

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA



TESIS:

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ UTILIZANDO 1% DE SIKAMENT®-290 N Y 3% DE SIKACEM ACELERANTE PE EN DIFERENTES EDADES”

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. MARÍN VARGAS KEVIN NINROB

ASESOR:

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: KEVIN NINROB MARÍN VARGAS
DNI: 74464417
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
2. Asesor: Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO
Facultad: DE INGENIERÍA
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:
"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$
UTILIZANDO 1% DE SIKAMENT®-290 N Y 3% DE SIKACEM ACELERANTE
PE EN DIFERENTES EDADES"
6. Fecha de evaluación: 14/11/2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 24%
9. Código Documento: Oid: 3117:405492881
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 14/11/2024



FIRMA DEL ASESOR

Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO
DNI: 26733060



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 14/11/2024 17:08:12-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

AGRADECIMIENTO

El autor de esta tesis expresa su cordial agradecimiento:

Al asesor, el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por su profesionalismo, paciencia y su apreciado tiempo, a lo largo de la elaboración de esta investigación.

A mis preciados padres (Julia Vargas Tejada y Alejandro Marín Saldaña) por todo lo que han hecho por mí. Su entrega, sacrificio y amor desinteresado han sido el regalo más preciado que e recibido en la vida. Este logro no solo es mío, sino tambien de ustedes, cada página de esta tesis lleva impreso vuestro amor, sabiduría e infinita dedicación.

A mis queridos hermanos (Yojana Marín Vargas y Nelky Fredy Marín Vargas) quiero expresar mi profunda gratitud por vuestro constante apoyo y aliento a lo largo de mi viaje académico. Su presencia ha sido mi mayor fortaleza, sus palabras de ánimo han sido mi inspiración y vuestra compañía ha llenado mi vida de alegría y significado. Cada desafío superado y cada éxito alcanzado ha sido aún más valioso gracias a teneros a mi lado. Gracias por ser mis consejeros y mis amigos más leales.

A los señores Iris Noemí Olortegui Saucedo y Alberto Rojas Huaman por la amabilidad y hospitalidad durante mi estancia en su hogar. Su generosidad y disposición para atender mis necesidades han hecho de este lugar no solo un sitio para vivir, sino un verdadero hogar.

DEDICATORIA

Con profundo amor y respeto, dedico esta tesis a la memoria de mis queridos abuelitos Sebastián Vargas Duruay y Teodoro Marín Benavides, cuyas enseñanzas y valores continúan guiando mi camino. Aunque ya no están físicamente presentes, su legado vive en mi corazón y en cada uno de mis logros.

Asimismo, dedico este esfuerzo a mi sobrino y “mejor amigo” Alejandro Dylan Marín Alonso, cuya energía y alegría me inspiran a seguir adelante. Que esta tesis sirva como un ejemplo de que nada en la vida es imposible cuando entendemos la importancia del esfuerzo y la dedicación para alcanzar cada una de nuestras metas.

Dedico este trabajo a todos ustedes, quienes han servido como fuente de inspiración para poder avanzar un poco más en mi camino profesional.

Kevin Ninrob

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Hipótesis de la investigación.....	5
1.3.1 Definición de variables	5
1.4. Justificación de la investigación.....	5
1.5. Alcances o delimitaciones de la investigación.....	6
1.6. Objetivos	7
1.6.1 Objetivo general.....	7
1.6.2 Objetivo específico	7
1.7. Descripción de los contenidos.....	8
CAPITULO II. MARCO TEORICO	10
1.7 Antecedentes teóricos.....	10

1.7.1	Antecedentes internacionales	10
1.7.2	Antecedentes nacionales	11
1.7.3	Antecedentes locales	13
1.8	Bases teóricas	14
1.8.1	Concreto	14
1.8.2	Propiedades del concreto fresco.....	14
1.8.3	Propiedades del concreto duro	16
1.8.4	Cemento	16
1.8.5	Agregados	17
1.8.6	Agua.....	18
1.8.7	Aditivo	19
1.8.8	Aditivo acelerante	19
1.8.9	Aditivo retardante	20
1.9	Definición de términos básicos	20
1.9.1	Resistencia a Compresión.....	20
1.9.2	Agregado grueso	20
1.9.3	Agregado Fino	21
1.9.4	Sikacem® Acelerante PE.....	21
1.9.5	Sikament®-290 N	21
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		22

3.1	Ubicación geográfica de la investigación.....	22
3.1.1	Ubicación geográfica del laboratorio.....	22
3.1.2	Ubicación geográfica de la cantera de material	23
3.2	Tipo, nivel y método de investigación	24
3.2.1	Tipo.....	24
3.2.2	Nivel.....	24
3.2.3	Método	24
3.3	Población de estudio.....	25
3.4	Muestra.....	25
3.5	Unidad de análisis	27
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.6.1	Selección de muestras:	27
3.6.2	Aplicación de aditivos:	27
3.6.3	Pruebas de resistencia:	28
3.6.4	Interpretación de resultados:	28
3.6.5	Conclusiones y recomendaciones:	28
3.7	Procedimiento.....	30
3.7.1	Extracción y toma de muestras de agregado fino grueso en cantera “Aguilar-tartar chico”	30
3.7.2	método de cuarteo	30
3.7.3	Análisis granulométrico de agregado.....	31
3.7.4	Material fino que pasa por el tamiz de 75 μm (N°200)	34

3.7.5	Peso específico del agua y factor “f” en recipientes para peso unitario	36
3.7.6	Peso unitario suelto o compactado.....	37
3.7.7	Peso específico y absorción	38
3.7.8	Contenido de vacíos en los agregados	43
3.7.9	Contenido de humedad	44
3.7.10	Resistencia al desgaste de los agregados gruesos menores de 37.5 mm (1 ½) por medio de la máquina de los ángeles.....	45
3.8	Diseño de mezcla por el método del módulo de fineza de combinación de agregados para una resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	47
3.9	Uso de aditivos	50
3.9.1	Uso de 1% Sikament® 290N	50
3.9.2	Uso de 3% Sikacem Acelerante Pe	51
3.10	Peso unitario de las probetas de concreto.....	51
3.11	Determinación de la resistencia a la compresión del concreto.....	52
3.12	Presentación de resultados	53
3.12.1	Resultados del diseño de mezcla.....	54
3.12.2	Resultados de las propiedades físico – mecánicas del concreto	54
CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS		59
4.1	Análisis y discusión de los resultados de los agregados	59
4.1.1	Granulometría de agregado grueso y fino.....	59
4.1.2	Peso unitario de los agregados.....	59
4.1.3	Peso específico de los agregados.....	60

4.1.4	Absorción y contenido de humedad de los agregados.....	60
4.1.5	Abrasión del agregado grueso.....	60
4.2	Análisis y discusión en el diseño de la mezcla de concreto.....	60
4.3	Análisis y discusión de las propiedades del concreto en estado fresco.....	61
4.3.1	Asentamiento o Slump del concreto.....	61
4.3.2	Peso unitario del concreto fresco y duro.....	61
4.4	Análisis y discusión de las propiedades del concreto duro.....	61
4.4.1	Resistencia a compresión del concreto.....	61
4.5	Contrastación de la hipótesis planteada en la investigación.....	63
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		64
5.1	Conclusiones.....	64
5.2	Recomendaciones.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		66
ANEXOS.....		72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición de variables	5
Tabla 2 Consistencia y asentamiento	15
Tabla 3 Requerimiento de granulometría para agregado grueso	17
Tabla 4 Requerimiento de granulometría para agregado fino.....	18
Tabla 5 Coordenadas UTM.....	22
Tabla 6 Coordenadas geográficas	22
Tabla 7. Coordenadas UTM.....	24
Tabla 8 Coordenadas geográficos	24
Tabla 9 Cantidad de especímenes a ensayar	27
Tabla 10 Medida de las muestras requeridas para realizar los ensayos en laboratorio.....	30
Tabla 11 Requisitos granulométricos del agregado grueso	32
Tabla 12 Cantidad mínima de muestra de agregad grueso	33
Tabla 13 Cantidad mínima de la muestra.....	34
Tabla 14 Cantidad mínima de muestra para el ensayo.....	40
Tabla 15 Masa mínima de la muestra	44
Tabla 16 Cantidad de esferas	46
Tabla 17 Resultados de las propiedades físicas de los agregados.....	53
Tabla 18 Materiales corregidos por humedad.....	54
Tabla 19 Proporción en peso.....	54
Tabla 20 Resultados de asentamiento	54
Tabla 21 Peso unitario del concreto	55
Tabla 22 Peso unitario del concreto duro a los 7 días.....	55

Tabla 23 Peso unitario del concreto duro a los 14 días.....	55
Tabla 24 Peso unitario del concreto duro a los 28 días.....	56
Tabla 25 Resistencia a compresión del concreto a los 7 días.	56
Tabla 26 Resistencia a compresión del concreto a los 14 días.	56
Tabla 27 Resistencia a compresión del concreto a los 28 días.	57
Tabla 28 Módulo de fineza del agregado grueso (muestra 1).....	72
Tabla 29 Módulo de fineza del agregado grueso (muestra 2).....	74
Tabla 30 Módulo de fineza del agregado grueso (muestra 3).....	76
Tabla 31 Modulo de fineza del agregado fino (muestra 1).....	78
Tabla 32 Módulo de fineza del agregado fino (muestra 2).....	80
Tabla 33 Módulo de finura del agregado fino (muestra 3).	82
Tabla 34 Material que pasa la malla N°200 del agregado grueso.....	84
Tabla 35 Material que pasa la malla N°200 del agregado fino.....	84
Tabla 36 Peso específico del agua.	85
Tabla 37 Cálculo del factor "F"	85
Tabla 38 Determinación del peso unitario del agregado grueso.....	85
Tabla 39 Determinación del peso unitario compactado del agregado grueso.....	86
Tabla 40 Cálculo del peso específico del agua.	86
Tabla 41 Cálculo del factor "F".	86
Tabla 42 Determinación del peso unitario suelto del agregado fino.....	87
Tabla 43 Determinación del peso unitario compactado del agregado fino.....	87
Tabla 44 Determinación del peso específico del agregado grueso.	88
Tabla 45 Determinación de la absorción del agregado grueso	88

Tabla 46 Determinación del peso específico del agregado fino.	89
Tabla 47 Determinación de la absorción del agregado fino.....	89
Tabla 48 Determinación del contenido de humedad del agregado grueso.	90
Tabla 49 Determinación del contenido de humedad del agregado fino.....	90
Tabla 50 Porcentaje de abrasión del agregado grueso	91
Tabla 51 Porcentaje de vacíos del agregado grueso	91
Tabla 52 Porcentaje de vacíos del agregado fino.....	92
Tabla 53 Consistencia y asentamiento.	92
Tabla 54 Contenido de aire atrapado	92
Tabla 55 Volumen unitario del agua.....	93
Tabla 56 Relación agua cemento	93
Tabla 57 Módulo de fineza de combinación de agregados.....	94
Tabla 58 Peso unitario del concreto fresco para muestra patrón	98
Tabla 59 Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe	99
Tabla 60 Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón y Sikament 290N	100
Tabla 61 Peso unitario del concreto duro para muestra patrón a los 7 días.....	101
Tabla 62 Peso unitario de concreto fresco con Sikacem Acelerante Pe a los 7 días.	101
Tabla 63 Peso unitario de concreto fresco de muestra patrón y Sikament 290N a los 7 días....	102
Tabla 64 Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón a los 14 días.....	102
Tabla 65 Peso unitario de concreto fresco con Sikacem Acelerante Pe a los 14 días.	103
Tabla 66 Peso unitario de concreto fresco con Sikament 290N a los 14 días.....	103
Tabla 67 Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón a los 28 días.....	104
Tabla 68 Peso unitario de concreto fresco con Sikacem Acelerante Pe a los 28 días.	104

Tabla 69	Peso unitario de concreto duro para muestra patrón y Sikament 290N a los 28 días .	105
Tabla 70	Resistencia a compresión de muestra patrón a los 7 días.	105
Tabla 71	Resistencia a compresión de muestra patrón a los 14 días.	106
Tabla 72	Resistencia a compresión de muestra patrón a los 28 días.	106
Tabla 73	Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe a los 7 días. .	107
Tabla 74	Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe a los 14 días.	107
Tabla 75	Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe a los 28 días.	108
Tabla 76	Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikament 290N a los 7 días.	108
Tabla 77	Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikament 290N a los 14 días.	109
Tabla 78	Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikament 290N a los 28 días.	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de geográfica de la investigación.....	23
Figura 2 Diagrama de flujo del procesamiento realizado en la investigación.....	29
Figura 3 Resistencia a compresión de los especímenes de concreto a los 7 días.....	57
Figura 4 Resistencia a compresión de los especímenes de concreto a los 14 días.....	58
Figura 5 Resistencia a compresión de los especímenes de concreto a los 28 días.....	58
Figura 6 Distribución granulométrica de agregado grueso muestra 1.....	73
Figura 7 Distribución granulométrica de agregado grueso muestra 2.....	75
Figura 8 Distribución granulométrica de agregado grueso muestra 3.....	77
Figura 9 Distribución granulométrica de agregado fino muestra 1.....	79
Figura 10 Distribución granulométrica de agregado fino muestra 2.....	81
Figura 11 Distribución granulométrica de agregado fino muestra 1.....	83
Figura 12 Extracción de agregado fino.....	110
Figura 13 Extracción de agregado grueso.....	110
Figura 14 Cuarteo de material.....	111
Figura 15 Ensayo de granulometría de agregado grueso.....	111
Figura 16 Ensayo de granulometría de agregado fino.....	112
Figura 17 Ensayo de abrasión.....	112
Figura 18 Ensayo de peso específico de agregado grueso.....	113
Figura 19 Ensayo de peso específico de agregado fino.....	113
Figura 20 Llenado de probetas.....	114
Figura 21 Curado de probetas.....	114
Figura 22 Resistencia a compresión a 7 días.....	115

Figura 23 Resistencia a compresión a 14 días	115
Figura 24 Resistencia a compresión a 28 días	116

RESUMEN

En proyectos de construcción en condiciones extremas, como en la presa Belo Monte, el Puerto de Paita y la mina Yanacocha, el uso de aditivos específicos fue esencial para mantener la trabajabilidad del concreto y mitigar problemas de fraguado y fisuración debido a las altas y bajas temperaturas. Estas adaptaciones permitieron un control más efectivo de la mezcla y la calidad final del concreto en condiciones ambientales adversas, por lo que en esta investigación se ha evaluado la resistencia a compresión del concreto con una $f'c$ de 210 kg/cm², al incorporar aditivos de Sikacem Acelerante Pe y Sikament®-290N, en las edades de 7, 14 y 28 días, comparando estos resultados con los de un concreto sin aditivo, asimismo en esta tesis se estudiará el impacto de estos aditivos en la resistencia del concreto a lo largo del tiempo, para lo cual este análisis, se diseñó una mezcla base empleando el método ACI 211, para una resistencia de 210 kg/cm², por lo que a partir de esta mezcla, se adicionó los aditivos de acuerdo a su ficha técnica de cada uno, 3% de Sikacem Acelerante Pe y el otro con un 1% de Sikament®-290N, respecto al peso del cemento, por consiguiente las probetas resultantes fueron sometidas a curado y posteriormente ensayadas en compresión axial y como resultado, se determinó el porcentaje de variación en la resistencia en las edades de 7, 14 y 28 días, los cuales en promedio se obtuvo una variación de 7.561% respecto a la muestra patrón usando Sikacem Acelerante Pe y 4.911% usando Sikament-290N.

Palabras clave: Concreto, aditivo, acelerante, plastificante, compresión, edad.

ABSTRACT

In construction projects in extreme conditions, such as the Belo Monte Dam, the Port of Paita, and the Yanacocha mine, specific additives were essential to maintain concrete workability and mitigate setting and cracking issues caused by high and low temperatures. These adaptations enabled more effective control of the mix and the final quality of the concrete in adverse environmental conditions. Therefore, this research evaluated the compressive strength of concrete with a specified strength of 210 kg/cm² by incorporating Sikacem Accelerator Pe and Sikament®-290N additives at 7, 14, and 28 days, comparing these results with those of concrete without additives. This thesis also examines the impact of these additives on concrete strength over time, using a base mix designed according to the ACI 211 method for a target strength of 210 kg/cm². Additives were dosed per their technical specifications: 3% of Sikacem Accelerator Pe and 1% of Sikament®-290N, relative to cement weight. The resulting samples were cured and subsequently tested in axial compression, with results showing an average strength variation of 7.561% with Sikacem Accelerator Pe and 4.911% with Sikament-290N compared to the control sample.

Keywords: Concrete, additive, accelerator, plasticizer, compression, age

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

En proyectos de construcción en condiciones extremas, la trabajabilidad del concreto suele verse afectada, por lo que resulta necesario realizar adaptaciones en su mezcla y emplear aditivos específicos. Por ejemplo, según Soares, D., y Lima, P. (2018) nos menciona que en la presa Belo Monte en Brasil, el calor amazónico causaba una rápida pérdida de trabajabilidad, lo cual derivaba en segregación y problemas de colocación del concreto; para mitigar esta situación, se implementaron retardadores y superplastificantes. De igual forma, Velarde, A., y Castro, R. (2020) en el Puerto de Paita, en Perú, las altas temperaturas provocaban una pérdida acelerada de trabajabilidad y aumentaban el riesgo de fisuras, razón por la cual se utilizaron retardadores de fraguado y se enfriaron los agregados para controlar la temperatura de la mezcla. Por último, Ruiz, J., y Villanueva, P. (2019) en el proyecto de la mina Yanacocha, las bajas temperaturas y la altitud retrasaban el tiempo de fraguado, lo que incrementaba el riesgo de fisuración; en respuesta, se utilizaron acelerantes de fraguado y se acondicionaron áreas para mantener una temperatura adecuada en los materiales.

Este estudio se enfoca en evaluar cómo la resistencia del concreto se ve influenciada por la incorporación de 1% de Sikament®-290 N y 3% de Sikacem Acelerante Pe, comparando estos resultados con los de un concreto sin aditivos a las edades de 7, 14 y 28 días. Al generar datos que permitan entender el comportamiento específico de estos aditivos, se espera contribuir a la optimización de las mezclas y a la toma de decisiones informadas en futuros proyectos de infraestructura, garantizando tanto la calidad como la seguridad de las estructuras construidas.

El análisis de estos datos aportara información valiosa sobre como la incorporación de aditivos, tanto plastificantes como acelerantes puede modificar la resistencia del concreto en las

edades del 7,14 y 28 días. Además, los resultados podrán ser utilizados como una referencia técnica para futuras investigaciones y para la implementación en proyectos de construcción que demanden concreciones más eficientes y rápidas.

1.1. Planteamiento del problema

Diversas investigaciones han demostrado que los aditivos acelerantes y plastificantes pueden mejorar propiedades esenciales del concreto, como la trabajabilidad y la reducción del tiempo de fraguado. Estudios recientes, como los de Diaz y Ramírez (2022) y Díaz y Verastegui (2023), resaltan que los aditivos como Sikament®-290N y Sikacem Acelerante Pe son efectivos para aumentar la resistencia inicial del concreto, pero también advierten que su impacto depende de la dosificación y las condiciones específicas de cada mezcla. A su vez, Camus y Rodriguez (2024) subrayan la importancia de controlar las proporciones de estos aditivos, ya que, si no se aplican correctamente, pueden comprometer la resistencia final del concreto.

Estas investigaciones sugieren que se sigan realizando estudios más específicos respecto al tema y la utilización de estos aditivos, por lo tanto, esta investigación tuvo la finalidad de evaluar experimentalmente la resistencia a compresión de un concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar 1% de Sikament®-290N y 3% de Sikacem Acelerante Pe, donde las probetas serán sometidas a pruebas de resistencia a los 7, 14 y 28 días, permitiendo comparar los resultados con los de un concreto sin aditivos y analizar la variación en la resistencia, en lo cual los datos obtenidos proporcionarán una base para definir el impacto de estos aditivos. Esta comparación permitirá determinar si el uso de estos aditivos realmente optimiza las propiedades del concreto o si, por el contrario, compromete su desempeño estructural.

1.2. Formulación del problema

¿cuánto es la variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al agregar aditivo Sikacem Acelerante Pe y Sikament[®]-290 N en las edades de 7,14 y 28 días?

1.3. Hipótesis de la investigación

La variación de la resistencia es del 10% respecto a la muestra patrón, tanto al adicionar 1% de Sikament[®]-290N y 3% de Sikacem Acelerante Pe a las edades de 7,14 y 28 días en un concreto diseñado para 210 kg/cm^2 .

1.3.1 Definición de variables

Las variables consideradas para el presente proyecto son las siguientes:

Tabla 1

Definición de variables

DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE
Resistencia a compresión del concreto	Porcentaje de uso de aditivos

Fuente: Elaboración propia.

1.4. Justificación de la investigación

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados debido a su versatilidad y durabilidad. Sin embargo, su capacidad de soportar cargas depende directamente de su resistencia a compresión, el cual es uno de los principales indicadores de su calidad estructural. El

conocimiento preciso de como los aditivos afectan esta resistencia permite mejorar la eficiencia y la seguridad.

La falta de claridad en este aspecto impide una implementación más precisa y efectiva de estos aditivos en la práctica de la ingeniería civil. Además, entender cómo la resistencia a compresión se desarrolla con el tiempo cuando se utilizan retardantes y acelerantes es esencial para garantizar la integridad estructural a lo largo de la vida útil de las construcciones. Por lo tanto, esta investigación busca llenar este vacío de conocimiento al examinar de manera detallada la comparativa de la resistencia a compresión del concreto ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) utilizando retardantes y acelerantes en diferentes edades, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones en la formulación y diseño de mezclas de concreto.

El uso de aditivos específicos como el Sikament®-290N y el Sikacem Acelerante Pe representa un enfoque innovador en la tecnología del concreto. Esta investigación se justifica también como parte de una tendencia hacia la implementación de tecnologías que permiten mejorar los materiales tradicionales de construcción, haciéndolos más eficientes y adaptados a las necesidades actuales de rapidez y calidad en los proyectos de infraestructura.

1.5. Alcances o delimitaciones de la investigación

Esta investigación se delimita al estudio de la resistencia a compresión del concreto con una resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando de manera independiente dos aditivos: Sikament®-290N, un plastificante cuya dosificación recomendada, según su ficha técnica, varía entre 0.7% y 1.2% del peso del cemento; y Sikacem Acelerante Pe, un acelerante de fraguado con un rango de dosificación de 1% a 4%. En este estudio, se evaluarán las dosificaciones de 1% para

el Sikament®-290N y 3% para el Sikacem Acelerante Pe, analizando por separado su impacto en la resistencia a compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días. Se excluyen otras dosificaciones de estos aditivos y se enfoca exclusivamente en la influencia de cada uno por separado sobre la resistencia a compresión, sin considerar factores ambientales como la temperatura o la humedad.

El concreto fué fabricado y ensayado en el laboratorio de ensayo de materiales de la universidad nacional de Cajamarca “Mg. Ing. Carlos Esparza Diaz”, en el cual se utilizó, cemento Pacasmayo tipo I y agregados de la cantera “Tartar Chico”, perteneciente al distrito de Baños del Inca.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando 1% de Sikament®-290 N y 3% de Sikacem Acelerante Pe en las edades de 7, 14 y 28 días.

1.6.2 Objetivo específico

Comparar la resistencia a compresión para las edades de 7,14 y 28 días al adicionar 1% de Sikament® - 290N respecto a la muestra patrón.

Comparar la resistencia a compresión para las edades de 7,14 y 28 días al adicionar 3% de Sikacem Acelerante Pe respecto a la muestra patrón.

1.7. Descripción de los contenidos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Se define y formula el problema de investigación, estableciendo su contexto y relevancia. Además, se delimita el alcance del estudio y se señalan los aspectos que quedarán fuera de análisis. Finalmente, se exponen los objetivos generales y específicos que guiarán la investigación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Analiza los antecedentes internacionales, nacionales y locales que sustentan la investigación. Presenta las bases teóricas y define los términos clave para asegurar una comprensión clara de los conceptos utilizados.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

Explica el proceso seguido y los resultados obtenidos en los ensayos realizados para evaluar la resistencia a la compresión del concreto. En este capítulo, se describen tanto el diseño base del concreto como la variante con aditivos, ambos diseñados para alcanzar una resistencia de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Se detalla la selección de materiales, el procedimiento experimental y los pasos llevados a cabo para analizar y comparar los resultados obtenidos en ambos diseños.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En esta sección, se examinan y comparan en detalle los resultados obtenidos sobre las propiedades físico-mecánicas de los agregados evaluados en el laboratorio. Se realiza un análisis crítico de los datos, enfocándose en propiedades clave como la granulometría, densidad, absorción

y resistencia a la compresión, entre otros parámetros. Las diferencias y similitudes observadas entre los agregados son destacadas y discutidas en función de su impacto en la calidad del concreto final. Además, se analizan las implicaciones de estos hallazgos en el contexto de la investigación, considerando cómo estas variaciones pueden influir en el comportamiento del concreto en distintas etapas de su vida útil. Finalmente, se plantean recomendaciones sobre la selección y preparación de agregados para optimizar el desempeño del concreto en aplicaciones específicas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Presenta un resumen de los hallazgos principales de la investigación, destacando las conclusiones derivadas del análisis realizado. Además, se proponen recomendaciones basadas en los resultados obtenidos, sugiriendo posibles aplicaciones prácticas o futuras líneas de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ANEXOS

CAPITULO II. MARCO TEORICO

1.7 Antecedentes teóricos

1.7.1 Antecedentes internacionales

Carvajal y Cortés (2019), en la ciudad de Bogotá - Colombia, en su tesis “evaluación del uso de aditivos sobre la mezcla convencional de concreto en morteros de cemento art para el aumento de su resistencia”, Este trabajo analiza el uso de aditivos plastificantes (SikaPlast MO), acelerantes (SikaSet NC) y plastificantes-acelerantes (Sika ViscoCrete 10 HE) en morteros de cemento ART, con el objetivo de mejorar su resistencia a compresión. Se realizaron 29 pruebas caracterizando cemento, agua y agregados, evaluando propiedades como densidad, fraguado, granulometría y composición química. Para los aditivos, se definieron tres dosificaciones (1%, 1,25% y 1,5%), probadas en mezclas cuyo desempeño fue evaluado mediante resistencia a compresión y absorción a los 14 y 28 días. Los resultados mostraron que Sika ViscoCrete 10 HE a 1,5% incrementó la resistencia un 15,8% respecto a la mezcla convencional, destacándose como el mejor aditivo. Aunque el uso de aditivos incrementó el costo del mortero en un 0,8%, se concluyó que la inversión es financieramente viable, mejorando la calidad del producto final, optimizando el tiempo de fraguado, y ofreciendo un balance entre costo y desempeño en aplicaciones industriales.

López y Bocanegra (2017), en la ciudad de Bogotá, con su tesis “comparación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión en cilindros de mortero de inyección con: material saturado, aditivos plastificantes y/o acelerantes”, La investigación compara la resistencia obtenida mediante ensayos de compresión en cilindros de mortero de inyección utilizando tres condiciones: material saturado, aditivos plastificantes (Acrilcor) y acelerantes (SikaLatex). El

objetivo es evaluar el comportamiento del mortero con variaciones en su composición y determinar la resistencia a los 7, 14 y 28 días. Los resultados muestran que el uso de aditivos mejora significativamente la resistencia en comparación con el mortero sin aditivos. Se concluye que los aditivos, especialmente los plastificantes, aumentan la resistencia del mortero, lo que es esencial para su aplicación en construcción.

Pérez y Crespo (2024), en la ciudad de Cuenca Ecuador, en su tesis “Influencia del aditivo plastificante para aumentar la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico con $f'c = 210$ kg/cm² usando materiales de las minas La Milagrosa y La Josefina ubicadas en la provincia del Azuay”, Este estudio investigó el impacto del aditivo plastificante Sika BV 40 en la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico. Se utilizaron agregados de las canteras La Milagrosa y La Josefina, en Azuay, y se diseñó una mezcla de hormigón patrón con una resistencia mínima de 240 kg/cm². A esta mezcla se le agregó el aditivo en porcentajes de 0.4%, 0.6% y 0.8%, y se realizaron pruebas adicionales con una reducción del 10% en el agua, utilizando 0.7% de aditivo. Se fabricaron 72 cilindros para las pruebas y se realizaron mediciones de resistencia a los 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que la resistencia aumentó un 19.26% con el aditivo al 0.8% y un 35.25% al reducir el 10% del agua y usar 0.7% de aditivo, en comparación con el concreto sin aditivo. Estos hallazgos sugieren que los aditivos plastificantes pueden ser una estrategia efectiva para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico.

1.7.2 Antecedentes nacionales

Cárdenas y López (2017), en la ciudad de San Juan Bautista en Loreto, en su tesis “Influencia del aditivo plastificante en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena – Iquitos, 2017”, Este trabajo de investigación evaluó la influencia del aditivo plastificante

SikaCem en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena, utilizando materiales de la ciudad de Iquitos. Se compararon mezclas con y sin aditivo SikaCem, usando tres relaciones agua/cemento: 0.66, 0.62 y 0.58. Se realizaron pruebas de resistencia a los 3, 7, 14 y 28 días, utilizando nueve muestras por cada edad de curado. Los resultados mostraron que las mezclas con aditivo SikaCem lograron resistencias superiores y más homogéneas que las mezclas sin aditivo. El informe incluye siete capítulos y referencias bibliográficas.

Apolinario (2017), en la ciudad de Huánuco – Perú, en su tesis “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos Elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas altoandinas en Huánuco” El estudio comparó la resistencia a la compresión de concretos con aditivo acelerante en climas fríos en Huánuco. Se observó que el aditivo mejoró la resistencia en comparación con el concreto sin aditivo. Sin embargo, se destacó la importancia de seguir las dosificaciones recomendadas por los fabricantes para obtener los resultados deseados. Este hallazgo tiene implicaciones importantes para la formulación de concretos en condiciones de climas fríos.

Floriano (2018), en la ciudad de Trujillo – Perú, en su tesis “Resistencia a la compresión de un cemento, utilizando aditivo acelerante Z fragua N°5, cemento portland compuesto tipo ICO y agregados de cantera de la ciudad de Trujillo”, Esta investigación evaluó el efecto del aditivo acelerante de fraguado Z fragua N°5 en la resistencia del concreto de 210 Kg/cm². Se hicieron tres tipos de mezclas: una sin aditivo, otra con 3% de aditivo y una última con 7%. Las pruebas mostraron que la mezcla sin aditivo alcanzó su resistencia a los 28 días, mientras que con 3% de aditivo mejoró la resistencia un 34.4% a los 3 días. Con 7% de aditivo, la resistencia alcanzó el

nivel deseado en solo 7 días y siguió mejorando un 15.6% a los 28 días. Esto demuestra que el aditivo acelera el fraguado y mejora la resistencia del concreto en menos tiempo.

1.7.3 Antecedentes locales

Díaz y Ramírez (2022), en la ciudad de Jaén, con su tesis “Inclusión de aditivo Sikament 290N para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto $f'c$ 280 kg/cm², Jaén”, Esta investigación buscó mejorar las propiedades mecánicas del concreto de 280 Kg/cm² en Jaén utilizando el aditivo Sikament 290N en diferentes porcentajes (0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6% y 0.7% del peso del cemento). Se realizaron pruebas en 72 probetas para evaluar la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, y en 24 vigas para medir la flexotracción a los 28 días. Los resultados mostraron mejoras en la resistencia a la compresión con dosificaciones de hasta 0.5%, logrando un aumento del 8.86% respecto al concreto sin aditivo. En cuanto a la flexotracción, los mejores resultados se obtuvieron con 0.6% y 0.7%, alcanzando un aumento del 18.59% en las propiedades mecánicas en comparación con la muestra sin aditivo.

Gonzales (2019) “Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5%, para diferentes edades”, determina la efectividad que tiene el curado interno reemplazando parcialmente el agregado grueso por fragmentos de ladrillo saturado; evaluando la resistencia a la Compresión y flexión; a comparación del curado por inmersión y el curado usando aditivo. Se concluyó que el curado interno mediante el reemplazo del agregado grueso por fragmentos de ladrillo triturado y saturado es efectivo, mostrándonos que a mayor porcentaje de reemplazo los resultados son mejores referente a retención de humedad y aumento de resistencia a compresión y flexión del concreto.

Abanto (2015) en su tesis “Influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades, del concreto. usando cemento portland tipo 1 y agregados de río en la ciudad de Cajamarca”, donde su objetivo principal de esta investigación fue evaluar la influencia del aditivo CHEMA 3 como acelerador de resistencia en el concreto, comparando la resistencia a la compresión de mezclas con un 2% de este aditivo respecto a una mezcla estándar, ensayadas a las edades de 3, 7 y 28 días mediante pruebas de hipótesis. Los resultados obtenidos de las pruebas de hipótesis, realizadas utilizando el software STATGRAPHICS, revelaron una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la compresión entre las dos poblaciones de mezclas, lo que respalda la efectividad del aditivo CHEMA 3 como acelerador de resistencia en el concreto.

1.8 Bases teóricas

1.8.1 Concreto

La NTP-339-047 define al concreto como una combinación de un material aglomerante o conglomerante y agregados finos y gruesos. En el concreto convencional, el cemento Pórtland y el agua son comúnmente utilizados como aglomerantes, aunque también pueden incluirse puzolanas, escorias y/o aditivos químicos.

1.8.2 Propiedades del concreto fresco

1.8.2.1 Consistencia

La consistencia forma parte de la trabajabilidad de la mezcla, refiriéndose a su capacidad de ser moldeada. Esta característica depende de la proporción de agua y cemento, así como de la forma y el tamaño de los agregados utilizados (Medina, 2016).

1.8.2.2 Asentamiento

Se coloca una muestra de concreto fresco en un molde con forma de cono truncado y se compacta mediante varillado. Luego, el molde se levanta hacia arriba, permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la posición final, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se reporta como el asentamiento del concreto (NTP 339.035).

Tabla 2

Consistencia y asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0 cm) a 2" (5 cm)
Plástica	3" (7.5 cm) a 4" (10 cm)
Fluida	≥5" (12.5 cm)

Fuente: Medina, 2016.

1.8.2.3 Trabajabilidad

La trabajabilidad del concreto es su capacidad en estado fresco para ser manipulado, transportado, colocado y compactado con facilidad, manteniendo la homogeneidad y evitando la segregación. Incluye factores como la facilidad de moldeo, cohesión, fluidez, plasticidad y uniformidad, los cuales impactan la calidad final de la estructura. (Rivva, 2019).

1.8.2.4 Peso unitario del concreto

La masa por unidad de volumen, conocida como peso unitario del concreto, es un factor crucial que influye en la resistencia del material y debe considerarse tanto en su estado fresco como endurecido (ASTM C138).

1.8.3 Propiedades del concreto duro

1.8.3.1 Resistencia a compresión

La resistencia del concreto se refiere al mayor esfuerzo que este material puede soportar sin romperse. Como el concreto se usa principalmente para soportar esfuerzos de compresión, la medida de su resistencia a estos esfuerzos se utiliza como indicador de su calidad. (Rivva, 2019).

$$F'c = \frac{4xG}{\pi x D^2}$$

Donde:

F'c: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

G: carga máxima de rotura (Kg)

D: Diámetro promedio del espécimen (cm)

1.8.3.2 Durabilidad

El concreto debe poder endurecerse y conservar sus propiedades con el tiempo, incluso en condiciones que normalmente podrían debilitarlo o afectar su capacidad estructural. Por lo tanto, se considera concreto durable aquel que puede resistir de manera satisfactoria los efectos de las condiciones de uso a las que está expuesto. (Rivva, 2019).

1.8.4 Cemento

Es un cemento hidráulico obtenido a través de la pulverización del clinker de Pórtland, compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos y que, por lo general, incluye una o más formas de sulfato de calcio como aditivo durante el proceso de molienda. (NTP 339.047, 2019, p.9).

1.8.5 Agregados

Un material granular, como arena, grava, piedra triturada o escoria de alto horno, se emplea junto con un agente cementante para producir concreto de cemento hidráulico o mortero. (NTP 339.047, 2019, p.5)

1.8.5.1 Agregado grueso

Agregado que se retiene mayoritariamente en el tamiz de 4,75 mm (No. 4). (NTP 339.047, 2019, p.5).

Tabla 3

Requerimiento de granulometría para agregado grueso

Tamiz Estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
1 1/2" (37.5 mm)	-
1" (25.0 mm)	100
3/4" (19.0 mm)	90 a 100
1/2" (12.5 mm)	-
3/8" (9.5 mm)	20 - 55
N° 04 (4.75 mm)	0 a 10
N° 08 (2.36 mm)	0 a 5

Fuente: Norma técnica peruana (NTP 400.037, p,13).

1.8.5.2 Agregado fino

Agregado que atraviesa el tamiz de 9,5 mm (3/8 pulg), pasa casi en su totalidad por el tamiz de 4,75 mm (No. 4) y se retiene principalmente en el tamiz de 75 µm (No. 200). (NTP 339.047, 2019, p.6).

Tabla 4*Requerimiento de granulometría para agregado fino*

Tamiz Estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
3/8" (9.5 mm)	100
N° 04 (4.75 mm)	95 a 100
N° 08 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18 mm)	50 a 85
N° 30 (600 µm)	25 a 60
N° 50 (300 µm)	5 a 30
N° 100 (150 µm)	0 a 10
N° 200 (75 µm)	0 a 3.0

Fuente: Norma técnica peruana: NTP 400.037, p,13.

1.8.6 Agua

el agua a usar en mezclas de concreto debe estar acorde con los estándares de calidad de la norma NTP 339.088.

La cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento suele estar entre el 25% y el 30% de su masa. Sin embargo, con esta cantidad, la mezcla no es lo suficientemente manejable. Para que la mezcla sea trabajable, se necesita al menos un 40% de agua en relación con la masa del cemento. Por lo tanto, es esencial utilizar la menor cantidad de agua posible, asegurando al mismo tiempo que el concreto sea fácil de manipular. (Rivera, 2016).

1.8.7 Aditivo

Un material que no forma parte del agua, los agregados ni del cemento hidráulico, pero que se añade al concreto como un componente adicional durante su mezcla con el propósito de modificar o mejorar ciertas propiedades específicas del concreto. (Norma E. 060).

Los aditivos son materiales que pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica, los cuales se añaden a la mezcla en diferentes etapas, ya sea durante la formación de la pasta de cemento o una vez que está ya ha sido creada. Su propósito es modificar de manera específica y controlada diversas características del proceso de hidratación, el endurecimiento, y hasta la estructura interna del concreto, permitiendo así ajustar y mejorar el comportamiento del material de acuerdo a las necesidades del proyecto. (Sika, 2022)

1.8.8 Aditivo acelerante

Una sustancia que, al ser incorporada al concreto, mortero o lechada, tiene la capacidad de reducir significativamente el tiempo de fraguado, acelerando así el proceso de endurecimiento y aumentando la velocidad con la que se desarrolla la resistencia inicial del material. (Norma E.060)

Los acelerantes son especialmente útiles cuando se planea verter concreto en condiciones de baja temperatura, como entre 2 y 4 °C, o en la producción de concreto prefabricado, donde un descimbrado rápido o una reparación urgente son necesarios. Entre otros beneficios, el uso de acelerantes permite terminar el acabado de la superficie de concreto más rápidamente, facilita la aplicación de aislamiento para proteger el concreto y permite que la estructura esté lista para su uso en un tiempo más corto. (Neville, 2016).

1.8.9 Aditivo retardante

Un aditivo que se incorpora al concreto, mortero o lechada con el propósito de alargar el tiempo de fraguado, permitiendo un proceso de endurecimiento más lento y controlado. (Norma E.060).

Los retardantes son útiles para preparar concreto en climas cálidos, ya que la alta temperatura acelera el tiempo de fraguado. Estos aditivos ayudan a prevenir la formación de juntas frías y, en general, extienden el tiempo durante el cual el concreto puede ser transportado, colocado y compactado. El retraso en el endurecimiento que provocan los retardantes puede aprovecharse para lograr un acabado arquitectónico con agregado expuesto. Para ello, se aplica el retardante en la superficie interna de la cimbra, lo que retrasa el endurecimiento del cemento en esa área. Al retirar el encofrado, el cemento puede cepillarse fácilmente para revelar una superficie de agregado expuesto. (Neville, 2016 p,171))

1.9 Definición de términos básicos

1.9.1 Resistencia a Compresión

Capacidad de resistir una carga axial máxima aplicada durante un ensayo hasta que ocurra la falla, en relación con el área de la sección transversal del espécimen. (NTP 338.034, 2021)

1.9.2 Agregado grueso

Material proveniente de la degradación natural o artificial de la roca, que es retenido por el tamiz estandarizado N° 4 y cumple con los requisitos establecidos según la norma. (NTP 400.037, 2002).

1.9.3 Agregado Fino

El agregado fino es un material que consiste en fragmentos de roca descompuestos de manera natural o artificial, que pasan por un tamiz de 3/8" y cumplen con las normas establecidas en la NTP 400.037. Este material puede estar compuesto por arena, ya sea producida de manera natural, artificial, o una combinación de ambas. (Rivva, 2019).

1.9.4 Sikacem® Acelerante PE

Un aditivo líquido con propiedades acelerantes es una sustancia diseñada para reducir el tiempo de fraguado del concreto y aumentar la velocidad de desarrollo de sus resistencias mecánicas. Este tipo de aditivo es especialmente útil en situaciones donde se necesita que el concreto adquiera rápidamente su resistencia inicial, lo que permite avanzar con mayor rapidez en las etapas subsecuentes de la construcción, incluso en condiciones climáticas adversas, como bajas temperaturas, que podrían retrasar el fraguado. (SIKA,2022)

1.9.5 Sikament®-290 N

El Sikament®-290N es un aditivo versátil que actúa como plastificante o superplastificante y ofrece propiedades impermeabilizantes al concreto. Formulado sin cloruros, no promueve la corrosión de las armaduras de acero en la estructura. Mejora la trabajabilidad del concreto, permitiendo una mezcla más fluida sin aumentar el agua, y su acción impermeabilizante refuerza la durabilidad al reducir la penetración de agua y agentes agresivos. Es ideal para aplicaciones que requieren alto desempeño, como estructuras expuestas a condiciones adversas o que demandan mayor resistencia y durabilidad (SIKA, 2022).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica de la investigación

3.1.1 Ubicación geográfica del laboratorio

la presente investigación cuyo objetivo es analizar la resistencia a compresión del concreto con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando los aditivos Sikacem Acelerante Pe Y Sikament 290N en distintas edades.

Para ello, todos los ensayos de probetas se desarrollarán en el laboratorio de tecnología materiales “Mg. ING. CARLOS ESPARZA DIAZ” de la Universidad Nacional de Cajamarca, Dirección: Av. Atahualpa Km. 3, Cajamarca 06003.

Tabla 5

Coordenadas UTM

ESTE	NORTE
776618.20 m E	9207001.94 m S

Fuente: (Google Earth)

Tabla 6

Coordenadas geográficas

LATITUD	LONGITUD
7°10.038' S	78°29.726' O

Fuente: (Google Earth)

Figura 1

Ubicación de geográfica de la investigación.



Fuente: Google Earth

3.1.2 Ubicación geográfica de la cantera de material

Los agregados utilizados en el presente estudio de investigación provienen del río Chonta, específicamente de la cantera Aguilar, que se encuentra en la localidad de Tartar Chico, en el distrito de Los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Las coordenadas exactas de la cantera son las siguientes:

Tabla 7.*Coordenadas UTM*

ESTE	NORTE
779925.60 m E	9208939.70 m S

Fuente: (Google Earth)

Tabla 8*Coordenadas geográficos*

LATITUD	LONGITUD
7°09'15'' S	78°27'55'' O

Fuente: (Google Earth)

3.2 Tipo, nivel y método de investigación**3.2.1 Tipo**

La investigación realizada es de tipo aplicativo, debido que la finalidad es resolver el problema enfocados en comparar las resistencias a compresión del concreto.

3.2.2 Nivel

La investigación realizar es de nivel correlacional, ya que la finalidad es determinar la relación entre las variables.

3.2.3 Método

La metodología es de método experimental, ya que se comparó las resistencias a compresión del concreto con distintos aditivos, como distintas edades.

3.3 Población de estudio

La población de estudio de esta investigación consta de probetas cilíndricas de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de altura, echas de concreto diseñadas para una resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, las cuales serán evaluadas con 1% de Sikamet® -290N y 3% de Sikacem Acelerante Pe, para las edades de 7.14 y 28 días.

3.4 Muestra

Se optó por un muestreo probabilístico, debido que esta tesis, es un estudio de investigación científica. Por lo que el cálculo se justifica utilizando la siguiente formula, para hallar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z_a^2 * p * (1 - p)}{e^2}$$

donde:

n = tamaño de muestra buscado

Za = valor de distribución normal estándar asociado al nivel de confianza deseado.

p = proporción esperada de la población.

e = margen de error

valores propuestos por el investigador:

Za = 1.96

$$p = 0.5$$

$$e = 13.5 \%$$

Reemplazando en la formula

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{0.135^2}$$

$$n = 52.69$$

por criterio se trabajará con:

$$n = 54 \text{ probetas aproximadamente}$$

6 probetas cilíndricas, con un diámetro de 6 pulgadas y una altura de 12 pulgadas, serán sometidas a un proceso de curado por inmersión durante 7,14 y 28 días. Después, se dejarán secar al aire para evaluar su resistencia a la compresión.

6 probetas cilíndricas adicionando 3% de aditivo Sikament® -290N, con un diámetro de 6 pulgadas y una altura de 12 pulgadas, serán sometidas a un proceso de curado por inmersión durante 7,14 y 28 días. Después, se dejarán secar al aire para evaluar su resistencia a la compresión.

06 probetas cilíndricas adicionando 1% de aditivo Sikacem Acelerante Pe, con un diámetro de 6 pulgadas y una altura de 12 pulgadas, serán sometidas a un proceso de curado por inmersión durante 7,14 Y 28 días. Después, se dejarán secar al aire para evaluar su resistencia a la compresión mediante ensayos.

Tabla 9*Cantidad de especímenes a ensayar*

Edad de Ensayo (días)	Mezcla Patrón Inmersión	Mezcla con acelerante	Mezcla con retardante	SUB TOTAL
7	6	6	6	18
14	6	6	6	18
28	6	6	6	18
TOTAL=54				

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Unidad de análisis

La unidad de análisis se considera cada probeta de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ya que es el material que está siendo estudiado en términos de su resistencia a compresión, utilizando 1% de Sikament®-290 N y 3% de Sikacem Acelerante Pe en las edades 7, 14 y 28 días.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se proponen los siguientes tratamientos de estudio para ejecutar la tesis:

3.6.1 Selección de muestras:

Seleccionar muestras representativas de concreto con la resistencia característica de 210 Kg/Cm² y dividir las en grupos: sin aditivos, con plastificante y con acelerante.

3.6.2 Aplicación de aditivos:

Introducir los aditivos (plastificante y acelerante) en las mezclas de concreto según las proporciones designadas y condiciones específicas para cada grupo.

3.6.3 Pruebas de resistencia:

Realizar pruebas de resistencia a compresión en edades de 7,14 y 28 días.

3.6.4 Interpretación de resultados:

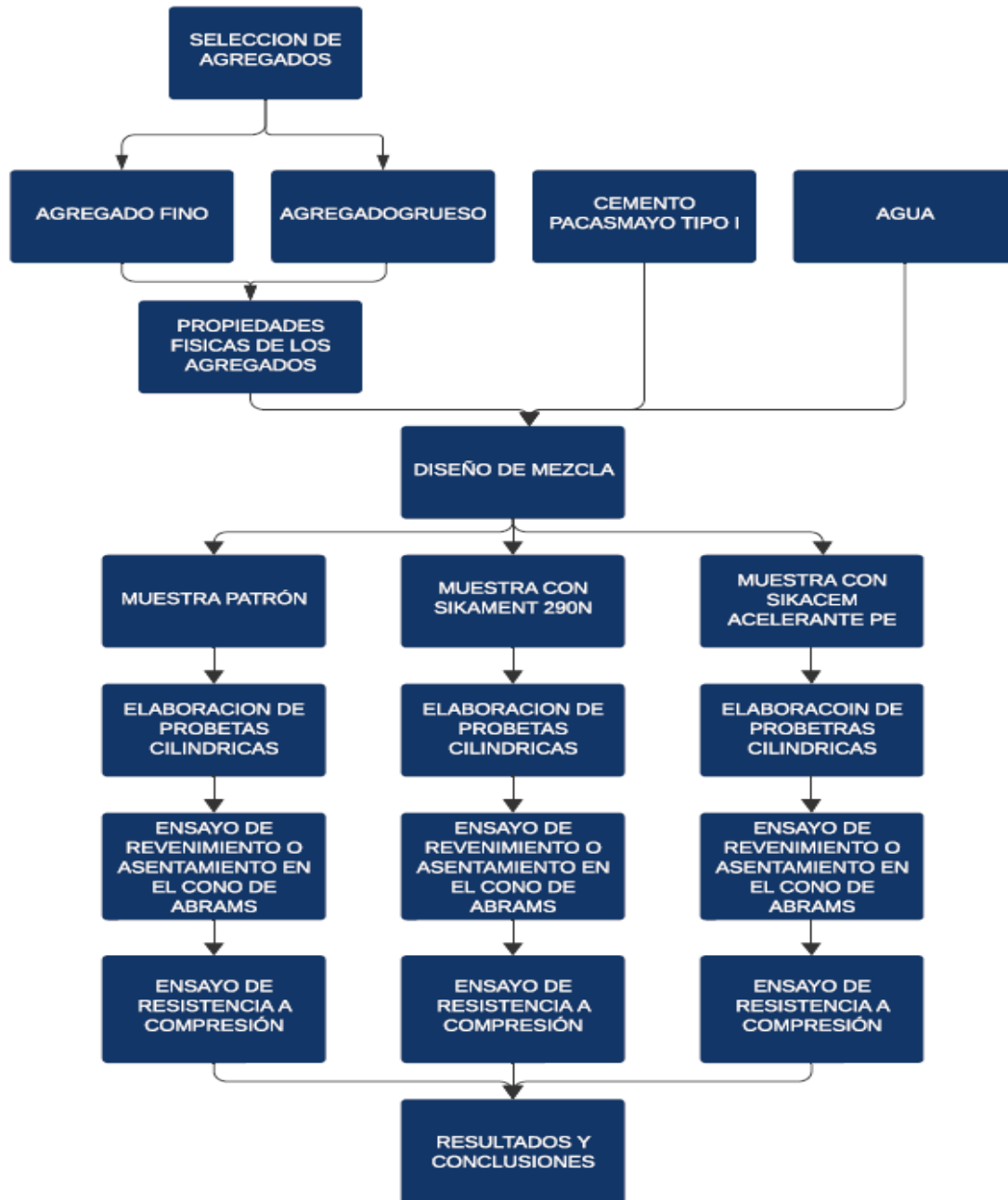
Comparar los resultados de las pruebas de resistencia y análisis microestructurales entre los grupos para identificar cualquier variación significativa relacionada con la presencia de plastificante y acelerante.

3.6.5 Conclusiones y recomendaciones:

Elaborar conclusiones basadas en los resultados obtenidos y proporcionar recomendaciones prácticas para la aplicación controlada de retardantes y acelerantes en la producción de concreto, considerando las variaciones en resistencia y propiedades microestructurales.

Figura 2

Diagrama de flujo del procesamiento realizado en la investigación



Fuente: Elaboración Propia.

3.7 Procedimiento

3.7.1 Extracción y toma de muestras de agregado fino grueso en cantera “Aguilartartar chico”

- **Norma: NTP 400.010**
- **Procedimiento:**

Para llevar a cabo los ensayos en laboratorio, se extrajo la cantidad mínima de muestra requerida según la tabla 9. Esto incluyó 10 kg de agregado fino y 15 kg de agregado grueso para un TMN de 1/2".

Tabla 10

Medida de las muestras requeridas para realizar los ensayos en laboratorio.

Tamaño Agregado ^A	Masa de la Muestra de Campo, min. Kg ^B (lbs)	Muestra de Campo Volumen, min L (Gal)
Agregado Fino		
2.36 mm (N° 08)	10 (22)	8 (2)
4.75 mm (N° 04)	10 (22)	8 (2)
Agregado Grueso		
9.5 mm (3/8 in)	10 (22)	8 (2)
12.5 mm (1/2 in)	15 (35)	12 (3)
19.0 mm (3/4 in)	25 (55)	20 (5)

Fuente: NTP 400.010, p,6

3.7.2 método de cuarteo

- **Norma: NTP 400.043/ASTM C702**

- **Procedimiento:**

Se utiliza el método B para el cuarteo el cual consiste en colocar la muestra original sobre una superficie dura, limpia y nivelada, asegurándose de evitar la pérdida de material o la incorporación accidental de materiales extraños. Mezclar completamente el material volteándolo tres veces. En la última vuelta, formar un apilamiento cónico depositando el material en la parte superior del cono en formación. Comprimir suavemente el apilamiento con una pala plana hasta alcanzar un diámetro y grosor adecuados para dividir la muestra en cuatro porciones o sectores circulares, asegurando que cada sector contenga el mismo material que la muestra original antes de ser cuarteada. El diámetro debe ser de 4 a 8 veces el grosor. Después de dividir la muestra en cuatro partes iguales, retirar con una pala o espátula los cuartos opuestos diagonalmente, incluyendo todo el material fino, utilizando una brocha para limpiar los espacios. Continuar mezclando y cuarteando el material restante hasta reducir la muestra al tamaño deseado.

3.7.3 Análisis granulométrico de agregado

Normas: NTP 400.012

Definición: Clasificación de las partículas de los agregados de acuerdo a sus tamaños

Equipos y materiales: Balanza, juego de tamices, horno

Muestra: se usa una cantidad mínima de 300 gramos luego de secado, asimismo una cantidad acorde a lo que indica la siguiente tabla:

Tabla 11*Requisitos granulométricos del agregado grueso*

Huso ASTM	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa (%)								
		3.75 mm 1/2"	25 mm 1"	19 mm 3/4"	12.5 mm 1/2"	9.5 mm 3/8"	4.75 mm N°4	2.36 mm N° 8	1.18 mm N°16	300 μm N°50
5	22 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)	100	95 a 100	-	25 a 65	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4 mm (3/4" a N°4)	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8" a N°16)	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.37 (2018)

Tabla 12*Cantidad mínima de muestra de agregad grueso*

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas Mm (Pulg)	Cantidad De La Muestra De Ensayo Mínimo Kg (Lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.012

Procedimiento: El procedimiento de tamizado de agregados comienza secando la muestra a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta obtener un peso constante. Luego, se seleccionan y organizan los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura. La muestra se tamiza manualmente o con un tamizador mecánico, cuidando no sobrecargar los tamices y asegurando que todas las partículas tengan oportunidad de pasar a través de las aberturas. El tamizado continúa hasta que menos del 1% del material retenido pase en un minuto de tamizado. Finalmente, se pesa el material retenido en cada tamiz, y se compara el peso total con el peso original para asegurar la precisión del ensayo.

Calculo: Para calcular los porcentajes en el tamizado de agregados, utiliza el peso total de la muestra seca inicial. Si la muestra fue lavada previamente, incluye el peso del material fino que pasa por el tamiz de $75 \mu\text{m}$. (N° 200) Calcula el porcentaje que pasa, el total retenido, y el retenido entre tamices consecutivos, con una aproximación de 0,1%. Si se requiere, calcula el módulo de finiza sumando los porcentajes acumulados de tamices clave y dividiendo entre 100. Los

resultados se reportan en números enteros, excepto si el porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm (número 200) es menor al 10%, que se reporta con una aproximación de 0,1%.

3.7.4 Material fino que pasa por el tamiz de 75 μm (N°200)

Norma: NTP 400.018/MTC E 202

Procedimiento:

El procedimiento para determinar la cantidad de material fino que pasa por el tamiz de 75 μm (número 200) en un agregado mediante lavado con agua consiste en separar, por lavado, las partículas finas adheridas a la superficie del agregado. Durante el ensayo, se eliminan del agregado partículas como arcillas, agregados muy finos, y materiales solubles en agua que pasan a través del tamiz de 75 μm (número 200).

El muestreo se hizo de acuerdo a la tabla 13:

Tabla 13

Cantidad mínima de la muestra

Tamaño Máximo Nominal Del Agregado		Peso Mínimo De La Muestra (g)
4.75 mm	(N° 4) ó menor	300
9.5 mm	(3/8")	1000
19.0 mm	(3/4")	2500
37.5 mm	(1 1/2")	5000

Fuente: NTP 400.018, p, 4.

Procedimiento:

El método aplicado fue el Procedimiento A: Lavado con Agua. La muestra de ensayo se obtuvo tras realizar la reducción conforme a la norma, considerando que no se permite reducirla a una cantidad exacta predeterminada. La muestra seleccionada pasó por un tamiz menor al tamaño máximo nominal, luego fue separada y secada a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Se registró el peso seco de la muestra original. Después, la muestra se colocó en un recipiente y se cubrió con agua, agitándola enérgicamente para separar todas las partículas y suspender los materiales finos. El agua con las partículas finas suspendidas se vertió, evitando la decantación de las partículas gruesas, repitiendo este procedimiento hasta que el agua de lavado quedó clara. Luego, la muestra se lavó con un chorro de agua lento y constante hasta que el agua pasara completamente clara a través del tamiz número 200 ($75\ \mu\text{m}$). Finalmente, se secó en el horno durante 24 horas y se registró el peso seco de la muestra ensayada después del lavado. La cantidad de material que pasa por el tamiz número 200 por vía húmeda se calculó utilizando la fórmula correspondiente.

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

Donde:

A= Porcentaje del material mas fino que pasa por el tamiz normalizado número 200.

P_1 = Peso seco de la muestra original

P_2 = Peso seco de la muestra ensayada

3.7.5 Peso específico del agua y factor “f” en recipientes para peso unitario

Procedimiento:

Para determinar el peso específico del agua, se registraron el peso y el volumen de la fiola. Luego, se llenó la fiola con agua, asegurándose de eliminar las burbujas y el exceso de agua. Posteriormente, se midió el peso de la fiola con el agua y, finalmente, se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo.

$$Pe_{\text{agua}} = \frac{W_{f+a} - W_f}{V_f} \times 100$$

Donde:

Pe_{agua} = Peso Específico del agua (Kg/m³)

W_f = Peso de la fiola (gr)

W_{f+a} = Peso de fiola mas agua (gr)

V_f = Volumen de fiola (cm³)

Y para determinar el factor F es mediante la siguiente formula:

$$F = \frac{W_{r+a} - W_r}{Pe_{\text{agua}}}$$

Donde:

F = Factor del recipiente de medida (1/m³)

W_r = Peso del recipiente (gr)

W_{r+a} = Peso del recipiente más agua (gr)

$P_{e_{agua}}$ = Peso Específico del agua (Kg/m^3)

3.7.6 Peso unitario suelto o compactado

Norma: NTP 400.017

Definición: Masa de una unidad de volumen de la masa material del agregado, en que el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas, expresado en kg/m^3 .

Procedimiento:

Determinación del peso unitario suelto

Llene el recipiente metálico con agregado, utilizando un cucharón y vertiéndolo desde una altura máxima de 5 cm, hasta que el recipiente esté lleno. Retire el exceso de agregado con una varilla y luego determine el peso del recipiente metálico tanto con el agregado como sin él.

Determinación del peso unitario compactado

Llene un tercio del recipiente y nivele la superficie compactando el agregado con la mano, luego compacte esta primera capa aplicando veinticinco golpes uniformemente distribuidos. Repita el mismo proceso con una segunda capa hasta los dos tercios del recipiente y una tercera capa que sobrepase el borde. Durante la compactación de la primera capa, evite que la varilla toque el fondo del recipiente, y en las capas siguientes, asegúrese de penetrar únicamente la capa

correspondiente. Una vez que el recipiente esté completamente lleno, nivele la superficie con la varilla y determine los pesos correspondientes.

Cálculo:

$$M = \frac{(G-T)}{V}$$

$$M = (G-T) \times F$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/cm³

G = Peso del recipiente de medida más agregado en Kg.

T = Peso del recipiente de medida en kg.

V = Volumen del recipiente de medida en m³.

F = Factor del recipiente de medida en m⁻³

3.7.7 Peso específico y absorción

3.7.7.1 Peso específico y absorción de agregado fino

Norma: NTP 400.022

Definición: Es la relación de la densidad secada del agregado a la densidad del agua a una temperatura indicada.

Equipos y materiales: Balanza, picnómetro, frasco, molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad y estufa.

Procedimiento:

Dejé reposar la muestra obtenida mediante cuarteo en agua durante 24 horas, luego de haberla lavado cuidadosamente y secado en la estufa. Después de este tiempo, procedí a verter el agua con mucho cuidado para evitar la pérdida de partículas finas del agregado. Una vez escurrida el agua, extendí la muestra sobre una superficie lisa y limpia, permitiendo que se secase al aire. Durante este proceso, removí la muestra periódicamente para asegurar que el secado fuera uniforme en toda su extensión. A continuación, coloqué la muestra en un molde cónico y la compacté utilizando una varilla con la cual apliqué 25 golpes suaves para garantizar una adecuada compactación. Posteriormente, retiré con cuidado el molde. En esta etapa, el cono de agregado debería derrumbarse, lo que indica que el agregado fino ha alcanzado un estado superficialmente seco. Si esto no ocurre y el cono permanece intacto, se debe continuar removiendo la muestra y repitiendo el procedimiento hasta que el cono colapse parcial o totalmente, señalando que se ha alcanzado la condición adecuada de humedad.

Coloqué 500 g de la muestra preparada en un frasco volumétrico y lo llené gradualmente con agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³. Durante este proceso, eliminé cuidadosamente las burbujas de aire que se formaron, utilizando el método manual de rodar el frasco suavemente o, en su defecto, de manera mecánica para garantizar la precisión del volumen. Una vez que me aseguré de que no quedaban burbujas atrapadas, llené el frasco hasta su capacidad calibrada y registré el peso total del frasco con la muestra y el agua. Después, retiré la muestra del frasco y procedí a secarla en la estufa a una temperatura controlada de 110 ± 5 °C para garantizar

que toda la humedad fuera eliminada. Finalmente, dejé enfriar la muestra a temperatura ambiente durante un período de entre ½ a 1 ½ horas y anoté su peso para posteriores cálculos o análisis.

Tabla 14

Cantidad mínima de muestra para el ensayo

Tamaño Máximo Nominal Del Agregado Pulg (Mm)	Masa Mínima De Muestra De Ensayo Kg (Lb)
½" (12.5 mm)	2 (4.4)
¾" (19.0 mm)	3 (6.6)
1" (25.0 mm)	4 (8.8)
1 ½" (37.5 mm)	5 (11)
2" (50 mm)	8 (18)
2 ½" (63.0 mm)	12 (26)
3" (75.0 mm)	18 (40)
3 ½" (90 mm)	25 (55)
4" (100.0 mm)	40 (88)
5" (125.0 mm)	75 (165)

Fuente: NTP 400.021, p,9.

Cálculo:

PESO ESPECÍFICO DE MASA:

$$Pe_m = \frac{(W_0)}{V-V_0} \times 100$$

Donde:

P_{e_m} = Peso específico de masa

W_0 = Peso en el aire de la muestra secada en el horno

V = Volumen del frasco en cm^3

V_a = Peso en gramos o volumen en cm^3 de agua añadida al frasco

PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA:

$$P_{e_{sss}} = \frac{500}{V - V_a} \times 100$$

PESO ESPECIFICO APARENTE:

$$P_{e_a} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

ABSORCIÓN:

Es el incremento de la masa del agregado causado por el agua que penetra en los poros de las partículas durante un tiempo determinado, sin considerar el agua que se adhiere a la superficie externa de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca.

$$P_{e_a} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

3.7.7.2 *Peso Específico y Absorción de agregado grueso.*

Norma: NTP 400.021

Definición: Es la relación de la densidad del agregado a la densidad del agua destilada a una temperatura indicada.

Equipos y materiales: Balanza, recipiente para muestra, tanque de agua, tamices y estufa.

Procedimiento: Seque la muestra de ensayo en una estufa hasta que alcance una masa constante a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Luego, enfríela a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas (o más para tamaños mayores) hasta que sea cómoda de manipular. Posteriormente, sumerja el agregado en agua a temperatura ambiente durante 24 ± 4 horas.

Después, retire la muestra, ruédela sobre un paño absorbente hasta eliminar toda el agua visible y limpie las partículas más grandes individualmente.

Pese la muestra en su estado de superficie saturada y seca, registrando esta masa con una precisión de 0,5 g o 0,05 %. Luego, sumerja la muestra en agua a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, eliminando todo el aire antes de registrar la masa en agua. Finalmente, vuelva a secar la muestra en la estufa, enfríela a temperatura ambiente y registre la masa final.

Calculo:

PESO ESPECIFICO DE MASA:

$$Pe_m = \frac{A}{B-C} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (SSS):

$$P_{\text{csss}} = \frac{B}{B-C} \times 100$$

PESO ESPECIFICO APARENTE:

$$P_{\text{ea}} = \frac{A}{A-C} \times 100$$

ABSORCIÓN:

Aumento de masa del agregado debido a la absorción de agua en los poros de las partículas, excluyendo el agua superficial. Este incremento se expresa como un porcentaje de la masa seca.

$$A_b(\%) = \frac{(B-A)}{A} \times 100$$

3.7.8 Contenido de vacíos en los agregados

NORMA: NTP 400.017, NTP400.037

De acuerdo a la norma se usa la siguiente formula:

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(P_e \times P_{\text{eagua}}) - P_u}{P_e \times P_{\text{eagua}}}$$

Donde:

P_{eagua} = Peso específico del agua (Kg/m^3)

P_{ea} = Peso específico aparente (Kg/m^3)

P_U = Peso unitario del agregado (Kg/cm^3)

3.7.9 Contenido de humedad

Norma: NTP 339.185

Definición: Es el porcentaje que indica la cantidad de agua presente en un material sólido (agregado), calculado con base en su masa seca, la cantidad a usar será de acuerdo a la tabla número 15.

Equipos: balanza, estufa y tara

Tabla 15

Masa mínima de la muestra

Tamaño Máximo Nominal De Agregados Mm (Pulg.)	Masa Mínima De La Muestra De Agregado De Peso Normal En Kg
4.75 (0.187) (N°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (2 ½)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 ½)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3 ½)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (6)	50.0

Fuente: MTC E215 (2016)

Procedimiento: secar la muestra en la estufa por 24 horas teniendo cuidado de evitar la pérdida de ninguna partícula. La muestra estará suficientemente seca cuando al aplicar el calor en la estufa este puede causar menos de 0.1% de pérdida de adicional de masa. Calculamos la masa de la muestra ya seca con una aproximación de 0.1%.

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

Donde:

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

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramos

3.7.10 Resistencia al desgaste de los agregados gruesos menores de 37.5 mm (1 ½) por medio de la máquina de los ángeles

Norma: NTP 400.019/ MTC E207

Procedimiento:

De acuerdo con la tabla número 1 de la norma NTP.019, p.6, la gradación corresponde al tipo A. La muestra representativa se lava y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. Luego, se separa cada fracción individual y se recombinan. Se registra la masa de la muestra antes del ensayo con una aproximación de 1 g. El número de esferas (carga abrasiva) se selecciona según lo indicado en la tabla 16.

Tabla 16*Cantidad de esferas*

Gradación	Numero De Esferas	Masa De La Carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Fuente: NTP 400.019, p,5.

Se colocó la muestra de agregado grueso y las esferas correspondientes al tipo de gradación en la máquina de Los Ángeles. Luego, se hizo girar la máquina a una velocidad de entre 30 y 33 revoluciones por minuto, cumpliendo con las 500 revoluciones prescritas. Tras completar las revoluciones, se retiraron las esferas y la muestra, y se procedió a una separación preliminar de la muestra que pasó por el tamiz N° 12 (1.70 mm). Además, el material retenido en el tamiz fue lavado para eliminar los finos adheridos a las partículas. Finalmente, la muestra se secó en un horno a una temperatura de 110°C ± 5°C durante 24 horas. Posteriormente, se extrajo la muestra y se registró su peso seco.

A continuación, la formula:

$$\% \text{ Abrasión} = \frac{(W_0 - W_f)}{W_0} \times 100$$

Donde:

W_0 = Peso original de la muestra antes de ensayar (gr)

W_f = Peso final de la muestra después de ensayar (gr)

3.8 Diseño de mezcla por el método del módulo de fineza de combinación de agregados para una resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

El método del módulo de fineza para la combinación de agregados establece que los contenidos de agregados finos y gruesos varían según las diferentes resistencias deseadas. Esta variación depende principalmente de la relación agua-cemento y del contenido total de agua, lo cual se refleja en la cantidad de cemento presente en la mezcla.

Este método considera fundamentalmente, además de lo ya mencionado, que el módulo de fineza del agregado, ya sea fino o grueso, es un indicador de su superficie específica. A medida que esta superficie aumenta, también lo hace la demanda de pasta. Si la cantidad de pasta se mantiene constante, un incremento en la fineza del agregado disminuye la resistencia debido a la adherencia.

Como resultado de investigaciones realizadas, se ha podido establecer una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados finos y gruesos con su participación porcentual en el volumen absoluto total del agregado. Esta ecuación permite determinar el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados más adecuado para las condiciones específicas de la mezcla. (Rivva, 2019).

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f}$$

Donde:

m = Módulo de fineza de la combinación de agregados

m_f = Módulo de fineza del agregado fino

m_g = Módulo de fineza del agregado grueso

r_f = Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

Para llegar a dicha formula se debe seguir ciertos pasos los cuales serán descritos a continuación:

- a) Selección de la resistencia de diseño para alcanzar la mínima especificada (f^c), el cual se multiplicó por 1.2.
- b) Seleccionamos el TMN del agregado grueso.
- c) Con ayuda de la tabla 53 en el anexo II y considerando una consistencia plástica determinamos asentamiento.
- d) Selección de agua de mezclado mediante la tabla 55 en el anexo II.
- e) Mediante la tabla 54 en el anexo II determinamos el contenido de aire atrapado
- f) Elección de la relación agua cemento por resistencia de acuerdo a la tabla N°56 en el anexo II.
- g) Se calculó el factor cemento a través de la siguiente formula

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{volumen unitario de agua de diseño}}{A/C}$$

- h) Y para el numero de bolsas de cemento mediante la siguiente formula:

$$\text{N}^\circ \text{ de bolsas} = \frac{\text{Factor de Cemento}}{42.5}$$

- i) Se determinó los volúmenes absolutos de la pasta (Cemento, agua de diseño y aire).

Volumen Absoluto = peso por m³ por peso específico

j) Se determinó el volumen absoluto de los agregados total.

Volumen Abs. Ag. = 1 m³ - \sum volúmenes absolutos de pasta

k) Se determinó el porcentaje de vacíos teórico.

l) De termino el módulo de fineza de acuerdo al TMN del agregado grueso mediante la tabla N° 57 en el anexo II.

m) Se determinó el porcentaje de agregado fino (rf), mediante la formula:

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f}$$

Donde:

m = Módulo de fineza de la combinación de agregados

m_f = Módulo de fineza del agregado fino

m_g = Módulo de fineza del agregado grueso

r_f = Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

n) Se calculó el volumen absoluto de los agregados

Vol. Ag. Fino = Vol. agregados x % Ag. Fino

Vol. Ag. Grueso = Vol. Agregados - % Ag. Fino

o) A continuación, determinamos los pesos secos de los agregados fino y grueso

$$\text{Peso Seco Agregado} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \text{C}^\circ \right) = \text{Vol. Agregado} \times \text{Peso Específico del Agregado}$$

p) Corregimos los resultados por humedad del agregado

Peso Húmedos de agregados:

$$\text{Peso Agregado Húmedo} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \text{C}^\circ \right) = \text{Peso seco} \times \text{Contenido de Húmedo}$$

Humedad superficial:

$$\text{Humedad Superficial (\%)} = \text{Contenido de Húmedo} - \text{Absorción}$$

Aporte de Humedad de agregados:

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} \left(\frac{1}{\text{m}^3} \right) = \sum \text{peso seco} \times \text{humedad superficial}$$

Agua Efectiva:

$$\text{Agua efectiva} \left(\frac{1}{\text{m}^3} \right) = \text{agua de diseño} - \text{aporte de humedad de los agregados}$$

q) Calculamos la proporción de peso en obra

$$\text{Proporción en peso} = \left(\frac{\text{Material corregido por humedad} / \text{m}^3 \text{C}^\circ}{\text{Peso del cemento} / \text{m}^3 \text{C}^\circ} \right)$$

r) Se calculó la proporción en volumen de obra

$$\text{Proporción en volumen} = \left(\frac{\text{proporción en peso} \times 42.5 \text{ Kg} \times 35.3147 \text{ pie}^3}{\left(1 + \frac{\text{contenido de humedad}}{100} \right) \times \text{peso unitario suelto}} \right)$$

s) Finalmente calculamos la proporción por tanda

3.9 Uso de aditivos

3.9.1 Uso de 1% Sikament® 290N

Esta investigación se realizó utilizando 1% del peso del cemento con el aditivo de Sikament® 290N

3.9.2 Uso de 3% Sikacem Acelerante Pe

En esta investigación se realizó utilizando el 3% del peso del cemento del aditivo Sikacem Acelerante Pe.

3.10 Peso unitario de las probetas de concreto

Procedimiento:

Para determinar el peso unitario del concreto fresco, se comenzó registrando el peso del recipiente vacío. Luego, se llenó un tercio del recipiente con la mezcla de concreto y se compactó utilizando la varilla de compactación, aplicando 25 golpes de manera uniforme desde el borde exterior hacia el centro. Este proceso se repitió para las siguientes dos capas. En la última capa, el recipiente se llenó hasta sobrepasar su volumen, y con ayuda de una espátula se eliminaron los vacíos más grandes en la superficie por debajo del borde superior del recipiente. Finalmente, se registró el peso del recipiente con la muestra de concreto compactada.

$$P_U = (W_{m+r} - W_r) \times F$$

Donde:

P_U = peso unitario del agregado (Kg/cm^3)

W_{m+r} = Peso de muestra compactada mas recipiente (Kg)

W_r = Peso de recipiente (Kg)

F = Factor del recipiente de medida ($1/\text{m}^3$)

3.11 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto

Norma: NTP 339.034

Procedimiento:

Para llevar a cabo el ensayo de compresión, se registraron el diámetro, la altura y el peso de los especímenes de concreto. Luego, los especímenes fueron colocados cuidadosamente en la Máquina Universal de Compresión, verificando que estuvieran centrados para una distribución uniforme de la carga. Se aplicó una carga axial a una velocidad constante y sin interrupciones, conforme a las normas establecidas, hasta la falla del concreto. Durante el proceso, se monitoreó la carga aplicada en cada instante, lo que permitió registrar el valor máximo de resistencia alcanzado por cada espécimen antes de su fractura. Estos datos resultaron esenciales para evaluar la variación en la resistencia a compresión y para interpretar la respuesta mecánica del concreto con y sin aditivos en diferentes edades.

El cual se determinó mediante la siguiente formula:

$$f_c = \frac{P}{\pi D^2} \times 1000$$

Donde:

F'c = resistencia a compresión del testigo de concreto

P = Carga máxima aplicada hasta la rotura (Tn)

D = Diámetro promedio (cm)

3.12 Presentación de resultados

Tabla 17

Resultados de las propiedades físicas de los agregados

PROPIEDAD	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Tamaño Máximo Nominal	-	1/2"
Perfil de Agregado Grueso	-	Angular
Peso Específico de Masa	2.61 gr/cm ³	2.62 gr/cm ³
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco	2.66 gr/cm ³	2.65 gr/cm ³
Peso Específico Aparente	2.74 gr/cm ³	2.7 gr/cm ³
Absorción	1.8 %	1.1 %
Peso Unitario Suelto	1631 Kg/m ³	1416 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1760 Kg/m ³	1548 Kg/m ³
Contenido de Humedad	5.226 %	0.64 %
Módulo de Finura	2.98	6.64
Abrasión		27.68%
% que pasa la malla N°200	0.51%	3.76%
Vacíos	40.67%	32.29%

Fuente Elaboración Propia

3.12.1 Resultados del diseño de mezcla

Tabla 18

Materiales corregidos por humedad

MATERIALES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD	
CEMENTO	316 Kg
AGUA EFECTIVA	186.207515 Lts.
A.F. HUMEDO	1020.71789 Kg.
A.G. HUMEDO	752.732829 Kg.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

Proporción en peso

PROPORCION EN PESO	
CEMENTO	1
AGUA EFECTIVA	25.0437322
A.F. HUMEDO	3.23011992
A.G. HUMEDO	2.38206591

Fuente: Elaboración Propia.

3.12.2 Resultados de las propiedades físico – mecánicas del concreto

3.12.2.1 Resultado del asentamiento del concreto (slump) en cada dosificación

Tabla 20

Resultados de asentamiento

Diseño	Slump
Muestra Patrón	3.25"
Muestra con 1% de Sikament® 290N	9"
Muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	3.5"

Fuente: Elaboración Propia

3.12.2.2 Peso unitario del concreto fresco

Tabla 21

Peso unitario del concreto

Diseño	Peso unitario del concreto (Kg/m ³)
Muestra Patrón	2345.035
Muestra con 1% de Sikament® 290N	2374.326
Muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	2395.507

Fuente: Elaboración Propia.

3.12.2.3 Resultado del peso unitario del concreto endurecido

Tabla 22

Peso unitario del concreto duro a los 7 dias

Diseño	Peso unitario del concreto (Kg/m ³)
Muestra Patrón	2308.338
Muestra con 1% de Sikament® 290N	2321.312
Muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	2321.351

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23

Peso unitario del concreto duro a los 14 dias

Diseño	Peso unitario del concreto (Kg/m ³)
Muestra Patrón	2329.808
Muestra con 1% de Sikament® 290N	2313.748
Muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	2333.874

Fuente: Elaboración Propia.

A los 28 días

Tabla 24

Peso unitario del concreto duro a los 28 días

Diseño	Peso unitario del concreto (Kg/m ³)
Muestra Patrón	2329.849
Muestra con 1% de Sikament® 290N	2310.029
Muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	2304.724

Fuente: Elaboración Propia.

3.12.2.4 Resultado de la resistencia a compresión uniaxial del concreto

a los 7 días

Tabla 25

Resistencia a compresión del concreto a los 7 días.

Diseño	Resistencia a compresión del concreto (Kg/cm ²)
Muestra Patrón	240.465
Muestra con 1% de Sikament® 290N	256.764
muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	255.617

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26

Resistencia a compresión del concreto a los 14 días.

Diseño	Resistencia a compresión del concreto (Kg/cm ²)
Muestra patrón	270.949
Muestra con 1% de Sikament® 290N	265.938
Muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	305.785

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27

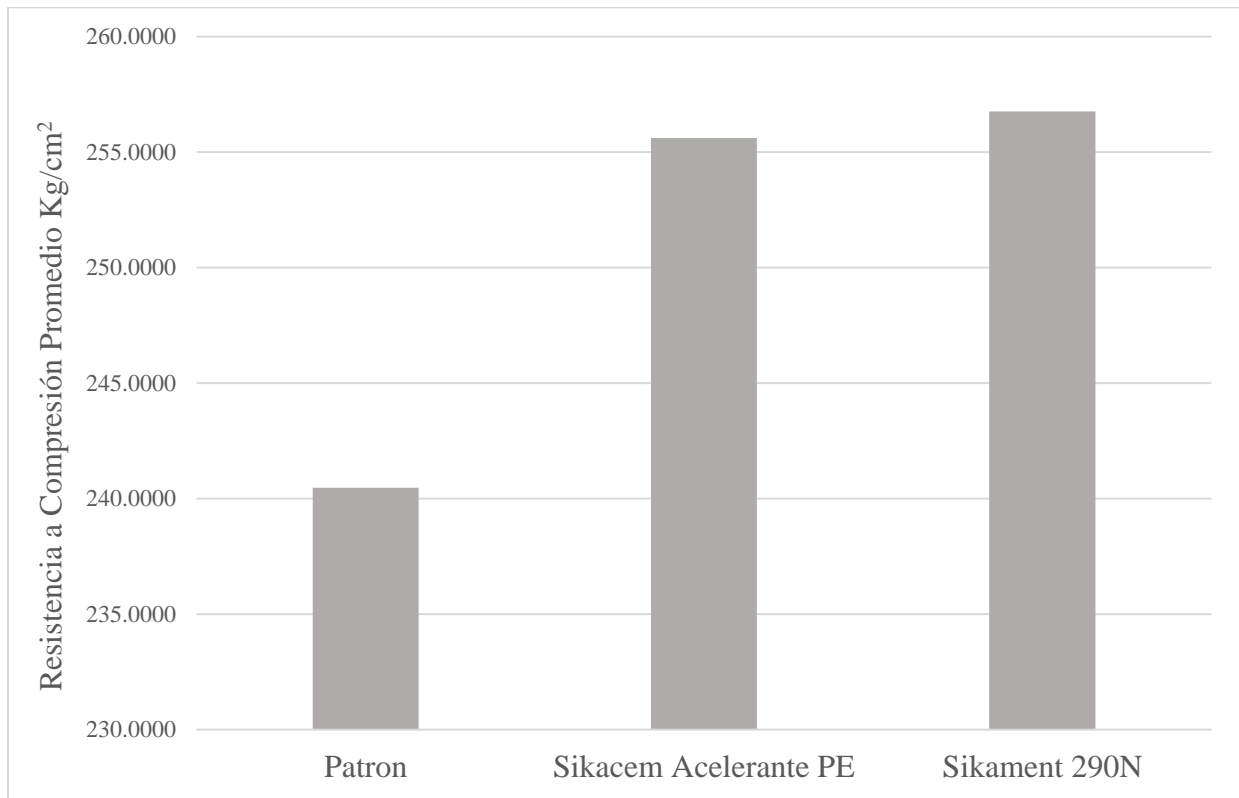
Resistencia a compresión del concreto a los 28 días.

Diseño	Resistencia a compresión del concreto (Kg/cm ²)
Muestra patrón	297.757
Muestra con 1% de Sikament® - 290N	326.591
Muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe	308.255

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3

Resistencia a compresión de los especímenes de concreto a los 7 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4

Resistencia a compresión de los especímenes de concreto a los 14 días.

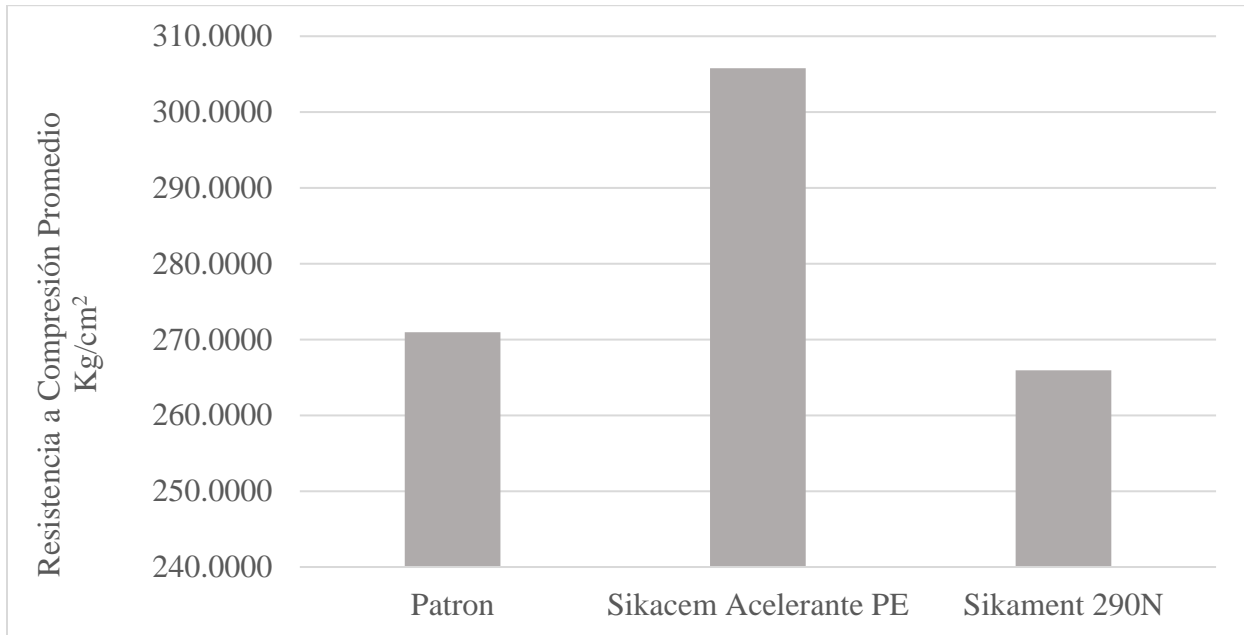
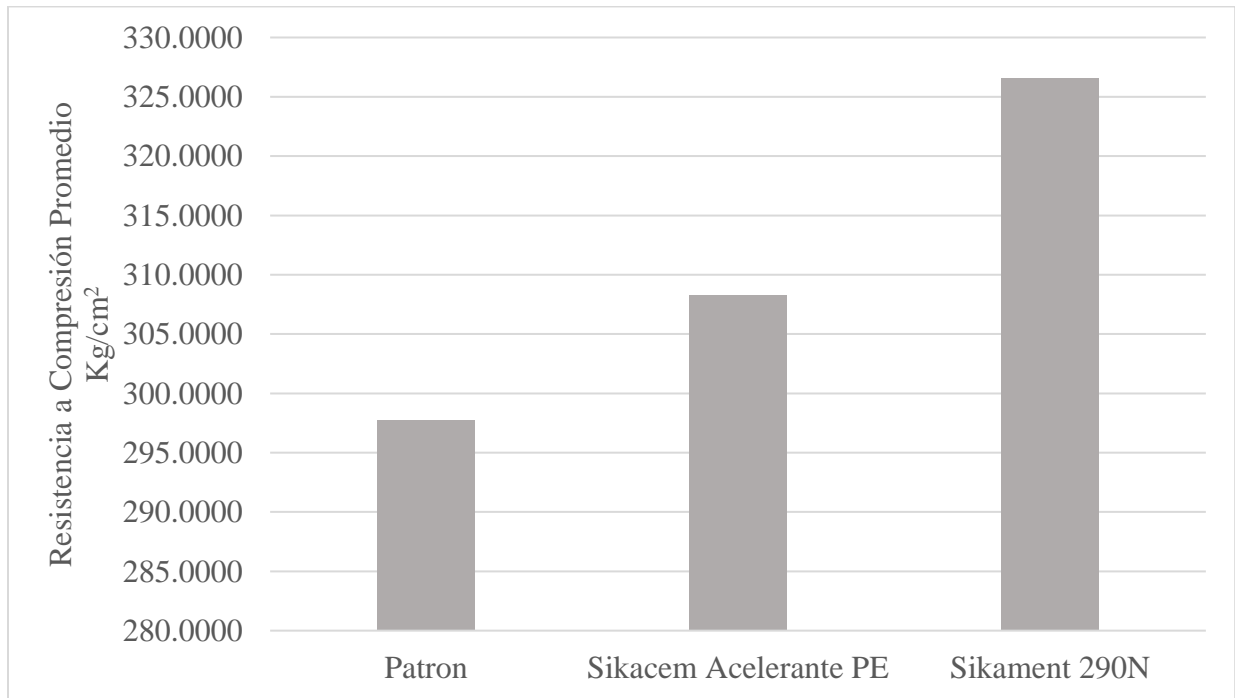


Figura 5

Resistencia a compresión de los especímenes de concreto a los 28 días.



CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Análisis y discusión de los resultados de los agregados

En base a los resultados obtenidos de las propiedades físicas de los agregados en la tabla 18 y con el cumplimiento con los requerimientos de la NTP 400.037, se analiza lo siguiente que:

4.1.1 Granulometría de agregado grueso y fino.

La curva granulométrica del agregado grueso de TMN 1/2" está dentro del límite superior como inferior del huso número 67, asimismo el agregado fino cumple con los límites del huso número 5. Por lo que se considera que los agregados son óptimos para un diseño de mezcla.

El módulo de fineza del agregado fino se calculó un valor de 2.98 el cual está dentro del rango recomendable que es 2.3 a 3.1.

El promedio del porcentaje de partículas del agregado grueso que pasa por la malla número 200 es de 0.27% el cual cumple con la norma de ser menor al 1%

4.1.2 Peso unitario de los agregados.

Estos valores se presentan en la tabla 18. El peso unitario de la masa suelta del agregado fino (AF) es de 1631 kg/m³, mientras que el peso unitario de la masa compactada alcanza los 1760 kg/m³. Por otro lado, el peso unitario de la masa suelta del agregado grueso (AG) es de 1416 kg/m³, y bajo compactación, es de 1548 kg/m³. Se observa que el peso unitario de la masa del AF es superior a la del AG, lo cual se atribuye a la mayor capacidad de las partículas finas para acomodarse. Los resultados obtenidos cumplen con los estándares establecidos por la normativa,

la cual especifica que el peso unitario de la masa, tanto en estado suelto como compactado, debe estar dentro del rango de 1.2 a 1.85 t/m³, es decir, entre 1200 kg/m³ y 1850 kg/m³.

4.1.3 Peso específico de los agregados.

La tabla 18 muestra los valores del peso específico de los agregados fino y grueso son 2.74 gr/cm³ y 2.7 gr/cm³ respectivamente, los cuales cumplen con los estándares establecidos en la normativa. Según esta normativa, los pesos específicos (densidades) de los agregados deben estar dentro del rango de 2.4 g/cm³ a 2.9 g/cm³.

4.1.4 Absorción y contenido de humedad de los agregados.

En la tabla 18, se presentan los resultados obtenidos, donde se evidencia que el agregado fino tiene una capacidad de absorción mayor que la del agregado grueso. Además, se observa que el agregado fino está en un estado más húmedo que el agregado grueso, lo que indica que aportará una mayor cantidad de agua a la mezcla de concreto.

4.1.5 Abrasión del agregado grueso.

En la tabla 18 se muestra que el agregado grueso tiene un valor de desgaste del 27.673%, lo que cumple con los estándares establecidos por la normativa, la cual exige que el desgaste sea inferior al 50%.

4.2 Análisis y discusión en el diseño de la mezcla de concreto

Las tablas de 19 y 20 muestran la cantidad de cada material que compone el concreto base. Las cantidades de cada componente en el diseño se determinaron teniendo en cuenta las

propiedades de los agregados mencionadas anteriormente, obtenidas a través de pruebas de laboratorio. Además, estas proporciones están influenciadas por el tipo de cemento seleccionado para este estudio.

4.3 Análisis y discusión de las propiedades del concreto en estado fresco.

4.3.1 Asentamiento o Slump del concreto

El asentamiento presentado en la tabla 21, la mezcla sin aditivo y con aditivo acelerante cumplen con las características deseadas en el diseño de mezcla lo que es una muestra de consistencia plástica, sin embargo, la muestra con el aditivo Sikament® - 290N presenciamos un asentamiento de 9” cuyo valor esta por encima de lo estimado en el diseño de mezcla (3” a 4”), esto implica una consistencia líquida y de alta trabajabilidad.

4.3.2 Peso unitario del concreto fresco y duro

El peso unitario se describe en la tabla 25, donde se observa una ligera disminución del peso unitario del concreto duro respecto al concreto fresco.

4.4 Análisis y discusión de las propiedades del concreto duro

4.4.1 Resistencia a compresión del concreto

Las resistencias a compresión del concreto se presentan en las tablas 26,27 y 28 las cuales están en relación de edades de 7,14 y 28 días respectivamente, Con base en los datos presentados sobre la resistencia a compresión del concreto, se observa un comportamiento interesante al evaluar el impacto de los aditivos Sikament® - 290N y Sikacem Acelerante Pe en comparación con una muestra patrón.

A los 7 días, tanto el Sikament® 290N como el Sikacem Acelerante Pe mejoran la resistencia del concreto en relación con la muestra patrón, con aumentos de 6.78% y 6.3%, respectivamente. Esto indica que ambos aditivos son eficaces en mejorar la resistencia temprana del concreto.

Sin embargo, a los 14 días, los resultados muestran una tendencia distinta. El concreto con 1% de Sikament® 290N reduce ligeramente su resistencia en comparación con la muestra patrón, con una disminución del 1.8%, mientras que el concreto con 3% de Sikacem Acelerante Pe aumenta significativamente su resistencia en 12.9%. Esto sugiere que, mientras que Sikament® 290N tiene un efecto limitado en la mejora de la resistencia a medio plazo, el Sikacem Acelerante Pe continúa siendo altamente eficaz.

Finalmente, a los 28 días, se observa un incremento general en la resistencia a compresión en todas las muestras, lo cual es característico del proceso de endurecimiento del concreto a medida que avanza el tiempo de curado. Este aumento es más pronunciado en la muestra con 3% de Sikacem Acelerante Pe, que presenta un incremento del 3.53% respecto a la muestra patrón, lo que indica que, si bien el acelerante acelera el desarrollo de la resistencia en las primeras edades, su impacto a largo plazo es menor en comparación con el aditivo plastificante. Por otro lado, la muestra con 1% de Sikament® 290N también muestra una mejora respecto a la muestra patrón, pero con un incremento más moderado del 9.68%. Este comportamiento sugiere que el aditivo plastificante contribuye de manera más constante y efectiva al desarrollo de la resistencia a lo largo del tiempo, lo que se traduce en un incremento mayor al final del período de estudio. En conjunto, estos resultados refuerzan la idea de que los aditivos tienen efectos diferenciados en la resistencia del concreto dependiendo de las edades evaluadas, y que, a los 28 días, el concreto con

Sikament® - 290N muestra un rendimiento superior en términos de resistencia a compresión en comparación con el concreto con Sikacem Acelerante Pe, aunque ambos aditivos logran mejorar significativamente el comportamiento del concreto frente a la muestra sin aditivos.

4.5 Contrastación de la hipótesis planteada en la investigación

La hipótesis plantea que "La variación de la resistencia es de más del 10% respecto a la muestra patrón al adicionar 1% de Sikament®-290N y 3% de Sikacem Acelerante Pe a las edades de 7, 14 y 28 días en un concreto diseñado para 210 kg/cm²". Al analizar los resultados obtenidos, se puede observar que, a los 7 días, el concreto con el aditivo Sikament®-290N presenta una resistencia un 0.5% mayor que el concreto con Sikacem Acelerante Pe, lo que indica una ventaja leve a corto plazo del aditivo plastificante en esta etapa. Sin embargo, al comparar los resultados a los 14 días, se aprecia un comportamiento inverso: el concreto con Sikacem Acelerante Pe muestra una resistencia un 15% superior en comparación con el concreto con Sikament®-290N, evidenciando que el acelerante favorece la resistencia intermedia. Finalmente, a los 28 días, la resistencia del concreto con el aditivo plastificante Sikament®-290N es aproximadamente un 6% mayor que la del concreto con Sikacem Acelerante Pe, lo que sugiere que, a largo plazo, el concreto con el aditivo plastificante tiende a ser más resistente que el concreto con aditivo acelerante. Esto respalda la idea de que, a medida que el tiempo de curado se prolonga, el aditivo plastificante contribuye a obtener una mayor resistencia a la compresión, aunque no necesariamente se logra una variación del 10% en todas las edades estudiadas. Estos resultados son consistentes con la expectativa de que el aditivo plastificante aporte mayor resistencia a largo plazo, aunque la variabilidad entre los porcentajes sugiere que los efectos de los aditivos pueden diferir dependiendo del tiempo de curado y las condiciones específicas del ensayo.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La adición de aditivos Sikacem Acelerante Pe y Sikament®-290N en una mezcla de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm² influye en la resistencia a compresión a distintas edades (7, 14 y 28 días). Los resultados obtenidos indican que el uso de estos aditivos logra mejorar la resistencia a compresión en promedio un 7.561% y 4.911% respectivamente, en comparación con una muestra patrón sin aditivos. Sin embargo, se observa que, aunque estos aditivos mejoran la resistencia a corto y mediano plazo, es crucial un control preciso en la dosificación para mantener la estabilidad de las propiedades del concreto a lo largo del tiempo.
- El concreto con **acelerante** (Sikacem Acelerante Pe) experimenta un desarrollo más rápido de la resistencia en las primeras dos semanas, lo cual es ventajoso para proyectos que requieren un rápido avance en la resistencia inicial. Este comportamiento sugiere que el acelerante es útil en situaciones donde la resistencia a corto plazo es crítica, como en estructuras que deben ponerse en servicio rápidamente.
- Por otro lado, el concreto con plastificante (Sikament®-290N) muestra un incremento más sostenido y significativo en la resistencia a largo plazo, alcanzando su mayor potencial de resistencia a los 28 días. Esto indica que el plastificante es beneficioso para proyectos donde la durabilidad y la resistencia a largo plazo son más importantes que el desarrollo rápido de la resistencia. Además, la acción del plastificante contribuye a una mayor trabajabilidad del concreto, facilitando su colocación y compactación en obra. Esto puede traducirse en una mejor calidad del concreto endurecido y una reducción de costos asociados al proceso constructivo.

5.2 Recomendaciones

- Basado en los resultados obtenidos, se recomienda utilizar acelerantes como Sikacem Acelerante Pe en proyectos donde se requiera alcanzar una alta resistencia a edades tempranas, como elementos prefabricados o en pavimentos que necesiten estar al servicio en un corto tiempo.
- Para proyectos donde la resistencia final y la durabilidad son primordiales, como en estructuras es aconsejables optar por retardantes como Sikament® - 290N que han demostrado proporcionar una mayor resistencia pasado los 28 días.
- Con un mayor slump, la colocación del concreto se vuelve más sencilla, lo que puede acelerar el proceso constructivo y reducir la necesidad de vibrado excesivo. Sin embargo, es importante asegurarse de que el aumento en la fluidez no comprometa la integridad estructural ni la durabilidad del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACI 211.1. (2022). Standard practice for selecting proportions for normalheavyweight, and mass concrete.
- Apolinario, F. (2017). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas altoandinas en Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/1545>
- ASTM C138 (2014). *Standard Test Method for Unit Weight, Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*.
- ASTM C150 (2003). *Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete*.
- Camus, A., Rodriguez, J. (2023). *Evaluación del desempeño de aditivos acelerantes sikacem y thermotek respecto al asentamiento, resistencia a la compresión y flexión de concretos convencionales*. [tesis de pregrado – Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/36770>
- Cárdenas, C., López, L. (2017). *Influencia Del Aditivo Plastificante En La Resistencia A La Compresión Del Concreto Cemento- Arena - Iquitos, 2017*. [Tesis de pregrado – Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional - Universidad Científica del Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/903>
- Díaz, C., Ramírez, J. (2022). *Inclusión de aditivo Sikament 290N para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto $f'c$ 280 kg/cm², Jaén*. [Tesis de pregrado – Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional – Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93412>

Diaz, S., Verastegui, C. (2023). Efecto de los aditivos Sikament-290N y SikaCem Plastificante en las propiedades físicas del concreto $f'c=320$ kg/cm², Trujillo-Perú, 2023. [Tesis de pregrado – Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional – Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/136650>

Floriano, A., (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto, utilizando aditivo acelerante Z fragua N°5, cemento portland compuesto tipo ICO y agregados de cantera de la ciudad de Trujillo*. [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional – Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36404>

Gonzales, I. (2019). *Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5% para diferentes edades*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional – Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/14760>

Incio, P. (2015). *Influencia del aditivo chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades, del concreto. Usando cemento portland tipo I y agregados de rio; en la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional – Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/645>

López, A., Bocanegra, V. (2017). *Comparación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión en cilindros de mortero de inyección con: material saturado, aditivos plastificantes y/o acelerantes*. [Tesis de pregrado, Universidad católica de Colombia]. Repositorio institucional – Universidad católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/b4cfa1f1-e87e-4c55-9af0-aae4168bfb34>

López, W., Bocanegra, V. (2017). *Comparación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión en cilindros de mortero de inyección con: material saturado, aditivos plastificantes y/o acelerantes*. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional – Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a358b53c-18ca-4b71-9349-f1baed2199d6/content>

Medina, R. (2016). *Conociendo las propiedades del concreto – Boletín N° 30* [Archivo PDF]. <https://acerosarequipa.com/pe/es/search/boletin%20N%C2%B0%2030>

MTC E202 (2016). *Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) por lavado*.

MTC E207 (2016). *Abrasión los ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm. (1 ½”)*.

MTC E215 (2016). *Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado*.

Neville, A. (2013). *Tecnología del concreto*. 4ª Ed. M. en A. Soledad Moliné Venanzi.

Norma E.0.60 (2020). *Concreto armado*. Lima, Perú. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

NTP 338.034 (2021). *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo*. 5ª Ed. Lima, Perú.

- NTP 339.034 (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. 4ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 339.035 (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 339.047 (2019). *CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 339.088 (2019). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 339.185 (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizados para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. 2ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 400.010 (2016). *AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 400.012 (2018). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 400.017 (2016). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso Unitario”) y los vacíos en los agregados*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 400.018 (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales mas finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) por lavado en agregados*. 3ª Ed. Lima, Perú.

- NTP 400.019 (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menor por abrasión e impacto en la Maquina de los Ángeles*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 400.021 (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- NTP 400.037 (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. 2ª Ed. Lima, Perú.
- Pérez, D., Crespo, D. (2024). *Influencia del aditivo plastificante para aumentar la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando materiales de las minas la milagrosa y la josefina ubicada en la provincia del Azuay*. [tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional – Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26834>
- Rivera, G. (2016). *Concreto simple*. Universidad del Cauca.
- Rivva, E. (2019). *Diseño de mezclas*. 4ª Ed. Lima, Perú: Williams E.I.R.L.
- Ruiz, J., & Villanueva, P. (2019). *Retos en el fraguado del concreto en construcciones mineras de alta montaña en Perú: Caso Yanacocha*. Revista Andina de Ingeniería Minera.
- Sika. (2019). *Acelerante de fragua y resistencias para mezclas de concreto y mortero*. [Archivo PDF]. <https://per.sika.com/>
- Sika. (2020). *Aditivo polifuncional e impermeabilizante para concreto*. [Archivo PDF]. <https://per.sika.com/>

Soares, D., & Lima, P. (2018). *Desafíos en la trabajabilidad del hormigón en proyectos a gran escala en entornos de alta temperatura*. Revista de Ingeniería Civil y Gestión.

Velarde, A., & Castro, R. (2020). *Incidencia de la temperatura en la trabajabilidad del concreto en zonas costeras del Perú*. Ingeniería y Desarrollo.

ANEXOS

RESULTADO DE ENSAYOS PARA LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

- Módulo de fineza del agregado grueso (Mg)

Tabla 28

Módulo de fineza del agregado grueso (muestra 1).

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
Nº	Abertura (mm)				
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	886.32	36.42	36.42	63.58
3/8"	9.53	645.20	26.51	62.94	37.06
Nº4	4.75	805.84	33.12	96.05	3.95
Nº8	3.36	80.90	3.32	99.38	0.62
N 16	1.18	10.65	0.44	99.82	0.18
N 30	0.60	0.00	0.00	99.82	0.18
N 50	0.30	0.00	0.00	99.82	0.18
N 100	0.15	0.00	0.00	99.82	0.18
N 200	0.075	0.00	0.00	99.82	0.18
Cazoleta	--	4.5	0.18	100.00	0.00
TOTAL		2433.41			
MÓDULO DE FINURA =			6.576		

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6

Distribución granulométrica de agregado grueso muestra 1.

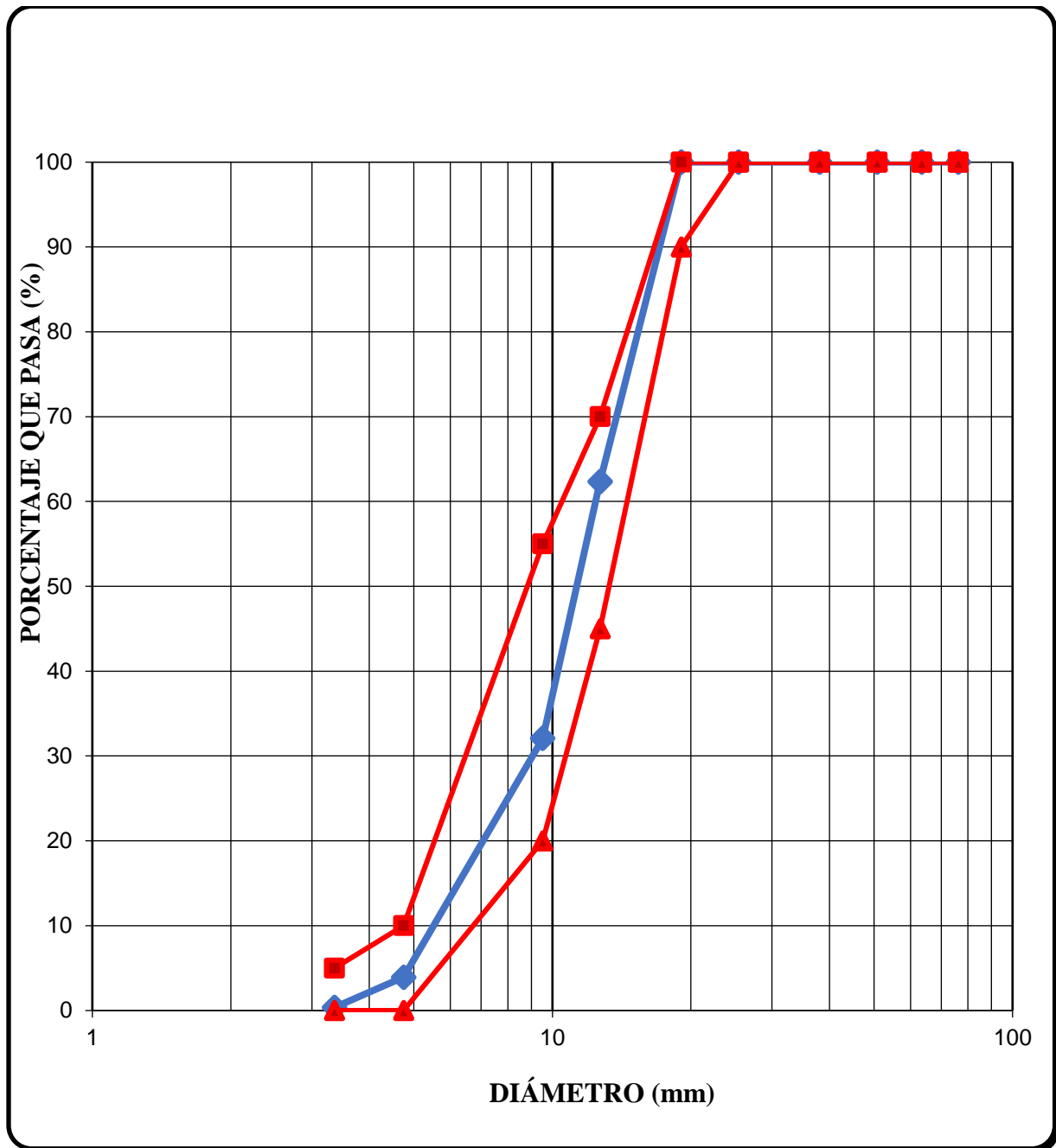


Tabla 29*Módulo de finura del agregado grueso (muestra 2)*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	1020.50	42.47	42.47	57.53
3/8"	9.53	582.60	24.24	66.71	33.29
N°4	4.75	697.48	29.02	95.74	4.26
N°8	3.36	88.36	3.68	99.41	0.59
N 16	1.18	5.68	0.24	99.65	0.35
N 30	0.60	0.00	0.00	99.65	0.35
N 50	0.30	0.00	0.00	99.65	0.35
N 100	0.15	0.00	0.00	99.65	0.35
N 200	0.075	0.00	0.00	99.65	0.35
Cazoleta	--	8.43	0.35	100.00	0.00
TOTAL		2403.05			
MÓDULO DE FINURA =			6.605		

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 7

Distribución granulométrica de agregado grueso muestra 2.

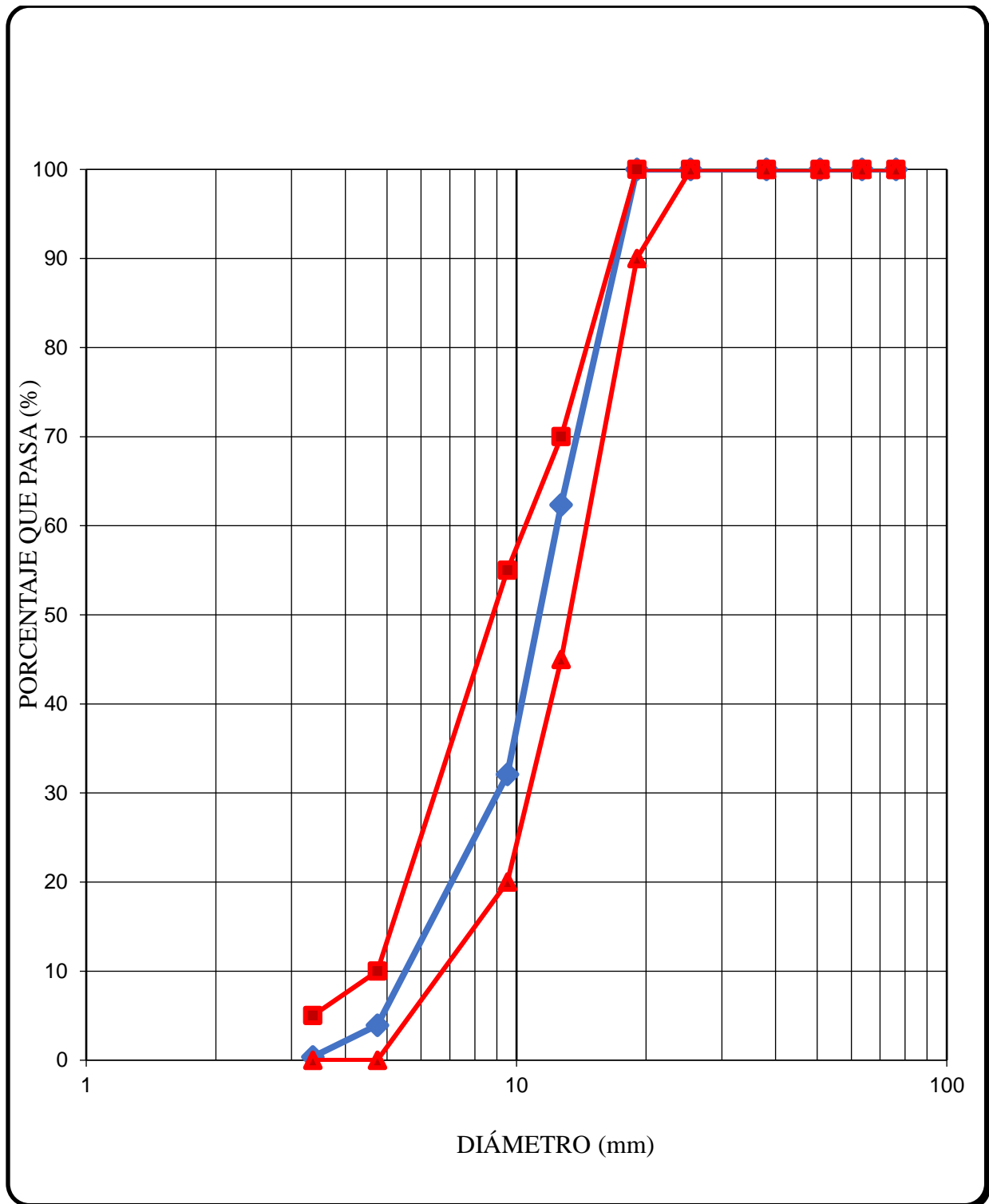


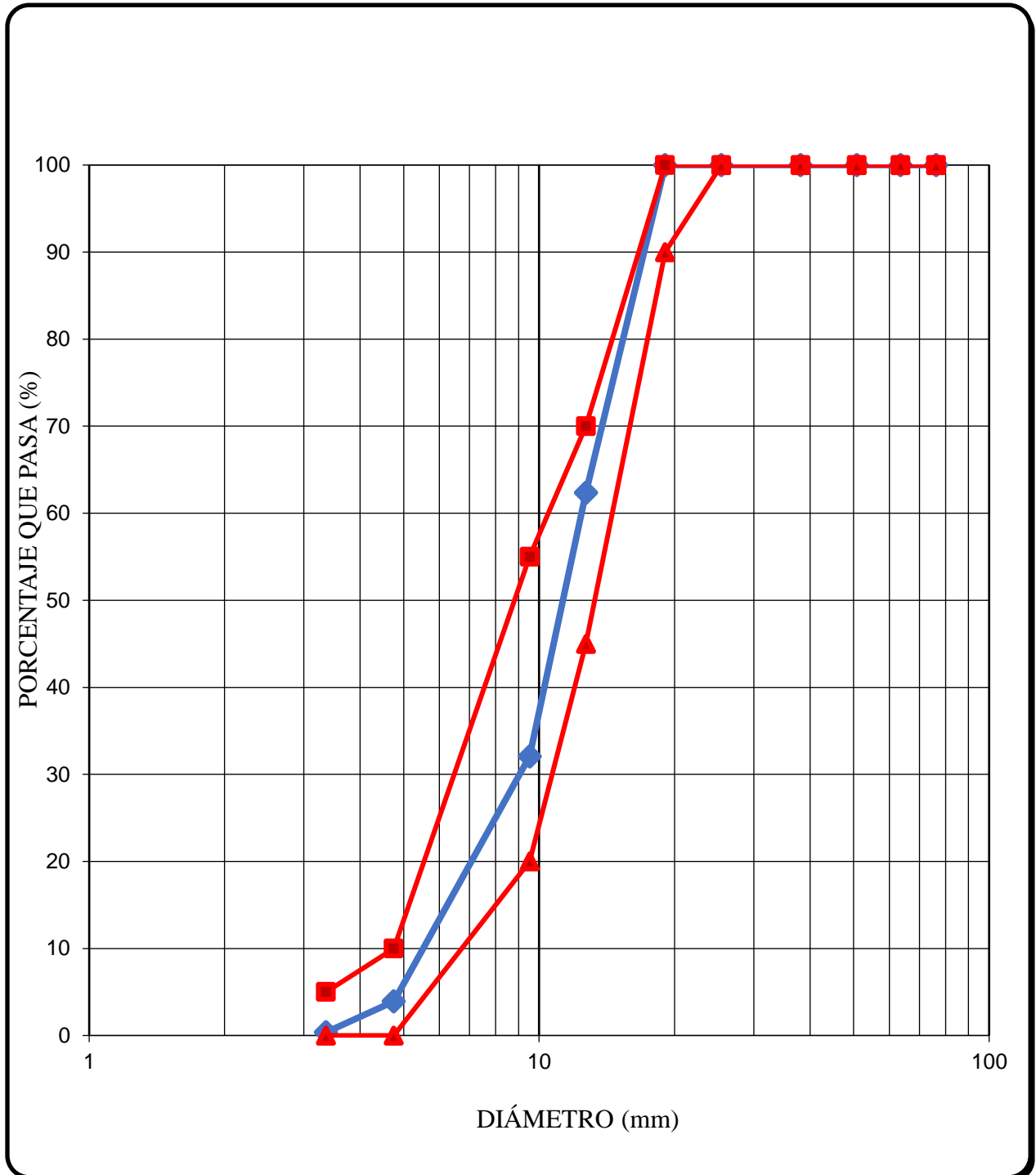
Tabla 30*Módulo de finura del agregado grueso (muestra 3).*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
Nº	Abertura (mm)				
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	1112.51	35.74	35.74	64.26
3/8"	9.53	1236.94	39.74	75.48	24.52
Nº4	4.75	669.60	21.51	97.00	3.00
Nº8	3.36	81.24	2.61	99.61	0.39
N 16	1.18	3.01	0.10	99.70	0.30
N 30	0.60	0.00	0.00	99.70	0.30
N 50	0.30	0.00	0.00	99.70	0.30
N 100	0.15	0.00	0.00	99.70	0.30
N 200	0.075	0.00	0.00	99.70	0.30
Cazoleta	--	9.24	0.30	100.00	0.00
TOTAL		3112.54			

MÓDULO DE FINURA =**6.709***Fuente: Elaboración Propia.*

Figura 8

Distribución granulométrica de agregado grueso muestra 3.



- Módulo de fineza del agregado fino (mf)

Tabla 31

Modulo de fineza del agregado fino (muestra 1).

N°	Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
	Abertura (mm)				
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	64.100	7.95	7.95	92.05
N°8	2.36	112.190	13.91	21.86	78.14
N 16	1.10	134.100	16.63	38.49	61.51
N 30	0.59	146.450	18.16	56.65	43.35
N 50	0.30	181.200	22.47	79.12	20.88
N 100	0.15	104.40	12.95	92.06	7.94
N 200	0.075	48.66	6.03	98.10	1.90
Cazoleta	--	15.36	1.90	100.00	0.00
TOTAL		806.5			
MÓDULO DE FINURA =				2.96	

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9

Distribución granulométrica de agregado fino muestra 1.

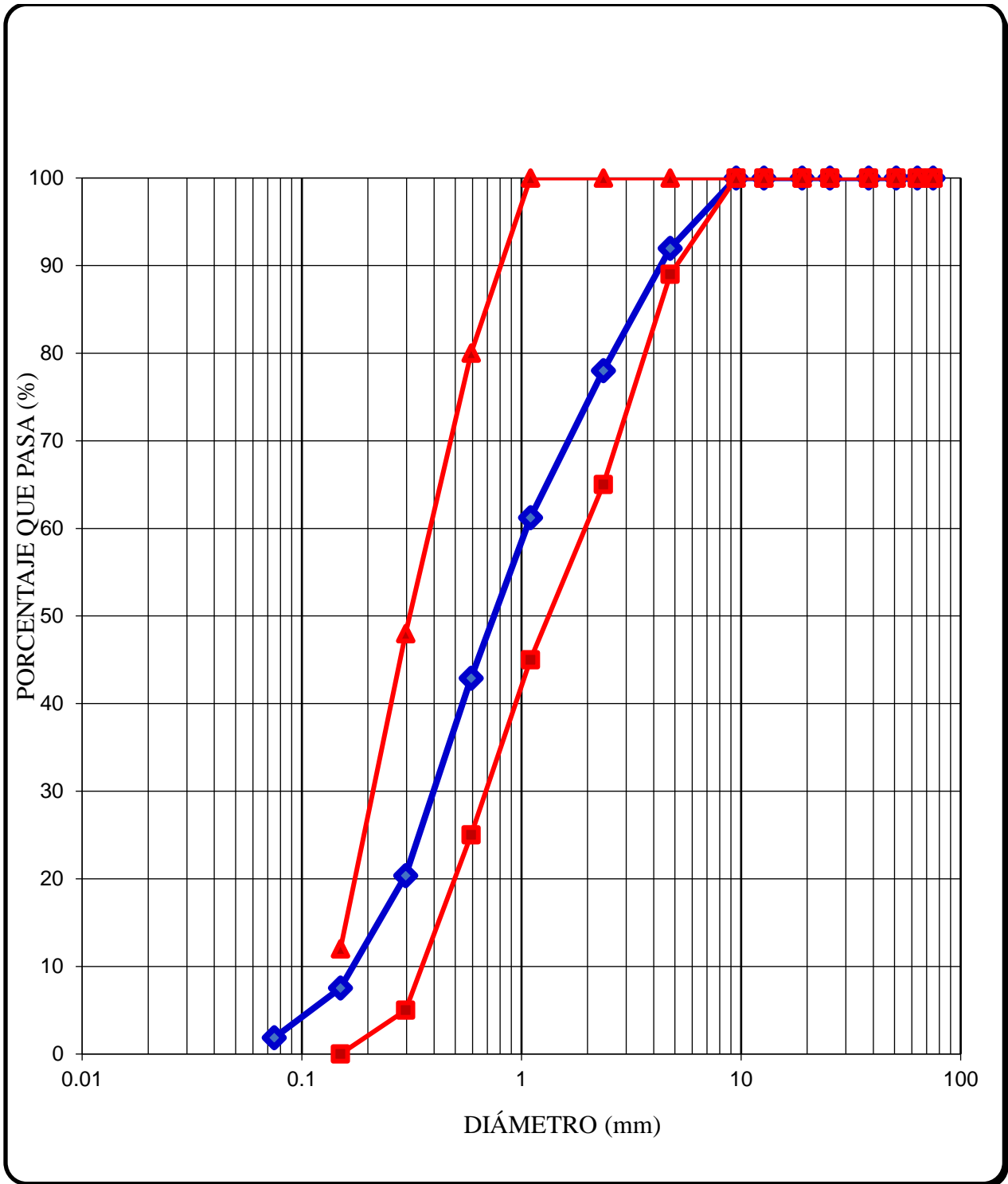


Tabla 32*Módulo de fineza del agregado fino (muestra 2).*

N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	64.300	8.08	8.08	91.92
N°8	2.36	111.100	13.96	22.03	77.97
N 16	1.10	134.014	16.84	38.87	61.13
N 30	0.59	146.380	18.39	57.26	42.74
N 50	0.30	180.150	22.63	79.89	20.11
N 100	0.15	103.10	12.95	92.84	7.16
N 200	0.075	43.58	5.47	98.32	1.68
Cazoleta	--	13.4	1.68	100.00	0.00
TOTAL		796.0			
MÓDULO DE FINURA =			2.99		

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 10

Distribución granulométrica de agregado fino muestra 2.

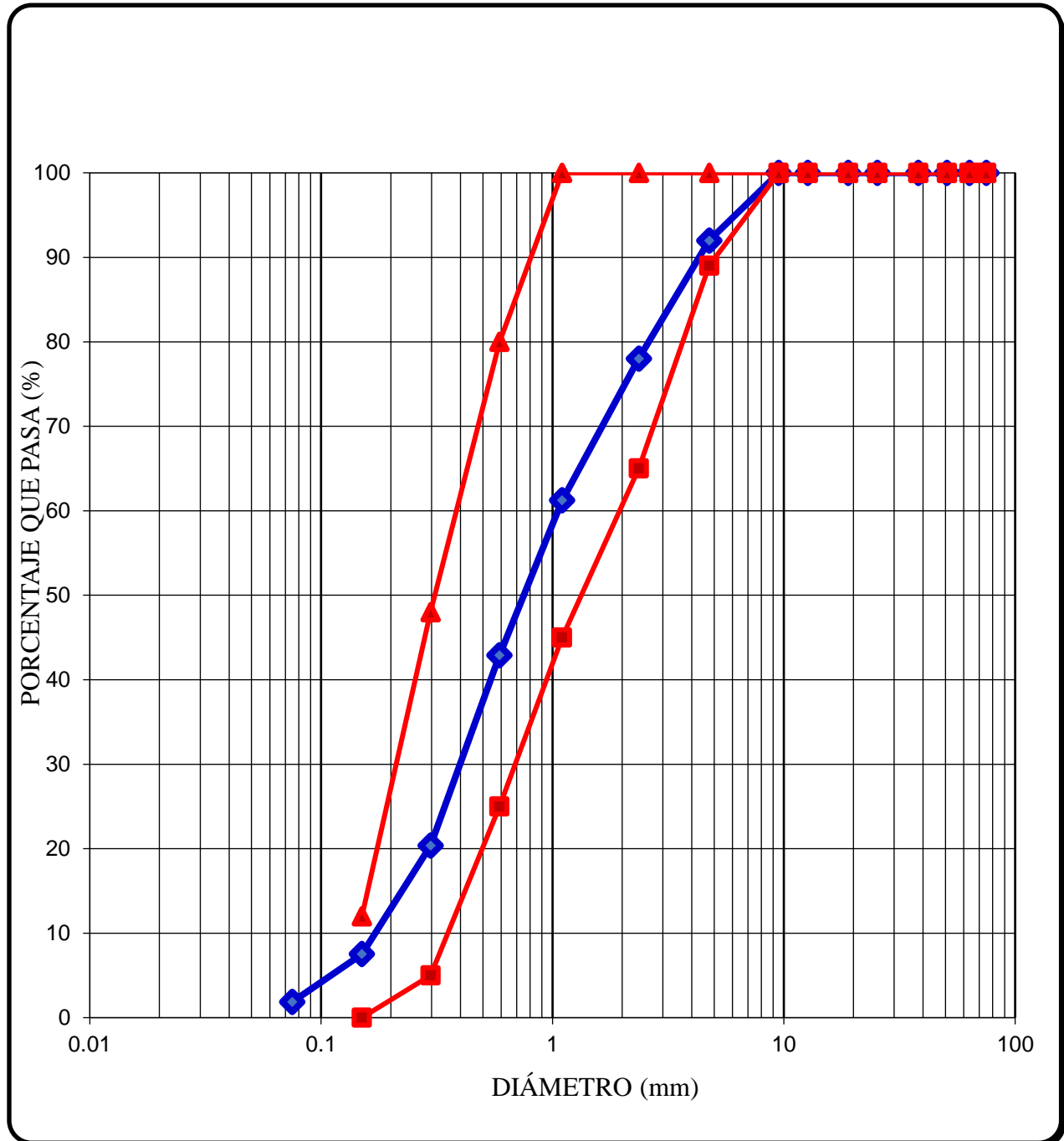
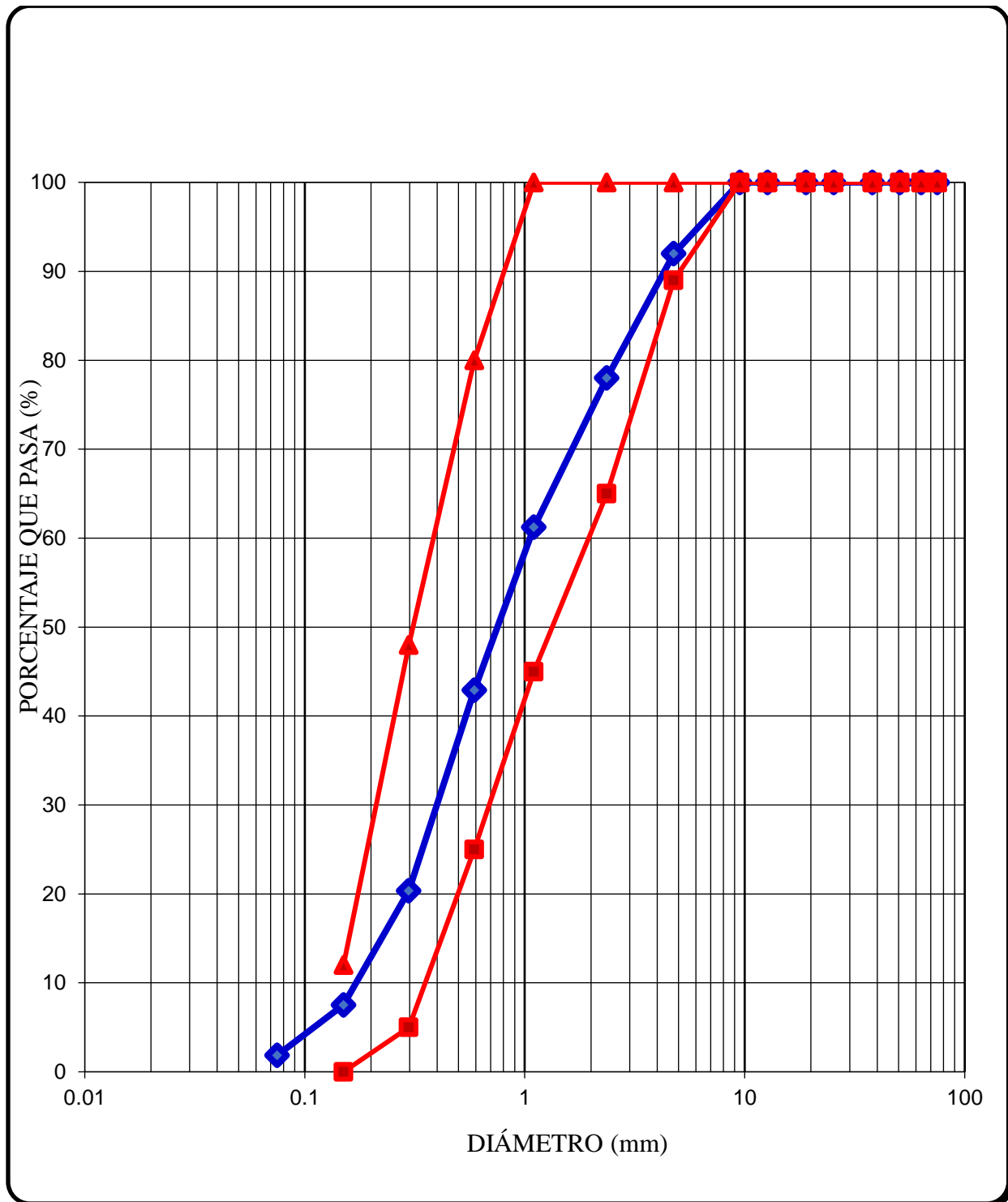


Tabla 33*Módulo de finura del agregado fino (muestra 3).*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	64.050	8.03	8.03	91.97
N°8	2.36	111.900	14.03	22.07	77.93
N 16	1.10	134.606	16.88	38.95	61.05
N 30	0.59	147.090	18.45	57.39	42.61
N 50	0.30	179.550	22.52	79.91	20.09
N 100	0.15	100.60	12.62	92.53	7.47
N 200	0.075	43.66	5.48	98.00	2.00
Cazoleta	--	15.94	2.00	100.00	0.00
TOTAL		797.4			
MÓDULO DE FINURA =			2.99		

Figura 11

Distribución granulométrica de agregado fino muestra 1.



2. MATERIALES QUE PASA LA MALLA N° 200

- **Materiales que pasa la malla número 200 para el agregado grueso**

Tabla 34

Material que pasa la malla N°200 del agregado grueso

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la tara	895.46	886.93	885.12
Peso seco de la muestra + tara (gr)	5987.85	6154.37	6115.25
Peso de la muestra (gr)	5092.39	5267.44	5230.13
Peso seco de la muestra después del lavado + tara (gr)	6113.62	5957.73	6053.34
Peso seco de la muestra después del lavado (gr)	5064.15	5234.42	5212.1
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N°200	0.55	0.63	0.34
Porcentaje de agregado grueso que pasa el tamiz N° 200			0.51%

Fuente: Elaboración propia.

- **Materiales que pasa la malla número 200 para el agregado fino**

Tabla 35

Material que pasa la malla N°200 del agregado fino

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la tara	95.15	87.31	90.68
Peso seco de la muestra + tara (gr)	1343.32	1278.41	1328.21
Peso de la muestra (gr)	1248.17	1191.1	1237.53
Peso seco de la muestra después del lavado + tara (gr)	1296.21	1235.32	1280.15
Peso seco de la muestra después del lavado (gr)	1201.06	1148.01	1189.47
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N°200	3.77	3.62	3.88
Porcentaje de agregado grueso que pasa el tamiz N° 200			3.76%

Fuente. Elaboración propia

3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

- **Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso**

Tabla 36

Peso específico del agua.

Peso de la fiola en (g)	177
Peso de la fiola en (g)	675
Volumen de la fiola (cm ³)	500
Peso específico (g/cm ³)	0.996
P.e en (Kg/m ³)	996

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Cálculo del factor "F"

Peso del Molde (g)	7147.00
Peso del Molde +Agua (g)	14170.00
Peso Agua (Kg)	7.02
f (1/m ³) =	141.82

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38

Determinación del peso unitario del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	7138.00	7138.00	7138.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	16978.00	17203.00	17178.00	
Peso de la muestra suelta	g	9840.00	10065.00	10040.00	
Factor (f)	1/m ³	141.820	141.820	141.820	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1.396	1.427	1.424	1.416
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1396	1427	1424	1416

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39*Determinación del peso unitario compactado del agregado grueso.*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	7138.00	7138.00	7138.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	g	18039.00	18006.00	18118.00	
Peso de la muestra suelta	g	10901.00	10868.00	10980.00	
Factor (f)		141.820	141.820	141.820	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1.546	1.541	1.557	1.548
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1546	1541	1557	1548

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso Unitario Suelto Y Compactado Del Agregado Fino**

Tabla 40*Cálculo del peso específico del agua.*

Peso de la fiola en (g)	177
Peso de la fiola en (g)	675
Volumen de la fiola (cm ³)	500
Peso específico (g/cm ³)	0.996
P.e en (Kg/m ³)	996

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 41***Cálculo del factor "F".*

Peso del Molde (g) =	1995.4
Peso del Molde + Agua (g) =	4816
Peso Agua (Kg) =	2.8206
f (1/m ³) =	353.12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42*Determinación del peso unitario suelto del agregado fino.*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3864.00	3864.00	3864.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	8454.00	8467.00	8527.00	
Peso de la muestra suelta	g	4590.00	4603.00	4663.00	
Factor (f)		353.116	353.116	353.116	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1.621	1.625	1.647	1.631
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1621	1625	1647	1631

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 43***Determinación del peso unitario compactado del agregado fino.*

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3864.00	3864.00	3864.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	g	8877.00	8822.00	8847.00	
Peso de la muestra suelta	g	5013.00	4958.00	4983.00	
Factor (f)		353.116	353.116	353.116	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1.770	1.751	1.760	1.760
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1770	1751	1760	1760

Fuente: Elaboración propia.

4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

- **Peso específico del agregado grueso**

Tabla 44

Determinación del peso específico del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	3438.00	3442.00	3440.00	
Peso de canastilla sumergida	g	2194.000	2194.000	2194.000	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	2000.00	2000.00	2000.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	1979.00	1976.00	1977.00	
Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1244.00	1248.00	1246.00	
Peso Específico de Masa	g/cm³	2.618	2.628	2.622	2.620
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/cm³	2.646	2.660	2.653	2.650
Peso Específico de Aparente	g/cm³	2.693	2.714	2.705	2.700

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45

Determinación de la absorción del agregado grueso

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	2000.00	2000.00	2000.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	1979.00	1976.00	1977.00	
Absorción (%)	%	1.061	1.215	1.163	1.100

Fuente: Elaboración propia

- **Peso específico y absorción del agregado fino**

Tabla 46

Determinación del peso específico del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola	g	167.00	192.00	176.00	
Peso de la fiola +agua hasta menisco	g	665.00	690.00	674.00	
peso de la fiola +agua + muestra	g	979.00	1003.00	989.00	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	491.00	492.00	490.00	
volumen de agua añadida al frasco (g)	g	312.00	311.00	313.00	
Peso Específico de Masa	g/m ³	2.612	2.603	2.620	2.610
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m ³	2.660	2.646	2.674	2.660
Peso Específico de Aparente	g/m ³	2.743	2.718	2.768	2.740

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47

Determinación de la absorción del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	491.00	492.00	490.00	
Absorción (%)	%	1.833	1.626	2.041	1.800

Fuente: Elaboración propia.

5. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

- **Contenido de humedad del agregado grueso**

Tabla 48

Determinación del contenido de humedad del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	82.00	84.00	92.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda	g	2403.00	2567.00	2657.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	2390.00	2549.00	2641.00	
Contenido de Humedad	W %	0.56	0.73	0.63	0.64

Fuente: Elaboración propia.

- **Contenido de humedad del agregado fino**

Tabla 49

Determinación del contenido de humedad del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	57.00	74.00	57.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda	g	971.00	754.00	861.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	926.00	720.00	821.00	
Contenido de Humedad	W %	5.18	5.26	5.24	5.23

Fuente: Elaboración propia.

6. ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 50

Porcentaje de abrasión del agregado grueso

Gradación	N° de esferas	Velocidad (rev./min)	N° de revoluciones	TMN	Peso de la muestra (g)		
B	11	30 - 33	500	1/2"	5000		
Descripción			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3		
Peso inicial de la muestra seca (g)			5000	5000	5000		
Peso retenido en la malla N°12 lavado y secado (g)			3609	3596	3644		
% Desgaste			27.82	28.08	27.12		
Abrasión % Desgaste Promedio				27.673			

Fuente: Elaboración propia

7. PORCENTAJE DE VACÍOS DE LOS AGREGADOS

Tabla 51

Porcentaje de vacíos del agregado grueso

Descripción	Peso Unitario Seco Suelo			Peso Unitario Seco Compactado		
Peso Unitario	1395.51	1427.42	1423.87	1545.98	1541.30	1557.18
Peso Específico del Agregado Grueso	2.620	2.620	2.620	2.620	2.620	2.620
Densidad del Agua	996.00	996.00	996.00	996.00	996.00	996.00
Porcentaje de vacíos	47%	45%	45%	41%	41%	40%
Promedio		46%			40.67%	

Tabla 52*Porcentaje de vacíos del agregado fino*

Descripción	Peso Unitario Seco Suelo			Peso Unitario Seco Compactado		
	Peso Unitario	1620.80	1625.39	1646.58	1770.17	1750.75
Peso Específico del Agregado Fino	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610
Densidad del Agua	996.00	996.00	996.00	996.00	996.00	996.00
Porcentaje de vacíos	38%	37%	37%	32%	33%	32%
Promedio		37%			32.29%	

TABLAS ACI PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**Tabla 53***Consistencia y asentamiento.*

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0cm) a 2" (5cm)
Plástica	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
Fluida	≥5" (12.5cm)

*Fuente: Boletín aceros Arequipa, (2016)***Tabla 54***Contenido de aire atrapado*

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Rivva 2019.

Tabla 55*Volumen unitario del agua.*

Agua, en kg/m ³ de concreto, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y asentamiento indicados								
ASENTAMIENTO (Centímetros)	9,5 mm	12,7 mm	19 mm	25,4 mm	38 mm	50,8 mm	76 mm	152 mm
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
concreto sin aire incorporado								
2,5 a 5	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 a 10	228	216	205	193	181	169	145	124
15 a 17,5	243	228	216	202	190	178	160	---
concreto con aire incorporado								
2,5 a 5	181	175	168	160	150	142	122	107
7,5 a 10	202	193	184	175	165	157	133	119
15 a 17,5	216	205	197	184	174	166	154	---

*Fuente: Rivva, 2019 (P, 82)***Tabla 56***Relación agua cemento*

f'cr (kg/cm ²)	Relación agua cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	--
450	0.38	--

Fuente: Tablas ACI.

Tabla 57

Módulo de fineza de combinación de agregados.

	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos por metro cúbico indicados.			
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Rivva (2019)

DISEÑO DE MEZCLA.

1. ELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

F'c	=	210 kg/cm ²
F'Cr	=	252 kg/cm ²

2. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL

TMN	=	1/2"
-----	---	------

3. ELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)

CONSISTENCIA	=	PLASTICA
ASENTAMIENTO	=	3" a 4"

4. ESTIMACION DEL AGUA DE MEZCLA

ASENTAMIENTO	3" a 4"
T.M.N.	1/2"
agua de diseño	216 l/m ³

5. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% de aire atrapado	2.50%
--------------------	-------

6. ELECCIÓN DE LA RELACION A/C

relación por resistencia A/C	0.617
---------------------------------	-------

7. CÁLCULO DEL FACTOR CEMENTO

cimento	350.081 kg/cm ³
factor cemento	8.237 bolsas/m ³

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA

Volumen absoluto cimento	0.1129 m ³
-----------------------------	-----------------------

Volumen absoluto agua	0.216 m ³
Volumen absoluto aire	0.00025 m ³
Volumen absoluto pasta	0.3292 m ³

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GLOBAL

Volumen absoluto A. Global	0.6708 m ³
-------------------------------	-----------------------

10. CORRECCIÓN DE VACIOS

vacíos por corregir	5.67%
---------------------	-------

11. DETERMINACIÓN DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

mc sin corregir por vacíos	4.57
mc corregido por vacíos	4.45
rf	0.598

12. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DEL A.FINO RESPECTO AL A.GLOBAL

rf	59.836 %
----	----------

13. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DEL A.GRUESO RESPECTO AL A.GLOBAL

Rg	40.164 %
----	----------

14. CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS

Volumen absoluto AF	0.4014 m ³
Volumen absoluto AG	0.2694 m ³

15. CÁLCULO DE LOS PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS

Peso Agregado Grueso	705.901
Peso Agregado Fino	1047.635

16. VALORES DE DISEÑO EN LABORATORIO

Cemento	350 kg/m ³
Agua	216 L/m ³
Agregado Fino Seco	1047.635 kg/m ³
Agregado Grueso Seco	705.901 kg/m ³

17. CORRECCIÓN POR HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

Cemento	350 kg/m ³
Agua Efectiva	183.355 L/m ³
Agregado Fino Húmedo	1102.384 kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	710.419 kg/m ³

18. PROPORCIÓN POR PESO

Cemento	1 bolsa
Agua Efectiva	22.265 kg/bolsa
Agregado Fino Húmedo	3.150 kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo	2.030 L/bolsa

19. TANDA

Cemento	13.3 kg/tanda
Agua Efectiva	6.967 kg/tanda
Agregado Fino Húmedo	41.891 kg/tanda
Agregado Grueso Húmedo	26.996 kg/tanda

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO Y DURO

- **Resultados del peso unitario del concreto fresco para muestra patrón.**

Tabla 58

Peso unitario del concreto fresco para muestra patrón

muestra patrón	peso del recipiente (kg)	peso del recipiente + concreto	peso del concreto	factor "F"	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
1	8.549	21.423	12.874	179.210	2307.145
2	8.545	21.383	12.838	182.177	2338.792
3	8.605	21.533	12.928	178.331	2305.466
4	8.610	21.528	12.918	179.033	2312.744
5	8.562	21.385	12.823	180.036	2308.603
6	8.581	21.521	12.940	177.579	2297.871
7	8.630	21.560	12.930	180.866	2338.603
8	8.590	21.479	12.889	180.687	2328.880
9	8.613	21.452	12.839	182.841	2347.493
10	8.535	21.374	12.839	182.177	2338.974
11	8.561	21.356	12.795	181.707	2324.939
12	8.554	21.421	12.867	182.179	2344.093
13	8.795	21.351	12.556	183.8078	2307.891
14	7.843	21.261	13.418	184.9113	2481.140
15	8.813	21.413	12.600	180.8067	2278.165
16	7.965	21.041	13.076	180.5698	2361.131
17	7.865	21.315	13.450	182.2404	2451.134
18	7.798	21.457	13.659	178.4586	2437.566
Promedio					2345.035

Fuente: Elaboración propia.

- **Resultados del peso unitario del concreto fresco para muestra patrón con aditivo Sikacem Acelerante Pe.**

Tabla 59

Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe .

muestra patrón	peso del recipiente (kg)	peso del recipiente + concreto	peso del concreto	factor "F"	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
1	8.334	21.513	13.179	181.4588	2391.446
2	8.305	21.400	13.095	179.3865	2349.067
3	8.201	21.094	12.893	181.2798	2337.240
4	8.123	21.266	13.143	180.9821	2378.648
5	8.158	21.005	12.847	180.8638	2323.557
6	8.073	21.182	13.109	180.5087	2366.288
7	8.685	21.405	12.720	182.1773	2317.295
8	8.583	21.440	12.857	182.4777	2346.116
9	7.265	21.476	14.211	180.6848	2567.712
10	7.250	21.496	14.246	181.2798	2582.512
11	7.123	21.382	14.259	182.5981	2603.667
12	7.306	21.471	14.165	181.5784	2572.058
13	8.214	21.491	13.277	180.0930	2391.095
14	7.985	21.499	13.514	180.1534	2434.592
15	8.654	21.493	12.839	179.7973	2308.417
16	8.498	21.363	12.865	176.5967	2271.916
17	8.565	21.307	12.742	178.1560	2270.064
18	8.489	21.390	12.901	178.8578	2307.444
Promedio					2395.507

Fuente: Elaboración propia.

- **Resultados del peso unitario del concreto fresco para muestra patrón con aditivo Sikament 290N.**

Tabla 60

Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón y Sikament 290N

muestra patrón	peso del recipiente (kg)	peso del recipiente + concreto	peso del concreto	factor "F"	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
1	8.565	21.285	12.720	182.719	2324.182
2	8.456	21.174	12.718	185.033	2353.251
3	8.623	21.369	12.746	180.627	2302.265
4	8.752	20.932	12.180	182.598	2224.049
5	8.362	21.245	12.883	183.808	2368.005
6	8.365	21.269	12.904	181.520	2342.337
7	8.435	21.448	13.013	179.682	2338.203
8	8.201	21.384	13.183	179.564	2367.189
9	7.650	21.504	13.854	180.685	2503.216
10	7.250	21.440	14.190	179.622	2548.830
11	7.254	21.437	14.183	181.281	2571.104
12	7.508	21.479	13.971	181.877	2541.010
13	8.625	21.395	12.770	181.340	2315.709
14	8.425	21.368	12.943	183.325	2372.765
15	8.432	21.374	12.942	182.720	2364.755
16	8.687	21.230	12.543	180.153	2259.664
17	8.325	21.237	12.912	182.543	2356.991
18	8.654	21.251	12.597	181.340	2284.337
Promedio					2374.326

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón a los 7 días.**

Tabla 61

Peso unitario del concreto duro para muestra patrón a los 7 días

muestra patrón	Diámetro	Altura	peso del concreto	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
1	0.1528	0.3043	12.859	2303.200
2	0.1518	0.3033	12.818	2333.866
3	0.1530	0.3050	12.895	2299.581
4	0.1527	0.3050	12.905	2311.425
5	0.1527	0.3033	12.803	2305.756
6	0.1535	0.3043	12.931	2296.021
Promedio				2308.308

Fuente: Elaboración Propia

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón con aditivo *Sikacem Acelerante Pe* a los 7 días.**

Tabla 62

Peso unitario de concreto fresco con Sikacem Acelerante Pe a los 7 días.

muestra patrón	Diámetro	Altura	peso del concreto	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
1	0.1520	0.3037	12.835	2329.024
2	0.1528	0.3040	12.862	2307.270
3	0.1520	0.3040	12.835	2326.726
4	0.1520	0.3045	12.858	2327.068
5	0.1523	0.3035	12.791	2313.429
6	0.1525	0.3033	12.878	2324.590
Promedio				2321.351

Fuente: Elaboración propia.

- **peso unitario del concreto duro para muestra patrón con aditivo Sikament 290N a los 7 días.**

Tabla 63

Peso unitario de concreto fresco de muestra patrón y Sikament 290N a los 7 días.

muestra patrón	Diámetro	Altura	peso del concreto	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
1	0.1517	0.3028	12.715	2323.269
2	0.1505	0.3038	12.553	2322.720
3	0.1524	0.3035	12.767	2306.059
4	0.1515	0.3038	12.806	2338.356
5	0.1515	0.3018	12.689	2332.346
6	0.1522	0.3028	12.699	2305.125
Promedio				2321.312

Fuente: Elaboración propia

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón a los 14 días.**

Tabla 64

Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón a los 14 días.

muestra patrón	Diámetro	Altura	peso del concreto	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
7	0.1525	0.3027	12.869	2327.570
8	0.1525	0.3030	12.853	2322.375
9	0.1513	0.3042	12.823	2344.567
10	0.1517	0.3037	12.802	2332.233
11	0.1525	0.3013	12.767	2319.851
12	0.1520	0.3025	12.802	2332.252
Promedio				2329.808

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón con aditivo Sikacem Acelerante Pe a los 14 días.**

Tabla 65

Peso unitario de concreto fresco con Sikacem Acelerante Pe a los 14 días.

Muestra Patrón	Diámetro	Altura	Peso Del Concreto	Peso Unitario Del Concreto Fresco (Kg/M ³)
7	0.1518	0.3033	12.848	2340.613
8	0.1517	0.3032	12.873	2349.035
9	0.1522	0.3042	12.843	2320.535
10	0.1520	0.3040	12.821	2324.188
11	0.1517	0.3003	12.739	2347.032
12	0.1520	0.3035	12.787	2321.843
Promedio				2333.874

Fuente: Elaboración Propia.

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón con aditivo Sikament 290N a los 14 días.**

Tabla 66

Peso unitario de concreto fresco con Sikament 290N a los 14 días.

muestra patrón	Diámetro	Altura	peso del concreto	peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
7	0.1528	0.3035	12.843	2307.657
8	0.1528	0.3037	12.832	2304.162
9	0.1520	0.3050	12.877	2326.686
10	0.1527	0.3040	12.835	2305.443
11	0.1522	0.3032	12.813	2322.750
12	0.1528	0.3038	12.901	2315.789
Promedio				2313.748

Fuente: Elaboración Propia.

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón a los 28 días.**

Tabla 67

Peso unitario de concreto fresco para muestra patrón a los 28 días.

Muestra Patrón	Diámetro	Altura	Peso Del Concreto	Peso Unitario Del Concreto Fresco (Kg/m ³)
13	0.1512	0.3030	12.807	2354.026
14	0.1505	0.3040	12.679	2344.491
15	0.1525	0.3028	12.828	2319.389
16	0.1526	0.3028	12.925	2333.865
17	0.1521	0.3020	12.759	2325.206
18	0.1535	0.3028	12.900	2302.116
Promedio				2329.849

Fuente: Elaboración Propia.

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón con aditivo *Sikacem Acelerante Pe* a los 28 días.**

Tabla 68

Peso unitario de concreto fresco con Sikacem Acelerante Pe a los 28 días.

Muestra Patrón	Diámetro	Altura	Peso Del Concreto	Peso Unitario Del Concreto Fresco (Kg/m ³)
13	0.1525	0.304	12.841	2312.574
14	0.1526	0.3035	12.803	2306.503
15	0.1525	0.3045	12.832	2307.159
16	0.1538	0.3048	12.999	2295.580
17	0.1530	0.3053	12.937	2304.804
18	0.1529	0.305	12.869	2301.721
Promedio				2304.724

Fuente: Elaboración Propia.

- **Peso unitario del concreto duro para muestra patrón con aditivo Sikament 290N a los 28 días.**

Tabla 69

Peso unitario de concreto duro para muestra patrón y Sikament 290N a los 28 días

Muestra Patrón	Peso Del Recipiente (Kg)	Peso Del Recipiente + Concreto	Peso Del Concreto	Peso Unitario Del Concreto Fresco (Kg/m ³)
13	8.625	21.395	12.727	2307.607
14	8.425	21.368	12.747	2335.856
15	8.432	21.374	12.709	2323.716
16	8.687	21.230	12.703	2289.688
17	8.325	21.237	12.657	2311.050
18	8.654	21.251	12.639	2292.254
Promedio				2310.029

Fuente: Elaboración Propia.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN.

Tabla 70

Resistencia a compresión de muestra patrón a los 7 días.

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga	Resistencia kg/cm ²
PP1	15.28	30.43	12.859	419.99	233.5141
PP2	15.18	30.33	12.818	419.75	236.4649
PP3	15.30	30.50	12.895	420.82	233.4661
PP4	15.27	30.50	12.905	445.973	248.5023
PP5	15.27	30.33	12.803	443.42	247.0797
PP6	15.35	30.43	12.931	442.26	243.7649
Desviación estándar			6.818		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 71*Resistencia a compresión de muestra patrón a los 14 días.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga	Resistencia kg/cm ²
PP7	15.25	30.27	12.869	461.82	257.8952
PP8	15.25	30.30	12.853	496.33	277.1667
PP9	15.13	30.42	12.823	474.51	269.0831
PP10	15.17	30.37	12.802	489.94	276.6132
PP11	15.25	30.13	12.767	494.8	276.3123
PP12	15.20	30.25	12.802	477.88	268.6222
Desviación estándar			7.468		

Fuente: Elaboración Propia.**Tabla 72***Resistencia a compresión de muestra patrón a los 28 días.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga TN	Resistencia kg/cm ²
PP13	15.12	30.30	12.807	54	300.7861
PP14	15.05	30.40	12.679	52.5	295.1577
PP15	15.25	30.28	12.828	55	300.9445
PP16	15.26	30.28	12.925	55.5	303.5211
PP17	15.21	30.20	12.759	53.5	294.3556
PP18	15.35	30.28	12.9	54	291.7759
Desviación estándar			4.619		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 73*Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe a los 7 días.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga	Resistencia kg/cm ²
PA1	15.20	30.37	12.835	448.63	252.1805
PA2	15.28	30.40	12.862	456.80	253.9804
PA3	15.20	30.40	12.835	463.65	260.6234
PA4	15.20	30.45	12.858	450.08	252.9955
PA5	15.23	30.35	12.791	446.93	250.1266
PA6	15.25	30.33	12.878	472.39	263.7979
Desviación estándar			5.358		

Fuente: Elaboración Propia.**Tabla 74***Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe a los 14 días.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga	Resistencia kg/cm ²
PA7	15.18	30.33	12.848	552.95	311.5028
PA8	15.17	30.32	12.873	524.77	296.2777
PA9	15.22	30.42	12.843	544.34	305.3103
PA10	15.20	30.40	12.821	544.42	306.0252
PA11	15.17	30.03	12.739	558.48	315.3099
PA12	15.20	30.35	12.787	534.21	300.2860
Desviación estándar			6.99		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 75*Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikacem Acelerante Pe a los 28 dias.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga Tn	Resistencia kg/cm ²
PA13	15.25	30.40	12.841	55.00	301.0629
PA14	15.26	30.35	12.803	55.00	300.9050
PA15	15.25	30.45	12.832	58.50	320.0815
PA16	15.38	30.48	12.999	57.00	306.8652
PA17	15.30	30.53	12.937	56.00	304.7225
PA18	15.29	30.45	12.869	58.00	315.8945
Desviación Estándar			7.98		

*Fuente: Elaboración Propia.***Tabla 76***Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikament 290N a los 7 dias.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga	Resistencia Kg/Cm ²
PR13	15.17	30.28	12.715	439.22	247.9774
PR14	15.05	30.38	12.553	449.23	257.5764
PR15	15.24	30.35	12.767	453.54	253.4930
PR16	15.15	30.38	12.806	461.70	261.2431
PR17	15.15	30.18	12.689	469.91	265.8886
PR18	15.22	30.28	12.699	453.58	254.4047
Desviación estándar			6.284		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77*Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikament 290N a los 14 dias.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga	Resistencia Kg/Cm ²
PR1	15.28	30.35	12.843	472.29	262.5928
PR2	15.28	30.37	12.832	476.11	264.7168
PR3	15.20	30.50	12.877	459.76	258.4368
PR4	15.27	30.40	12.835	479.33	267.0893
PR5	15.22	30.32	12.813	477.54	267.8434
PR6	15.28	30.38	12.901	494.51	274.9471
Desviación estándar			5.57		

Fuente: Elaboración Propia.**Tabla 78***Resistencia a compresión de muestra patrón y Sikament 290N a los 28 dias.*

Descripción	Diámetro	Altura	Peso	Carga tn	Resistencia Kg/Cm ²
PR7	15.21	30.35	12.727	58.00	319.1704
PR8	15.17	30.18	12.747	59.50	329.0958
PR9	15.14	30.40	12.709	59.50	330.7214
PR10	15.26	30.35	12.703	59.50	325.4961
PR11	15.21	30.15	12.657	59.50	327.5540
PR12	15.21	30.35	12.639	59.50	327.5109
Desviación estándar			4.034		

Fuente: Elaboración Propia.

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 12

Extracción de agregado fino



Figura 13

Extracción de agregado grueso



Figura 14

Cuarteo de material



Figura 15

Ensayo de granulometría de agregado grueso.



Figura 16

Ensayo de granulometría de agregado fino



Figura 17

Ensayo de abrasión



Figura 18

Ensayo de peso específico de agregado grueso



Figura 19

Ensayo de peso específico de agregado fino



Figura 20

Llenado de probetas



Figura 21

Curado de probetas



Figura 22

Resistencia a compresión a 7 días



Figura 23

Resistencia a compresión a 14 días



Figura 24

Resistencia a compresión a 28 días



CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO



Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Ensayo de Materiales



El jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca expide, la siguiente:

CONSTANCIA

El Bach. KEVIN NINROB MARÍN VARGAS, Exalumno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, que se han realizado las siguientes actividades:

ÍTEM	DETALLE
01	Ensayo contenido de humedad
02	Ensayo análisis granulométrico
03	Ensayo peso unitario suelto y compactado
04	Ensayo peso específico
05	Ensayo de absorción
06	Ensayo material más fino que pasa el tamiz 200
07	Elaboración de especímenes de concreto
08	Ensayo a compresión muestras cilíndricas

Para la Tesis Titulada: "RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 Kg/cm² UTILIZANDO 1% DE SIKAMENT-290 N Y 3% DE SIKACEM ACELERANTE PE EN DIFERENTES EDADES". Las actividades se desarrollaron del 18 de junio al 07 de agosto 2024.

Se expide el presente, para fines que se estime conveniente.

Cajamarca, 10 de agosto de 2024.

Atentamente:

c.c. a:
_Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Mauro Centurión Vargas
JEFE DEL LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES

FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland de uso general Tipo I. Gracias a su diseño de clínker, 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 (MPa)	Cemento	Árrea de la losa	Placa de concreto (cm)	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.





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
Alcalá 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



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem[®] Acelerante PE

ACELERANTE DE FRAGUA Y RESISTENCIAS PARA MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Aditivo líquido de acción acelerante sobre tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto.

USOS

SikaCem[®] Acelerante PE debe usarse cuando se requiera:
Obtener concreto con altas resistencias a temprana edad, reducir el tiempo de desencofrado y facilitar el rápido avance de las obras, colocar concreto en ambiente frío o efectuar reparaciones rápidas en todo tipo de estructuras.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- El SikaCem[®] Acelerante PE reduce los tiempos de desencofrado.
 - Se obtienen resistencias más altas a temprana edad.
 - Pronto uso de estructuras nuevas.
 - Rápida puesta en uso de estructuras reparadas.
 - SikaCem[®] Acelerante PE contrarresta el efecto del frío sobre las resistencias y el fraguado.
- Aumenta los rendimientos en la elaboración de prefabricados.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple norma ASTM 494, tipo C.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	
Apariencia / Color	Incoloro a tonalidad amarillita
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
Densidad	1.38 kg/L +/- 0.01

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

SikaCem® Acelerante PE viene listo para usarse, agregándose al agua de mezcla.

DOSIFICACIÓN

Dependiendo del grado de aceleramiento deseado, SikaCem® Acelerante PE se dosifica del 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente de 300 mL a 1200 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg). De acuerdo con nuestra experiencia y como una guía en el uso de SikaCem® Acelerante PE, se puede decir que con una dosificación del 4% se obtienen resistencias mecánicas a 3 días equivalentes a 7 días y a 7 días las equivalentes a 15 días. Este efecto puede variar con el tipo y la edad del cemento, como también con la temperatura del ambiente. Recomendamos hacer ensayos previos para determinar la dosificación óptima en cada caso.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikament®-290 N

ADITIVO POLIFUNCIONAL E IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional (plastificante o superplastificante) e impermeabilizante. Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

- Sikament®-290N está particularmente indicado para:
- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
 - En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
 - Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
 - Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- Reductor de agua.

CERTIFICADOS / NORMAS

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Dispenser x 1000 L• Cilindro x 200 L• Balde x 20 L• PET x 4 L
Apariencia / Color	Líquido pardo oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
Densidad	1.20 +/- 0.02

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Hoja De Datos Del Producto
Sikament®-290 N
Julio 2020, Versión 03.02
021302011000000113

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
- Como superplastificante: del 0,7 % - 1,2 % del peso del cemento.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Como Plastificante impermeabilizante

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

Como Superplastificante impermeabilizante

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m³ de carga de la amasadora o camión concretero.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

