

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia del poliacrilato de sodio en el curado del  
concreto de alta resistencia inicial en la ciudad de  
Huancayo**

Jose Luis Huaman Chavez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# Thesis

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.cuc.edu.co">repositorio.cuc.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://www.colibri.udelar.edu.uy">www.colibri.udelar.edu.uy</a> Fuente de Internet	1%

10	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://ipn.usac.edu.gt">ipn.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1 %
13	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to University of Pretoria Trabajo del estudiante	<1 %
19	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a>	

Fuente de Internet

<1 %

22

[repositorio.unfv.edu.pe](https://repositorio.unfv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

23

[repositoriodspace.unipamplona.edu.co](https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

24

[repositorio.unheval.edu.pe](https://repositorio.unheval.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

25

[repositorio.utelesup.edu.pe](https://repositorio.utelesup.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

26

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

27

[repositorio.ug.edu.ec](https://repositorio.ug.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

<1 %

29

[repositorio.pucp.edu.pe](https://repositorio.pucp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

30

[qdoc.tips](https://qdoc.tips)

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.unj.edu.pe](https://repositorio.unj.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

32

[es.slideshare.net](https://es.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1 %

33

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

34

oa.upm.es

Fuente de Internet

<1 %

35

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

36

Submitted to Universidad Andina Nestor  
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

37

Carlos Tapias, Claudio Muratore, María  
Tentori, Susano Lara et al. "Evaluación del  
impacto de la terapia de resincronización  
cardiaca en pacientes de Latinoamérica",  
Revista Colombiana de Cardiología, 2020

Publicación

<1 %

38

Submitted to Pontificia Universidad Catolica  
Madre y Maestra PUCMM

Trabajo del estudiante

<1 %

39

Submitted to UNILIBRE

Trabajo del estudiante

<1 %

40

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

---

42	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
46	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
48	Submitted to Universidad Autónoma de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
49	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
50	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
52	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %

---

53

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

54

Submitted to West Liberty University

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

55

Submitted to Universidad Católica San Pablo

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

56

docplayer.es

Fuente de Internet

&lt;1 %

57

idoc.pub

Fuente de Internet

&lt;1 %

58

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

59

Submitted to Universidad Nacional de Piura

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

60

programaacude.com

Fuente de Internet

&lt;1 %

61

repositorio.ucp.edu.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

62

repository.eia.edu.co

Fuente de Internet

&lt;1 %

63

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

64

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1 %

---

65 [miunespace.une.edu.ve](http://miunespace.une.edu.ve)  
Fuente de Internet

---

<1 %

---

66 [repositorio.usanpedro.edu.pe](http://repositorio.usanpedro.edu.pe)  
Fuente de Internet

---

<1 %

---

Excluir citas  Activo

Excluir bibliografía  Activo

Excluir coincidencias  < 10 words

## **AGRADECIMIENTO**

A todos mis docentes, quienes con su sapiencia incentivaron en mí la curiosidad por la ingeniería civil, formándome como un profesional con valores humanos y con capacidades competitivas.

## **DEDICATORIA**

A mi Padre Celestial y mi familia, por acompañarme desde mis inicios, gracias a su soporte, amor y guía, hicieron viable la realización de la presente tesis.

## ÍNDICE

<b>Agradecimiento</b> .....	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>ix</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>xi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xii</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>15</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b> .....	<b>15</b>
1.1. Título de la investigación .....	15
1.2. Planteamiento del problema .....	15
1.3. Formulación del problema .....	17
1.3.1. Problema general .....	17
1.3.2. Problemas específicos .....	17
1.4. Objetivos de la investigación .....	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos .....	18
1.5. Justificación e importancia de la investigación .....	18
1.5.1. Justificación social .....	19
1.5.2. Justificación económica .....	19
1.5.3. Justificación práctica.....	19
1.6. Delimitación de la investigación .....	19
1.6.1. Delimitación espacial.....	19
1.6.2. Delimitación temporal .....	20
1.6.3. Delimitación conceptual .....	20
1.7. Hipótesis y descripción de variables .....	21
1.7.1. Hipótesis general.....	21
1.7.2. Hipótesis específicas .....	21
1.7.3. Descripción de variables .....	21
1.7.3.1. Variable independiente .....	21
1.7.3.2. Variable dependiente.....	21
1.7.4. Operacionalización de las variables .....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>

2.1. Antecedentes del problema .....	23
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	25
2.1.3. Antecedentes locales.....	27
2.2. Bases teóricas.....	28
2.2.1. El concreto .....	28
2.2.2. Tipos de concreto.....	29
2.2.3. Propiedades del concreto .....	30
2.2.4. Concretos especiales .....	31
2.2.5. Curado del concreto .....	32
2.2.5.1. Métodos de curado.....	33
2.2.5.2. Importancia de los métodos de curado.....	35
2.2.5.3. Poliacrilato de sodio.....	35
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>38</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
3.1. Métodos y alcance de la investigación.....	38
3.1.1. Método de investigación.....	38
3.1.2. Tipo de investigación.....	38
3.1.3. Nivel de investigación.....	39
3.2. Diseño de investigación .....	39
3.3. Población y muestra .....	45
3.3.1. Población .....	45
3.3.2. Muestra .....	45
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	45
3.4.1. Técnica.....	45
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	45
3.4.3. Análisis de datos .....	46
3.4.4. Procedimientos de recolección de datos .....	46
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>59</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>59</b>
4.1. Resultados .....	59
4.1.1. Resultados de los ensayos de caracterización de los agregados .....	59
4.1.2. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	62
4.1.3. Resultados de los ensayos de contenido de aire del concreto .....	70
4.1.4. Resultados de los ensayos de asentamiento del concreto .....	72
4.1.5. Análisis de los resultados obtenidos .....	73
4.2. Discusión de resultados.....	92

<b>Conclusiones .....</b>	<b>94</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>95</b>
<b>Lista de referencias .....</b>	<b>96</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	22
Tabla 2. Esquema de diseño experimental para resistencia a compresión.....	41
Tabla 3. Esquema de diseño experimental para contenido de aire .....	43
Tabla 4. Esquema de diseño experimental para asentamiento.....	44
Tabla 5. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para ensayo granulométrico .....	47
Tabla 6. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para ensayo de contenido de humedad .....	50
Tabla 7. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para ensayo de peso específico ...	55
Tabla 8. Descripción de los diseños de mezcla.....	59
Tabla 9. Resultados de caracterización del agregado fino .....	60
Tabla 10. Resultados de caracterización del agregado grueso.....	60
Tabla 11. Resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 2 días.....	62
Tabla 12. Resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 3 días.....	64
Tabla 13. Resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	66
Tabla 14. Resultados de contenido de aire del concreto .....	70
Tabla 15. Resultados de asentamiento del concreto .....	72
Tabla 16. Medias descriptivas de resistencia a la compresión del concreto por relación agua/cemento, técnica de curado y dosis de poliacrilato de sodio.....	75
Tabla 17. Medias descriptivas de asentamiento del concreto por dosis de poliacrilato de sodio y relación agua/cemento .....	78
Tabla 18. Medias descriptivas de contenido de aire del concreto por dosis de poliacrilato de sodio y relación agua/cemento.....	80
Tabla 19. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk por variables, factores y tratamientos .....	81
Tabla 20. Pruebas de efectos intersujetos de resistencia a la compresión.....	83
Tabla 21. Resultados de comparaciones múltiples HSD Tukey por técnica de curado para resistencia a la compresión del concreto.....	83
Tabla 22. Resultados de subconjunto HSD Tukey <sup>a,b</sup> por técnica de curado para resistencia a la compresión del concreto .....	84
Tabla 23. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey <sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto.....	84
Tabla 24. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey <sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto.....	84
Tabla 25. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey <sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto.....	85

Tabla 26. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey <sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto.....	85
Tabla 27. Pruebas de efectos intersujetos de asentamiento del concreto.....	86
Tabla 28. Resultados de comparaciones múltiples HSD Tukey por relación agua/cemento para asentamiento del concreto.....	86
Tabla 29. Resultados subconjuntos HSD Tukey <sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para asentamiento del concreto.....	87
Tabla 30. Resultados de comparaciones múltiples HSD Tukey <sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el asentamiento del concreto.....	87
Tabla 31. Resultados de subconjuntos HSD Tukey <sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el asentamiento del concreto.....	88
Tabla 32. Pruebas de efectos intersujetos para contenido de aire del concreto.....	89
Tabla 33. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey por relación agua/cemento para el contenido de aire del concreto.....	89
Tabla 34. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey por relación agua/cemento para el contenido de aire del concreto.....	89
Tabla 35. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey <sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el contenido de aire del concreto.....	90
Tabla 36. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey <sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el contenido de aire del concreto.....	90
Tabla 37. Test de Breusch-Pagan para heterocedasticidad a, b, c de Resistencia a la compresión.....	91
Tabla 38. Test de Breusch-Pagan para heterocedasticidad a, b, c de asentamiento del concreto.....	91
Tabla 39. Test de Breusch-Pagan para heterocedasticidad a, b, c de contenido de aire en el concreto.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Técnicas de curado exterior del concreto .....	17
Figura 2. Ubicación del proyecto en estudio.....	20
Figura 3. Dosificación de los componentes del concreto por volumen .....	29
Figura 4. Resistencia a la compresión del concreto medido en testigos cilíndricos de 15 x 30 cm en relación con su edad.....	32
Figura 5. Permeabilidad del concreto en función de la permeabilidad de los testigos del concreto .....	32
Figura 6. Curado del concreto empleando la técnica de inmersión .....	33
Figura 7. Curado del concreto, empleando la técnica de riego .....	33
Figura 8. Curado del concreto empleando la técnica de cubrir con material absorbente.....	34
Figura 9. Clasificación de las membranas de curado.....	35
Figura 10. Propiedades del poliacrilato de sodio .....	36
Figura 11. Otros usos del poliacrilato de sodio.....	37
Figura 12. Clasificación de la investigación tecnológica.....	39
Figura 13. Esquema del diseño de investigación .....	39
Figura 14. Vista general del cuarteo del AF .....	47
Figura 15. Vista general del cuarteo del AG.....	48
Figura 16. Proceso de pesaje de los retenidos del agregado grueso para cada tamiz.....	48
Figura 17. Vista general de los retenidos del agregado grueso para cada tamiz.....	48
Figura 18. Proceso de ensayo de PUC del AG .....	49
Figura 19. Proceso de ensayo de PUS del AF.....	50
Figura 20. Proceso de pesaje del AG .....	51
Figura 21. Proceso de colocado de la muestra al horno.....	51
Figura 22. Proceso de retirado de la muestra del horno.....	52
Figura 23. Proceso de pesaje del AG.....	52
Figura 24. Vista gral. del preparado de la muestra para ensayo de peso específico del AF ....	53
Figura 25. Vista general del ensayo de peso específico del AF.....	53
Figura 26. Proceso de ensayo con peso específico del AF .....	54
Figura 27. Proceso de decantado del AF.....	54
Figura 28. Proceso de pesaje del AF.....	55
Figura 29. Inmersión del AG en agua.....	56
Figura 30. Colocado de muestra en la cesta de densidades.....	56
Figura 31. Vista general de los tipos de falla de los testigos que fueron sometidos a esfuerzos de compresión .....	57
Figura 32. Vista general del ensayo de asentamiento del concreto.....	57

Figura 33. Vista general del ensayo de contenido de aire del concreto .....	58
Figura 34. Granulometría del AG .....	60
Figura 35. Granulometría del AF.....	61
Figura 36. Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 2 días para las 3 técnicas de curado.....	63
Figura 37. Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 3 días para las 3 técnicas de curado.....	65
Figura 38. Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para las 3 técnicas de curado.....	67
Figura 39. Proceso de desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto .....	68
Figura 40. Resumen del valor porcentual de la resistencia a la compresión del concreto para las 3 técnicas de curado.....	69
Figura 41. Resultados de ensayo de contenido de aire del concreto.....	71
Figura 42. Valor porcentual de los resultados de los ensayos de contenido de aire del concreto .....	71
Figura 43. Resultados de los ensayos de asentamiento del concreto .....	72
Figura 44. Valor porcentual de los resultados de los ensayos de asentamiento del concreto ..	73
Figura 45. Diagrama de cajas de resistencia a la compresión por dosis de poliacrilato de sodio, relación agua/cemento y técnica de curado.....	74
Figura 46. Diagrama de cajas de asentamiento del concreto por dosis de poliacrilato de sodio y relación a/c.....	77
Figura 47. Diagrama de cajas de contenido de aire por dosis de poliacrilato de sodio y relación agua/cemento .....	79
Figura 48. Vista general de los testigos cilíndricos del concreto que fueron sometidos al ensayo de resistencia a la compresión.....	102
Figura 49. Vista general del ensayo de asentamiento del concreto con relación agua/cemento = 0.40 y dosis 2 .....	102
Figura 50. Vista general del ensayo de contenido de aire del concreto con relación agua/cemento = 0.40 y dosis 2.....	103
Figura 51. Vista general del ensayo de contenido de aire del concreto con relación agua/cemento = 0.40 y dosis 3.....	103
Figura 52. Vista general del curado por el método de inmersión en agua .....	104
Figura 53. Vista general del curado por el método con yute .....	104
Figura 54. Vista general del curado por el método con curador químico .....	105

## RESUMEN

La presente investigación busca resolver la necesidad constante de seguir innovando los procesos constructivos y el requerimiento de concretos de mayor calidad, de ahí que se plantea como problema general ¿Cuál es la influencia del uso del poliacrilato de sodio en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo? Y para responder dicha interrogante se propone como propósito principal determinar la influencia del poliacrilato de sodio, aplicando diversas técnicas de curado en la resistencia inicial del concreto, sabiendo que el curado es un factor directo en la resistencia a compresión, para constatar su efectividad se estima la siguiente hipótesis: el uso del poliacrilato de sodio influye significativamente en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.

Durante el desarrollo de la tesis se usó una metodología con enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Teniendo como muestra censal a 612 porciones de concreto con los que se evaluó Slump, contenido de aire y resistencia a compresión a las edades de 2, 3, 7, 14 y 28 días, todos ellos se subdividieron acorde al tipo de curado y relación a/c.

Los resultados evidencian que, el poliacrilato de sodio incrementa la resistencia a la compresión, reduce la trabajabilidad y acrecienta el contenido de aire. Concluyendo que, el poliacrilato de sodio influye significativamente en el curado de concretos con alta resistencia inicial, cuando se aplica dosis de 0.250, 0.350 y 0.450 kg/m<sup>3</sup> siempre que tengan relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35.

**Palabras claves:** asentamiento, contenido de aire, curado del concreto, poliacrilato de sodio, resistencia a la compresión

## ABSTRACT

The present investigation seeks to solve the constant need to continue innovating the construction processes and the requirement of higher quality concrete, hence it arises as a general problem: What is the influence of the use of sodium polyacrylate in the curing of high-strength concrete? initial, in the city of Huancayo? And to answer this question, the main purpose is to determine the influence of sodium polyacrylate by applying various curing techniques on the initial resistance of concrete, knowing that curing is a direct factor in compressive strength, to verify its effectiveness, the following hypothesis: The use of sodium polyacrylate significantly influences the curing of concrete with high initial resistance, in the city of Huancayo.

During the development of the thesis, a methodology with a quantitative approach, applied type, explanatory level and quasi-experimental design was used. Taking as a census sample 612 portions of concrete with which Slump, air content and compressive strength were evaluated at ages 2, 3, 7, 14 and 28 days, all of them will be subdivided according to the type of curing and relationship a/c.

The results show that sodium polyacrylate increases compressive strength, reduces workability and increases air content. Concluding that sodium polyacrylate significantly influences the curing of concrete with high initial resistance, when doses of 0.250, 0.350 and 0.450 kg/m<sup>3</sup> are applied, provided they have a water/cement ratio = 0.45, 0.40 and 0.35.

**Keywords:** air content, compressive strength, concrete curing, settlement, sodium polyacrylate

## INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, el ser humano a tenido curiosidad por el mundo que lo rodea, entre ellos resalta la construcción, de ahí que la investigación tecnológica siempre ha estado presente en la vida del ser humano, revisando la historia se encuentran vestigios como el *Cairn de Barnenez* en Francia que se remonta a los 4850 a. C., con ello, se evidencia que la construcción debe no solo ofrecer resistencia sino durabilidad con el tiempo, por estas razones el hombre busca perfeccionar a los materiales, combinaciones y mezcla que requiere para sus múltiples construcciones.

El concreto resulta ser uno de los materiales más solicitados en el sector económico de la construcción debido a la infinidad de ventajas que ofrece, siendo lo más llamativo su versatilidad, por ello, muchas empresas han optado por confeccionar productos químicos que permitan influenciar en el comportamiento del concreto, siendo estos los aditivos, fibras, adiciones, curadores, etc.

Existe tanta preocupación por el curado del concreto, ello se debe a que con esta actividad se asegura su calidad en estado endurecido, por ello, se han generado múltiples técnicas de curado que en su mayoría se dan de forma externa al material; por ejemplo, recubrimiento con yute, inmersión con agua, aspersión periódica de agua, curador químico, etc., pero poco se ha estudiado sobre el curado interior, debido a que cualquier producto en contacto con los componentes tradicionales del concreto puede ocasionar reacciones químicas que podrían perjudicar el  $f'c$ , por ello, se plantea la incorporación del poliacrilato de sodio como curador interno para concretos con alta resistencia inicial, siendo este un concreto con mayor frecuencia de uso en los últimos 10 años, debido al crecimiento de las construcciones verticales.

Al incorporar todo tipo de material al concreto se hace necesario realizar pruebas en laboratorio que aseguren su calidad, por ello, es necesario que se analice el curado mediante el análisis del  $f'c$ , Slump y contenido de aire del concreto, por eso se usó una metodología con enfoque cuantitativo, tipo aplicada, con nivel explicativo y diseño experimental.

La industria de la construcción está particularmente interesada en obtener un concreto con alta resistencia inicial que asegure su idoneidad, haciendo necesaria la incorporación del poliacrilato de sodio en el concreto, por ello, se plantea la investigación titulada: “*Influencia del poliacrilato de sodio en el curado del concreto de alta resistencia inicial en la ciudad de Huancayo*”, ello permitirá determinar la influencia que tiene dicho elemento en el curado, para cumplir con dicho propósito se proponen 5 capítulos:

Capítulo I, consiste en el desarrollo del planteamiento del problema y respectiva formulación general y específica, justificación, objetivos y delimitación de la tesis.

Capítulo II, trata sobre el marco teórico (base teórica y antecedentes), hipótesis y variables.

Capítulo III, detalla la metodología empleada por la investigación, puntualiza las técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de la información.

Capítulo IV, expone los resultados alcanzados, verificación de las hipótesis planteadas y su respectiva discusión.

La tesis termina evidenciando las conclusiones, sugerencias, lista de referencias y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Título de la investigación**

Influencia del poliacrilato de sodio en el curado del concreto de alta resistencia inicial en la ciudad de Huancayo.

#### **1.2. Planteamiento del problema**

Actualmente, la construcción es la industria que destaca por su aporte al desarrollo de la sociedad, caracterizado por la construcción de edificaciones a gran escala, que representa la evolución cultural, social y económica de la humanidad.

En el mundo, destaca un material debido a su gran demanda, este insumo se denomina concreto, al ser el material muy requerido en diversos procesos constructivos también lo son sus componentes, para el caso particular es el cemento el que mayores reportes tiene, según la Federación Internacional del Cemento (Ficem) mediante su informe en el 2020 pronosticó que, el consumo del cemento se incrementaría por lo menos de forma constante durante 10 años, es por esta razón que se debe garantizar su calidad, su resistencia, durabilidad y trabajabilidad. A dicho pronóstico se suma lo afirmado por Asocem, quienes despacharon localmente 10,317 mil TM (variedad portland) durante el 2019. Asimismo, el crecimiento mensual y la comparación de este respecto a años anteriores, demuestra su constante uso en construcción. Es por esto, que se vienen desarrollando numerosos materiales destinados a las construcciones de estructuras de concreto, entre ellos están los concretos livianos y pesados, el concreto en estudio (alta resistencia inicial), concretos con fibras de refuerzo, concreto autocompactante, etc.

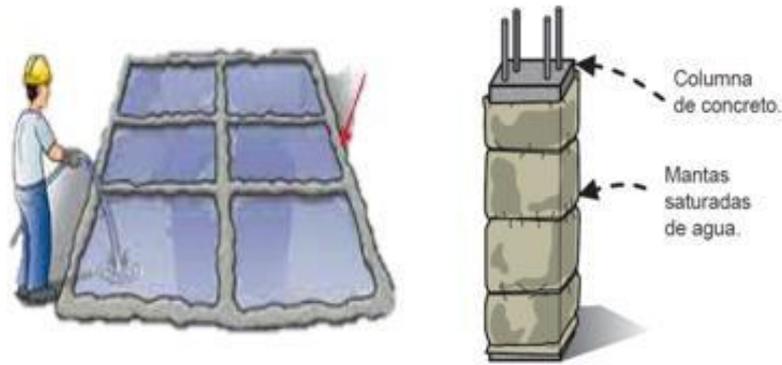
Al implementar polímeros en la realización de mezclas de concreto se fundamenta en un desarrollo de tecnología de uso, dichos polímeros pueden influir directamente en las características técnicas del concreto, esencialmente durabilidad y resistencia.

Siendo el concreto de alta resistencia (CAR) parte de esta investigación, se define al CAR como un concreto que posee una resistencia considerablemente superior a los concretos convencionales, entre las mejoras de sus propiedades están la alta resistencia y gran durabilidad, el último requisito es muy indispensable puesto que no puede obtenerse una gran durabilidad en condiciones ambientales severas y una protección inadecuada. El concreto necesita un tiempo de entre horas y días para poder adquirir la resistencia determinada.

Al conocerse que, el concreto de alta resistencia es aquel que obtiene una determinada resistencia desde unas horas o algunos días, y una forma de asegurar que el concreto tenga resistencias altas a edades tempranas, esto se logra con el curado; debido a que, el curado contribuye a equilibrar las condiciones óptimas de humedad y temperatura. Es decir, si se emplea concreto de alta resistencia inicial es debido a los requerimientos en obra, principalmente, el hecho de que dichos elementos requieren recibir cargas altas a edades cortas, de forma que no perjudiquen el funcionamiento estructural a futuro o rompa su límite de funcionabilidad.

El curado es el mantenimiento del contenido de humedad y la temperatura durante un periodo de tiempo, cuyas propiedades deseadas son observadas luego de su vertido y acabado. Un mal curado de un concreto de alta resistencia inicial puede ocasionar disminución en la resistencia, disminución de la durabilidad, figuración térmica o por secado. De ahí la importancia de efectuar un adecuado curado.

En América del Sur se utiliza con frecuencia el curado exterior, para ello emplean técnicas como: recubrimiento con yute, inmersión y uso de curadores químicos (figura 1).



*Figura 1. Técnicas de curado exterior del concreto  
Tomada de Google Maps (2021)*

En el Perú, un país con diversidad económica y climatológica, se hace necesaria la incorporación de insumos que permitan asegurar un curado exterior, para tal propósito, se debe sumar el curado interior, de ahí nace la idea de adicionar el poliacrilato de sodio al concreto.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la influencia del uso del poliacrilato de sodio en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿De qué forma incide el poliacrilato de sodio en la resistencia a compresión del concreto cuando se diseñen concretos con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35 sometidas a técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico, en la ciudad de Huancayo?
- b) ¿Cómo afecta el poliacrilato de sodio en el asentamiento del concreto cuando se tengan diseños de mezcla con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo?

- c) ¿Cuáles son los efectos en contenido de aire del concreto cuando son diseñados con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35 y adicionados con poliacrilato de sodio, en la ciudad de Huancayo?

#### **1.4. Objetivos de la investigación**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del uso del poliacrilato de sodio en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Monitorear la incidencia del poliacrilato de sodio en la resistencia a compresión del concreto bajo diseños con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35 sometidos a técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico, en la ciudad de Huancayo.
- b) Evaluar los efectos del poliacrilato de sodio en el asentamiento del concreto con diseños de relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.
- c) Analizar los efectos del poliacrilato de sodio en el contenido de aire del concreto bajo diseños con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.

#### **1.5. Justificación e importancia de la investigación**

Siendo el curado un proceso que mantiene tanto el contenido de humedad como la temperatura de forma eficiente durante la fase de hidratación del material, es el concreto cementante que tiene el propósito de desarrollar las propiedades deseadas para la mezcla. Recientes investigaciones realizadas a nivel mundial, muestran que el curado externo solo es capaz de penetrar milímetros al interior del concreto.

Con el paso del tiempo se ha podido acelerar el paso en las obras de construcción, por un lado, el tiempo destinado al desencofrado de los componentes estructurales de concreto deben ser reducidos en un volumen considerable. En sus inicios del concreto, protegerlo puede sumar restricciones al periodo de construcción y como producto de ello se incrementan los costos relacionados, sin embargo, pensado a largo plazo, el no proteger el concreto generaría mayores problemas. Es por lo que, se ha propuesto la realización de la presente investigación para usar porcentajes de polímeros superabsorbentes en concretos de alta resistencia inicial, ya

que en los últimos años se vienen usando nuevas mezclas que se curan en el interior en diversas obras de manera global, los resultados arrojados son satisfactorios y al mismo tiempo este concreto presenta una resistencia similar al de un concreto curado comúnmente.

#### **1.5.1. Justificación social**

Al incorporar un producto nuevo como el poliacrilato de sodio como curado interior del concreto, se fomenta el uso de materiales ajenos a la construcción y que, al ser colocados en el interior del concreto, no presentan ningún impacto negativo para el medio ambiente, fomentando el uso responsable de materiales para la construcción.

#### **1.5.2. Justificación económica**

La presente tesis tiene como fin único garantizar la calidad del concreto al añadir el poliacrilato de sodio, de este modo se evitan pérdidas en las construcciones y sobre todo se asegura la idoneidad del concreto.

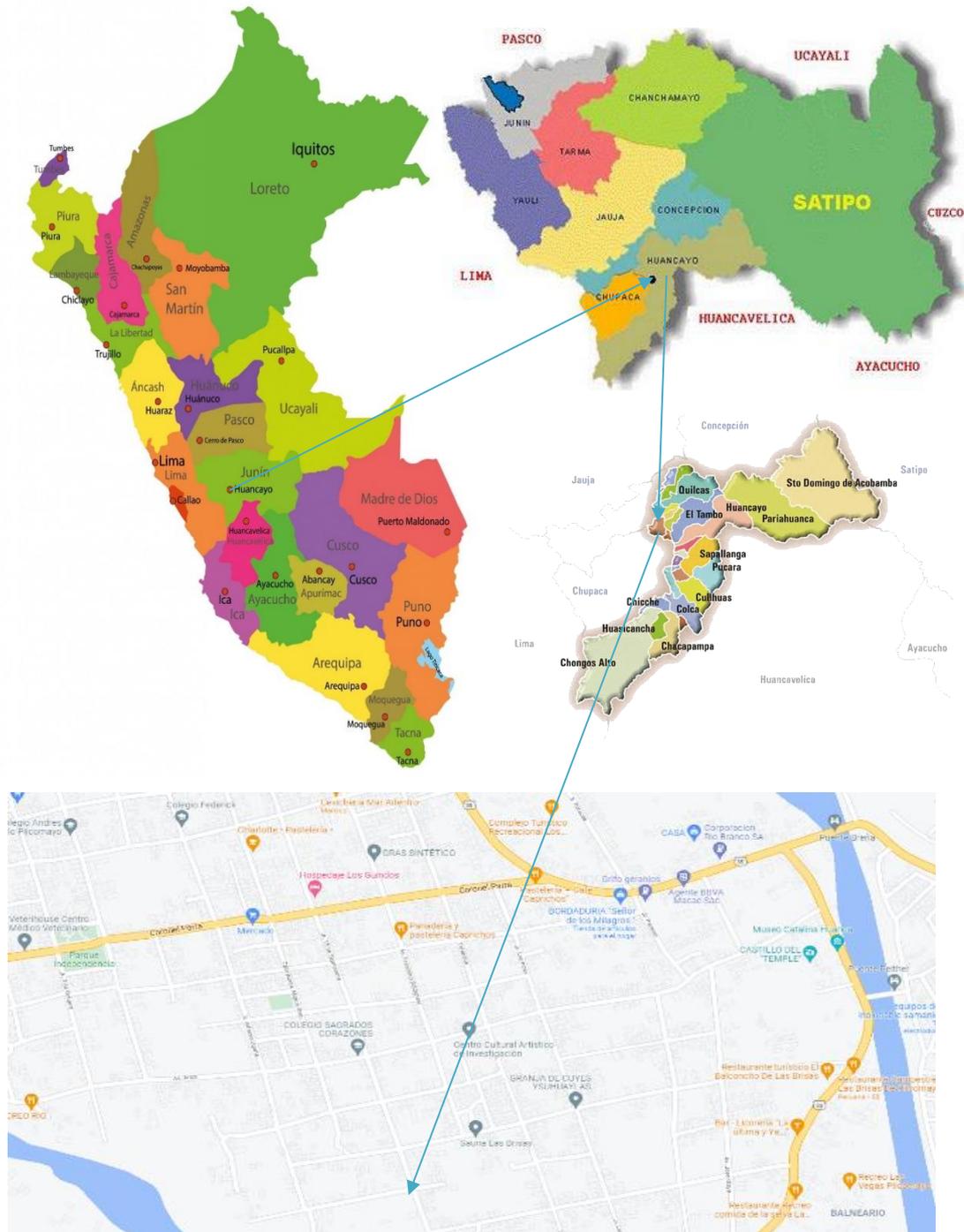
#### **1.5.3. Justificación práctica**

El poliacrilato de sodio es de fácil incorporación en el concreto tanto en el proceso de mezclado, como en el colocado y curado.

### **1.6. Delimitación de la investigación**

#### **1.6.1. Delimitación espacial**

La tesis se desarrolló en la Av. Leoncio Prado s/n, Pilcomayo, Huancayo, Junín. Como se desarrolló a nivel de laboratorio todos los ensayos se ejecutaron en inmediaciones del laboratorio QA/QC Construcción.



**Figura 2. Ubicación del proyecto en estudio**  
**Tomada de Google Maps (2021)**

### 1.6.2. Delimitación temporal

La tesis se efectuó durante los periodos comprendidos de julio a setiembre del 2021.

### 1.6.3. Delimitación conceptual

La tesis solo realizó un análisis de la influencia del uso del poliacrilato de sodio en concreto de alta resistencia inicial en dosis de 0.25, 0.35 y 0.45 kg/m<sup>3</sup> empleando

las técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico para relaciones a/c de 0.45, 0.40 y 0.35.

## **1.7. Hipótesis y descripción de variables**

### **1.7.1. Hipótesis general**

El uso del poliacrilato de sodio influye significativamente en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.

### **1.7.2. Hipótesis específicas**

- a) El poliacrilato de sodio incrementa la resistencia a compresión del concreto con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35 aplicando técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico, en la ciudad de Huancayo.
- b) El poliacrilato de sodio acrecienta el asentamiento del concreto con alta resistencia inicial con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.
- c) El poliacrilato de sodio disminuye el contenido de aire del concreto con alta resistencia inicial con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.

### **1.7.3. Descripción de variables**

#### **1.7.3.1. Variable independiente**

- Poliacrilato de sodio

Es un polímero formado por monómeros  $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CO}_2\text{Na})$  con alta capacidad absorbente, se presenta como un polvo blanco sin olor (1).

#### **1.7.3.2. Variable dependiente**

- Resistencia a la compresión del concreto

Simboliza la capacidad de soporte de una carga por unidad de área (ACI 318).

#### 1.7.4. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<b>Variable independiente</b> Poliacrilato de sodio	Es un polímero formado por monómeros $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CO}_2\text{Na})$ con alta capacidad absorbente, se presenta como un polvo blanco sin olor (productos industriales).	a) Composición química del poliacrilato de sodio	a) Dosis - 0.250 $\text{kg/m}^3$ - 0.350 $\text{kg/m}^3$ - 0.450 $\text{kg/m}^3$	a) Ficha control (formatos en laboratorio)
<b>Variable dependiente</b> Resistencia a la compresión del concreto	Simboliza la capacidad de soporte de una carga por unidad de área (ACI 318).	a) Técnicas de curado - Con yute - Inmersión - Curador químico	a) Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C 39) b) Ensayo de asentamiento del concreto (ASTM C 143) c) Ensayo de contenido de aire (ASTM C 231)	a) Ficha control (formatos en laboratorio)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

Está formado por indagaciones, libros e informes relacionados con la influencia del uso de materiales ajenos a la construcción en el curado interior del concreto, tales como el poliacrilato de sodio y otros productos innovadores.

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Jiménez et al. (2), plantearon una tesis cuyo objetivo general fue analizar la resistencia a compresión bajo la influencia de las técnicas empleadas para el curado de elementos estructurales construidos con concreto hidráulico. Utilizó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Concluyendo que, se comparó las técnicas de curado con agua de grifo (T1), inundación en agua de mar (T2), inundación con cal y control de temperatura (T3) y forrado en polietileno (T4), obteniendo un incremento de resistencias a la edad de 7 días y que cada técnica se debe emplear en función de las condiciones de obra, costos económicos, tiempo y personal de trabajo con el que se cuente.

Siquiera (3), en su tesis doctoral estableció como objetivo general analizar los costos en la fabricación de HAS, empleando HAR y HAC. Utilizó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Concluyendo que, la utilización de HAR en los elementos estructurales implica reducciones significativas en su sección, por lo que, en la misma proporción que se reduce la sección de dichos elementos estructurales, se reduce el volumen de hormigón empleado. Aun cuando el

costo por m<sup>3</sup> del HAD es mayor que el del HC, la mencionada reducción de la sección de los elementos estructurales obtenida al utilizar HAD permite disminuir el volumen de hormigón, y de esta manera, obtener una rebaja en el costo. Empleando una correcta dosificación del hormigón en pilares, la utilización de HAR implica menor costo en comparación con la utilización de HC, por ello, resulta viable su empleo desde el punto de vista de los costos. Resaltando que al emplear HAR y HAC se logra obtener concretos de alta resistencia.

Rodríguez (4), en su investigación estableció como objetivo general evaluar los efectos del curado en relación a los parámetros de durabilidad, resistencia y manejabilidad del concreto. Utilizó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Concluyendo que, al emplear agregados ligeros se logra mejorar la trabajabilidad del concreto en un rango de 2.2 a 2.8 veces respecto al diseño patrón, en la evaluación de resistencia y durabilidad es el concreto ligero quien mostró mejores resultados (diseño 4) obteniéndose hasta un incremento del 49 % en relación a la muestra patrón.

Cárdenas et al. (5), en su tesis plantearon como objetivo general comparar el  $f'c$  de concretos normales, empleando los métodos de hidratación directa o inmersión con el de exudación por recubrimiento en *vinipel*. Utilizaron una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo-descriptivo y diseño experimental. Concluyendo que, emplear la técnica de hidratación directa se supera en 19.76 % la resistencia especificada y con el método de recubrimiento con *vinipel* se supera en 5.22 % a la resistencia especificada.

Cabrera (6) efectuó un artículo científico, cuyo objetivo general fue analizar las características de los concretos convencionales y especiales, en especial los celulares y de alta resistencia. Utilizó una metodología con nivel descriptivo y diseño no experimental. Concluyendo que, en Ecuador no existe demanda ni experiencia en el uso de concretos especiales (alta resistencia y celulares), siendo los proyectos de electricidad los que requieren concretos de alta resistencia tales como: Coca Codo Sinclair, con resistencias de 590 kg/cm<sup>2</sup>, a ello le siguen proyectos de gas y petróleo, como la rehabilitación de la refinería Esmeraldas.

De Los Santos (7), realizó una indagación en donde planteó como objetivo general determinar el efecto que produce el unir un agente curado y un aditivo en relación al incremento de la durabilidad, disminución de la permeabilidad y reducción

de la retracción autógena. Empleó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental. Concluyendo que, el uso de curado interno permite ganar resistencia a partir de 180 días de edad del concreto.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Alvarado (8), desarrolló una investigación cuyo objetivo general fue comparar las resistencias del concreto, empleando diferentes técnicas de curado, usó una metodología con enfoque cuantitativo, tipo aplicada, explicativa, prospectiva, retrolectiva, transeccional, comparativa y diseño experimental de carácter cuasiexperimental. Se concluye que, al emplear el método convencional de curado se supera la resistencia específica en 15.24 %, 35.51 % y 29.29 % para las resistencias de 210, 245 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, cuando se emplea la técnica de curado con materiales selladores se supera la resistencia específica en 5.71 %, 3.67 % y 1.79 % para las resistencias de 210, 245 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, correspondientemente, para la técnica de curado con compuestos químicos se supera la resistencia específica en 15.10 % y 17.50 % para las resistencias 245 y 280 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras que al emplear la técnica de curado acelerado se reduce la resistencia específica en 45.24 %, 40 % y 36.43 % para las resistencia de 210, 245 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, correspondientemente.

Aguilar (9) desarrolló una tesis cuyo objetivo general fue determinar la influencia del tipo de curado en las propiedades de resistencia y permeabilidad del concreto con  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, usó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental. Se concluye que el concreto que empleó el curado por inmersión obtiene la mayor resistencia a la compresión (301 kg/cm<sup>2</sup>), el concreto con curado exterior presenta mayor absorción capilar comparado con el curado por inmersión.

Chavarry (10) ejecutó una tesis en donde proyectó como objetivo general evaluar un concreto de alta resistencia, empleando granito extraído de las partículas residuales de la chancadora Talambo, para ello, usó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo, tipo aplicada y diseño experimental. Se concluye que, se empleó granito tamizado por la malla 10 en la dosis del 10 % del peso del cemento, interviniendo en el concreto de la siguiente forma: reduce ligeramente el contenido de aire, minimiza ligeramente la exudación, incrementa el peso unitario del concreto, reduce la trabajabilidad en un promedio de 0.4 pulgadas, incrementa la resistencia en 15 % más de la resistencia de diseño para la dosis de 10 % de granito, mejorando así, la resistencia en desgaste.

Durán (11) desarrolló una investigación cuyo objetivo general fue determinar cuál es el curado más idóneo para el concreto, para ello, usó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo, tipo aplicada y diseño experimental. Se concluye que, el empleo de curador químico permite alcanzar las propiedades mecánicas del concreto en equilibrio con el costo y tiempo, por otro lado, al analizar la resistencia a la compresión del concreto el curado por inmersión llega al 100 %, con yute al 97.16 %, aspersión al 94.69 %, sin curado al 93.90 % y con curador químico al 90.13 %.

Rondón (12) elaboró una investigación, cuyo propósito general fue realizar un análisis comparativo de la resistencia a la compresión de losas de concreto simple, empleando diferentes métodos de curado, empleando una metodología tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Concluyendo que, si no se realiza un curado del concreto, se obtiene una resistencia a la compresión entre el 40 % y 50 % respecto a un curado óptimo, las técnicas de curado empleadas fueron: curado continuo, discontinuo y con cubierta de geotextil, para concretos con  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo la mejor resistencia empleando el riego continuo (inmersión) con 97.29 %, para concretos con  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  el que obtuvo mejor resultado fue con el método de inmersión (96.46 %).

Contreras et al. (13) desarrollaron una tesis cuyo objetivo general fue comparar la resistencia del concreto simple, empleando diversas técnicas de curado. Utilizó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Concluyendo que, si no se realiza el proceso de curado del concreto se obtienen bajos valores de resistencia a la compresión, se aplicaron tres tipos de curado: continuo, discontinuo y con cubierta de geotextil, al evaluar la resistencia el método de curado por riego obtuvo mayor resistencia.

Roldan et al. (14) ejecutaron una tesis cuyo objetivo general fue diseñar una mezcla de concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete SC50 y GAIA. Utilizó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Concluyendo que, se diseñó una mezcla de concreto de alta resistencia de  $420 \text{ kg/cm}^2$  y  $600 \text{ kg/cm}^2$  adicionando los aditivos Sika Viscocrete SC-50 y GAIA mediante la metodología ACI, para el primero, se obtuvo la dosis óptima con 0.5 % de aditivo de nanosílice en relación al peso del cemento, obteniendo  $448.10 \text{ kgf/cm}^2$ , para el segundo diseño se obtuvo la dosis óptima con 0.5 % de aditivo de nanosílice en relación al peso del cemento, obteniendo  $637.60 \text{ kgf/cm}^2$ ; en

conclusión, se incrementó en 10 % la resistencia a compresión del concreto a los 28 días.

Cotrina (15), en su tesis se propuso determinar el comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia de  $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante Sikamentr-290N y adición mineral Sikar Fume, para tal propósito empleó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo, tipo aplicada y diseño experimental. Concluyendo que, el diseño de mezcla D obtuvo mayor resistencia a compresión comparado con la mezcla patrón, B y C ( $599.70 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, supera en 33.27 % más a la resistencia de diseño de  $450 \text{ kg/cm}^2$ ).

Molina et al. (16), buscaron evaluar la resistencia a compresión y flexión del concreto de alta resistencia, reutilizado en la etapa de fraguado. Utilizó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Concluyendo que, la reutilización de un concreto de alta resistencia de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$  en proceso de fraguado es posible hasta un máximo de dos horas.

Parizaca (17), elaboró una tesis cuyo objetivo general fue determinar el comportamiento de resistencia y asentamiento de concretos con alta resistencia inicial, debido a la adición de polímeros superabsorbentes, para tal propósito empleó una metodología con enfoque cuantitativo, nivel explicativo, tipo aplicada y diseño experimental. Concluyendo que, al evaluar el asentamiento del concreto, las adiciones con polímeros superabsorbentes muestran mayor trabajabilidad, pero para adiciones mayores a 0.2 % se evidencia segregación del concreto, en los resultados de resistencia a la compresión es la adición al 0.1 % de polímero respecto al peso del cemento la que muestra mayor resistencia, comparado con la muestra patrón, ya que lo supera en 5.27 %.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Simón (18) desarrolló una tesis cuyo objetivo general fue establecer las variaciones de la resistencia del concreto, empleando polímero NexSpray, empleando una metodología con enfoque cualitativo, tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. Se concluye que, al incorporar el polímero NexSpray con 2 capas de revestimiento se logra incrementar en 2.27 % la resistencia a la compresión del concreto, mientras que, al emplear 4 capas de revestimiento se incrementa en 5.5 % y al realizar 6 capas de revestimiento se supera en 9.67 % la resistencia a la compresión respecto a la muestra patrón.

Sosa (19) elaboró una tesis en donde planteó como objetivo general establecer el efecto del biopolímero sobre las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto, la metodología usada fue la científica, nivel explicativo y diseño experimental. Se concluye que, con el aditivo biopolímero se logra acrecentar el asentamiento del concreto hasta en un 23.53 %, en contenido de aire se incrementa en 950 % y para la resistencia a la compresión se tiene una reducción del 45.62 % para dosis de 0.1 % (19).

## **2.2. Bases teóricas**

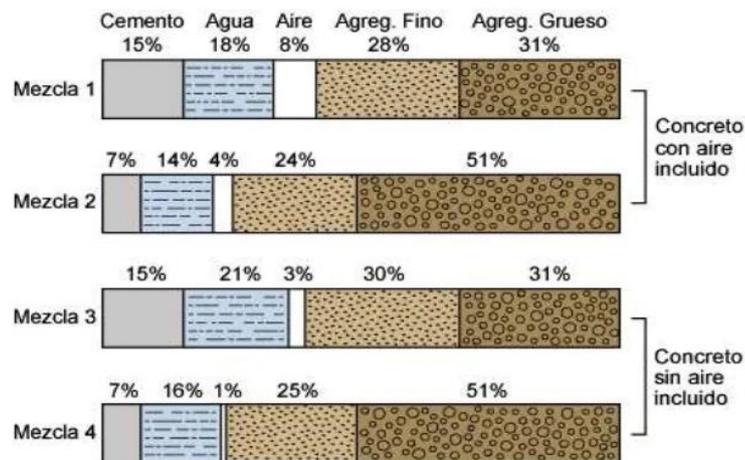
### **2.2.1. El concreto**

El concreto es el resultado de la combinación de cemento, agregados y agua, a ello puede añadirse aditivos y fibras, al mismo tiempo, cada componente tiene características físicas que determinan sus cualidades para su posterior dosificación en el concreto.

En estado endurecido, el concreto debe ser capaz de soportar cargas y hacerle frente a su entorno, por ello, es necesario tomar en consideración lo siguiente:

- La masa unitaria se utiliza para estimar la cantidad de agregado a granel y la dosis de mezcla sólida.
- La manejabilidad y consistencia determinan la aptitud de colocación.
- La estabilidad volumétrica de estos cambios de volumen crea tensiones que exceden la resistencia a la tracción del hormigón y pueden provocar grietas.
- La velocidad del fraguado, de acuerdo con el tiempo que dura en endurecerse la mezcla.
- La resistencia o resistencia a factores externos como penetración de agua, bajas temperaturas, retracción por secado, desgaste, explosiones, agentes corrosivos y choque térmico se evalúa en el tiempo sin comprometer las condiciones fisicoquímicas.
- La resistencia a la compresión es la más citada, porque es la más difícil de evaluar para asegurar una buena estructura.

El concreto está conformado por un componente inactivo que viene a ser el aire, es decir, así uno no planifique su colocación en la mezcla, por sí solo está presente, por ello, es necesario controlarlo para evitar vacíos en el concreto. De igual forma, cada uno de los componentes debe tener un control en cuanto a su dosificación en la mezcla, de modo que se asegure la calidad y el costo del concreto. Para tal propósito Rivva (20) recomienda que cada componente debe tener un volumen aproximado de participación, ver figura 3.



*Figura 3. Dosificación de los componentes del concreto por volumen  
Tomada de Google Imágenes*

### 2.2.2. Tipos de concreto

El concreto puede clasificarse en función de su composición, características particulares y estructura que se pretende colocar. Pueden clasificarse en:

#### a) Concreto normal

Empleado para elementos estructurales con cimentaciones poco profundas, vigas, columnas, placas, etc., ofrecen buena trabajabilidad y cohesividad.

#### b) Concreto para bombeo

Es muy cohesivo y ofrece excelente trabajabilidad, por lo que, facilita el colocado del concreto mediante bomba (impulsión). Generalmente se emplean para proyectos de difícil acceso y con espacio limitado.

#### c) Concreto fluido

Utilizados cuando se limita el vibrado del concreto, por ejemplo, para encofrados, donde la cantidad de acero y el espacio no permiten realizar el vibrado del concreto.

**d) Concreto plástico**

Se utiliza para columnas, muros, losas y elementos esbeltos. Presenta una consistencia plástica.

**e) Concreto con alta resistencia**

Son destinadas a obtener resistencias iguales o mayores a 7000 psi, son diseñadas por durabilidad.

**f) Concreto lanzado**

Para su colocado deben ser lanzadas por una manguera y proyectados a gran velocidad. Son empleados para túneles.

**g) Concreto autocompactante**

Es una mezcla con fluidez alta y que no presenta segregación, no necesita mucha vibración para su acomodo interno, se emplea para columnas, placas, vigas, etc.

**2.2.3. Propiedades del concreto**

Son las peculiaridades en estado fresco del concreto las que determinan la calidad del concreto en estado endurecido (21), en tal sentido, no solo debe controlarse la resistencia que debe alcanzar, sino también su trabajabilidad, contenido de aire, peso unitario, entre otros, que serán descritos a continuación:

**a) Trabajabilidad**

Propiedad en estado fresco que simboliza la capacidad de manipulación, colocado y transportado que puede presentar el concreto. Para poder medirlo se realiza el ensayo de asentamiento del concreto.

**b) Resistencia**

Es una propiedad en estado endurecido que simboliza la capacidad de soporte que puede adquirir el concreto sin romperse, el concreto tiene como fin resistir esfuerzos de compresión, por ende, para medirlo se realiza el ensayo de resistencia a la compresión del concreto.

**c) Segregación**

Se produce en estado fresco del concreto caracterizado por evidenciar la disociación de los elementos del concreto.

#### **d) Exudación**

Representa la cantidad de agua de la mezcla que presenta tendencia a elevarse en la superficie del concreto (20).

#### **2.2.4. Concretos especiales**

Se considera como concreto especial a aquel que ha sido fabricado con características especiales para una determinada obra, para alcanzar dichas peculiaridades deben añadirse aditivos o fibras, o como también el uso de cementos especiales. Los concretos especiales pueden ser:

##### **a) Concreto bombeado**

El Instituto Americano del Concreto (ACI) define al concreto bombeado como aquel concreto que es transportado a través de una manguera o tubo usando una bomba. Por lo general, se usan cuando se colocan concretos en zonas con acceso limitado.

##### **b) Concreto lanzado**

Conocido también como *shotcrete*, es un concreto que se proyecta neumáticamente a alta velocidad. Se emplean en lugares de difícil acceso o en elementos de forma irregular. Puede ser lanzado por vía seca o vía húmeda y, en ambos casos, logra una adherencia excelente entre el concreto y el sustrato sobre el que es lanzado.

##### **c) Concreto ligero**

Es aquel concreto cuyo peso unitario es mucho menor que el concreto con agregado normal. Se emplea en la cubierta de puentes, pilares, vigas, losas, muros en edificios de acero, entre otros.

##### **d) Concreto pesado**

Concreto con densidad elevada, emplea agregados pesados. Se emplea en construcciones que recibirán radiaciones.

##### **e) Concreto de alta resistencia**

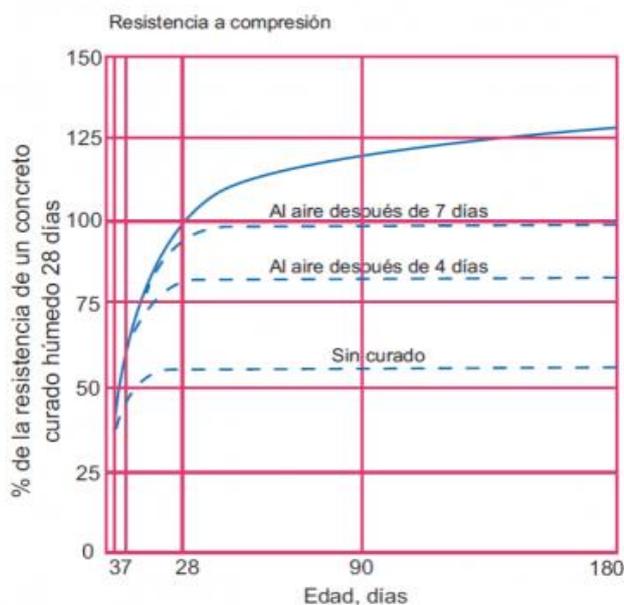
Es un concreto con resistencia controlada, se diseña como un material de resistencia a compresión a 14, 7, 3 días o 24 horas.

##### **f) Concreto de alta resistencia inicial**

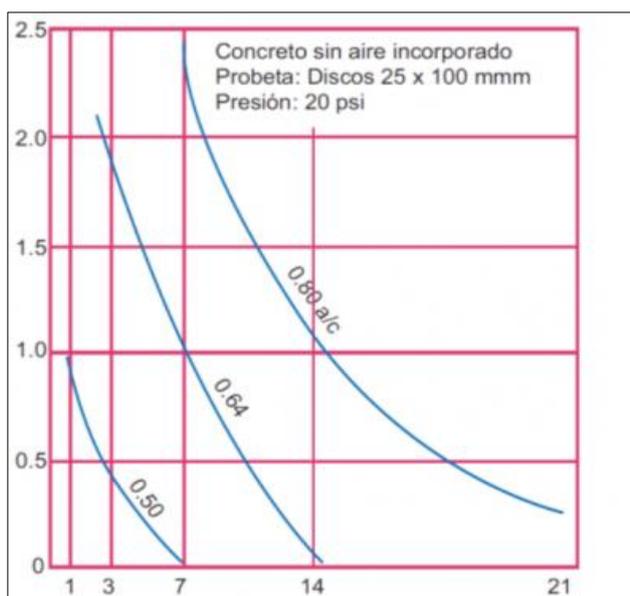
Concreto que adquiere, a una edad temprana, altas resistencias, este periodo puede considerarse desde horas hasta algunos días (22).

### 2.2.5. Curado del concreto

Esta etapa tiene como propósito mantener constante la hidratación del cemento (23). Para asegurar la durabilidad del concreto es necesario monitorear a los poros entre las partículas de cemento que están llenas de productos de hidratantes, mas no el grado de hidratación del cemento, es decir, tanto la resistencia como la durabilidad son dependientes básicamente de la porosidad de la matriz del concreto (24).



**Figura 4. Resistencia a la compresión del concreto medido en testigos cilíndricos de 15 x 30 cm en relación con su edad**  
*Tomada del Blog de la Construcción*



**Figura 5. Permeabilidad del concreto en función de la permeabilidad de los testigos del concreto**  
*Tomada del Blog de la Construcción*

### 2.2.5.1. Métodos de curado

Los métodos de curado que existen son:

#### a) Inmersión

Es un proceso mediante el cual se sumerge a todo el elemento en agua, se recomienda su uso para elementos horizontales, para este método se crean arroceras.



*Figura 6. Curado del concreto empleando la técnica de inmersión  
Tomada de Google Imágenes*

#### b) Riego

Consiste en realizar riegos periódicos al concreto, empleado mangueras.



*Figura 7. Curado del concreto, empleando la técnica de riego  
Tomada de Google Imágenes*

#### c) Cubiertas con material absorbente

Para esta técnica se cuidan dos aspectos, el primero es colocar un material sobre el concreto y, el segundo, es que, el material esté húmedo, es decir, no debe secarse la manta.



**Figura 8. Curado del concreto empleando la técnica de cubrir con material absorbente**

*Tomada de Google Imágenes*

**d) Arena o aserrín**

Si se emplea este método debe controlarse la composición química de los materiales para no afectar las propiedades del concreto.

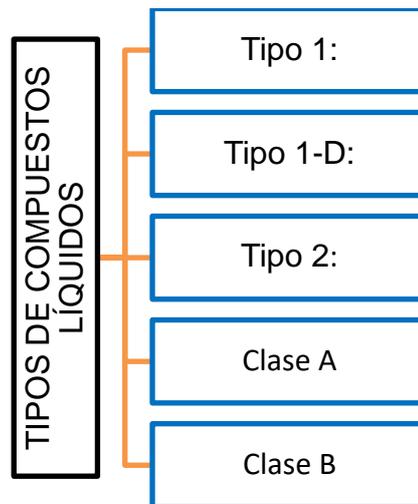
**e) Partículas plásticas**

Son ligeras y para climas cálidos se recomienda usar el color blanco y para climas fríos el negro. Hay que tener en cuenta que no se debe permitir que el agua escape, por ello, no deber estar roto; otra consideración es que tiene que estar completamente cerca de la superficie a curar. Debe aplicarse lo antes posible, cubriendo todas las áreas expuestas, dejando en ocasiones agua debajo de la película.

**f) Membranas de curado**

Todas las membranas que pueden usarse para el curado deben cumplir con el estándar de la norma ASTM C309. Existen dos tonalidades del líquido, el traslucido presenta propiedades reflectivas y permite visualizar con facilidad la superficie cubierta y la tonalidad colorida. Para aplicar este tipo de curado se puede realizar con rodillo, aspersor o brocha.

Pueden clasificarse en:



*Figura 9. Clasificación de las membranas de curado  
Tomada de NTP 339.226*

### **2.2.5.2. Importancia de los métodos de curado**

#### **a. Ganancia de resistencia predecible**

Según Mejía (25) cuando el concreto se encuentra en temperaturas altas, se logra obtener resistencias más altas a edad temprana, pero cuando se tienen temperaturas muy bajas es difícil conseguir resistencia, también tomará más tiempo el proceso de desencofrado, por ende, habrá un retraso en la construcción.

#### **b. Durabilidad mejorada**

Un concreto que ofrece durabilidad presenta alta dureza, resistencia a la abrasión y desgaste en la superficie y, sobre todo, presenta resistencia a químicos solubles que puedan perjudicar el buen comportamiento del concreto.

#### **c. Mejores condiciones de servicio y apariencia**

Un buen proceso de curado del concreto disminuye la tendencia a agrietarse, fisurarse y deformarse.

### **2.2.5.3. Poliacrilato de sodio**

Es un polvo blanco inoloro, un polímero formado por monómeros (26). Comúnmente distinguido como Súper SAP (*super absorbent polymer*). Agregar agua destilada puede aumentar la cantidad en un factor de miles.

Se obtiene neutralizando el polímero aniónico lineal obtenido a partir del monómero de  $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$  con  $(\text{NaOH})$ . Los poliacrilatos de sodio o SPA se utilizan con mayor frecuencia en agua dulce con porcentajes bajos de contenido de sal para incrementar sus propiedades de dispersión y elongación completa de la cadena (27).

Los únicos átomos que pueden anular la ventaja como portadores de arcilla son los cationes divalentes. El poliacrilato de sodio aglomera coloides de manera muy eficiente, esto involucra todos los sólidos naturales, agua limpia y aguas residuales, con cadenas de polímeros que unen sólidos coloidales. Los sólidos coloidales se pueden eliminar por sedimentación, por gravedad en tanques poco profundos o mediante la aplicación de ciclones líquidos, centrifugadoras o técnicas de filtración (27).

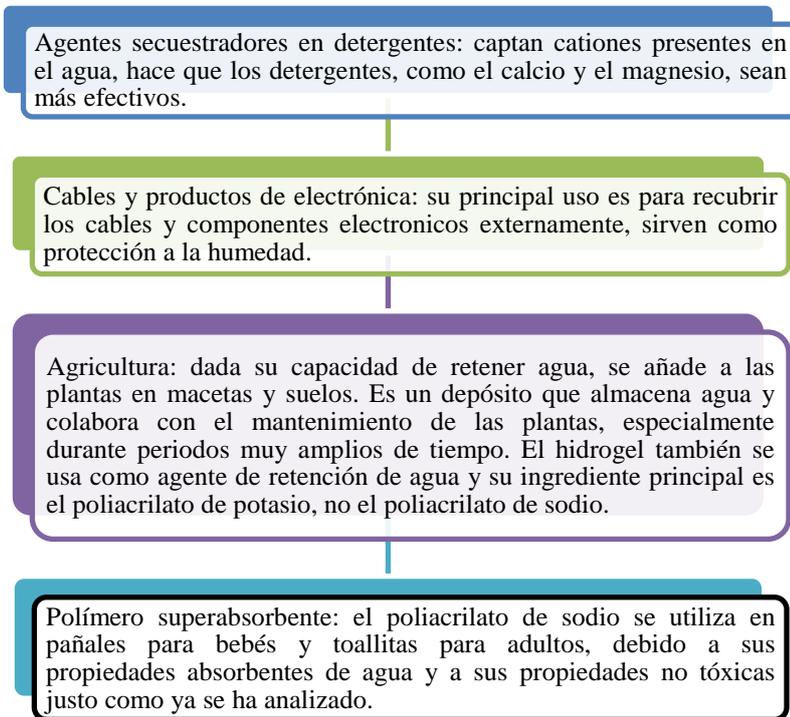
Al aplicar poliacrilato de sodio en todo el perfil del suelo incrementa la capacidad de acopio de agua en la superficie y, en consecuencia, esto aumenta la cantidad de evaporación, por lo que se recomienda que sea aplicado en la zona más baja del suelo. Es decir, es provechoso para la penetración del agua, va a partir de la superficie del suelo hasta la zona de la raíz, mientras que reduce, en la superficie del suelo, el contenido de agua y reduce aún más la evaporación (28).

Las propiedades del poliacrilato de sodio son:

Estado físico	• En polvo o gránulos de color blanco en estado sólido.
Peso molecular	• Los pesos moleculares del poliacrilato de sodio se producen comercialmente de 1200, 2100, 8000 y 15000. Ello depende del número de monómeros que contenga.
Densidad	• 1,32 g/mL a 25 °C
pH	• 6-9
Solubilidad	• Muy soluble en agua

*Figura 10. Propiedades del poliacrilato de sodio  
Tomada de Stea*

Al poliacrilato de sodio se le da múltiples usos, que se describen a continuación:



*Figura 11. Otros usos del poliacrilato de sodio (29)*

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Métodos y alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Método de investigación**

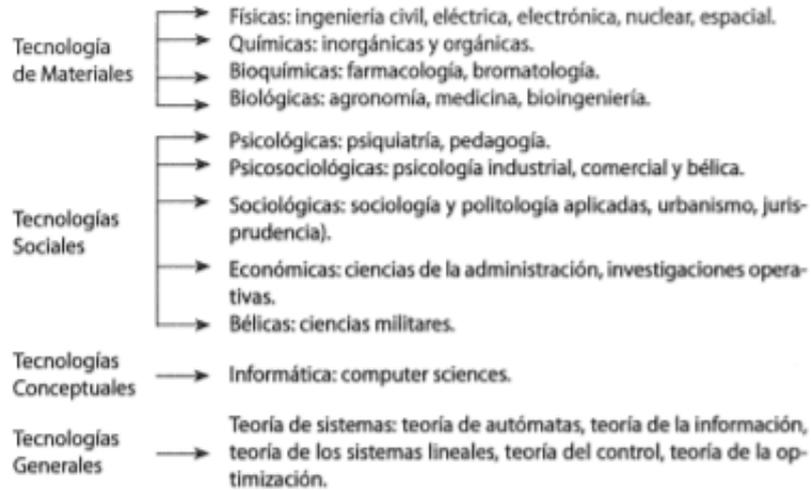
La tesis utilizó el método científico, ya que se caracteriza por tener relación con la curiosidad e innovación, e incorporó el poliacrilato de sodio como curador interno para el concreto, haciendo que se realicen ensayos a nivel de laboratorio para verificar la hipótesis planteada (30).

Una investigación científica se identifica, porque, en base a la observación, lanza una inducción, lo que conlleva al planteamiento de la hipótesis; esto a su vez requiere de experimentación, los datos fueron analizados y se emitió una conclusión (31).

#### **3.1.2. Tipo de investigación**

La tesis empleó una investigación del tipo aplicada, ya que está orientada a resolver problemas de forma innovadora. Este tipo de investigación también es conocida como tecnológica, ya que tiene participación en la fabricación, colocación, circulación y uso de bienes y servicios de diversas actividades humanas (30).

Según Bunge citado por Hernández et al. (31), una investigación tecnológica puede clasificarse en:



*Figura 12. Clasificación de la investigación tecnológica (31)*

En tal sentido, la tesis empleó una investigación del tipo tecnológica de materiales.

### **3.1.3. Nivel de investigación**

Se usó un nivel explicativo, ya que midió la influencia del poliacrilato de sodio en el curado del concreto. Según Hernández et al. (31), una investigación explicativa busca constituir las causas de los fenómenos que se analizan (p. 95).

### **3.2. Diseño de investigación**

Se empleó un diseño de investigación experimental, debido a que la tesis midió la influencia del poliacrilato de sodio en el curado del concreto. Igualmente, Hernández et al. (31) afirman que, una investigación experimental consiste en la intervención de forma intencional de una o más variables y se analizan las consecuencias (p. 129).

El tipo de diseño fue de carácter cuasiexperimental, debido a que, se propuso poner a prueba la hipótesis causal manipulando la variable independiente, es decir se probó la influencia del poliacrilato de sodio empleando variedad de técnicas de curado en la resistencia a compresión, y para ello contó con un grupo control.



*Figura 13. Esquema del diseño de investigación*

**Donde**

- GE: grupo experimental (control de propiedades del concreto adicionando poliacrilato de sodio)
- GC: grupo control (control de las propiedades del concreto sin poliacrilato de sodio)
- O1: observación de entrada
- O2: observación de salida
- X: experimento (poliacrilato de sodio)

**Tabla 2. Esquema de diseño experimental para resistencia a compresión**

Grupos			Variable independiente	Posprueba	
GC1	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.45	-	Sin poliacrilato de sodio	OC1	
GE1	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.45	X1	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O1	
GE2	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.45	X2	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O2	
GE3	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.45	X3	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O3	
GC2	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.40	-	Sin poliacrilato de sodio	OC2	
GE4	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.40	X4	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O4	
GE5	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.40	X5	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O5	
GE6	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.40	X6	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O6	
GC3	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.35	-	Sin poliacrilato de sodio	OC3	
GE7	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.35	X7	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O7	
GE8	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.35	X8	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O8	
GE9	Concreto con técnica de curado con Yute y relación a/c=0.35	X9	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O9	
GC4	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.45	-	Sin poliacrilato de sodio	OC4	Resistencia a compresión
GE10	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.45	X10	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O10	
GE11	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.45	X11	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O11	
GE12	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.45	X12	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O12	
GC5	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.40	-	Sin poliacrilato de sodio	OC5	
GE13	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.40	X13	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O13	
GE14	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.40	X14	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O14	
GE15	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.40	X15	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O15	
GC6	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.35	-	Sin poliacrilato de sodio	OC6	
GE16	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.35	X16	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O16	
GE17	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.35	X17	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O17	
GE18	Concreto con técnica de curado con Inmersión y relación a/c=0.35	X18	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O18	
GC7	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.45	-	Sin poliacrilato de sodio	OC7	
GE19	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.45	X19	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O19	

GE20	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.45	X20	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm3	O20
GE21	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.45	X21	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm3	O21
GC8	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.40	-	Sin poliacrilato de sodio	OC8
GE22	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.40	X22	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm3	O22
GE23	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.40	X23	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm3	O23
GE24	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.40	X24	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm3	O24
GC9	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.35	-	Sin poliacrilato de sodio	OC9
GE25	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.35	X25	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm3	O25
GE26	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.35	X26	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm3	O26
GE27	Concreto con técnica de curado con C.Q. y relación a/c=0.35	X27	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm3	O27

**Tabla 3. Esquema de diseño experimental para contenido de aire**

Grupos		Variable independiente		Posprueba
GC1	Concreto con relación $a/c=0.45$	-	Sin poliacrilato de sodio	OC1
GE1	Concreto con relación $a/c=0.45$	X1	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O1
GE2	Concreto con relación $a/c=0.45$	X2	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O2
GE3	Concreto con relación $a/c=0.45$	X3	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O3
GC2	Concreto con relación $a/c=0.40$	-	Sin poliacrilato de sodio	OC2
GE4	Concreto con relación $a/c=0.40$	X4	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O4
GE5	Concreto con relación $a/c=0.40$	X5	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O5
GE6	Concreto con relación $a/c=0.40$	X6	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O6
GC3	Concreto con relación $a/c=0.35$	-	Sin poliacrilato de sodio	OC3
GE7	Concreto con relación $a/c=0.35$	X7	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O7
GE8	Concreto con relación $a/c=0.35$	X8	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O8
GE9	Concreto con relación $a/c=0.35$	X9	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O9

Contenido de  
aire

**Tabla 4. Esquema de diseño experimental para asentamiento**

Grupos		Variable independiente		Posprueba
GC1	Concreto con relación $a/c=0.45$	-	Sin poliacrilato de sodio	OC1
GE1	Concreto con relación $a/c=0.45$	X1	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O1
GE2	Concreto con relación $a/c=0.45$	X2	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O2
GE3	Concreto con relación $a/c=0.45$	X3	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O3
GC2	Concreto con relación $a/c=0.40$	-	Sin poliacrilato de sodio	OC2
GE4	Concreto con relación $a/c=0.40$	X4	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O4
GE5	Concreto con relación $a/c=0.40$	X5	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O5
GE6	Concreto con relación $a/c=0.40$	X6	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O6
GC3	Concreto con relación $a/c=0.35$	-	Sin poliacrilato de sodio	OC3
GE7	Concreto con relación $a/c=0.35$	X7	Poliacrilato de sodio en dosis 0.25 kg/cm <sup>3</sup>	O7
GE8	Concreto con relación $a/c=0.35$	X8	Poliacrilato de sodio en dosis 0.35 kg/cm <sup>3</sup>	O8
GE9	Concreto con relación $a/c=0.35$	X9	Poliacrilato de sodio en dosis 0.45 kg/cm <sup>3</sup>	O9

Asentamiento

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

Hernández et al. (31) aseveran que, una población es una agrupación de la totalidad de los casos que convienen mediante una cadena de peculiaridades (p. 174).

La población de la tesis estuvo conformada por 612 porciones de concreto.

#### **3.3.2. Muestra**

Una muestra representa una porción de la población de la que se recoge información y debe representar a la población (31 pág. 175).

Es una muestra probabilística, porque cada uno de los conformantes de la población presenta una misma probabilidad de ser elegido muestra (31 pág. 175).

La tesis usó un muestreo probabilístico del tipo aleatorio simple, para este caso no se utilizó ninguna fórmula, ya que se realizó un censo a la población; así mismo, todos los elementos de la población poseen igual posibilidad de ser seleccionado como muestra, por ello, se determinó que la muestra fue de 612 porciones de concreto (540 para elaborar testigos de concreto con los que se midió el  $f'c$  del concreto, 36 porciones para evaluar el asentamiento y 36 porciones para evaluar contenido de aire del concreto).

### **3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnica**

La técnica empleada fue la observación, puesto que es un procedimiento que permite recoger datos de forma confiable y así verificar la hipótesis (30 pág. 201). En tal sentido, se realizaron ensayos para medir el  $f'c$  del concreto a los 2, 3, 7, 14 y 28 días, controlar el asentamiento y tiempo de fragua del concreto, para todo ello se elaboraron 12 diseños de mezcla que, a su vez, tuvieron 3 métodos de curado exterior (yute, inmersión y curador químico).

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos empleados estuvieron conformados por fichas de control, equipos y herramientas en laboratorio.

Las fichas de control estuvieron conformadas por:

- Formatos de caracterización de los agregados (PUC, PUS, absorción, contenido de humedad, granulometría y peso específico)
- Formato de control de aire atrapado
- Formatos de control de asentamiento del concreto
- Formato de control de resistencia a la compresión

Los equipos y herramientas empleados fueron:

- Juego de tamices
- Probetas
- Pipeta
- Cono de Abrams
- Varillas metálicas
- Cono metálico (peso específico de la arena)
- Prensa hidráulica
- Contenido de aire Tipo A

### **3.4.3. Análisis de datos**

La tesis tuvo un enfoque cuantitativo, por ende, los datos recolectados fueron procesados en el software Microsoft Excel y para corroborar las hipótesis se usó el software SPSS V26.

### **3.4.4. Procedimientos de recolección de datos**

La recolección de datos se dio mediante la ejecución de ensayos, que se agruparon en 6 etapas, la primera se encargó de la selección de materiales; la segunda, fue la caracterización de los componentes del concreto; el tercero, consistió en la elaboración del diseño de mezcla; cuarto, en el proceso de vaciado de concreto; quinto, fue la ejecución de ensayos en estado fresco del concreto y, la última, en el desarrollo de ensayos en estado endurecido del concreto.

La selección consistió en elegir los materiales que componen al concreto como:

- Cemento, fue el Andino tipo I
- Agregado fino, se usó arena gruesa
- Agregado grueso, se empleó piedra chancada
- Aditivo, fue el poliacrilato de sodio
- Aditivo, curador químico SikaCem curador

La caracterización se dio ejecutando los subsiguientes ensayos:

### **Análisis granulométrico de los agregados**

El fin es determinar la repartición de las partículas del AF y AG, su propósito es verificar si la distribución granulométrica se rige a los controles de calidad (husos granulométricos), su realización se sustenta en la norma NTP 400.012. Para la ejecución del ensayo se requiere balanza, juego de tamices y muestra.

La muestra mínima para el AG es lo señalado por la tabla 5.

**Tabla 5. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para ensayo granulométrico**

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

*Nota:* tomada del Manual de ensayo de materiales (32)

Dicha muestra debe ser obtenida mediante cuarteo, en la que se selecciona cuadrantes opuestos, ver figuras 14 y 15.



**Figura 14. Vista general del cuarteo del AF**



**Figura 15. Vista general del cuarteo del AG**

El agregado estudiado debe ser aquel que estuvo sometido al secado en horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, se recomienda evitar la sobrecarga. Su realización sigue los siguientes pasos: se coloca la muestra sobre la parte superior del juego de tamices, se coloca tapa y se somete a tamizado manual durante un periodo mínimo de 1 minuto, se retira la tapa y se procede al pesado de cada retenido de los tamices correspondientes.



**Figura 16. Proceso de pesaje de los retenidos del agregado grueso para cada tamiz**



**Figura 17. Vista general de los retenidos del agregado grueso para cada tamiz**

### **PUS y PUC de los agregados**

Su ejecución tiene como fin, conocer el PUS y PUC de los agregados, su realización está sometida a la norma NTP 400.017, para proceder con el ensayo se requiere balanza, recipiente de medida, varilla metálica y muestra.

La muestra ensayada debe ser aquella que ha sido obtenida mediante cuarteo. Para el caso del peso unitario suelto, su cumplimiento sigue estos pasos: colocar la muestra en el molde medido, enrasar y pesar. Para el PUC se inicia con el colocado de muestra hasta 1/3 de su volumen, se realiza un compactado mediante 25 golpes usando la varilla metálica, luego se vuelve a colocar muestra hasta completar los 2/3 y se compacta empleando la varilla con 25 golpes, se completa el llenado del molde de medida y se compacta con 25 golpes, se enrasa y se pesa.



**Figura 18. Proceso de ensayo de PUC del AG**

El molde de medida difiere en tamaño respecto a su uso para el AG y AF, el agregado grueso usa un molde de medida con volumen de  $0.00943894 \text{ m}^3$ , mientras que para el AF el molde de medida es de volumen  $0.00283168 \text{ m}^3$ .



*Figura 19. Proceso de ensayo de PUS del AF*

### **Contenido de humedad de los agregados**

Este procedimiento se realiza con el fin de determinar el porcentaje de humedad del AG y AF, se realiza en respaldo a la norma NTP 339.185, para su ejecución se necesita balanza, horno, recipiente y muestra.

La muestra estudiada es aquella que fue alcanzada por muestreo y debe tener un tamaño mínimo, ver tabla 6.

**Tabla 6. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para ensayo de contenido de humedad**

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulgada)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (N°4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (2.1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2.1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3.1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150 (6)	50,0

*Nota:* tomada del Manual de ensayo de materiales (32)

Se debe seguir la siguiente secuencia de pasos:

- Pesar la muestra



*Figura 20. Proceso de pesaje del AG*

- Colocar la muestra en el horno a una temperatura  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$



*Figura 21. Proceso de colocado de la muestra al horno*

- Retirar la muestra después de 24 horas.



*Figura 22. Proceso de retirado de la muestra del horno*

- Secar la muestra a temperatura ambiente
- Pesar la muestra



*Figura 23. Proceso de pesaje del AG*

- Realizar los cálculos correspondientes

### **Peso específico y absorción de agregados finos**

El propósito de este ensayo es establecer el peso específico seco, peso específico aparente, peso específico saturado con superficie seca y absorción (se controla después de sumergir el agregado en agua durante 24 horas). Su realización se sujeta en la NTP 400.022. Requiere instrumentos como horno, balanza, frasco volumétrico, molde cónico, varilla apisonadora y la muestra para la ejecución del ensayo.

La muestra es aquella que fue obtenida mediante cuarteo y se sometió a inmersión en agua durante 24 horas, después de ello, se seca a temperatura ambiente, para preparar la muestra esta se somete a un compactado con 25 golpes, empleando la varilla apisonadora en el molde cónico; pasa esta prueba cuando, al retirar el molde, la muestra tiende a desmoronarse, ello simboliza que el AF logró la condición de superficie seca.



*Figura 24. Vista general del preparado de la muestra para ensayo de peso específico del AF*

La realización del ensayo sigue los siguientes pasos:

- Colocar 500 gramos de muestra ya preparada y llenar con agua al frasco hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup>.



*Figura 25. Vista general del ensayo de peso específico del AF*

- Agitar el frasco con el propósito de excluir a las burbujas de aire.



*Figura 26. Proceso de ensayo con peso específico del AF*

- Volver a llenar con agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup>.
- Pesar el total del frasco.
- Remover el AF y hacer secar.



*Figura 27. Proceso de decantado del AF*

- Pesar la muestra



*Figura 28. Proceso de pesaje del AF*

### **Peso específico y absorción de agregados gruesos**

Este ensayo permite calcular el peso específico seco, peso específico aparente, peso específico saturado con superficie seca y absorción, su proceso se sustenta en la norma NTP 400.021. Para su ejecución requiere balanza, horno, cesta metálica, depósito de agua, tamices y muestra.

El peso mínimo de la muestra está establecido en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para ensayo de peso específico**

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 ½)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

*Nota:* tomada del Manual de ensayo de materiales (32)

Para el ensayo de peso específico se siguen los siguientes pasos:

- Secar el agregado a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Retirar el agregado del horno.

- Ventilar la muestra temperatura ambiente por un periodo de 1 a 3 horas.
- Sumergir el agregado en agua durante 24 horas.



*Figura 29. Inmersión del AG en agua*

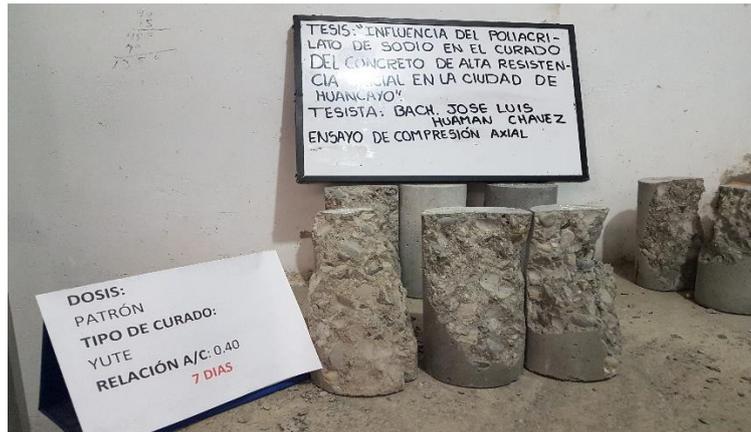
- Pesar el agregado, calcular la absorción del agregado.
- Secar la muestra con un paño, pesar y calcular la muestra superficialmente seca.
- Colocar el agregado en la cesta y controlar los pesos.



*Figura 30. Colocado de muestra en la cesta de densidades.*

### **Resistencia a la compresión del concreto**

Su fin es determinar el  $f'_c$  del concreto de testigos cilíndricos. Su ejecución está respaldada por la norma NTP 339.034, ASTM C39 y AASHTO T22. Para la ejecución de este ensayo se deben elaborar testigos cilíndricos, que serán curados y sometidos a esfuerzos de compresión mediante la rotura de testigos con la prensa hidráulica.

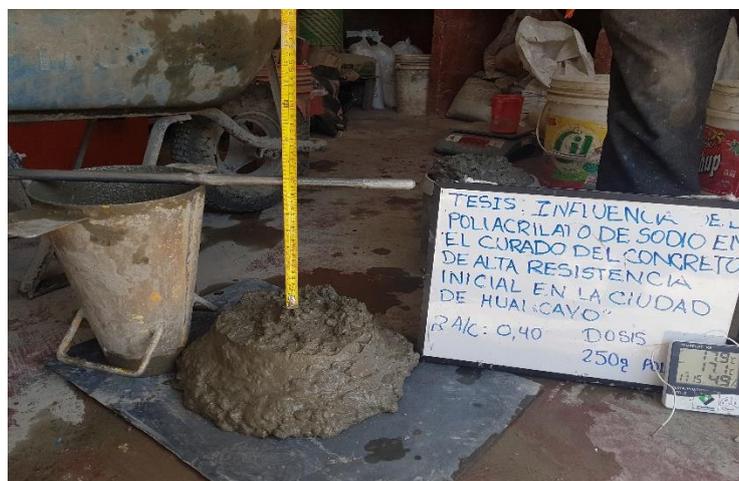


**Figura 31.** Vista general de los tipos de falla de los testigos que fueron sometidos a esfuerzos de compresión

### Asentamiento del concreto

El Slump admite medir la propiedad de trabajabilidad del concreto. Su realización está amparada en la norma NTP 339.035, ASTM C143 y AASHTO T119M. Se requiere una base metálica, cono de Abrams, varilla metálica y muestra de concreto. Su realización sigue los siguientes pasos:

- Humedecimiento del molde metálico (incluye la base).
- Se vierte concreto hasta 1/3 de su capacidad y se compacta mediante 25 golpes, empleando la varilla metálica.
- Se vuelve a colocar concreto hasta cubrir los 2/3 de su volumen, se compacta con 25 golpes.
- Se llena concreto a rebasar, se compacta mediante 25 golpes y se enrasa.
- Se limpia el excedente sin quitar presión en los moldes y se retira el molde cónico.
- Se mide el Slump.



**Figura 32.** Vista general del ensayo de asentamiento del concreto

### Contenido de aire del concreto

Tiene como fin medir el contenido de aire en el concreto, su realización está sujeto a la norma NTP 339.083, ASMT C 231 y AASHTO T 152. Para ejecutar el ensayo se necesita: medidor de aire (tipo A o tipo B), recipiente de medida, cubierta, vaso de calibración.



*Figura 33. Vista general del ensayo de contenido de aire del concreto*

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

La tesis elaboró 12 diseños de mezclas diferenciadas por la relación a/c y la adición del poliacrilato de sodio, descritos a continuación:

**Tabla 8.** *Descripción de los diseños de mezcla*

<b>Relación agua/cemento</b>	<b>Dosificación</b>
0.45	D1: 0.250 kg/m <sup>3</sup>
	D2: 0.350 kg/m <sup>3</sup>
	D3: 0.450 kg/m <sup>3</sup>
	Sin poliacrilato de sodio
0.40	D1: 0.250 kg/m <sup>3</sup>
	D2: 0.350 kg/m <sup>3</sup>
	D3: 0.450 kg/m <sup>3</sup>
	Sin poliacrilato de sodio
0.35	D1: 0.250 kg/m <sup>3</sup>
	D2: 0.350 kg/m <sup>3</sup>
	D3: 0.450 kg/m <sup>3</sup>
	Sin poliacrilato de sodio

Estos a su vez, se diferenciaron por la técnica de curado que se realizó (yute, inmersión y curador químico).

#### 4.1.1. Resultados de los ensayos de caracterización de los agregados

Los resultados de caracterización de los agregados permitieron la elaboración de los 12 diseños de mezcla.

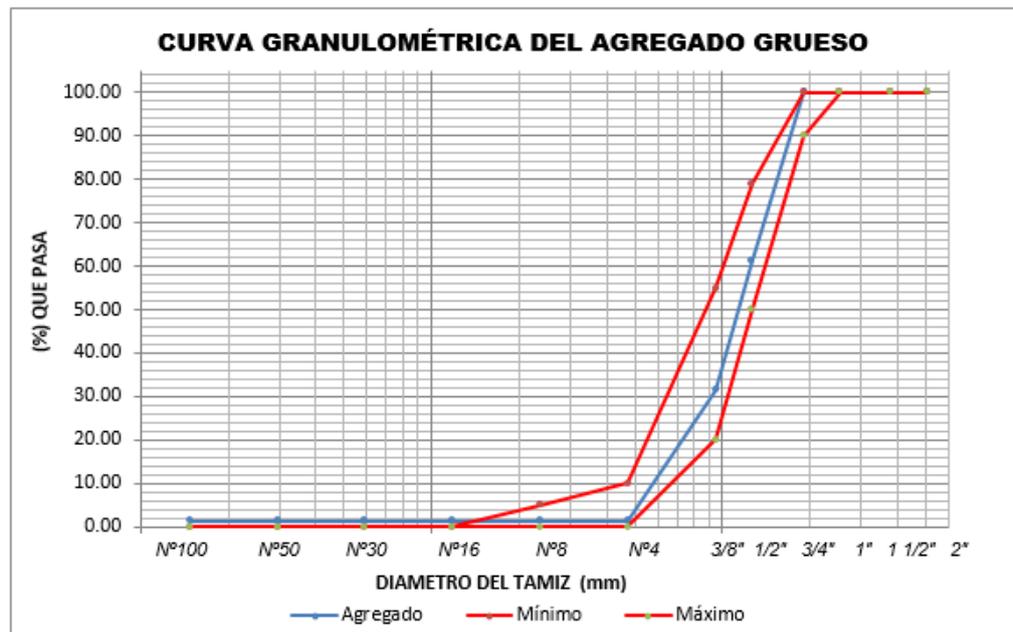
**Tabla 9. Resultados de caracterización del agregado fino**

Ensayo	Resultados	Unidades
Peso específico de la masa	2.56	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de la masa (sss)	2.61	g/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	2.59	-
Contenido de Humedad	0.43	%
Absorción	2.15	%
Peso Unitario Suelto (PUS)	1711	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto (PUC)	1796	kg/m <sup>3</sup>

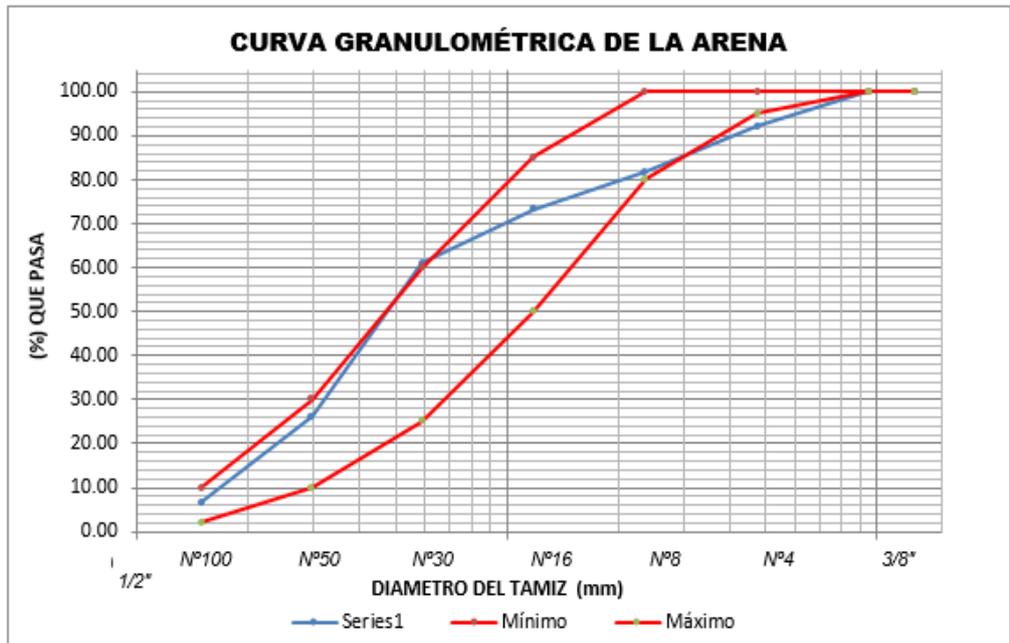
**Tabla 10. Resultados de caracterización del agregado grueso**

Ensayo	Resultados	Unidades
Peso específico de la masa	2.57	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de la masa (sss)	2.60	g/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	6.61	-
Contenido de Humedad	0.09	%
Absorción	1.25	%
Peso Unitario Suelto (PUS)	1338	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto (PUC)	1489	kg/m <sup>3</sup>
Tamaño máximo nominal	1/2	in

Para verificar si el AG cumple con los límites permisibles, se realizó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado manual, encontrándose que el AG cumple con los estándares de calidad del huso 67.



**Figura 34. Granulometría del AG**



*Figura 35. Granulometría del AF*

#### 4.1.2. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión del concreto

En relación a los ensayos de resistencia a la compresión

**Tabla 11. Resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 2 días**

Técnica de curado	Relación a/c	Dosificación de poliacrilato de sodio	Edad 2 días
Yute	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	258.39
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	243.10
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	234.25
		Sin poliacrilato de sodio	247.13
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	274.09
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	241.58
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	245.91
		Sin poliacrilato de sodio	251.95
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	289.35
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	291.60
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	286.49
		Sin poliacrilato de sodio	286.56
Inmersión	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	275.28
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	263.28
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	241.85
		Sin poliacrilato de sodio	233.01
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	274.51
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	274.32
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	243.25
		Sin poliacrilato de sodio	253.82
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	293.20
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	299.35
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	274.50
		Sin poliacrilato de sodio	276.30
Curador químico	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	254.00
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	252.46
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	245.96
		Sin poliacrilato de sodio	217.14
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	284.20
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	269.37
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	268.08
		Sin poliacrilato de sodio	234.52
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	296.31
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	287.21
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	269.06
		Sin poliacrilato de sodio	275.61

## Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 2 días de edad

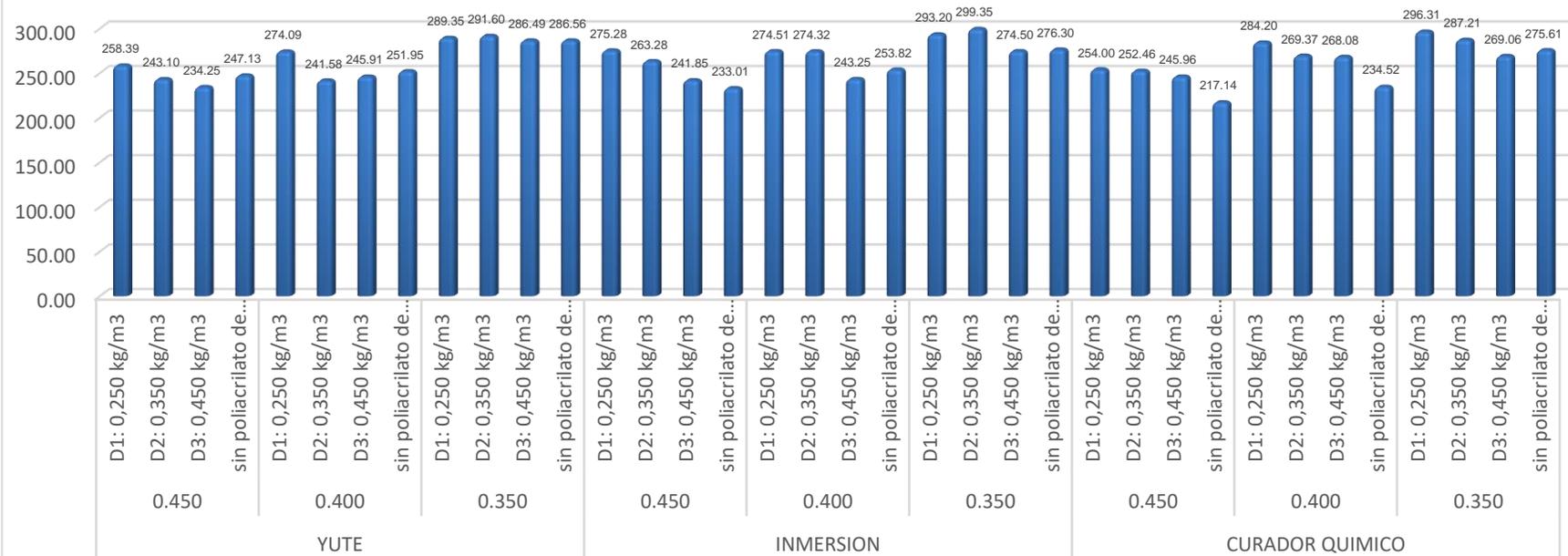


Figura 36. Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 2 días para las 3 técnicas de curado

**Tabla 12. Resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 3 días**

Técnica de curado	Relación a/c	Dosificación de poliacrilato de sodio	Edad 3 días
Yute	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	332.59
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	287.79
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	256.68
		sin poliacrilato de sodio	326.64
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	337.69
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	309.30
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	265.65
		sin poliacrilato de sodio	337.69
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	326.14
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	341.17
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	329.45
		sin poliacrilato de sodio	327.17
Inmersión	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	322.68
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	312.25
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	329.17
		sin poliacrilato de sodio	315.24
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	349.36
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	322.25
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	303.70
		sin poliacrilato de sodio	320.30
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	368.58
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	394.65
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	322.33
		sin poliacrilato de sodio	343.26
Curador químico	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	324.24
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	305.10
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	284.78
		sin poliacrilato de sodio	303.20
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	361.80
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	352.50
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	322.07
		sin poliacrilato de sodio	320.95
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	375.02
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	367.46
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	341.96
		sin poliacrilato de sodio	352.55

### Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 3 días de edad

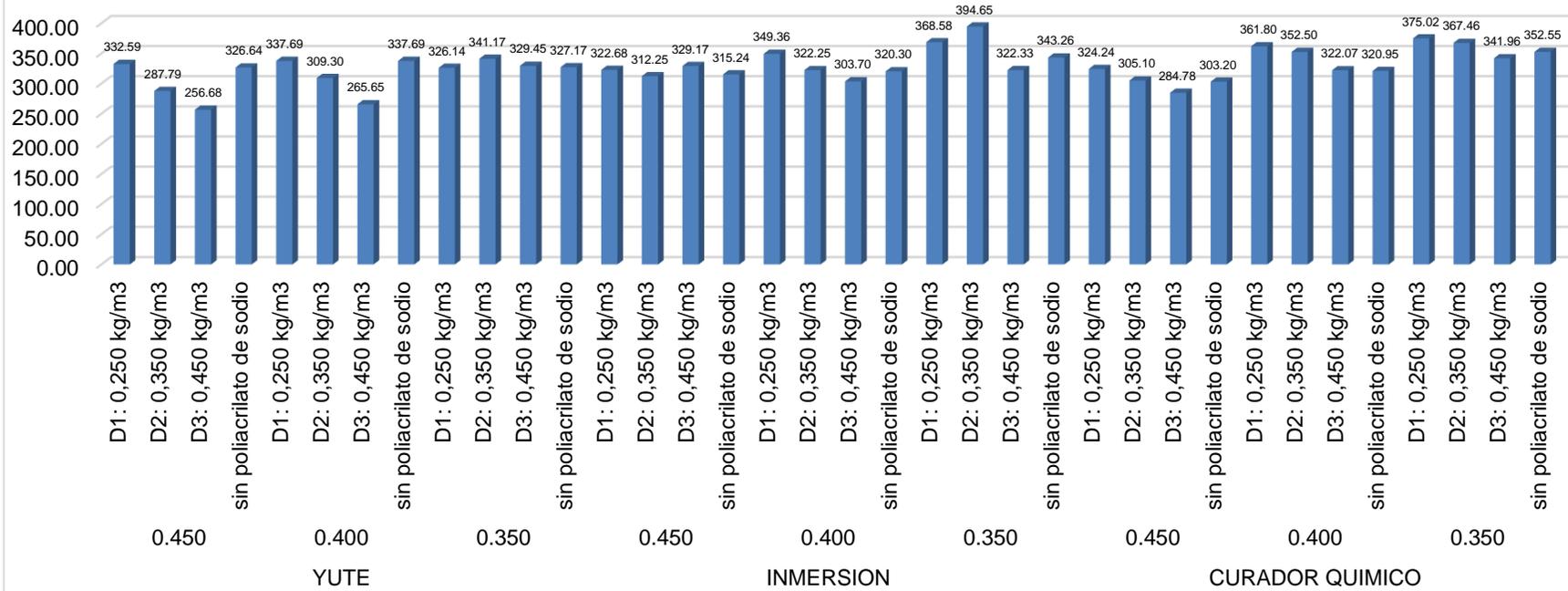


Figura 37. Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 3 días para las 3 técnicas de curado

Al evaluar la influencia del poliacrilato de sodio en la resistencia a compresión inicial a los 2 y 3 días, se afirma que logra incrementar la resistencia en las dosis de 0.250 kg/m<sup>3</sup>, en las demás dosis obtiene menores resistencias con relación al diseño patrón (sin poliacrilato de sodio), siendo la mayor resistencia al aplicar la técnica de inmersión y una relación agua/cemento = 0.35.

**Tabla 13. Resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días**

Técnica de curado	Relación a/c	Dosificación de poliacrilato de sodio	Edad 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
Yute	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	516.00
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	507.81
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	501.93
		sin poliacrilato de sodio	508.05
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	549.26
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	531.11
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	517.83
		sin poliacrilato de sodio	517.63
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	573.54
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	582.80
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	564.33
		sin poliacrilato de sodio	536.77
Inmersión	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	539.59
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	529.05
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	507.42
		sin poliacrilato de sodio	517.13
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	565.39
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	547.83
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	534.28
		sin poliacrilato de sodio	533.87
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	584.97
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	576.87
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	559.59
		sin poliacrilato de sodio	551.33
Curador químico	0.450	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	545.49
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	529.74
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	508.56
		sin poliacrilato de sodio	513.21
	0.400	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	568.23
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	549.93
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	530.55
		sin poliacrilato de sodio	525.47
	0.350	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	572.64
		D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	562.13
		D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	546.26
		sin poliacrilato de sodio	540.62

### RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (28 DIAS)

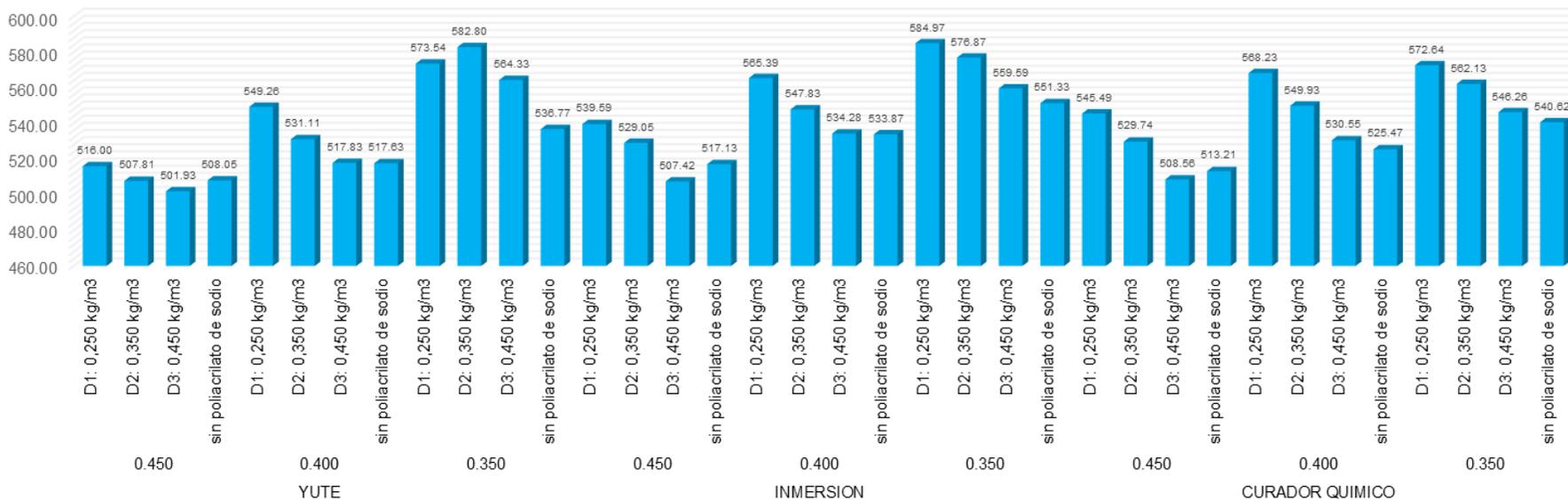
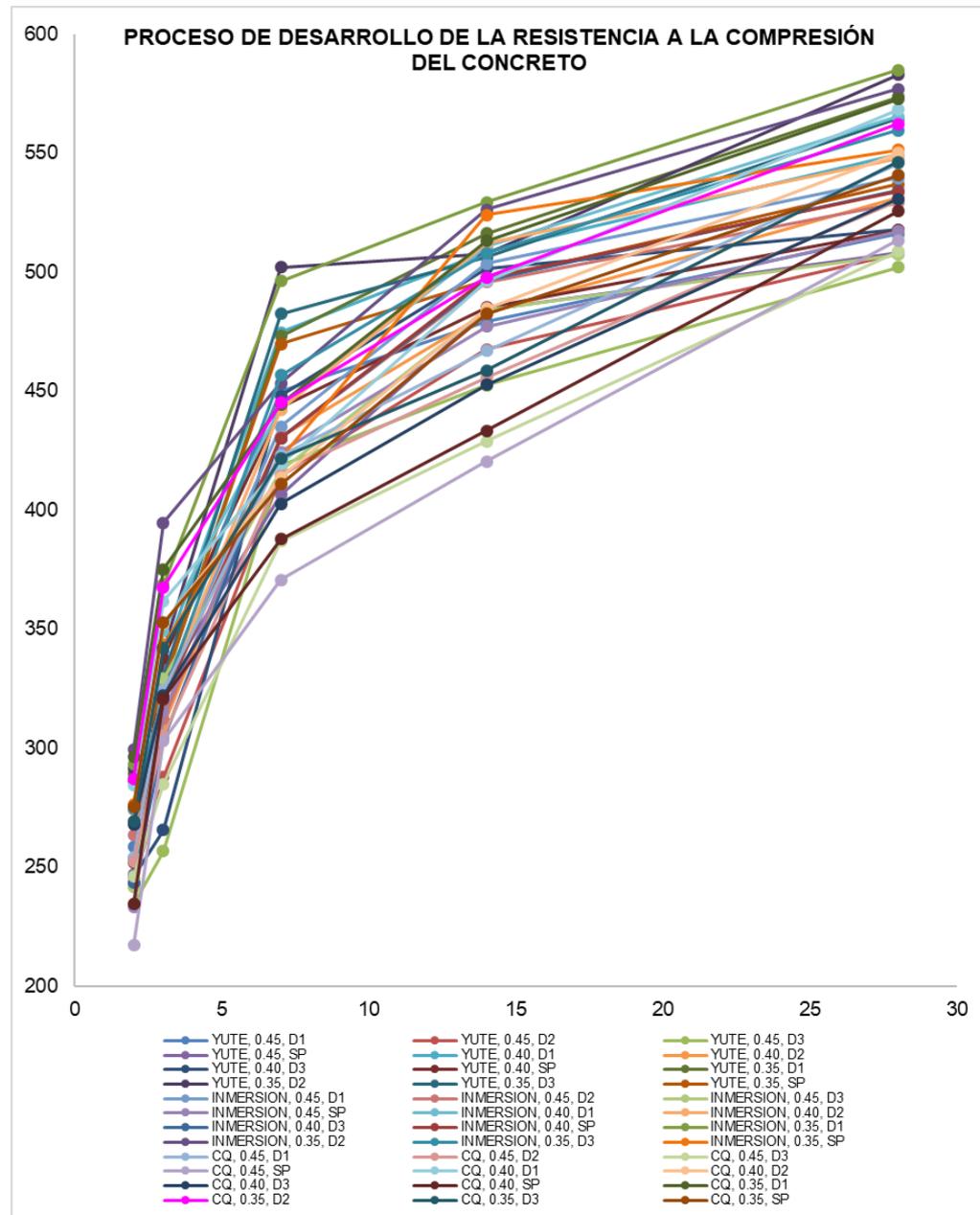
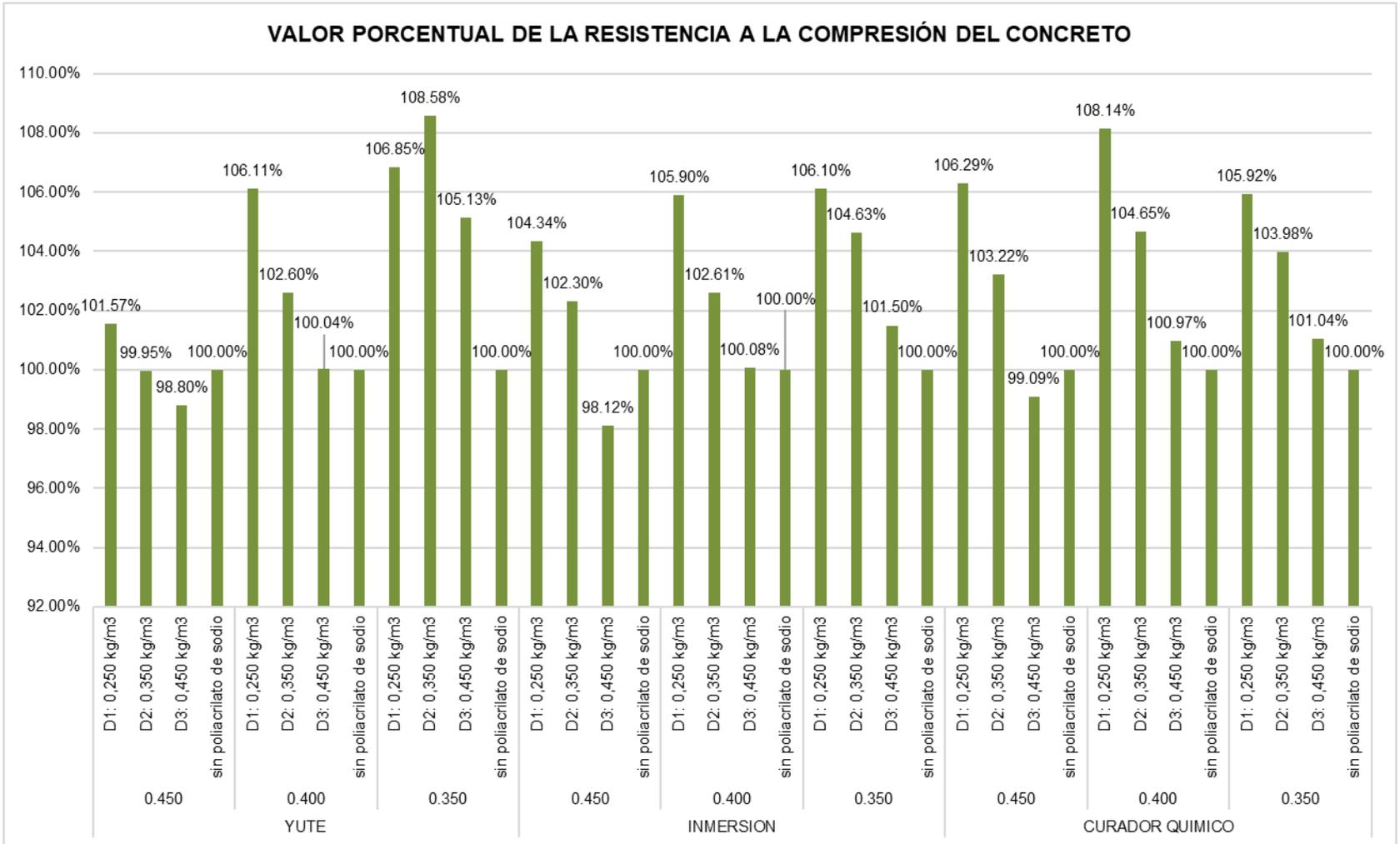


Figura 38. Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para las 3 técnicas de curado

De los datos de resistencia a la compresión, se constata que al incorporar el poliacrilato de sodio como curador interno del concreto se logra incrementar la resistencia a compresión del concreto.



**Figura 39. Proceso de desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto**



**Figura 40. Resumen del valor porcentual de la resistencia a la compresión del concreto para las 3 técnicas de curado**

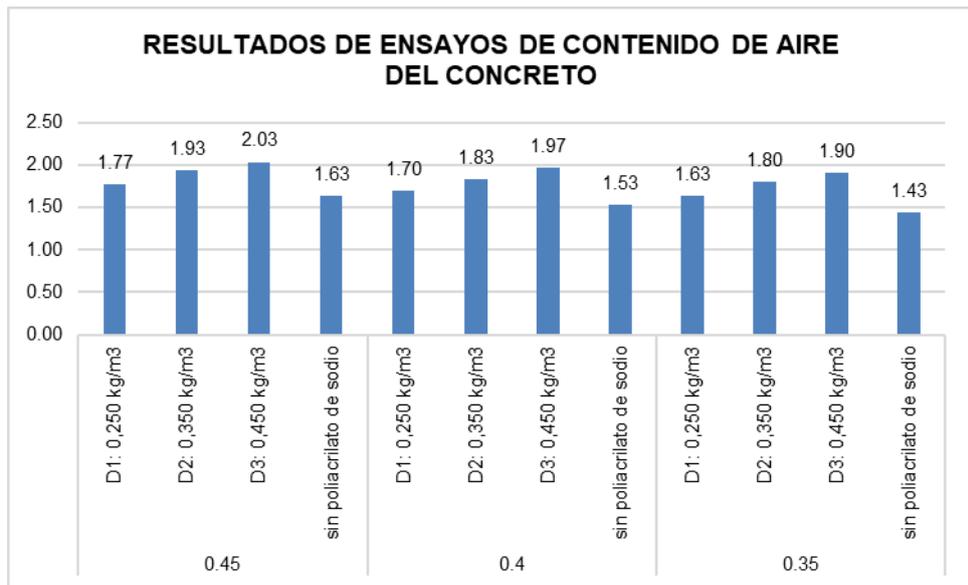
Al analizar la resistencia a la compresión del concreto, cuando se emplea la técnica de curado con yute al emplear una relación  $a/c = 0.45$ , la dosis 1 supera en 1.57 % a la dosis patrón; con relación  $a/c = 0.40$ , la dosis 1 supera en 6.11 % a la dosis patrón; con la relación  $a/c = 0.35$ , la dosis 2 supera en 8.58 % a la dosis patrón; mientras que, al emplear la técnica de curado por inmersión con la relación  $a/c = 0.45$ , la dosis 1 supera en 4.34 % a la dosis patrón; con relación  $a/c = 0.40$ , la dosis 1 supera en 5.90 % a la dosis patrón; con la relación  $a/c=0.35$ , la dosis 1 supera en 6.10 % a la dosis patrón; cuando se emplea la técnica de curador químico se obtiene que con la relación  $a/c=0.45$ , la dosis 1 supera en 6.29 % a la dosis patrón; con relación  $a/c=0.40$ , la dosis 1 supera en 8.14 % a la dosis patrón; con la relación  $a/c=0.35$ , la dosis 1 supera en 5.92 % a la dosis patrón.

#### 4.1.3. Resultados de los ensayos de contenido de aire del concreto

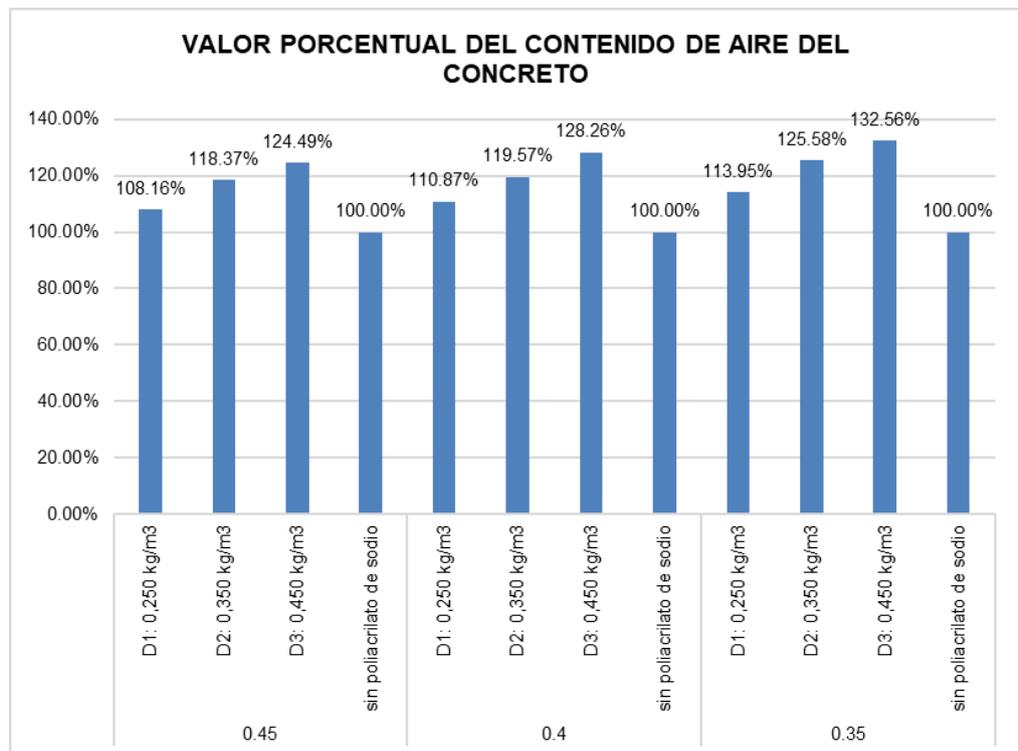
Al realizar el ensayo de contenido de aire del concreto se corrobora que al incorporar el poliacrilato de sodio se incrementa el porcentaje.

**Tabla 14. Resultados de contenido de aire del concreto**

Relación agua/cemento	Dosificación	Contenido de aire (%)
0.45	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	1.77
	D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	1.93
	D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	2.03
	sin poliacrilato de sodio	1.63
0.40	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	1.70
	D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	1.83
	D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	1.97
	sin poliacrilato de sodio	1.53
0.35	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	1.63
	D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	1.80
	D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	1.90
	sin poliacrilato de sodio	1.43



**Figura 41. Resultados de ensayo de contenido de aire del concreto**



**Figura 42. Valor porcentual de los resultados de los ensayos de contenido de aire del concreto**

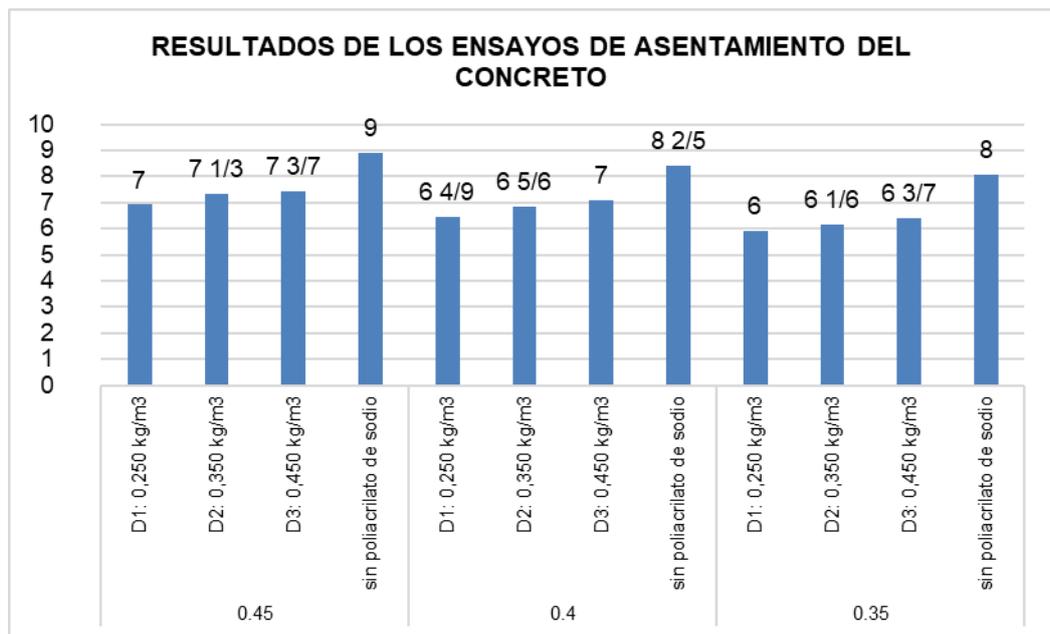
Al analizar el contenido de aire del concreto, cuando se tiene una relación  $a/c = 0.45$ , la dosis 3 supera en 24.49 % a la dosis patrón; en la relación  $a/c = 0.40$ , la dosis 3 supera en 28.26 % a la dosis patrón; en la relación  $a/c=0.35$ , la dosis 3 supera en 32.56 % a la dosis patrón.

#### 4.1.4. Resultados de los ensayos de asentamiento del concreto

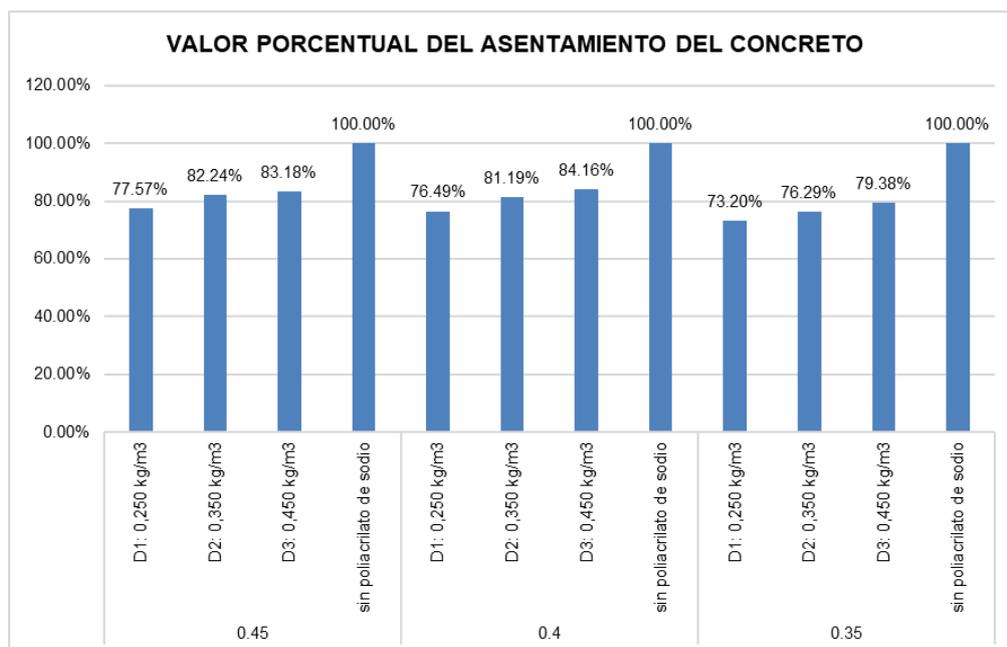
Al realizar los ensayos de asentamiento del concreto, el poliacrilato de sodio reduce la trabajabilidad del concreto, tal como lo evidencian los resultados de la tabla 15.

**Tabla 15. Resultados de asentamiento del concreto**

Relación agua/cemento	Dosificación	Slump (in)
0.45	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	8
	D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	8 3/5
	D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	9
	sin poliacrilato de sodio	7 1/3
0.4	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	7 1/4
	D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	8 1/6
	D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	8 2/3
	sin poliacrilato de sodio	6 1/3
0.35	D1: 0,250 kg/m <sup>3</sup>	5 1/3
	D2: 0,350 kg/m <sup>3</sup>	6
	D3: 0,450 kg/m <sup>3</sup>	6 3/7
	sin poliacrilato de sodio	4 4/7



**Figura 43. Resultados de los ensayos de asentamiento del concreto**



**Figura 44. Valor porcentual de los resultados de los ensayos de asentamiento del concreto**

Al analizar el asentamiento del concreto cuando existe una relación  $a/c = 0.45$  la dosis 3 incrementa en 23.86 % a la dosis patrón; en la relación  $a/c = 0.40$ , la dosis 3 acrecienta en 36.84 % a la dosis patrón; en la relación  $a/c = 0.35$ , la dosis 3 incrementa en 40.00 % a la dosis patrón.

#### 4.1.5. Análisis de los resultados obtenidos

Para evaluar los datos se aplicó el diagrama de cajas y medidas descriptivas para identificar cómo el poliacrilato de sodio influye en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.

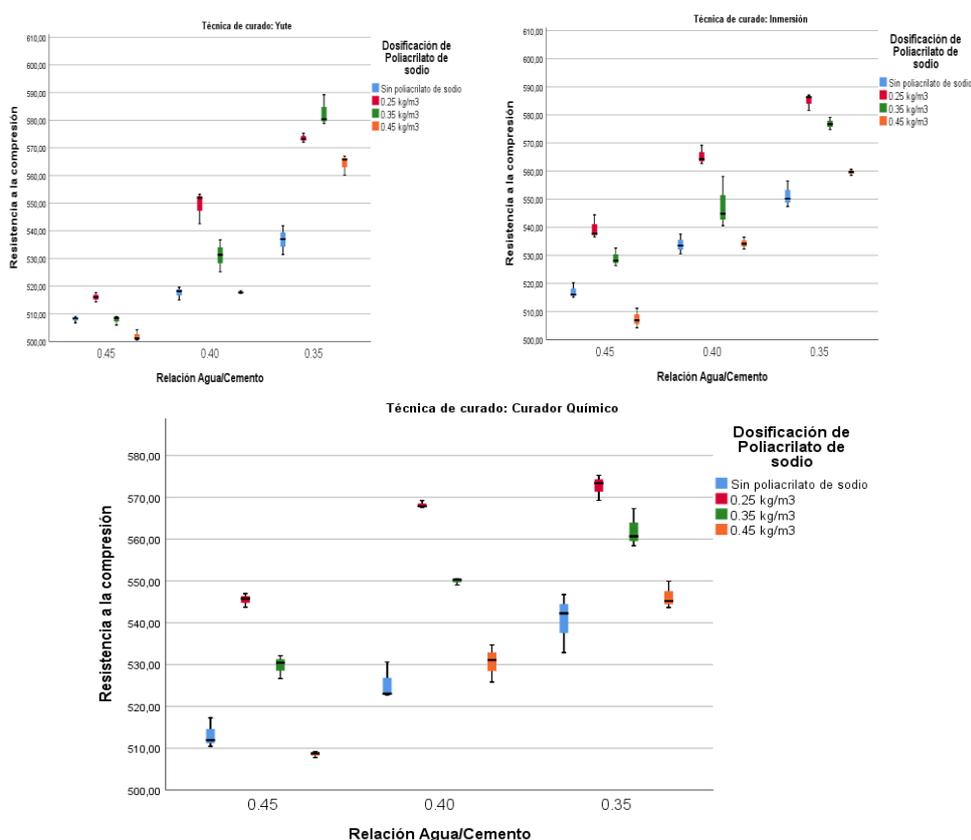
A fin de comprobar las hipótesis específicas se aplicó la prueba paramétrica de Análisis de Varianza de dos y tres factores (Anova) para identificar si existe diferencia significativa entre las diferentes técnicas de curado, las relaciones de agua/cemento y las dosis de poliacrilato de sodio; porque las variables, resistencia a la compresión, asentamiento de cemento y cantidad de aire del cemento se aproximan a una distribución normal (ver prueba de normalidad). Si en la prueba Anova se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de curado/dosis (se rechaza  $H_0$ ), se aplicó la prueba Tukey de comparaciones múltiples para varianzas iguales (ver prueba de normalidad), se determina las diferencias entre las medias de las muestras y se comparan con una denominada “Diferencia honestamente significativa” (HSD), con la finalidad de identificar la dosis con mejores resultados en la resistencia a la compresión del cemento.

En todo el análisis de datos se utilizó el software estadístico SPSS v.26.

### Análisis descriptivo

Como se observa en el figura 45 y tabla 16, en todas las técnicas de curado, la dosis de poliacrilato de sodio de 0.25 kg/m<sup>3</sup>, con la relación agua/cemento de 0,35 se muestra más resistencia la compresión.

En la técnica de yute, en la relación de 0.35 agua/cemento y con la dosis de 0.35 kg/m<sup>3</sup> también se obtuvo mayor resistencia a la compresión.



**Figura 45. Diagrama de cajas de resistencia a la compresión por dosis de poliacrilato de sodio, relación agua/cemento y técnica de curado**

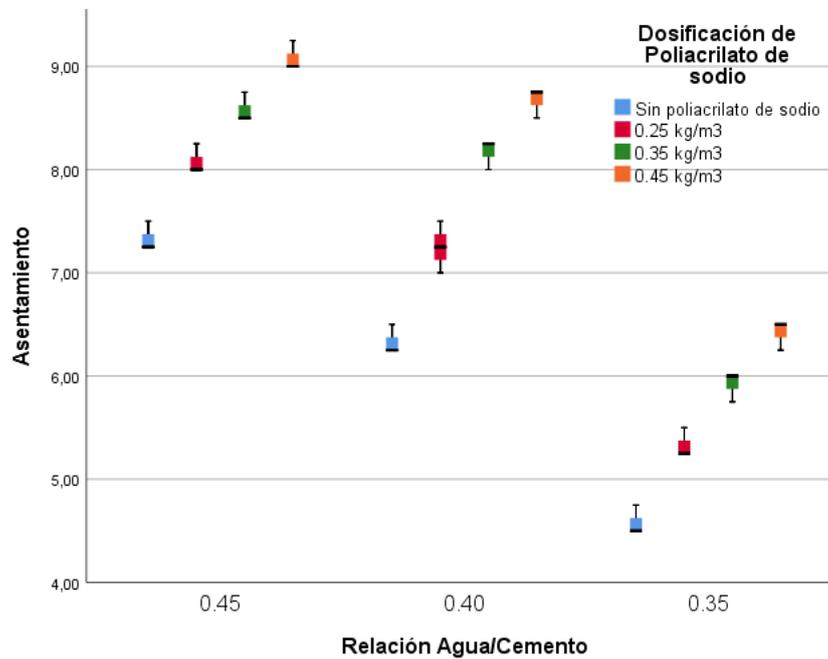
En el curado de inmersión, con la dosis de 0.25 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio y con la relación agua/cemento de 0.35 (media = 584,97 ds = 2,92) se obtiene la mayor resistencia promedio, con dispersión mayor al curado de yute, pero inferior con el curador químico. Además, esta dosis, con la técnica de inmersión, la resistencia mediana (50 % de los datos son menores de 586,28), mínimo (581,62) y máximo valor (587,01) son más altos que con las otras técnicas de curado. El rango intercuartil (P75-P25) donde se concentran el 50 % de datos, la resistencia es mayor usando la técnica de curado por inmersión.

**Tabla 16. Medias descriptivas de resistencia a la compresión del concreto por relación agua/cemento, técnica de curado y dosis de poliacrilato de sodio**

Técnica de curado	Relación agua/cemento	Dosificación de poliacrilato de sodio	Resistencia a la compresión						
			Media	Desviación estándar	Mediana	Percentil 25	Percentil 75	Mínimo	Máximo
Yute	0.45	Sin poliacrilato de sodio	508,05	1,18	508,40	506,74	509,02	506,74	509,02
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	516,00	1,70	516,06	514,27	517,67	514,27	517,67
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	507,82	1,65	508,53	505,93	508,99	505,93	508,99
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	501,93	1,97	501,11	500,50	504,18	500,50	504,18
	0.40	Sin poliacrilato de sodio	517,63	2,34	518,19	515,06	519,63	515,06	519,63
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	549,26	5,82	551,92	542,59	553,27	542,59	553,27
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	531,11	5,77	531,34	525,23	536,77	525,23	536,77
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	517,83	0,47	517,71	517,43	518,34	517,43	518,34
	0.35	Sin poliacrilato de sodio	536,77	5,21	537,00	531,45	541,87	531,45	541,87
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	573,53	1,70	573,22	572,01	575,37	572,01	575,37
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	582,80	5,61	580,34	578,85	589,22	578,85	589,22
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	564,33	3,65	565,78	560,18	567,04	560,18	567,04
0.45	Sin poliacrilato de sodio	517,13	2,75	516,06	515,08	520,26	515,08	520,26	
	0.25 kg/m <sup>3</sup>	539,59	4,23	537,74	536,60	544,43	536,60	544,43	
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	529,05	3,23	528,15	526,37	532,64	526,37	532,64	
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	507,43	3,49	506,92	504,22	511,14	504,22	511,14	
Inmersión	0.40	Sin poliacrilato de sodio	533,87	3,57	533,48	530,52	537,62	530,52	537,62
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	565,39	3,42	564,31	562,64	569,22	562,64	569,22
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	547,83	9,09	544,86	540,60	558,03	540,60	558,03
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	534,28	2,12	534,11	532,25	536,48	532,25	536,48
	0.35	Sin poliacrilato de sodio	551,33	4,62	550,18	547,39	556,42	547,39	556,42
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	584,97	2,92	586,28	581,62	587,01	581,62	587,01
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	576,87	2,21	576,69	574,76	579,17	574,76	579,17
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	559,59	1,08	559,66	558,48	560,63	558,48	560,63

Curador Químico	0.45	Sin poliacrilato de sodio	513,21	3,58	511,94	510,44	517,26	510,44	517,26
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	545,49	1,64	545,78	543,72	546,96	543,72	546,96
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	529,74	2,80	530,43	526,66	532,13	526,66	532,13
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	508,56	0,72	508,77	507,75	509,15	507,75	509,15
	0.40	Sin poliacrilato de sodio	525,47	4,45	523,05	522,75	530,61	522,75	530,61
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	568,23	0,88	567,85	567,60	569,24	567,60	569,24
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	549,93	0,77	550,30	549,04	550,45	549,04	550,45
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	530,55	4,47	531,09	525,84	534,73	525,84	534,73
	0.35	Sin poliacrilato de sodio	540,62	7,08	542,25	532,87	546,74	532,87	546,74
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	572,64	3,05	573,39	569,28	575,25	569,28	575,25
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	562,13	4,61	560,67	558,43	567,30	558,43	567,30
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	546,26	3,26	545,20	543,66	549,92	543,66	549,92

Cómo se aprecia en el figura 46 y tabla 17, que en todas las relaciones de a/c, genera mayor asentamiento del concreto con una dosis de 0.45 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 46. Diagrama de cajas de asentamiento del concreto por dosis de poliacrilato de sodio y relación a/c**

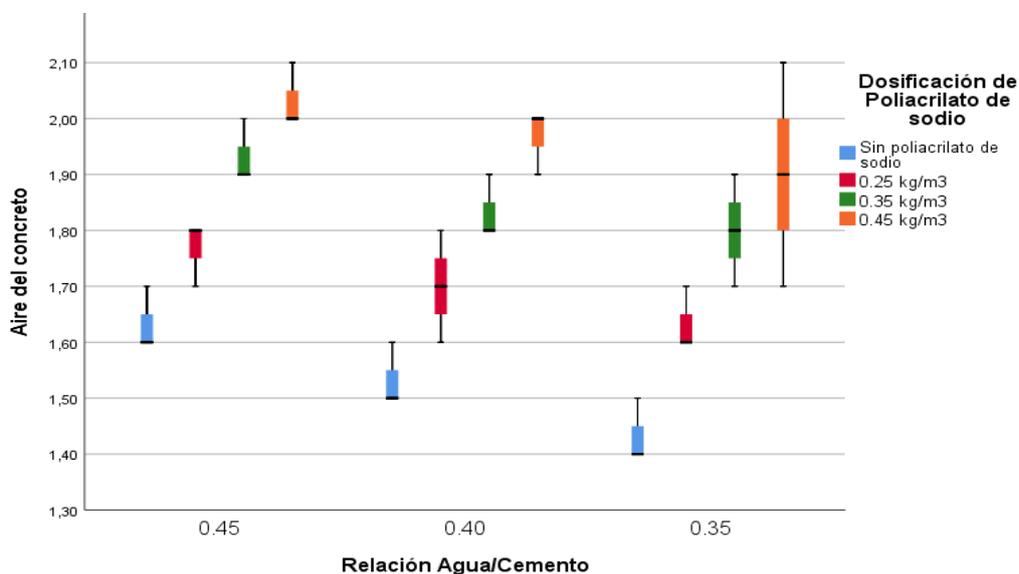
La dosis de poliacrilato de sodio de 0.45 kg/m<sup>3</sup> en la relación de a/c = 0.45 (media = 9,08 ds = 0,14) muestra asentamiento de cemento promedio mayor que las demás relaciones) con igual dispersión en la mayoría de las dosis.

También, en esta misma relación agua/cemento, la mediana (50 % de los datos son menores), el mínimo y máximo es mayor en la relación agua/cemento de 0.45. El rango intercuartil (P75-P25) donde se concentran el 50 % de datos, la resistencia es la misma en todas las relaciones.

**Tabla 17. Medias descriptivas de asentamiento del concreto por dosis de poliacrilato de sodio y relación agua/cemento**

Relación agua/cemento	Dosificación de poliacrilato de sodio	Asentamiento						
		Media	Desviación estándar	Mediana	Percentil 25	Percentil 75	Mínimo	Máximo
0.45	Sin poliacrilato de sodio	7,33	0,14	7,25	7,25	7,50	7,25	7,50
	0.25 kg/m <sup>3</sup>	8,08	0,14	8,00	8,00	8,25	8,00	8,25
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	8,58	0,14	8,50	8,50	8,75	8,50	8,75
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	9,08	0,14	9,00	9,00	9,25	9,00	9,25
0.40	Sin poliacrilato de sodio	6,33	0,14	6,25	6,25	6,50	6,25	6,50
	0.25 kg/m <sup>3</sup>	7,25	0,25	7,25	7,00	7,50	7,00	7,50
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	8,17	0,14	8,25	8,00	8,25	8,00	8,25
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	8,67	0,14	8,75	8,50	8,75	8,50	8,75
0.35	Sin poliacrilato de sodio	4,58	0,14	4,50	4,50	4,75	4,50	4,75
	0.25 kg/m <sup>3</sup>	5,33	0,14	5,25	5,25	5,50	5,25	5,50
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	5,92	0,14	6,00	5,75	6,00	5,75	6,00
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	6,42	0,14	6,50	6,25	6,50	6,25	6,50

Como se aprecia en el figura 47 y tabla 18, que en todas las relaciones de a/c, genera mayor cantidad de aire en el concreto con una dosis de 0.45 kg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, se observa que en la relación agua/cemento de 0.35 existe mayor dispersión.



**Figura 47. Diagrama de cajas de contenido de aire por dosis de poliacrilato de sodio y relación agua/cemento**

La dosis de poliacrilato de sodio de 0.45 kg/m<sup>3</sup> en la relación de agua cemento de 0,45 (media = 2,03 ds = 0,06) muestra mayor contenido promedio de agua en el cemento que en las demás relaciones) con igual dispersión en la mayoría de las dosis.

También, en esta misma relación 0.45 de agua/cemento, la mediana (50 % de los datos son menores), es el mismo que la relación agua/cemento de 0.40 (mediana = 2). El rango intercuartil (P75-P25) donde se concentran el 50 % de datos la resistencia es mayor en la relación a/c = 0.35, esto indica mayor dispersión que en la cantidad de agua en el cemento.

**Tabla 18. Medias descriptivas de contenido de aire del concreto por dosis de poliacrilato de sodio y relación agua/cemento**

Relación Agua/Cemento	Dosificación de Poliacrilato de sodio	Contenido de aire del concreto						
		Media	Desviación estándar	Mediana	Percentil 25	Percentil 75	Mínimo	Máximo
0.45	Sin poliacrilato de sodio	1,63	0,06	1,60	1,60	1,70	1,60	1,70
	0.25 kg/m <sup>3</sup>	1,77	0,06	1,80	1,70	1,80	1,70	1,80
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	1,93	0,06	1,90	1,90	2,00	1,90	2,00
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	2,03	0,06	2,00	2,00	2,10	2,00	2,10
0.40	Sin poliacrilato de sodio	1,53	0,06	1,50	1,50	1,60	1,50	1,60
	0.25 kg/m <sup>3</sup>	1,70	0,10	1,70	1,60	1,80	1,60	1,80
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	1,83	0,06	1,80	1,80	1,90	1,80	1,90
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	1,97	0,06	2,00	1,90	2,00	1,90	2,00
0.35	Sin poliacrilato de sodio	1,43	0,06	1,40	1,40	1,50	1,40	1,50
	0.25 kg/m <sup>3</sup>	1,63	0,06	1,60	1,60	1,70	1,60	1,70
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	1,80	0,10	1,80	1,70	1,90	1,70	1,90
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	1,90	0,20	1,90	1,70	2,10	1,70	2,10

### Prueba de normalidad

Se contrastó la normalidad de las variables cuantitativas por técnica de curado y dosis de aditivo, con la prueba no paramétrica de Shapiro-Wilk, que se aplica cuando el tamaño de muestra de la variable cuantitativa es menor a 50 datos (33 pág. 135).

Se plantearon las siguientes hipótesis:

H<sub>1</sub>: las variables, por cada dosificación de aditivo, se aproximan a una distribución normal.

H<sub>0</sub>: las variables, por cada dosificación de aditivo, no se aproximan a una distribución normal.

Los resultados de la tabla 19, prueban que todos los tratamientos se aproximan a la distribución normal (p valor > 0,01 se rechaza H<sub>0</sub>).

**Tabla 19. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk por variables, factores y tratamientos**

Variables	Factores	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	Técnica de curado	Yute	0,895	36	0,022
		Inmersión	0,970	36	0,432
		Curador químico	0,953	36	0,134
	Relación agua/cemento	0.45	0,895	36	0,022
		0.40	0,933	36	0,030
		0.35	0,962	36	0,240
	Dosificación de poliacrilato de sodio	0.25 kg/m <sup>3</sup>	0,925	27	0,052
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	0,954	27	0,270
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	0,914	27	0,028
		Sin poliacrilato de sodio	0,949	27	0,200
Asentamiento del concreto	Relación Agua/Cemento	0.45	0,935	12	0,440
		0.40	0,903	12	0,171
		0.35	0,924	12	0,319
	Dosificación de poliacrilato de sodio	Sin poliacrilato de sodio	0,859	9	0,093
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	0,844	9	0,064
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	0,768	9	0,019
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	0,768	9	0,019
Contenido de aire del concreto	Relación agua/cemento	0.45	0,933	12	0,412
		0.40	0,922	12	0,299
		0.35	0,957	12	0,745
	Dosificación de poliacrilato de sodio	Sin poliacrilato de sodio	0,917	9	0,364
		0.25 kg/m <sup>3</sup>	0,823	9	0,037
		0.35 kg/m <sup>3</sup>	0,913	9	0,338
		0.45 kg/m <sup>3</sup>	0,854	9	0,083

### Prueba de hipótesis

La hipótesis general, el uso del poliacrilato de sodio influye significativamente en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo. Se probó con la contrastación de las hipótesis específicas. Los resultados muestran que la resistencia mejora con la aplicación de 0.25 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio, y con 0.35 de relación agua/cemento y empleando la técnica de curado por inmersión.

El asentamiento del concreto aumenta con la aplicación de 0.45 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio, y 0.45 de relación agua/cemento.

El contenido de aire del cemento aumenta significativamente con la aplicación de 0.45 kg/m<sup>3</sup> y 0.35 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio y con aplicación de 0.45 y 0.40 de relación agua/cemento

### **Hipótesis específica 1**

Para el contraste de la hipótesis, el uso del poliacrilato de sodio influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto con alta resistencia inicial con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.3,5 empleando técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico, en la ciudad de Huancayo. Se planteó lo siguiente:

$H_0$ : no existe diferencia significativa entre las medias de resistencia a la compresión del concreto con alta resistencia inicial con dosis de poliacrilato de sodio, de relación agua/cemento, empleando técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico.

$H_1$ : al menos existe diferencia en una de las medias de resistencia a la compresión del concreto con alta resistencia inicial con dosis de poliacrilato de sodio, de relación agua/cemento, empleando técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico.

Los resultados de la tabla 20 indican que existe interacción entre las combinación de los factores: la técnica de curado y la relación agua/cemento (valor  $p = 0,0 < 0,05$ , se rechaza  $H_0$ : no existe interacción); la técnica de curado y dosificación de poliacrilato de sodio (valor  $p = 0,0 < 0,05$ , se rechaza  $H_0$ : no existe interacción); entre relación agua/cemento y dosificación de poliacrilato de sodio (valor  $p = 0,0 < 0,05$ , se rechaza  $H_0$ : no existe interacción) y entre la técnica de curado, la relación agua/cemento y dosificación de poliacrilato (valor  $p = 0,0 < 0,05$ , se rechaza  $H_0$ : no existe interacción), indica que en ellas se mejora la resistencia a la compresión. Además, influyen, la técnica de curado, relación agua/cemento y dosificación de poliacrilato, independientemente, en una mayor resistencia a la compresión (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : las medias en todos los grupos son iguales).

**Tabla 20. Pruebas de efectos intersujetos de resistencia a la compresión**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	59408,411 <sup>a</sup>	35	1697,383	119,694	0,000
Intersección	31516272,772	1	31516272,772	2222425,004	0,000
Técnica	2500,167	2	1250,083	88,152	0,000
Relación	34875,154	2	17437,577	1229,641	0,000
Dosificación	16241,382	3	5413,794	381,763	0,000
Técnica * Relación	2354,430	4	588,607	41,507	0,000
Técnica * Dosificación	639,791	6	106,632	7,519	0,000
Relación * Dosificación	1758,990	6	293,165	20,673	0,000
Técnica * Relación * Dosificación	1038,497	12	86,541	6,103	0,000
Error	1021,034	72	14,181		
Total	31576702,217	108			
Total corregido	60429,445	107			

a. R al cuadrado = 0,983 (R al cuadrado ajustada = 0,975)

Con la prueba de Tukey de comparaciones múltiples, se probó que existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto con alta resistencia inicial entre las técnicas de curado con yute e inmersión (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la técnica I y J tienen la misma resistencia) y la técnica de curado con yute y curador químico (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la técnica I y J tienen la misma resistencia). Además, entre la técnica de curado de inmersión y curador químico (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la técnica de curado I y J tienen la misma resistencia).

**Tabla 21. Resultados de comparaciones múltiples HSD Tukey por técnica de curado para resistencia a la compresión del concreto**

(I) Técnica de curado	(J) Técnica de curado	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
Yute	Inmersión	-11,6892*	0,88760	0,000
	Curador Químico	-7,1469*	0,88760	0,000
Inmersión	Curador Químico	4,5422*	0,88760	0,000

Nota. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (error)= 14,181.

\* La diferencia de medias significativa en el nivel 0.05. Fuente: Creación propia (2021).

Además, la técnica de curado de inmersión (media = 545,6) muestra mayor resistencia a la compresión

**Tabla 22. Resultados de subconjunto HSD Tukey<sup>a,b</sup> por técnica de curado para resistencia a la compresión del concreto**

Técnica de curado	N	Subconjunto		
		1	2	3
Yute	36	533,9225		
Curador Químico	36		541,0694	
Inmersión	36			545,6117
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (error)= 14,181. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=36.000. b. Alfa=0.05. Fuente: Creación propia (2021).

En las comparaciones múltiples entre las dosis de agua/cemento se contrasta diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre todos los pares de dosis (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la dosis agua/cemento I y J tienen igual resistencia).

**Tabla 23. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey<sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto**

(I) Relación Agua/Cemento	(J) Relación Agua/Cemento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
0.45	0.40	-20,6153*	0,88760	0,000
	0.35	-43,9883*	0,88760	0,000
0.40	0.35	-23,3731*	0,88760	0,000

Nota. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (error)= 14,181.

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Fuente: Creación propia (2021).

Al aplicar la relación de 0.35 agua/cemento se produce la mayor resistencia promedio a la compresión.

**Tabla 24. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey<sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto**

Relación Agua/Cemento	N	Subconjunto		
		1	2	3
0.45	36	518,6667		
0.40	36		539,2819	
0.35	36			562,6550
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (error)= 14,181. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=36.000. b. Alfa=0.05. Fuente: Creación propia (2021).

En las comparaciones múltiples entre las dosis de poliacrilato de sodio se contrasta diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre todos los pares de dosis (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la dosis poliacrilato de sodio I y J tienen igual resistencia).

**Tabla 25. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey<sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto**

(I) Dosificación de Poliacrilato de sodio	(J) Dosificación de Poliacrilato de sodio	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
0.25 kg/m <sup>3</sup>	0.35 kg/m <sup>3</sup>	10,8674*	1,02491	0,000
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	27,1493*	1,02491	0,000
	Sin poliacrilato de sodio	30,1119*	1,02491	0,000
0.35 kg/m <sup>3</sup>	0.45 kg/m <sup>3</sup>	16,2819*	1,02491	0,000
	Sin poliacrilato de sodio	19,2444*	1,02491	0,000
0.45 kg/m <sup>3</sup>	Sin poliacrilato de sodio	2,9626*	1,02491	0,026

Nota. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (error)= 14,181.

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Fuente: Creación propia (2021).

Al aplicar la combinación de 0.25 kg/m<sup>3</sup> (media = 557,2) de poliacrilato de sodio se produce la mayor resistencia promedio a la compresión.

**Tabla 26. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey<sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para resistencia a la compresión del concreto**

Dosificación de Poliacrilato de sodio	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Sin poliacrilato de sodio	27	527,1215			
0.45 kg/m <sup>3</sup>	27		530,084		
0.35 kg/m <sup>3</sup>	27		1	546,3659	
0.25 kg/m <sup>3</sup>	27				557,2333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (error)= 14,181. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 27.000. b. Alfa= 0.05. Fuente: Creación propia (2021).

Con estos resultados se contrasta que, con la aplicación de 0.25 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio, con aplicación de 0.35 de relación agua/cemento y empleando la técnica de curado por inmersión, influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.

### Hipótesis específica 2

Para el contraste de la hipótesis, el uso del poliacrilato de sodio influye significativamente en el asentamiento del concreto con alta resistencia inicial con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo, se planteó lo siguiente:

H<sub>0</sub>: no existe diferencia significativa entre las medias de asentamiento de concreto con alta resistencia inicial con relación a las dosis de poliacrilato de sodio y de relación agua/cemento.

H<sub>1</sub>: en al menos, una de las dosis de poliacrilato de sodio por relación agua/cemento, el asentamiento de concreto con alta resistencia inicial es diferente.

Los resultados de la tabla 27 indican que existe interacción entre la relación agua/cemento y la dosificación del poliacrilato de sodio (valor  $p = 0,02 < 0,05$ , se rechaza H<sub>0</sub>: no existe interacción), indica que al aplicar conjuntamente la relación agua/cemento con la dosificación del poliacrilato de sodio aumenta asentamiento del concreto. Además, influyen la relación agua/cemento y dosificación de poliacrilato de sodio en asentamiento del concreto con alta resistencia inicial (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza H<sub>0</sub>: las medias en todos los grupos son iguales).

**Tabla 27. Pruebas de efectos intersujetos de asentamiento del concreto**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	67,964 <sup>a</sup>	11	6,179	254,201	0,000
Intersección	1838,266	1	1838,266	75631,500	0,000
Relación	47,792	2	23,896	983,143	0,000
Dosificación	19,714	3	6,571	270,357	0,000
Relación * Dosificación	0,458	6	0,076	3,143	0,020
Error	0,583	24	0,024		
Total	1906,813	36			
Total corregido	68,547	35			

Nota. a. R al cuadrado=0.991 (R al cuadrado ajustada = 0.988). Fuente: Creación propia (2021).

Con la prueba de Tukey de comparaciones múltiples, se probó que existe diferencia significativa en el asentamiento del concreto con alta resistencia inicial entre todas las relaciones de agua/cemento (valor  $p = 0,00 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza H<sub>0</sub>: la relación de agua/cemento I y J tienen el mismo asentamiento).

**Tabla 28. Resultados de comparaciones múltiples HSD Tukey por relación agua/cemento para asentamiento del concreto**

(I) Relación Agua/Cemento	(J) Relación Agua/Cemento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
0.45	0.40	0,6667*	0,06365	0,000
	0.35	2,7083*	0,06365	0,000
0.40	0.45	-0,6667*	0,06365	0,000
	0.35	2,0417*	0,06365	0,000
0.35	0.45	-2,7083*	0,06365	0,000
	0.40	-2,0417*	0,06365	0,000

Nota. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error)=0.024. \* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Fuente: Creación propia (2021).

La relación agua/cemento de 0.45 es la que produce mayor asentamiento del cemento (media = 8,2708) en comparación con las relaciones agua/cemento de 0.35 y 0.45).

**Tabla 29. Resultados subconjuntos HSD Tukey<sup>a,b</sup> por relación agua/cemento para asentamiento del concreto**

Relación Agua/Cemento	N	Subconjunto		
		1	2	3
0.35	12	5,5625		
0.40	12		7,6042	
0.45	12			8,2708
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error)=0.024. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =12.000. b. Alfa=0.05. Fuente: Creación propia (2021).

En las comparaciones múltiples entre las dosis de poliacrilato de sodio se contrasta diferencia significativa en el asentamiento del cemento entre todos los pares de dosis (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la dosis de poliacrilato de sodio I y J tienen igual asentamiento).

**Tabla 30. Resultados de comparaciones múltiples HSD Tukey<sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el asentamiento del concreto**

(I) Dosificación de Poliacrilato de sodio	(J) Dosificación de Poliacrilato de sodio	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
Sin poliacrilato de sodio	0.25 kg/m <sup>3</sup>	-0,8056*	0,07349	0,000
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	-1,4722*	0,07349	0,000
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	-1,9722*	0,07349	0,000
0.25 kg/m <sup>3</sup>	0.35 kg/m <sup>3</sup>	-0,6667*	0,07349	0,000
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	-1,1667*	0,07349	0,000
0.35 kg/m <sup>3</sup>	0.45 kg/m <sup>3</sup>	-0,5000*	0,07349	0,000

Nota. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error)=0.024. \* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Fuente: Creación propia (2021).

Al aplicar la combinación de 0.45 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio se produce el mayor asentamiento promedio (media = 8,0556), seguida de la dosis de 0.35 kg/m<sup>3</sup> (media = 7,5556).

**Tabla 31. Resultados de subconjuntos HSD Tukey<sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el asentamiento del concreto**

Dosificación de Poliacrilato de sodio	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Sin poliacrilato de sodio	9	6,0833			
0.25 kg/m <sup>3</sup>	9		6,8889		
0.35 kg/m <sup>3</sup>	9			7,5556	
0.45 kg/m <sup>3</sup>	9				8,0556
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Nota. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error)=0.024. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =9.000. b. Alfa=0.05. Fuente: Creación propia (2021).

Con estos resultados se contrasta que, con la aplicación de 0.45 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio, con aplicación de 0.45 de relación agua/cemento, influye significativamente en el asentamiento del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.

### Hipótesis específica 3

Para el contraste de la hipótesis, el uso del poliacrilato de sodio influye significativamente en el contenido de aire del concreto con alta resistencia inicial con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo, se planteó lo siguiente:

H<sub>0</sub>: no existe diferencia significativa en el contenido medio agua del concreto con alta resistencia inicial entre las dosis de poliacrilato de sodio por relación agua/cemento.

H<sub>1</sub>: en al menos, una de las dosis de poliacrilato de sodio por relación agua/cemento, el contenido medio agua del concreto con alta resistencia inicial es diferente.

Los resultados de la tabla 32 indican que no existe interacción entre la relación agua/cemento y la dosificación del poliacrilato de sodio (valor p = 0,988 > 0,05, no se rechaza H<sub>0</sub>: no existe interacción) por tanto, no necesariamente por aplicar conjuntamente una dosis de poliacrilato de sodio con una relación agua/cemento aumenta el contenido de agua del cemento. Sin embargo, al aplicar independientemente una relación agua/cemento y una dosificación de poliacrilato de sodio mejora el contenido de agua del concreto con alta resistencia inicial compresión (valor p = 0,0 < 0,05 =  $\alpha$ , se rechaza H<sub>0</sub>: las medias en todos los grupos son iguales).

**Tabla 32. Pruebas de efectos intersujetos para contenido de aire del concreto**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,103 <sup>a</sup>	11	0,100	13,370	0,000
Intersección	112,007	1	112,007	14934,259	0,000
Relación	0,136	2	0,068	9,037	0,001
Dosificación	0,961	3	0,320	42,704	0,000
Relación * Dosificación	0,007	6	0,001	0,148	0,988
Error	0,180	24	0,008		
Total	113,290	36			
Total corregido	1,283	35			

Nota: a. R al cuadrado = 0.860 (R al cuadrado ajustada = 0.795)

Con la prueba de Tukey de comparaciones múltiples, se probó que existe diferencia significativa en el contenido de aire del concreto con alta resistencia inicial entre las relaciones agua/cemento 0.45 y 0.35 (valor  $p = 0,001 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la relación de agua/cemento I y J tienen el mismo asentamiento), en las demás comparaciones no existe diferencia significativa.

**Tabla 33. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey por relación agua/cemento para el contenido de aire del concreto**

(I) Relación agua/cemento	(J) Relación agua/cemento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
	0.40	0,0833	0,03536	0,067
0.45	0.35	0,1500*	0,03536	0,001
0.40	0.35	0,0667	0,03536	0,165

Nota: se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.008.

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

No existe diferencia significativa entre la relación agua/cemento de 0.45 (media = 1,8417) y 0,40 (media = 1,7583) y son las que contienen mayor aire del cemento.

**Tabla 34. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey por relación agua/cemento para el contenido de aire del concreto**

Relación Agua/Cemento	N	Subconjunto	
		1	2
0.35	12	1,6917	
0.40	12	1,7583	1,7583
0.45	12		1,8417
Sig.		0,165	0,067

Nota: se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.008. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12.000. b. Alfa = 0.05

En las comparaciones múltiples entre las dosis de poliacrilato de sodio se contrasta una diferencia significativa en la cantidad de aire del cemento entre casi todos

los pares de dosis (valor  $p = 0,0 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : la dosis poliacrilato de sodio I y J tienen igual asentamiento). Solo en las dosificaciones de poliacrilato de sodio de  $0,35 \text{ kg/m}^3$  y  $0,45 \text{ kg/m}^3$  no se encontró diferencia significativa.

**Tabla 35. Resultados de las comparaciones múltiples HSD Tukey<sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el contenido de aire del concreto**

(I) Dosificación de Poliacrilato de sodio	(J) Dosificación de Poliacrilato de sodio	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
Sin poliacrilato de sodio	0.25 kg/m <sup>3</sup>	-0,1667*	0,04082	0,002
	0.35 kg/m <sup>3</sup>	-0,3222*	0,04082	0,000
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	-0,4333*	0,04082	0,000
0.25 kg/m <sup>3</sup>	0.35 kg/m <sup>3</sup>	-0,1556*	0,04082	0,004
	0.45 kg/m <sup>3</sup>	-0,2667*	0,04082	0,000
0.35 kg/m <sup>3</sup>	0.45 kg/m <sup>3</sup>	-0,1111	0,04082	0,054

*Nota:* se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.008

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Al aplicar las combinaciones de  $0.45 \text{ kg/m}^3$  y  $0.35 \text{ kg/m}^3$  de poliacrilato de sodio producen el mayor contenido promedio (1,9667 y 1,8556, respectivamente) de aire del cemento.

**Tabla 36. Resultados de los subconjuntos HSD Tukey<sup>a,b</sup> por dosificación de poliacrilato de sodio para el contenido de aire del concreto**

Dosificación de Poliacrilato de sodio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Sin poliacrilato de sodio	9	1,5333		
0.25 kg/m <sup>3</sup>	9		1,7000	
0.35 kg/m <sup>3</sup>	9			1,8556
0.45 kg/m <sup>3</sup>	9			1,9667
Sig.		1,000	1,000	0,054

*Nota:* se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.008. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000. b. Alfa = 0.05

Con estos resultados se contrasta que, con la aplicación de  $0.45 \text{ kg/m}^3$  y  $0.35 \text{ kg/m}^3$  de poliacrilato de sodio, con aplicación de relación agua/cemento de 0.45 y 0.40, influye significativamente en el contenido de aire del cemento concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo; sin embargo, se evidencia que no existe interacción entre ambos factores.

### Prueba de igualdad de varianza

Se aplicó la prueba Breusch-Pagan para heterocedasticidad a fin de contrastar si las varianzas de las variables muestran igual dependencia de los valores de las variables independientes.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: la varianza de los errores no depende de los valores de las variables independientes.

H<sub>1</sub>: la varianza de los errores depende de los valores de las variables independientes.

Los resultados de las tabla 37 prueban, al 5 % de significancia, que la varianza de los errores no depende de los valores de las variables independientes (todo p valor > 0,05 no se rechaza H<sub>0</sub>).

**Tabla 37. Test de Breusch-Pagan para heterocedasticidad a, b, c de Resistencia a la compresión**

Variables	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	1,651	1	0,199

a. Variable dependiente: resistencia a la compresión

b. Prueba la hipótesis nula de que la varianza de los errores no depende de los valores de las variables independientes.

c. Valores pronosticados a partir del diseño: intersección + técnica + relación + dosificación + técnica \* relación + técnica \* dosificación + relación \* dosificación + técnica \* relación \* dosificación

**Tabla 38. Test de Breusch-Pagan para heterocedasticidad a, b, c de asentamiento del concreto**

Variables	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Asentamiento del concreto	0,002	1	0,963

d. Variable dependiente: asentamiento

e. Prueba la hipótesis nula de que la varianza de los errores no depende de los valores de las variables independientes.

f. Valores pronosticados a partir del diseño: intersección + relación + dosificación + relación \* dosificación

**Tabla 39. Test de Breusch-Pagan para heterocedasticidad a, b, c de contenido de aire en el concreto**

Variables	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Cantidad de aire del concreto	0,002	1	0,963

g. Variable dependiente: asentamiento

h. Prueba la hipótesis nula de que la varianza de los errores no depende de los valores de las variables independientes.

i. Valores pronosticados a partir del diseño: intersección + relación + dosificación + relación \* dosificación

## 4.2. Discusión de resultados

Teniendo como base los resultados obtenidos en la tesis, se asevera que el poliacrilato de sodio influye significativamente en el curado de concretos con alta resistencia inicial, para ello, se desarrollaron ensayos a nivel de laboratorio, donde se evaluó la calidad del concreto mediante las propiedades de resistencia a la compresión, asentamiento y contenido de aire del concreto.

Al evaluar la resistencia a la compresión del concreto, el poliacrilato de sodio logra incrementar hasta en un 8.14 % respecto al diseño patrón cuando se emplea la técnica de curador químico con relación agua/cemento de 0.40, ello concuerda con De Los Santos (7), quien afirma que a los 180 días, el concreto logra ganar mayor resistencia a la compresión cuando se fusiona un curado interior con un aditivo reductor de retracción plástica, de igual forma, Parizaca (17) certifica que se debe controlar las dosis de adición de polímero, ya que para su caso una dosis de 0.1 % de polímero superabsorbentes logra superar al diseño patrón en 5.27 % en resistencia a la compresión del concreto, de igual forma Simón (18) asevera que el polímero NexSpray logra incrementar la resistencia a la compresión en 2.27 %, 5.5 % y 9.67 % para revestimientos con 2 y 4 capas, correspondientemente; sin embargo, Sosa (19) quien al incorporar *pinus radiata* como aditivo logra reducir la resistencia a la compresión hasta en un 45.62 % para una dosis del 0.1 %. Por otro lado, Durán (11) afirma que la mejor técnica de curado es por inmersión, ya que este logra el 100 % del  $f'c$  de diseño comparados con las técnica de yute (97.16 %), aspersion (94.69 %), sin curado (93.90 %) y curado químico (90.13 %), de igual forma Aguilar (9) ratifica que un curado con técnica por inmersión obtiene mejores reculados comparados con un curador químico, de la misma manera, Rondón (12) afirma que la técnica por inmersión logra mejores resultados en resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , ya que se obtiene el 97.29 % y 96.46 %, respectivamente, comparados con las técnicas discontinuas y con cubierta geotextil.

Para los ensayos de asentamiento del concreto cuando se tiene una relación  $a/c = 0.45$  con dosis 3 se incrementa en 23.86 % la trabajabilidad del concreto respecto a la dosis patrón, con la relación  $a/c = 0.40$  la dosis 3 acrecienta en 36.84 % a la dosis patrón y en la relación  $a/c = 0.35$  la dosis 3 incrementa en 40.00 % a la dosis patrón. Esto coincide con Rodríguez (4) puesto que logra incrementar la trabajabilidad desde 2.2 a 2.8 veces el diseño patrón al emplear un curado interno, a la par, Sosa (19) también logra incrementar el asentamiento del concreto hasta el 23.53 % en dosis de 0.1 % de *pinus radiata* como aditivo.

Al analizar el contenido de aire del concreto, la presente tesis acrecienta dicho comportamiento al incorporar el poliacrilato de sodio en la mezcla ya que, cuando se tiene una

relación  $a/c=0.45$  la dosis 3 supera en 24.49 % a la dosis patrón, en la relación  $a/c=0.40$  la dosis 3 supera en 28.26 % a la dosis patrón, en la relación  $a/c=0.35$  la dosis 3 supera en 32.56 % a la dosis patrón, ello coincide con Sosa (2019) quien al incorporar el *pinus radiata* como aditivo, logra superar al diseño patrón en 950 % el contenido de aire del concreto.

## CONCLUSIONES

1. El poliacrilato de sodio influye significativamente en el curado de concretos con alta resistencia inicial, cuando se aplica dosis de 0.250, 0.350 y 0.450 kg/m<sup>3</sup> siempre que tengan relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35, esto ha sido contrastado con los ensayos efectuados en laboratorio.
2. El poliacrilato de sodio logra incrementar la resistencia a la compresión del concreto bajo ciertas condiciones como dosificación y elección de técnica de curado. Tal es así que, la dosis óptima es de 0.250 kg/m<sup>3</sup> de poliacrilato de sodio, en las demás dosis obtiene menores resistencias con relación al diseño patrón (sin poliacrilato de sodio), siendo la mayor resistencia al aplicar la técnica de inmersión y una relación agua/cemento = 0.35.
3. El poliacrilato de sodio permite acrecentar la trabajabilidad del concreto cuando se incorpora el poliacrilato de sodio a la mezcla bajo ciertas dosis. Al evaluar el asentamiento del concreto cuando existe una relación a/c = 0.45 la dosis 3 incrementa en 23.86 % a la dosis patrón, en la relación a/c = 0.40 la dosis 3 acrecienta en 36.84 % a la dosis patrón, en la relación a/c = 0.35 la dosis 3 incrementa en 40.00 % a la dosis patrón.
4. El poliacrilato de sodio no logra reducir el contenido de aire del concreto, por el contrario, lo amplía. Al analizar el contenido de aire del concreto cuando se tiene una relación a/c = 0.45 la dosis 3 supera en 24.49 % a la dosis patrón, en la relación a/c = 0.40 la dosis 3 supera en 28.26 % a la dosis patrón, en la relación a/c = 0.35 la dosis 1 supera en 32.56 % a la dosis patrón.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere seguir investigando la influencia del poliacrilato de sodio en el concreto con alta resistencia inicial como, por ejemplo, en las propiedades de segregación, exudación, peso unitario, etc.
2. Si se desea replicar los resultados obtenidos es necesario que se cumpla con todos los parámetros de diseños establecidos en la presente tesis, esto no limita a que se siga investigando su aplicación en otras localidades del país, con diversidad de características de los componentes del concreto y para otros tipos de concretos.
3. Es necesario que para el monitoreo de la calidad del concreto se empleen equipos calibrados, de esa forma se obtienen datos confiables.
4. Para obtener buenos resultados con el poliacrilato de sodio este debe mantenerse en un lugar seco sin exposición al medio ambiente.

## LISTA DE REFERENCIAS

1. **Productos Industriales.** Productos Industriales. [En línea] [Citado el: 12 de diciembre de 2021.] <https://www.productosindustriales.pe/producto/poliacrilato-de-sodio/>.
2. **JIMÉNEZ JESÚS, Zareth Laiz; ORDOÑEZ DEART, David.** *Análisis de la influencia de las técnicas empleadas para el curado de cilindros de concreto hidráulico sobre la resistencia a la compresión.* Barranquilla : Universidad De La Costa, 2021.
3. **SIQUIERA RÍOS, Marianela.** *Hormigón de alto desempeño: evaluación de costos y viabilidad del empleo de HAR y HAC en Uruguay.* Montevideo : Universidad de la República del Uruguay, 2020.
4. **RODRÍGUEZ, S.** *Evaluación de los efectos del curado.* Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2016.
5. **CÁRDENAS, Néstor; ROBLES, Sara.** *Comparación de la resistencia del concreto normal a la compresión, mediante el proceso de curado por el método de hidratación directa o inmersión vs. exudación por recubrimiento en vinipel.* Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2018.
6. **CABRERA, María Inés.** *Utilización de los concretos de alta resistencia y concretos celulares en la industria de la construcción ecuatoriana, clasificados por sectores: vivienda, electricidad, gas/petróleo, salud y educación.* Quito : Ingenio, 2015, 1(1), pp. 15-30.
7. **DE LOS SANTOS, Edgar.** *Efecto sinérgico de un agente de curado interno y un aditivo reductor de la retracción en el incremento de la durabilidad de concretos de alto desempeño expuestos a un ambiente industrial.* San Nicolás de los Garza : Universidad Autónoma de Nuevo León, 2012.
8. **ALVARADO, Jimena.** *Variación de la resistencia a compresión del concreto 210, 245, 280 kg/cm<sup>2</sup> frente a diferentes métodos de curado, Lima - 2019.* Lima : Universidad César Vallejo, 2020.
9. **AGUILAR, Jose.** *Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019.* Trujillo : Universidad Peruana del Norte, 2019.
10. **CHAVARRY BOY, Guido.** *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén .* Chiclayo : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2018.
11. **DURÁN, Juan.** *Estudio de las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> aplicado a condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa, con cemento Portland Tipo IP.* Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.

12. **RONDÓN, Paúl.** *Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Arequipa.* Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2018.
13. **CONTRERAS, Stefany; VELAZCO, Cristian.** *Análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas de concreto simple simulando condiciones de obra en la ciudad de Arequipa.* Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín, 2018.
14. **ROLDAN LÓPEZ, Lidmer Maurilio; VARGAS CHÁVEZ, Joel Daniel.** *Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando SIKA Viscocrete SC-50 y GAIA.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.
15. **COTRINA ROJAS, Nélica Estrella.** *Comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia de  $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante Sikamentr-290N y adición mineral Sikar Fume.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.
16. **MOLINA ORE, Cristian Raúl; SENCARA DE LA CRUZ, Joselyn Margarita.** *Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de alta resistencia, reutilizado en la etapa de fraguado.* Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín, 2018.
17. **PARIZACA, Ronny.** *Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros superabsorbentes en la ciudad de Puno.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2015.
18. **SIMÓN, José.** *Variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NeySpray como reforzamiento estructural.* Huancayo : Universidad Continental, 2017.
19. **SOSA, Gerardo.** *Efecto del biopolímero extraído de Pinus radiata como aditivo en las propiedades del concreto Huancayo-Junín 2018.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019.
20. **RIVVA, Enrique.** *Naturaleza y materiales del concreto.* Lima : Instituto Americano del Concreto, 2000.
21. —. *Diseño de Mezclas.* Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2014.
22. **Profesional Pacasmayo.** *Cemento Pacasmayo.* [En línea] [Citado el: 1 de Octubre de 2022.] <https://pacasmayoprofesional.com/soluciones?prod=17>.
23. **ACI 308R-01.** *Guía para curar el concreto.* EE.UU : American Concrete Institute, 2008.
24. **POWERS, T. y HELMUTH, R.** *A discussion of Cement Hydration in Relation to the Curing of Concrete.* s.l. : Highway Research Board, 1948.
25. **MEJÍA, G.** *¿Cuál es la importancia del curado en el concreto? Construir America Central y el Caribe.* [En línea] 29 de Noviembre de 2019. <https://revistaconstruir.com/cual-es-la-importancia-del-curado-en-el-concreto/>.
26. **Dispermax.** *Poliacrilato de Sodio.* s.l. : Multiquímica, 2018.
27. **SCHLUMBERGER.** *Poliacrilato de Sodio. Oilfield Glossary.* [En línea] Febrero de 2020.

28. **ARCAYO.** *Poliacrilato de sodio*. Lima : s.n., 2018.
29. **MARTÍ, J.** *Aprender Ciencias en la educación primaria*. Barcelona : Graó, 2012.
30. **ÑAUPAS, Humberto, y otros.** *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Bogotá : Ediciones de la U, 2014. 978-958-762-188-4.
31. **HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, María.** *Metodología de la investigación*. México : McGraw-Hill/Interamericana editores S. A., 2014. 978-1-4562-2396-0.
32. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** *Manual de ensayo de materiales*. Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.
33. **GALARZA, J. y otros.** *Análisis estadístico multivariante*. 2013.
34. **Euclid Group.** *Guía Básica para el curado del concreto*. Bogotá : Toxement, 2016.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

Variable	Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Metodología
<b>Independiente</b> Poliacrilato de sodio	¿Cuál es la influencia del uso del poliacrilato de sodio en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo?	Determinar la influencia del uso del poliacrilato de sodio en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.	El uso del poliacrilato de sodio influye significativamente en el curado del concreto con alta resistencia inicial, en la ciudad de Huancayo.	<b>Métodos y alcance de la investigación</b> <i>Método de investigación:</i> método científico <i>Tipo de investigación:</i> investigación tecnológica <i>Nivel:</i> explicativo.
<b>Dependiente</b> Curado del concreto	<p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué forma incide el poliacrilato de sodio en la resistencia a compresión del concreto cuando se diseñen concretos con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35 sometidas a técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico, en la ciudad de Huancayo?</li> <li>¿Cómo afecta el poliacrilato de sodio en el asentamiento del concreto cuando se tengan diseños de mezcla con relación agua/cemento = 0.45,</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorear la incidencia del poliacrilato de sodio en la resistencia a compresión del concreto bajo diseños con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35 sometidos a técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico, en la ciudad de Huancayo.</li> <li>Evaluar los efectos del poliacrilato de sodio en el asentamiento del concreto con diseños de relación agua/cemento=0.45,</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El poliacrilato de sodio incrementa la resistencia a compresión del concreto con relación agua/cemento=0.45, 0.40 y 0.35 aplicando técnicas de curado con yute, inmersión y curador químico, en la ciudad de Huancayo.</li> <li>El poliacrilato de sodio acrecienta el asentamiento del concreto con alta resistencia inicial con relación agua/cemento=0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.</li> <li>El poliacrilato de sodio disminuye el contenido de</li> </ul>	<p><b>Diseño de la investigación</b> <i>Diseño:</i> experimental</p> <p><b>Población y muestra</b> <i>Población:</i> 612 porciones de concreto. <i>Muestra:</i> probabilística <i>Tamaño de la muestra:</i> 612 porciones de concreto, de los cuales 540 se utilizaron para resistencia a la compresión, 36 asentamiento y 36 contenido de aire del concreto.</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Observación y experimentación</li> <li>Pruebas estandarizadas a nivel de laboratorio</li> <li>Instrumentos mecánicos (tamices, cono de Abrams, varilla metálica, prensa hidráulica, etc.)</li> <li>Fichas control: <ul style="list-style-type: none"> <li>Formatos de caracterización de los agregados.</li> </ul> </li> </ul>

---

0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo?	0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.	aire del concreto con alta resistencia inicial con relación agua/cemento=0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formatos de control de asentamiento del concreto.</li> <li>- Formato de control de contenido de aire.</li> <li>- Formato de control de resistencia a la compresión.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los efectos en contenido de aire del concreto cuando son diseñados con relación agua/cemento = 0.45, 0.40 y 0.35 y adicionados con poliacrilato de sodio, en la ciudad de Huancayo?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los efectos del poliacrilato de sodio en el contenido de aire del concreto bajo diseños con relación agua/cemento=0.45, 0.40 y 0.35, en la ciudad de Huancayo.</li> </ul>		<p style="text-align: center;"><b>Técnicas de análisis de datos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas estadísticas (uso del software Microsoft Excel y SPSS V26).</li> </ul>

---

**Anexo 2**  
**Panel fotográfico**



**Figura 48. Vista general de los testigos cilíndricos del concreto que fueron sometidos al ensayo de resistencia a la compresión**



**Figura 49. Vista general del ensayo de asentamiento del concreto con relación agua/cemento = 0.40 y dosis 2**



**Figura 50. Vista general del ensayo de contenido de aire del concreto con relación agua/cemento = 0.40 y dosis 2**



**Figura 51. Vista general del ensayo de contenido de aire del concreto con relación agua/cemento = 0.40 y dosis 3**



*Figura 52. Vista general del curado por el método de inmersión en agua*



*Figura 53. Vista general del curado por el método con yute*



*Figura 54. Vista general del curado por el método con curador químico*

## Anexo 3 Resultados de ensayos



**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.**



**DISEÑO DE MEZCLA**  
EXPEDIENTE : 01 - DM - JH 02  
CLIENTE : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
PROYECTO : TESIS DE GRADO 'INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO'  
FECHA DE ENSAYO: : 05/07/2021  
FECHA DE EMISION: : 12/07/2021

**DISEÑO DE MEZCLA "DOSIS 0.250 kg/m<sup>3</sup> - a/(c=0.35)" -  
(a/mc = 0.35)**

### Diseño del concreto (a/c=0.35)

Código de ensayo : DOSIS 0.250 kg/m <sup>3</sup> - a/c=0.35		A/C = 0.35					
CEMENTO		Dosis de	0.60%				
MARCA y TIPO		Poliacrilato	0.06%				
ANDINO I							
Material	P.E (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diseño seco para 1m <sup>3</sup>	Diseño s.s.s para 1m <sup>3</sup>	Correc. humed.	Diseño correg. para 1m <sup>3</sup>	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1429	450 kg	450 kg		450 kg	17.19 kg.
Agua	1000	0.1575	187 L	158 kg		183 L	6.98 kg.
Arena	2611	0.3695	944 kg	965 kg	-16	948 kg	36.23 kg.
Piedra	2597	0.3023	775 kg	785 kg	-9	776 kg	29.65 kg.
Livog	1080	0.0025	2.70 kg	2.70 kg		2.7 kg	103.1 g.
Poliacrilato	605	0.0004	0.250 kg	0.3 kg		0.3 kg	9.550 g.
Aire	100	0.0250	2.5 %	2.50 %		2.5 %	2.50 %
Total		1.0000	2360 kg	2360 kg		2360 kg	90 kg



Av. Leoncio Prado N° 340 Plicomayo - Huancayo    cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: areataqacexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA**  
EXPEDIENTE  
CLIENTE  
PROYECTO

: DOSIS 0.350 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.35  
: 01 - DM - JH 03  
: BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
: TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

FECHA DE ENSAYO  
FECHA DE EMISION

: 05/07/2021  
: 12/07/2021

**DISEÑO DE MEZCLA "DOSIS 0.350 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.35" -  
[a/mc = 0.35]**

**Diseño del concreto (a/c= 0.35)**

Código de ensayo : DOSIS 0.350 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.35

A/C = 0.35	
Dosis de Livog	0.60%
Dosis de Poliactriato	0.08%

%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	55	2.15	0.43
PIEDRA	45	6.61	0.09
GLOBAL	100	4.40	

Material	P.E (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diseño seco para 1m <sup>3</sup>	Correc. por humid.	Diseño s.s.s para 1m <sup>3</sup>	Diseño correg. para 1m <sup>3</sup>	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1429	450 kg		450 kg	450 kg	17.19 kg.
Agua	1000	0.1575	187 L		158 kg	183 L	6.98 kg.
Arena	2611	0.3694	944 kg	-16	964 kg	948 kg	36.22 kg.
Piedra	2597	0.3022	775 kg	-9	785 kg	776 kg	29.64 kg.
Livog	1080	0.0025	2.70 kg		2.70 kg	2.7 kg	103.1 g.
Poliactriato	605	0.0006	0.350 kg		0.4 kg	0.4 kg	13.370 g.
Aire	100	0.0250	2.5 %		2.50 %	2.5 %	2.50 %
Total		1.0000	2360 kg		2360 kg	2360 kg	90 kg



Av. Leoncio Prado N° 340 Píicomsyo - Huancayo col. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: aretagqcepress@gmail.com

**DISEÑO DE MEZCLA**  
EXPEDIENTE : 01 - DM - JH 04  
CLIENTE : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"  
FECHA DE ENSAYO : 05/07/2021  
FECHA DE EMISION : 12/07/2021

**DISEÑO DE MEZCLA "DOSIS 0.450 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.35"-**  
**(a/mc = 0.35)**

**Diseño del concreto (a/c = 0.35)**

**Código de ensayo :** DOSIS 0.450 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.35

CEMENTO	A/C =
Dosis de Livog	0.35
Dosis de Poliacrilato	0.60%
	0.10%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	55	2.59	2.15	0.43
PIEDRA	45	6.61	1.25	0.09
GLOBAL	100	4.40		

Material	P.E (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diseño seco para 1m <sup>3</sup>	Diseño s.s para 1m <sup>3</sup>	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m <sup>3</sup>	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1429	450 kg	450 kg		450 kg	17.19 kg.
Agua	1000	0.1575	187 L	158 kg		183 L	6.98 kg.
Arena	2611	0.3693	944 kg	964 kg	-16	948 kg	36.21 kg.
Piedra	2597	0.3021	775 kg	785 kg	-9	776 kg	29.64 kg.
Livog	1080	0.0025	2.70 kg	2.70 kg		2.7 kg	103.1 g.
Poliacrilato	605	0.0007	0.450 kg	0.5 kg		0.5 kg	17.190 g.
Aire	100	0.0250	2.5 %	2.50 %		2.5 %	2.50 %
Total		1.0000	2360 kg	2360 kg		2360 kg	90 kg



Av. Leoncio Prado N° 340 Píscomyo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: areaqcexpress@gmail.com

**DISEÑO DE MEZCLA**  
 EXPEDIENTE : 01 - DIM - JH 05  
 CLIENTE : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"  
 FECHA DE ENSAYO : 05/07/2021  
 FECHA DE EMISION : 12/07/2021

**DISEÑO DE MEZCLA "MUESTRA PATRON a/c=0.45"**  
 (a/mc = 0.45)

: MUESTRA PATRON - a/c=0.45  
 : 01 - DIM - JH 05  
 : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
 : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"  
 : 05/07/2021  
 : 12/07/2021

**Diseño del concreto (a/c=0.45)**

Código de ensayo : MUESTRA PATRON a/c=0.45		A/C = 0.45		Diseño para Ensayos		
CEMENTO		Dosis de Livog	0.70%	ARENA	65	
MARCA Y TIPO		Dosis de Poliacrilato	0.00%	PIEDRA	45	
ANDINO I				GLOBAL	100	
				%	M.F	
				%	%ABS.	
				%	%HUM.	
Materiales	P.E (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diseño s.s.s para 1m <sup>3</sup>	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m <sup>3</sup>	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1429	450 kg		450 kg	17.73 kg.
Agua	1000	0.2025	230 L		226 L	8.90 kg.
Areña	2611	0.3447	881 kg	-15	885 kg	34.87 kg.
Piedra	2597	0.2820	724 kg	-8	724 kg	28.53 kg.
Livog	1080	0.0029	3.15 kg		3.2 kg	124.1 g.
Poliacrilato	605	0.0000	0.00 kg		0.0 kg	0.000 g.
Aire	100	0.0250	2.50 %		2.5 %	2.50 %
Total		1.0000	2288 kg		2288 kg	90 kg

Av. Leoncio Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
 e-mail: areateqexpress@gmail.com



DISEÑO DE MEZCLA : DOSIS 0.250 kg/m<sup>3</sup>. - a/c=0.45  
EXPEDIENTE : 01 - DM - JH 06  
CLIENTE : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"  
FECHA DE ENSAYO : 05/07/2021  
FECHA DE EMISION : 12/07/2021

**DISEÑO DE MEZCLA "DOSIS 0.250 Kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.45"-**  
**(a/mc = 0.45)**

**Diseño del concreto (a/c=0.45)**

Código de ensayo : DOSIS 0.250 kg/m <sup>3</sup> - a/c=0.45		A/C = 0.45		% M.F		% ABS.		% HUM.	
CEMENTO		Dosis de Livog		ARENA		PIEDRA		GLOBAL	
MARCA y TIPO		Dosis de Poliacrilato		CORREC. por humed.		DISEÑO s.s.s para 1m <sup>3</sup>		DISEÑO correg. para 1m <sup>3</sup>	
ANDINO I									
Material	P.E (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diseño seco para 1m <sup>3</sup>	Diseño s.s.s para 1m <sup>3</sup>	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m <sup>3</sup>	Tanda para Ensayos		
Cemento	3150	0.1429	450 kg	450 kg		450 kg	17.73 kg.		
Agua	1000	0.2025	230 L	203 kg		226 L	8.90 kg.		
Arene	2611	0.3447	881 kg	900 kg	-15	885 kg	34.87 kg.		
Piedra	2597	0.2820	724 kg	733 kg	-8	724 kg	28.53 kg.		
Livog	1080	0.0025	2.70 kg	2.70 kg		2.7 kg	106.4 g.		
Poliacrilato	605	0.0004	0.250 kg	0.3 kg		0.3 kg	9.850 g.		
Aire	100	0.0250	2.5 %	2.50 %		2.5 %	2.50 %		
Total		1.0000	2288 kg	2288 kg		2288 kg	90 kg		



Av. Leucio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)

DISEÑO DE MEZCLA : DOSIS 0.350 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.45  
EXPEDIENTE : 01 - DM - JH 07  
CLIENTE : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"  
FECHA DE ENSAYO : 05/07/2021  
FECHA DE EMISION : 12/07/2021

DISEÑO DE MEZCLA "DOSIS 0.350 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.45" -  
(a/mc = 0.45)

Diseño del concreto (a/c=0.45)

Código de ensayo : DOSIS 0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c=0.45		A/C = 0.45					
CEMENTO		Dosis de Livog	0.60%	ARENA	M.F	%ABS.	%HUM.
MARCA Y TIPO		Dosis de Poliacrilato	0.08%	PIEDRA	45	6.61	1.25
ANDINO I				GLOBAL	100	4.40	
Material	P.E (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diseño seco para 1m <sup>3</sup>	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m <sup>3</sup>	Tanda para Ensayos	
Cemento	3150	0.1429	450 kg		450 kg	17.73	kg.
Agua	1000	0.2025	230 L		226 L	8.90	kg.
Areña	2611	0.3446	881 kg	-15	885 kg	34.86	kg.
Piedra	2597	0.2820	723 kg	-8	724 kg	28.53	kg.
Livog	1080	0.0025	2.70 kg		2.7 kg	106.4	g.
Poliacrilato	605	0.0006	0.350 kg		0.4 kg	13.790	g.
Aire	100	0.0250	2.5 %		2.5 %	2.50	%
Total		1.0000	2288 kg		2288 kg	90	kg

Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
e-mail: areqaqcexpress@gmail.com



**DISEÑO DE MEZCLA "DOSIS 0.450 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.45"-**  
(a/mc = 0.45)

**DISEÑO DE MEZCLA** : DOSIS 0.450 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.45  
**EXPEDIENTE** : 01 - DM - JH 08  
**CLIENTE** : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
**PROYECTO** : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"  
**FECHA DE ENSAYO** : 05/07/2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 12/07/2021

**Código de ensayo : DOSIS 0.450 kg/m<sup>3</sup> - a/c=0.45**

CEMENTO		A/C = 0.45					
MARCA y TIPO		Dosis de Livog	0.60%				
ANDINO I		Dosis de Poliacrilato	0.10%				
Material	P.E (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diseño seco para 1m <sup>3</sup>	Diseño s.s para 1m <sup>3</sup>	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m <sup>3</sup>	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1429	450 kg	450 kg		450 kg	17.73 kg.
Agua	1000	0.2025	231 L	203 kg		226 L	8.91 kg.
Arena	2611	0.3633	929 kg	949 kg	-16	933 kg	36.75 kg.
Piedra	2597	0.2631	675 kg	683 kg	-8	676 kg	26.62 kg.
Livog	1080	0.0025	2.70 kg	2.70 kg		2.7 kg	106.4 g.
Poliacrilato	605	0.0007	0.450 kg	0.5 kg		0.5 kg	17.730 g.
Aire	100	0.0250	2.5 %	2.50 %		2.5 %	2.50 %
Total		1.0000	2288 kg	2288 kg		2288 kg	90 kg



Av. Leoncio Prado N° 340 Píscosayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825  
 e-mail: areasqcexpress@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLA  
EXPEDIENTE : 01 - DM - JH 09  
CLIENTE : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

MUESTRA PATRON - a/c=0.40  
: 01 - DM - JH 09  
: BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
: TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

FECHA DE ENSAYO : 05/07/2021  
FECHA DE EMISIÓN : 12/07/2021

DISEÑO DE MEZCLA "MUESTRA PATRON a/c=0.40"-  
(a/mc = 0.40)

Diseño del concreto (a/c=0.40)

Código de ensayo : MUESTRA PATRON a/c=0.40		A/C = 0.40					
		Dosis de Livog	0.60%				
		Dosis de Poliacrilato	0.00%				
ANDINO I							
Material	P.E. (kg/m³)	Volumen (m³)	Diseno seco para 1m³	Diseno s.s.s para 1m³	Correc. por humed.	Diseno correg. para 1m³	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1429	450 kg	450 kg		450 kg	17.96 kg.
Agua	1000	0.1800	209 L	180 kg		204 L	8.15 kg.
Arena	2611	0.3573	913 kg	933 kg	-16	917 kg	36.60 kg.
Piedra	2597	0.2923	750 kg	759 kg	-9	751 kg	29.95 kg.
Livog	1080	0.0025	2.70 kg	2.70 kg		2.7 kg	107.7 g.
Poliacrilato	605	0.0000	0.000 kg	0.0 kg		0.0 kg	0.000 g.
Aire	100	0.0250	2.5 %	2.50 %		2.5 %	2.50 %
Total		1.0000	2325 kg	2325 kg		2325 kg	93 kg





**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**PETICIONARIO :** BACH, JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ  
**PROYECTO :** TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"  
**MUESTRA :** 0.350 kg/m<sup>3</sup> - a/c = 0.45  
**EXPEDIENTE :** 001-TCA01-01  
**FECHA DE EMISION:** 13/08/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	18/07/2021	2	9.88	28.98	3.0	1.0	3.782	181.06	241	2
2	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	18/07/2021	2	9.75	19.94	2.0	1.0	3.810	179.15	245	2
3	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	18/07/2021	2	9.85	19.89	2.0	1.0	3.802	182.20	244	2
4	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	19/07/2021	3	9.87	20.05	2.0	1.0	3.822	219.10	282	2
5	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	19/07/2021	3	9.89	19.99	2.0	1.0	3.807	214.62	285	2
6	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	19/07/2021	3	9.87	20.05	2.0	1.0	3.812	214.95	286	2
7	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	23/07/2021	7	9.89	20.10	2.0	1.0	3.840	311.21	413	2
8	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	23/07/2021	7	9.92	20.04	2.0	1.0	3.824	316.42	417	2
9	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	23/07/2021	7	9.90	20.10	2.0	1.0	3.833	311.21	412	2
10	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	30/07/2021	14	9.84	19.95	2.0	1.0	3.848	358.79	471	2
11	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	30/07/2021	14	9.86	19.99	2.0	1.0	3.840	350.79	459	2
12	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	30/07/2021	14	9.81	20.05	2.0	1.0	3.820	349.79	472	2
13	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	13/08/2021	28	9.85	19.81	2.0	1.0	3.842	380.79	509	2
14	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	13/08/2021	28	9.95	19.89	2.0	1.0	3.822	385.79	508	2
15	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.45	16/07/2021	13/08/2021	28	9.92	20.01	2.0	1.0	3.817	385.79	509	2



**NOTA:**  
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".

LABORATORIO MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO S.A.  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 248387  
 e-mail: areaqatcexpress@gmail.com

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOP, cap. 004, 1998).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 **RPC 979702825**



# EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

**PETICIONARIO** : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ **MUESTRA** : 0.350 kg/m<sup>3</sup> - alc = 0.40  
**PROYECTO** : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIAGRILO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" **EXPEDIENTE** : 001-TCA01-01  
**FECHA DE EMISION**: 13/08/2021

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D)(cm)	ALTURA (h)(cm)	RELACION (h/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	16/07/2021	2	9.88	20.05	2.0	1.0	3.534	180.30	239	2
2	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	16/07/2021	2	9.97	20.10	2.0	1.0	3.788	183.78	240	2
3	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	16/07/2021	2	9.93	20.07	2.0	1.0	3.845	186.36	245	2
4	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	16/07/2021	3	9.85	20.09	2.0	1.0	3.780	227.06	304	2
5	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	19/07/2021	3	9.74	19.90	2.0	1.0	3.800	228.42	313	2
6	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	19/07/2021	3	9.84	20.01	2.0	1.0	3.805	232.28	311	2
7	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	23/07/2021	7	9.88	20.09	2.0	1.0	3.790	329.24	437	2
8	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	23/07/2021	7	9.87	20.10	2.0	1.0	3.800	322.06	429	2
9	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	23/07/2021	7	9.88	20.06	2.0	1.0	3.821	320.24	428	2
10	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	30/07/2021	14	9.81	20.15	2.0	1.0	3.810	360.24	478	2
11	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	30/07/2021	14	9.79	20.02	2.0	1.0	3.814	355.94	482	2
12	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	30/07/2021	14	9.88	20.00	2.0	1.0	3.818	368.35	490	2
13	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	13/08/2021	28	9.82	20.15	2.0	1.0	3.827	388.10	525	2
14	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	13/08/2021	28	9.91	20.01	2.0	1.0	3.811	401.92	531	2
15	0.350 kg/m <sup>3</sup> - alc = 0.40	16/07/2021	13/08/2021	28	9.88	20.10	2.0	1.0	3.822	403.57	537	2



**NOTA:**

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10\*



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERMANENTE INDI-COPRI-OP-004/1993).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqcsexpress@gmail.com](mailto:areaqcsexpress@gmail.com)

**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**PETICIONARIO** : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ **MUESTRA** : 0.350 kg/m<sup>3</sup> - a/c = 0.35  
**PROYECTO** : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" **EXPEDIENTE** : 001-TCA01-01  
**FECHA DE EMISION** : 13/08/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION MAXIMO (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	18/07/2021	2	9.74	20.05	2.1	1.0	3.834	217.10	297	2
2	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	18/07/2021	2	9.84	20.10	2.0	1.0	3.798	218.74	293	2
3	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	19/07/2021	2	9.89	20.07	2.0	1.0	3.845	214.24	284	2
4	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	19/07/2021	3	9.87	20.09	2.0	1.0	3.780	253.75	338	2
5	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	19/07/2021	3	9.88	19.90	2.0	1.0	3.800	258.71	344	2
6	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	19/07/2021	3	9.84	20.01	2.0	1.0	3.805	254.47	341	2
7	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	23/07/2021	7	9.89	20.09	2.0	1.0	3.790	379.45	504	2
8	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	25/07/2021	7	9.87	20.10	2.0	1.0	3.800	375.85	501	2
9	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	23/07/2021	7	9.88	20.06	2.0	1.0	3.821	377.14	502	2
10	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	30/07/2021	14	9.92	20.15	2.0	1.0	3.810	383.74	506	2
11	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	30/07/2021	14	9.91	20.02	2.0	1.0	3.814	385.42	510	2
12	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	30/07/2021	14	9.88	20.00	2.0	1.0	3.818	380.85	507	2
13	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	13/08/2021	28	9.92	20.15	2.0	1.0	3.827	438.74	579	2
14	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	13/08/2021	28	9.92	20.01	2.0	1.0	3.811	439.87	580	2
15	0.350 kg/m <sup>3</sup> - a/c = 0.35	18/07/2021	13/08/2021	28	9.97	20.10	2.0	1.0	3.822	442.11	589	2



**NOTA:**

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004/199).  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo** **cel. RPM 920137591 RPC 979702825** **e-mail: [arqaqc@express.com](mailto:arqaqc@express.com)**



**EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION SAC**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**PETICIONARIO :** BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ **MUESTRA :** 350g m3 - SUMERGIDO - a/c=0.45  
**PROYECTO :** TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" **EXPEDIENTE :** 01 - RC - HJ - 13  
**FECHA DE EMISION:** 27/03/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	DIAMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
1	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	01/03/2021	2	9.95	20.35	2.0	1.0	3.836	201.12	264	2
2	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	01/03/2021	2	10.00	20.14	2.0	1.0	4.000	201.90	262	2
3	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	01/03/2021	2	9.97	20.23	2.0	1.0	3.823	202.08	264	2
4	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	02/03/2021	3	9.79	20.00	2.0	1.0	3.840	231.30	313	2
5	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	02/03/2021	3	9.86	20.13	2.0	1.0	3.823	230.57	308	2
6	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	02/03/2021	3	9.92	20.00	2.0	1.0	4.000	238.95	315	2
7	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	06/03/2021	7	9.84	20.28	2.0	1.0	3.846	329.73	433	2
8	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	06/03/2021	7	10.00	20.16	2.0	1.0	4.000	328.25	426	2
9	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	06/03/2021	7	9.92	20.10	2.0	1.0	3.866	327.42	432	2
10	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	13/03/2021	14	9.86	20.33	2.0	1.0	3.849	374.66	490	2
11	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	13/03/2021	14	9.84	20.00	2.0	1.0	3.858	371.81	489	2
12	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	13/03/2021	14	9.94	20.00	2.0	1.0	4.000	379.12	498	2
13	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	27/03/2021	28	9.89	20.26	2.0	1.0	3.820	401.28	533	2
14	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	27/03/2021	28	9.89	20.07	2.0	1.0	4.000	405.17	528	2
15	Sumergido A/C 0.45 13.4g	27/02/2021	27/03/2021	28	9.94	20.28	2.0	1.0	3.830	400.57	526	2



**NOTA:**  
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUA PERUANA INDICOR: 01-05-1148)  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Pícomayo - Huancayo** cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [aeagacexpress@gmail.com](mailto:aeagacexpress@gmail.com)



# EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PETICIONARIO : BACH. JOSÉ LUIS HUAMAN CHAVEZ MUESTRA : 350g m3 - SUMERGIDO- a/c=0.40  
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" EXPEDIENTE : 01 - RC -HJ- 14  
 FECHA DE EMISIÓN: 18/04/2021

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
1	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.86	20.00	2.0	1.0	3.800	205.30	274	2
2	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.78	20.04	2.0	1.0	3.810	200.79	273	2
3	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.87	20.01	2.0	1.0	3.807	207.28	276	2
4	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.96	20.08	2.0	1.0	3.780	247.65	324	2
5	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.85	20.10	2.0	1.0	3.800	245.91	322	2
6	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.86	20.05	2.0	1.0	3.780	244.61	320	2
7	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.85	20.06	2.0	1.0	3.807	331.83	444	2
8	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.83	20.09	2.0	1.0	3.781	330.74	444	2
9	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.88	20.06	2.0	1.0	3.821	329.32	438	2
10	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.91	20.15	2.0	1.0	3.810	383.32	507	2
11	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.79	20.02	2.0	1.0	3.814	386.40	523	2
12	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.88	20.00	2.0	1.0	3.818	380.71	506	2
13	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.92	20.15	2.0	1.0	3.827	412.96	545	2
14	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.94	20.01	2.0	1.0	3.811	411.40	541	2
15	Sumergido A/C 0.038 13.37g D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.87	20.10	2.0	1.0	3.822	418.71	558	2



#### NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERMANENTE). INSCOP: 087-0011899.  
 e-mail: [ateagagexpress@gmail.com](mailto:ateagagexpress@gmail.com)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pílimayo - Huancayo cel. RPPM 920137591 RPC 979702825



# EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PETICIONARIO : BACH. JOSÉ LUIS HUAMAN CHÁVEZ MUESTRA : 350g m3 - SUMERGIDO- a/c=0.35  
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" EXPEDIENTE : 01 - RC -H-J- 15  
 FECHA DE EMISIÓN: 18/04/2021

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACIÓN (H/D)	FACTOR DE CORRECCIÓN	PESO MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
1	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.89	19.97	2.0	1.0	3.800	225.30	289	2
2	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.86	20.04	2.0	1.0	3.810	220.79	285	2
3	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.85	20.00	2.0	1.0	3.807	227.28	304	2
4	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.86	20.04	2.0	1.0	3.780	297.65	386	2
5	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.77	20.06	2.1	1.0	3.800	295.91	402	2
6	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.86	19.96	2.0	1.0	3.790	284.61	366	2
7	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.85	20.06	2.0	1.0	3.807	339.83	455	2
8	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.83	19.96	2.0	1.0	3.781	339.74	456	2
9	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.88	20.00	2.0	1.0	3.821	337.32	449	2
10	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.91	19.98	2.0	1.0	3.810	393.32	520	2
11	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.86	20.02	2.0	1.0	3.814	396.40	529	2
12	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.89	20.00	2.0	1.0	3.818	398.71	529	2
13	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.82	20.15	2.0	1.0	3.827	438.88	579	2
14	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	19/04/2021	28	9.94	20.01	2.0	1.0	3.811	437.40	575	2
15	Sumergido A/C 0.35 13.37g D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.87	20.10	2.0	1.0	3.822	432.71	577	2



NOTA:  
 1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDIAGOP/ GP: 04/1893).  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: [areaqaqcexpress@gmail.com](mailto:areaqaqcexpress@gmail.com)

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**PETICIONARIO** : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ **MUESTRA** : 350g m3 - CURADOR - al-c=0.45  
**PROYECTO** : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" **EXPEDIENTE** : 01 - RC - HJ - 16  
**FECHA DE EMISION**: 27/03/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIAMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
1	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	01/03/2021	2	9.87	19.99	2.0	1.0	3.783	188.38	251	2
2	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	01/03/2021	2	9.89	19.93	2.0	1.0	3.780	191.36	254	2
3	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	01/03/2021	2	9.90	19.99	2.0	1.0	3.788	190.48	252	2
4	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	02/03/2021	3	9.89	19.88	2.0	1.0	3.783	232.19	308	2
5	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	02/03/2021	3	9.86	20.00	2.0	1.0	3.789	225.68	301	2
6	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	02/03/2021	3	9.85	19.88	2.0	1.0	3.774	228.46	306	2
7	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	06/03/2021	7	9.88	19.97	2.0	1.0	3.758	308.29	407	2
8	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	06/03/2021	7	9.77	19.99	2.0	1.0	3.742	312.92	426	2
9	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	06/03/2021	7	9.87	19.97	2.0	1.0	3.748	309.29	412	2
10	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	13/03/2021	14	9.94	20.04	2.0	1.0	3.745	347.67	467	2
11	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	13/03/2021	14	9.99	20.00	2.0	1.0	3.749	348.86	464	2
12	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	13/03/2021	14	9.94	20.04	2.0	1.0	3.751	347.67	467	2
13	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	27/03/2021	28	9.86	20.06	2.0	1.0	3.740	397.19	530	2
14	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	27/03/2021	28	9.89	19.96	2.0	1.0	3.740	400.88	532	2
15	Curado A/C 0.45 Q. 13.4	27/02/2021	27/03/2021	28	9.88	20.01	2.0	1.0	3.740	395.97	527	2



**NOTA:**

1) Como elemento de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10".





# EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN SAC



|||

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

PETICIONARIO : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ MUESTRA : 350g m3 - CURADOR - a/c=0.40  
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" EXPEDIENTE : 01 - RC -HJ- 17  
 FECHA DE EMISION: 18/04/2021

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO (Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	DIÁMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm2)	TIPO DE FALLA
1	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.87	20.10	2.0	1.0	3.754	202.59	270	2
2	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.96	20.08	2.0	1.0	3.768	205.04	268	2
3	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.91	20.10	2.0	1.0	3.761	204.05	270	2
4	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.84	19.90	2.0	1.0	3.730	261.36	350	2
5	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.89	20.00	2.0	1.0	3.710	262.64	348	2
6	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.74	19.90	2.0	1.0	3.732	261.91	358	2
7	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	26/03/2021	7	9.97	20.12	2.0	1.0	3.700	310.26	405	2
8	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.86	20.02	2.0	1.0	3.690	315.41	421	2
9	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.91	20.12	2.0	1.0	3.702	313.61	415	2
10	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.88	20.10	2.0	1.0	3.790	365.31	488	2
11	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.87	20.07	2.0	1.0	3.670	369.74	483	2
12	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.92	20.10	2.0	1.0	3.779	367.94	485	2
13	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.91	20.01	2.0	1.0	3.745	415.31	549	2
14	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.95	20.03	2.0	1.0	3.697	419.74	550	2
15	Curado A/C 0.038 Q. 13.37 D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.93	20.02	2.0	1.0	3.725	417.94	550	2



NOTA:

1) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C 1231/C1231M-10".



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD GUÍA PERUANA INCOECON S.A.  
 Av. Leoncio Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825 e-mail: areasqcexpress@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO**

**PETICIONARIO** : BACH. JOSE LUIS HUAMAN CHAVEZ **MUESTRA** : 350g m<sup>3</sup> - CURADOR - al-c=0.35  
**PROYECTO** : TESIS DE GRADO "INFLUENCIA DEL POLIACRILATO DE SODIO EN EL CURADO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" **EXPEDIENTE** : 01 - RC - HJ - 18  
**FECHA DE EMISION**: 18/04/2021

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C39/C39M - 20)

ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	DIAMETRO (D)(cm)	ALTURA (H)(cm)	RELACION (H/D)	FACTOR DE CORRECCION	PESO MAXIMA (Kg)	CARGA MAXIMA (KN)	ESFUERZO COMPRESION AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
1	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.61	20.09	2.0	1.0	3.760	215.90	281	2
2	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.97	20.08	2.0	1.0	3.670	218.04	285	2
3	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	23/03/2021	2	9.82	20.10	2.0	1.0	3.779	216.45	286	2
4	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.91	19.90	2.0	1.0	3.745	271.63	359	2
5	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.89	20.00	2.0	1.0	3.710	274.85	365	2
6	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	24/03/2021	3	9.74	19.90	2.0	1.0	3.732	276.54	378	2
7	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.97	20.12	2.0	1.0	3.700	339.84	444	2
8	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.86	20.02	2.0	1.0	3.690	335.74	448	2
9	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	28/03/2021	7	9.81	20.12	2.0	1.0	3.702	334.91	443	2
10	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.88	20.10	2.0	1.0	3.745	375.45	489	2
11	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.97	20.07	2.0	1.0	3.697	377.65	493	2
12	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	04/04/2021	14	9.82	20.10	2.0	1.0	3.779	379.48	501	2
13	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.91	20.01	2.0	1.0	3.745	422.41	568	2
14	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.91	20.03	2.0	1.0	3.697	429.12	567	2
15	Curado AAC 0.35Q. 13.37 D	21/03/2021	18/04/2021	28	9.89	20.02	2.0	1.0	3.725	421.54	561	2



**NOTA:**

1) Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se emplearon almohadillas de Neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-10<sup>9</sup>.



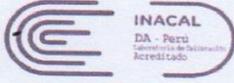
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD GUÍA PERMANENTE. INSCRIPCIÓN: R.P.M. 920137591 RPC 979702825  
**Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo** **cel. RPM 920137591 RPC 979702825** **e-mail: atesagqexpress@gmail.com**

**Anexo 4**  
**Certificados de calibración de los equipos**



**Cadent**  
METROLOGÍA | LABORATORIO | INDUSTRIAL

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC-005**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 152-LM-2021**

Página 1 de 3

<p>FECHA DE EMISIÓN EXPEDIENTE : 2021-05-03 : 00009</p> <p><b>1. SOLICITANTE</b> : QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.</p> <p><b>DIRECCIÓN</b> : AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO</p> <p><b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b> : <b>BALANZA</b></p> <p><b>MARCA</b> : PATRICK'S</p> <p><b>MODELO</b> : NO INDICA</p> <p><b>NÚMERO DE SERIE</b> : 5201473</p> <p><b>ALCANCE DE INDICACIÓN</b> : 30 kg</p> <p><b>DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN</b> : 0,001 kg</p> <p><b>DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e )</b> : 0,01 kg</p> <p><b>PROCEDENCIA</b> : NO INDICA</p> <p><b>IDENTIFICACIÓN</b> : NO INDICA</p> <p><b>TIPO</b> : ELECTRÓNICA</p> <p><b>UBICACIÓN</b> : LABORATORIO</p> <p><b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> : 2021-05-03</p>	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.</p> <p>Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>CADENT 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.</p>
<p><b>3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b> PC-001, Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII. SNM-INDECOPI, 3ra edición, Noviembre 2008.</p> <p><b>4. LUGAR DE CALIBRACIÓN</b> LABORATORIO DE CADENT S.A.C. JR. LLUMPA NRO. 1352 URB. PARQUE NARANJAL – LOS OLIVOS</p>	



**Gerente General**

Firmado digitalmente por  
Diego Moreno Prado  
Fecha: 2021-05-03 12:51:11

RTC-L2MC-M02  
Versión: 12

ventas@cadentsac.com.pe  
cadentsacperu@hotmail.com

**"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"**  
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Fecha: 2020-07-06  
Aprobado por: JA

operaciones@cadentsac.com.pe  
web: www.cadentsac.com.pe

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 152-LM-2021

2	5
1	
3	4

Página 3 de 3

### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,010	0,010	0,7	-0,2	10,000	10,001	0,7	0,8	1,0
2		0,010	0,7	-0,2		10,001	0,8	0,7	0,9
3		0,010	0,6	-0,1		10,001	0,8	0,7	0,8
4		0,010	0,7	-0,2		9,999	0,7	-1,2	-1,0
5		0,010	0,6	-0,1		9,999	0,7	-1,2	-1,1

Temp. (°C) Inicial: 23,8 Final: 23,9

(\*) valor entre 0 y 10 e Error máximo permitido: ± 20 g

### ENSAYO DE PESAJE

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,010	0,010	0,6	-0,1						10
0,020	0,020	0,6	-0,1	0,0	0,020	0,6	-0,1	0,0	10
0,100	0,100	0,7	-0,2	-0,1	0,100	0,6	-0,1	0,0	10
1,000	1,000	0,7	-0,2	-0,1	1,000	0,7	-0,2	-0,1	10
3,000	3,000	0,7	-0,2	-0,1	3,000	0,7	-0,2	-0,1	10
5,000	5,000	0,8	-0,3	-0,2	5,000	0,7	-0,2	-0,1	10
10,000	10,000	0,8	-0,3	-0,2	10,000	0,8	-0,3	-0,2	20
15,000	14,999	0,8	-1,3	-1,2	14,999	0,8	-1,3	-1,2	20
20,000	19,999	0,8	-1,3	-1,2	19,998	0,8	-2,3	-2,2	20
25,000	24,997	0,8	-3,3	-3,2	24,997	0,8	-3,3	-3,2	30
30,000	29,997	0,8	-3,3	-3,2	29,997	0,8	-3,3	-3,2	30

Temp. (°C) Inicial: 23,8 Final: 23,8

(\*\*) error máximo permitido

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R + 8,47E-05 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times (5,23E-07 \text{ kg}^2 + 6,44E-09 \times R^2)^{1/2}$$

donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo: E-03 = 10<sup>-3</sup>

- I; R: Indicación de la balanza
- ΔL: Carga Incrementada
- E: Error encontrado
- E<sub>0</sub>: Error en cero
- E<sub>c</sub>: Error corregido

Fin de documento

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 152-LM-2021

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

Página 2 de 3

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	23,6	23,9
Humedad Relativa (%hr)	51	57

### 6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL - DM	Pesa de clase F <sub>1</sub>	LM - 739 - 2018
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M <sub>1</sub>	M - 0232 - 2019
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de Pesas de clase E <sub>2</sub>	LM - C - 113 - 2019
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M <sub>1</sub>	M - 0670 - 2019
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase F <sub>1</sub>	M - 0280 - 2020

### 7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003.

(\*\*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

### 8. RESULTADOS DE MEDICION

INSPECCION VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Inicial			Final		
	Carga L1 = 15,000 (kg)	Temp. (°C)	23,6	Carga L2 = 30,000 (kg)	Temp. (°C)	23,7
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	14,999	0,7	-1,2	29,997	0,7	-3,2
2	14,999	0,7	-1,2	29,997	0,7	-3,2
3	15,000	0,7	-0,2	29,997	0,8	-3,3
4	15,000	0,7	-0,2	29,997	0,8	-3,3
5	15,000	0,7	-0,2	29,997	0,8	-3,3
6	14,999	0,8	-1,3	29,997	0,7	-3,2
7	15,000	0,7	-0,2	29,997	0,8	-3,3
8	15,000	0,8	-0,3	29,997	0,8	-3,3
9	15,000	0,7	-0,2	29,997	0,8	-3,3
10	14,999	0,7	-1,2	29,997	0,8	-3,3
Diferencia Máxima			1,1			0,1
Error máximo permitido	± 20 g			± 30 g		



**Fecha de emisión** 2021/09/06  
**Solicitante** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Dirección** AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO  
**Instrumento de medición** **BALANZA**  
**Identificación** 0443-036-2021  
**Intervalo de indicación** 6000g  
**División de escala** 0.1 g  
**Resolución**  
**División de verificación (e)** 0.1 g  
**Tipo de indicación** Digital  
**Marca / Fabricante** OHAUS  
**Modelo** SE6001F  
**N° de serie** B832476185  
**Procedencia** USA  
**Lugar de calibración** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Fecha de calibración** 2021/09/06

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3000 g			Carga L1= 6000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.0	0.05	-0.09	6000	0.05	-0.1
2	3000.0	0.04	-0.1	6000	0.07	-0.06
3	3000.0	0.04	-0.05	6000	0.05	-0.08
4	3000.0	0.05	-0.09	6000	0.03	-0.1
5	3000.0	0.06	-0.04	6000	0.06	-0.11
6	3000.0	0.04	-0.06	6000	0.07	-0.12
7	3000.0	0.04	-0.09	6000	0.05	-0.11
8	3000.0	0.05	-0.08	6000	0.05	-0.1
9	3000.0	0.04	-0.08	6000	0.05	-0.11
10	3000.0	0.05	-0.1	6000	0.04	-0.1

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
3000	0	1
6000	0	2



ARSO GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.04	-0.01	500	500	0.06	-0.01	0.01
2		1	0.06	-0.02		500	0.04	-0.01	0
3		1	0.04	0		500	0.05	-0.02	-0.02
4		1	0.03	0.01		500	0.04	0.04	0.03
5		1	0.05	-0.02		500	0.04	0.03	0.02

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
5.0	1.0	0.05	-0.01						1
1.0	5.0	0.06	0.03	0.03	5.0	0.06	0.01	0.01	1
50.0	50.0	0.04	-0.04	0.02	50.0	0.05	-0.04	-0.04	1
100.0	100.0	0.03	0	0.04	100.0	0.05	-0.03	-0.03	1
500.0	500.0	0.05	0.01	0.03	500.0	0.06	-0.01	0.02	1
1000.0	999.9	0.04	0.09	0.02	999.9	0.04	-0.01	0.02	1
2000.0	1999.9	0.03	0.08	0.04	1999.9	0.03	0	0.01	1
3000.0	2999.8	0.05	0.08	0.03	2999.8	0.05	-0.1	-0.07	2
4000.0	4000.0	0.09	0.09	0.02	4000.0	0.06	-0.09	-0.05	2
5000.0	5000.0	0.09	0.09	0.04	5000.0	0.05	-0.11	-0.04	2
6000.0	6000.1	0.08	0.05	0.05	6000.1	0.04	-0.12	-0.13	2

Legenda

I: Indicación de la balanza  
E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada  
E<sub>c</sub>: Error corregido

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición} \quad U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00195 \text{ g}^2 + 0.000000088381 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida} \quad R_{\text{corregida}} = R + 7.010688872 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza: ( g )

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSO GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSO GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0449-036-2021

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** 2021/09/06  
**Solicitante** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Dirección** AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa cerca al Rio Cunas) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO  
**Instrumento de medición** RECIPIENTE DE PESO UNITARIO 1/10 PIE 3  
**Identificación** 0449-036-2021  
**Marca** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Serie** NO INDICA  
**Estructura** ALUMINIO  
**CAPACIDAD** 1/3 PIE 3  
**Procedencia** PERÚ  
**Lugar de calibración** Laboratorio de QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Fecha de calibración** 2021/09/06

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie3 [2 700 kN-m/m3]).

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C  
  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 22,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01  
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN
N° 1	153.92
N° 2	153.65
N° 3	154.15
N° 4	154.10
<b>PROMEDIO</b>	<b>153.96</b>

TABLA N° 02  
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN
N° 1	151.83
N° 2	151.74
N° 3	151.86
N° 4	151.89
<b>PROMEDIO</b>	<b>151.83</b>



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carniel  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03  
VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO
N° 1	2826	2831.68

PROMEDIO	2826	:
----------	------	---

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0440-036-2021

Página 1 de 3

<b>Fecha de emisión</b>	2021/09/06
<b>Solicitante</b>	QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
<b>Dirección</b>	AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>PRENSA HIDRAULICA PARA ROTURA DE CONCRETO</b>
Identificación	0440-036-2021
Marca	PYS EQUIPOS
Modelo	STYE-2000
Serie	160653
Capacidad	2000 kN
Indicador	DIGITAL
Bomba	ELÉCTRICA
Procedencia	PERÚ
<b>Lugar de calibración</b>	LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.
<b>Fecha de calibración</b>	2021/09/06

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE N° 175-21

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 63 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( kN)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kN	SERIE (2) kN	ERROR %	ERROR (2) %			
100	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0	0.00
200	199.9	199.5	-0.1	-0.3	199.7	-0.15	0.14
300	299.7	299.5	-0.1	-0.2	299.6	-0.13	0.05
400	398.9	399.4	-0.3	-0.2	399.2	-0.21	0.09
500	499.2	499.5	-0.2	-0.1	499.4	-0.13	0.04
600	597.9	599.5	-0.4	-0.1	598.7	-0.22	0.19
700	699.5	699.9	-0.1	0.0	699.7	-0.04	0.04
800	797.9	798.5	-0.3	-0.2	798.2	-0.22	0.05

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
- Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0,35 % (1,73 kN)



**ARSOU GROUP S.A.C**  
*[Signature]*  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



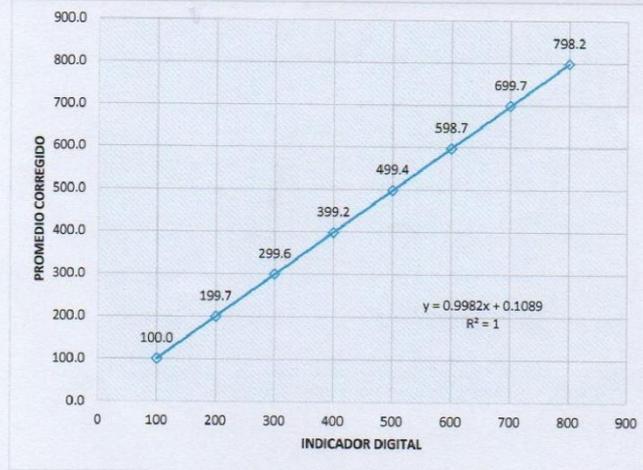
**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0440-036-2021

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9982x + 0,1089$

Coefficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2021/09/06

Solicitante QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Dirección AV. LEONCIO PRADO NRO. 5/N (A LA ESQUINA DE Balsa CERCA AL RIO CUNAS) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación 0441-036-2021

Marca PYS EQUIPOS

Modelo STHX-2A

Serie 15113

Cámara 120 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.

Fecha de calibración 2021/09/06

Método/Procedimiento de calibración  
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático. INACAL  
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión  
METROLOGÍA

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.0	111.7	110.1	110.7	110.1	110.8	110.7	110.6	111.0	110.5	110.5	0.9
00:02	110	110.0	111.5	110.5	110.4	110.8	110.7	110.8	110.0	111.0	110.1	110.6	1.0
00:04	110	109.9	111.7	110.0	110.7	110.5	110.9	111.0	110.5	110.4	110.6	110.6	1.0
00:06	110	110.0	111.5	110.2	110.5	110.2	110.7	110.1	110.3	110.7	110.9	110.4	0.8
00:08	110	110.0	111.7	111.0	110.5	111.0	110.8	110.2	110.2	110.5	110.0	110.5	1.0
00:10	110	110.9	110.1	110.3	110.7	110.5	110.3	110.3	110.9	110.9	110.1	110.5	0.8
00:12	110	110.0	110.8	110.8	110.0	110.8	110.6	110.9	110.5	110.7	110.7	110.6	0.9
00:14	110	110.3	110.3	110.9	110.7	110.3	110.5	110.7	110.9	110.8	110.6	110.6	0.6
00:16	110	110.8	110.0	110.6	110.1	110.6	110.3	110.5	110.3	110.0	110.4	110.4	0.8
00:18	110	110.4	110.8	110.6	110.4	110.3	110.9	110.1	110.8	110.8	110.3	110.5	0.8
00:20	110	110.9	110.1	110.3	110.1	110.2	110.5	110.1	110.1	110.9	110.8	110.4	0.8
00:22	110	110.3	110.4	110.6	110.4	110.1	110.5	110.6	110.6	110.6	110.2	110.4	0.5
00:24	110	110.1	110.1	110.5	110.5	110.7	110.1	110.3	110.0	110.8	110.9	110.4	0.9
00:26	110	110.7	110.2	110.1	110.2	110.0	110.9	110.4	110.2	110.3	110.9	110.4	0.9
00:28	110	110.8	110.0	110.4	110.5	110.6	110.7	110.5	110.9	111.0	110.6	110.6	1.0
00:30	110	110.1	110.8	110.1	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.9	110.4	110.5	0.8
00:32	110	110.7	110.3	110.5	110.6	110.2	110.7	110.9	110.1	110.1	110.8	110.5	0.8
00:34	110	110.1	110.0	111.0	110.8	110.8	110.5	110.4	110.7	110.8	110.3	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.4	110.6	110.4	111.0	110.1	110.6	110.5	110.9	110.4	110.6	0.9
00:38	110	110.7	110.1	110.8	110.5	110.2	110.5	110.9	110.6	110.9	110.4	110.6	0.8
00:40	110	110.4	110.6	110.9	110.2	110.2	110.9	110.4	110.1	110.1	110.6	110.4	0.8
00:42	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.5	110.5	110.5	110.8	110.9	110.5	110.6	0.9
00:44	110	110.2	111.0	110.3	110.2	110.3	110.6	110.1	110.4	110.1	111.0	110.4	0.9
00:46	110	110.9	110.6	110.2	110.3	110.4	110.7	110.8	110.9	110.3	111.0	110.6	0.8
00:48	110	110.2	110.1	111.0	110.4	110.5	110.2	110.1	110.0	110.2	110.9	110.4	1.0
00:50	110	110.7	110.5	110.1	110.6	110.5	110.3	110.2	110.9	110.3	110.3	110.4	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.6	110.5	110.5	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	110.9	111.0	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tms Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

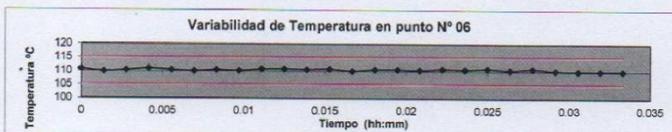
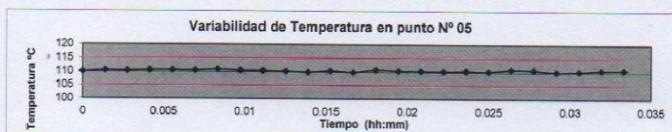
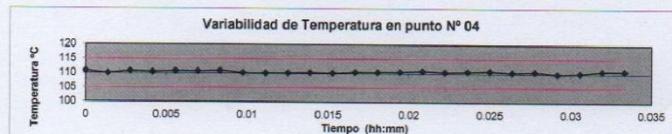
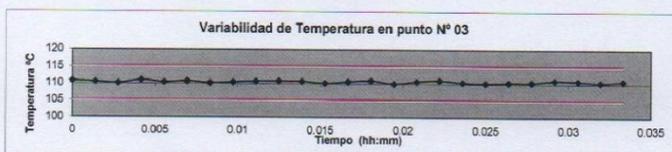
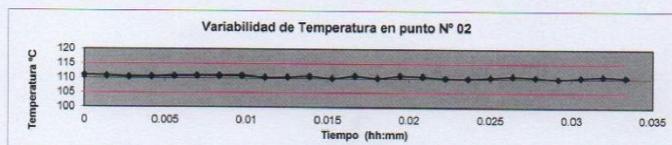
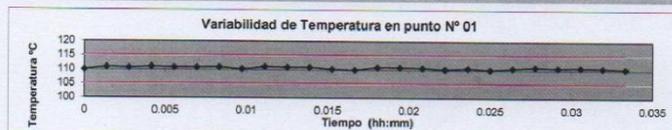
ARSOU GROUP S.A. ©

Ing. Hugo Luis Arevalo Garnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



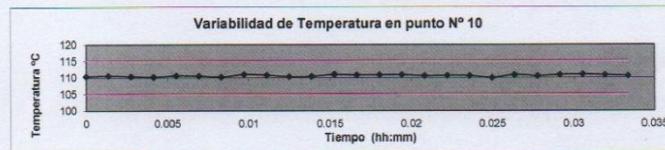
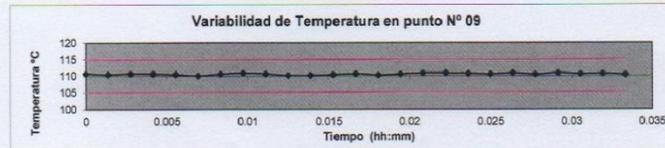
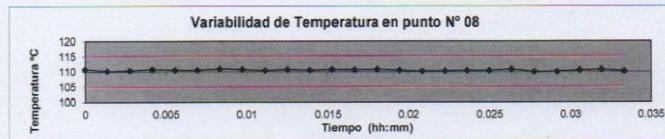
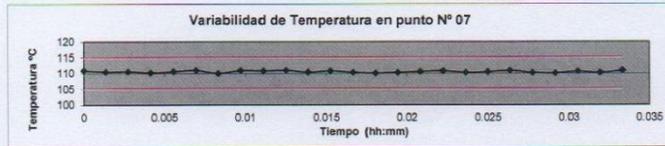
ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote D1, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



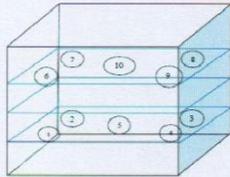
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0445-036-2021

Página 1 de 2

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2021/09/06  
**Solicitante** QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Dirección** AV. LEONCIO PRADO NRO. S/N (A LA ESQUINA DE Balsa cerca al Rio Cunas) JUNIN - HUANCAYO - PILCOMAYO  
**Instrumento de medición** TERMÓMETRO  
**Identificación** 0445-036-2021  
**Marca** BOECO  
**Modelo** TP101  
**Serie** 1  
**Indicador** DIGITAL  
**Alcance** -50 °C a 300 °C  
**Resolución** 0.1 °C  
**Sensor** VASTAGO - 20 cm  
**Procedencia** NO INDICA  
**Lugar de calibración** LABORATORIO QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.  
**Fecha de calibración** 2021/09/06  
**Método/Procedimiento de calibración**  
Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012, "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: LTIutron	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA			
	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	100.4	100.6	0.2
N° 02	100.2	101.4	1.2
N° 03	101.6	101.9	0.3
N° 04	100.1	102.3	2.2
N° 05	102.4	102.7	0.3

Corrección en la Lectura (°C)      ± 0.9

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:  
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com