a 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.

Se precisa que los especímenes curados bajo la condición de curado acelerado y enfriados durante 7 horas a más, son superiores en la resistencia a compresión comparados con los especímenes enfriados durante 2 horas, se asume, que esto es debido a la temperatura de los especímenes al momento de la rotura.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 Comparación de Resultados Obtenidos con los Antecedentes.

4.2.1.1 Resistencia a la compresión del concreto Curado en Obra y Laboratorio

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en la presente investigación y en las investigaciones realizadas en los antecedentes sobre la resistencia a la compresión del concreto curado bajo las condiciones de obra y laboratorio durante 7 días, 14 días y 28 días:

Tabla 44. Comparación de Resultados Obtenidos con los Obtenidos en las Tesis Antecedentes.

| Tiempo (Días) | Resultados Obtenidos | | Resultados de Investigaciones Antecedentes | | | | | |
|------------------|----------------------|---------|--|----------|--------------------|---------|--------------------|---------|
| | | | Investigación N°01 | | Investigación N°02 | | Investigación N°03 | |
| | Lab. | Obra | Lab. | Obra | Lab. | Obra | Lab. | Obra |
| 0 | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % |
| 7 | 83.31 % | 66.41 % | 114.82 % | 86.07 % | 100.00 % | 80.79 % | 60.09 % | 56.69 % |
| 14 | 93.68 % | 78.14 % | 132.60 % | 117.49 % | 100.00 % | 82.35 % | 96.56 % | 72.51 % |
| 28 | 104.58% | 91.93% | 156.23 % | 135.51 % | 100.00 % | 81.60 % | 106.11 % | 82.09 % |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- La investigación N°01 corresponde a la investigación denominada: *“Evaluación de la Resistencia a la Compresión del Curado de Concreto en Obra y Laboratorio, en el Distrito de Yanacancha, Pasco – 2017”*, realizado por Lizbeth Fiorella LOYA OLIVERA.
- La investigación N°02 corresponde a la investigación denominada: *“Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando diferentes métodos de curado, Lima 2018”*, realizado por Valenzuela Noa, Luis Alfredo.

- La investigación N°03 corresponde a la investigación denominada: “*Influencia del Curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac*”, realizado por CUELLAR LOAIZA, Julio Cesar y SEQUEIROS ARONE, Walker.

Se observa que los resultados obtenidos y en los tres antecedentes de esta investigación en cuanto al curado en laboratorio estos son considerablemente mayores con respecto a los resultados obtenidos del concreto curado en obra.

4.2.1.2 Resistencia a la Compresión del Concreto con Curado Acelerado.

Tabla 45. Comparación de Resultados Obtenidos con los Obtenidos en las Tesis Antecedentes.

Resumen de resistencia a la compresión en porcentaje promedio de los grupos de curado acelerado.

| Tiempo (Horas) | Resultados Obtenidos | | Resultados de Investigaciones Antecedentes | | | |
|-------------------|----------------------|----------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Enfriamiento (2h) | Enfriamiento (7h) | Investigación N°01 | | Investigación N°02 | |
| | | | Enfriamiento (2h) | Enfriamiento (7h) | Enfriamiento (2h) | Enfriamiento (7h) |
| 0 | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % | 0.00 % |
| 3.5 | 67.65 % | 81.86 % | 62.50 % | 72.26 % | 63.82 % | 74.99 % |
| 7.00 | 78.98 % | 90.84 % | 80.62 % | 90.58 % | 84.83 % | 95.46 % |
| 12.00 | 91.41 % | 103.15 % | 100.69 % | 111.14 % | 101.41 % | 108.33 % |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- La investigación N°01 corresponde a la investigación denominada: “*Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c=280$ kg/cm²*”, realizado por César Erixon ZORRILLA RODRÍGUEZ.
- La investigación N°02 corresponde a la investigación denominada: “*Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia y Región de Pasco*”, realizado por Filomeno Clemens Filio Chagua.



Se precisa que los especímenes curados mediante el método de curado acelerado y enfriados durante 7 horas a más, son superiores en la resistencia a compresión comparados con los especímenes enfriados durante 2 horas. Esto debido a la temperatura de los especímenes al momento de la rotura.

Con los resultados obtenidos en la investigación y con los obtenidos en las investigaciones antecedentes, las muestras curadas por el método de curado acelerado durante 12 horas y enfriadas durante 7 horas a más, alcanza la resistencia de diseño de los especímenes curados durante 28 días.

V. CONCLUSIONES

- Existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra y curado bajo condiciones laboratorio en la pavimentación de vías en el distrito de Ayaviri Región Puno 2020 es de; 47.31 kg/cm^2 , 34.49 kg/cm^2 y 35.44 kg/cm^2 el cual representa el 16.90%, 15.53% y 12.66% de la resistencia de diseño a 7 días, 14 días y 28 días respectivamente (tabla 42 del capítulo de resultados y discusiones).
- La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de obra en pavimentación de vías es de; 185.96 kg/cm^2 , 218.81 kg/cm^2 y 257.39 kg/cm^2 que representa el 66.41%, 78.15% y 91.93% de la resistencia de diseño a 7 días, 14 días y 28 días respectivamente, el cual es menor al valor de diseño del concreto (tabla 42 del capítulo de resultados y discusiones).
- La resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ curado bajo condiciones de laboratorio en pavimentación de vías es de; 233.27 kg/cm^2 , 262.30 kg/cm^2 y 292.83 kg/cm^2 que representan 83.31%, 93.68% y 104.58% de la resistencia de diseño a 7 días, 14 días y 28 días respectivamente, el cual es ligeramente mayor al valor de diseño (tabla 42 del capítulo de resultados y discusiones).
- Con el curado acelerado se ha obtenido en un corto tiempo resultados de la resistencia a la compresión del concreto premezclado $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentación de vías (tabla 43 del capítulo de resultados y discusiones), Teniendo como resultados:

Para la condición de curado acelerado mediante el método de agua hirviendo, método B durante 3.5 horas, 7 horas y 12 horas, con un tiempo de enfriado de 2 horas +/- 10 minutos se ha obtenido los resultados de la resistencia a la compresión del concreto 189.41 kg/cm^2 , 221.15 kg/cm^2 y 255.93 kg/cm^2 lo



cual representa el 67.65 %, 78.98 % y 91.40 % del valor de la resistencia de diseño.

Para la condición de curado acelerado mediante el método de agua hirviendo, método B durante 3.5 horas, 7 horas y 12 horas, con un tiempo de enfriado de 7 se ha obtenido los resultados de la resistencia a la compresión del concreto 229.21 kg/cm², 254.35 kg/cm² y 288.82 kg/cm² lo cual representa el 81.86 %, 90.84 % y 103.15 % del valor de la resistencia de diseño.



VI. RECOMENDACIONES

Estudiar el efecto de la resistencia del concreto curado bajo condiciones de obra en los meses de mayo, junio, julio y agosto por el descenso de la temperatura en la región de Puno el cual varía entre $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadamente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)* (Editorial San Marcos E.I.R.L.; Segunda Edición).
- Arias Odón, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica* (Sexta Edición).
- Curbelo, B. J. (2015). *Concreto Estructural*.
- Guevara Dias, D. D. (2014). *Resistencia y costo del concreto premezclado y del concreto hecho al pie de obra, en función al volumen de vaciado*.
- Gutierrez de Lopez, L. (2003). *El Concreto y Otros Materiales para la Construcción* (Segunda Edición).
- Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado* (Tercera Edición).
- N.T.E. E.060 CONCRETO ARMADO (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.114 2012 (2012). *Concreto premezclado* (3ra Edición).
- Osorio, D. J. (2004). *Manual de Control de Calidad del Concreto en la Obra*.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú* (Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional).
- Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnología del Concreto de Alto Desempeño*.
- Rivera López, G. A. (n.d.). *Concreto Simple*.
- Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto* (Primera Edición).
- Torre Carrillo, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto para Ingenieros Civiles*.
- Loya Olivera, L. F. (2018). *Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017*.



- Torres Lucumi, G. (2018). *Estudio de la variación de la Resistencia en compresión en Concretos $f'c=210$ kg/cm² para Columnas a efectos del curado.*
- Valenzuela Noa, L.A. (2018). *Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando diferentes métodos de curado, Lima 2018.*
- Zorrilla Rodríguez, C. E. (2018). *Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $f'c=280$ kg/cm².*
- Filio Chagua, F. C. (2019). *Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia y Región de Pasco.*
- Jordán Vélez, J. E., Montoya Rodríguez, J. L. y Ocoró Alegría K. F. (2017). *Comparación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto hidráulico sometidos a condiciones tradicionales de curado y humedad ambiental.*
- Rodríguez Vaca, C. R. y Torres Chamorro, E. S. (2018). *Fabricación de un dispositivo, para generar el curado acelerado en cilindros de hormigón, para evaluar la resistencia a la compresión en un tiempo menor a las 24 horas.*
- Cuellar Loaiza, J. C. y Sequeiros Arone, W. (2017). *Influencia del Curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac.*
- Estela, Uriarte, A. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca- Chiclayo.*
- Gago Dávila, R. A. (2019). *Análisis comparativo del concreto $f'c=280$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm², en pavimentos de vías urbanas - San Jerónimo de Tunán, Huancayo.*
- Duran Mendoza, J. M. (2018). *Estudio de las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² aplicado a condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa, con Cemento Portland tipo IP.*
- Ortiz Hinostroza, F. K. (2020). *Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con antisol en la resistencia del concreto.*
- Vargas Hilario, C. (2018). *Estudio comparativo de métodos normalizados de curado acelerado - procedimientos B y D de la NTP 339.213: 2017.*
- Jácobo Alcántara, A. K. (2019). *Influencia del curado del concreto con agua y curado artificial en la resistencia a la compresión del concreto.*



Morales Leon, E. C. (2020). Resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm² elaborados con cementos tipo I y V curados con agua de mar.

Hernandez - Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodologia de Investigacion, las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta.* Mexico: McGRAWHILL INTERAMERICANA EDITORES, S. A. de C.V. doi:ISBN: 978-1-4562-6096-5



ANEXOS

Anexo A: Diseño de mezclas.

ASAQALL INGENIEROS S.R.L.
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN
RUC: 20601118191

Ejecución de Obras, Supervisión, Control de Calidad
Servicios Electromecánicos, Servicio en General

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON PIEDRA CHANCADA

PROYECTO:

**“MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA
VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES
ORURILLO (CUADRAS 01 - 05), LEONCIO PRADO
(CUADRAS 06 - 12) DEL DISTRITO DE AYAVIRI,
PROVINCIA DE MELGAR - PUNO”**

DICIEMBRE 2019

PRINCIPAL: JR. JOSÉ MARÍA EGUREN H-5B
JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

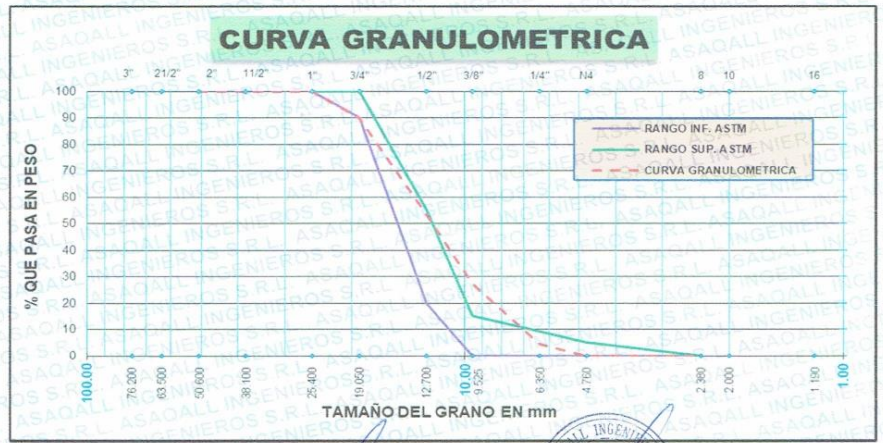
CELULAR: RPM #948474265 - 910406543



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES ORURILLO (CUADRAS 1- 05), LEONCIO PRADO (CUADRAS 6 - 12) DEL DISTRITO DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO.
 CANTERA : CABANILLAS
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA
 SOLICITA : CONSORCIO KOLQUEPARQUE
 FECHA : 12/12/2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)

| TAMIZ | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4" | 101.600 | | | | | | Peso inicial gr. 2607.0 gr. |
| 3" | 76.200 | | | | | | peso final gr. 2607 gr. |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | perdida % 0.00 % |
| 2" | 50.800 | | | | 100.00 | | CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Peso Especifico gr/cm3 |
| 3/4" | 19.050 | 271.00 | 10.40 | 10.40 | 89.60 | 90 100 | Peso Unt. Suelto tn/m3 |
| 1/2" | 12.700 | 946.00 | 36.29 | 46.68 | 53.32 | 20 55 | Peso Unt. Varillado tn/m3 |
| 3/8" | 9.525 | 677.00 | 25.97 | 72.65 | 27.35 | 0 15 | Humedad Natural % |
| 1/4" | 6.350 | 596.00 | 22.86 | 95.51 | 4.49 | 0 5 | Absorción % |
| N° 4 | 4.760 | 117.00 | 4.49 | 100.00 | 0.00 | 0 0 | OBSERVACIONES: |
| N° 8 | 2.360 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0 0 | |
| N° 16 | 1.190 | | | | | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | | | |
| N° 50 | 0.300 | | | | | | |
| N° 100 | 0.149 | | | | | | |
| N° 200 | 0.074 | | | | | | |
| < N° 200 | | | | | | | |
| TOTAL | | 2607.0 | 100.00 | | | | |



LABORATORIO SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES
 J. Arapa Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 231313

PRINCIPAL: JR. JOSÉ MARÍA EGUREN H-5B JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 CELULAR: RPM #948474265 - 910406543



ASAQALL INGENIEROS S.R.L.

Ejecución de Obras, Supervisión, Control de Calidad
Servicios Electromecánicos, Servicio en General

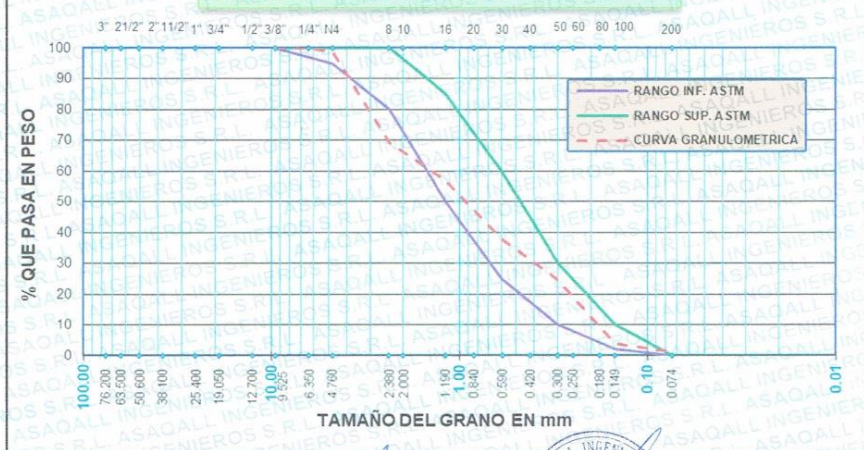


PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES ORURILLO (CUADRAS 1- 05), LEONCIO PRADO (CUADRAS 6 - 12) DEL DISTRITO DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR – PUNO.
CANTERA : CHUQUIBAMBILLA
MUESTRA : AGREGADO FINO FECHA : 12/12/2019
SOLICITA : CONSORCIO KOLQUEPARQUE

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D - 422)**

| TAMIZ | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4" | 101.600 | | | | | | Peso inicial gr. 3460 gr. |
| 3" | 76.200 | | | | | | peso final gr. 3460 gr. |
| 21/2" | 63.500 | | | | | | perdida % 0.00 % |
| 2" | 50.800 | | | | | | CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA |
| 11/2" | 38.100 | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | | 100.00 | 100 | |
| 1/4" | 6.350 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 | |
| N° 4 | 4.760 | 11.00 | 1.20 | 1.20 | 98.80 | 95 | |
| N° 8 | 2.360 | 270.00 | 29.57 | 30.78 | 69.22 | 80 | |
| N° 16 | 1.190 | 113.00 | 12.38 | 43.15 | 56.85 | 50 | |
| N° 30 | 0.600 | 172.00 | 18.84 | 61.99 | 38.01 | 25 | |
| N° 50 | 0.300 | 120.00 | 13.14 | 75.14 | 24.86 | 10 | |
| N° 100 | 0.149 | 192.00 | 21.03 | 96.17 | 3.83 | 2 | |
| N° 200 | 0.074 | 24.00 | 2.63 | 98.80 | 1.20 | 0 | |
| < N° 200 | | 11.00 | 1.20 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 913.0 | 100.00 | | | | |

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Percy Arapa Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP N° 231213



PRINCIPAL: JR. JOSÉ MARÍA EGUREN H-55
JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CELULAR: RPM #948474265 - 910406543



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES ORURILLO (CUADRAS 1- 05), LEONCIO PRADO (CUADRAS 6 - 12) DEL DISTRITO DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO.
CANTERA : CABANILLAS - CHUQUIBAMBILLA
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA Y ARENA FECHA : 12/12/2019
SOLICITA : CONSORCIO KOLQUEPARQUE

**PESO UNITARIO
(ASTM C 128)**

| PESO UNITARIO SUELTO – PIEDRA CHANCADA | | | | |
|--|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION | UND. | N° DE MUESTRAS | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del material + molde | g | 18595.00 | 18630.00 | 18625.00 |
| Peso del molde | g | 10010.00 | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material | g | 8585.00 | 8620.00 | 8615.00 |
| Volumen del molde | cm3 | 5559.84 | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario | g/cm3 | 1.544 | 1.550 | 1.550 |
| Promedio | g/cm3 | 1.548 | | |

| PESO UNITARIO VARILLADO – PIEDRA CHANCADA | | | | |
|---|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION | UND. | N° DE MUESTRAS | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del material + molde | g | 19470.00 | 19405.00 | 19475.00 |
| Peso del molde | g | 10010.00 | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material | g | 9460.00 | 9395.00 | 9465.00 |
| Volumen del molde | cm3 | 5559.84 | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario | g/cm3 | 1.701 | 1.690 | 1.702 |
| Promedio | g/cm3 | 1.698 | | |

| PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO | | | | |
|--------------------------------------|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION | UND. | N° DE MUESTRAS | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del material + molde | g | 18855.00 | 18850.00 | 18775.00 |
| Peso del molde | g | 10010.00 | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material | g | 8845.00 | 8840.00 | 8765.00 |
| Volumen del molde | cm3 | 5559.84 | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario | g/cm3 | 1.591 | 1.590 | 1.576 |
| Promedio | g/cm3 | 1.586 | | |

| PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO FINO | | | | |
|---|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION | UND. | N° DE MUESTRAS | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Peso del material + molde | g | 19545.00 | 19465.00 | 19580.00 |
| Peso del molde | g | 10010.00 | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material | g | 9535.00 | 9455.00 | 9570.00 |
| Volumen del molde | cm3 | 5559.84 | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario | g/cm3 | 1.715 | 1.701 | 1.721 |
| Promedio | g/cm3 | 1.712 | | |

LABORATORIO SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Percy Arapa Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP N° 231313



PRINCIPAL: JR. JOSÉ MARÍA EGUREN H-5B
JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CELULAR: RPM #948474265 - 910406543



ASAQALL INGENIEROS S.R.L.

Ejecución de Obras, Supervisión, Control de Calidad
Servicios Electromecánicos, Servicio en General



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES ORURILLO (CUADRAS 1- 05), LEONCIO PRADO (CUADRAS 6 - 12) DEL DISTRITO DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO.
CANTERA : CABANILLAS - CHUQUIBAMBILLA
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA Y ARENA FECHA : 12/12/2019
SOLICITA : CONSORCIO KOLQUEPARQUE

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C 128)

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION PIEDRA CHANCADA

| DATOS | | | |
|------------|--|--------|----------|
| N° | DESCRIPCION | UND. | CANTIDAD |
| 1 | PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO | gr. | 589.67 |
| 2 | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA | gr. | 600.01 |
| 3 | PESO DE LA PROBETA AFORADO + PESO DEL AGUA | gr. | 1503.61 |
| 4 | PESO DE LA PROBETA + PESO DEL AGUA + PESO DE LA MUESTRA SATUR. SUPER. SECA | gr. | 1872.36 |
| 5 | PESO DE LA TARA | gr. | 99.39 |
| 6 | PESO DEL LA MUESTRA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA | gr. | 689.06 |
| RESULTADOS | | | |
| 1 | PESO ESPECIFICO APARENTE (6/(2+1-3)) | gr/cm3 | 2.55 |
| 2 | PORCENTAJE DE ABSORCION ((1-6)/6) | % | 1.75 |

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO

| DATOS | | | |
|------------|--|--------|----------|
| N° | DESCRIPCION | UND. | CANTIDAD |
| 1 | PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA | gr. | 500.00 |
| 2 | PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA | gr. | 707.10 |
| 3 | PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA | gr. | 1006.93 |
| 4 | PESO DEL LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA | gr. | 602.35 |
| 5 | PESO DE LA TARA | gr. | 112.16 |
| 6 | PESO DEL LA ARENA SECADA AL HORNO (4-5) | gr. | 490.19 |
| RESULTADOS | | | |
| 1 | PESO ESPECIFICO APARENTE (6/(2+1-3)) | gr/cm3 | 2.45 |
| 2 | PORCENTAJE DE ABSORCION ((1-6)/6) | % | 2.00 |

LABORATORIO SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES
Percy Arapa Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 231313

PRINCIPAL: JR. JOSÉ MARÍA EGUREN H-5B
JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CELULAR: RPM #948474265 - 910406543



PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES ORURILLO (CUADRAS 1- 05), LEONCIO PRADO (CUADRAS 6 - 12) DEL DISTRITO DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO.
 CANTERA : CABANILLAS - CHUQUIBAMBILLA
 MUESTRA : CONCRETO $f'c=280$ kg/cm² FECHA : 12/12/2019
 SOLICITA : CONSORCIO KOLQUEPARQUE

DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f'c=280$ Kg/cm²

METODO: MODULO DE FINEZA

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CEMENTO | AGREGADOS | |
|--------------------------|-------------------|---------|--------------|------|
| | | | RUMI TIPO IP | FINO |
| TAMAÑO MAXIMO | Pulg | - | - | 3/4 |
| PESO ESPECIFICO | gr/cc | 2.85 | 2.45 | 2.55 |
| PESO UNITARIO SUELTO | Kg/m ³ | - | 1586 | 1548 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m ³ | - | 1712 | 1698 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | % | - | 4.67 | 3.57 |
| ABSORCION | % | - | 2.00 | 1.75 |
| MODULO DE FINEZA | - | - | 3.08 | 6.83 |

DOSIFICACION

| $f'c$ PROM. | TMN | SLUMP | AGUA | AIRE | Agua/cem | Factor cem. | Factor cem. | mf |
|----------------------------|--------|---------|-----------------------|------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| $f'c$ (Kg/m ²) | (pulg) | (pulg) | (lit/m ³) | (%) | A/C | FC (Kg/m ³) | FC (bol/m ³) | Comb. De Agreg. |
| 364 | 3/4 | 3" - 4" | 205 | 2.0 | 0.461 | 444.69 | 10.46 | 5.312 |

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

| | |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE Rf % | 40.49 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.619 |

DOSIFICACION EN PESO

| DESCRIPCION | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|------------|
| CEMENTO | 0.156 | 444.685 | - | 444.69 | 1.00 |
| AGREGADO FINO | 0.251 | 614.950 | 16.4 | 643.67 | 1.45 |
| AGREGADO GRUESO | 0.368 | 938.400 | 17.1 | 971.90 | 2.19 |
| AGUA | 0.205 | 205.000 | 33.5 | 171.50 | 16.40 |
| AIRE | 0.020 | - | - | - | - |

| | |
|------------------|------|
| Rel A/C Efectiva | 0.39 |
|------------------|------|

DOSIFICACION EN VOLUMEN

| DESCRIPCION | EN P3 | PROPORCION |
|-----------------|--------|------------|
| CEMENTO | 10.463 | 1.00 |
| AGREGADO FINO | 14.330 | 1.37 |
| AGREGADO GRUESO | 22.169 | 2.12 |
| AGUA | 16.396 | 16.40 |

LABORATORIO DE LOS MATERIALES Y MATERIALES



Percy Arapa Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP N° 231313



PRINCIPAL: JR. JOSÉ MARÍA EGUREN H-5B
JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CELULAR: RPM #948474265 - 910406543

Anexo B: Certificados de Resistencia a la Compresión del Concreto.

GEOLUZMAR E.I.R.L.
LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES
DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI.
SOLICITA : PERCY HERNAN ESTEFANERO HUANCOLLO
UBICACION : Distrito de Ayaviri - Provincia de Melgar - Región Puno.

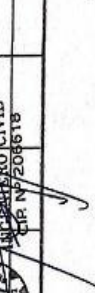
Fecha : 7/02/2020
Operador : M.V.H
TECNICO : R.W.P.C
Ing.-RESP. :

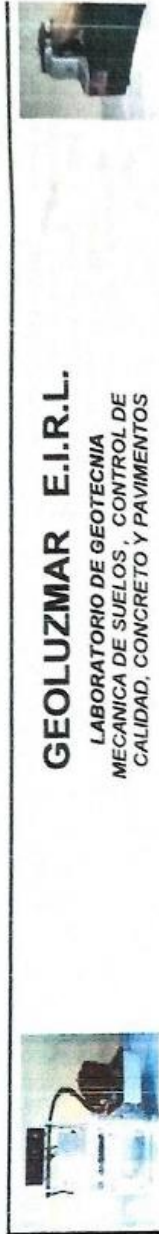
CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO

DISEÑO : $f_c = 280$ kg/cm²

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm ² | DIAMETRO (ø) | AREA (cm ²) | RESISTENCIA Kg/cm ² | DISEÑO f_c Kg/cm ² | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| | | MOLEDO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | CONDICION DE OBRA - 001 | 10/01/2020 | 17/01/2020 | 7 DIAS | 32,190 | 14,70 | 169,72 | 169,67 | 280 | 67,74 |
| 2 | CONDICION DE OBRA - 002 | 10/01/2020 | 17/01/2020 | 7 DIAS | 30,860 | 14,60 | 167,42 | 183,14 | 280 | 65,41 |
| 3 | CONDICION DE OBRA - 003 | 10/01/2020 | 17/01/2020 | 7 DIAS | 30,885 | 14,75 | 170,87 | 160,75 | 280 | 64,55 |
| 4 | CONDICION DE OBRA - 004 | 10/01/2020 | 24/01/2020 | 14 DIAS | 37,210 | 14,70 | 169,72 | 219,25 | 280 | 78,30 |
| 5 | CONDICION DE OBRA - 005 | 10/01/2020 | 24/01/2020 | 14 DIAS | 38,152 | 14,80 | 172,03 | 221,77 | 280 | 79,20 |
| 6 | CONDICION DE OBRA - 006 | 10/01/2020 | 24/01/2020 | 14 DIAS | 36,788 | 14,70 | 169,72 | 216,76 | 280 | 77,41 |
| 7 | CONDICION DE OBRA - 007 | 10/01/2020 | 7/02/2020 | 28 DIAS | 42,460 | 14,70 | 169,72 | 250,18 | 280 | 89,35 |
| 8 | CONDICION DE OBRA - 008 | 10/01/2020 | 7/02/2020 | 28 DIAS | 44,390 | 14,80 | 172,03 | 257,97 | 280 | 92,13 |
| 9 | CONDICION DE OBRA - 009 | 10/01/2020 | 7/02/2020 | 28 DIAS | 44,557 | 14,75 | 170,87 | 260,76 | 280 | 93,13 |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLEADOS Y PUESTOS EN EL LABORATORIO POR LOS INTERESADOS, DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD LOS TESTIGOS.


Geoluzmar E.I.R.L.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS
 TECNICO R.W.P.C.
 N° 131596-CEFS-JUR-01



GEOLUZMAR E.I.R.L.
LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO FC=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES
DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI.

SOLICITA : PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCULLO

UBICACION : Distrito de Ayaviri - Provincia de Moquegua - Region Puno.

Fecha : 21/02/2020
Operador : Personal de Laboratorio
TECNICO : M.V.H.
Ing. RESP. : R.V.P.C.

CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO

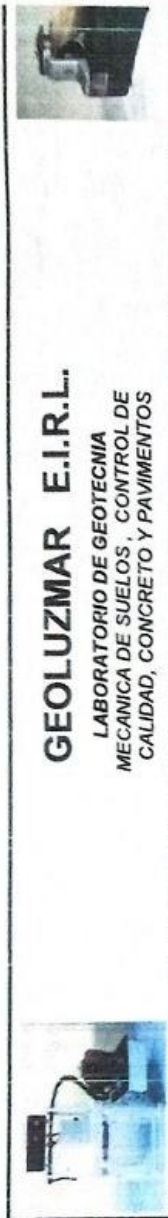
DISEÑO : $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm2 | DIAMETRO (ø) | AREA (cm2) | RESISTENCIA Kg/cm2 | DISEÑO $f_c=Kg/cm^2$ | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------|--------------|------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| | | MOLEDO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | CONDICION DE OBRA - 010 | 24/01/2020 | 31/01/2020 | 7 DIAS | 31,625 | 14,70 | 169,72 | 186,34 | 280 | 66,55 |
| 2 | CONDICION DE OBRA - 011 | 24/01/2020 | 31/01/2020 | 7 DIAS | 32,145 | 14,80 | 172,03 | 186,85 | 280 | 66,73 |
| 3 | CONDICION DE OBRA - 012 | 24/01/2020 | 31/01/2020 | 7 DIAS | 33,403 | 15,00 | 176,72 | 189,02 | 280 | 67,51 |
| 4 | CONDICION DE OBRA - 013 | 24/01/2020 | 7/02/2020 | 14 DIAS | 37,624 | 14,80 | 172,03 | 218,70 | 280 | 78,11 |
| 5 | CONDICION DE OBRA - 014 | 24/01/2020 | 7/02/2020 | 14 DIAS | 39,840 | 14,70 | 169,72 | 217,07 | 280 | 77,52 |
| 6 | CONDICION DE OBRA - 015 | 24/01/2020 | 7/02/2020 | 14 DIAS | 37,727 | 14,80 | 172,03 | 219,30 | 280 | 78,32 |
| 7 | CONDICION DE OBRA - 016 | 24/01/2020 | 21/02/2020 | 28 DIAS | 43,802 | 14,75 | 170,87 | 258,34 | 280 | 91,55 |
| 8 | CONDICION DE OBRA - 017 | 24/01/2020 | 21/02/2020 | 28 DIAS | 44,898 | 14,80 | 172,03 | 260,98 | 280 | 93,21 |
| 9 | CONDICION DE OBRA - 018 | 24/01/2020 | 21/02/2020 | 28 DIAS | 43,213 | 14,60 | 167,42 | 258,12 | 280 | 92,18 |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:
LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLEADOS Y PUESTOS EN EL LABORATORIO POR LOS INTERESADOS. LOS RESULTADOS SE ANEXAN A LA ROTURA DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD. LOS TESTIGOS

[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 206618

[Signature]
Máximo Iván Huamán
TECNICO EN SUELOS Y CONCRETOS
CONSEJO REGIONAL DE INGENIERIA DE ROTURA



GEOLUZMAR E.I.R.L.

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES
DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI.
SOLICITA : PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCOLLO
UBICACION : Distrito de Ayaviri - Provincia de Melgar - Region Puno.
Fecha : 7/02/2020
Operador : Personal de Laboratorio
TECNICO : MVH
Ing. RESP. : RWPPC



CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO

DISEÑO : f'c = 280 kg/cm2

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm2 | DIAMETRO (ø) | AREA (cm2) | RESISTENCIA Kg/cm2 | DISEÑO F'c=Kg/cm2 | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | ESTANDAR - 001 | 10/01/2020 | 17/01/2020 | 7 DIAS | 40,181 | 14,70 | 169,72 | 236,75 | 280 | 84,55 |
| 2 | ESTANDAR - 002 | 10/01/2020 | 17/01/2020 | 7 DIAS | 40,276 | 14,75 | 170,87 | 235,71 | 280 | 84,18 |
| 3 | ESTANDAR - 003 | 10/01/2020 | 17/01/2020 | 7 DIAS | 39,224 | 14,70 | 169,72 | 231,11 | 280 | 82,54 |
| 4 | ESTANDAR - 004 | 10/01/2020 | 24/01/2020 | 14 DIAS | 43,612 | 14,65 | 168,56 | 258,73 | 280 | 92,40 |
| 5 | ESTANDAR - 005 | 10/01/2020 | 24/01/2020 | 14 DIAS | 44,552 | 14,70 | 169,72 | 262,51 | 280 | 93,75 |
| 6 | ESTANDAR - 006 | 10/01/2020 | 24/01/2020 | 14 DIAS | 44,888 | 14,70 | 169,72 | 264,49 | 280 | 94,46 |
| 7 | ESTANDAR - 007 | 10/01/2020 | 7/02/2020 | 28 DIAS | 49,390 | 14,80 | 172,03 | 287,09 | 280 | 102,53 |
| 8 | ESTANDAR - 008 | 10/01/2020 | 7/02/2020 | 28 DIAS | 49,660 | 14,70 | 169,72 | 292,60 | 280 | 104,50 |
| 9 | ESTANDAR - 009 | 10/01/2020 | 7/02/2020 | 28 DIAS | 49,883 | 14,70 | 169,72 | 293,92 | 280 | 104,97 |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |

(Handwritten signature and stamp)
Mario Wilca Huamán
TECNICO EN SUELOS Y CONCRETOS
RESUMEN DE LA FECHA DE ROTURA
CIP. N° 206617

OBSERVACIONES
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS Y PUESTOS EN EL LABORATORIO POR LOS INTERESADOS DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS TESTIGOS.

GEOLUZMAR E.I.R.L.

**LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI.

TEMA : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI. **Fecha :** 12/02/2020

SOLICITA : PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCOLLO **Operador :** Personal de Laborat

UBICACION : Distrito de Ayaviri - Provincia de Melgar - Region Puno. **TECNICO :** B.V.H.

Ing. RESP. : R.W.P.C

CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO



DISEÑO : . . . f_c = 280 kg/cm²

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm ² | DIAMETRO (Ø) | AREA (cm ²) | RESISTENCIA Kg/cm ² | DISEÑO f _c Kg/cm ² | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|--|------------------------|
| | | MOLEDO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | ESTANDAR - 010 | 16/01/2020 | 23/01/2020 | 7 DIAS | 39.951 | 14.75 | 170.87 | 233.80 | 280 | 83.50 |
| 2 | ESTANDAR - 011 | 16/01/2020 | 23/01/2020 | 7 DIAS | 39.810 | 14.80 | 172.03 | 231.41 | 280 | 82.65 |
| 3 | ESTANDAR - 012 | 16/01/2020 | 23/01/2020 | 7 DIAS | 39.511 | 14.70 | 169.72 | 232.81 | 280 | 83.14 |
| 4 | ESTANDAR - 013 | 16/01/2020 | 30/01/2020 | 14 DIAS | 44.505 | 14.70 | 169.72 | 262.23 | 280 | 93.65 |
| 5 | ESTANDAR - 014 | 16/01/2020 | 30/01/2020 | 14 DIAS | 44.302 | 14.70 | 169.72 | 261.03 | 280 | 93.23 |
| 6 | ESTANDAR - 015 | 16/01/2020 | 30/01/2020 | 14 DIAS | 44.337 | 14.60 | 167.42 | 264.83 | 280 | 94.58 |
| 7 | ESTANDAR - 016 | 15/01/2020 | 12/02/2020 | 28 DIAS | 49.628 | 14.70 | 169.72 | 263.59 | 280 | 104.86 |
| 8 | ESTANDAR - 017 | 15/01/2020 | 12/02/2020 | 28 DIAS | 50.450 | 14.70 | 169.72 | 297.26 | 280 | 106.15 |
| 8 | ESTANDAR - 018 | 15/01/2020 | 12/02/2020 | 28 DIAS | 50.328 | 14.80 | 172.03 | 292.54 | 280 | 104.48 |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:
LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS Y PUESTOS EN EL LABORATORIO POR LOS INTERESADOS. LOS MISMOS QUE A LA VEZ DE ROTURA DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD LOS TESTIGOS.


PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCOLLO
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 2056918


Ing. R.W.P.C.
 TECNICO ESP. SUELOS Y CONCRETOS
 N° 13130562-1 (E.S. - 1987-20)

GEOLUZMAR E.I.R.L.
LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD


TEMAS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES
: DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYUVIRI Fecha : 14/01/2020
SOLICITA : PERCY HERNAN ESTOFAÑERO HUANCOLLO Operador : Personal de Laboral
UBICACION : Distrito de Ayuviri - Provincia de Melgar - Region Puno Ing. RESP. : M.V.H
R.W.P.C



CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO

DISEÑO : Fc - 280 kg/cm2 3.5 - HORAS DE CURADO 2 - HORAS DE ENFRIADO

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm2 | DIAMETRO (ø) | AREA (cm2) | RESISTENCIA Kg/cm2 | DISEÑO F'c/kg/cm2 | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | A - 001 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 34,463 | 14.65 | 168.56 | 204.45 | 280 | 73.02 |
| 2 | A - 002 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 33,456 | 14.70 | 169.72 | 197.13 | 280 | 70.40 |
| 3 | A - 003 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 34,277 | 14.70 | 169.72 | 201.97 | 280 | 72.13 |
| 4 | A - 004 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 32,853 | 14.75 | 170.87 | 192.26 | 280 | 68.67 |
| 5 | A - 005 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 25,914 | 14.60 | 167.42 | 154.79 | 280 | 55.28 |
| 6 | A - 006 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 33,237 | 14.65 | 168.56 | 197.18 | 280 | 70.42 |
| 7 | A - 007 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 30,146 | 14.60 | 167.42 | 180.07 | 280 | 64.31 |
| 8 | A - 008 | 13/01/2020 | 14/01/2020 | 1 DIAS | 31,816 | 14.70 | 169.72 | 187.46 | 280 | 66.95 |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES
LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS Y PUESTOS EN EL LABORATORIO POR LOS INTERESADOS. LOS RESULTADOS SE ENVIARÁN EN FORMA DE REPORTE DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS TESTIGOS.


Mario Huamán
 TÉCNICO ESP. SUELOS Y CONCRETOS

GEOLUZMAR E.I.R.L.

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD

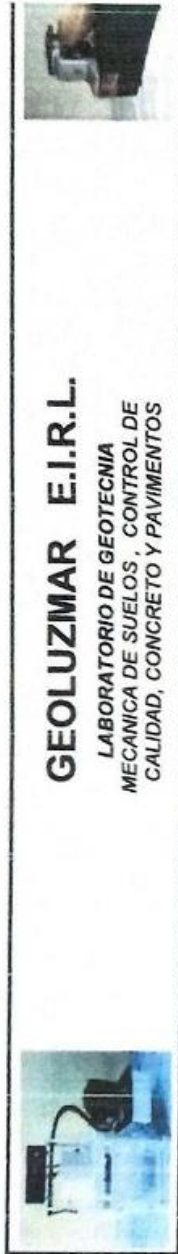
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO FC=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI. Fecha : 18/01/2020
 SOLICITA : PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCOLLO Operador : M.V.H
 UBICACION : Distrito de Ayaviri - Provincia de Melgar - Region Puno Ing. RESP. : R.W.P.C

CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO

DISEÑO : $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ 3.5 - HORAS DE CURADO 7 - HORAS DE ENFRIADO

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm ² | DIAMETRO (ø) | AREA (cm ²) | RESISTENCIA Kg/cm ² | DISEÑO f_c Kg/cm ² | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| | | MOULDEO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | A - 017 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 37.824 | 14.70 | 168.72 | 222.87 | 280 | 79.59 |
| 2 | A - 018 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 40.049 | 14.75 | 170.87 | 234.38 | 280 | 83.71 |
| 3 | A - 019 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 39.200 | 14.70 | 168.72 | 230.97 | 280 | 82.49 |
| 4 | A - 020 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 38.196 | 14.70 | 168.72 | 225.06 | 280 | 80.38 |
| 5 | A - 021 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 38.477 | 14.65 | 166.56 | 228.26 | 280 | 81.52 |
| 6 | A - 022 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 39.883 | 14.70 | 168.72 | 235.00 | 280 | 83.93 |
| 7 | A - 023 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 38.254 | 14.80 | 172.03 | 222.36 | 280 | 79.42 |
| 8 | A - 024 | 14/01/2020 | 18/01/2020 | 2 DIAS | 40.123 | 14.75 | 170.87 | 234.81 | 280 | 83.86 |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |


Moisés Vico Hiramán
 TÉCNICO ESP. SUELOS Y CONCRETOS
 DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD LOS TESTIGOS



GEOLUZMAR E.I.R.L.

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO FREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 CURADO BAJO CONDICIONES
 : DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI
SOLICITA : PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCOLLO
UBICACION : Distrito de Ayaviri - Provincia de Melgar - Region Puno.
Fecha : 16/01/2020
Operador : Personal do Laboat
TECNICO : MVH
Ing. RESP. : RWPC

CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO

DISEÑO : f'c - 280 kg/cm2

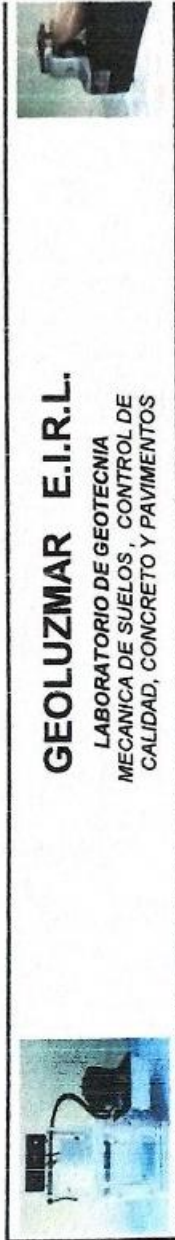
12 - HORAS DE CURADO 7 - HORAS DE ENFRIADO

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm2 | DIAMETRO (ø) | AREA (cm2) | RESISTENCIA Kg/cm2 | DISEÑO f'c Kg/cm2 | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------|--------------|------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| | | MOLEDO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | A - 025 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 49,915 | 14.70 | 169.72 | 294.11 | 280 | 105.04 |
| 2 | A - 026 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 47,706 | 14.75 | 170.87 | 279.19 | 280 | 99.71 |
| 3 | A - 027 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 49,216 | 14.70 | 169.72 | 289.99 | 280 | 103.57 |
| 4 | A - 028 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 50,667 | 14.80 | 172.03 | 294.52 | 280 | 106.18 |
| 5 | A - 029 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 48,567 | 14.70 | 169.72 | 286.16 | 280 | 102.20 |
| 6 | A - 030 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 48,176 | 14.75 | 170.87 | 281.94 | 280 | 100.69 |
| 7 | A - 031 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 50,222 | 14.90 | 174.37 | 288.03 | 280 | 102.87 |
| 8 | A - 032 | 14/01/2020 | 16/01/2020 | 2 DIAS | 51,028 | 14.80 | 172.03 | 296.62 | 280 | 105.93 |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |



Mónica Vico Huamán
 TECNICO EN SUELOS Y CONCRETOS
 REVISADO EN FECHA DE ROTURA

OBSERVACIONES
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLEADOS Y PUESTOS EN EL LABORATORIO POR LOS INTERESADOS. LOS MISMOS CADA VEZ A LA FECHA DE ROTURA.
 DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD. LOS TESTIGOS.



GEOLUZMAR E.I.R.L.
LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y CONTROL DE CALIDAD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ KG/CM² CURADO BAJO CONDICIONES Fecha : 17/01/2020
 : DE OBRA Y LABORATORIO EN PAVIMENTACION DE VIAS EN EL DISTRITO DE AYAVIRI. Operador : Personal de Laborat
SOLICITA : PERCY HERNAN ESTOFANERO HUANCOLLO TECNICO : M.V.H.
UBICACION : Distrito de Ayaviri - Provincia de Melgar - Region Puno. Ingi. RESP. : R.W.P.C

CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO

DISEÑO : $f_c = 280$ kg/cm² 7 - HORAS DE CURADO 2 - HORAS DE ENFRIADO

| N° | DESCRIPCION DE PROBETAS | FECHA | | EDAD TESTIGOS (DIAS) | LECTURA DIAL EN Kg/cm ² | DIAMETRO (ø) | AREA (cm ²) | RESISTENCIA Kg/cm ² | DISEÑO f_c Kg/cm ² | % RESISTENCIA OBTENIDA |
|----|-------------------------|------------|------------|----------------------|------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | |
| 1 | A - 041 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 36,879 | 14,70 | 169,72 | 217,30 | 280 | 77,61 |
| 2 | A - 042 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 37,545 | 14,75 | 170,87 | 219,72 | 280 | 78,47 |
| 3 | A - 043 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 36,687 | 14,80 | 172,03 | 224,88 | 280 | 80,31 |
| 4 | A - 044 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 36,125 | 14,70 | 169,72 | 224,64 | 280 | 80,23 |
| 5 | A - 045 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 37,894 | 14,70 | 169,72 | 223,28 | 280 | 79,74 |
| 6 | A - 046 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 37,298 | 14,75 | 170,87 | 218,28 | 280 | 77,96 |
| 7 | A - 047 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 37,355 | 14,70 | 169,72 | 220,10 | 280 | 78,61 |
| 8 | A - 048 | 16/01/2020 | 17/01/2020 | 1 DIAS | 36,025 | 14,80 | 172,03 | 221,03 | 280 | 78,94 |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS Y PUESTOS EN EL LABORATORIO POR LOS INTERESADOS. LOS MISMOS QUE A LA FECHA DE ROTURA DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD LOS TESTIGOS.

Maximo Vito Huaman
 TECNICO ESP SUELOS Y CONCRETOS
 REG. N° 131306-CESP-2011-001



Anexo C: Certificados de Calibración.

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 160 - 2019**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| 1. Expediente | 190335 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| 2. Solicitante | GEOLUZMAR E.I.R.L. | |
| 3. Dirección | Jr. Cusco N° 391 Ayaviri - Melgar - PUNO. | |
| 4. Equipo | PRENSA CBR | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. |
| Capacidad | 5000 kgf | |
| Marca | TECNICAS | |
| Modelo | NO INDICA | |
| Número de Serie | 1500 | |
| Identificación | NO INDICA | |
| Procedencia | PERU | |
| Ubicación | LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO | |
| 5. Indicador | DIGITAL | |
| Marca | HIWEIGHT | |
| Número de Serie | 1412028 | |
| División de Escala / Resolución | 0,1 kgf | |
| 6. Fecha de Calibración | 2019-04-15 | |

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

2019-04-16


JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 160 - 2019**

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5.0 tn

Marca : ZEMIC

Modelo : H3-C3-5.0I-6B

Nº de Serie : P2C032542

| Indicación del Equipo | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | | Error de Exactitud q (%) | Incertidumbre U (k=2) (%) |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Patrón de Referencia | | | | | |
| % | F _i (kgf) | F ₁ (kgf) | F ₂ (kgf) | F ₃ (kgf) | | |
| 10 | 500 | 501,8 | 501,7 | 501,3 | -0,32 | 0,24 |
| 20 | 1000 | 1001,7 | 1001,1 | 1000,9 | -0,12 | 0,24 |
| 30 | 1500 | 1500,4 | 1500,2 | 1500,4 | -0,02 | 0,24 |
| 40 | 2000 | 1999,1 | 2000,8 | 2000,4 | 0,00 | 0,24 |
| 50 | 2500 | 2499,2 | 2500,7 | 2500,3 | 0,00 | 0,24 |
| 60 | 3000 | 2999,2 | 3000,9 | 3000,4 | -0,01 | 0,24 |
| 70 | 3500 | 3499,0 | 3501,7 | 3501,2 | -0,02 | 0,24 |
| 80 | 4000 | 3999,7 | 4001,1 | 3999,6 | 0,00 | 0,24 |
| 90 | 4500 | 4498,8 | 4501,1 | 4500,9 | -0,01 | 0,24 |
| 100 | 5000 | 4999,1 | 5001,0 | 5000,7 | -0,01 | 0,24 |

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %



13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá M: F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 160 - 2019

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Jr. Cusco N° 391 Ayaviñi - Melgar - PUNO.

9. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 18,0 °C | 18,4 °C |
| Humedad Relativa | 55 % HR | 55 % HR |



10. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe/Certificado de calibración |
|--|--|------------------------------------|
| Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA | Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 % | LEDI-PUCP INF-LE 030-19B |

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Anexo D: Panel fotográfico.



D1. Ensayo para la medición del asentamiento.



D2. Toma de 09 muestras de concreto para la condición de curado estándar (laboratorio) del primer punto.



D3. Toma de 09 muestras de concreto para la condición de curado en obra del primer punto.



D4. Desencofrado de las muestras de concreto para el curado en obra.



D1. Desencofrado de las muestras de concreto para el curado estándar (laboratorio).



D2. Colocación de las muestras de concreto en la poza de curado estándar



D3. Toma de 09 muestras de concreto para la condición de curado en obra del segundo punto.



D4. Toma de 09 muestras de concreto para la condición de curado estándar del segundo punto.



D5. Desencofrado de las muestras de concreto para el curado en obra y curado estándar del segundo punto.



D6. Colocación en la misma estructura del lugar donde se tomó la muestra para el curado en obra.



D7. Colocación de las muestras de concreto en la poza de curado estándar



D8. Toma de muestras de concreto para curado acelerado.



D9. Toma de muestras de concreto para curado acelerado.



D10. Control de temperatura del agua para realizar el curado acelerado.



D11. Control de temperatura del agua para realizar el curado acelerado.



D12. Control de temperatura del agua para realizar el curado acelerado.



D13. Desencofrado de muestras de concreto para curado acelerado.



D14. Colocación de rafias a las muestras de concreto para poder mantener los bordes libres.



D15. Colocación de muestra al tanque de curado acelerado.



D16. Retiro de las muestras del tanque de curado acelerado.



D17. Retiro de las muestras y control de temperatura de las muestras.



D 18. Rotura de muestras de concreto.



D19. Rotura de muestras de concreto.



D20. Rotura de muestras de concreto.



D21. Rotura de muestras de concreto.



D22. Rotura de muestras de concreto.