

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE $f'_c=210\text{kg/cm}^2$,
UTILIZANDO EL ADITIVO SIKAMENT-290N, EN LA CIUDAD DE
CAJAMARCA – 2025**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. SARLY LIZZETH URRUTIA MEDINA

Asesor:

M.Cs. Ing. MANUEL LINCOLN MINCHÁN PAJARES

Cajamarca – Perú

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: Bach. URRUTIA MEDINA, Sarly Lizzeth.
DNI: 46769366
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
2. Asesor: M.Cs. Ing. MINCHÁN PAJARES, Manuel Lincoln
Facultad: 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:
" VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE $f'c=210\text{kg/cm}^2$, UTILIZANDO EL ADITIVO SIKAMENT-290N, EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA – 2025"
6. Fecha de evaluación: 04/03/2026
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 7%
9. Código Documento: oid: 3117 :563830632
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 05/03/2026



FIRMA DEL ASESOR

Nombre: MINCHÁN PAJARES, Manuel Lincoln

DNI: 26704942



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 05/03/2026 07:51:46-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

ACTA N° 0126-2026

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, da a conocer que a los **nueve días del mes de marzo de 2026**, siendo las diez horas (10:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón.
Vocal : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Secretaria : M.Cs. Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE $f'c=210$ kg/cm², UTILIZANDO EL ADITIVO SIKAMENT-290N, EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2025*, presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil SARLY LIZZETH URRUTIA MEDINA, asesorada por el M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron a la sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y la evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 06 PTS.

EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.

EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS

DIECISIETE (En letras)

En consecuencia, se la declara APROBADA con el calificativo de 17 (Diecisiete) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 11:00 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón.
Presidenta

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal

M.Cs. Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes.
Secretaria

M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Asesor

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme salud, fortaleza y sabiduría durante todo este proceso académico, y por guiarme en cada paso hacia la culminación de esta meta profesional.

Su presencia en mi vida ha sido luz y esperanza en los momentos más difíciles.

A mis padres, Aníbal Urrutia Rodríguez y Gladys Medina Ortiz, y a mis hermanas, Macjhory y Luana, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios, que han sido la base de mi formación personal y profesional. Gracias por creer en mí incluso cuando las circunstancias fueron desafiantes; este logro también les pertenece.

A mis queridos abuelitos, Elvia y Felipe, que desde el cielo me acompañan. Su ejemplo, amor y enseñanzas permanecen vivos en mi corazón y han sido inspiración para seguir adelante con determinación y fe.

A mis tíos, primos y demás familiares, por su cariño, aliento y compañía a lo largo de este camino. Cada palabra de apoyo, cada gesto y cada muestra de afecto han sido una fuente invaluable de motivación para alcanzar esta meta.

A mis amigos, quienes compartieron conmigo momentos de esfuerzo, compañerismo y alegría, haciendo más llevadero este proceso académico. Su amistad y apoyo han sido un pilar importante en esta etapa.

A mis docentes, por su dedicación, guía y compromiso en la formación profesional. Sus enseñanzas y ejemplo dejaron una huella significativa en mi crecimiento académico y personal.

Al M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares, mi asesor de tesis, por su valiosa orientación, tiempo, dedicación y paciencia, que contribuyeron de manera significativa al desarrollo y culminación de esta investigación.

Finalmente, a mi alma mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, por brindarme los conocimientos, valores y herramientas necesarias para mi desarrollo como futura profesional de la ingeniería.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para alcanzar este sueño.

A mis padres, Aníbal Urrutia Rodríguez y Gladys Medina Ortiz, por su amor infinito, sacrificio y apoyo incondicional. Todo lo que soy y he logrado se los debo a ustedes.

A mis abuelitos, Elvia y Felipe, que desde el cielo me acompañan con su bendición y amor eterno.

A mis tíos, primos y demás familiares, por su cariño y aliento en cada paso de mi camino.

Y a mis amigos, por su compañía, comprensión y alegría durante esta etapa tan importante de mi vida.

Con todo mi amor y gratitud, dedico este logro a todos ustedes, quienes fueron mi inspiración para nunca rendirme.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.3 HIPÓTESIS GENERAL.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	2
1.5 ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5.1 Alcances de la Investigación:	3
1.5.2 Delimitaciones:	3
1.6 LIMITACIONES	3
1.7 OBJETIVOS	3
1.7.1 Objetivo General:.....	3
1.7.2 Objetivos Específicos:	3
1.8 DESCRIPCION DE CONTENIDOS	3
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES TEORICOS	5
2.1.1 Antecedentes Internacionales:.....	5
2.1.2 Antecedentes Nacionales:.....	5
2.1.3 Antecedentes locales:	6
2.2 BASES TEORICAS	7
2.2.1 Concreto:	7
2.2.2 Concreto Endurecido:.....	8
2.2.3 Concreto Fresco:	8
2.2.4 Trabajabilidad y Consistencia:	8

2.2.5	Cemento:	10
2.2.6	Agregado Grueso:	11
2.2.7	Agregado Fino:	11
2.2.8	Diseño de Mezcla:	12
2.2.9	Método ACI:	12
2.2.10	Aditivos:	12
2.2.11	Resistencia a la Compresión:	14
CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS		15
3.1	UBICACIÓN DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN	15
3.1.1	Materiales	17
3.2	TIEMPO O EPOCA QUE SE REALIZO EL ESTUDIO	18
3.3	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	18
3.3.1	Tipo, Nivel, Diseño y Enfoque de la Investigación	18
3.3.2	Población de Estudio	18
3.3.3	Muestra	18
3.3.4	Unidad de Análisis	20
3.3.5	Unidad de Observación	20
3.4	PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS DE LA INVESTIGACION	20
3.4.1	Propiedades de los Áridos	20
3.4.2	Diseño de Mezcla	25
3.4.3	Elaboración de Probetas de Concreto	27
3.4.4	Curado de Probetas de Concreto	27
3.4.5	Resistencia a la Compresión del Concreto	27
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	28
3.5.1	Técnicas	28
3.5.2	Instrumentos	28
3.5.3	Presentación de resultados	29
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		35

4.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LOS AGREGADOS.....	35
4.1.1	Granulometría de los Agregados Fino y Grueso	35
4.1.2	Peso Unitario de los Agregados.....	35
4.1.3	Peso Específico de los Agregados	35
4.1.4	Absorción y Contenido de Humedad de los Agregados.....	35
4.2	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO	35
4.3	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL SLUMP DEL CONCRETO.....	36
4.4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	36
4.5	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA EN LA INVESTIGACIÓN	36
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		38
5.1	CONCLUSIONES.....	38
5.2	RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		40
ANEXOS		42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Relación consistencia-asentamiento</i>	9
Tabla 2 <i>Requisitos granulométricos del agregado grueso</i>	11
Tabla 3 <i>Granulometría del Agregado Fino</i>	12
Tabla 4 <i>Coordenadas del laboratorio de ensayo de materiales de la UNC</i>	15
Tabla 5 <i>Coordenadas de la cantera Aguilar del río chonta</i>	17
Tabla 6 <i>Número de probetas a realizar en la tesis</i>	19
Tabla 7 <i>Resultados del Ensayo a Compresión a las probetas de concreto de prueba</i>	26
Tabla 8 <i>Propiedades del agregado fino y grueso de la cantera Aguilar</i>	29
Tabla 9 <i>Materiales para un metro cúbico de concreto patrón</i>	29
Tabla 10 <i>Materiales Corregidos por Humedad para un metro cúbico de concreto patrón</i>	30
Tabla 11 <i>Materiales para un metro cúbico de concreto con aditivo Sikament-290N</i>	30
Tabla 12 <i>Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	31
Tabla 13 <i>Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	32
Tabla 14 <i>Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	33
Tabla 15 <i>Comparación de resistencia a la compresión a los 7, 14 Y 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	34
Tabla 16 <i>Análisis Granulométrico del Agregado Grueso, NTP 400.012</i>	42
Tabla 17 <i>Densidad Del Agua, NTP 400.017</i>	43
Tabla 18 <i>Factor del recipiente del agregado grueso, NTP 400.017</i>	43
Tabla 19 <i>Volumen del recipiente del agregado grueso, NTP 400.017</i>	43
Tabla 20 <i>Peso Unitario Suelto del agregado grueso, NTP 400.017</i>	44
Tabla 21 <i>Peso Unitario Compactado del agregado grueso, NTP 400.017</i>	44
Tabla 22 <i>Peso Específico del agregado grueso, NTP 400.021</i>	45
Tabla 23 <i>Absorción (%) del agregado grueso, NTP 400.021</i>	45
Tabla 24 <i>Contenido de Humedad (%) del agregado grueso, NTP 339.185</i>	46
Tabla 25 <i>Análisis Granulométrico del agregado fino, NTP 400.012</i>	46
Tabla 26 <i>Factor del recipiente del agregado fino, NTP 400.017</i>	47
Tabla 27 <i>Volumen del recipiente del agregado fino, NTP 400.017</i>	48
Tabla 28 <i>Peso Unitario Suelto del agregado fino, NTP 400.017</i>	48
Tabla 29 <i>Peso Unitario Compactado del agregado fino, NTP 400.017</i>	49
Tabla 30 <i>Peso Específico del agregado fino, NTP 400.021</i>	49
Tabla 31 <i>Absorción (%) del agregado fino, NTP 400.021</i>	50

Tabla 32 <i>Contenido de Humedad (%) del agregado fino, NTP 339.185</i>	50
Tabla 33 <i>Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días</i>	55
Tabla 34 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (0.7%) a los 7 días</i>	55
Tabla 35 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.0%) a los 7 días</i>	56
Tabla 36 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.2%) a los 7 días</i>	56
Tabla 37 <i>Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días</i>	57
Tabla 38 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (0.7%) a los 14 días</i>	57
Tabla 39 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.0%) a los 14 días</i>	58
Tabla 40 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.2%) a los 14 días</i>	58
Tabla 41 <i>Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días</i>	59
Tabla 42 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (0.7%) a los 28 días</i>	59
Tabla 43 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.0%) a los 28 días</i>	60
Tabla 44 <i>Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.2%) a los 28 días</i>	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Dimensiones del molde para ensayo</i>	9
Figura 2 <i>Equipos y herramientas para medir el asentamiento del concreto fresco</i>	10
Figura 3 <i>Departamento de Cajamarca en el mapa del Perú</i>	15
Figura 4 <i>Provincia de Cajamarca en el departamento de Cajamarca</i>	16
Figura 5 <i>Vista satelital de la UNC (Laboratorio de ensayo de materiales)</i>	16
Figura 6 <i>Ubicación geográfica de la cantera Aguilar del río chonta</i>	17
Figura 7 <i>Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	31
Figura 8 <i>Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	32
Figura 9 <i>Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	33
Figura 10 <i>Resistencia a la compresión a los 7, 14 Y 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N</i>	34
Figura 11 <i>Curva Granulométrica del Agregado Grueso</i>	42
Figura 12 <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino</i>	47
Figura 13 <i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	70
Figura 14 <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	70
Figura 15 <i>Absorción del agregado fino</i>	71
Figura 16 <i>Absorción del agregado grueso</i>	71
Figura 17 <i>Peso específico del agregado grueso</i>	72
Figura 18 <i>Peso específico del agregado fino</i>	72
Figura 19 <i>Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso</i>	73
Figura 20 <i>Peso Unitario Compactado del Agregado Fino</i>	73
Figura 21 <i>Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso</i>	74
Figura 22 <i>Peso Unitario Suelto del Agregado Fino</i>	74
Figura 23 <i>Granulometría del Agregado Grueso</i>	75
Figura 24 <i>Granulometría del Agregado Fino</i>	75
Figura 25 <i>Prueba de humedad Superficial</i>	76
Figura 26 <i>Prueba del Slump</i>	76
Figura 27 <i>Elaboración de probetas Patrón</i>	77
Figura 28 <i>Elaboración de probetas incorporando el aditivo Sikament-2920N al 0.7%</i>	77
Figura 29 <i>Elaboración de probetas incorporando el aditivo Sikament-2920N al 1.0%</i>	78
Figura 30 <i>Elaboración de probetas incorporando el aditivo Sikament-2920N al 1.2%</i>	78
Figura 31 <i>Ensayo a la Compresión de Probetas Patrón</i>	79

Figura 32 <i>Ensayo a la compresión de probetas con aditivo Sikament-290N a los 7 días.</i>	79
Figura 33 <i>Ensayo a la compresión de probetas con aditivo Sikament-290N a los 14 días</i>	80
Figura 34 <i>Ensayo a la compresión de probetas con aditivo Sikament-290N a los 28 días</i>	80

RESUMEN

A nivel mundial, el concreto constituye uno de los materiales más empleados en la industria de la construcción; sin embargo, con frecuencia presenta limitaciones en cuanto a su trabajabilidad y resistencia mecánica. Por esta razón, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la variación de la resistencia del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando el aditivo Sikament-290N, en la ciudad de Cajamarca. Para alcanzar este propósito, el estudio se desarrolló bajo un enfoque experimental, elaborándose mezclas de concreto agregando diferentes proporciones del aditivo, correspondientes al 0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento, mientras que los demás materiales y condiciones de curado se mantuvieron constantes. Asimismo, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas NTP 339.034, empleando probetas cilíndricas moldeadas en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que, la incorporación del aditivo Sikament-290N mejoró significativamente las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido. Se concluye que al incorporar diferentes porcentajes del aditivo Sikament-290N al 0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento a la mezcla de concreto en estado fresco, incrementó la resistencia a la compresión a los 28 días de curado en 1.86%, 25.29% y 45.71% respectivamente.

Palabras clave: concreto, diseño de mezcla, resistencia a la compresión, aditivo, superplastificante, Sikament-290N, trabajabilidad.

ABSTRACT

Worldwide, concrete is one of the most widely used materials in the construction industry; however, it frequently presents limitations in terms of workability and mechanical strength. For this reason, the objective of this research was to determine the variation in the compressive strength of concrete with $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ using the Sikament-290N admixture in the city of Cajamarca. To achieve this purpose, the study was conducted under an experimental approach. Concrete mixes were prepared by adding different proportions of the admixture—0.7%, 1.0%, and 1.2% of the cement weight—while the other materials and curing conditions were kept constant. Likewise, compressive strength tests were carried out at 7, 14, and 28 days in accordance with Peruvian Technical Standards NTP 339.034, using cylindrical specimens cast in the Materials Testing Laboratory of the National University of Cajamarca. The results showed that the incorporation of the Sikament-290N admixture significantly improved the properties of concrete in both its fresh and hardened states. It is concluded that adding Sikament-290N at 0.7%, 1.0%, and 1.2% of the cement weight to the fresh concrete mix increased the 28-day compressive strength by 1.86%, 25.29%, and 45.71%, respectively.

Keywords: concrete, mix design, compressive strength, admixture, superplasticizer, Sikament-290N, workability.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial el concreto es el material de construcción más utilizado, involucrando en su uso a miles de profesionales de campo, académicos y de laboratorio en su producción. Así mismo la incorporación de aditivos plastificantes y superplastificantes en el concreto se ha hecho cotidiano, incrementando su uso en los diferentes elementos estructurales. Por lo que es necesario conocer la variación de la resistencia del concreto de $f'c=210$ kg/cm² utilizando el aditivo sikament-290, en la ciudad de Cajamarca.

La importancia del concreto en los proyectos de infraestructura radica en su variedad de desarrollo de tecnologías que lo han llevado a límites de alta calidad en su desempeño garantizando los diferentes usos y aplicaciones con la capacidad de resistir a diferentes condiciones de exposición extremas durante su periodo útil gracias a su gran durabilidad. Es un material local y de alta disponibilidad de los diferentes componentes que puede ser fabricado en cualquier parte del mundo, lo que ayuda a reducir los costos. Sus propiedades estéticas permiten variar e innovar diseños arquitectónicos por su flexibilidad al momento de ejecutar el diseño que se desee (Ceballos M, 2016).

La incorporación de plastificantes y superplastificantes en el concreto aumenta la resistencia a la compresión al permitir reducir la cantidad de agua necesaria sin disminuir la trabajabilidad. Al reducir el agua, se disminuye el índice agua/cemento, lo que resulta en un concreto más denso y resistente. Esto mejora la durabilidad y previene defectos como el revoque o la formación de huecos. (Espinoza L, 2024).

El uso de aditivos plastificantes en el concreto varía sus propiedades al mejorar su manejabilidad (trabajabilidad), permitir la reducción del agua en la mezcla sin disminuir la consistencia y, como consecuencia, aumentar su resistencia en estado endurecido. Esto se traduce en un concreto más denso y duradero, con menos fisuras y una mayor adherencia al acero de refuerzo, lo que lo hace ideal para aplicaciones como columnas, vigas, estructuras con acero de refuerzo denso y prefabricados. (Silva O, 2018).

En la ciudad de Cajamarca, ubicada a una altitud aproximada de 2 750 m s.n.m., las condiciones climáticas propias de la zona, bajas temperaturas, variaciones térmicas diarias y niveles de humedad variable, pueden influir significativamente en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido. Por ello, surge la necesidad de buscar alternativas que mejoren el desempeño del concreto frente a estas condiciones y permitan obtener materiales más resistentes y duraderos.

El uso del aditivo Sikament-290N, se presenta como una buena alternativa técnica, ya que permite mejorar la trabajabilidad del concreto y aumentar su resistencia a la compresión. Sin embargo, en Cajamarca no existen suficientes estudios que demuestren con precisión los efectos del uso de este aditivo en diferentes proporciones ni cuál sería la dosificación más adecuada para las condiciones locales.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿En cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al incorporar diferentes porcentajes del aditivo Sikament-290N (0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento), en la ciudad de Cajamarca – 2025?

1.3 HIPÓTESIS GENERAL.

La resistencia a la compresión del concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al incorporar diferentes porcentajes del aditivo Sikament-290N al 0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento, en la ciudad de Cajamarca, incrementa la resistencia a la compresión a los 28 días de curado en 1.5%, 20% y 30% respectivamente.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Realizar aportes al estudio del uso de aditivos comerciales en el concreto y poder obtener una base de datos para poder comparar la variación de la resistencia del concreto utilizando el aditivo Sikament-290.

El presente trabajo de investigación determinó el aumento de la resistencia a la compresión del concreto de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el Aditivo Sikament-290 con cemento pacasmayo tipo I.

1.5 ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Alcances de la Investigación:

En esta investigación se realizó una evaluación a la resistencia a la compresión del concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar el aditivo Sikament-290 en porcentajes del 0.7%, 1% y 1.2%.

1.5.2 Delimitaciones:

El estudio se realizó con agregados de la cantera Aguilar, cemento portland tipo I y adición de Sikament-290N en proporciones del 0.7%, 1% y 1.2% del peso del cemento, empleando el diseño de mezcla por el método ACI 211.

No se tomaron en cuenta los ensayos de flexión y tracción del concreto.

1.6 LIMITACIONES

No se realizó el análisis químico de los agregados finos y gruesos.

No se tomó en cuenta la deformación de las probetas de concreto durante los ensayos de compresión.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General:

Determinar la variación de la resistencia del concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando el aditivo sikament-290, en la ciudad de Cajamarca.

1.7.2 Objetivos Específicos:

- Analizar las propiedades físico-mecánicas de los agregados.
- Diseñar la mezcla patrón de concreto con resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Elaborar diseños de mezclas de concreto con diferentes porcentajes del aditivo Sikament-290N (0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento).
- Comparar los resultados de la resistencia a la compresión de las probetas a los 28 días de curado entre el concreto patrón y las mezclas con aditivo.

1.8 DESCRIPCION DE CONTENIDOS

Capítulo I. Introducción

Se encuentra el planteamiento del problema, formulación del problema, hipótesis general, justificación, alcances y limitaciones de la investigación, y los objetivos tanto general como específicos.

Capítulo II. Marco teórico

Se detalla los antecedentes internacionales, nacionales y locales, bases teóricas y definición de términos básicos.

Capítulo III: Materiales y métodos

Se describe el procedimiento y los resultados de los ensayos realizados para determinar la resistencia mecánica del concreto.

Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados

Se analiza y discute los resultados de los ensayos realizados tanto para agregados como para el concreto.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

Se describen las conclusiones y se brinda algunas recomendaciones.

Referencias bibliográficas

Anexos

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEORICOS

2.1.1 Antecedentes Internacionales:

Herrera y Quintero (2021), en Colombia, en la tesis titulada *“Aditivos reductores de agua de alto rango o superplastificantes y su efecto en las propiedades del concreto”*, donde buscó describir las generalidades de los aditivos superplastificantes en el concreto, entre estos, el Sikament 290N, así también identificar propiedades físicas y mecánicas como son la trabajabilidad, tiempo de fraguado, densidad, absorción y la resistencia a compresión y flexión del concreto, con y sin uso de diferentes aditivos superplastificantes y finalmente determinar las dosificaciones usadas de este aditivo en el concreto. En su estudio concluyó que la incorporación de aditivos superplastificantes en el concreto sí produce influencia sobre las propiedades del concreto, y que el empleo del aditivo superplastificante resultará beneficioso siempre y cuando se apliquen cantidades comprendidas entre los 600 y los 1200 ml por cada 100 Kg de cemento. También se afirma que el aditivo debe garantizar una reducción de mínimo el 12% del agua de mezcla del concreto. Además, cabe destacar que de los diferentes ensayos aplicados las dos propiedades identificadas como las más importantes y representativas para el concreto son la trabajabilidad y la resistencia a compresión, las cuales son influenciadas directamente por la incorporación de aditivo superplastificante.

Cucalón y Tomalá (2020) en Ecuador, en la tesis titulada *“Optimización de hormigón $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ aplicando diferentes aditivos superplastificantes”*, tuvo como objetivo principal optimizar el diseño de un concreto de resistencia $f'c 350 \text{ Kg/cm}^2$ alrededor del costo por m^3 , empleando dos aditivos superplastificantes, el Sikament N.100 y el Aditec SF-106. De los resultados se concluyó que la alternativa del uso de superplastificantes es técnicamente viable y para la resistencia especificada se logra con un diseño de concreto de 280 Kg/cm^2 , con la aplicación de ambos aditivos en proporción de 1 y 1.5% del peso del cemento y reduciendo 30% el agua de mezcla, el Sikament N.100 genera un incremento entre el 24 y 28% y el Aditec SF-106 un incremento entre el 41 y 48%.

2.1.2 Antecedentes Nacionales:

Sandoval y Muñoz (2024), en la ciudad de Loreto, en la tesis *“Influencia de los aditivos superplastificantes Master Ease 3900 y Sikament 290N en las propiedades*

del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal, Iquitos - 2024", es una investigación de tipo cuantitativo, de diseño transeccional correlacional, mediante el cual se buscó analizar los efectos de la aplicación de los aditivos superplastificantes Master Ease 3900 y Sikament 290 N en las propiedades del concreto cemento-arena. De los resultados se concluyó que existe una relación directa y significativa entre la dosificación del aditivo y las propiedades mecánicas del concreto, siendo determinante el porcentaje óptimo de incorporación.

Guerra y Mori (2023), en la ciudad de Iquitos, en la tesis "*Influencia del aditivo Sikament 290N en las propiedades del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal y 4 marcas de cemento – Iquitos, 2023*", aborda la influencia del aditivo, Sikament 290 N - en su dosificación de superplastificante-, en las propiedades en estado fresco y en la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto cemento arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza 1.09, usando dos relaciones agua cemento A:C= 0.58 y 0.64, y las siguientes 4 marca de cemento: Apu Tipo GU, Inka Tipo ICO, Andino Tipo I y Amazónico tipo GU, con una dosificación de aditivo 0.9% con relación al peso del cemento. De los resultados se concluyó que el aditivo mejoró considerablemente la trabajabilidad del concreto en estado fresco y se evidenció un aumento progresivo de la resistencia a la compresión conforme se optimizó la dosificación del aditivo.

Torrejon Grandez, K.E. (2023), en la ciudad de Lima, en la tesis "*Aplicación del aditivo Sikament TM-100 para optimizar el consumo de cemento en concretos $f'c=280$ kg/cm² utilizados en los prefabricados de concreto de grupo INCCOSAC SCRL*", la presente tesis tiene por objetivo principal demostrar la optimización del consumo de cemento mediante la aplicación del aditivo SIKAMENT TM-100 en los diseños de mezclas de concreto $f'c=280$ kg/cm², debido a que es uno de los más usados en los prefabricados de concreto de GRUPO INCCOSAC SCRL. De los resultados se concluyó que, al mejorar las propiedades del concreto, el aditivo SIKAMENT TM 100 genera una reducción en el costo por 1m³ en el concreto, siendo una reducción de 17 soles aproximadamente.

2.1.3 Antecedentes locales:

Marín Vargas, K.N. (2024), Universidad Nacional de Cajamarca, en la tesis titulada "*Resistencia a compresión del concreto $f'c= 490$ kg/cm² utilizando 1% de*

Sikament®-290N y 3% de Sikament-290N acelerante Pe en diferentes edades", 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 Sikament-290N Acelerante Pe, un acelerante de fraguado con un rango de dosificación de 1% a 4%. De los resultados se concluyó que, la adición del aditivo Sikament®-290N en una mezcla de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 influye en la resistencia a compresión a distintas edades (7, 14 y 28 días). Los resultados obtenidos indican que el uso de este aditivo logra mejorar la resistencia a compresión en promedio de 4.911%, en comparación con una muestra patrón sin aditivos.

Cachay Díaz, L.C. (2022), Universidad Nacional de Cajamarca, en la tesis titulada *"Variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo plastificante Sikament® 290N al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado"*, se determinó la variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con aditivo plastificante y reemplazando al 10%, 20% y 30% agregado grueso por Agregado de Concreto Reciclado (ACR), para aplicaciones de menor costo, funcionalidad adecuada y reutilización de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), generando un impacto positivo en el medio ambiente en comparación a concretos convencionales. De los resultados se concluyó que, la variación de la resistencia a compresión del concreto permeable con sustitución de ACR, respecto a los especímenes sin ACR, se contrasta parcialmente con la hipótesis; ya que, a la edad de 28 días, en las probetas con 10% de ACR, la variación es menor al 10 % y en las probetas con 20% y 30% de ACR, la variación es mayor al 10 %, demostrando en el presente estudio que, el concreto permeable a partir de un 20% de sustitución genera variaciones significativas.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 Concreto:

El concreto es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas. Además, el concreto consta de dos etapas: estado fresco y estado endurecido. Donde la principal propiedad en el estado fresco del concreto es la trabajabilidad, y en estado endurecido la resistencia y elasticidad. (NORMA E.060 RNE).

El concreto es un material formado por una mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos opcionales, que inicialmente presenta una estructura plástica y maleable, que luego adquiere una consistencia rígida. Tiene propiedades aislantes y duraderas que lo convierten en un material de construcción ideal. (Santillán, 2019).

El concreto es un material tradicional que se produce mezclando tres ingredientes básicos (cemento, agua y agregados) y finalmente añadiendo un cuarto ingrediente, que a menudo se le llama aditivo. Al mezclar estos ingredientes y fabricar el llamado concreto se introduce simultáneamente un quinto actor, representado por el aire. (Vargas, 2021).

2.2.2 Concreto Endurecido:

Concreto que ha desarrollado la suficiente resistencia para servir a algún propósito definido o resistir una carga exigida sin fallar. (NTP 339.047).

2.2.3 Concreto Fresco:

Concreto que posee suficiente trabajabilidad original, de modo que se puede colocar y consolidar para los métodos destinados. (NTP 339.047).

Se refiere al concreto recién hecho en estado plástico y fácil de trabajar, que no fragua ni se endurece y toma forma como los correspondientes moldes. (Minchán, 2024).

2.2.4 Trabajabilidad y Consistencia:

La trabajabilidad, también llamada manejabilidad, se considera una propiedad del concreto en estado fresco que determina su capacidad de transportar, colocar y vibrar para asegurar un correcto fraguado y acabado sin segregación alguna. (Minchán, 2024).

La consistencia es la denotación del estado de fluidez cuando el concreto está fresco, se denomina grado de humedad en una mezcla fresca; cuando no fluye (seca) o cuando fluye (fluida). Generalmente la consistencia de una mezcla está determinada por el grado de asentamiento. Corresponden a los menores asentamientos a las mezclas más secas y los mayores a las consistencias fluidas. (Minchán, 2024).

Tabla 1

Relación consistencia-asentamiento

Consistencia	Asentamiento	
	(in.)	(cm.)
Seca	1" a 2"	2.5 cm a 5.0 cm
Plástica	3" a 4"	7.5 cm a 10.0 cm
Fluida	6" a 7"	15.0 cm a 17.5 cm

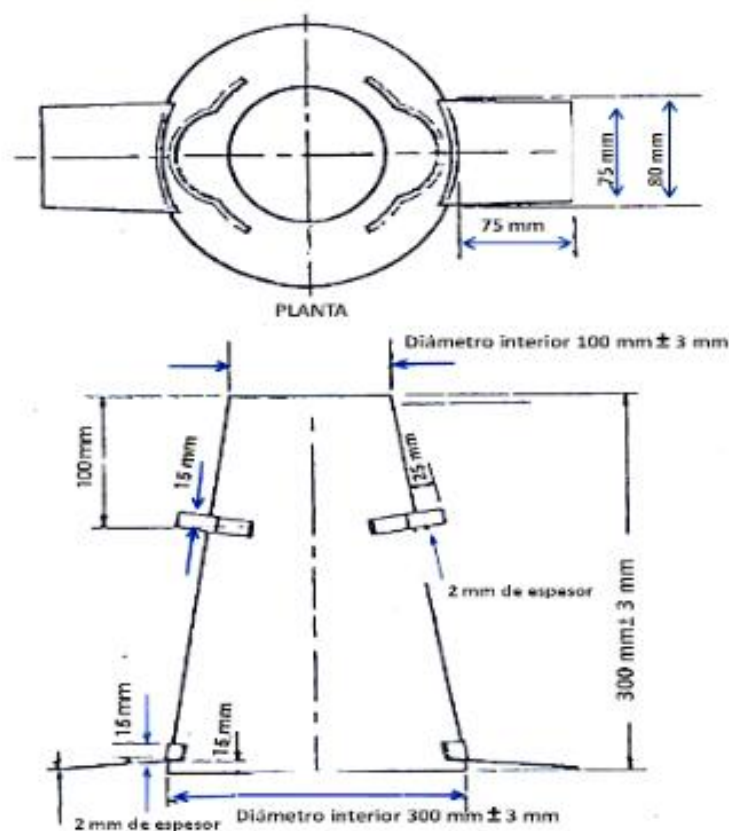
Fuente. De Pacheco, 2017

Los equipos y herramientas que son necesarios para medir el asentamiento del concreto fresco son:

- **Molde.** Molde metálico, sin reacción con la pasta de cemento, con un espesor no menor a 1.5 mm, con forma de la superficie lateral de un cono truncado con diámetros en base de 200 mm, parte superior de 100 mm y una altura de 300mm.

Figura 1

Dimensiones del molde para ensayo

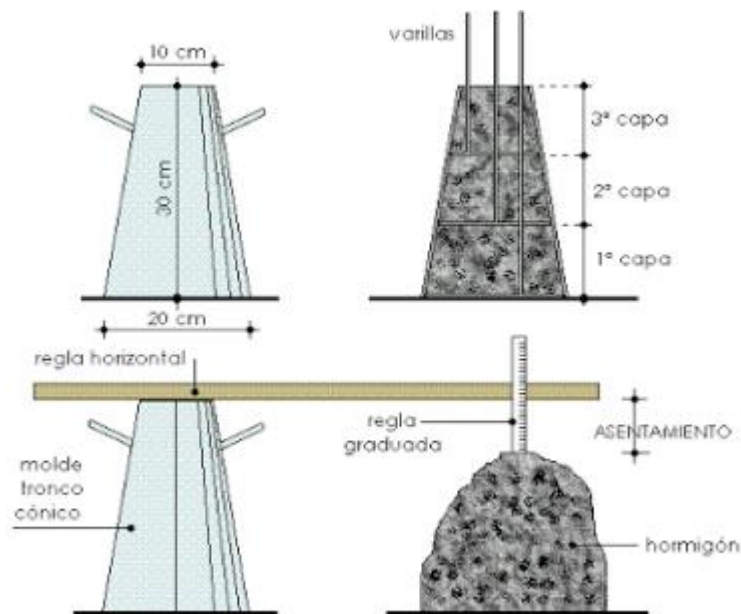


Fuente. De NTP 339.035, 2018

- **Varilla.** De acero, redonda con un diámetro de 16 mm, recta y aproximadamente de 600 mm de longitud, con los extremos redondeados de forma semiesférica.
- **Instrumento de medida.** Se puede utilizar reglas de plástico y de metal, también, flexómetros.

Figura 2

Equipos y herramientas para medir el asentamiento del concreto fresco



Fuente. ingenieriaymas.com, 2016

2.2.5 Cemento:

El cemento Portland es el producto de la pulverización del Clinker, el cual principalmente está constituido por silicato de calcio hidráulico, para posteriormente pasar por un proceso de calcinación adicionando agua y sulfato de calcio (yeso). De acuerdo con sus propiedades se clasifica en cinco diferentes tipos: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV, Tipo V. (NTP 334.009, ASTM C150).

El cemento está compuesto principalmente de silicatos hidráulicos de calcio, y esto se fraguan y endurecen por la reacción con el agua. (Kosmatka, Kerkhoff y Panarese, 2003).

Es un producto de la trituración del Clinker Portland al que se le añade sulfato de calcio. En algunos casos se añaden otros productos, siempre que no afecten a las propiedades del cemento resultante. Se pueden producir diferentes tipos de cemento, variando el contenido de C₂S, C₃S, C₃A y C₄AF para proporcionar las

propiedades físicas y químicas requeridas en casos específicos. Están divididos en Cemento Portland tipo I, I-M, II, III, IV, V. (Minchán, 2024).

CEMENTO PORTLAND TIPO I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo. (NTP 334.009).

2.2.6 Agregado Grueso:

El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75(mm)(N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos. (NTP 400.037).

Tabla 2

Requisitos granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño	% Que pasa por los tamices normalizados												
	máximo nominal	100mm (4")	90mm (3 ½")	75mm (3")	63mm (2 ½")	50mm (2")	37.5mm (1 ½")	25mm (1")	19mm (¾")	12.5mm (½")	9.5mm (¾")	4.75mm (N°4)	2.36mm (N°8)	1.18mm (N°16)
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 a 37.5 mm	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 a 25 mm	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 a 4.75 mm	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 a 19mm	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 a 4.75mm	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 a 12.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 a 2.36mm	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 5	0 a 5

Fuente. Adaptado de NTP 400.037, 2018

2.2.7 Agregado Fino:

Conjunto de partículas que, para cumplir la condición de fino, debe pasar totalmente por el tamiz normalizado 9.51mm (9/8 pulg), y pasar más del 99% la malla #4, y quedar retenido en el tamiz normalizado 74µm (N° 200)" (NTP 400.037, 2021). (ASTM C33-03, 2015, p.033)

Tabla 3*Granulometría del Agregado Fino*

Tamiz	Porcentaje que pasa (%)
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (Nº 4)	95 a 100
2.36 mm (Nº 8)	80 a 100
1.18 mm (Nº 16)	50 a 85
600 µm (Nº 30)	25 a 60
300 µm (Nº 50)	05 a 30
150 µm (Nº 100)	0 a 10

Fuente. Adaptado de NTP 400.037, 2018

2.2.8 Diseño de Mezcla:

Es el proceso donde se seleccionan los agregados adecuados a emplear en el concreto, logrando determinar las cantidades y requerimientos específicos de trabajabilidad, resistencia y dureza. Hoy en día existen mezclas diseñadas para las que sus especificaciones se ajustan a límites establecidos, como la relación agua/cemento, resistencia mínima, trabajabilidad mínima, etc. Se puede hablar de un proporcionamiento adecuado cuando el concreto logra una correcta trabajabilidad, además, resulta resistente, durable y económico (Muciño & Santa Ana, 2017).

2.2.9 Método ACI

Es uno de los métodos más utilizados y consta de los siguientes pasos:

- a) Selección del revenimiento.
- b) Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- c) Cantidad de agua de mezclado y contenido de aire.
- d) Selección de la relación agua/cemento.
- e) Contenido de cemento.
- f) Estimación del contenido de grava.
- g) Estimación del contenido de arena.
- h) Ajustes por humedad de los agregados.
- i) Ajustes de las mezclas de prueba.

2.2.10 Aditivos:

Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes de 1 – 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del

concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. (ASTM C-125).

a) Sikament-290N

Es una sustancia química, que la dosificación deberá de ser <5% del peso del cemento ya que este aditivo es diferente de los demás componentes del concreto; por lo tanto, éste se adiciona durante la elaboración de la mezcla de esta manera el aditivo logra modificar las propiedades del concreto según sean los requerimientos en obra, ya que existen variedad de ellos. (Sika, 2018).

Es un aditivo polifuncional plastificante o superplastificante e impermeabilizante. No contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras, clasificado como un aditivo Tipo G según la ASTM C494 – 11, el cual muestra como principales características o ventajas a destacar, de acuerdo al fabricante, el aumento de las resistencias mecánicas, permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura, permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla y que proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras. (Peralta, 2023).

Estas sustancias pueden ser añadidas antes o durante el desarrollo de la mezcla de concreto, siempre teniendo en cuenta la cantidad del cemento donde no puede superar el 5% de la masa para así el aditivo pueda aumentar las propiedades del mortero, según en estado fresco o endurecido, para que estén determinadas definitivamente. (Rodríguez, 2003).

b) Superplastificantes

Los aditivos superplastificantes hacen que el concreto tenga las mismas características que los plastificantes, pero en mayor proporción; esto significa que tiene una mayor trabajabilidad del concreto, así mismo poseen un mayor tiempo de fraguado, esto ayuda al transporte de la mezcla a zonas donde hay exceso de tráfico; de esta manera no se verá afectado el concreto. (Medina, 2008).

Al agregar a la mezcla de concreto un aditivo superplastificante, este hace que aumente su resistencia a pocos días de su endurecimiento, esto se debe a que este compuesto químico (aditivo) reduce la cantidad de agua; así mismo mantiene la docilidad manteniendo la hidratación del hormigón. (Solas, y Giani, 2010).

2.2.11 Resistencia a la Compresión:

Este ensayo se realiza tomando una muestra del concreto colocándolo en una probeta cilíndrica para que ésta, al pasar al proceso de endurecimiento pueda ser evaluada en el laboratorio, donde será comprimida con la maquina universal o también llamada máquina de compresión donde se determinará el f'_c o la resistencia del concreto. (NTP 339.034)

Los experimentos se analizan y de estas se obtienen los resultados para determinar la resistencia a la compresión, ya que lo que se busca conseguir, es que la mezcla cumpla con los requerimientos de la obra. (Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 2016).

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Materiales “Carlos Esparza Díaz”, adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), ubicado en la Av. Atahualpa N.º 1050, Cajamarca, Perú.

Tabla 4

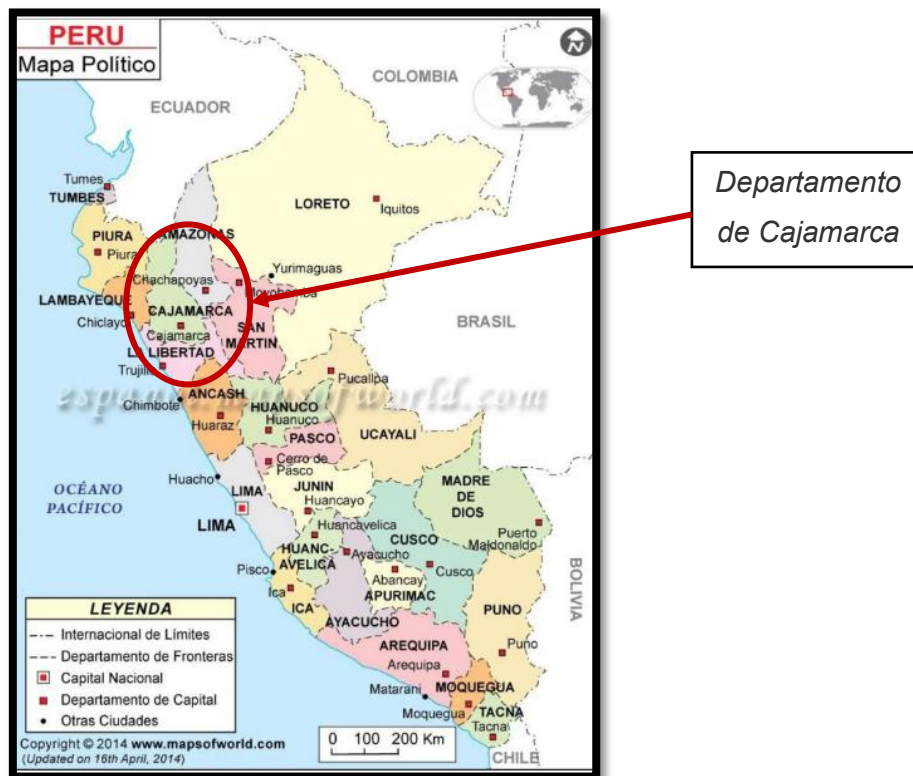
Coordenadas del laboratorio de ensayo de materiales de la UNC

COORDENADAS UTM	
NORTE:	9207001.94 m S
ESTE:	776618.20 m E
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
LATITUD:	7° 10.038'S
LONGITUD:	78° 29.726'O

Fuente. Minchan, 2024

Figura 3

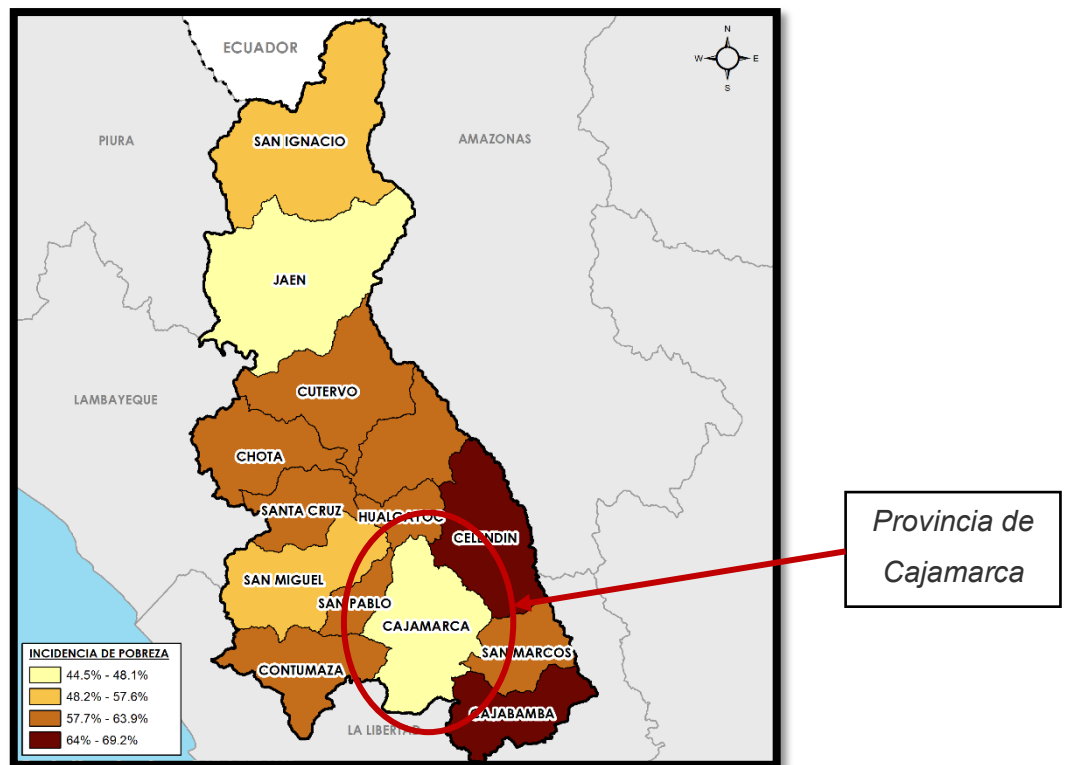
Departamento de Cajamarca en el mapa del Perú



Fuente. De Copyright, 2014

Figura 4

Provincia de Cajamarca en el departamento de Cajamarca



Fuente. De mef.gob.pe, 2024

Figura 5

Vista satelital de la UNC (Laboratorio de ensayo de materiales)



Fuente. Adaptado de Google Earth, 2024

3.1.1 Materiales

Estos se obtuvieron de la cantera Aguilar, una de las canteras más conocidas y utilizadas por la población cajamarquina, y que se encuentra a 2695 m.s.n.m, a 5 min de la plaza de arma de los baños del inca, al margen derecho de la carretera baños del inca - Otuzco. Las coordenadas donde se ubica dicha cantera son:

Tabla 5

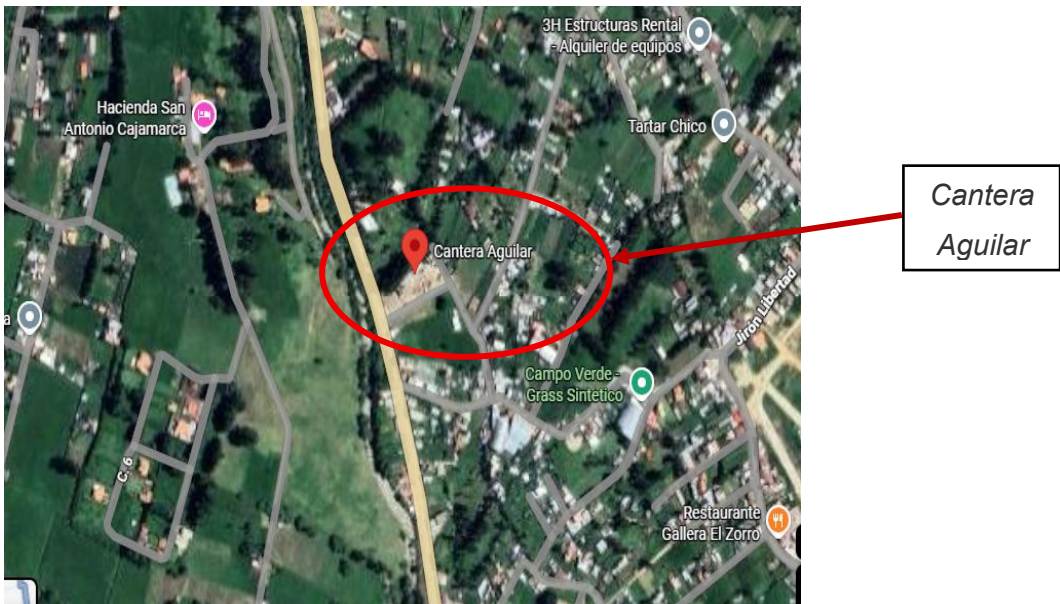
Coordenadas de la cantera Aguilar del río chonta

COORDENADAS UTM	
NORTE:	9208939.70 m S
ESTE:	779925.60 m E
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
LATITUD:	7° 09' 15"S
LONGITUD:	78° 27' 55"O

Fuente. Elaboración propia, 2025

Figura 6

Ubicación geográfica de la cantera Aguilar del río chonta



Fuente. Adaptado de Google Earth, 2024

3.2 TIEMPO O EPOCA QUE SE REALIZO EL ESTUDIO

Los ensayos y especímenes de concreto utilizados para la investigación, se elaboraron entre los días 09 de septiembre al 25 de octubre del año 2025, en temporada húmeda, con precipitaciones de moderada intensidad.

3.3 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.3.1 Tipo, Nivel, Diseño y Enfoque de la Investigación

3.3.1.1. Tipo:

Aplicada, debido a que tuvo por finalidad; resolver un determinado problema, enfocándose en evaluar la variación de la resistencia a compresión de un concreto.

3.3.1.2. Nivel:

Correlacional, su finalidad fue buscar la relación de interdependencia entre dos variables específicas.

3.3.1.3. Diseño:

Experimental, ya que se utiliza para establecer una relación entre la causa y el efecto de una situación. Este diseño suele utilizarse para evaluar el impacto de un tratamiento o intervención, que tiene una muestra de probetas y una variable independiente y dependiente.

3.3.1.4. Enfoque:

Cuantitativo, porque se basa en la medición numérica de la resistencia a la compresión del concreto mediante ensayos normalizados y análisis estadístico de resultados.

3.3.2 Población de Estudio

La población de estudio está conformada por las probetas cilíndricas de concreto tradicional $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

3.3.3 Muestra

Para la muestra se ha empleado un muestreo probabilístico. Obteniendo un total de 60 probetas cilíndricas de concreto, como muestra para la investigación determinados de la siguiente manera:

- Se utilizó la siguiente fórmula para hallar el tamaño de la muestra:

Donde:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$$

Tamaño de muestra buscado

Z_{α} = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

e = Error de estimación máximo aceptado

Se proponen valores por el investigador:

$Z_{\alpha} = 1.645 \rightarrow$ NC = 95%

$p = 80\% \quad | \quad q = 20\% \quad | \quad e = 8.5\%$

Reemplazando en la fórmula:

$$n = \frac{1.645^2 * 0.80 * 0.20}{0.085^2}$$

Se obtiene: $n = 59.925$ probetas

$n = 60$ probetas (Redond.)

Tabla 6

Número de probetas a realizar en la tesis

Edad (días) / Porcentaje (%)	7	14	28	TOTAL
0.0	5	5	5	15
0.7	5	5	5	15
1.0	5	5	5	15
1.2	5	5	5	15
TOTAL				60

3.3.4 Unidad de Análisis

Variación de la resistencia del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando el aditivo Sikament-290N, en la ciudad de Cajamarca.

3.3.5 Unidad de Observación

Probetas cilíndricas de concreto elaboradas con y sin aditivo.

3.4 PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS DE LA INVESTIGACION

3.4.1 Propiedades de los Áridos

3.3.1.5. Peso específico y absorción del agregado grueso:

La norma que se consultó fue la NTP 400.021 y el procedimiento seguido fue el siguiente:

- La muestra fue seleccionada, luego se dispuso a secar la muestra en un horno a una temperatura de 110°C , posteriormente se dejó que esta se enfríe durante un periodo de 1h a 3 h a temperatura de ambiente hasta que se pueda manipular.
- La muestra se sumergió dentro de un depósito con agua por 24 h, se sacó del recipiente y se colocó en una manta con capacidad de absorber el agua para luego hacerle rodar, hasta percatarse que la película de agua visible se elimine, se colocó en la balanza y se registró la masa en estado saturado de agua y seco superficialmente (SSS).
- Se colocó la muestra SSS dentro de la cesta de alambre que está suspendida y sujeta a una balanza, se sumergió hasta cubrirla y se registró su masa aparente en el agua, la cual estaba a 21°C .
- Por último, se procedió a llevar la muestra a la estufa a 110°C de temperatura, se dejó 24 h, se retiró y se dejó enfriar para luego registrar su masa.

Cálculo:

Densidad Relativa (Peso Especifico) (OD)

$$\text{Peso específico(OD)} = \frac{A}{B - C}$$

Densidad relativa (Peso Específico) de masa saturada superficialmente seca (SSD)

$$\text{Peso específico saturado superficialmente seco(SSD)} = \frac{B}{B - C}$$

Densidad relativa (peso específico) aparente

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{A - C}$$

Absorción del agregado

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{B - A}{A} \right) \times 100$$

Donde:

A=masa de la muestra seca al horno en aire (g)

B=masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco (g)

C=masa aparente de la muestra saturada en agua (g)

3.3.1.6 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino:

Se consultaron las NTP 400.022, MTC E205, ASTM C128 para realizar los ensayos y se siguieron los siguientes pasos:

- Se colocó una muestra a un horno a 110°C, se sacó, se dejó enfriar y se saturó la muestra en agua por un lapso de 24h.
- Seguidamente se eliminó el exceso de agua teniendo cuidado de que no se pierdan finos y luego se esparció la muestra para que una corriente caliente de aire pase por ella hasta lograr que esta se encuentre en la condición saturada superficialmente seca (SSS), hecho que se pudo constatar con la prueba del molde y barra compactadora.
- Se pesó un picnómetro de 500cm³ repleto de agua hasta la marca del total.
- Se vació un poco del agua del picnómetro y se introdujo 500g del árido fino en estado SSS.
- Se llenó con agua hasta por poco llegar a la señal de los 500 cm³.
- Se procedió a agitar, invertir y rodar el picnómetro para de esta manera eliminar aquellas burbujas de aire.
- Se realizó un ajuste de la temperatura mediante la inmersión en agua del picnómetro hasta que alcance unos 23°C.

- Se llenó el frasco con agua a la capacidad de 500 cm³ y se registró masa del picnómetro, más la muestra y más el agua.
- Por último, se colocó en un recipiente el agregado fino que estaba en el picnómetro teniendo cuidado de no perder parte de él, se colocó en el horno a 110 °C, se dejó enfriar y se pesó la muestra.

Cálculo:

Densidad relativa (Peso específico) (OD)

$$\text{Peso Específico (OD)} = \frac{A}{B + S - C}$$

Densidad relativa (Peso específico) de masa saturada superficialmente seca (SSD)

$$\text{Peso Específico saturado superficialmente seco(SSD)} = \frac{S}{B + S - C}$$

Densidad relativa (Peso específico) aparente

$$\text{Peso Específico aparente} = \frac{A}{B + A - C}$$

Absorción

$$\text{Absorción (\%)} = 100 \times \left(\frac{S - A}{A} \right)$$

A = masa de la muestra seca en el horno (g)

B = masa del picnómetro lleno de agua hasta la marca de calibración (g)

C = masa del picnómetro lleno de la muestra y agua hasta la marca de calibración (g)

S = masa de la muestra saturada superficialmente seca (g)

3.3.1.7 Granulometría del agregado Fino y Grueso:

Se consultó la NTP 400.037, MTC E204, ASTM C136 que brindan los pasos para realizar este ensayo, los pasos fueron los siguientes:

- En el horno a 110°C se puso a secar parte del árido.
- Posteriormente, se seleccionaron los tamices a utilizar, se ordenaron estos y se colocó poco a poco la muestra dentro de ellos empezando por el tamiz superior, se procedió a agitar manualmente, se dio por completado el proceso al darse cuenta de que luego de transcurrido 1 minuto, pudo ingresar menos del 1% de la muestra.

Cálculo:

- Mediante el uso de la herramienta Excel se calcularon los valores porcentuales de la muestra que pasa por los tamices, el porcentaje retenido total de cada tamiz.

a) Módulo de Fineza del Agregado

Conocido también como módulo de finura, se calculó considerando los valores porcentuales retenidos y acumulados de los tamices mencionados enseguida 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, luego la suma de estos valores se dividió entre el número 100.

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

b) Tamaño Máximo Nominal (TMN)

La NTP 400.037 (2018), indica que el TMN es el que concierne a la malla más pequeña de todos los utilizados que genera un retenido de la muestra entre un 5% y un 10%.

3.3.1.8 Contenido de Humedad de los Agregados:

La norma NTP 339.185, brindó las pautas a seguir para poder realizar el ensayo:

- Primero se seleccionó y pesó un depósito o tara, la muestra seleccionada se colocó en este depósito se registró el peso neto (peso tara + muestra es estado húmedo), se registraron ambos valores obtenidos.
- Seguidamente la tara que contiene la muestra fue colocada en el horno a 110°C por un periodo de 24 h.
- Por último, la tara que contiene la muestra fue pesada en una balanza (peso del recipiente + muestra seca).

Cálculo:

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

Donde:

P = Contenido de humedad (%)

W = Masa de la muestra húmeda (g)

D = Masa de la muestra seca (g)

3.3.1.9 Densidad de Masa (Peso Unitario) de los Agregados:

Las normas NTP 400.017, MTC E203, ASTM C29 fueron consultadas para realizar el ensayo que se realizó de la siguiente manera:

- Se calibró el molde utilizado para el ensayo, llenando este con agua y tapándolo con una placa de vidrio (previamente pesada) que está fijada a los bordes por medio de grasa, se pesa el molde vacío y el molde con el agua y placa y se calcula el volumen del depósito utilizado o en todo caso el factor F.

3.3.1.10 Peso Unitario Compactado:

- Se seleccionó el depósito con el que se trabajó, para posteriormente llenarlo hasta un tercio de su capacidad total con el agregado utilizando una cuchara, la superficie de la muestra fue nivelada usando la mano, posteriormente compactamos con una varilla lisa la muestra, realizando el apisonado unas 25 veces de manera uniforme tratando de abarcar toda la superficie de la muestra.
- Seguidamente se procedió a llenar el recipiente hasta la marca de 2/3 del volumen total del molde, se niveló otra vez y se apisonó tal cual se realizó la primera vez, es decir realizando 25 golpes distribuidos por toda la superficie
- Por último, el molde se llenó hasta logra que este rebosara, igualmente se aplicaron los 25 golpes distribuidos con la varilla, se enrazó la muestra utilizando la varilla, eliminando así el material que sobra, se pesa el depósito con agregado y también el recipiente vacío y ambos valores se registran.

3.3.1.11 Peso Unitario Suelto:

- Se seleccionó un molde, un cucharón fue utilizado para llenar el recipiente hasta que esté lleno, la altura que se dejó caer el agregado no fue mayor a 5cm sobre el bordillo superior del molde, el excedente de muestra de agregado fue eliminado usando una reglilla, se

registró el peso del depósito conteniendo el árido, y el peso del envase solo.

Cálculo:

$$M = (G - T) / V$$

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

Donde:

M = Peso unitario del agregado (fino o grueso) (kg/m³)

G = Masa del recipiente con agregado (kg)

T = Masa del recipiente vacío (kg)

V = Volumen del recipiente (m³)

F = factor f

F: Se determina al hacer la operación matemática de división del peso específico del agua (998 Kg/m³ aprox.) con la masa del agua necesaria para que el molde esté lleno.

$$V = (W - M) / D$$

$$F = D / (W - M)$$

donde:

V = Volumen del recipiente, m³

W = Masa del agua, placa de vidrio, y recipiente, kg

M = Masa de la placa de vidrio y recipiente, kg

D = Densidad del agua para la temperatura medida, kg/m³

F = Factor para el recipiente, 1/m³

3.4.2 Diseño de Mezcla

Se realizó usando el método ACI – comité 211, siguiendo los pasos que se detallan a continuación para un concreto f'c = 210kg/cm²:

- Se determinó el asentamiento o slump.

- Se determinó el tamaño máximo del agregado grueso.
- Por tablas se seleccionó la cantidad de agua y aire atrapado.
- Usando tablas se seleccionó la R a/c.
- Con los datos anteriores se determinó el factor cemento.
- Usando tabla se determinó la cantidad de agregado grueso.
- Se calcularon los volúmenes absolutos del cemento, agua y aire para luego calcular el volumen de agregado grueso y cantidad de agregado fino.
- Se procedió a corregir por humedad y absorción las cantidades obtenidas.
- Se obtuvieron el diseño teórico, se calcularon la proporción en peso y proporción en volumen de la mezcla.
- Por último, se determinaron las cantidades de material por tanda

3.3.1.12 Procedimiento para realizar un Diseño de Mezcla Preliminar:

Para obtener el diseño definitivo del concreto patrón, en primer lugar, se optó por realizar un diseño de prueba considerando la relación a/c dada por las tablas, la cuál era relación a/c = 0.68 para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se elaboraron dos (2) especímenes de prueba cilíndricos para ser ensayados a compresión a los 7 días.

3.3.1.13 Elaboración de Probetas de Concreto de Prueba:

Se ensayaron las dos probetas a los 7 días, obteniendo:

Tabla 7

Resultados del Ensayo a Compresión a las probetas de concreto de prueba

Probetas	D(cm)	Área(cm ²)	Carga Última(kg)	Resistencia f'c	Resistencia f'c prom
P1	15.24	182.41	34000	186.39	185.02
P2	15.24	182.41	33500	183.65	

Como se puede observar a los 7 días se logró una resistencia promedio de 185.02 kg/cm^2 ; se consideró además que al haber utilizado el Cemento Tipo I se obtendrá un incremento a la resistencia final de hasta un 15%, por las características propias del cemento utilizado; por lo que a los 28 días

alcanzaría un $f'c$ aproximado de 212.77 kg/cm², según las probetas de prueba; valor que cumple con el diseño elaborado.

3.4.3 Elaboración de Probetas de Concreto

Para la elaboración de las probetas de concreto se tomó en cuenta la norma NTP 339.183, siguiendo el procedimiento que a continuación se detalla:

- Se procedió a colocar en el trompo el agregado grueso, seguido de una parte del agua total, a continuación del agregado fino, el cemento y el restante del agua.
- Luego de que se realizó la mezcla correctamente, se realizó la prueba del slump, se vertió la mezcla en 3 capas, en cada una se realizó 25 varillazos, finalmente se retira el cono y se mide el slump.
- Finalmente se vierte la mezcla de concreto en los moldes, en tres capas, varillando y golpeando con un martillo de goma por cada capa.

3.4.4 Curado de Probetas de Concreto

Para realizar el curado se tomó en cuenta la norma NTP 339.183, siguiendo el procedimiento que a continuación se detalla:

- Cuando la mezcla de concreto endureció luego 24 horas de haber sido colocada en los moldes se procede a desencofrar las probetas.
- Luego se procedió a colocar las probetas de concreto en la poza del laboratorio de materiales, asegurándose de que estén cubiertas totalmente por un plazo de 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.

3.4.5 Resistencia a la Compresión del Concreto

La norma NTP 339.034 fue consultada para realizar el ensayo, procediendo a cumplir con los siguientes pasos:

- Las probetas de concreto han sido ensayadas a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.
- Se procedió a retirar las probetas de concreto de la poza del Laboratorio de Materiales y ponerlas a secar, luego se colocaron las placas de neopreno en las superficies de las probetas y se colocaron en el centro de empuje en la máquina de ensayo a compresión.
- Se corroboró que la maquina se encuentre en cero y se comenzó con el ensayo.

Cálculo

Se calculó de la manera que se muestra enseguida.

$$f'c = \frac{P_{max}}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

Donde:

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

P: Carga máxima de rotura (Kg).

D: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.5.1 Técnicas

Se varió la dosificación de los porcentajes de aditivo sikament-290 en la mezcla del diseño patrón, en porcentajes de 0.7%, 1% y 1.2%, manteniendo constantes las demás variables, con la finalidad de evaluar la variación en la resistencia a la compresión del concreto.

3.5.2 Instrumentos

- Fichas de control de dosificación
- Formatos de registro de resultados por edad de curado.
- Cuadros de procesamiento de datos en Microsoft Excel.

3.5.3 Presentación de resultados

3.3.1.14 Resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados:

Tabla 8

Propiedades del agregado fino y grueso de la cantera Aguilar

Propiedades	Agregado fino	Agregado Grueso
Tamaño max. nominal	-	3/4"
Peso específico seco al horno (g/cm ³)	2.639	2.568
Peso específico SSS (g/cm ³)	2.687	2.612
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.772	2.687
Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)	1718.94	1354.08
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)	1865.33	1499.47
Contenido de Humedad (%)	0.874	0.234
Absorción (%)	1.810	1.741
Módulo de finura	3.228	6.824

3.3.1.15 Resultados del Diseño de mezcla:

Tabla 9

Materiales para un metro cúbico de concreto patrón

Materiales de Diseño	Cantidad
Cemento (kg)	301
Agua de diseño (lts)	205
Agregado fino (kg)	930
Agregado grueso (kg)	867
Aire atrapado (%)	2

Tabla 10

Materiales Corregidos por Humedad para un metro cúbico de concreto patrón

Materiales de Diseño	Cantidad
Cemento (kg)	301
Agua efectiva (lts)	226.77
Agregado fino (kg)	921.30
Agregado grueso (kg)	853.93
Aire atrapado (%)	2

Tabla 11

Materiales para un metro cúbico de concreto con aditivo Sikament-290N

Materiales de Diseño / Proporción de Aditivo	0%	0.7%	1.0%	1.2%
Cemento (kg)	301	301	301	301
Agua efectiva (lts)	226.77	226.77	226.77	226.77
Agregado fino (kg)	921.30	921.30	921.30	921.30
Agregado grueso (kg)	853.93	853.93	853.93	853.93
Aire atrapado (%)	2	2	2	2
Aditivo Sikament-290N (lts)	0	2.11	3.01	3.61

3.3.1.16 Resultados del Slump del concreto fresco:

El slump del concreto fresco del diseño patrón llegó a 3.8" el cual cumple con el diseño que se encuentra entre 3" – 4".

3.3.1.17 Resultados de los ensayos a compresión:

1. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

Tabla 12

Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas patrón y probetas con aditivo

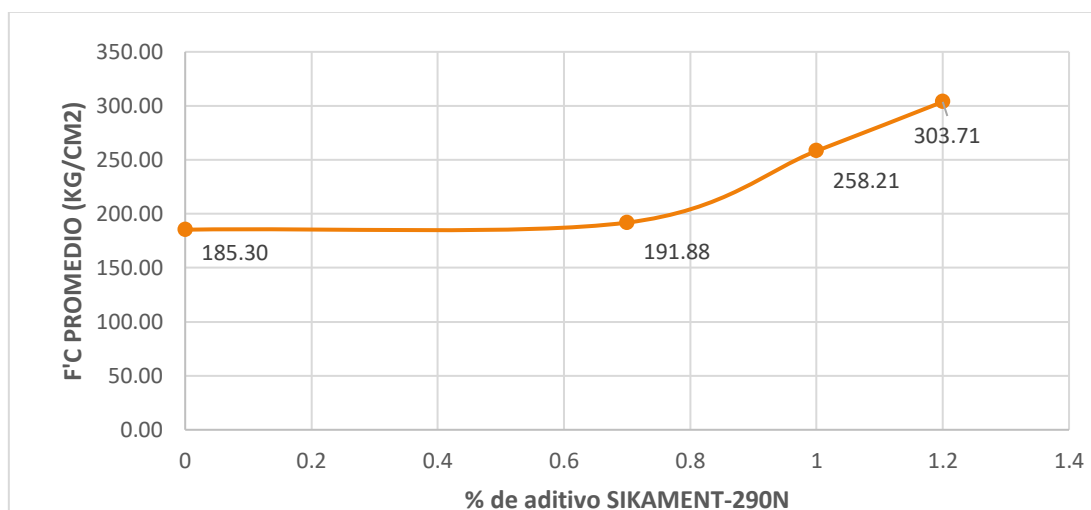
Sikament-290N

Descripción	F'c prom. (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas Patrón	185.30	-
Probetas con Sikament-290N (0.7%)	191.88	3.55
Probetas con Sikament-290N (1.0%)	258.21	39.35
Probetas con Sikament-290N (1.2%)	303.71	63.91

Figura 7

Resistencia a la compresión a los 7 días de probetas patrón y probetas con aditivo

Sikament-290N



2. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

Tabla 13

Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas patrón y probetas con aditivo

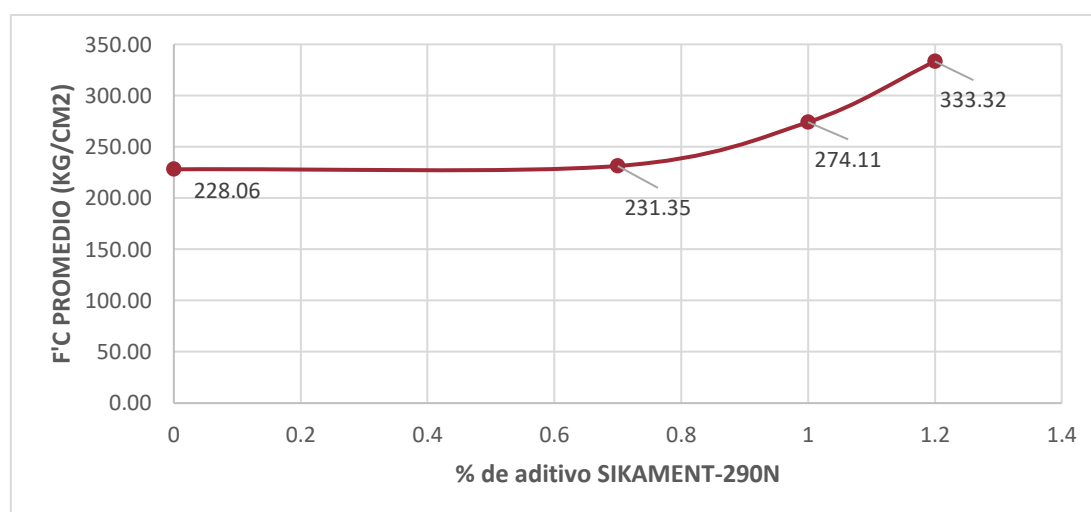
Sikament-290N

Descripción	F'c prom. (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas Patrón	228.06	-
Probetas con Sikament-290N (0.7%)	231.35	1.44
Probetas con Sikament-290N (1.0%)	274.11	20.19
Probetas con Sikament-290N (1.2%)	333.32	46.15

Figura 8

Resistencia a la compresión a los 14 días de probetas patrón y probetas con aditivo

Sikament-290N



3. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

Tabla 14

Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo

Sikament-290N

Descripción	F'c prom. (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas Patrón	236.28	-
Probetas con Sikament-290N (0.7%)	240.67	1.86
Probetas con Sikament-290N (1.0%)	296.04	25.29
Probetas con Sikament-290N (1.2%)	344.28	45.71

Figura 9

Resistencia a la compresión a los 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo

Sikament-290N

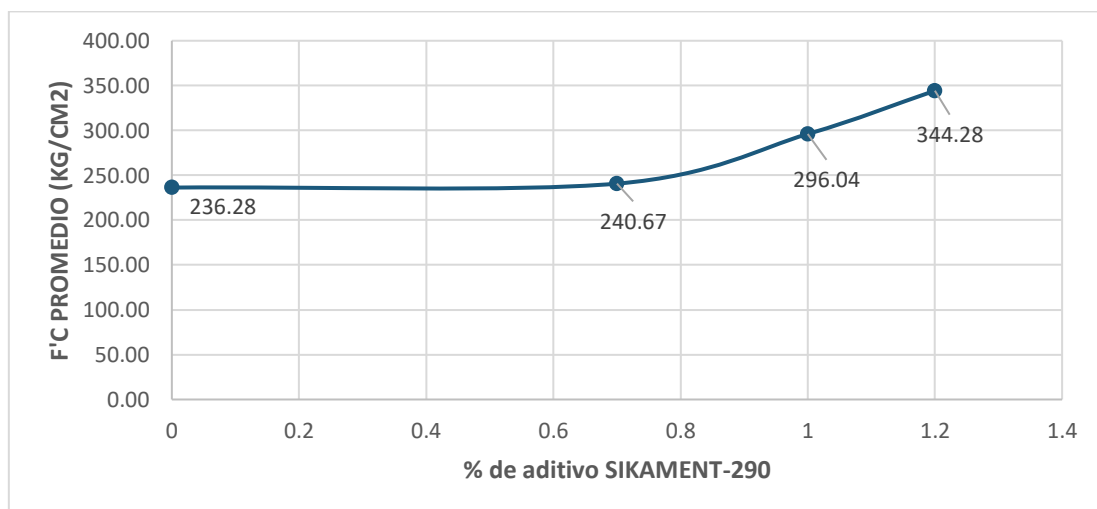


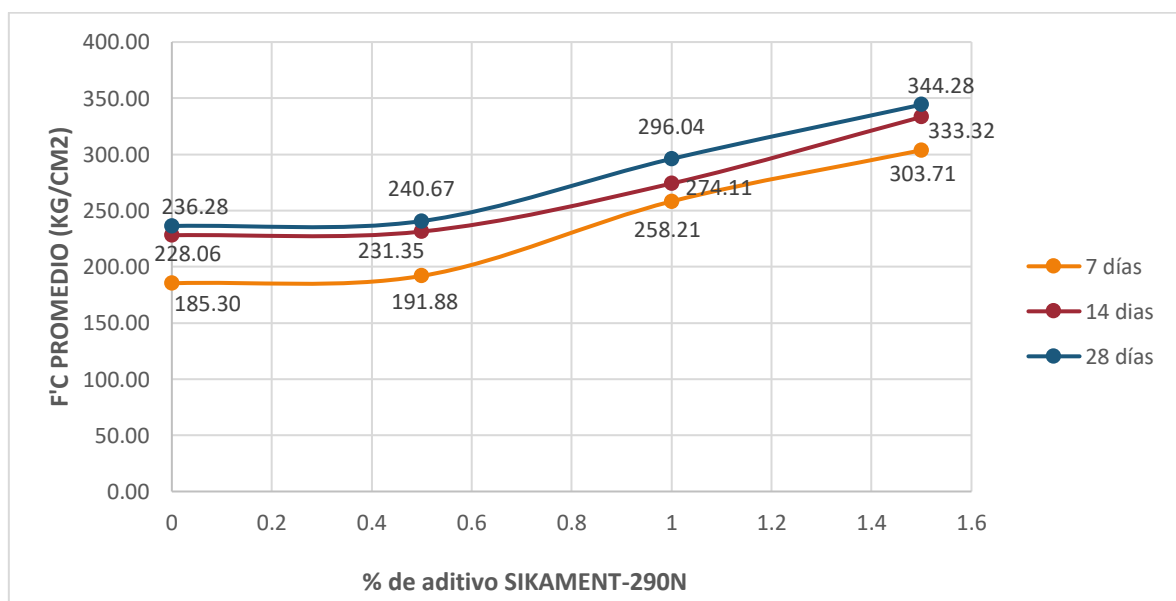
Tabla 15

Comparación de resistencia a la compresión a los 7, 14 Y 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N

Descripción	F'c prom 7 días (kg/cm ²)	F'c prom 14 días (kg/cm ²)	F'c prom 28 días (kg/cm ²)
Probetas Patrón	185.30	228.06	236.28
Probetas con Sikament-290N (0.7%)	191.88	231.35	240.67
Probetas con Sikament-290N (1.0%)	258.21	274.11	296.04
Probetas con Sikament-290N (1.2%)	303.71	333.32	344.28

Figura 10

Resistencia a la compresión a los 7, 14 Y 28 días de probetas patrón y probetas con aditivo Sikament-290N



CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LOS AGREGADOS

4.1.1 Granulometría de los Agregados Fino y Grueso

Según las Figuras 11 y 12, se puede observar que la gradación de los agregados, están dentro de los límites, cumpliendo así los parámetros de la normativa. En cuanto al módulo de finura MF del agregado fino es de 3.23, el cual está dentro del intervalo correspondiente ($2.3 < MF < 3.2$) y el módulo de finura MF del agregado grueso es de 6.82. Teniendo también en cuenta que el TMN del agregado grueso es de $3/4"$.

4.1.2 Peso Unitario de los Agregados

En la Tabla 08, el peso unitario suelto del agregado fino es 1718.94 kg/m³ y el peso unitario compactado del agregado fino es 1861.44 kg/m³; mientras que el peso unitario suelto del agregado grueso es 1354.08 kg/m³ y el peso unitario compactado del agregado grueso es 1499.47 kg/m³; como se puede observar el peso unitario del agregado fino es mayor que la del agregado grueso lo que es correcto según la normativa vigente.

4.1.3 Peso Específico de los Agregados

En la Tabla 08, los valores del peso específico SSS del agregado fino es de 2.687 y del agregado grueso es de 2.612; los cuales fueron utilizados en el diseño de mezcla para el concreto.

4.1.4 Absorción y Contenido de Humedad de los Agregados

En la Tabla 08, se muestran los resultados para el agregado fino de un 1.810 % de absorción y de un 0.874% de contenido de humedad; el agregado grueso cuenta con un 1.741% de absorción y un 0.234% de contenido de humedad. Como se puede observar el agregado fino contiene una capacidad de absorción mayor al del agregado grueso de igual manera el agregado fino contiene un contenido de humedad mayor al del agregado grueso; datos que serán de gran influencia en la corrección por humedad en el diseño de mezcla.

4.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO

En la Tabla 10 se puede observar las proporciones del concreto patrón y en la Tabla 11 se observa las proporciones del concreto con el aditivo Sikament-290N. La

cantidad de cada material fueron calculadas utilizando las características de los agregados obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

4.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL SLUMP DEL CONCRETO

En el ítem 3.3.1.16, el slump del concreto fresco del diseño patrón llegó a 3.8" el cual cumple con el diseño que se encuentra entre 3" – 4".

4.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

En la Tabla 12 se observa que la resistencia del concreto a los 7 días con un porcentaje de 0.7% de Sikament-290N la resistencia a compresión aumenta en 3.55%, utilizando el 1.0% de Sikament-290N hace que la resistencia aumente en 39.35% y con 1.2% de Sikament-290N la resistencia llega hasta un 63.91% más.

La Tabla 13 muestra que la resistencia del concreto a los 14 días utilizando el aditivo Sikament-290N con 0.7% de Sikament-290N la resistencia a la compresión aumenta en 1.44%, utilizando el 1.0% de Sikament-290N hace que la resistencia aumente en 20.19% y con 1.2% de Sikament-290N la resistencia llega hasta un 46.15% más.

En la Tabla 14 se observa que la resistencia del concreto a los 28 días con un porcentaje de 0.7% de Sikament-290N la resistencia a compresión aumenta en 1.86%, utilizando el 1.0% de Sikament-290N hace que la resistencia aumente en 25.29% y con 1.2% de Sikament-290N la resistencia llega hasta un 45.71% más.

La Tabla 15 muestra que la resistencia a la compresión del concreto utilizando el aditivo Sikament-290N aumenta progresivamente con respecto al porcentaje utilizado del aditivo (0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento) y a los días de rotura (7, 14 y 28 días respectivamente).

4.5 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA EN LA INVESTIGACIÓN

Para la verificación de la hipótesis, se elaboraron probetas cilíndricas de concreto con y sin aditivo, manteniendo constantes las proporciones de los demás materiales. Las mezclas fueron diseñadas para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, incorporando el aditivo Sikament-290N en proporciones de 0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento. Posteriormente, las muestras fueron ensayadas a 7, 14 y 28 días de curado, determinándose la resistencia a la compresión promedio en cada caso.

Los resultados obtenidos demostraron que incorporando el aditivo Sikament-290N en 0.7%, 1.0% y 1.2% del peso del cemento en la ciudad de Cajamarca, incrementó la resistencia a la compresión a los 28 días de curado en 1.86%, 25.29% y 45.71% respectivamente. Esto demuestra que el uso del Sikament-290N incrementa significativamente la resistencia a la compresión del concreto, y que dicho incremento es progresivo conforme aumenta la proporción del aditivo, siendo la mayor resistencia obtenida con la dosificación del 1.2%.

En consecuencia, se acepta la hipótesis planteada, ya que los resultados experimentales confirman que la incorporación del aditivo Sikament-290N genera una variación positiva y progresiva en la resistencia a la compresión del concreto, superando el incremento del 1.5%, 20% y 30% propuesto inicialmente.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que la adición del 0.7%, 1% y 1.2% del aditivo respecto al peso del cemento permitió alcanzar resistencias finales de 240.67 kg/cm², 296.04 kg/cm² y 344.28 kg/cm², respectivamente. Estos valores representan incrementos del 1.86%, 25.29% y 45.71% en comparación con el concreto patrón, determinando que el aumento progresivo en la dosificación del aditivo generó una mejora considerable en el comportamiento mecánico del concreto
- El análisis de las propiedades físico-mecánicas de los agregados utilizados en la investigación permitió establecer que estos presentan características adecuadas para la elaboración del concreto, cumpliendo con los parámetros técnicos requeridos en cuanto a granulometría, peso específico y absorción, lo que garantizó la confiabilidad de los resultados obtenidos en los diseños de mezcla desarrollados.
- El diseño de la mezcla patrón correspondiente a una resistencia de $f'_c = 210$ kg/cm² permitió establecer una base técnica de comparación para evaluar la influencia de la incorporación del aditivo Sikament-290N, evidenciándose que el concreto patrón cumple con los parámetros de resistencia y trabajabilidad establecidos en el proceso de diseño.
- La elaboración de mezclas de concreto con diferentes porcentajes del aditivo Sikament-290N (0.7 %, 1.0 % y 1.2 % respecto al peso del cemento) permitió identificar la influencia de la dosificación del aditivo en las propiedades del concreto, observándose variaciones en la trabajabilidad y en la resistencia a la compresión del material.
- La comparación de los resultados de resistencia a la compresión de las probetas a los 28 días de curado evidenció que la incorporación del aditivo Sikament-290N produce modificaciones en el comportamiento resistente del concreto, permitiendo identificar la dosificación que proporciona el mejor desempeño mecánico en relación con la mezcla patrón.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en futuras investigaciones se evalúe la incorporación del aditivo superplastificante Sikament-290N en porcentajes mayores a los considerados en el presente estudio, con la finalidad de analizar con mayor profundidad su influencia en las propiedades mecánicas del concreto.

- Asimismo, se sugiere investigar el efecto de este aditivo no solo en la resistencia a la compresión, sino también en otras propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la flexión y a la tracción, lo que permitirá ampliar el conocimiento sobre su comportamiento estructural y su aplicación en diferentes tipos de obras de ingeniería civil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute. (2019). *ACI 211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Farmington Hills, MI: ACI.
- ASTM International. (2020). *ASTM C39/C39M-20: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Cementos Pacasmayo S.A.A. (2022). *Manual técnico del concreto*. Lima, Perú: Cementos Pacasmayo.
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2017). *Concrete* (3rd ed.). New York, NY: Prentice Hall.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete Technology* (2nd ed.). Harlow, England: Pearson Education Limited.
- NTP 339.034. (2017). *Concreto: Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- NTP 339.035. (2018). *Concreto: Muestreo de concreto fresco*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- NTP 400.037. (2016). *Agregados: Métodos de ensayo para determinar la granulometría y módulo de fineza*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Sika Perú S.A. (2021). *Ficha técnica del aditivo Sikament®-290 N*. Lima, Perú: Sika Perú.
- Pérez, J. C. (2019). *Efecto del aditivo plastificante en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² en condiciones de altura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.
- Quiroz, L. M. (2020). *Influencia del aditivo reductor de agua en las propiedades mecánicas del concreto en Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC.
- Soria, A. G. (2021). *Estudio experimental del efecto de aditivos superplastificantes en la resistencia y trabajabilidad del concreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA.

Universidad Nacional de Jaén. (2024). *Costo y resistencia del concreto a compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reemplazando cemento por aditivo plastificante, Jaén – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio UNJ. https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/718/1/T_Esteves%20Rubio_IC_2024..pdf

Universidad Privada del Norte. (2022). *Análisis comparativo del uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Cajamarca 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31295>

ANEXOS

ANEXO N° 01: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

1. AGREGADO GRUESO

Tabla 16

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso, NTP 400.012

TAMIZ N°	apertura (mm)	PESO RETENIDO PARCIAL(gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL(%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO(%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
1"	25.4	0	0.0	0.0	100.0
3/4 "	19.0	310	6.2	6.4	93.8
1/2"	12.7	2340	46.8	53.0	47.0
3/8"	9.51	1220	24.4	77.4	22.6
N°4	4.76	1070	21.4	98.8	1.2
Cazoleta		60	1.2	100.0	0.0
TOTAL		5000 g			
MODULO DE FINURA			6.824		

Figura 11

Curva Granulométrica del Agregado Grueso

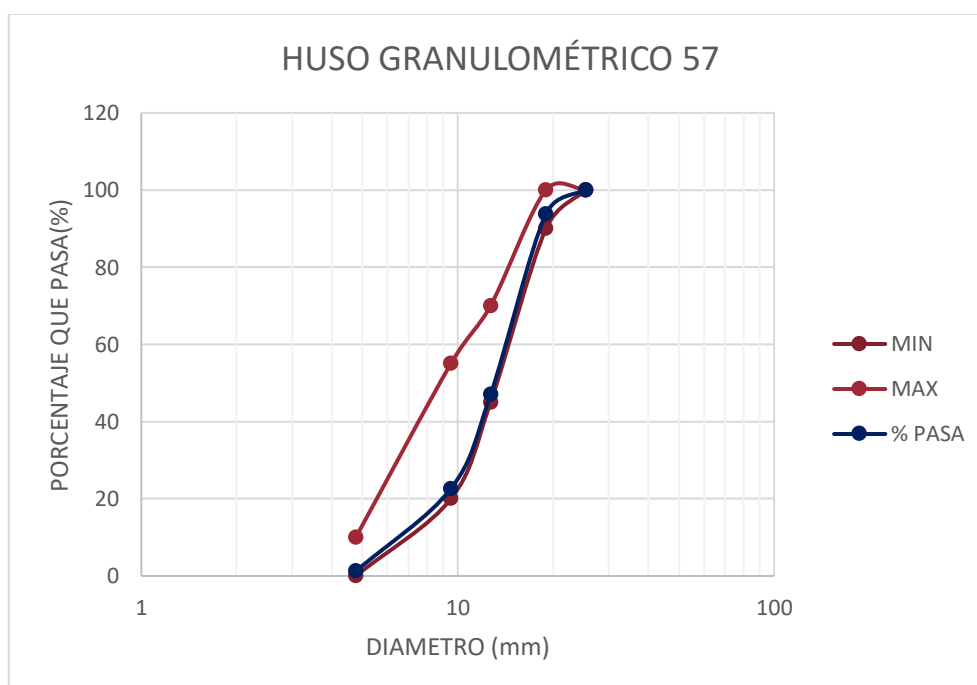


Tabla 17*Densidad Del Agua, NTP 400.017*

T°	KG/M3
18.3	998.54
21	x = 997.99
21.1	997.97

Fuente. El dato 21% fue tomado de la temperatura del agua del laboratorio

Tabla 18*Factor del recipiente del agregado grueso, NTP 400.017*

DESCRIPCION	PESO	UNIDADES
Densidad del agua (D)	997.99	Kg/m3
Peso agua, placa vidrio, recipiente (W)	14.804	Kg
Peso placa, recipiente (M)	7 .806	Kg
Factor del recipiente (F)	142.611	1/m3

Tabla 19*Volumen del recipiente del agregado grueso, NTP 400.017*

DESCRIPCION	PESO	UNIDADES
Densidad del agua (D)	997.99	Kg/m3
Peso agua, placa vidrio, recipiente (W)	14.804	Kg
Peso placa, recipiente (M)	7.806	Kg
Volumen del recipiente (V)	0.007	m3

Tabla 20*Peso Unitario Suelto del agregado grueso, NTP 400.017*

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso muestra en recipiente (G)	16.625	16.627	16.623	Kg
Peso recipiente (T)	7.137	7.137	7.137	Kg
Factor de recipiente (F)	142.611	142.611	142.611	1/m3
PESO UNITARIO SUELTO (M)	1353.091	1353.376	1352.806	Kg/m3
PESO UNITARIO PROM.		1353.091		Kg/m3

Tabla 21*Peso Unitario Compactado del agregado grueso, NTP 400.017*

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso muestra en recipiente (G)	17.650	17.660	17.660	Kg
Peso recipiente (T)	7.137	7.137	7.137	Kg
Volumen de recipiente (V)	0.007	0.007	0.007	m3
PESO UNITARIO COMPACTADO (M)	1501.857	1503.286	1503.286	Kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO PROM.		1502.810		Kg/m3

Tabla 22

Peso Específico del agregado grueso, NTP 400.021

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso muestra seca (A)	2951	2947	2949	g
Peso muestra SSS (B)	3000	3000	3000	g
Peso aparente muestra saturada en agua (C)	1855	1851	1849	g
P.E SECO AL HORNO	2.577	2.565	2.562	
P.E SECO AL HORNO PROM.		2.568		
P.E SSS	2.620	2.611	2.606	
P.E SSS		2.612		
P.E APARENTE	2.693	2.689	2.681	
P.E APARENTE PROM.		2.687		

Tabla 23

Absorción (%) del agregado grueso, NTP 400.021

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso de la muestra sss (B)	3.000	3.000	3.000	Kg
Peso muestra seca al horno (A)	2.946	2.949	2.951	Kg
ABSORCION %	1.833	1.729	1.660	
ABSORCION PROM. %		1.741		

Tabla 24

Contenido de Humedad (%) del agregado grueso, NTP 339.185

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso de la muestra original (W)	1000	1000	1000	g
Peso muestra seca al horno (D)	998	998	997	g
CONT. HUMEDAD %	0.200	0.200	0.301	
CONT. HUMEDAD PROM. %		0.234		

2. AGREGADO FINO

Tabla 25

Análisis Granulométrico del agregado fino, NTP 400.012

TAMIZ N°	abertura (mm)	PESO RETENIDO PARCIAL(gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL(%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO(%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	9.51	0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.76	49	4.9	4.9	95.1
N°8	2.36	149	14.9	19.8	80.2
N°16	1.18	270	27.0	46.8	53.2
N°30	0.6	236	23.6	70.4	29.6
N°50	0.3	155	15.5	85.9	14.1
N°100	0.15	91	9.1	95.0	5.0
N°200	0.074	34	3.4	98.4	1.6
Cazoleta		16	1.6	100.0	0.0
TOTAL		1000 g			
MODULO DE FINURA			3.23		

Figura 12

Curva Granulométrica del Agregado Fino

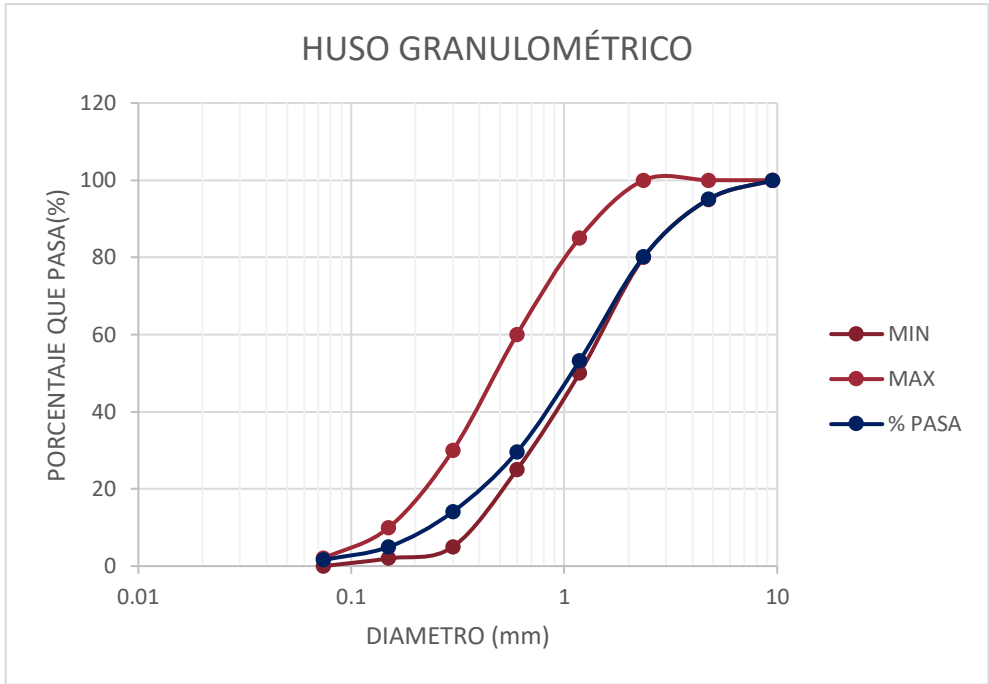


Tabla 26

Factor del recipiente del agregado fino, NTP 400.017

DESCRIPCION	PESO	UNIDADES
Densidad del agua (D)	997.99	Kg/m3
Peso agua, placa vidrio, recipiente (W)	7.262	Kg
Peso placa, recipiente (M)	4.271	Kg
Factor del recipiente (F)	333.664	1/m3

Tabla 27*Volumen del recipiente del agregado fino, NTP 400.017*

DESCRIPCION	PESO	UNIDADES
Densidad del agua (D)	999.99	Kg/m3
Peso agua, placa vidrio, recipiente (W)	7.262	Kg
Peso placa, recipiente (M)	4.271	Kg
Volumen del recipiente (V)	0.003	m3

Tabla 28*Peso Unitario Suelto del agregado fino, NTP 400.017*

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso muestra en recipiente (G)	9.017	9.013	9.020	Kg
Peso recipiente (T)	3.869	3.869	3.869	Kg
Factor de recipiente (F)	333.926	333.926	333.926	1/m3
PESO UNITARIO SUELTO (M)	1719.051	1717.715	1720.053	Kg/m3
PESO UNITARIO PROM.		1718.940		Kg/m3

Tabla 29

Peso Unitario Compactado del agregado fino, NTP 400.017

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso muestra en recipiente (G)	9.464	9.461	9.470	Kg
Peso recipiente (T)	3.869	3.869	3.869	Kg
Volumen de recipiente (V)	0.003	0.003	0.003	m3
PESO UNITARIO COMPACTADO (M)	1865.000	1864.000	1867.000	Kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO PROM.		1865.333		Kg/m3

Tabla 30

Peso Específico del agregado fino, NTP 400.021

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso muestra seca (A)	295	295	294	
Peso de fiola mas agua (B)	664	664	664	g
Peso de muestra sss (S)	300	300	300	g
Peso fiola, agua y muestra(C)	854	850	853	g
P.E SECO AL HORNO	2.682	2.588	2.649	
P.E SECO AL HORNO PROM.		2.639		
P.E SSS	2.727	2.632	2.703	
P.E SSS		2.772		
P.E APARENTE	2.810	2.706	2.800	
P.E APARENTE PROM.		2.768		

Tabla 31*Absorción (%) del agregado fino, NTP 400.021*

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso de la muestra sss (B)	0.300	0.300	0.300	Kg
Peso muestra seca al horno (A)	0.295	0.295	0.294	Kg
ABSORCION %	1.695	1.695	2.041	
ABSORCION PROM. %		1.810		

Tabla 32*Contenido de Humedad (%) del agregado fino, NTP 339.185*

DESCRIPCION	M1	M2	M3	UNID.
Peso de la muestra original (W)	500	500	500	g
Peso muestra seca al horno (D)	496	495	496	g
CONT. HUMEDAD %	0.806	1.010	0.806	
CONT. HUMEDAD PROM. %		0.874		

ANEXO N° 02: DISEÑO DE MEZCLA

1. DISEÑO PATRON F'C = 210 KG/CM² (DISEÑO ACI – COMITÉ 211)

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I	PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm ³
PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS:	F'C=210 kg/cm ²
AGREGADO GRUESO: CANTERA DE RIO AGUILAR	
AGREGADO FINO: CANTERA DE RIO AGUILAR	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECÍFICO SECO AL HORNO	2.64	2.57
PESO ESPECÍFICO SSS	2.69	2.61
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.77	2.69
PESO UNITARIO SUELTO	1718.94	1353.09
PESO UNITARIO COMPACTADO	1865.33	1502.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.87	0.23
ABSORCIÓN (%)	1.81	1.74
MÓDULO DE FINURA	3.23	6.82

1. ASENTAMIENTO:	3" - 4"	7.18 bolsas/m ²	
2. TMN:	3/4"		
3. CANTIDAD DE AGUA: C° sin aire incorporado			
(tabla II) Agua de mezclado:	205 lts		
Aire atrapado:	2%		
4. RELACIÓN A/C: (tabla III)			
A/C:	0.68		
5. FACTOR CEMENTO:			
C:	301.47kg/cm ²		
6. CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO: (TABLA IV)			
A.G.:	0.577 m ³		
A.G.:	867.42 kg/cm ³		
7. CANTIDAD DE AGREGADO FINO:			
Volúmen cemento:	0.0969 m ³		
Volúmen de agua:	0.2050 m ³		
Volúmen de A.G.:	0.3353 m ³		
Volúmen de aire atrapado:	0.02 m ³		
8. CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
Volúmen C+A+A.G.+AIRE:	0.6540m ³	A.F.:	-8.704
Volúmen A.F.:	0.3460 m ³	A.G.:	-13.066
A.F.:	929.863 kg/cm ³	AGUA:	226.770

MATERIALES DE DISEÑO SSS:

AGUA DE DISEÑO:	205 lts
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	930 kg
AGREGADO GRUESO:	867 kg
AIRE ATRAPADO:	2%

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD:

AGUA EFECTIVA:	226.77 lt
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	921.30 kg
AGREGADO GRUESO:	853.93 kg
AIRE ATRAPADO:	2 %

2. DISEÑO DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM² CON ADICION DE SIKAMENT-290N AL 0.7%

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I	PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm ³
PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS:	F'C=210 kg/cm ²
AGREGADO GRUESO: CANTERA DE RIO AGUILAR	
AGREGADO FINO: CANTERA DE RIO AGUILAR	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECÍFICO SECO AL HORNO	2.64	2.57
PESO ESPECÍFICO SSS	2.69	2.61
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.77	2.69
PESO UNITARIO SUELTO	1718.94	1353.09
PESO UNITARIO COMPACTADO	1865.33	1502.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.87	0.23
ABSORCIÓN (%)	1.81	1.74
MÓDULO DE FINURA	3.23	6.82

1. ASENTAMIENTO:	3" - 4"	
2. TMN:	3/4"	
3. CANTIDAD DE AGUA: C° sin aire incorporado		
(tabla II) Agua de mezclado:	205 lts	
Aire atrapado:	2%	
4. RELACIÓN A/C: (tabla III)		
A/C:	0.68	
5. FACTOR CEMENTO:		
C:	301.47kg/cm ²	7.18 bolsas/m ²
6. CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO: (TABLA IV)		
A.G.:	0.577 m ³	
A.G.:	867.42 kg/cm ³	
7. CANTIDAD DE AGREGADO FINO:		
Volúmen cemento:	0.0969 m ³	
Volúmen de agua:	0.2050 m ³	
Volúmen de A.G.:	0.3353 m ³	
Volúmen de aire atrapado:	0.02 m ³	
Volúmen C+A.G.+AIRE: 0.6540m ³		
Volúmen A.F.:	0.3460 m ³	
A.F.:	929.863 kg/cm ³	
		8. CORRECCIÓN POR HUMEDAD
	A.F.:	-8.704
	A.G.:	-13.066
	AGUA:	226.770

MATERIALES DE DISEÑO SSS:

AGUA DE DISEÑO:	205 lts
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	930 kg
AGREGADO GRUESO:	867 kg
AIRE ATRAPADO:	2%
ADITIVO SIKAMENT 0.7%:	2.11 lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD:

AGUA EFECTIVA:	226.77 lt
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	921.30 kg
AGREGADO GRUESO:	853.93 kg
AIRE ATRAPADO:	2 %
ADITIVO SIKAMENT 0.7%:	2.11 lts

3. DISEÑO DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM² CON ADICION DE SIKAMENT-290N AL 1.0%

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I	PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm ³
PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS:	F'C=210 kg/cm ²
AGREGADO GRUESO: CANTERA DE RIO AGUILAR	
AGREGADO FINO: CANTERA DE RIO AGUILAR	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECÍFICO SECO AL HORNO	2.64	2.57
PESO ESPECÍFICO SSS	2.69	2.61
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.77	2.69
PESO UNITARIO SUELTO	1718.94	1353.09
PESO UNITARIO COMPACTADO	1865.33	1502.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.87	0.23
ABSORCIÓN (%)	1.81	1.74
MÓDULO DE FINURA	3.23	6.82

1. ASENTAMIENTO:	3" - 4"	7.18 bolsas/m ²	
2. TMN:	3/4"		
3. CANTIDAD DE AGUA: C° sin aire incorporado			
(tabla II) Agua de mezclado:	205 lts		
Aire atrapado:	2%		
4. RELACIÓN A/C: (tabla III)			
A/C:	0.68		
5. FACTOR CEMENTO:			
C:	301.47kg/cm ²		
6. CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO: (TABLA IV)			
A.G.:	0.577 m ³		
A.G.:	867.42 kg/cm ³		
7. CANTIDAD DE AGREGADO FINO:			
Volúmen cemento:	0.0969 m ³		
Volúmen de agua:	0.2050 m ³		
Volúmen de A.G.:	0.3353 m ³		
Volúmen de aire atrapado:	0.02 m ³		
8. CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
Volúmen C+A.A.G.+AIRE:	0.6540m ³	A.F.:	-8.704
Volúmen A.F.:	0.3460 m ³	A.G.:	-13.066
A.F.:	929.863 kg/cm ³	AGUA:	226.770

MATERIALES DE DISEÑO SSS:

AGUA DE DISEÑO:	205 lts
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	930 kg
AGREGADO GRUESO:	867 kg
AIRE ATRAPADO:	2%
ADITIVO SIKAMENT 1.0%:	3.01 lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD:

AGUA EFECTIVA:	226.77 lt
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	921.30 kg
AGREGADO GRUESO:	853.93 kg
AIRE ATRAPADO:	2 %
ADITIVO SIKAMENT 1.0%:	3.01 lts

4. DISEÑO DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM² CON ADICION DE SIKAMENT-290N AL 1.2%

CEMENTO: PACASMAYO TIPO I	PESO ESPECÍFICO: 3.110 g/cm ³
PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS:	F'C=210 kg/cm ²
AGREGADO GRUESO: CANTERA DE RIO AGUILAR	
AGREGADO FINO: CANTERA DE RIO AGUILAR	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	3/4"
PESO ESPECÍFICO SECO AL HORNO	2.64	2.57
PESO ESPECÍFICO SSS	2.69	2.61
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.77	2.69
PESO UNITARIO SUELTO	1718.94	1353.09
PESO UNITARIO COMPACTADO	1865.33	1502.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.87	0.23
ABSORCIÓN (%)	1.81	1.74
MÓDULO DE FINURA	3.23	6.82

1. ASENTAMIENTO:	3" - 4"	7.18 bolsas/m²	
2. TMN:	3/4"		
3. CANTIDAD DE AGUA: C° sin aire incorporado			
(tabla II) Agua de mezclado:	205 lts		
Aire atrapado:	2%		
4. RELACIÓN A/C: (tabla III)			
A/C:	0.68		
5. FACTOR CEMENTO:			
C:	301.47kg/cm²		
6. CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO: (TABLA IV)			
A.G.:	0.577 m³		
A.G.:	867.42 kg/cm³		
7. CANTIDAD DE AGREGADO FINO:			
Volúmen cemento:	0.0969 m³		
Volúmen de agua:	0.2050 m³		
Volúmen de A.G.:	0.3353 m³		
Volúmen de aire atrapado:	0.02 m³		
8. CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
Volúmen C+A.A.G.+AIRE:	0.6540m³	A.F.:	-8.704
Volúmen A.F.:	0.3460 m³	A.G.:	-13.066
A.F.:	929.863 kg/cm³	AGUA:	226.770

MATERIALES DE DISEÑO SSS:

AGUA DE DISEÑO:	205 lts
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	930 kg
AGREGADO GRUESO:	867 kg
AIRE ATRAPADO:	2%
ADITIVO SIKAMENT 1.2%:	3.61 lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD:

AGUA EFECTIVA:	226.77 lt
CEMENTO:	301 kg
AGREGADO FINO:	921.30 kg
AGREGADO GRUESO:	853.93 kg
AIRE ATRAPADO:	2 %
ADITIVO SIKAMENT 1.2%:	3.61 lts

ANEXO N°03: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LOS 7 DIAS

Tabla 33

Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días

Descripción	Muestra	Área (cm ²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas Patrón	P1	182.41	33000	180.91	185.3	-
	P2		34000	186.39		
	P3		32500	178.17		
	P4		35000	191.88		
	P5		34500	189.13		

Tabla 34

Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (0.7%) a los 7 días

Descripción	Muestra	Área (cm ²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (0.7%)	P1	182.41	35500	194.62	191.88	3.55
	P2		34500	189.13		
	P3		34000	186.39		
	P4		36000	197.36		
	P5		35000	191.88		

Tabla 35

Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.0%) a los 7 días

Descripción	Muestra	Área (cm ²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (1.0%)	P1	182.41	46000	252.18	258.21	39.35
	P2		48500	265.88		
	P3		47500	260.4		
	P4		47000	257.66		
	P5		46500	254.92		

Tabla 36

Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.2%) a los 7 días

Descripción	Muestra	Área (cm ²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (1.2%)	P1	182.41	54000	296.04	303.71	63.91
	P2		56500	309.74		
	P3		56000	307		
	P4		55500	304.26		
	P5		55000	301.52		

ANEXO N°04: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LOS 14 DIAS

Tabla 37

Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días

Descripción	Muestra	Área(cm²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm²)	F'c prom (kg/cm²)	Variación (%)
Probetas Patrón	P1	182.41	42000	230.25	228.06	-
	P2		41000	224.77		
	P3		42500	232.99		
	P4		41500	227.51		
	P5		41000	224.77		

Tabla 38

Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (0.7%) a los 14 días

Descripción	Muestra	Área(cm²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm²)	F'c prom (kg/cm²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (0.7%)	P1	182.41	43000	235.73	231.35	1.44
	P2		42000	230.25		
	P3		42000	230.25		
	P4		41500	227.51		
	P5		42500	232.99		

Tabla 39

Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.0%) a los 14 días

Descripción	Muestra	Área(cm ²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (1.0%)	P1	182.41	49000	268.63	274.11	20.19
	P2		50500	276.85		
	P3		51000	279.59		
	P4		49500	271.37		
	P5		50000	274.11		

Tabla 40

Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.2%) a los 14 días

Descripción	Muestra	Área(cm ²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (1.2%)	P1	182.41	61000	334.41	333.32	46.15
	P2		60000	328.93		
	P3		61500	337.15		
	P4		59500	326.19		
	P5		62000	339.89		

ANEXO N°05: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS

Tabla 41

Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días

Descripción	Muestra	Área(cm²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm²)	F'c prom (kg/cm²)	Variación (%)
Probetas Patrón	P1	182.41	44000	241.21	236.28	-
	P2		43000	235.73		
	P3		42500	232.99		
	P4		43000	235.73		
	P5		43000	235.73		

Tabla 42

Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (0.7%) a los 28 días

Descripción	Muestra	Área(cm²)	Carga Ultima (kg)	F'c (kg/cm²)	F'c prom (kg/cm²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (0.7%)	P1	182.41	43000	235.73	240.67	1.86
	P2		44500	243.96		
	P3		44500	243.96		
	P4		44000	241.21		
	P5		43500	238.47		

Tabla 43*Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.0%) a los 28 días*

Descripción	Muestra	Área(cm ²)	Carga Última (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (1.0%)	P1	182.41	53000	290.55	296.04	25.29
	P2		54500	298.78		
	P3		54000	296.04		
	P4		53500	293.3		
	P5		55000	301.52		

Tabla 44*Resistencia a la compresión del concreto con Sikament-290N (1.2%) a los 28 días*

Descripción	Muestra	Área(cm ²)	Carga Última (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c prom (kg/cm ²)	Variación (%)
Probetas con Sikament-290N (1.2%)	P1	182.41	62000	339.89	344.28	45.71
	P2		63000	345.38		
	P3		62500	342.63		
	P4		63000	345.38		
	P5		63500	348.12		

ANEXO N°06: 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

A nombre del **Bach. SARLY LIZZETH URRUTIA MEDINA**, Exalumno(a) de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, con la cual se da constancia que se han realizado las siguientes actividades:

ÍTEM	DETALLE
01	Ensayo análisis granulométrico
02	Ensayo contenido de humedad
03	Ensayo peso unitario suelto y compactado
04	Ensayo peso específico
05	Ensayo de absorción
06	Elaboración de probetas cilíndricas de concreto
07	Ensayo a compresión en muestras cilíndricas

Para la Tesis Titulada: **"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, UTILIZANDO EL ADITIVO SIKAMENT-290N, EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2025"**. Las actividades se desarrollaron del 09 de setiembre al 25 de octubre de 2025.

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

Cajamarca, 27 de octubre de 2025.

Atentamente:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno
JEFE DEL LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES

C.C. a:
_Archivo

ANEXO N°07: FICHA TECNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I



Informe de ensayo de fábrica

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



Planta: Pacasmayo

Cemento Tipo I

26 de agosto de 2024

Tipo I - Cemento Portland de Uso General

Periodo de despacho 26 de agosto de 2024 - 31 de agosto de 2024

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO3 (%)	3.00 máx.	2.76
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	2.8
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7
Álcalis Equivalentes (%)	A	0.8

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	9
Superficie específica (m2/kg)	260 mín.	390
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.09
Densidad (g/cm3)	A	3.11
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	13.5
3 días	12.0 mín.	26.9
7 días	19.0 mín.	33.1
28 días *	28.0 mín.	40.6

CEMENTO TIPO I «ESTRUCTURAL»



DESCRIPCIÓN

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

ATRIBUTOS

Altas resistencias a todas las edades

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

PRESENTACIONES



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

RECOMENDACIONES DE USO



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



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

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

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

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

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

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

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

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



Pacasmayo

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





¿QUÉ ES EL ECOSACO?

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

BENEFICIOS DE USAR ECOSACO

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

CÓMO USAR EL ECOSACO EN 5 MINUTOS

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

ESCALA DE EMISIONES DE CARBONO

	Factor Clinker	Emisiones
Bajo	hasta 70%	500 a 700 Kg CO ₂ eq
Medio	71% a 88%	701 a 800 Kg CO ₂ eq
Alto	89% a 100%	801 Kg CO ₂ eq a más

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

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

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

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

Empresas Certificadas

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



ORGANISMO INTERNACIONAL DE Acreditación

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

1 2 3 4 5

*Tipos de esquema de certificación

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

CERTIFICACIONES QUE PUEDES ALCANZAR POR USO DEL PRODUCTO

Este producto puede contribuir a obtener puntos en las siguientes certificaciones de construcción sostenible:

LEED®



- Tiene Declaración Ambiental de Producto de Tipo III, validada por un tercero.
- Certificación ISO 14001.

Con estas características el cemento Tipo I puede contribuir a alcanzar 1 punto en la categoría de materiales y recursos de la certificación LEED.

Bono Mi Vivienda Sostenible



- Cumple con los requerimientos del Bono Mi Vivienda Sostenible del Fondo Mi Vivienda para Eco Materiales, hasta el grado 3.

CERTIFICACIONES DE LA COMPAÑÍA



También miembros de **cbc**

Pacasmayo

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





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	< 3.0
SO ₃	Máximo	3.00	%	NTP 334.086	< 2.5 - 2.95 >
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	< 3.3
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	< 1.2

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire en Mortero	Máximo	12	%	NTP 334.048	< 7 - 10 >
Finura					
Superficie específica	Mínimo	260	m ² /kg	NTP 334.002	>= 380
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	< 0.20
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	>= 24.1 (>= 3500)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	>= 30.3 (>= 4400)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	>= 37.9 (>= 5500)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	< 110 - 150 >
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	< 230 - 260 >
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días	Máximo	0.020	%	NTP 334.093	< 0.010

*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 y la ASTM C150.

Pacasmayo

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



ANEXO N°08: FICHA TECNICA DEL ADITIVO SIKAMENT-290N

CONSTRUYENDO CONFIANZA



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	• 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

Dosificación Recomendada	• Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
--------------------------	---

Hoja De Datos Del Producto
Sikament®-290 N
Junio 2025, Versión 03.03
021302011000000115

• Como superplastificante: del 0,7 % - 1,2 % de peso del cemento.

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.

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.

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 concreto.

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.

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 Hoja Técnica 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.

Sika Perú
Habitación Industrial
El Uccuno Mt. "B" Lote 5
Lurin, Lima
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto
Sikament®-290 NI
Junio 2025, versión 03.03
021302311040000115

2 / 2

Sikament-290NI es.B2 (06.2025)-3-1.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



ANEXO N°10: TABLAS DEL METODO ACI

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños más nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

RELACIÓN AGUA – CEMENTO POR RESISTENCIA

1 ER (28 días)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos adultos de fineza del fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

ANEXO N°11: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 13

Contenido de humedad del agregado grueso



Figura 14

Contenido de humedad del agregado fino



Figura 15

Absorción del agregado fino



Figura 16

Absorción del agregado grueso



Figura 17

Peso específico del agregado grueso



Figura 18

Peso específico del agregado fino

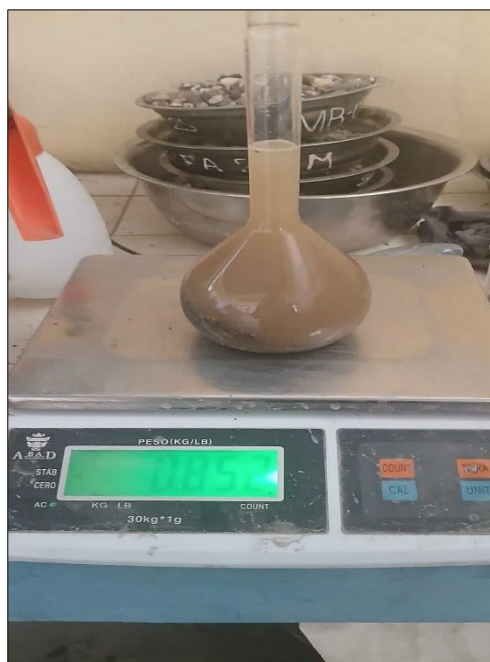


Figura 19

Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso



Figura 20

Peso Unitario Compactado del Agregado Fino



Figura 21

Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso



Figura 22

Peso Unitario Suelto del Agregado Fino



Figura 23

Granulometría del Agregado Grueso



Figura 24

Granulometría del Agregado Fino



Figura 25

Prueba de humedad Superficial



Figura 26

Prueba del Slump



Figura 27

Elaboración de probetas Patrón



Figura 28

Elaboración de probetas incorporando el aditivo Sikament-2920N al 0.7%



Figura 29

Elaboración de probetas incorporando el aditivo Sikament-2920N al 1.0%



Figura 30

Elaboración de probetas incorporando el aditivo Sikament-2920N al 1.2%



Figura 31

Ensayo a la Compresión de Probetas Patrón



Figura 32

Ensayo a la compresión de probetas con aditivo Sikament-290N a los 7 días



Figura 33

Ensayo a la compresión de probetas con aditivo Sikament-290N a los 14 días



Figura 34

Ensayo a la compresión de probetas con aditivo Sikament-290N a los 28 días

