

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO
F’C=280 KG/CM² A EDADES TEMPRANAS AL INCORPORAR
DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-1000
EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

HARLYN JHÓSSENDER IRIGOÍN IDROGO

Asesor:

Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

Cajamarca, Perú

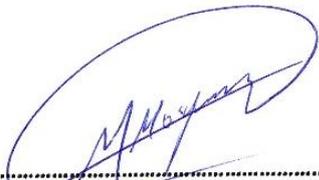
2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Harlyn Jhóssender Irigoín Idrogo
DNI: 72221249
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción.
2. Asesor(a): Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'C=280 KG/CM² A EDADES TEMPRANAS AL INCORPORAR DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-1000 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA
6. Fecha de evaluación: **04/09/2025**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **19%**
9. Código Documento: **3117:491488906**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **04/09/2025**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



.....
Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno
DNI: 26733060

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
HARLYN JHÓSSENDER IRIGOÍN IDROGO
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

ESCUELA DE POSGRADO

CAJAMARCA – PERU

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

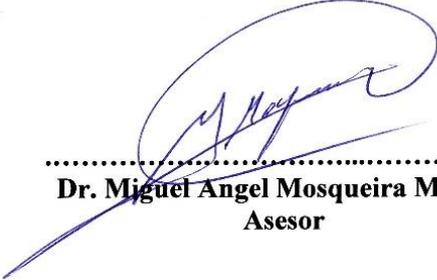


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las ...16:00... horas, del día 14 de Agosto de dos mil veinticinco, reunidos en el Aula 1Q-206 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, M. CS. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO, M. CS. RONALD JESÚS SALAS BERROSPI**, y en calidad de Asesor el **DR. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la TESIS titulada: **“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F’C=280 KG/CM² A EDADES TEMPRANAS AL INCORPORAR DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-1000 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**, presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **HARLYN JHÓSSENDER IRIGOÍN IDROGO**.

Realizada la exposición de la TESIS y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó**APROBAR**..... con la calificación de**17. (EXCELENTE - DIECISIETE)**..... la mencionada TESIS; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **HARLYN JHÓSSENDER IRIGOÍN IDROGO**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el **Diploma** que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **INGENIERÍA**, con mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las ...17:00... horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Asesor


.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Ronald Jesús Salas Berrospi
Jurado Evaluador

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso y que, con su apoyo, han contribuido a la culminación de esta tesis.

A mi familia, por ser mi mayor fuente de inspiración y fortaleza. Su amor, sacrificio y enseñanzas me han guiado en cada paso de mi vida, permitiéndome alcanzar este logro.

A mi asesor de tesis, Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por su valiosa orientación, paciencia y dedicación. Su conocimiento y consejos han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A los miembros del jurado, por su tiempo y esfuerzo en la revisión de este trabajo. Sus observaciones y sugerencias han enriquecido significativamente el contenido de esta tesis.

A mis amigos, por su compañía, ánimo y apoyo constante. Su amistad ha sido un pilar fundamental en mi formación académica y personal.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han aportado a mi crecimiento y aprendizaje a lo largo de esta etapa. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

EPIGRAFE

"La innovación distingue a los líderes de los seguidores."

– Steve Jobs

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	v
EPIGRAFE	vi
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema	2
1.1.3. Formulación del problema	3
1.2. Justificación de la Investigación	3
1.3. Delimitación de la investigación	4
1.4. Objetivos de la investigación	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	7
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Concreto	10

2.2.2.	Concreto de resistencia acelerada	11
2.3.	Definición de términos básicos	14
3.	PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	15
3.1.	Hipótesis	15
3.2.	Variables o categorías	15
3.3.	Operacionalización de los componentes de la hipótesis	16
4.	MARCO METODOLÓGICO	17
4.1.	Ubicación geográfica	17
4.2.	Diseño de la investigación	17
4.3.	Métodos de investigación	18
4.4.	Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	18
4.5.	Técnicas e instrumentos de recopilación de información	19
4.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de información	20
4.7.	Equipos, materiales	20
4.8.	Procedimiento	21
4.8.1.	Selección de agregados fino y grueso	21
4.8.2.	Propiedades físicas y mecánicas de los agregados	21
4.8.3.	Diseño de mezcla por la metodología del módulo de fineza de la combinación de agregados	24
4.8.4.	Elaboración de probetas cilíndricas	25
4.8.5.	Determinación de la resistencia a compresión	26
4.9.	Matriz de consistencia metodológica	27

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1.	Resultados de la resistencia a compresión	28
5.2.	Resultados de la variación de la resistencia a la compresión	31
5.3.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	33
5.3.1.	Resistencia a la compresión y su variación	33
5.3.2.	Análisis estadístico de los resultados de los ensayos a compresión	34
5.4.	Contrastación de la hipótesis	42
6.	CONCLUSIONES	44
7.	RECOMENDACIONES	46
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	APÉNDICE 1: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	51
	APÉNDICE 2: DISEÑOS DE MEZCLA	65
	APÉNDICE 3: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	74
	APÉNDICE 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS DISTINTOS DISEÑOS A LOS 28 DÍAS	79
	APÉNDICE 5: PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO	81
	APÉNDICE 6: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO	82
	APÉNDICE 7: PANEL FOTOGRÁFICO	83
	ANEXO I: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND PACASMAYO TIPO I	92
	ANEXO II: FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-1000	95
	ANEXO III: CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de los componentes de la hipótesis	16
Tabla 2 Cantidad de especímenes de especímenes para ensayos de resistencia a compresión	19
Tabla 3 Matriz de consistencia metodológica	27
Tabla 4 Resistencia a la compresión promedio obtenida y porcentaje obtenido del $f'c$ de los especímenes de concreto de los diferentes diseños a distintas edades	28
Tabla 5 Variación de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento comparado con el concreto patrón	31
Tabla 6 Variación de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento comparado con el concreto patrón	32
Tabla 7 Variación de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento comparado con el concreto patrón	32
Tabla 8 Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 1 día	34
Tabla 9 Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 3 días	35
Tabla 10 Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 5 días	35
Tabla 11 Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 7 días	36
Tabla 12 Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 1 día	36
Tabla 13 Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 3 días	37
Tabla 14 Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 5 días	37

Tabla 15	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 7 días</i>	38
Tabla 16	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 1 día</i>	38
Tabla 17	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 3 días</i>	39
Tabla 18	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 5 días</i>	39
Tabla 19	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 7 días</i>	40
Tabla 20	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 1 día</i>	40
Tabla 21	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 3 días</i>	41
Tabla 22	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 5 días</i>	41
Tabla 23	<i>Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 7 días</i>	42
Tabla 24	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso – ensayo N° 1</i>	51
Tabla 25	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso – ensayo N° 2</i>	52
Tabla 26	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso – ensayo N° 3</i>	53
Tabla 27	<i>Peso específico del agua para determinar el peso unitario del agregado grueso.</i>	54
Tabla 28	<i>Factor “F” del recipiente de ensayo de peso unitario para el agregado grueso</i>	55
Tabla 29	<i>Peso unitario suelto seco del agregado grueso</i>	55
Tabla 30	<i>Peso unitario compactado del agregado grueso</i>	55
Tabla 31	<i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	56
Tabla 32	<i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	56
Tabla 33	<i>Material más fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso</i>	56

Tabla 34	<i>Ensayo de abrasión máquina de los Ángeles del agregado grueso</i>	57
Tabla 35	<i>Análisis granulométrico del agregado fino – ensayo N° 1</i>	58
Tabla 36	<i>Análisis granulométrico del agregado fino – ensayo N° 2</i>	59
Tabla 37	<i>Análisis granulométrico del agregado fino – ensayo N° 3</i>	60
Tabla 38	<i>Peso específico del agua para determinar el peso unitario del agregado grueso.</i>	61
Tabla 39	<i>Factor “F” del recipiente de ensayo de peso unitario para el agregado fino</i>	62
Tabla 40	<i>Peso unitario suelto seco del agregado fino</i>	62
Tabla 41	<i>Peso unitario compactado del agregado fino</i>	62
Tabla 42	<i>Peso específico y absorción del agregado fino</i>	63
Tabla 43	<i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	63
Tabla 44	<i>Material más fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino</i>	63
Tabla 45	<i>Resumen de las propiedades del agregado grueso y del agregado fino</i>	64
Tabla 46	<i>Diseño del concreto patrón por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados</i>	65
Tabla 47	<i>Diseño del concreto con 0.2% de aditivo del peso del cemento por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados</i>	67
Tabla 48	<i>Diseño del concreto con 0.8% de aditivo del peso del cemento por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados</i>	69
Tabla 49	<i>Diseño del concreto con 1.5 % de aditivo del peso del cemento por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados</i>	71
Tabla 50	<i>Cantidad de materiales por diseño</i>	73
Tabla 51	<i>Datos recolectados especímenes de concreto del diseño patrón</i>	74
Tabla 52	<i>Datos recolectados especímenes de concreto del diseño con 0.2 % de aditivo del peso del cemento</i>	75
Tabla 53	<i>Datos recolectados especímenes de concreto del diseño con 0.8 % de aditivo del peso del cemento</i>	76
Tabla 54	<i>Datos recolectados especímenes de concreto del diseño con 1.5 % de aditivo del peso del cemento</i>	77

Tabla 55 <i>Datos recolectados especímenes de concreto para los cuatro diseños a la edad de 28 días</i>	78
Tabla 56 <i>Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto de los cuatro diseños a la edad de 28 días</i>	79
Tabla 57 <i>Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto de los cuatro diseños a las edades de 1, 3, 5, 7 y 28 días</i>	79
Tabla 58 <i>Peso unitario del concreto fresco de los cuatro diseños</i>	81
Tabla 59 <i>Peso unitario del concreto endurecido de los cuatro diseños</i>	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación de Laboratorio Especializado - Guersan Ingenieros SRL</i>	17
Figura 2	<i>Resistencia a la compresión promedio del concreto de los diferentes diseños a distintas edades</i>	29
Figura 3	<i>Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto de los diferentes diseños a distintas edades</i>	30
Figura 4	<i>Curva granulométrica del agregado grueso – ensayo N° 1</i>	51
Figura 5	<i>Curva granulométrica del agregado grueso – ensayo N° 2</i>	52
Figura 6	<i>Curva granulométrica del agregado grueso – ensayo N° 3</i>	53
Figura 7	<i>Curvas granulométricas del agregado grueso de los 3 ensayos</i>	54
Figura 8	<i>Curva granulométrica del agregado fino – ensayo N° 1</i>	58
Figura 9	<i>Curva granulométrica del agregado fino – ensayo N° 2</i>	59
Figura 10	<i>Curva granulométrica del agregado fino – ensayo N° 3</i>	60
Figura 11	<i>Curvas granulométricas del agregado fino de los 3 ensayos</i>	61
Figura 12	<i>Resistencia a la compresión de los cuatro diseños a las edades de 1, 3, 5, 7 y 28 días de curado</i>	80
Figura 13	<i>Desarrollo de la resistencia a la compresión de los cuatro diseños a las edades de 1, 3, 5, 7 y 28 días de curado</i>	80
Figura 14	<i>Peso unitario del concreto fresco de los cuatro diseños</i>	81
Figura 15	<i>Peso unitario del concreto endurecido de los cuatro diseños</i>	82
Figura 16	<i>Análisis granulométrico de los agregados</i>	83
Figura 17	<i>Peso unitario seco suelto del agregado fino</i>	83
Figura 18	<i>Peso unitario compactado del agregado grueso</i>	84
Figura 19	<i>Peso específico del agregado fino</i>	84
Figura 20	<i>Ensayo de abrasión del agregado grueso en la máquina de los Ángeles</i>	85
Figura 21	<i>Elaboración de especímenes de concreto</i>	85
Figura 22	<i>Ensayo de Slump</i>	86

Figura 23 <i>Aditivo Z fluidizante SR – 1000</i>	86
Figura 24 <i>Pesado del aditivo Z fluidizante SR - 1000</i>	87
Figura 25 <i>Elaboración de especímenes de concreto</i>	87
Figura 26 <i>Elaboración de especímenes de concreto</i>	88
Figura 27 <i>Desencofrado de especímenes de concreto</i>	88
Figura 28 <i>Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 1 día de curado</i>	89
Figura 29 <i>Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 3 días de curado</i>	89
Figura 30 <i>Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 5 días de curado</i>	90
Figura 31 <i>Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 7 días de curado</i>	90
Figura 32 <i>Resistencia alcanzada con el diseño de 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de 7 días de curado</i>	91
Figura 33 <i>Resistencia alcanzada con el diseño de 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de 7 días de curado</i>	91

RESUMEN

El uso de aditivos superplastificantes o acelerantes que permitan un desarrollo acelerado de la resistencia a compresión a edades tempranas es una solución económica y a la demora de la puesta en servicio de las estructuras de concreto; por este motivo, el objetivo de esta investigación es determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto normal al añadirle el aditivo superplastificante Z fluidizante SR-1000 en cantidades de 0.2%, 0.8% y 1.5% respecto del peso del cemento para una resistencia específica de 280 kg/cm². Para alcanzar el objetivo se determinaron las características físicas y mecánicas del agregado fino y del agregado grueso, usando la metodología del módulo de fineza de la combinación de agregados se definió el diseño de mezcla con el cual se elaboró 160 probetas cilíndricas de concreto, de estos especímenes se evaluó su resistencia a compresión a las edades de 1, 3, 5 y 7 días de curado. A los 7 días de curado el diseño con 0.2% de aditivo aumentó 28.77% la resistencia a compresión, mientras que la resistencia a compresión del diseño de 0.8% de aditivo se incrementó en 56.39% y finalmente el diseño 1.5% de aditivo se incrementó en 101.43% de la resistencia a compresión especificada. Por lo que se concluye que a mayor cantidad de aditivo la variación de la resistencia es mayor.

Palabras clave: Variación, resistencia a compresión, edades tempranas, aditivo superplastificante, curado.

ABSTRACT

The use of superplasticizing or accelerating admixtures that allow an accelerated development of compressive strength at early ages is an economical solution and the delays in the commissioning of concrete structures; for this reason, the objective of this research is to determine the variation of the compressive strength of a normal concrete by adding the superplasticizing Z fluidizante SR-1000 admixture in quantities of 0.2%, 0.8% and 1.5% with respect to the weight of cement for a specific strength of 280 kg/cm². To achieve the objective, the physical and mechanical characteristics of the fine aggregate and the coarse aggregate were determined, using the methodology of the fineness modulus of the aggregate combination, the mix design was defined with which 160 cylindrical concrete specimens were elaborated, and their compressive strength was evaluated at the ages of 1, 3, 5 and 7 days of curing. At 7 days of curing, the design with 0.2% admixture increased 28.77% the compressive strength, while the compressive strength of the design with 0.8% admixture increased by 56.39% and finally the design with 1.5% admixture increased by 101.43% of the specified compressive strength. Therefore, it is concluded that the greater the amount of admixture, the greater the variation in resistance.

Key words: Variation, compressive strength, early ages, superplasticizing additive, curing.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

1.1.1. Contextualización.

Desde la invención del cemento portland en 1824 por el británico Joseph Aspdin las construcciones con concreto hidráulico han aumentado exponencialmente en las distintas áreas de la construcción como: edificación, puentes, presas, pavimentos, infraestructura vial y otros; ya que aportan principalmente resistencia y durabilidad a las estructuras, estas y otras características pueden manipularse añadiendo aditivos a la mezcla de concreto.

Una de las primeras construcciones de las que se tiene registro en las que se usó concreto hidráulico en pavimentos rígidos sucedió entre 1865 en Escocia a orillas del Lago Ness haciendo uso de los primeros conceptos relacionados a la tecnología del concreto, pero en América el primer pavimento rígido se construyó en 1891 en Ohio (Estados Unidos) que existe hasta la actualidad, aunque a partir del año 2000 solamente admite tránsito peatonal. Posterior a estos eventos se desarrollaron experimentos, teorías y ensayos por parte de físicos, ingenieros e instituciones que derivaron en los métodos de diseño que conocemos en la actualidad. (ASOCEM, 2016)

Los primeros pasos de industrialización y uso del cemento portland y concreto hidráulico en América Latina empezaron en la década de 1910 en países como México, Argentina, Brasil y Colombia, mientras que en el Perú iniciaría en la década de 1920 con construcciones como la pavimentación de lo que hoy es la Av. Venezuela en Lima, que fue realizada por una constructora norte americana denominada Fundation Co. quien compro los primeros hornos para producir cemento nacional. (ASOCEM, 2016)

Posterior a estos sucesos es que surgen las principales empresas productoras de cemento que hoy conocemos como Chilca, Lima, Pacasmayo, Yura, y Sur, lo que conllevaría a la aparición de las primeras investigaciones nacionales en el campo de tecnología del

concreto por ingenieros como Rivva López, Gonzales De La Coteria y más recientemente Pasquel Carbajal.

Desde fines de la última década del siglo XX el Perú vive un sostenido crecimiento de la industria de la construcción, desarrollando proyectos por todo el país, un gran porcentaje de las inversiones van a proyectos en los que el principal componente constructivo es el concreto hidráulico. El crecimiento de la población y mejora constante de la economía conlleva a la necesidad de inversión en proyectos que mejoren la calidad de vida. La región de Cajamarca no es ajena a ello, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el 2024 Cajamarca fue la quinta región más poblada del país llegando a proyectar un total de 1 447 707 habitantes, estos distribuidos en un total de 33 317.54 km² constituyendo así una densidad de 43.45 hab/km².

Según la Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM) la producción del cemento nacional ha incrementado en 35.33% desde el año 2010 al 2024, pasando de una producción de 8.18 a 11.07 millones de toneladas anuales, reflejando el crecimiento económico del país y sus regiones. De acuerdo al Banco Central de Reservas del Perú (BCRP) sucursal Trujillo, la región Cajamarca ha tenido un crecimiento promedio en el sector construcción de 5.1% anual pasando de un Valor Agregado Bruto (VAB) regional en el sector construcción de 7.3% en el año 2010 a 14.0% en el año 2023.

El uso del concreto en distintas edificaciones y proyectos ha demostrado en innumerables ocasiones alrededor del mundo su excelente desempeño en términos de resistencia y durabilidad donde las exigencias de los sistemas de cargas pusieron en evidencia las virtudes del concreto hidráulico debido a la necesidad de contar con estructuras que garanticen el mínimo número de intervenciones para mantenimiento.

1.1.2. Descripción del problema.

El tiempo de curado del concreto hidráulico es de mínimamente 7 días o durante el tiempo necesario hasta que alcancen el 70% de la resistencia a compresión, para casos más

específicos y especiales pueden incrementarse hasta los 14 o 28 días como mínimo según sea el caso. (ACI 308R, 2016)

La principal desventaja del concreto hidráulico es el tiempo de espera para que alcance el 100 % de su resistencia, que para concretos normales suele ser a los 28 días. Esta demora ocasiona demoras en el proceso constructivo y puesta en servicio de edificaciones, estructuras (muros de contención, obras de arte, puentes, túneles, defensas ribereñas) y pavimentos, esta demora persiste pese a que a través de los años se han desarrollado diversas formas para mejorar las prácticas constructivas.

De acuerdo a lo anterior, mirando hacia el futuro y observando la competitividad de nuestro país, el concreto hidráulico sigue siendo la alternativa técnica más viable en cualquier proyecto de construcción; esta necesidad de crear concretos que alcancen elevadas resistencias tempranas y con pronta puesta en servicio lleva a que la tecnología del concreto desarrolle los concretos con resistencias altas a cortas edades, creando un producto más competitivo en el mercado de la construcción, gracias a la adición de aditivos superplastificantes o aceleradores de fragua que permiten el rápido desarrollo de la resistencia a compresión. Sin embargo, esto nos conlleva a plantear interrogantes como ¿en cuánto varía la resistencia a compresión del concreto cuando se usa estos aditivos con materiales propios de nuestra región?

1.1.3. Formulación del problema.

¿Cuánto varía la resistencia a compresión de un concreto $f'_c=280$ kg/cm² a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes del aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca?

1.2. Justificación de la Investigación.

La presente investigación se enmarca en la búsqueda de innovaciones dentro del campo de la tecnología del concreto, destacando el uso de aditivos como una alternativa moderna y eficiente para mejorar sus propiedades. En particular, se estudia el

comportamiento del concreto al incorporar el aditivo superplastificante Z Fluidizante SR-1000, lo que representa un enfoque novedoso al centrarse en materiales disponibles localmente y su adaptación a tecnologías de última generación.

Este estudio no solo proporciona datos reales y objetivos sobre el desempeño del concreto modificado con este aditivo en condiciones propias de nuestro entorno, sino que también abre la posibilidad de aplicar dichos resultados en contextos similares, tanto a nivel nacional como internacional. La generación de este conocimiento constituye una base científica valiosa para futuras investigaciones y promueve la validación del uso de aditivos como herramientas tecnológicas de vanguardia en la ingeniería civil.

Uno de los aportes más innovadores de esta investigación es la evaluación del aumento de la resistencia a compresión del concreto a edades tempranas, logrado mediante el uso del aditivo Z Fluidizante SR-1000. Esta mejora permite una rápida puesta en servicio de las estructuras construidas, optimizando significativamente el proceso constructivo, reduciendo plazos y minimizando las molestias a los usuarios finales. De este modo, el proyecto aporta no solo al desarrollo técnico del concreto, sino también a una gestión más eficiente y moderna de las obras civiles.

1.3. Delimitación de la investigación.

La investigación consistió en determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² a edades tempranas al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000 en dosificaciones de 0%, 0.2%, 0.8% y 1.5% en peso del cemento en la ciudad de Cajamarca.

Para esto se elaboró testigos de concreto, previo diseño de mezcla, los cuales se evaluaron a edades tempranas de curado de 1, 3, 5, y 7 días.

El diseño incluyó:

- El cemento que se utilizó es el Cemento Portland tipo I de la marca Pacasmayo acorde a la NTP 334.082.

- Los agregados grueso y fino que se utilizaron fueron de procedencia de la cantera de río “Roca Fuerte” ubicada en el distrito de Baños del Inca, en las coordenadas UTM 17S, 779651.11 E, 9207549.18 N de acuerdo al DATUM WGS 84, se consideró un agregado grueso con un TMN de 1/2”.
- Se adicionó aditivo Z Fluidizante SR-1000 en porcentajes de 0%, 0.2%, 0.8% y 1.5%.
- La relación agua cemento se escogió por durabilidad para una resistencia de 280 kg/cm².
- El diseño de la mezcla se realizó con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados.
- Se evaluó especímenes cilíndricos estándar de concreto de medidas 6” x 12”.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo General.

Determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes del aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 0% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca.
- Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 0.2% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca.

- Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 0.8% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca.
- Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 1.5% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.

Antecedentes internacionales.

Pimenta (2021) en su investigación denominada “Análisis de la influencia de la mezcla en la resistencia de un concreto fast track para pavimentos rígidos” (original en portugués) desarrollado en Santa Catarina - Brasil, investigó el diseño de hormigones para pavimentos Fast Track elaborando una curva de dosificación, utilizando el método IPT/EPUSC/IBRACON. Para lograr determinar las propiedades del concreto en la curva moldeó 4 especímenes de concreto patrón para ensayos a flexión a las 12 y 24 horas de curado, el concreto diseñado tenía una resistencia de 2,5 MPA a la flexión y 30MPA a compresión; posteriormente diseñó 20 especímenes, 12 para ensayos a flexión y 8 para compresión axial, ensayándolos a las 12 horas, 24 horas, 7 días y 28 días. Para mejorar el empaquetamiento de áridos, se aplicó el método Füller-Talbot, con dos formulaciones: una con más finos y otra más gruesa. Sin embargo, sólo la mezcla de referencia alcanzó la resistencia requerida en 12 horas, mientras que las formulaciones Füller-Talbot fueron más efectivas a 28 días.

Paredes (2021) en su investigación denominada “Diseño de hormigones de altas prestaciones para la mejora de su resistencia y durabilidad”, desarrollada en Madrid – España, buscó optimizar la microestructura del hormigón de ultra altas prestaciones (UHPC) para mejorar sus propiedades mecánicas y su durabilidad, justificando estos avances mediante ensayos experimentales. La investigación se estructuró en cuatro etapas: diseño de mezclas, evaluación mecánica, caracterización microestructural y análisis de durabilidad. Utilizó un diseño patrón de 120 MPA a los 28 días al que añadió metacaolín, humo de sílice y nanosílice en dos dosificaciones, además de fibras de acero. Las mezclas fueron sometidas a ensayos de resistencia a compresión, análisis térmico, porosimetría y pruebas de durabilidad, como resistividad eléctrica y migración de cloruros. Los resultados mostraron que las mezclas con adiciones mejoraron su resistencia a compresión respecto al diseño patrón, con incrementos

de hasta 16% a los 28 días y 14% a los 91 días. Las probetas con fibras de acero presentaron aumentos de resistencia de al menos 20% a los 7 y 28 días. El análisis térmico evidenció que las adiciones, especialmente nanosílice, aumentaron la cantidad de gel hidratado de silicato de calcio. La porosimetría reflejó una reducción significativa de la porosidad total, con un refinamiento de la red porosa, disminución de capilares grandes e incremento de capilares de gel. En cuanto a la durabilidad, concluyó que las adiciones mejoran sustancialmente el comportamiento del hormigón de ultra altas prestaciones (UHPC), destacando el papel de las nanoadiciones. Concluye que la distribución de la red porosa y la formación de productos hidratados influyen directamente en la resistencia y durabilidad del material.

Antecedentes nacionales.

Calderon (2018) en su investigación denominada “Obtención de 20 kg-f/cm² de resistencia temprana en dos horas del tiempo de fragua del concreto lanzado en la mina Marcapunta norte - Sociedad Minera el Brocal” desarrollada de manera experimental durante labores sostenidas con shotcrete, midiendo la relación entre el tiempo y el fraguado. Empleó ensayos no destructivos (penetrómetro y pistola Hilti) y destructivos (compresión uniaxial). Los resultados que obtuvo mostraron que, tras 1 hora de fraguado, alcanzó una resistencia de 12 kg-f/cm² con 28 litros/m³ de acelerante libre de álcalis, logrando hasta 20 kg-f/cm² en 2 horas. Su investigación evaluó un diseño de mezcla con aditivos hiperplastificantes a base de policarboxilatos y acelerante de fraguado líquido sin álcalis, junto con dióxido de silicio, mejorando la resistencia y durabilidad del shotcrete. Concluyó que alcanzar 20 kg-f/cm² de resistencia temprana influye significativamente en el fraguado del shotcrete a 2 horas, optimizando su desempeño mecánico.

Choque (2021) en su investigación denominada “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm², agregando grafeno”, desarrollada en Lima – Perú, propuso una alternativa técnica para optimizar las propiedades mecánicas del concreto con un diseño $f'c = 210$ kg/cm², mediante el uso de nanotecnología, específicamente grafeno. El estudio, de tipo experimental, evaluó 120 especímenes de concreto (90 cilíndricos y 30

prismáticos), incluyendo una muestra patrón. Se incorporaron dosis de 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% de grafeno y se realizaron ensayos de compresión (7, 14 y 28 días), flexión (7 y 28 días) y tracción diametral (7 y 28 días). Los resultados demostraron que la adición de 0.4% de grafeno respecto al peso del cemento mejora significativamente la resistencia a compresión, flexión y tracción en comparación con la muestra patrón. Concluyendo que el grafeno es un material altamente efectivo para optimizar las propiedades mecánicas del concreto, asegurando un mejor desempeño estructural.

Antecedentes locales.

González (2024) en su investigación denominada “Optimización del diseño de concreto empleado para pavimentos rígidos utilizando aditivo de grafeno” desarrollada en Cajamarca – Perú, cuyo objetivo fue la optimización del diseño de un concreto para pavimentos rígidos al utilizar aditivo de grafeno, para esto analizó las propiedades de resistencia mecánica a la compresión y flexión. El diseño de concreto para una resistencia de 350 kg/cm² lo elaboró con el método de finura de la combinación de agregados, con agregados de la cantera “La Victoria”, cemento portland Tipo I Pacasmayo, y aditivo de grafeno – Nanographene Dispersion. Elaboró 144 probetas cilíndricas y 144 probetas prismáticas sin grafeno y con adición de grafeno de 0.30%, 0.40%, 0.50%, 0.60% y 0.70% en peso del cemento, ensayando las probetas a edades de curado de 7, 14 y 28 días. Los resultados que obtuvo señalaron que la optimización del diseño de concreto para pavimentos rígidos se obtiene utilizando aditivo de grafeno al 0.70%, para el cual obtuvo una resistencia a compresión a los 7 días de 396.90 kg/cm², a los 14 días 430.07 kg/cm², a los 28 días 455.54 kg/cm²; mientras que para la resistencia a flexión a los 7 días 44.53 kg/cm², a los 14 días 47.88 kg/cm² y a los 28 días 50.05 kg-f/cm²; finalmente comparando con la resistencia de diseño el porcentaje de optimización sobrepasa el 10%, sin afectar las características que debe tener el concreto para pavimentos rígidos por norma.

Cabanillas (2019) en su investigación denominada “Influencia del aditivo sika viscocrete - 3330, en la resistencia del concreto $f'c = 350$ kg/cm², a edades tempranas -

Cajamarca 2018”, desarrollada en Cajamarca – Perú, tuvo como objetivo evaluar la influencia del aditivo Sika Viscocrete-3330 en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a edades tempranas (3, 5, 7, 14 y 28 días). Para lo cual trabajó con dos grupos de muestras: un grupo de control (sin aditivo) y un grupo experimental (con aditivo). Realizó el diseño de mezclas con agregados de la cantera "La Victoria" (río Cajamarquino). Los resultados mostraron que el concreto sin aditivo alcanzó 370.04 kg/cm^2 a los 28 días, con un incremento del 5.73% respecto a la resistencia de diseño. En contraste, el concreto con 2% de Sika Viscocrete-3330 alcanzó 492.49 kg/cm^2 , aumentando en 40.71% su resistencia a compresión. Concluyendo que el uso del aditivo mejora significativamente la resistencia del concreto a edades tempranas, incrementándola en 34.98% en comparación con el grupo de control, confirmando la hipótesis planteada.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Concreto.

Es un material que está constituido por una mezcla en ciertas proporciones de material aglomerante (agua y cemento), dentro del cual están embebidos los agregados y en ciertos casos aditivos. (ASTM C125, 2020)

Mezcla de material conglomerante y agregados, el conglomerante generalmente es cemento y agua, pero también puede contener puzolanas, escorias y aditivos químicos. (NTP 339.047, 2019)

El concreto tiene propiedades físicas y mecánicas en estado fresco y endurecido, en estado fresco tenemos la trabajabilidad o manejabilidad, segregación, exudación o sangrado, consistencia o fluidez, homogeneidad, compacidad, peso unitario, entre otras; en estado endurecido sus principales características son el curado, la resistencia.

Las etapas de elaboración del concreto son: dosificación, mezclado, transporte, colocación, compactación y curado.

2.2.2. Concreto de resistencia acelerada.

El concreto de resistencia acelerada es una mezcla de baja relación agua-cemento que a menudo contiene aditivos superplastificantes o acelerantes que facilitan alcanzar altas resistencias a edades tempranas que generalmente son entre 1, 3 y 7 días permitiendo de esta forma una rápida puesta en servicio de la estructura. (CEMENTOS PACASMAYO, 2023)

Es un concreto que alcanza el 100% de desarrollo de su resistencia a compresión a edades tempranas, aumentando la productividad y acelerando el cronograma del proyecto. Por lo general cuentan con menor permeabilidad a gases y líquidos que el concreto normal de la misma resistencia a los 28 días. Pueden ser usados en placas, vigas, columnas, zapatas, muros, lozas y pavimentos. (CEMEX, 2021)

a) Cemento.

El cemento es un material cuya característica principal es endurecerse al hidratarse y a la vez no es afectado por el agua una vez que se ha endurecido.

Cemento Portland.

Es un tipo de cemento hidráulico elaborado a través de la pulverización de Clinker de Portland cuya composición es principalmente los silicatos de calcio hidráulicos y al mismo tiempo durante su elaboración se le añade sulfatos de calcio. (NTP 339.047, 2019)

Tipos de Cemento Portland.

Según la NTP 339.009 (2020), los tipos de cementos portland son:

- **Tipo I:** Para uso general. (NTP 339.009, 2020)
- **Tipo II:** Para uso general, resistencia moderada a sulfatos y calor de hidratación moderado. (NTP 339.009, 2020)
- **Tipo III:** Resistencias a una edad temprana, elevado calor de hidratación. De uso en climas fríos. (NTP 339.009, 2020)
- **Tipo IV:** Bajo calor de hidratación en concretos masivos. (NTP 339.009, 2020)

- **Tipo V:** Usado en lugares muy agresivos, alta resistencia a los sulfatos. (NTP 339.009, 2020)

También existen cementos con adiciones de otros materiales que le dan propiedades nuevas, estos son:

- **Tipo IS:** Contiene entre 25% y 75% de escoria. (NTP 339.009, 2020)
- **Tipo ISM:** Contiene menos del 25% de escoria. (NTP 339.009, 2020)
- **Tipo IP:** Con puzolana entre un 15% y 40% del peso total. (NTP 339.009, 2020)
- **Tipo IPM:** Contenido máximo de puzolana 15% del peso total. (NTP 339.009, 2020)

La denominación de estos tipos de cemento, también pueden incluir de sufijos como del aire incorporado (Sufijo A), resistencia moderada a los sulfatos (sufijo M), o de moderado calor de hidratación (sufijo H).

b) Agregados.

Se denomina agregados a los materiales granulares de origen natural o artificial como arena, grava o piedra triturada (chancada) que se usan en un medio cementante para la elaboración de mortero o concreto hidráulico. (ASTM C125, 2020)

Agregado Fino.

Viene a ser la arena o piedra natural triturada de manera fina, de pequeñas dimensiones menores al tamiz 9.5 mm (3/8"). (NORMA E 060, 2020)

El agregado fino para que pueda emplearse en la elaboración de concreto debe estar compuesto por partículas compactas, duras, resistentes y de preferencia con perfil angular; limpias de polvo, sales, materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales para el concreto. (NORMA E 060, 2020)

Agregado Grueso.

Es aquel agregado de origen artificial o natural cuyas partículas son retenidas en el tamiz N° 04 (4.75 mm) y que cumple con las características establecidas en la normativa. (NORMA E 060, 2020)

c) Agua.

Es el elemento líquido, de preferencia potable, utilizado en la preparación, mezclado y curado del concreto; cuya finalidad en la mezcla es hidratar al cemento, aportar trabajabilidad y fluidez al concreto, además es el elemento encargado de crear los vacíos necesarios en la estructura del concreto para el desarrollo de los productos de la hidratación. (NORMA E 060, 2020)

d) Aditivos.

Se define a los aditivos como el material que no es componente del concreto normal (agua, cemento y agregados) pero que puede añadirse a la mezcla de concreto con la finalidad de aportar nuevas características a la mezcla de concreto, ya sea en estado fresco o endurecido. Los aditivos se añaden a la mezcla de concreto inmediatamente, antes o durante el proceso de mezclado. (ASTM C125, 2020)

Pueden clasificarse en: Tipo A (Plastificante), Tipo B (Retardador), Tipo C (Acelerante), Tipo D (Plastificante Retardador), Tipo E (Plastificante Acelerante), Tipo F (Superplastificante), Tipo G (Superplastificante Retardador) y Tipo H (Superplastificante Acelerante). (ASTM C494, 2020)

Según los efectos o cambios en las características del concreto se pueden clasificar en acelerantes, incorporadores de aire, reductores de agua, reguladores de fragua, aditivos minerales, generadores de gas, aditivos para inyecciones, productores de expansión, ligantes, ayudas para bombeo, colorantes, floculantes, fungicidas, insecticidas, germicidas e impermeabilizantes. (ACI 212.3R, 2016)

2.3. Definición de términos básicos.

ADITIVO: Material distinto al agua, cemento o agregados pero que forma parte de la mezcla de concreto y que según sea el tipo aporta nuevas características a la mezcla de concreto en estado fresco o endurecido. (ASTM C125, 2020)

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE: aditivo que reduce fuertemente el agua sin alterar la consistencia del concreto. (ASTM C494, 2020)

AGREGADOS: Material granular cuyas características están determinadas por normas y reglamentos, pueden ser naturales o artificiales y que junto al cemento y agua conforman el concreto hidráulico o mortero. (ASTM C125, 2020)

CEMENTO PORTLAND: Cemento hidráulico que es producido a través de la pulverización de Clinker Portland que está compuesto de silicatos de calcio hidráulico y sulfatos de calcio. (NTP 339.047, 2019)

CONCRETO: Mezcla de cemento, agregados, agua y de ser el caso de aditivos. (ACI 116R, 2000)

CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA: Concreto de rápido desarrollo de resistencia inicial, puede alcanzar el 100% de la resistencia especificada a edades de 1, 3 o 7 días. (CEMENTOS PACASMAYO, 2023)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: Resistencia máxima medida de un espécimen de concreto o de mortero, sometido a carga axial o ruptura inducida por cargas externas. (ACI 116R, 2000)

CAPITULO III
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.

3.1. Hipótesis.

- La resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes de aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca incrementa en más del 10%.

3.2. Variables o categorías.

Variables Dependientes.

- Resistencia del concreto a compresión ($f'c$).

Variable Independiente.

- Porcentaje de aditivo Z Fluidizante SR-1000.
- Tiempo de curado.

3.3. Operacionalización de los componentes de la hipótesis.

Tabla 1

Operacionalización de los componentes de la hipótesis.

VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=280 KG/CM ² A EDADES TEMPRANAS AL INCORPORAR DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-1000 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA					
Hipótesis	Definición Conceptual de las Variables / categorías	Definición operacional de las variables/categorías			
		Variables/ Categorías	Dimensiones/ factores	Indicadores/ cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
La resistencia a compresión del concreto f' _c =280 kg/cm ² a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes de aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca incrementa en más del 10%.	Es la carga máxima dividida entre el área de la probeta de concreto f' _c =280kg/cm ² adicionando aditivo Z Fluidizante SR-1000	<u>Dependiente:</u> Resistencia del concreto a la compresión.	Resistencia (kg/cm ²)	kg/cm ²	Fichas de registro de laboratorio
	Aditivo superplastificante a base de policarboxilatos diseñado para la producción de concreto que requiere un rápido desarrollo de resistencia inicial	<u>Independientes:</u> Porcentaje de Aditivo Z Fluidizante SR-1000.	0%, 0.2%, 0.8% y 1.5% respecto al peso del cemento	(Peso de aditivo/peso del cemento) * 100	Fichas de registro de laboratorio
	Tiempo de curado (hidratación) del concreto.	Tiempo de curado	1, 3, 5 y 7 días de curado	Tiempo (días)	Fichas de registro de laboratorio

CAPITULO IV

MARCO METODÓLOGICO.

4.1. Ubicación geográfica.

La investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales y concreto GUERSAN INGENIEROS SRL, ubicado en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, Psje. Diego Ferre N° 295, entre los meses de noviembre y diciembre del 2023.

Figura 1

Ubicación de Laboratorio Especializado - Guersan Ingenieros SRL.

Fuente: Google Earth.



4.2. Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación contempla los siguientes aspectos:

- Finalidad aplicada ya que puede solucionar problemas reales de concretos con altas resistencias a edades tempranas.

- Enfoque cuantitativo porque recolectó y analizó los datos de la resistencia a compresión de los especímenes a ensayar.
- Alcance correlacional debido a que se analizó la relación entre la variable dependiente (resistencia) e independiente (porcentaje de aditivo y tiempo de curado)
- Diseño experimental porque se manipularon de manera controlada e intencional las variables independientes, porcentaje de aditivo Z Fluidizante SR-1000 y tiempo de curado, hasta obtener la resistencia a compresión para los distintos porcentajes de aditivo.

4.3. Métodos de investigación.

El método de investigación es el método científico experimental, ya que la investigación se basa en la medición de ensayos manipulando el porcentaje de aditivo Z fluidizante SR 1000 en laboratorio y el tiempo de curado, los que estarán sujetos a principios específicos de las pruebas de razonamiento.

El tipo de investigación es correlacional, ya que se relaciona las variables independientes (porcentaje de aditivo y tiempo de curado) y la variable dependiente (resistencia a la compresión del concreto), donde se obtienen datos que permiten el análisis para obtener conclusiones válidas.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.

a) Población.

Especímenes de concreto diseñados con la metodología, criterios y materiales descritos en la delimitación de la investigación.

b) Muestra.

De acuerdo al capítulo 5 de la NTE 0.60 (Ed. 2020), “*considera un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas con la misma*

muestra de concreto, ensayadas a los 28 días o a edad de ensayo establecida para la determinación de $f'c$ "

Por lo señalado anteriormente y en concordancia con un muestreo no probabilístico por conveniencia se trabajó con una muestra de 10 especímenes de concreto por edad y dosificación de aditivo para obtener un mayor número de resultados y tener un mejor análisis y contraste de los mismos.

Tabla 2

Cantidad de especímenes de especímenes para ensayos de resistencia a compresión.

Tipo De Diseño	Probetas a 1 día	Probetas a 3 días	Probetas a 5 días	Probetas a 7 días	Sub total
0% de aditivo	10	10	10	10	40
0.2% de aditivo	10	10	10	10	40
0.8% de aditivo	10	10	10	10	40
1.5 % de aditivo	10	10	10	10	40
Total de muestras					160

c) Unidad de análisis.

Cada espécimen cilíndrico de concreto a ensayar.

d) Unidades de observación.

- Porcentaje de aditivo.
- Días de curado.
- Resistencia a compresión.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.

a) Técnicas.

- Observación.
- Análisis de documentos.
- Experimentación.

b) Instrumentos

- Ficha de observación.
- Protocolo de ensayo a compresión.
- Guía de análisis de documentos.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de información.

La información cuantitativa que se obtuvo de las variables de estudio se procesó mediante métodos estadísticos como la determinación de promedios, análisis estadístico de la desviación estándar y coeficiente de variación, para lo que se empleó el software Microsoft Excel 2019, con el que se obtuvo los resultados y gráficas representativas.

4.7. Equipos, materiales.

- Equipos:
 - Juego de tamices. (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°s: 8,16, 30, 50, 100, 200 y cazoleta).
 - Probetas graduadas de 1000 ml.
 - Cono de Abrams y varilla compactadora.
 - Estufa de 105 °C.
 - Máquina de Los Ángeles.
 - Cono y pisón para arena, fiola de 500 ml, probeta graduada de 500 ml, canastillas o cestas de alambre.
 - Moldes para especímenes de concreto de 6" de diámetro y 12" de altura.
 - Moldes para ensayos de peso unitario.
 - Máquina de compresión uniaxial.
 - Balanzas electrónicas de 30 kg de capacidad y aproximación 0,1gr.
 - Mezcladora tipo trompo eléctrico de 3 pie³ de capacidad.
- Materiales:
 - Cemento Pacasmayo Tipo I.
 - Aditivo Z fluidizante SR-1000.

- Agregado fino de la cantera Roca Fuerte.
- Agregado Grueso de la cantera Roca Fuerte de ½”.
- Agua.

4.8. Procedimiento.

4.8.1. Selección de agregados fino y grueso.

La selección de agregados se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la NTP 400.037-2018 y la ASTM C33 para agregados finos (material pasante el tamiz 3/8” y retenido en el tamiz N° 200) y para agregados gruesos (material retenido en el tamiz N° 4).

4.8.2. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

La determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados se realizó de acuerdo a la normativa ASTM y NTP en donde se describen. Ver APENDICE 01.

a) Análisis granulométrico.

Realizado conforme a las normas ASTM C136 y la NTP 400.012 – 18 para poder obtener el tamaño máximo (TM), tamaño máximo nominal (TMN) y el módulo de fineza según la siguiente formula:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ret.acumulados (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)}}{100} \quad (1)$$

Donde:

MF: Modulo de fineza.

b) Material pasante la malla N° 200.

Se siguieron los procedimientos en conformidad con las normas ASTM C117 y la NTP 400.018 – 13 para la determinación del porcentaje de partículas finas que pasan la malla N° 200.

$$A = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

A: Porcentaje que pasa la malla N° 200

P1: Peso seco de la muestra inicial (g)

P2: Peso seco de la muestra lavada (g)

c) Peso específico y absorción.

Para el agregado fino se siguieron los procedimientos estipulados en las normas ASTM C128 y la NTP 400.022 – 18 mientras que para el agregado grueso se siguieron los procedimientos descritos en las normas ASTM C127 y la NTP 400.021 – 018.

PARA EL AGREGADO FINO

Peso Específico de Masa:

$$Pe = \frac{W}{V-Va} \quad (3)$$

Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca:

$$Pe_{sss} = \frac{500}{V-Va} \quad (4)$$

Peso Específico Aparente:

$$Pe_a = \frac{W}{(V-Va) - (500-W)} \quad (5)$$

Absorción:

$$Abs (\%) = \frac{500-W}{W} \quad (6)$$

Donde:

W: Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)

V: Volumen de la fiola (cm³)

Va: Volumen del agua añadida a la fiola (cm³)

PARA EL AGREGADO GRUESO

Peso Específico de Masa:

$$Pe = \frac{A}{B-C} \times 100 \quad (7)$$

Peso Especifico de Masa Saturada con Superficie Seca:

$$Pe_{sss} = \frac{B}{B-C} \times 100 \quad (8)$$

Peso Especifico Aparente:

$$Pe_a = \frac{A}{A-C} \times 100 \quad (9)$$

Absorción:

$$Abs (\%) = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (10)$$

Donde:

A: Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)

B: Peso en el aire de la muestra saturada con sup. seca (cm3)

C: Peso en el agua de la muestra saturada (cm3)

d) Peso unitario.

Se siguieron los procedimientos descritos en las normas ASTM C29 y la NTP 400.017 – 16 con la finalidad de hallar el peso unitario suelto seco y peso unitario seco compactado, para ello se usaron las siguientes fórmulas:

Peso Especifico del agua:

$$Pe = \frac{A-B}{C} \quad (11)$$

Factor del Recipiente:

$$f = \frac{Pe}{W-M} \quad (12)$$

Peso Unitario:

$$PU = (G - M) \times f \quad (13)$$

Donde:

A: Peso de la fiola con agua (g)

B: Peso de la fiola vacía (g)

C: Volumen de la fiola (cm3)

Pe: *Peso específico del agua (kg/m³)*

W: *Peso del recipiente lleno de agua (g)*

M: *Peso del recipiente vacío (g)*

f: *Factor del recipiente (1/m³)*

G: *Peso del recipiente con agregado (g)*

e) Contenido de humedad.

De acuerdo a las normas ASTM C556 y la NTP 339.185 – 18 se define como la cantidad de agua contenida en una partícula.

$$w (\%) = \frac{M-S}{M} \times 100 \quad (14)$$

Donde:

w: *Contenido de humedad (%)*

M: *Masa de la muestra húmeda (g)*

S: *Masa de la muestra seca (g)*

f) Resistencia al desgaste o abrasión de agregados.

Se siguieron los procedimientos señalados en las normas ASTM C131 y la NTP 400.019 – 19 para encontrar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{P_0 - P_f}{P_0} \times 100 \quad (15)$$

Donde:

P₀: *Peso Inicial de la muestra seca al horno (g)*

P_f: *Peso retenido en la malla N° 12 lavado y secado al horno (g)*

4.8.3. Diseño de mezcla por la metodología del módulo de fineza de la combinación de agregados.

Esta metodología de diseño de concreto considera el módulo de finura de los agregados como un índice de su superficie específica y a medida que esta aumenta también

aumenta la necesidad de pasta; por lo que, si se mantiene constante la pasta y se aumenta la finura del agregado, disminuye la resistencia por adherencia.

Mediante tablas se puede determinar el módulo de finura de la combinación de agregados, de esta manera conociendo la cantidad total de cemento por metro cubico y el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Una vez determinado este módulo de finura de la combinación de agregados ya se puede encontrar el porcentaje de agregado fino del volumen absoluto de agregados empleando la siguiente fórmula.

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \times 100 \quad (16)$$

Donde:

r_f : Porcentaje de agregado fino

m_g : Módulo de finura del agregado grueso

m : Módulo de finura de la combinación de agregados

m_f : Módulo de finura del agregado fino

a) Aditivo Z fluidizante SR-100.

Es un aditivo superplastificante conformado en su mayoría por policarboxilatos diseñado específicamente para concreto que necesitan una rápida resistencia inicial, alta reducción de agua y trabajabilidad.

Según la hoja técnica se recomienda una dosificación del 0.2% al 1.5%% del peso del cemento; con fines de investigación para esta tesis se usaron la dosificación mínima y máxima, además de una intermedia de 0.8%.

4.8.4. Elaboración de probetas cilíndricas.

De acuerdo a las normas ASTM C192 y NTP 339.183 – 18 en las cuales se describen los procedimientos de elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto. Los especímenes cilíndricos que se elaboraron corresponden a las dimensiones convencionales de 6" de diámetro y 12" de altura.

4.8.5. Determinación de la resistencia a compresión.

Para la determinación de la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas elaboradas se siguieron las normas ASTM C39 y la NTP 339.034 – 18.

4.9. Matriz de consistencia metodológica.

Tabla 3

Matriz de consistencia metodológica.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Definición operacional de las variables/categorías				Metodología	Población y muestra
			Variables/Categorías	Dimensiones/ factores	Indicadores/ cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos		
¿Cuánto varía la resistencia a compresión de un concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes del aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca?	<p><u>Objetivo general:</u> Determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes del aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca.</p> <p><u>Objetivos específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 0% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca. ➤ Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 0.2% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca. ➤ Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 0.8% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca. ➤ Determinar la resistencia a compresión de un concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar aditivo Z Fluidizante SR-1000, en la dosificación de 1.5% en peso del cemento, a edades tempranas de 1, 3, 5 y 7 días en la ciudad de Cajamarca. 	<p>La resistencia a compresión del concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes de aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca incrementa en más del 10%.</p>	<p><u>Dependiente:</u> Resistencia a la compresión del concreto</p>	Resistencia (kg/cm^2)	kg/cm^2	Fichas de registro de laboratorio	<p>Método hipotético – deductivo siguiendo cada uno de sus pasos: observación de la realidad problemática a estudiar, formulación de la hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados supuestos</p>	<p>Población: 160 probetas cilíndricas de concreto</p> <p>Muestra: 40 probetas para cada dosificación de 0%, 0.2%, 0.8% y 1.5% de aditivo respecto del peso del cemento, de las cuales se ensayarán 10 a 1 día, 10 a los 3 días, 10 a los 5 días y 10 a los 7 días de curado</p>
	<p><u>Independiente:</u> Porcentaje de Aditivo Z Fluidizante SR-1000.</p>		0%, 0.2%, 0.8% y 1.5% respecto al peso del cemento	(Peso de aditivo/peso del cemento) * 100	Fichas de registro de laboratorio			
	<p>Tiempo de curado</p>		1, 3, 5 y 7 días de curado	Tiempo (días)	Fichas de registro de laboratorio			

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Resultados de la resistencia a compresión.

Tabla 4

Resistencia a la compresión promedio obtenida y porcentaje obtenido del f'c de los especímenes de concreto de los diferentes diseños a distintas edades.

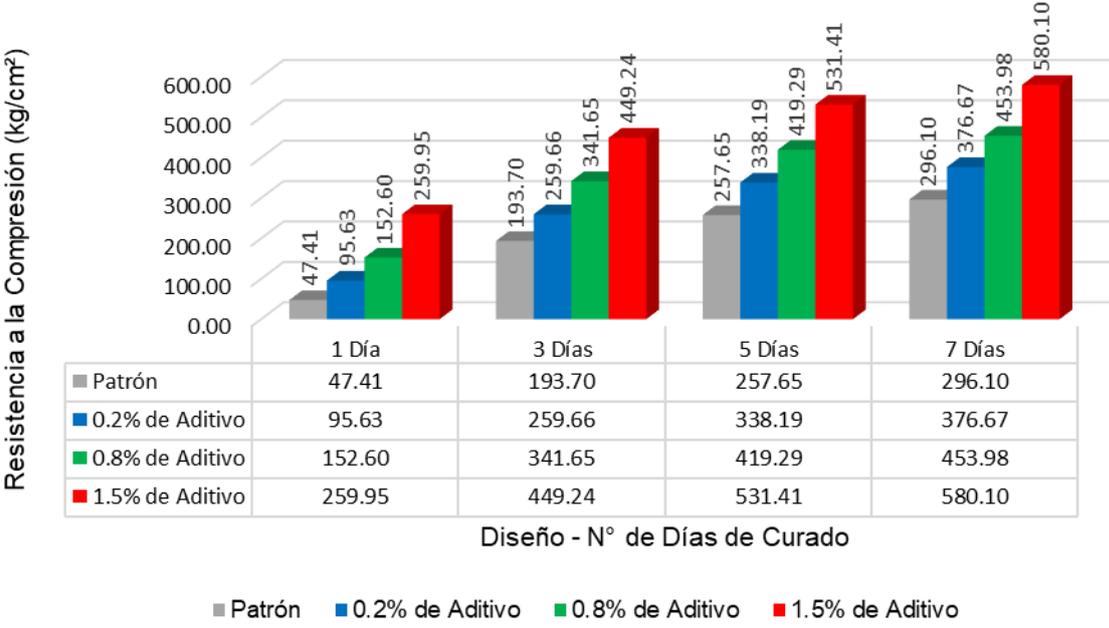
Diseño	Edad							
	1 Día		3 Días		5 Días		7 Días	
	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)
Patrón	47.41	16.93%	193.70	69.18%	257.65	92.02%	296.10	105.75%
0.2 % de Aditivo del Peso del Cemento	95.63	34.15%	259.66	92.74%	338.19	120.78%	376.67	134.52%
0.8 % de Aditivo del Peso del Cemento	152.60	54.50%	341.65	122.02%	419.29	149.75%	453.98	162.14%
1.5 % de Aditivo del Peso del Cemento	259.95	92.84%	449.24	160.44%	531.41	189.79%	580.10	207.18%

En la Tabla 4 se muestra la resistencia a la compresión promedio, obtenida al ensayar los especímenes cilíndricos de concreto, expresada en kg/cm² y en porcentaje respecto del f'c que es 280 kg/cm² para el diseño patrón y los diseños con diferentes cantidades de aditivo a edades de 1, 3, 5 y 7 días de curado, se evidencian altas resistencias iniciales ya que se tratan de diseños de mezcla para un concreto de resistencia acelerada.

Cabe resaltar que, la resistencia a la compresión escogida (f'c) fue de 280 kg/cm², pero para efectos de diseño se eligió una resistencia promedio a la compresión (f'cr) de 365 kg/cm² como se indica en la norma E 060 para resistencias a la compresión que se encuentran entre 21 y 35 MPA (f'cr = f'c+8.5 MPA). Es por eso que el concreto patrón a los 7 días alcanza una resistencia de 296.10 kg/cm² mientras que los 28 días alcanza una resistencia promedio a la compresión de 361.95 kg/cm² tal como se muestra en el APENDICE 04 de esta investigación.

Figura 2

Resistencia a la compresión promedio del concreto de los diferentes diseños a distintas edades.



En la Figura 2 se evidencia con un gráfico de barras el desarrollo de la resistencia a distintas edades de curado para todos los diseños, es así que para el diseño patrón se tiene una resistencia de 47.41 kg/cm² al día 1 de curado, a los 3 días se tiene una resistencia de 193.70 kg/cm², a los 5 días una resistencia de 257.65 kg/cm² y a los 7 días una resistencia de 296.10 kg/cm².

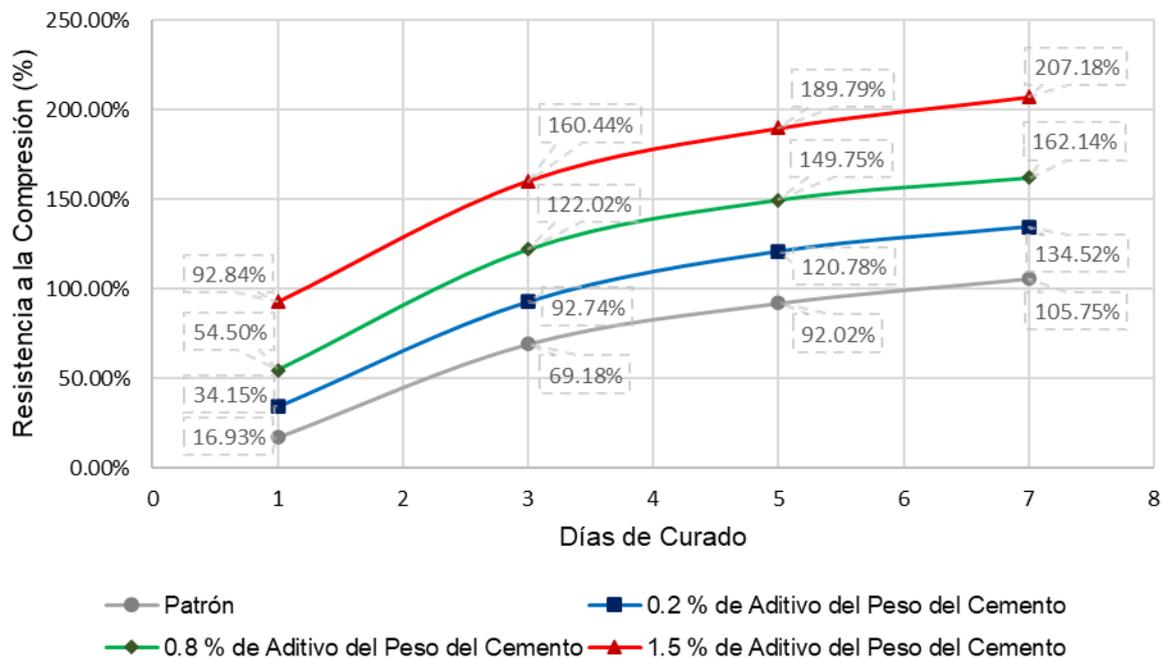
Para el diseño con 0.2 % de aditivo del peso del cemento se alcanza una resistencia de 95.63 kg/cm², 259.66 kg/cm², 338.16 kg/cm², 376.67 kg/cm² a las edades de 1, 3, 5 y 7 días de curado respectivamente.

Mientras que el diseño con 0.8 % de aditivo del peso del cemento se logran resistencias de 152.60 kg/cm², 341.65 kg/cm², 419.29 kg/cm², 453.98 kg/cm² a las edades de curado de 1, 3, 5 y 7 días respectivamente.

Finalmente, el diseño con 1.5 % de aditivo del peso del cemento es el que presenta mayores resistencias a las edades de curado de 1, 3, 5 y 7 días con 259.95 kg/cm², 449.24 kg/cm², 531.41 kg/cm² y 580.10 kg/cm² respectivamente.

Figura 3

Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto de los diferentes diseños a distintas edades.



En la Figura 3 se aprecia el desarrollo de la resistencia a compresión expresado en porcentajes respecto al $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se evidencia que a mayor contenido de aditivo mayor será la resistencia, superando en todos los casos al diseño patrón.

El diseño patrón inicia con un desarrollo de la resistencia de 16.93% el día 1 de curado, a los 3 días presenta 69.18 %, a los 5 días de curado 92.02 % y a los 7 días de curado alcanza 105.75 % del f_c .

El desarrollo de la resistencia para el diseño con 0.2% de aditivo del peso del cemento empieza con 34.15 % el día 1 de curado, el día 3 de curado alcanza 92.74 %, posteriormente

el día 5 de curado presenta 120.78 % y finalmente el día 7 de curado alcanza 134.52 % del f'c.

Para el diseño con 0.8 % de aditivo del peso del cemento el desarrollo inicial de la resistencia es de 54.50 % el día 1 de curado, para el día 3 de curado es de 92.74 %, para el día 5 de curado es de 149.75 % y a los 7 días de curado alcanza un 162.14 % del f'c.

Finalmente, el diseño que alcanzó el mayor desarrollo de la resistencia a compresión fue el de 1.5% de aditivo del peso del cemento, con una resistencia inicial al día 1 de curado de 92.84%, el día 3 de curado presenta 160.44 %, el día 5 de curado alcanza 189.79 % y finalmente a los 7 días de curado alcanza un desarrollo de la resistencia a compresión de 207.18 % del f'c.

La Figura 3 demuestra que, a mayor porcentaje de aditivo respecto del peso del cemento en los diseños, la resistencia a compresión será mayor.

5.2. Resultados de la variación de la resistencia a la compresión.

Tabla 5

Variación de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento comparado con el concreto patrón.

Edad de curado (días)	1	3	5	7
Resistencia a compresión diseño patrón (%)	16.93%	69.18%	92.02%	105.75%
Resistencia a compresión diseño 0.2 % de aditivo del peso del cemento (%)	34.15%	92.74%	120.78%	134.52%
Modificación de la resistencia (%)	+17.22%	+23.56%	+28.76%	+28.77%

En la Tabla 5 se muestra la variación de la resistencia a compresión del diseño con 0.2 % de aditivo del peso del cemento, comparado con el concreto patrón, siendo en todos los casos una variación positiva, es decir, la resistencia aumenta. Para el día 1 de curado existe una variación de + 17.22 % (48.22 kg/cm²), para el día 3 de curado la variación es de + 23.56 % (65.97 kg/cm²), en el día 5 de curado la variación es de + 28.76 % (80.55 kg/cm²)

y finalmente para el día 7 de curado la variación de la resistencia es de + 28.77 % (80.56 kg/cm²).

Tabla 6

Variación de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento comparado con el concreto patrón.

Edad de curado (días)	1	3	5	7
Resistencia a compresión diseño patrón (%)	16.93%	69.18%	92.02%	105.75%
Resistencia a compresión diseño 0.8 % de aditivo del peso del cemento (%)	54.50%	122.02%	149.75%	162.14%
Modificación de la resistencia (%)	+37.57%	+52.84%	+57.73%	+56.39%

En la Tabla 6 se precisa la variación de la resistencia a compresión del diseño con 0.8% de aditivo del peso del cemento respecto del diseño patrón. Para el día 1 de curado varía en + 37.57 % (105.19 kg/cm²), para el día 3 de curado la variación es de + 52.84 % (147.95 kg/cm²), en el día 5 de curado varía + 57.73 % (161.65 kg/cm²) y el día 7 de curado la variación es de + 56.39 % (157.88 kg/cm²); siendo en todos los casos una variación positiva.

Tabla 7

Variación de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento comparado con el concreto patrón.

Edad de curado (días)	1	3	5	7
Resistencia a compresión diseño patrón (%)	16.93%	69.18%	92.02%	105.75%
Resistencia a compresión diseño 1.5 % de aditivo del peso del cemento (%)	92.84%	160.44%	189.79%	207.18%
Modificación de la resistencia (%)	+75.91%	+91.27%	+97.77%	+101.43%

Evidenciamos en la Tabla 7 la variación de la resistencia a la compresión del diseño con 1.5 % de aditivo del peso del cemento con respecto al diseño patrón, la variación al igual que en los casos anteriores es positiva, es decir, la resistencia aumenta; la primera variación

es de + 75.91 % (212.54 kg/cm²) en el día 1 de curado, posteriormente la variación es de + 91.27 % (255.54 kg/cm²) en el día 3 de curado, para el día 5 de curado la variación es de + 97.77 % (273.76 kg/cm²) y finalmente para los 7 días de curado la variación alcanza + 101.43 % (283.99 kg/cm²).

5.3. Análisis, interpretación y discusión de resultados.

5.3.1. Resistencia a la compresión y su variación.

Realizando un análisis en la Tabla 4, la Figura 2 y la Figura 3 podemos interpretar lo siguiente:

- En el día 1 la mayor resistencia a compresión la tiene el diseño con 1.5% de aditivo del peso del cemento con 259.95 kg/cm² (92.84 %) y el menor lo tiene el diseño patrón con 47.41 kg/cm² (16.93 %).
- En el día 3 la mayor resistencia a compresión la tiene también el diseño con 1.5% de aditivo del peso del cemento alcanzando 449.24 kg/cm² (160.44 %) y el menor lo tiene el diseño patrón con 193.70 kg/cm² (69.18 %).
- En el día 5 la mayor resistencia a compresión también la tiene el diseño con 1.5% de aditivo del peso del cemento con una resistencia de 531.41 kg/cm² (189.79 %) y el menor lo tiene el diseño patrón con 257.65 kg/cm² (92.02 %).
- En el día 7 la mayor resistencia a compresión la tiene también el diseño con 1.5% de aditivo del peso del cemento alcanzando 580.10 kg/cm² (207.18 %) y el menor lo tiene el diseño patrón con 296.10 kg/cm² (101.43 %).

Al realizar el análisis e interpretación de los resultados de la Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7 podemos aseverar lo siguiente:

- La menor variación de la resistencia con respecto al diseño patrón lo tiene el diseño con 0.2 % de aditivo del peso del cemento siendo a la edad de 1 día + 17.22 %, a los 3 días +23.56 %, a los 5 días + 28.76 % y a los 7 días + 28.77 %.

- La mayor variación de la resistencia a la compresión con respecto al diseño patrón lo presenta el diseño con 1.5 % de aditivo del peso del cemento siendo a la edad de 1 día + 75.91 %, a los 3 días +91.27 %, a los 5 días + 97.77 % y finalmente a los 7 días + 101.93 %
- El diseño con 0.8 % de aditivo del peso del cemento se mantiene entre los diseños de 0.2 % de aditivo y 1.5 % de aditivo, presentando valores de variación respecto del concreto patrón de 37.57 %, 52.84 %, 57.73 % y 56.39 % a las edades de 1, 3, 5 y 7 días respectivamente.

5.3.2. Análisis estadístico de los resultados de los ensayos a compresión.

Tabla 8

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 1 día.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
1	46.98	16.78%			
2	47.86	17.09%			
3	47.87	17.10%			
4	47.64	17.01%			
5	47.12	16.83%			
6	48.65	17.38%	3.53	0.97	2.00%
7	47.67	17.02%			
8	46.95	16.77%			
9	45.12	16.11%			
10	48.22	17.22%			
Promedio	47.41	16.93%			

Tabla 9

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 3 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
11	194.01	69.29%			
12	193.92	69.26%			
13	188.13	67.19%			
14	195.34	69.76%			
15	194.94	69.62%			
16	194.02	69.29%	8.38	2.24	1.16%
17	192.82	68.86%			
18	194.36	69.42%			
19	196.50	70.18%			
20	192.92	68.90%			
Promedio	193.70	69.18%			

Tabla 10

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 5 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
21	259.15	92.55%			
22	259.47	92.67%			
23	255.34	91.19%			
24	256.64	91.66%			
25	255.37	91.20%			
26	258.64	92.37%	9.08	2.77	1.07%
27	262.53	93.76%			
28	260.09	92.89%			
29	253.45	90.52%			
30	255.81	91.36%			
Promedio	257.65	92.02%			

Tabla 11

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño patrón a la edad de curado de 7 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación			
31	295.12	105.40%						
32	289.69	103.46%						
33	298.92	106.76%						
34	294.53	105.19%						
35	297.56	106.27%	11.11	3.37	1.14%			
36	293.83	104.94%						
37	294.30	105.11%						
38	296.01	105.72%						
39	300.27	107.24%						
40	300.81	107.43%						
Promedio	296.10	105.75%						

Tabla 12

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 1 día.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación			
41	95.18	33.99%						
42	97.94	34.98%						
43	96.40	34.43%						
44	95.14	33.98%						
45	96.60	34.50%	3.91	1.11	1.16%			
46	95.59	34.14%						
47	94.03	33.58%						
48	95.16	33.98%						
49	95.64	34.16%						
50	94.64	33.80%						
Promedio	95.63	34.15%						

Tabla 13

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 3 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
51	257.47	91.95%			
52	262.45	93.73%			
53	261.20	93.29%			
54	261.77	93.49%			
55	259.13	92.55%	7.31	2.37	0.91%
56	257.94	92.12%			
57	258.99	92.50%			
58	255.45	91.23%			
59	262.76	93.84%			
60	259.45	92.66%			
Promedio	259.66	92.74%			

Tabla 14

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 5 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
61	337.86	120.67%			
62	338.93	121.05%			
63	339.24	121.16%			
64	337.61	120.58%			
65	338.32	120.83%	2.93	0.82	0.24%
66	338.38	120.85%			
67	336.32	120.11%			
68	338.35	120.84%			
69	338.83	121.01%			
70	338.09	120.75%			
Promedio	338.19	120.78%			

Tabla 15

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 7 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación			
71	379.53	135.55%						
72	378.76	135.27%						
73	379.10	135.39%						
74	380.59	135.92%						
75	378.40	135.14%	6.91	2.82	0.75%			
76	373.68	133.46%						
77	374.23	133.65%						
78	374.41	133.72%						
79	374.25	133.66%						
80	373.73	133.47%						
Promedio	376.67	134.52%						

Tabla 16

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 1 día.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación			
81	152.56	54.49%						
82	149.86	53.52%						
83	150.01	53.58%						
84	155.69	55.60%						
85	154.08	55.03%	7.73	2.76	1.81%			
86	152.58	54.49%						
87	151.25	54.02%						
88	155.83	55.65%						
89	155.93	55.69%						
90	148.20	52.93%						
Promedio	152.60	54.50%						

Tabla 17

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 3 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
91	341.02	121.79%			
92	344.61	123.07%			
93	337.50	120.54%			
94	343.28	122.60%			
95	344.03	122.87%	7.39	2.56	0.75%
96	341.74	122.05%			
97	342.95	122.48%			
98	343.27	122.60%			
99	337.22	120.44%			
100	340.88	121.74%			
Promedio	341.65	122.02%			

Tabla 18

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 5 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
101	419.69	149.89%			
102	417.90	149.25%			
103	418.93	149.62%			
104	416.71	148.83%			
105	413.48	147.67%	12.04	3.27	0.78%
106	420.33	150.12%			
107	422.54	150.91%			
108	425.52	151.97%			
109	417.79	149.21%			
110	420.06	150.02%			
Promedio	419.29	149.75%			

Tabla 19

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 7 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coficiente de Variación			
111	449.50	160.54%						
112	459.18	163.99%						
113	457.90	163.54%						
114	453.24	161.87%						
115	454.85	162.44%	11.45	3.96	0.87%			
116	458.43	163.73%						
117	456.20	162.93%						
118	451.00	161.07%						
119	451.79	161.35%						
120	447.73	159.90%						
Promedio	453.98	162.14%						

Tabla 20

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 1 día.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coficiente de Variación			
121	260.83	93.15%						
122	258.34	92.26%						
123	263.68	94.17%						
124	259.54	92.69%						
125	262.70	93.82%	7.76	2.21	0.85%			
126	258.82	92.44%						
127	255.92	91.40%						
128	259.31	92.61%						
129	259.52	92.69%						
130	260.86	93.17%						
Promedio	259.95	92.84%						

Tabla 21

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 3 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
131	446.77	159.56%			
132	447.24	159.73%			
133	448.70	160.25%			
134	444.08	158.60%			
135	451.24	161.16%	11.47	3.75	0.83%
136	455.55	162.70%			
137	449.61	160.57%			
138	444.63	158.80%			
139	450.62	160.94%			
140	453.95	162.13%			
Promedio	449.24	160.44%			

Tabla 22

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 5 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
141	530.26	189.38%			
142	532.48	190.17%			
143	531.38	189.78%			
144	531.22	189.72%			
145	533.83	190.65%	15.41	4.30	0.81%
146	537.00	191.78%			
147	521.59	186.28%			
148	527.85	188.52%			
149	533.27	190.45%			
150	535.21	191.15%			
Promedio	531.41	189.79%			

Tabla 23

Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a la compresión del diseño que contiene 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de curado de 7 días.

N° de Probeta de Concreto	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido	Rango Muestral	Desviación Estandar	Coefficiente de Variación
151	576.59	205.92%			
152	574.41	205.15%			
153	587.09	209.68%			
154	571.88	204.24%			
155	576.28	205.81%	21.12	7.76	1.34%
156	579.45	206.95%			
157	593.00	211.79%			
158	591.83	211.37%			
159	577.95	206.41%			
160	572.50	204.47%			
Promedio	580.10	207.18%			

Al analizar las tablas de la Tabla 8 a la Tabla 23, donde se realiza el análisis estadístico de los valores de la resistencia a compresión para todos los diseños a las diferentes edades, calculando la desviación estándar y el coeficiente de variación para los datos agrupados por diseño y tiempo de curado, se evidencia que, para todos los casos la desviación estándar es menor a 14.1 y los valores del coeficiente de variación son menores a 2.0 % lo que se considera excelente según el ACI 214R-11.

5.4. Contrastación de la hipótesis.

Para todos los casos la variación de la resistencia aumenta en más de un 10 %, teniendo una variación mínima de + 17.22 % en el día 1 de curado al comparar el diseño de 0.2 % de aditivo del peso del cemento comparado con el concreto patrón y la variación máxima se dio en el diseño de 1.5 % de aditivo del peso del cemento comparado con el diseño patrón con + 101.43 % a la edad de 7 días de curado.

La hipótesis plantea lo siguiente: *La resistencia a compresión del concreto $f'_c=280$ kg/cm² a edades tempranas al incorporar diferentes porcentajes de aditivo Z Fluidizante SR-1000 en la ciudad de Cajamarca incrementa en más del 10%; por lo tanto, se acepta.*

CONCLUSIONES

- Se concluye que la variación de la resistencia a compresión del diseño con 0.2% de aditivo del peso del cemento respecto al concreto patrón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 1 día fue de + 17.22 % (48.22 kg/cm^2), a los 3 días fue de + 23.56 % (65.97 kg/cm^2), a los 5 días fue de + 28.76 % (80.55 kg/cm^2) y a los 7 días fue de + 28.77 % (80.56 kg/cm^2).
- Se concluye que para el diseño con 0.8% de aditivo del peso del cemento respecto al concreto patrón la variación a la edad de 1 día fue de + 37.57 % (105.19 kg/cm^2), en el día 3 fue de + 52.84 % (147.95 kg/cm^2), en el día 5 de fue de + 57.73 % (161.65 kg/cm^2) y el día 7 de fue de + 56.39 % (157.88 kg/cm^2).
- Se concluye que para el diseño con 1.5 % de aditivo del peso del cemento respecto al concreto patrón la variación en el día 1 fue de + 75.91 % (212.54 kg/cm^2), posteriormente la variación es de + 91.27 % (255.54 kg/cm^2) en el día 3 de curado, para el día 5 de curado la variación es de + 97.77 % (273.76 kg/cm^2) y finalmente para los 7 días de curado la variación alcanza + 101.43 % (283.99 kg/cm^2).
- Se concluye que en todos los casos la variación de la resistencia a compresión es superior al 10% que se plantea en la hipótesis, además de que a mayor contenido de aditivo la resistencia será mayor en comparación con el concreto patrón.
- Se concluye que la resistencia a compresión para el diseño con 0.2 % de aditivo del peso del cemento a la edad de 1 día de curado es de 95.63 kg/cm^2 , a la edad de 3 días de curado fue de 259.66 kg/cm^2 , a los 5 días de curado fue de 338.16 kg/cm^2 y a los 7 días de curado fue de 376.67 kg/cm^2 .
- Se concluye que la resistencia a compresión para el diseño con 0.8 % de aditivo del peso del cemento a la edad de 1 día de curado es de 152.60 kg/cm^2 , a la edad de 3 días de curado fue de 341.65 kg/cm^2 , a los 5 días de curado fue de 419.29 kg/cm^2 y a los 7 días de curado fue de 453.98 kg/cm^2 .

- Se concluye que la resistencia a compresión para el diseño con 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de 1 día de curado es de 259.95 kg/cm², a la edad de 3 días de curado fue de 449.24 kg/cm², a los 5 días de curado fue de 531.41 kg/cm² y a los 7 días de curado fue de 580.10 kg/cm².
- Se concluye que los resultados más elevados de resistencia a la compresión con respecto al diseño patrón fueron con el diseño que contenía 1.5% de aditivo obteniendo una resistencia a la edad de 1 día de curado de 92.84% (259.95 kg/cm²), a los 3 días 160.44% (449.24 kg/cm²), a los 5 días 189.79% (531.41 kg/cm²) y a los 7 días 207.18% (580.10 kg/cm²) confirmando que a mayor cantidad de aditivo más altos serán los resultados de resistencia a compresión.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la resistencia a compresión del concreto con diferentes porcentajes de aditivo en edades de curado mayores a 28 días, para comprender su desarrollo mecánico y desempeño estructural a largo plazo.
- Se recomienda evaluar propiedades adicionales del concreto endurecido, como la resistencia a la flexión y parámetros de durabilidad, ya que son esenciales para el diseño de elementos estructurales sometidos a cargas flexionales y condiciones ambientales.
- Se recomienda la evaluación de la resistencia a compresión a edades tempranas del concreto con aditivo cuyo método de curado sea diferente al método de inmersión.
- Se recomienda evaluar la resistencia a compresión a edades tempranas con diferentes porcentajes de aditivo y agregados de distintas fuentes geológicas (canteras de cerro o de cuencas hidrográficas distintas a la de la cantera “Roca Fuerte”), ya que las propiedades de los agregados influyen en el desarrollo inicial de la resistencia. Este análisis permitirá validar la consistencia del concreto y su aplicabilidad en diversos contextos regionales.
- Se recomienda medir el contenido de aire en el concreto para evaluar la influencia del aditivo, tanto en estado fresco como en el endurecido, considerando que los resultados muestran mayor densidad con el incremento del aditivo.
- Se recomienda considerar la incorporación de aditivos superplastificantes en la formulación de proyectos de concreto, tomando como base los resultados obtenidos en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ACI 116R. (2000). *Cement and concrete Terminology*. Farmington Hill: ACI. Obtenido de <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/5077>
- ACI 212.3R. (2016). *Report on Chemical Admixtures for Concrete*. Farmington Hill: ACI. Obtenido de https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/212_3R-16_PREVIEW.pdf
- ACI 214R. (2011). *Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete*. Farmington Hill. Obtenido de <https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=21411>
- ACI 308R. (2016). *Guide to External Curing*. Farmington Hills: ACI. Obtenido de https://www.concrete.org/portals/0/files/pdf/previews/308r_16_preview.pdf
- ASOCEM. (2016). *Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú*. Obtenido de <https://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>
- ASTM C117. (2017). *Standard Test Method for Materials Finer than 75um (N° 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/c0117-17.html>
- ASTM C125. (2020). *Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*. ASTM International. Obtenido de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/105450/79ccd183f63f4e06a27a9f48755fc997/ASTM-C125-20.pdf>
- ASTM C127. (2024). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/c0127-24.html>
- ASTM C128. (2022). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/standards/c128>
- ASTM C131. (2006). *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. ASTM International. Obtenido de <https://store.astm.org/c0131-06.html>
- ASTM C136. (2019). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. ASTM International. Obtenido de

- <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/105288/b3e495c69cee4f389726292f82132ce6/ASTM-C136-C136M-19.pdf>
- ASTM C192. (2019). *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*. ASTM International. Obtenido de https://store.astm.org/c0192_c0192m-19.html
- ASTM C29. (2023). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. ASTM International. Obtenido de https://www.astm.org/c0029_c0029m-23.html
- ASTM C33. (2008). *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM International. Obtenido de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/99879/b7382b1ce934464fae0bcd9da4cf5f9e/ASTM-C33-C33M-18.pdf>
- ASTM C39. (2021). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International. Obtenido de https://store.astm.org/c0039_c0039m-21.html
- ASTM C494. (2020). *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. ASTM International. Obtenido de https://www.astm.org/c0494_c0494m-17.html
- ASTM C566. (2016). *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/c0566-19.html>
- Cabanillas, B. V. (2019). *Influencia del aditivo sika viscocrete - 3330, en la resistencia del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, a edades tempranas -Cajamarca 2018 (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca)*. Repositorio Institucional, Cajamarca, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3900>
- Calderon, M. J. (2018). *Obtención de 20 kg-f/cm² de resistencia temprana en dos horas de tiempo de fragua del concreto lanzado en la Mina Marcapunta norte de Sociedad Minera El Brocal (Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú)*. Repositorio Institucional, Huancayo, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5001>
- CEMENTOS PACASMAYO. (2023). *Resistencia acelerada*. Obtenido de <https://www.cementospacasmayo.com.pe/productos/concretos-de-alto-performance/resistencia-acelerada>

- CEMEX. (2021). *Resistencia acelerada*. Obtenido de <https://www.cemexcolombia.com/concretos/resistencia-acelerada>
- Choque, F. L. (2021). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $F'C = 210$ KG/CM², agregando grafeno (Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Federico Villareal)*. Repositorio Institucional, Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13084/5000>
- González, O. C. (2024). *Optimización del diseño de concreto empleado para pavimentos rígidos utilizando aditivo de grafeno (Tesis de Maestría Universidad Nacional de Cajamarca)*. Repositorio Institucional, Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7001>
- NORMA E 060. (2020). *CONCRETO ARMADO* (Digital Primera ed.). Lima, Perú: SENCICO. Obtenido de www.gob.pe/sencico.
- NTP 339.009. (2020). *CEMENTOS. Cementos pórtland. Requisitos* (Séptima ed.). INACAL.
- NTP 339.034. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas* (Cuarta ed.). INACAL.
- NTP 339.047. (2019). *CONCRETO. Definiciones y terminología relativasalconcreto y agregados* (Tercera ed.). INACAL.
- NTP 339.183. (2018). *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. INACAL. Obtenido de Tercera
- NTP 339.185. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado* (Segunda ed.). INACAL.
- NTP 400.012. (2018). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. (Tercera ed.). INACAL.
- NTP 400.017. (2016). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad devolumen o densidad* (Cuarta ed.). INACAL.
- NTP 400.018. (2018). *AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para determinar materiales mas finos que pasan por el tamiz normalizado 75um (N° 200) por lavado de agregados*. (Tercera ed.). INACAL.

- NTP 400.019. (2019). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles* (Tercera ed.). INACAL.
- NTP 400.021. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso* (Tercera ed.). INACAL.
- NTP 400.022. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. (Tercera ed.). INACAL.
- NTP 400.037. (2018). *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos* (Cuarta ed.). INACAL.
- Paredes, E.-A. J. (2021). *Diseño de hormigones de altas prestaciones para la mejora de su resistencia y durabilidad* (Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid). Repositorio Institucional, Madrid, España. Obtenido de <https://oa.upm.es/70025/>
- Pimenta, T. H. (2021). *ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TRAÇO NA RESISTÊNCIA DE UM CONCRETO FAST TRACK PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS* (Tesis de grado, Universidad Federal de Santa Catarina). Repositorio Institucional, Santa Catarina, Brasil. Obtenido de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228333>

APÉNDICE 1: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.

AGREGADO GRUESO

1.0 Análisis granulométrico - ASTM C 136 / NTP 400.012

Tabla 24

Análisis granulométrico del agregado grueso – ensayo N° 1.

ENSAYO 01

Peso seco inicial		5,000.00		gramos	
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	2,423.00	48.46	48.46	51.54
⅜"	9.53	1,333.00	26.66	75.12	24.88
N°4	4.75	1,238.00	24.76	99.88	0.12
N°8	3.36	0.00	0.00	99.88	0.12
N 16	1.18	0.00	0.00	99.88	0.12
N 30	0.60	0.00	0.00	99.88	0.12
N 50	0.30	0.00	0.00	99.88	0.12
N 100	0.15	0.00	0.00	99.88	0.12
N 200	0.08	0.00	0.00	99.88	0.12
Cazoleta	--	6.00	0.12	100.00	0.00
Total		5,000.00			
Módulo de finura:		6.744			

Figura 4

Curva granulométrica del agregado grueso – ensayo N° 1.

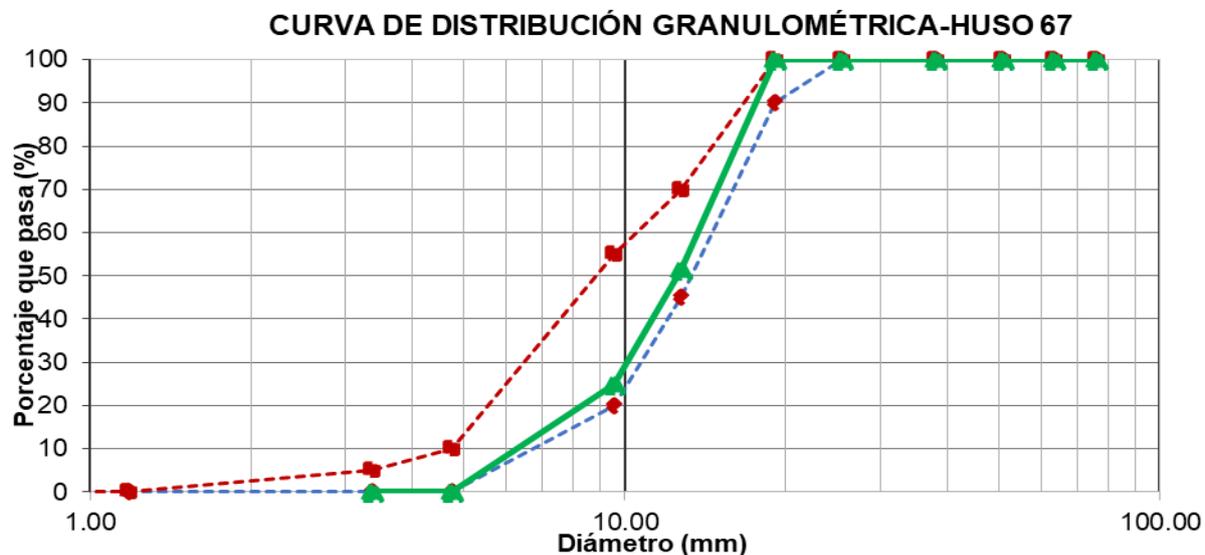


Tabla 25

Análisis granulométrico del agregado grueso – ensayo N° 2.

ENSAYO 02

Peso seco inicial		5,000.00			gramos
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	2,435.00	48.70	48.70	51.30
⅜"	9.53	1,328.00	26.56	75.26	24.74
N°4	4.75	1,229.00	24.58	99.84	0.16
N°8	3.36	0.00	0.00	99.84	0.16
N 16	1.18	0.00	0.00	99.84	0.16
N 30	0.60	0.00	0.00	99.84	0.16
N 50	0.30	0.00	0.00	99.84	0.16
N 100	0.15	0.00	0.00	99.84	0.16
N 200	0.08	0.00	0.00	99.84	0.16
Cazoleta	--	8.00	0.16	100.00	0.00
Total		5,000.00			
Módulo de finura:			6.743		

Figura 5

Curva granulométrica del agregado grueso – ensayo N° 2.

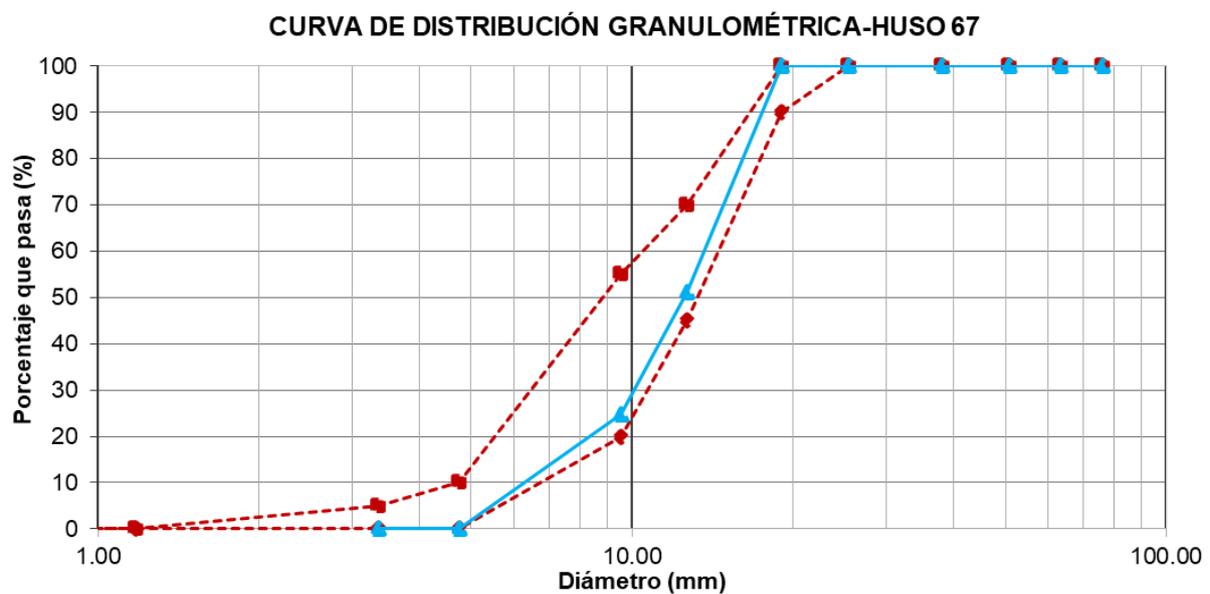


Tabla 26

Análisis granulométrico del agregado grueso – ensayo N° 3.

ENSAYO 03

Peso seco inicial		5,000.00			gramos
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	2,445.00	48.90	48.90	51.10
⅜"	9.53	1,322.00	26.44	75.34	24.66
N°4	4.75	1,225.00	24.50	99.84	0.16
N°8	3.36	0.00	0.00	99.84	0.16
N 16	1.18	0.00	0.00	99.84	0.16
N 30	0.60	0.00	0.00	99.84	0.16
N 50	0.30	0.00	0.00	99.84	0.16
N 100	0.15	0.00	0.00	99.84	0.16
N 200	0.08	0.00	0.00	99.84	0.16
Cazoleta	--	8.00	0.16	100.00	0.00
Total		5,000.00			
Módulo de finura:			6.744		

Figura 6

Curva granulométrica del agregado grueso – ensayo N° 3.

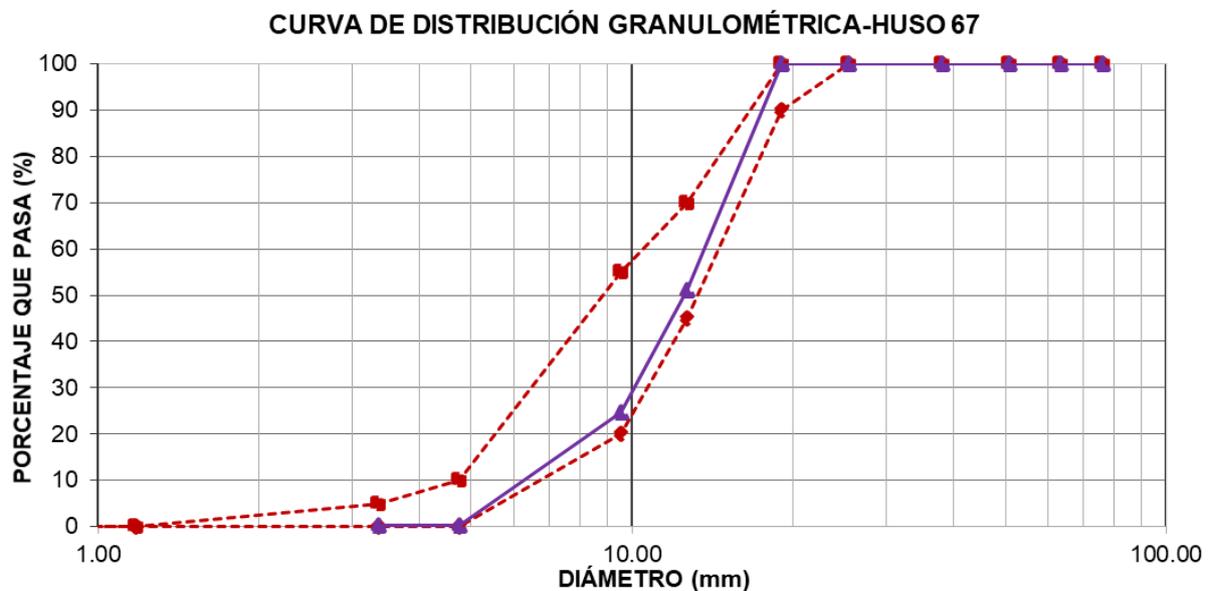
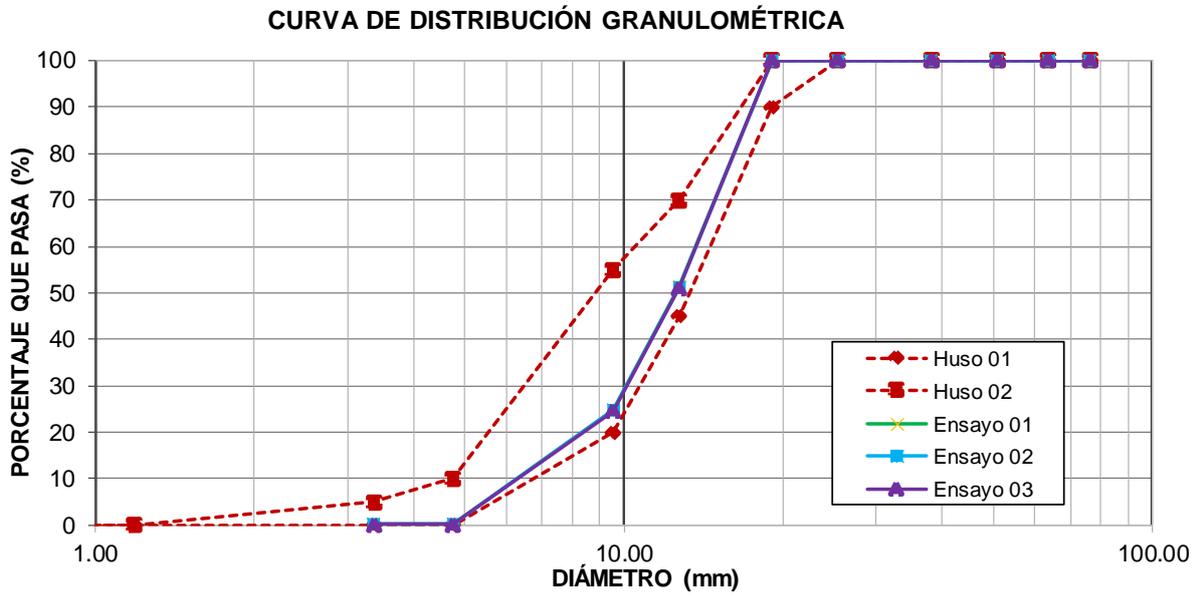


Figura 7

Curvas granulométricas del agregado grueso de los 3 ensayos.



Módulo de finura promedio

6.744

2.0 Peso Unitario

2.1 Peso específico del agua

Tabla 27

Peso específico del agua para determinar el peso unitario del agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso de la fiola (g)	164.15	164.15	164.15	
Peso de la fiola + agua (g)	662.25	662.28	662.26	
Volumen de la fiola (cm ³)	500.00	500.00	500.00	
Peso específico (g/cm ³)	0.9962	0.9963	0.9962	0.9962
Peso específico (Kg/m³)	996.20	996.26	996.22	996.23

2.2. Factor "F" del recipiente

Tabla 28

Factor "F" del recipiente de ensayo de peso unitario para el agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del Molde (g)	4193.00	4193.00	4193.00	
Peso del Molde +Agua (g)	13895.00	13890.00	13889.00	
Peso Agua (Kg)	9.7020	9.6970	9.6960	
Factor "F" (1/m³)	102.68	102.74	102.75	102.72

2.3 Peso Unitario Suelto Seco - ASTM C29 / NTP 400.017

Tabla 29

Peso unitario suelto seco del agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4193.00	4193.00	4193.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	18067.00	18020.00	18054.00	
Peso de la muestra suelta (g)	13874.00	13827.00	13861.00	
Factor (F)	102.72	102.72	102.72	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm ³)	1.42516	1.42033	1.42382	1.42310
Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m³)	1425.16	1420.33	1423.82	1423.10

3.0 Peso Unitario Compactado - ASTM C29 / NTP 400.017

Tabla 30

Peso unitario compactado del agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4193.00	4193.00	4193.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	19395.00	19386.00	19375.00	
Peso de la muestra suelta (g)	15202.00	15193.00	15182.00	
Factor (F)	102.72	102.72	102.72	
Peso Unitario Compactado (g/cm ³)	1.56157	1.56065	1.55952	1.56058
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1561.57	1560.65	1559.52	1560.58

4.0 Peso Específico y Absorción - ASTM C128 / NTP 400.021

Tabla 31

Peso específico y absorción del agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2967.00	2968.00	2966.00	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1866.00	1859.00	1863.00	
Peso Específico de Masa (g/m³)	2.62	2.60	2.61	2.61
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m³)	2.65	2.63	2.64	2.64
Peso Específico de Aparente (g/m³)	2.69	2.68	2.69	2.69
Absorción	1.11%	1.08%	1.15%	1.11%

5.0 Contenido de Humedad (%) - ASTM C566 / NTP 339.185

Tabla 32

Contenido de humedad del agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	120.00	118.00	132.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	2658.00	2425.00	2596.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	2649.00	2415.00	2588.00	
Peso del Agua (g)	9.00	10.00	8.00	
Peso Muestra Seca (g)	2529.00	2297.00	2456.00	
Contenido de Humedad (%)	0.36%	0.44%	0.33%	0.37%

6.0 Material más fino que pasa el tamiz N°200 - ASTM C566 / NTP 339.185

Tabla 33

Material más fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	2986.00	2988.00	2986.00	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	14.00	12.00	14.00	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	0.47%	0.40%	0.47%	0.44%

7.0 Ensayo de abrasión - ASTM C 131 / NTP 400.019

Tabla 34

Ensayo de abrasión máquina de los Ángeles del agregado grueso.

Gradación - Equipo mecánico	Velocidad (rev/min)	N° de revoluciones	TMN	Peso de la Muestra (gr)
B - Máquina de los Ángeles (11 esferas)	30 - 33	500.00	1/2"	5000.00
	N° de ensayos	M1	M2	M3
	Peso Inicial de la Muestra secada al horno (gr)	5000.00	5000.00	5000.00
	Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)	3570.00	3582.00	3578.00
	% Desg. =((Pi -Pf) / Pi) x 100	28.60%	28.36%	28.44%
Abrasión	% Desg. Promedio		28.47%	

AGREGADO FINO

1.0 Análisis granulométrico - ASTM C 136 / NTP 400.012

Tabla 35

Análisis granulométrico del agregado fino – ensayo N° 1.

ENSAYO 01

Peso seco inicial		1,500.00				gramos
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
N°4	4.75	145.00	9.67	9.67	90.33	
N°8	3.36	215.00	14.33	24.00	76.00	
N 16	1.18	245.00	16.33	40.33	59.67	
N 30	0.60	296.00	19.73	60.07	39.93	
N 50	0.30	338.00	22.53	82.60	17.40	
N 100	0.15	141.00	9.40	92.00	8.00	
N 200	0.08	102.00	6.80	98.80	1.20	
Cazoleta	--	18.00	1.20	100.00	0.00	
Total		1,500.00				
Módulo de finura:		3.087				

Figura 8

Curva granulométrica del agregado fino – ensayo N° 1.

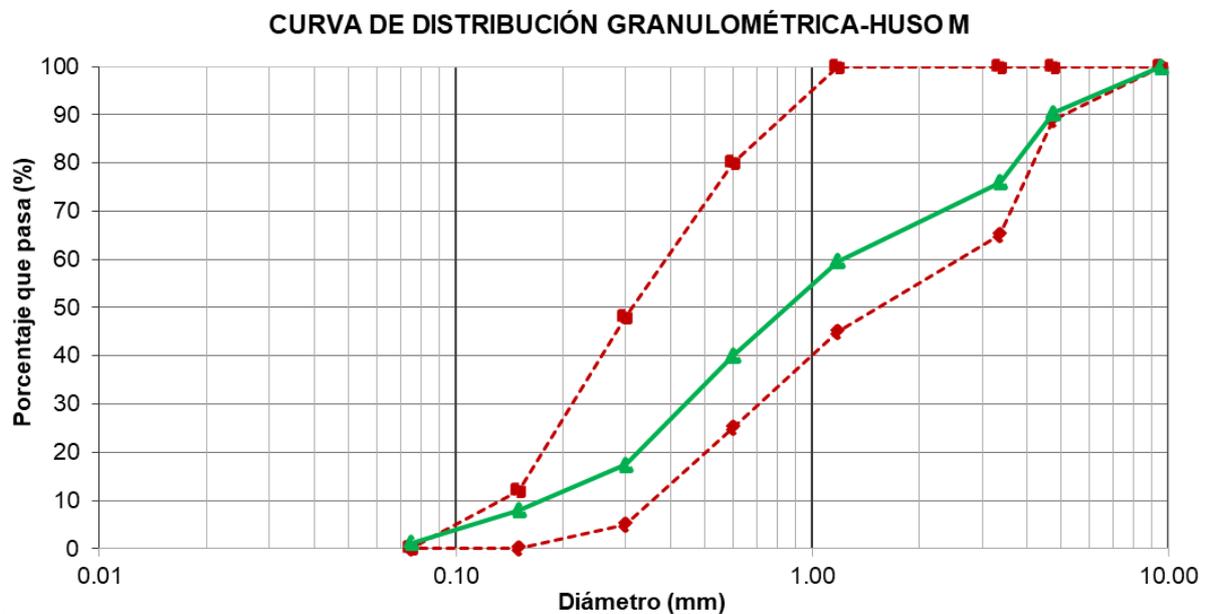


Tabla 36

Análisis granulométrico del agregado fino – ensayo N° 2.

ENSAYO 02

Peso seco inicial		1,500.00			gramos
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	152.00	10.13	10.13	89.87
N°8	3.36	219.00	14.60	24.73	75.27
N 16	1.18	262.00	17.47	42.20	57.80
N 30	0.60	272.00	18.13	60.33	39.67
N 50	0.30	305.00	20.33	80.67	19.33
N 100	0.15	157.00	10.47	91.13	8.87
N 200	0.08	118.00	7.87	99.00	1.00
Cazoleta	--	15.00	1.00	100.00	0.00
Total		1,500.00			
Módulo de finura:			3.092		

Figura 9

Curva granulométrica del agregado fino – ensayo N° 2.

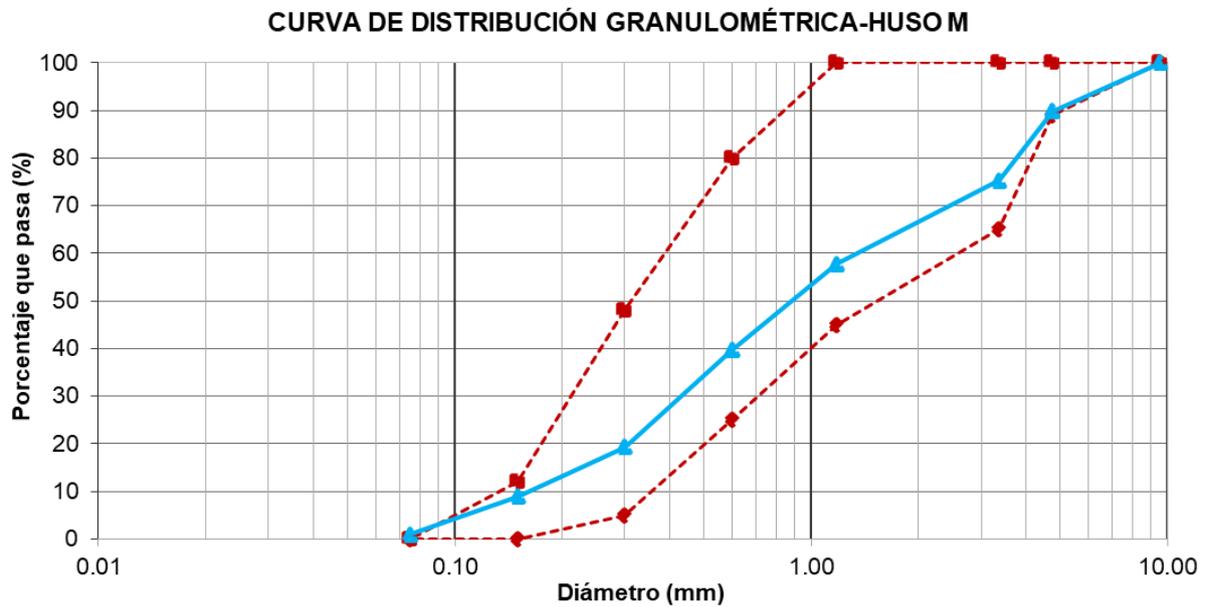


Tabla 37

Análisis granulométrico del agregado fino – ensayo N° 3.

ENSAYO 03

Peso seco inicial		1,500.00			gramos
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	155.00	10.33	10.33	89.67
N°8	3.36	236.00	15.73	26.07	73.93
N 16	1.18	249.00	16.60	42.67	57.33
N 30	0.60	271.00	18.07	60.73	39.27
N 50	0.30	295.00	19.67	80.40	19.60
N 100	0.15	156.00	10.40	90.80	9.20
N 200	0.08	121.00	8.07	98.87	1.13
Cazoleta	--	17.00	1.13	100.00	0.00
Total		1,500.00			
Módulo de finura:			3.110		

Figura 10

Curva granulométrica del agregado fino – ensayo N° 3.

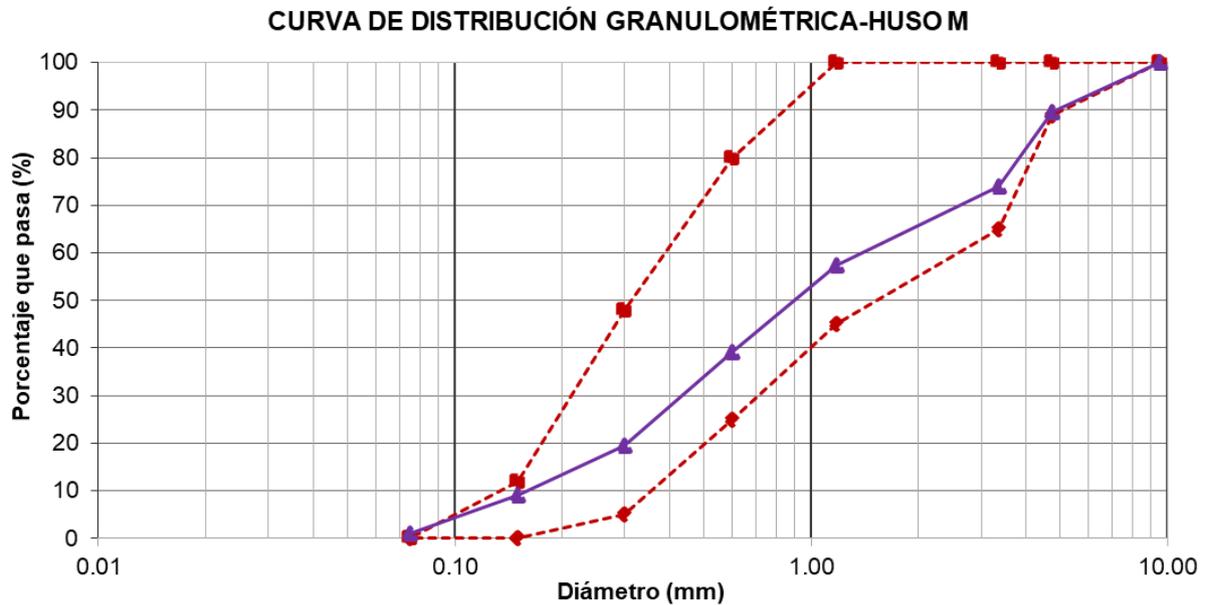
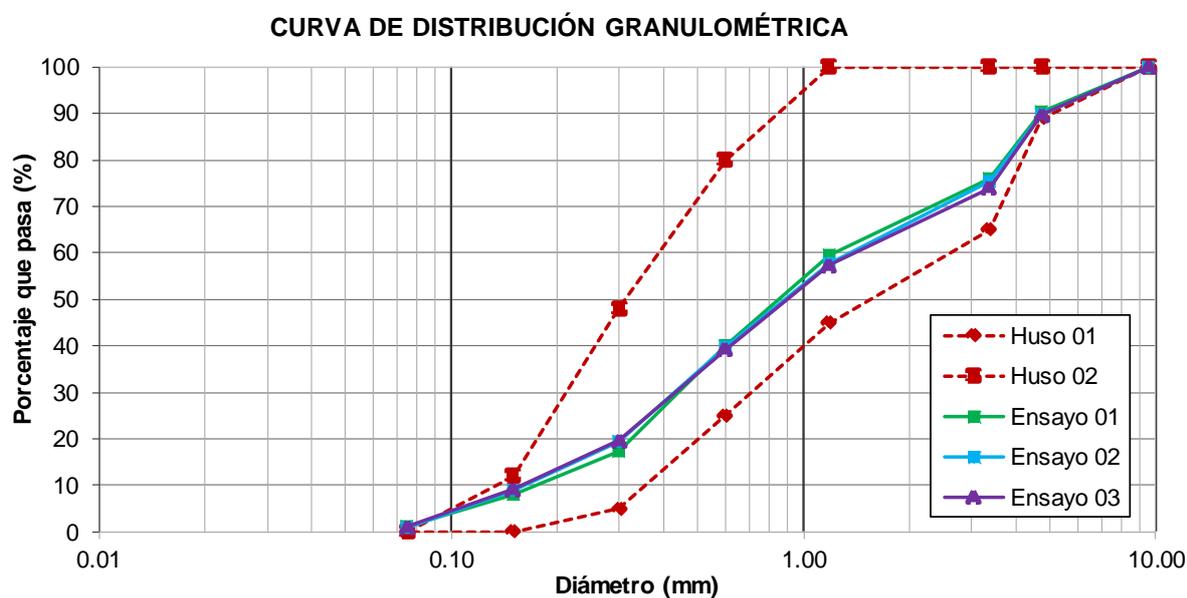


Figura 11

Curvas granulométricas del agregado fino de los 3 ensayos.



Módulo de finura promedio

3.096

2.0 Peso Unitario

2.1. Peso específico del agua

Tabla 38

Peso específico del agua para determinar el peso unitario del agregado grueso.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso de la fiola (g)	164.15	164.15	164.15	
Peso de la fiola + agua (g)	662.25	662.28	662.26	
Volumen de la fiola (cm ³)	500.00	500.00	500.00	
Peso específico (g/cm ³)	0.9962	0.9963	0.9962	0.9962
Peso específico (Kg/m³)	996.20	996.26	996.22	996.23

2.2. Factor "F" del recipiente

Tabla 39

Factor "F" del recipiente de ensayo de peso unitario para el agregado fino.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del Molde (g)	3874.00	3874.00	3874.00	
Peso del Molde +Agua (g)	6842.00	6848.00	6839.00	
Peso Agua (Kg)	2.9680	2.9740	2.9650	
Factor "F" (1/m³)	335.66	334.98	336.00	335.54

2.3 Peso Unitario Suelto Seco - ASTM C29 / NTP 400.017

Tabla 40

Peso unitario suelto seco del agregado fino.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del recipiente (g)	3874.00	3874.00	3874.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	8758.00	8751.00	8759.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4884.00	4877.00	4885.00	
Factor (F)	335.54	335.54	335.54	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm ³)	1.63879	1.63644	1.63913	1.63812
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m³)	1638.79	1636.44	1639.13	1638.12

3.0 Peso Unitario Compactado - ASTM C29 / NTP 400.017

Tabla 41

Peso unitario compactado del agregado fino.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del recipiente (g)	3874.00	3874.00	3874.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	9321.00	9318.00	9320.00	
Peso de la muestra suelta (g)	5447.00	5444.00	5446.00	
Factor (F)	335.54	335.54	335.54	
Peso Unitario Compactado (g/cm ³)	1.82770	1.82670	1.82737	1.82726
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1827.70	1826.70	1827.37	1827.26

4.0 Peso Específico y Absorción - ASTM C128 / NTP 400.021

Tabla 42

Peso específico y absorción del agregado fino.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso de fiola (g)	164.15	164.15	164.15	
Peso de la fola +agua hasta menizco	662.32	662.30	662.32	
Peso de la fiola +agua + muestra (g)	976.12	976.14	976.11	
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno (g)	495.12	495.06	495.15	
Volumen de agua añadida al frasco (g)	316.85	316.93	316.81	
Peso Específico de Masa (g/m³)	2.70	2.70	2.70	2.70
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m³)	2.73	2.73	2.73	2.73
Peso Específico de Aparente	2.78	2.78	2.78	2.78
Absorción	0.99%	1.00%	0.98%	0.99%

5.0 Contenido de Humedad (%) - ASTM C566 / NTP 339.185

Tabla 43

Contenido de humedad del agregado fino.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	54.15	56.13	60.22	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	958.54	932.14	908.56	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	924.36	904.56	882.34	
Peso del Agua (g)	34.18	27.58	26.22	
Peso Muestra Seca (g)	870.21	848.43	822.12	
Contenido de Humedad (%)	3.93%	3.25%	3.19%	3.46%

6.0 Material más fino que pasa el tamiz N°200 - ASTM C566 / NTP 339.185

Tabla 44

Material más fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino.

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	481.00	484.00	482.00	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	19.00	16.00	18.00	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	3.80%	3.20%	3.60%	3.53%

Tabla 45

Resumen de las propiedades del agregado grueso y del agregado fino.

Descripción	Unidad	Agregado Grueso	Agregado Fino
Cantera de procedencia	--	Roca Fuerte	Roca Fuerte
Perfil del agregado	--	Angular	--
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	--	1/2"	--
Peso Específico de Masa	Kg/m ³	2608.75	2703.50
Peso Específico SSS	Kg/m ³	2637.77	2730.20
Peso Específico Aparente	Kg/m ³	2686.71	2777.67
Peso Unitario Suelto Seco	Kg/m ³	1423.10	1638.12
Peso Unitario Compactado Seco	Kg/m ³	1560.58	1827.26
Contenido de Humedad	%	0.37%	3.46%
Absorción	%	1.11%	0.99%
Módulo de Finura	--	6.744	3.096
Partículas < Tamiz N° 200	%	0.44%	3.53%
Abrasión	%	28.47%	--

APÉNDICE 2: DISEÑOS DE MEZCLA.

Tabla 46

Diseño del concreto patrón por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados.

DISEÑO DE MEZCLA: PATRÓN (0% DE ADITIVO)		
<u>1.- Materiales</u>		
Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	Peso Específico:	3.11 g/cm ³
Agregado Grueso	Cantera:	Roca Fuerte
Agregado Fino	Cantera:	Roca Fuerte
Agua	Red Pública	NTP 339.088
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	Peso Específico:	1.09 g/cm ³
<u>2.- Resistencia a Compresión</u>		
Resistencia a compresión especificada	$f'c$	280.00 kg/cm ²
Resistencia a compresión requerida	$f'cr = f'c + 85$	365.00 kg/cm ²
<u>3.- Asentamiento</u>		
Slump	NTP 339.035	3" - 4"
<u>4.- Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso</u>		
TMN		1/2"
<u>5.- Relación Agua / Cemento</u>		
Agua de mezcla	215 l/m ³	
Aire atrapado	2.5 %	
Relación agua / cemento	0.6500	
Cemento	330.77 kg/m ³	7.78 bolsas/m ³
<u>6.- Volúmenes Absolutos de la Pasta</u>		
Cemento	0.106357	m3
Agua	0.215000	m3
Aire atrapado	0.025000	m3
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.000000	m3
	0.346357	m3
<u>7.- Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados</u>		
Vacios por corregir	5.2 %	
mc sin corregir por vacíos	4.77	
mc corregido por vacíos	4.67	
<u>8.- Porcentaje de Agregados en relación al Volumen Absoluto de Agregados</u>		
Agregado Fino	56.85 %	
Agregado Grueso	43.15 %	

9.- Volúmenes Absolutos por Metro Cúbico

Cemento	0.106357	m3
Agua	0.215000	m3
Aire atrapado	0.025000	m3
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.000000	m3
Agregado Fino	0.282027	m3
Agregado Grueso	0.371616	m3
	<hr/>	
	1.000000	m3

10.- Peso Seco de los Materiales de Diseño por Metro Cúbico

Cemento	330.77	kg
Agua	215.00	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.00	kg
Agregado Fino	1004.48	kg
Agregado Grueso	735.53	kg

11.- Aporte de Humedad de los Agregados

Aporte del Agregado Fino	24.81	l
Aporte del Agregado Grueso	-5.44	l
Aporte Total	<hr/>	
	19.37	l

12.- Materiales por Metro Cúbico Corregidos por Humedad

Cemento	330.77	kg
Agua	195.63	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.00	kg
Agregado Fino	1039.23	kg
Agregado Grueso	738.25	kg

13.- Proporciónamiento en Peso

Cemento	1.00	
Agregado Fino	3.14	
Agregado Grueso	2.23	
Agua	25.14	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.00	l/bolsa

14.- Proporciónamiento en Volumen

Cemento	1.00	
Agregado Fino	2.75	
Agregado Grueso	2.35	
Agua	25.14	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.00	l/bolsa

Tabla 47

Diseño del concreto con 0.2% de aditivo del peso del cemento por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados.

DISEÑO DE MEZCLA: 0.2 % DE ADITIVO			
<u>1.- Materiales</u>			
Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	Peso Específico:	3.11 g/cm ³	
Agregado Grueso	Cantera:	Roca Fuerte	
Agregado Fino	Cantera:	Roca Fuerte	
Agua	Red Pública	NTP 339.088	
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	Peso Específico:	1.09 g/cm ³	
<u>2.- Resistencia a Compresión</u>			
Resistencia a compresión especificada	$f'c$	280.00 kg/cm ²	
Resistencia a compresión requerida	$f'cr = f'c + 85$	365.00 kg/cm ²	
<u>3.- Asentamiento</u>			
Slump	NTP 339.035	3" - 4"	
<u>4.- Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso</u>			
TMN	1/2"		
<u>5.- Relación Agua / Cemento</u>			
Agua de mezcla	215 l/m ³		
Aire atrapado	2.5 %		
Relación agua / cemento	0.6500		
Cemento	330.77 kg/m ³	7.78 bolsas/m ³	
<u>6.- Volúmenes Absolutos de la Pasta</u>			
Cemento	0.106357 m ³		
Agua	0.215000 m ³		
Aire atrapado	0.025000 m ³		
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.000607 m ³		
	0.346964 m ³		
<u>7.- Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados</u>			
Vacios por corregir	5.2 %		
mc sin corregir por vacíos	4.77		
mc corregido por vacíos	4.67		
<u>8.- Porcentaje de Agregados en relación al Volumen Absoluto de Agregados</u>			
Agregado Fino	56.85 %		
Agregado Grueso	43.15 %		

9.- Volúmenes Absolutos por Metro Cúbico

Cemento	0.106357	m3
Agua	0.215000	m3
Aire atrapado	0.025000	m3
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.000607	m3
Agregado Fino	0.371271	m3
Agregado Grueso	0.281765	m3
	<hr/>	
	1.000000	m3

10.- Peso Seco de los Materiales de Diseño por Metro Cúbico

Cemento	330.77	kg
Agua	215.00	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.66	kg
Agregado Fino	1003.55	kg
Agregado Grueso	734.84	kg

11.- Aporte de Humedad de los Agregados

Aporte del Agregado Fino	24.79	l
Aporte del Agregado Grueso	-5.44	l
Aporte Total	<hr/>	
	19.35	l

12.- Materiales por Metro Cúbico Corregidos por Humedad

Cemento	330.77	kg
Agua	195.65	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.66	kg
Agregado Fino	1038.27	kg
Agregado Grueso	737.56	kg

13.- Proporciónamiento en Peso

Cemento	1.00	
Agregado Fino	3.14	
Agregado Grueso	2.23	
Agua	25.14	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.09	l/bolsa

14.- Proporciónamiento en Volumen

Cemento	1.00	
Agregado Fino	2.75	
Agregado Grueso	2.35	
Agua	25.14	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.09	l/bolsa

Tabla 48

Diseño del concreto con 0.8% de aditivo del peso del cemento por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados.

DISEÑO DE MEZCLA: 0.8 % DE ADITIVO			
<u>1.- Materiales</u>			
Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	Peso Específico:	3.11 g/cm ³	
Agregado Grueso	Cantera:	Roca Fuerte	
Agregado Fino	Cantera:	Roca Fuerte	
Agua	Red Pública	NTP 339.088	
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	Peso Específico:	1.09 g/cm ³	
<u>2.- Resistencia a Compresión</u>			
Resistencia a compresión especificada	$f'c$	280.00 kg/cm ²	
Resistencia a compresión requerida	$f'cr = f'c + 85$	365.00 kg/cm ²	
<u>3.- Asentamiento</u>			
Slump	NTP 339.035	3" - 4"	
<u>4.- Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso</u>			
TMN	1/2"		
<u>5.- Relación Agua / Cemento</u>			
Agua de mezcla	215 l/m ³		
Aire atrapado	2.5 %		
Relación agua / cemento	0.6500		
Cemento	330.77 kg/m ³	7.78 bolsas/m ³	
<u>6.- Volúmenes Absolutos de la Pasta</u>			
Cemento	0.106357 m ³		
Agua	0.215000 m ³		
Aire atrapado	0.025000 m ³		
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.002428 m ³		
	0.348784 m ³		
<u>7.- Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados</u>			
Vacios por corregir	5.2 %		
mc sin corregir por vacíos	4.77		
mc corregido por vacíos	4.67		
<u>8.- Porcentaje de Agregados en relación al Volumen Absoluto de Agregados</u>			
Agregado Fino	56.85 %		
Agregado Grueso	43.15 %		

9.- Volúmenes Absolutos por Metro Cúbico

Cemento	0.106357	m3
Agua	0.215000	m3
Aire atrapado	0.025000	m3
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.002428	m3
Agregado Fino	0.370236	m3
Agregado Grueso	0.280980	m3
	<hr/>	
	1.000000	m3

10.- Peso Seco de los Materiales de Diseño por Metro Cúbico

Cemento	330.77	kg
Agua	215.00	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	2.65	kg
Agregado Fino	1000.75	kg
Agregado Grueso	732.79	kg

11.- Aporte de Humedad de los Agregados

Aporte del Agregado Fino	24.72	l
Aporte del Agregado Grueso	-5.42	l
Aporte Total	<hr/>	
	19.30	l

12.- Materiales por Metro Cúbico Corregidos por Humedad

Cemento	330.77	kg
Agua	195.70	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	2.65	kg
Agregado Fino	1035.37	kg
Agregado Grueso	735.51	kg

13.- Proporciónamiento en Peso

Cemento	1.00	
Agregado Fino	3.13	
Agregado Grueso	2.22	
Agua	25.15	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.34	l/bolsa

14.- Proporciónamiento en Volumen

Cemento	1.00	
Agregado Fino	2.75	
Agregado Grueso	2.35	
Agua	25.15	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.34	l/bolsa

Tabla 49

Diseño del concreto con 1.5 % de aditivo del peso del cemento por el Método del módulo de fineza de combinación de agregados.

DISEÑO DE MEZCLA: 1.5 % DE ADITIVO			
<u>1.- Materiales</u>			
Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	Peso Específico:	3.11 g/cm ³	
Agregado Grueso	Cantera:	Roca Fuerte	
Agregado Fino	Cantera:	Roca Fuerte	
Agua	Red Pública	NTP 339.088	
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	Peso Específico:	1.09 g/cm ³	
<u>2.- Resistencia a Compresión</u>			
Resistencia a compresión especificada	$f'c$	280.00 kg/cm ²	
Resistencia a compresión requerida	$f'cr = f'c + 85$	365.00 kg/cm ²	
<u>3.- Asentamiento</u>			
Slump	NTP 339.035	3" - 4"	
<u>4.- Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso</u>			
TMN	1/2"		
<u>5.- Relación Agua / Cemento</u>			
Agua de mezcla	215 l/m ³		
Aire atrapado	2.5 %		
Relación agua / cemento	0.6500		
Cemento	330.77 kg/m ³	7.78 bolsas/m ³	
<u>6.- Volúmenes Absolutos de la Pasta</u>			
Cemento	0.106357 m3		
Agua	0.215000 m3		
Aire atrapado	0.025000 m3		
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.004552 m3		
	0.350909 m3		
<u>7.- Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados</u>			
Vacios por corregir	5.2 %		
mc sin corregir por vacíos	4.77		
mc corregido por vacíos	4.67		
<u>8.- Porcentaje de Agregados en relación al Volumen Absoluto de Agregados</u>			
Agregado Fino	56.85 %		
Agregado Grueso	43.15 %		

9.- Volúmenes Absolutos por Metro Cúbico

Cemento	0.106357	m3
Agua	0.215000	m3
Aire atrapado	0.025000	m3
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.004552	m3
Agregado Fino	0.369028	m3
Agregado Grueso	0.280063	m3
	<hr/>	
	1.000000	m3

10.- Peso Seco de los Materiales de Diseño por Metro Cúbico

Cemento	330.77	kg
Agua	215.00	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	4.96	kg
Agregado Fino	997.48	kg
Agregado Grueso	730.40	kg

11.- Aporte de Humedad de los Agregados

Aporte del Agregado Fino	24.64	l
Aporte del Agregado Grueso	-5.40	l
Aporte Total	<hr/>	
	19.23	l

12.- Materiales por Metro Cúbico Corregidos por Humedad

Cemento	330.77	kg
Agua	195.77	l
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	4.96	kg
Agregado Fino	1032.00	kg
Agregado Grueso	733.11	kg

13.- Proporciónamiento en Peso

Cemento	1.00	
Agregado Fino	3.12	
Agregado Grueso	2.22	
Agua	25.15	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.64	l/bolsa

14.- Proporciónamiento en Volumen

Cemento	1.00	
Agregado Fino	2.75	
Agregado Grueso	2.35	
Agua	25.15	l/bolsa
Aditivo Z Fluidizante SR-1000	0.64	l/bolsa

Tabla 50*Cantidad de materiales por diseño.*

Material	Und.	Diseño de mezcla según el porcentaje de aditivo			
		0%	0.20%	0.80%	1.50%
Cemento	Kg.	330.77	330.77	330.77	330.77
Agua de diseño	lt.	215.00	215.00	215.00	215.00
Agregado Fino	Kg.	1004.48	1003.55	1000.75	997.48
Agregado Grueso	Kg.	735.53	734.84	732.79	730.40
Aire Total	%	2.50	2.50	2.50	2.50
Z fluidizante SR-1000	Kg.	0.00	0.66	2.65	4.96

APÉNDICE 3: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Tabla 51

Datos recolectados especímenes de concreto del diseño patrón.

DISEÑO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	PESO PROBETA DE CONCRETO FRESCO (kg)	PESO PROBETA DE CONCRETO ENDURECIDO (kg)	VOLUMEN (cm ³)	P.U. CONCRETO FRESCO kg/m ³	P.U. CONCRETO ENDURECIDO kg/m ³	CARGA (KN)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
PATRÓN	01/12/2023	02/12/2023	1	15.08	15.09	15.085	30.10	30.10	30.100	12871	12785	178.723	2300.34	2284.97	82.35	46.98
				15.12	15.10	15.110	30.30	30.25	30.275	12818	12670	179.3159	2298.47	2271.93	84.16	47.86
				14.99	15.02	15.005	30.30	30.25	30.275	12984	12848	176.8324	2295.99	2271.94	83.01	47.87
				15.16	15.14	15.150	30.30	30.30	30.300	12803	12620	180.2665	2307.95	2274.96	84.22	47.64
				15.03	15.13	15.080	30.30	30.30	30.300	12861	12794	178.6046	2297.03	2285.07	82.54	47.12
				15.18	15.14	15.160	30.10	30.20	30.150	12748	12587	180.5046	2301.07	2272.01	86.12	48.65
				15.02	15.08	15.050	30.05	30.00	30.025	12879	12833	177.8946	2291.11	2282.92	83.16	47.67
				15.11	15.09	15.100	30.10	30.15	30.125	12812	12732	179.0786	2294.36	2280.03	82.45	46.95
				15.20	15.14	15.170	30.20	30.10	30.150	12786	12631	180.7428	2310.98	2282.96	79.97	45.12
	15.13	15.16	15.145	30.10	30.05	30.075	12845	12684	180.1476	2314.00	2284.99	85.19	48.22			
	15.21	15.14	15.175	30.00	30.05	30.025	12749	12579	180.862	2305.81	2275.06	344.12	194.01			
	15.06	15.11	15.085	30.20	30.15	30.175	12916	12718	178.723	2308.39	2273.00	339.88	193.92			
	15.20	15.08	15.140	30.05	30.05	30.050	12869	12665	180.0287	2316.79	2280.06	332.14	188.13			
	15.12	15.15	15.135	30.20	30.10	30.150	12833	12706	179.9098	2308.78	2285.93	344.64	195.34			
	15.09	15.12	15.105	30.10	30.15	30.125	12915	12696	179.1972	2314.33	2275.09	342.57	194.94			
	15.03	15.12	15.075	30.05	30.00	30.025	12929	12763	178.4862	2307.65	2278.02	339.60	194.02			
	15.11	15.18	15.145	30.05	30.00	30.025	12849	12667	180.1476	2314.72	2281.93	340.65	192.82			
	15.14	15.06	15.100	30.15	30.00	30.075	12905	12710	179.0786	2311.01	2276.09	341.34	194.36			
	15.05	15.02	15.035	30.30	30.20	30.250	12975	12866	177.5284	2303.43	2284.08	342.11	196.50			
	15.09	15.12	15.105	30.20	30.15	30.175	12923	12762	179.1972	2315.77	2286.92	339.03	192.92			
	15.14	15.18	15.160	30.10	30.10	30.100	12778	12670	180.5046	2306.49	2286.99	458.74	259.15			
	15.13	15.22	15.175	30.15	30.15	30.150	12788	12645	180.862	2312.86	2287.00	460.21	259.47			
	15.15	15.17	15.160	30.10	30.20	30.150	12801	12598	180.5046	2310.64	2274.00	451.99	255.34			
	15.20	15.16	15.180	30.05	30.15	30.100	13014	12576	180.9812	2355.29	2276.02	455.49	256.64			
	15.00	15.00	15.000	30.20	30.20	30.200	13045	12857	176.7146	2305.24	2272.02	442.56	255.37			
	15.01	15.10	15.055	30.20	30.20	30.200	12921	12819	178.0129	2300.10	2281.95	451.51	258.64			
	15.11	15.08	15.095	30.20	30.15	30.175	12900	12735	178.9601	2308.58	2279.06	460.74	262.53			
	15.00	15.06	15.030	30.10	30.05	30.075	12955	12890	177.4222	2298.50	2286.97	452.55	260.09			
	15.20	15.18	15.190	30.00	30.00	30.000	12811	12565	181.2197	2321.61	2277.03	450.42	253.45			
	15.10	15.16	15.130	30.10	30.00	30.050	12796	12720	179.7909	2300.60	2286.94	451.03	255.81			
	15.16	15.12	15.140	30.05	30.00	30.025	12760	12626	180.0287	2297.17	2273.04	521.04	295.12			
	15.19	15.17	15.180	30.30	30.20	30.250	12796	12592	180.9812	2315.84	2278.92	514.16	289.69			
	15.19	15.11	15.150	30.10	30.00	30.050	12851	12604	180.2665	2316.61	2272.08	528.44	298.92			
	15.21	15.21	15.210	30.00	30.05	30.025	12722	12570	181.6972	2311.55	2283.93	524.81	294.53			
	15.17	15.17	15.170	30.20	30.15	30.175	12825	12659	180.7428	2318.03	2288.02	527.42	297.56			
15.14	15.18	15.160	30.10	30.00	30.050	12740	12637	180.5046	2299.63	2281.04	520.13	293.83				
15.08	15.11	15.095	30.00	30.05	30.025	12861	12724	178.9601	2301.61	2277.09	516.51	294.30				
15.12	15.10	15.110	30.20	30.10	30.150	12875	12721	179.3159	2308.69	2281.08	520.54	296.01				
15.06	15.09	15.075	30.05	30.10	30.075	12975	12735	178.4862	2315.86	2273.02	525.59	300.27				
15.02	15.07	15.045	30.05	30.10	30.075	12948	12797	177.7765	2301.85	2275.01	524.43	300.81				

Tabla 52

Datos recolectados especímenes de concreto del diseño con 0.2 % de aditivo del peso del cemento.

DISEÑO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	PESO PROBETA DE CONCRETO FRESCO (kg)	PESO PROBETA DE CONCRETO ENDURECIDO (kg)	VOLUMEN (cm3)	P.U. CONCRETO FRESCO kg/m3	P.U. CONCRETO ENDURECIDO kg/m3	CARGA (KN)	RESISTENCIA (kg/cm2)
				15.01	15.02	15.015	30.20	30.20	30.200	13096	13006	177.0682	2318.89	2302.95	165.27	95.18
				15.13	15.08	15.105	30.30	30.30	30.300	12928	12829	179.1972	2316.66	2298.92	172.11	97.94
				15.11	15.04	15.075	30.20	30.15	30.175	13018	12892	178.4862	2323.53	2301.04	168.74	96.40
				15.10	14.86	14.980	30.00	30.10	30.050	13161	12993	176.2437	2319.54	2289.93	164.44	95.14
	01/12/2023	02/12/2023	1	14.98	15.12	15.050	30.00	30.05	30.025	13021	12929	177.8946	2316.37	2300.00	168.52	96.60
				14.99	15.08	15.035	30.00	30.00	30.000	13044	12921	177.5402	2315.83	2294.00	166.44	95.59
				15.06	15.07	15.065	30.00	30.00	30.000	13015	12853	178.2494	2319.92	2291.04	164.37	94.03
				15.21	15.10	15.155	30.10	30.10	30.100	12854	12739	180.3856	2318.68	2297.93	168.33	95.16
				15.04	15.02	15.030	30.05	30.05	30.050	13066	12980	177.4222	2318.20	2302.94	166.40	95.64
				15.07	15.13	15.100	30.00	30.00	30.000	12956	12866	179.0786	2320.14	2304.03	166.20	94.64
				15.11	15.06	15.085	30.05	30.10	30.075	12953	12886	178.723	2315.00	2303.02	451.27	257.47
				15.10	15.16	15.130	30.05	30.00	30.025	12923	12759	179.7909	2323.44	2293.95	462.74	262.45
				15.09	15.10	15.095	30.10	30.15	30.125	13020	12846	178.9601	2330.06	2298.92	458.41	261.20
				15.10	15.15	15.125	30.00	30.05	30.025	12971	12812	179.6721	2330.53	2301.96	461.24	261.77
	01/12/2023	04/12/2023	3	15.19	15.03	15.110	30.30	30.20	30.250	13000	12804	179.3159	2331.11	2295.96	455.69	259.13
				15.17	15.03	15.100	30.20	30.10	30.150	12958	12860	179.0786	2320.50	2302.95	452.99	257.94
				15.16	15.14	15.150	30.30	30.25	30.275	12888	12726	180.2665	2323.28	2294.07	457.86	258.99
				15.21	15.17	15.190	30.05	30.10	30.075	12786	12719	181.2197	2317.08	2304.93	453.99	255.45
				15.18	15.02	15.100	30.20	30.20	30.200	13001	12793	179.0786	2328.20	2290.95	461.46	262.76
				15.03	15.08	15.055	30.10	30.00	30.050	13047	12920	178.0129	2322.53	2299.93	452.93	259.45
0.2 % DE ADITIVO				15.04	15.12	15.080	30.00	30.05	30.025	12987	12906	178.6046	2319.54	2305.07	591.78	337.86
				15.16	15.16	15.160	30.10	30.10	30.100	12874	12692	180.5046	2323.82	2290.96	599.97	338.93
				15.06	15.08	15.070	30.00	30.00	30.000	12982	12895	178.3678	2315.57	2300.05	593.41	339.24
				15.06	15.12	15.090	30.10	30.10	30.100	12970	12894	178.8415	2319.57	2305.98	592.13	337.61
	01/12/2023	06/12/2023	5	15.14	15.18	15.160	30.00	30.05	30.025	12826	12742	180.5046	2315.15	2299.99	598.89	338.32
				15.17	15.02	15.095	30.00	30.05	30.025	12972	12807	178.9601	2321.47	2291.94	593.86	338.38
				15.06	15.17	15.115	30.00	30.10	30.050	12902	12863	179.4346	2315.07	2308.07	591.81	336.32
				15.18	15.09	15.135	30.00	30.00	30.000	12863	12756	179.9098	2314.18	2294.93	596.97	338.35
				15.13	15.10	15.115	30.10	30.00	30.050	12911	12757	179.4346	2316.68	2289.05	596.23	338.83
				15.17	15.14	15.155	30.20	30.15	30.175	12876	12717	180.3856	2322.64	2293.96	598.09	338.09
				15.02	15.06	15.040	30.05	30.00	30.025	13055	12974	177.6583	2319.33	2304.94	661.24	379.53
				15.08	15.10	15.090	30.05	30.05	30.050	12989	12889	178.8415	2322.97	2305.09	664.29	378.76
				15.01	15.03	15.020	30.20	30.15	30.175	13121	13009	177.1861	2324.86	2305.01	658.74	379.10
				15.06	15.10	15.080	30.20	30.20	30.200	13026	12833	178.6046	2326.50	2292.03	666.61	380.59
	01/12/2023	08/12/2023	7	15.01	15.09	15.050	30.10	30.10	30.100	13027	12974	177.8946	2317.43	2308.01	660.14	378.40
				15.14	15.19	15.165	30.15	30.15	30.150	12899	12739	180.6237	2329.86	2300.97	661.91	373.68
				15.02	15.20	15.110	30.20	30.10	30.150	12940	12866	179.3159	2320.35	2307.08	658.09	374.23
				15.21	15.06	15.135	30.15	30.15	30.150	12894	12751	179.9098	2319.76	2294.03	660.58	374.41
				15.17	15.15	15.160	30.15	30.15	30.150	12855	12692	180.5046	2320.39	2290.96	662.48	374.25
				15.14	15.18	15.160	30.05	30.05	30.050	12873	12764	180.5046	2323.64	2303.96	661.56	373.73

Tabla 53

Datos recolectados especímenes de concreto del diseño con 0.8 % de aditivo del peso del cemento.

DISEÑO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	PESO PROBETA DE CONCRETO FRESCO (kg)	PESO PROBETA DE CONCRETO ENDURECIDO (kg)	VOLUMEN (cm3)	P.U. CONCRETO FRESCO kg/m3	P.U. CONCRETO ENDURECIDO kg/m3	CARGA (KN)	RESISTENCIA (kg/cm2)
				15.16	15.19	15.175	30.00	30.10	30.050	12988	12761	180.862	2349.04	2307.98	270.59	152.56
				15.17	15.11	15.140	30.10	30.10	30.100	12997	12809	180.0287	2339.83	2305.99	264.58	149.86
				15.02	14.91	14.965	30.30	30.25	30.275	13254	13127	175.8909	2331.26	2308.92	258.76	150.01
				15.14	15.12	15.130	30.00	30.10	30.050	13032	12871	179.7909	2343.04	2314.09	274.51	155.69
	01/12/2023	02/12/2023	1	15.14	15.11	15.125	30.10	30.15	30.125	12991	12868	179.6721	2334.12	2312.02	271.49	154.08
				15.02	15.00	15.010	30.10	30.10	30.100	13221	13055	176.9503	2339.46	2310.09	264.78	152.58
				15.08	15.06	15.070	30.20	30.20	30.200	13087	12923	178.3678	2334.30	2305.05	264.57	151.25
				15.11	15.08	15.095	30.20	30.20	30.200	13026	12925	178.9601	2331.13	2313.06	273.48	155.83
				15.16	15.06	15.110	30.15	30.15	30.150	13086	12893	179.3159	2346.53	2311.92	274.20	155.93
				15.15	15.10	15.125	30.15	30.10	30.125	12987	12873	179.6721	2333.40	2312.92	261.13	148.20
				15.13	15.12	15.125	30.20	30.15	30.175	13099	12862	179.6721	2353.52	2310.94	600.88	341.02
				15.18	15.10	15.140	30.10	30.05	30.075	13049	12831	180.0287	2349.19	2309.95	608.41	344.61
				15.07	15.02	15.045	30.15	30.10	30.125	13121	12977	177.7765	2332.60	2307.01	588.41	337.50
				15.07	15.13	15.100	30.10	30.05	30.075	13108	12888	179.0786	2347.36	2307.97	602.87	343.28
	01/12/2023	04/12/2023	3	15.03	15.08	15.055	30.10	30.10	30.100	13166	12977	178.0129	2343.72	2310.07	600.58	344.03
				15.16	15.18	15.170	30.20	30.20	30.200	13000	12792	180.7428	2349.66	2312.06	605.73	341.74
				15.13	15.09	15.110	30.15	30.15	30.150	13104	12877	179.3159	2349.76	2309.05	603.08	342.95
				15.18	15.06	15.120	30.20	30.20	30.200	13004	12876	179.5533	2334.91	2311.93	604.44	343.27
				15.16	15.07	15.115	30.20	30.20	30.200	13098	12896	179.4346	2350.23	2313.99	593.4	337.22
				15.18	15.17	15.175	30.15	30.15	30.150	13000	12794	180.862	2351.21	2313.95	604.62	340.88
0.8 % DE ADITIVO				15.13	15.17	15.150	30.10	30.10	30.100	12941	12787	180.2665	2332.83	2305.07	741.95	419.69
				15.11	15.11	15.110	30.00	30.00	30.000	13066	12893	179.3159	2342.94	2311.92	734.88	417.90
				15.18	15.20	15.190	30.00	30.00	30.000	12944	12730	181.2197	2345.71	2306.93	744.51	418.93
				15.09	15.09	15.090	30.15	30.15	30.150	13142	12939	178.8415	2350.34	2314.03	730.86	416.71
	01/12/2023	06/12/2023	5	15.00	15.10	15.050	30.10	30.10	30.100	13099	12963	177.8946	2330.24	2306.05	721.34	413.48
				15.13	15.16	15.145	30.20	30.20	30.200	13010	12812	180.1476	2343.72	2308.05	742.58	420.33
				15.06	15.18	15.120	30.20	30.20	30.200	13086	12882	179.5533	2349.63	2313.01	744.02	422.54
				15.08	15.07	15.075	30.10	30.10	30.100	13057	12965	178.4862	2330.49	2314.07	744.82	425.52
				15.19	15.11	15.150	30.10	30.15	30.125	13006	12809	180.2665	2344.55	2309.03	738.58	417.79
				15.02	15.16	15.090	30.05	30.05	30.050	13140	12911	178.8415	2349.98	2309.02	736.73	420.06
				15.03	15.07	15.050	30.05	30.05	30.050	13112	12963	177.8946	2332.55	2306.05	784.19	449.50
				15.13	15.15	15.140	30.10	30.10	30.100	13042	12809	180.0287	2347.93	2305.99	810.69	459.18
				15.02	15.12	15.070	30.10	30.20	30.150	13091	12956	178.3678	2335.01	2310.93	800.97	457.90
				15.15	15.17	15.160	30.20	30.20	30.200	13010	12781	180.5046	2348.36	2307.03	802.31	453.24
	01/12/2023	08/12/2023	7	15.08	15.08	15.080	30.20	30.20	30.200	13126	12934	178.6046	2344.36	2310.07	796.68	454.85
				15.11	15.07	15.090	30.15	30.10	30.125	13056	12933	178.8415	2334.95	2312.96	804.03	458.43
				15.00	15.09	15.045	30.10	30.10	30.100	13116	12988	177.7765	2331.72	2308.96	795.35	456.20
				15.16	15.02	15.090	30.20	30.20	30.200	13100	12911	178.8415	2342.82	2309.02	790.99	451.00
				15.18	15.17	15.175	30.00	30.10	30.050	12996	12789	180.862	2350.48	2313.04	801.33	451.79
				15.16	15.16	15.160	30.00	30.10	30.050	13015	12775	180.5046	2349.27	2305.95	792.56	447.73

Tabla 54

Datos recolectados especímenes de concreto del diseño con 1.5 % de aditivo del peso del cemento.

DISEÑO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	PESO PROBETA DE CONCRETO FRESCO (kg)	PESO PROBETA DE CONCRETO ENDURECIDO (kg)	VOLUMEN (cm3)	P.U. CONCRETO FRESCO kg/m3	P.U. CONCRETO ENDURECIDO kg/m3	CARGA (KN)	RESISTENCIA (kg/cm2)
				15.10	15.12	15.110	30.00	30.05	30.025	13124	12921	179.3159	2353.34	2316.94	458.67	260.83
				15.11	15.06	15.085	30.10	30.10	30.100	13186	12987	178.723	2356.64	2321.08	452.79	258.34
				15.09	15.01	15.050	30.10	30.05	30.075	13254	13008	177.8946	2357.82	2314.05	460.01	263.68
				15.05	15.13	15.090	30.20	30.15	30.175	13164	12972	178.8415	2354.27	2319.93	455.19	259.54
	01/12/2023	02/12/2023	1	15.12	15.13	15.125	30.30	30.20	30.250	13149	12929	179.6721	2362.51	2322.98	462.88	262.70
				15.11	15.02	15.065	30.10	30.10	30.100	13241	12999	178.2494	2360.20	2317.06	452.43	258.82
				15.14	15.20	15.170	30.10	30.00	30.050	13001	12847	180.7428	2349.84	2322.00	453.62	255.92
				15.06	15.10	15.080	30.00	30.00	30.000	13169	12978	178.6046	2352.04	2317.93	454.20	259.31
				15.07	15.08	15.075	30.00	30.05	30.025	13266	12965	178.4862	2367.80	2314.07	454.26	259.52
				15.20	15.15	15.175	30.10	30.10	30.100	13005	12833	180.862	2352.11	2321.00	462.69	260.86
				15.10	15.11	15.105	30.10	30.15	30.125	13155	12935	179.1972	2357.34	2317.92	785.14	446.77
				15.20	15.09	15.145	30.10	30.10	30.100	13076	12889	180.1476	2355.61	2321.92	790.12	447.24
				15.08	15.13	15.105	30.20	30.20	30.200	13206	12941	179.1972	2366.48	2318.99	788.53	448.70
				15.13	15.11	15.120	30.10	30.15	30.125	13158	12927	179.5533	2362.56	2321.09	781.96	444.08
	01/12/2023	04/12/2023	3	15.16	15.08	15.120	30.20	30.20	30.200	13099	12899	179.5533	2351.97	2316.06	794.56	451.24
				15.00	15.10	15.050	30.00	30.00	30.000	13254	13008	177.8946	2357.82	2314.05	794.74	455.55
				15.06	15.06	15.060	30.00	30.00	30.000	13244	12996	178.1311	2359.17	2314.99	785.42	449.61
				15.21	15.14	15.175	30.05	30.10	30.075	12991	12800	180.862	2349.58	2315.03	788.63	444.63
				15.08	15.10	15.090	30.05	30.10	30.075	13182	12950	178.8415	2357.49	2316.00	790.33	450.62
				15.06	15.08	15.070	30.15	30.15	30.150	13176	12990	178.3678	2350.17	2317.00	794.06	453.95
1.5 % DE ADITIVO				15.05	15.11	15.080	30.15	30.15	30.150	13220	13006	178.6046	2361.15	2322.93	928.77	530.26
				15.11	15.21	15.160	30.20	30.20	30.200	13067	12864	180.5046	2358.65	2322.01	942.58	532.48
				15.05	15.11	15.080	30.15	30.10	30.125	13169	12995	178.6046	2352.04	2320.97	930.74	531.38
				15.01	15.01	15.010	30.15	30.10	30.125	13296	13094	176.9503	2352.73	2316.99	921.84	531.22
	01/12/2023	06/12/2023	5	15.10	15.12	15.110	30.00	30.00	30.000	13205	12944	179.3159	2367.87	2321.07	938.74	533.83
				15.13	15.05	15.090	30.15	30.00	30.075	13149	12956	178.8415	2351.59	2317.07	941.82	537.00
				15.20	15.09	15.145	30.20	30.20	30.200	13080	12878	180.1476	2356.33	2319.94	921.48	521.59
				15.10	15.08	15.090	30.20	30.20	30.200	13189	12944	178.8415	2358.74	2314.92	925.78	527.85
				15.06	15.13	15.095	30.15	30.15	30.150	13200	12953	178.9601	2362.27	2318.07	935.91	533.27
				15.08	15.09	15.085	30.10	30.10	30.100	13174	12998	178.723	2354.50	2323.04	938.07	535.21
				15.18	15.20	15.190	30.10	30.15	30.125	13046	12780	181.2197	2364.19	2315.99	1024.70	576.59
				15.15	15.17	15.160	30.10	30.15	30.125	13088	12847	180.5046	2362.44	2318.94	1016.80	574.41
				15.16	15.20	15.180	30.20	30.20	30.200	12994	12786	180.9812	2351.67	2314.03	1042.00	587.09
				15.13	15.17	15.150	30.20	30.20	30.200	13080	12881	180.2665	2357.89	2322.01	1011.00	571.88
	01/12/2023	08/12/2023	7	15.09	15.13	15.110	30.15	30.15	30.150	13200	12927	179.3159	2366.97	2318.02	1013.40	576.28
				15.15	15.14	15.145	30.20	30.20	30.200	13183	12895	180.1476	2374.89	2323.00	1023.70	579.45
				15.13	15.09	15.110	30.30	30.30	30.300	13098	12921	179.3159	2348.68	2316.94	1042.80	593.00
				15.09	15.17	15.130	30.20	30.15	30.175	13121	12909	179.7909	2359.04	2320.92	1043.50	591.83
				15.13	15.18	15.155	30.15	30.15	30.150	12999	12856	180.3856	2344.83	2319.04	1022.40	577.95
				15.18	15.15	15.165	30.10	30.10	30.100	13104	12822	180.6237	2366.89	2315.96	1014.10	572.50

Tabla 55

Datos recolectados especímenes de concreto para los cuatro diseños a la edad de 28 días.

DISEÑO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	CARGA (KN)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Patrón	01/12/2023	29/12/2023	28	15.18	15.11	15.145	30.20	30.10	30.150	642.13	363.47
				15.05	15.08	15.065	30.15	30.00	30.075	631.89	361.48
				15.19	15.16	15.175	30.15	30.00	30.075	643.11	362.59
				15.16	15.17	15.165	30.20	30.20	30.200	641.58	362.20
				15.18	15.17	15.175	30.20	30.20	30.200	638.74	360.12
0.2 % de Aditivo	01/12/2023	29/12/2023	28	15.18	15.16	15.170	30.15	30.15	30.150	870.12	490.90
				15.05	15.18	15.115	30.20	30.10	30.150	859.76	488.59
				15.19	15.14	15.165	30.20	30.20	30.200	872.14	492.36
				15.16	15.15	15.155	30.15	30.10	30.125	868.88	491.17
				15.18	15.11	15.145	30.00	30.00	30.000	869.46	492.15
0.2 % de Aditivo	01/12/2023	29/12/2023	28	15.17	15.05	15.110	30.10	30.00	30.050	1014.20	576.74
				15.16	15.18	15.170	30.20	30.10	30.150	1025.10	578.33
				15.18	15.18	15.180	30.00	30.10	30.050	1017.20	573.12
				15.14	15.05	15.095	30.00	30.10	30.050	1009.70	575.32
				15.12	15.16	15.140	30.05	30.20	30.125	1005.60	569.58
0.2 % de Aditivo	01/12/2023	29/12/2023	28	15.19	15.14	15.165	30.20	30.00	30.100	1155.43	652.29
				15.16	15.12	15.140	30.20	30.20	30.200	1147.6	650.01
				15.18	15.19	15.185	30.10	30.20	30.150	1162.4	654.50
				15.15	15.16	15.155	30.10	30.20	30.150	1146.9	648.33
				15.11	15.18	15.145	30.20	30.20	30.200	1139.97	645.26

APÉNDICE 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS DISTINTOS DISEÑOS A LOS 28 DÍAS.

Tabla 56

Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto de los cuatro diseños a la edad de 28 días.

N° de Probeta de Concreto	Diseño	Área	Carga (KN)	Tipo de Falla	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)
161	Patrón	180.15	642.13	3	363.47	129.81%
162		178.25	631.89	3	361.48	129.10%
163		180.86	643.11	5	362.59	129.49%
164		180.62	641.58	5	362.20	129.36%
165		180.86	638.74	5	360.12	128.61%
Resistencia a la Compresión Promedio					361.97	129.28%
166	0.2 % de Aditivo del Peso del Cemento	180.74	870.12	5	490.90	175.32%
167		179.43	859.76	5	488.59	174.50%
168		180.62	872.14	5	492.36	175.84%
169		180.39	868.88	3	491.17	175.42%
170		180.15	869.46	5	492.15	175.77%
Resistencia a la Compresión Promedio					491.03	175.37%
171	0.8 % de Aditivo del Peso del Cemento	179.32	1014.20	3	576.74	205.98%
172		180.74	1025.10	3	578.33	206.55%
173		180.98	1017.20	3	573.12	204.69%
174		178.96	1009.70	5	575.32	205.47%
175		180.03	1005.60	5	569.58	203.42%
Resistencia a la Compresión Promedio					574.62	205.22%
176	1.5 % de Aditivo del Peso del Cemento	180.62	1155.43	5	652.29	232.96%
177		180.03	1147.60	5	650.01	232.15%
178		181.10	1162.40	5	654.50	233.75%
179		180.39	1146.90	5	648.33	231.55%
180		180.15	1139.97	5	645.26	230.45%
Resistencia a la Compresión Promedio					650.08	232.17%

Tabla 57

Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto de los cuatro diseños a las edades de 1, 3, 5, 7 y 28 días.

Diseño	Edad									
	1 Día		3 Días		5 Días		7 Días		28 Días	
	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)	Resistencia Promedio Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)
Patrón	47.41	16.93%	193.70	69.18%	257.65	92.02%	296.10	105.75%	361.97	129.28%
0.2 % de Aditivo del Peso del Cemento	95.63	34.15%	259.66	92.74%	338.19	120.78%	376.67	134.52%	491.03	175.37%
0.8 % de Aditivo del Peso del Cemento	152.60	54.50%	341.65	122.02%	419.29	149.75%	453.98	162.14%	574.62	205.22%
1.5 % de Aditivo del Peso del Cemento	259.95	92.84%	449.24	160.44%	531.41	189.79%	580.10	207.18%	650.08	232.17%

Figura 12

Resistencia a la compresión de los cuatro diseños a las edades de 1, 3, 5, 7 y 28 días de curado.

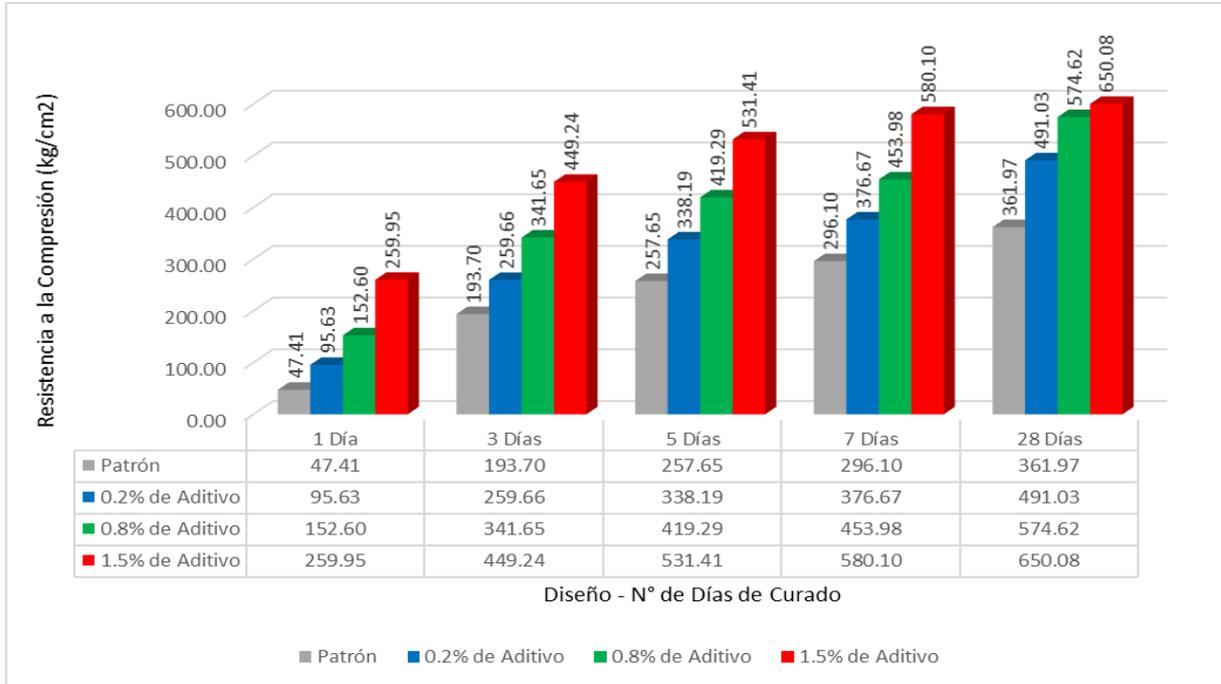
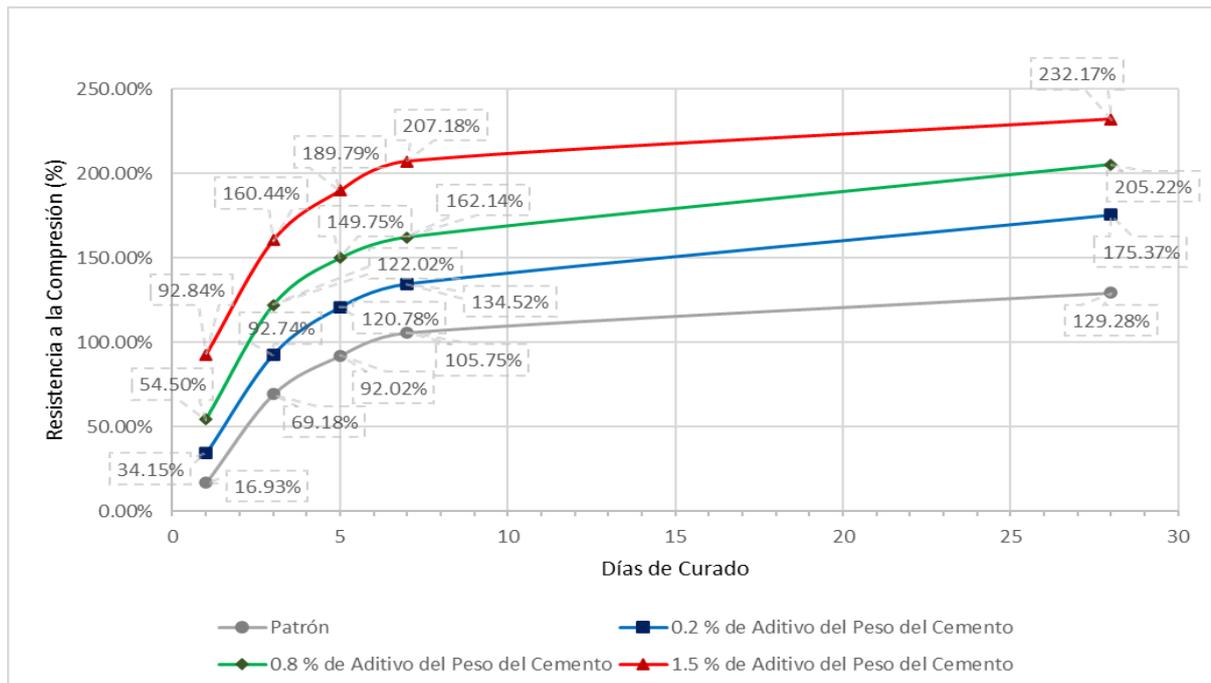


Figura 13

Desarrollo de la resistencia a la compresión de los cuatro diseños a las edades de 1, 3, 5, 7 y 28 días de curado.



APÉNDICE 5: PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO.

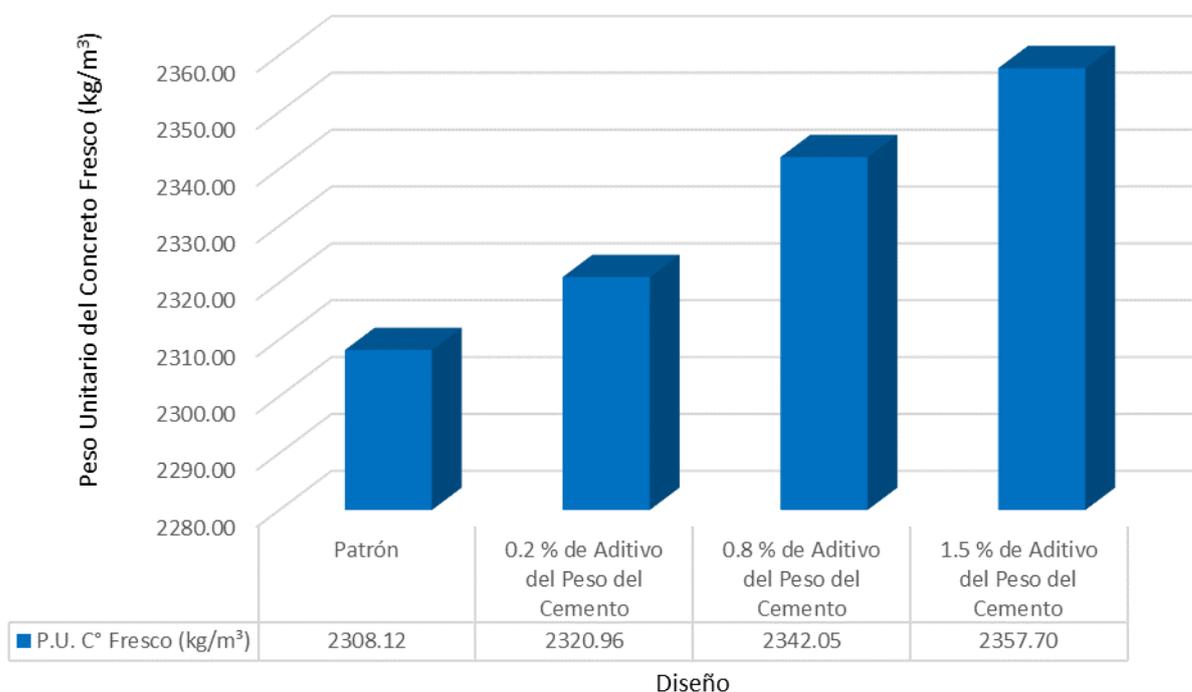
Tabla 58

Peso unitario del concreto fresco de los cuatro diseños.

Diseño	Peso Unitario del Concreto Fresco (kg/m ³)				Promedio
	Edad				
	1 Día	3 Días	5 Días	7 Días	
Patrón	2301.13	2310.67	2311.99	2308.68	2308.12
0.2 % de Aditivo del Peso del Cemento	2318.78	2324.17	2318.37	2322.51	2320.96
0.8 % de Aditivo del Peso del Cemento	2338.21	2346.22	2342.04	2341.75	2342.05
1.5 % de Aditivo del Peso del Cemento	2356.66	2356.82	2357.59	2359.75	2357.70

Figura 14

Peso unitario del concreto fresco de los cuatro diseños.



APÉNDICE 6: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO.

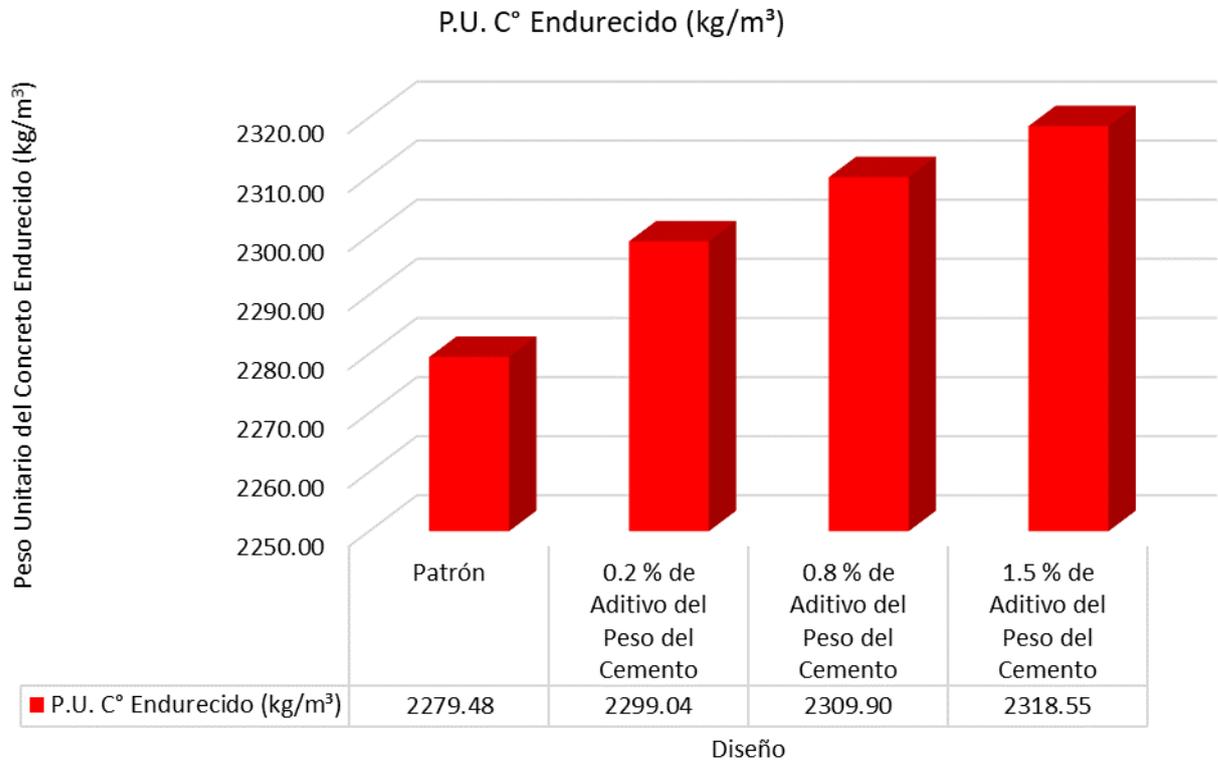
Tabla 59

Peso unitario del concreto endurecido de los cuatro diseños.

Diseño	Peso Unitario del Concreto Endurecido (kg/m ³)				Promedio
	Edad				
	1 Día	3 Días	5 Días	7 Días	
Patrón	2279.18	2279.62	2280.80	2278.32	2279.48
0.2 % de Aditivo del Peso del Cemento	2298.28	2298.67	2298.00	2301.21	2299.04
0.8 % de Aditivo del Peso del Cemento	2310.20	2310.69	2309.72	2309.00	2309.90
1.5 % de Aditivo del Peso del Cemento	2318.71	2317.30	2319.70	2318.48	2318.55

Figura 15

Peso unitario del concreto endurecido de los cuatro diseños.



APÉNDICE 7: PANEL FOTOGRÁFICO.

Figura 16

Análisis granulométrico de los agregados.



Figura 17

Peso unitario seco suelto del agregado fino.



Figura 18

Peso unitario compactado del agregado grueso.



Figura 19

Peso específico del agregado fino.



Figura 20

Ensayo de abrasión del agregado grueso en la máquina de los Ángeles.



Figura 21

Elaboración de especímenes de concreto.



Figura 22

Ensayo de Slump.



Figura 23

Aditivo Z fluidizante SR - 1000.



Figura 24

Pesado del aditivo Z fluidizante SR - 1000.



Figura 25

Elaboración de especímenes de concreto.



Figura 26

Elaboración de especímenes de concreto.



Figura 27

Desencofrado de especímenes de concreto.



Figura 28

Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 1 día de curado.



Figura 29

Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 3 días de curado.



Figura 30

Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 5 días de curado.



Figura 31

Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a la edad de 7 días de curado.



Figura 32

Resistencia alcanzada con el diseño de 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de 7 días de curado.



Figura 33

Resistencia alcanzada con el diseño de 1.5 % de aditivo del peso del cemento a la edad de 7 días de curado.



ANEXO I: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND PACASMAYO TIPO I.

CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”

Octubre 2023 V1



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland de uso general Tipo I. Gracias a su diseño de clinker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.

ATRIBUTOS

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

PRESENTACIONES



*En cumplimiento de la Norma Metrológica Peruana (NMP 002:2018)

RECOMENDACIONES DE USO



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

- Las proporciones de los materiales están sujetas a la calidad de los agregados de la zona, y a la ejecución de un diseño de mezclas por un experto, pero es aceptado que con materiales aprobados para construcción se usen las siguientes proporciones.

Aplicación	Resistencia (f'c)	Cemento	Arena limpia	Piedra de tamaño máximo 19 mm	Agua
Losas aligeradas, placas y otros	175	1	2	3	0.5 (*)
Vigas y columnas	210	1	2	2	0.5 (*)

(*) El agua debe ser la suficiente para lograr una consistencia trabajable (slump de 5 a 6 pulgadas), la mezcla no debe estar muy aguada, debe poder levantarse con un badilejo sin escurrirse rápidamente.

- Para otro tipo de concreto se requiere un diseño de mezclas específico, si se usan aditivos el agua debe reducirse.
- Usar un único recipiente de medida.

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

- 1 Los primeros cementos que entren, deben ser los primeros en salir.
- 2 Las bolsas de cemento deben almacenarse a una distancia de 15 cms como mínimo de las paredes del almacén y 60 cms de otras pilas.
- 3 Cubrir con una capa impermeable para evitar la humedad.
- 4 Reducir tiempo de almacenamiento cuando las temperaturas sean menores a 10°C.
- 5 Revisar la bolsa de cemento antes de usarla para verificar si es que tiene grumos. En caso tenga grumos, antes de su uso tamizar la bolsa.
- 6 Colocar parihuelas de madera para evitar la humedad del suelo.
- 7 Evitar la circulación del aire entre bolsas en el apilado.





¿QUÉ ES EL ECOSACO?

Bolsa que se disgrega con la acción de la piedra en mezclas de concreto.

BENEFICIOS DE USAR ECOSACO

- El Ecosaco reducirá el riesgo de exposición al polvo del cemento al maestro ya que va directamente al trompo sin necesidad de abrir la bolsa cuando se ejecutan las mezclas de concreto.
- El Ecosaco genera cero desperdicios, con la acción de la piedra el empaque se disgrega en la mezcla de concreto.
- El Ecosaco mejora la productividad, ahorra en el tiempo de limpieza en obra y gestión de desechos de construcción.

CÓMO USAR EL ECOSACO EN 5 MINUTOS

- AGREGA** la mitad de la proporción de agua (A) y luego introduce el EcoSaco (sin abrir) directo a un trompo de al menos 340 litros.
- AÑADE** el total de los áridos: piedra (B) y arena (C) en el trompo, según el diseño de concreto.
- AJUSTA** la mezcla añadiendo el resto de la proporción de agua y asegura que toda la bolsa esté incorporada en la mezcla para lograr una correcta integración.
- MEZCLA** hasta tener un resultado homogéneo y con la fluidez buscada.

ESCALA DE EMISIONES DE CARBONO

	Factor Clinker	Emisiones
Bajo	hasta 70%	500 a 700 Kg CO2 eq
Medio	71% a 88%	701 a 800 Kg CO2 eq
Alto	89% a 100%	801 Kg CO2 eq a más

***Tipo I** se encuentra en el rango alto en emisiones de carbono según el informe de auditoría realizado por Ecoamet 2022.

*Los resultados presentados corresponden por tonelada (TN) de cemento.

CERTIFICACIÓN EN CUMPLIMIENTO DEL DECRETO SUPREMO N° 001-2022-PRODUCE

Certificación que valida el **cumplimiento del Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico** utilizado en Edificaciones y Construcciones en General

Empresa Certificadora: ICONTEC, Organismo de certificación internacional reconocido por el IAF (Foro Internacional de Acreditación) con alta experiencia certificando productos y servicios en el mundo.



Cementos Pacasmayo optó por el modelo de certificación más alto y riguroso obteniendo la máxima certificación: Esquema Tipo 5.



*Tipos de esquema de certificación

Esquema Tipo 5: Certifica el proceso productivo y la comercialización, verificación del sistema de gestión de calidad en el comercializador, verificación del control de la producción en planta y verificación del sistema de gestión de calidad en planta.

CERTIFICACIONES DE LA COMPAÑÍA



También miembros de **gbc** ^{pe}



Cemento Tipo I Cemento Portland de uso general Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	1.7
SO ₃	Máximo	3.00	%	NTP 334.086	2.82
Alcalis equivalente	-	-	%	NTP 334.086	0.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	2.8
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Finura					
Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4100
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.08
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	7
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	27.6 (4000)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	33.3 (4830)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	40.5 (5870)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	148
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	274
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días	Máximo	0.020	%	NTP 334.093	0.008

*Valores promedios referenciales de lotes despachados / **Requisito opcional.

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos y químicos de la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo 

Para más información ingresa a:
www.cementospacasmayo.com.pe
 O escanea el código QR:



ANEXO II: FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-1000.



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Los faisanes N° 675 Urb. La Campiña - Chorrillos.
Telf.: (01) 2523058 Cel.: 998 128 514/ 996 330 130

Hoja Técnica - Edición 20 - Versión 03.20

Plastificantes / Superplastificantes / Reductores de agua

Z Fluidizante SR-1000

Descripción: Aditivo súperplastificante a base de policarboxilatos de última generación especialmente diseñado para la producción de concreto que requiere de un rápido desarrollo de resistencia inicial, alta reducción de agua y excelente trabajabilidad. Cumple con las normas ASTM C 494, Tipo A, F. No contiene cloruro, no es tóxico y no es inflamable.

Ventajas

- Extremadamente alta reducción de agua, generando una alta resistencia, densidad e impermeabilidad del concreto
- Incremento del desarrollo de resistencia inicial
- No necesita aumentar el contenido de agua y cemento por m³.
- Disminuye la formación de cangrejeras.
- Permite que el concreto obtenga la consistencia necesaria para que sea bombeable.
- Permite que el concreto se acomode mejor a la armadura de acero.
- Disminuye la energía de compactación para la eliminación de vacíos (menor vibrado para compactación).
- Dependiendo de la dosificación y diseño de mezclas se puede obtener mezclas fluidas
- (slump entre 6" a 9").
- Optimiza la cohesividad durante el mezclado del concreto.

Rentabilidad

- Al utilizarlo con la finalidad de reducir agua en el diseño de mezcla se puede ahorrar costos de cemento sin alterar la resistencia de diseño.
- Las propiedades plastificantes que aporta a la mezcla permiten disminución de costos en manipuleo, colocación.
- Evita cangrejeras y con ello gastos adicionales en reparación de concreto luego de desencofrado.
- Permite una menor compactación permitiendo ahorro en costos de vibrado.

La rentabilidad dependerá del buen uso del producto realizando los respectivos reajustes según su diseño y requerimientos del producto final.

Usos

Aditivo súperplastificante y reductor de agua en toda mezcla de concreto. De fácil colocación donde se desee reducir un 10% a 30% de agua (opcional), trae a su vez el aumento de resistencia y durabilidad.

Correo: cotizacionezaditivos.com.pe | ventas@aditivos.com.pe | Página web : www.zaditivos.com.pe

Av. San Luis 3051 - San Borja Tel. (01) 715 5745 - 998 288 456 | Av. Elmer Faucett 1631 - Callao Tel. (01) 715 5770 - 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Tel. (074) 223 718 - 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Tel. (061) 573 591 - 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311 Int.3 Tel. (073) 321 480 - 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344 Tel. (073) 509 408 - 923 055 396

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Tel. (084) 257 111 - 994 086 746

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Telf. (054) 203 388 - 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo Tel. (044) 425 548 - 998 127 657



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Los faisanes N° 675 Urb. La Campiña - Chorrillos.
Telf.: (01) 2523058 Cel.: 998 128 514/ 996 330 130

Hoja Técnica - Edición 20 - Versión 03.20

Aplicación

- Se recomienda diluirlo con la última parte del agua de la mezcla para optimizar su dispersión durante el mezclado.
- Agítese antes de usar.

Cuidados

- Utilizar buenos agregados y un diseño adecuado.
- De acuerdo a las condiciones climatológicas la dosificación del producto puede variar, así como también el slump.
- Para determinar el slump deseado, hacer pruebas en el campo.

Densidad

1.09 ± 0.02 Kg. / L

Rendimiento

De 0.2% a 1.5% sobre el peso del cemento.

Estas dosificaciones dependerán del tipo de diseño del concreto a emplear en cada proyecto específico como también de las condiciones climáticas.

Envases

- 1 Galón; 5 Galones, 55 Galones, 1000 litros.
 - Peso x galón: 4.126Kg = 3.785 L
- Tiempo de Almacenamiento: 1 año en su envase original, bajo sombra.

Seguridad

- Al momento de utilizar el producto, utilizar guantes de nitrilo, gafas protectoras y mascarilla bucal por precaución.
- Evite en contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias.
- En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico

Correo: cotizacion@zaditivos.com.pe | ventas@zaditivos.com.pe | Página web : www.zaditivos.com.pe

Av. San Luis 3051 - San Borja Tel. (01) 715 5745 - 998 288 456 | Av. Elmer Faucett 1631 - Callao Tel. (01) 715 5770 - 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Tel. (074) 223 718 - 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Tel. (061) 573 591 - 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311 Int.3 Tel. (073) 321 480 - 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344 Tel. (073) 509 408 - 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Titto Condemayta 1032 - Wanchaq Tel. (084) 257 111 - 994 086 746

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Telf. (054) 203 388 - 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo Tel. (044) 425 548 - 998 127 657

ANEXO III: CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO.



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

El gerente general de la empresa GUERSAN INGENIEROS S.R.L. deja:

CONSTANCIA:

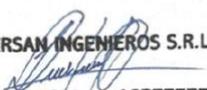
Que el señor **Harlyn Jhóssender Irigoín Idrogo**, identificado con DNI N° 72221249, ingeniero civil y estudiante de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, **ha realizado ensayos de laboratorio en agregados y concreto** para completar su trabajo de investigación de la tesis titulada: **“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F’C=280 KG/CM² A EDADES TEMPRANAS AL INCORPORAR DIFERENTES PORCENTAJES DEL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-1000 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**. Dichos ensayos se realizaron en los meses de noviembre y diciembre del 2023.

Los ensayos efectuados por el señor tesista fueron los siguientes:

- Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de agregado grueso y fino.
- Elaboración y ensayos a la compresión de 180 especímenes de concreto (probetas cilíndricas de 6” x 12”).

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime por conveniente.

Cajamarca, 10 de enero del 2024

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Leiner Guerrero Gonzales
GERENTE GENERAL