

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



TESIS:

“INFLUENCIA DEL ADITIVO DYNAMON XTEND W500R, EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO $f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$ ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. RUÍZ TIRADO, DEYMER NICSÓN

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA – PERU

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** RUÍZ TIRADO, DEYMER NICSÓN

DNI: 73440808

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

2. **Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

Facultad: DE INGENIERÍA

3. **Grado académico o título profesional**

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

4. **Tipo de Investigación:**

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**

"INFLUENCIA DEL ADITIVO DYNAMON XTEND W500R, EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS"

6. **Fecha de evaluación:** 01/02/2025

7. **Software antiplagio:**

TURNITIN

URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 25%

9. **Código Documento: Oid:** 3117:425601105

10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 2/2/2025



FIRMA DEL ASESOR

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
DNI: 26733060



Firmado digitalmente por:

BAZAN DIAZ Laura Sofia

FAU 20148258601 soft

Motivo: En señal de
conformidad

Fecha: 02/02/2025 17:19:42-0500

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.

TITULO : "INFLUENCIA DEL ADITIVO DYNAMON XTEND W500R, EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO $f'c=280$ Kg/cm² ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS"

ASESOR : Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0113-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 04 de febrero de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **seis días del mes de febrero de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal : Ing. Marcos Mendoza Linares.
Secretario : M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "INFLUENCIA DEL ADITIVO DYNAMON XTEND W500R, EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO $f'c=280$ Kg/cm² ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS", presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil DEYMER NICSÓN RUÍZ TIRADO, asesorado por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, para la obtención del Título Profesional.

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

EVALUACIÓN PRIVADA : ⁰⁷ PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : ¹⁰ PTS.
EVALUACIÓN FINAL : ¹⁷ PTS ^{diecisiete} (En letras)

En consecuencia, se lo declara ^{APROBADO} con el calificativo de ^{17 (diecisiete)} acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ^{10:00 am} horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

Ing. Marcos Mendoza Linares.
Vocal

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

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Asesor



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

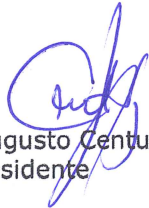


EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: *DEYMER NICSÓN RUÍZ TIRADO.*

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	<i>07</i>
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	<i>10</i>
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	<i>17</i>
EN LETRAS (A + B)	<i>Dieciséte</i>
- Excelente 20 - 19	<i>Muy Bueno</i>
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 06 de febrero de 2025


Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente


Ing. Marcos Mendoza Linares.
Vocal


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


Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Asesor



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



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: *DEYMER NICSÓN RUÍZ TIRADO.*

RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
1. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
1.1. Capacidad de síntesis	03
1.2. Dominio del tema	03
1.3. Consistencia de las alternativas presentadas	02
1.4. Precisión y seguridad en las respuestas	02
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	10.

Cajamarca, 06 de febrero de 2025


Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente


Ing. Marcos Mendoza Linares.
Vocal


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


Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Asesor

COPYRIGHT © 2024 by
Deymer Nicsón Ruíz Tirado
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme a lo largo de mi vida, por darme la fuerza y por permitirme ser resiliente al momento de buscar el logro de mis metas y objetivos.

A mis padres, hermanos y familiares por la importancia que representan en mi vida, por creer en mí y por estar siempre, mis logros también son suyos.

Al Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno por su invaluable apoyo y orientación en el proceso de la investigación.

A mi familia de siempre Guersan Ingenieros del Ing. Leiner Guerrero Gonzáles por brindarme la oportunidad para desarrollarme profesionalmente.

A mis amigos y compañeros que apoyaron en la realización de la presente investigación.

También agradezco a la empresa MAPEI por proporcionar la muestra de aditivo para poder realizar la presente investigación.

¡Gracias totales!

DEDICATORIA

A Dios por permitirme cumplir uno de los sueños más grandes de mi vida.

A mis padres Paulino y Reyna, por atizar el fuego de mi existencia y ayudarme a levantarme en cada caída; ¡son mi razón de ser!

A mis hermanos Yanelly y Eisenh por alentarme a cumplir mis objetivos.

Para el Nicsón de hoy, que a pesar de los obstáculos que te presente la vida eres capaz de lograr lo que te propongas.

A mis amigos, docentes y compañeros por hacer de mi vida universitaria una experiencia inolvidable.

Deymer Nicsón Ruíz Tirado

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
CONTENIDO	v
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Hipótesis de la investigación.....	17
1.4. Variables	17
1.5. Justificación de la investigación.....	17
1.6. Alcances y delimitaciones de la investigación.....	18
1.7. Limitaciones de la investigación.....	18
1.8. Objetivos	18
1.9. Descripción de contenido.....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación	20
2.2. Bases teóricas.....	21
2.3. Definición de términos básicos	40
CAPÍTULO III:.....	42
MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. Localización de la investigación.....	42
3.2. Tiempo de realización de la investigación.....	43
3.3. Metodología.....	43
3.4. Población de estudio	44
3.5. Procedimiento de los ensayos de la investigación.....	45
3.6. Diseño de Mezcla.....	51
3.7. Elaboración de muestras de concreto.....	54
3.8. Curado de probetas.....	55
3.9. Peso unitario del concreto	55

3.10.	Resistencia a compresión	56
3.11.	Resistencia a flexión	57
3.12.	Técnicas, instrumentos y presentación de los resultados	58
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		77
4.1.	Análisis y discusión de resultados de los agregados	77
4.2.	Análisis y discusión de resultados de la mezcla de concreto.	78
4.3.	Análisis y discusión de resultados del concreto endurecido.	78
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		80
5.1.	Conclusiones	80
5.2.	Recomendaciones	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		81
ANEXOS		84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Compuestos químicos que forman el cemento portland.	22
Tabla 2:	Tamices a utilizar para el análisis granulométrico	24
Tabla 3:	Requerimiento de granulometría para agregado fino.	25
Tabla 4:	Requerimiento de granulometría para agregado grueso.....	26
Tabla 5:	Limites químico del agua para mezclas.	30
Tabla 6:	Clasificación del Concreto Según su Peso Unitario.....	34
Tabla 7:	Edades de ensayo y tolerancias permisibles.....	35
Tabla 8:	Número de especímenes cilíndricos.....	45
Tabla 9:	Número de especímenes prismáticos.	45
Tabla 10:	Resistencia a compresión de las muestras de prueba.	53
Tabla 11:	Propiedades del agregado fino y grueso de la cantera “Hnos. Alaya”	59
Tabla 12:	Materiales por metro cúbico de concreto patrón.....	59
Tabla 13:	Materiales por metro cúbico de concreto patrón corregidos por humedad.....	59
Tabla 14:	Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 0.5% de aditivo Dynamon Xtend W500R.....	60
Tabla 15:	Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 1.0% de aditivo Dynamon Xtend W500R.....	60
Tabla 16:	Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 1.5% de aditivo Dynamon Xtend W500R.....	60
Tabla 17:	Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 2.0% de aditivo Dynamon Xtend W500R.....	60
Tabla 18:	Resistencia a la compresión del concreto a los 3 días.....	61
Tabla 19:	Resistencia a la compresión del concreto a los 5 días.....	63
Tabla 20:	Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.....	65
Tabla 21:	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	67
Tabla 22:	Resistencia a flexión del concreto a los 3 días.	69
Tabla 23:	Resistencia a flexión del concreto a los 5 días.	71
Tabla 24:	Resistencia a flexión del concreto a los 7 días.	73
Tabla 25:	Resistencia a flexión del concreto a los 28 días.	75
Tabla 26:	Resistencia a compresión promedio e incremento según el porcentaje de aditivo.....	79
Tabla 27:	Resistencia a flexión promedio e incremento según el porcentaje de aditivo.....	79

Tabla 28: Análisis granulométrico del agregado grueso: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 /AASHTO T- 27/ MTC E 202.	84
Tabla 29: Peso específico del agua.....	86
Tabla 30: Factor de calibración (f) del agregado grueso ASTM C29 / NTP 400.017.	86
Tabla 31: Peso unitario suelto agregado grueso (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).	86
Tabla 32: Peso unitario compactado agregado grueso (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).	87
Tabla 33: Peso específico agregado grueso - ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021.	87
Tabla 34: Absorción (%) Agregado Grueso - ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021.....	87
Tabla 35: Contenido de humedad (%) agregado grueso – A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185.	88
Tabla 36: Ensayo de abrasión agregado grueso - / NTP 400.019 / ASTM C 702 / MTC E 207.	88
Tabla 37: Ensayo partículas < N° 200 para el agregado grueso.....	88
Tabla 38: Análisis Granulométrico del Agregado fino: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012/AASHTO T- 27/ MTC E 202.	89
Tabla 39: Factor de calibración (f) del agregado fino - ASTM C29 / NTP 400.017.	91
Tabla 40: Peso unitario suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).	91
Tabla 41: Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).	91
Tabla 42: Peso Específico /NTP 400.022/ A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203. 92	
Tabla 43: Absorción (%) / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.	92
Tabla 44: Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185.....	92
Tabla 45: Ensayo Partículas < N° 200 para el Agregado Fino.....	93
Tabla 46: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 3 días.	102
Tabla 47: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	102

Tabla 48: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	103
Tabla 49: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	103
Tabla 50: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	104
Tabla 51: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 5 días.	104
Tabla 52: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	105
Tabla 53: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	105
Tabla 54: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	106
Tabla 55: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	106
Tabla 56: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 7 días.	106
Tabla 57: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	107
Tabla 58: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	107
Tabla 59: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	108
Tabla 60: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	108
Tabla 61: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 28 días.	109
Tabla 62: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	109
Tabla 63: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	110
Tabla 64: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	110
Tabla 65: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	111

Tabla 66: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 3 días.	111
Tabla 67: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	111
Tabla 68: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	112
Tabla 69: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	112
Tabla 70: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.	112
Tabla 71: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 5 días.	113
Tabla 72: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	113
Tabla 73: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	113
Tabla 74: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	114
Tabla 75: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.	114
Tabla 76: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 7 días.	114
Tabla 77: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	115
Tabla 78: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	115
Tabla 79: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	115
Tabla 80: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.	116
Tabla 81: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 28 días.	116
Tabla 82: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	116
Tabla 83: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	117

Tabla 84: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	117
Tabla 85: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.	117

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de los modelos de fractura típicos.	36
Figura 2: Montaje de la viga y fallas en el ensayo a flexión.	37
Figura 3: Diagrama de flujo para realizar un diseño de mezclas.	39
Figura 4: Ubicación geográfica del lugar de la investigación.	42
Figura 5: Ubicación geográfica del lugar de extracción de los agregados.	43
Figura 6: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 3 días.	62
Figura 7: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 5 días.	64
Figura 8: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 7 días.	66
Figura 9: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 28 días.	68
Figura 10: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 3 días.	70
Figura 11: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 5 días.	72
Figura 12: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 7 días.	74
Figura 13: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 28 días.	76
Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso.	85
Figura 15: Curva granulométrica de agregado fino.	90
Figura 16: Análisis granulométrico del agregado fino.	124
Figura 17: Análisis granulométrico del agregado grueso.	124
Figura 18: Peso específico del agregado fino.	125
Figura 19: Peso unitario del agregado fino.	125
Figura 20: Peso unitario del agregado grueso.	126
Figura 21: Contenido de humedad del agregado fino.	126
Figura 22: Contenido de humedad del agregado grueso.	127
Figura 23: Medida del asentamiento del concreto.	127
Figura 24: Elaboración de especímenes cilíndricos de concreto fresco.	128
Figura 25: Elaboración de especímenes prismáticos de concreto fresco.	128
Figura 26: Ensayo a compresión del concreto estado inicial (edad temprana).	129
Figura 27: Ensayo a compresión del concreto estado final (edad temprana).	129
Figura 28: Ensayo a flexión del concreto estado inicial (edad temprana).	130
Figura 29: Ensayo a flexión del concreto estado final (edad temprana).	130
Figura 30: Ensayo a compresión del concreto estado inicial (28 días).	131
Figura 31: Ensayo a compresión del concreto estado final (28 días).	131

Figura 32: Ensayo a flexión del concreto estado inicial (28 días).....	132
Figura 33: Ensayo a flexión del concreto estado final (28 días).....	132

RESUMEN

Este estudio investigó la influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R en la resistencia mecánica temprana de un concreto $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$. La investigación surgió de la necesidad de optimizar los tiempos de obra y alcanzar mayores resistencias mecánicas a edades tempranas, factores críticos en la industria de la construcción actual. El estudio se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca, utilizando agregados de la procesadora Hnos. Alaya y cemento Pacasmayo tipo I. Se evaluaron diferentes porcentajes del aditivo (0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%) mediante pruebas de resistencia a compresión y flexión a los 3, 5, 7 y 28 días, siguiendo las normas ASTM C39 y ASTM C78. Los resultados mostraron un impacto positivo significativo del aditivo en la resistencia mecánica del concreto. Para la resistencia a compresión, se observaron incrementos entre 34.12% y 153.22% comparados con el concreto patrón, con los mejores resultados obtenidos con 1% de aditivo para 3 y 5 días, y 1.5% para 7 y 28 días. La resistencia máxima alcanzada fue de 583.25 Kg/cm^2 con 1.5% de aditivo a los 28 días. En cuanto a la resistencia a flexión, se registraron incrementos entre 6.64 y 20.15 Kg/cm^2 , con los mejores resultados en los porcentajes de 1% y 1.5% en todas las edades evaluadas. La resistencia máxima a flexión fue de 51.92 Kg/cm^2 con 2% de aditivo a los 28 días. La investigación confirmó la hipótesis inicial, demostrando que el aditivo Dynamon Xtend W500R mejora significativamente la resistencia mecánica del concreto en edades tempranas, superando el incremento esperado del 10% en la mayoría de los casos estudiados.

Palabras clave: Concreto, agregados, resistencia a compresión, resistencia a flexión, aditivo superplastificante.

ABSTRACT

This study investigated the influence of the Dynamon Xtend W500R additive on the early mechanical strength of concrete with $f'_c=280$ Kg/cm². The research arose from the need to optimize construction times and achieve higher mechanical strengths at early ages, critical factors in today's construction industry. The study was conducted at the National University of Cajamarca laboratory, using aggregates from Hnos. Alaya processor and Pacasmayo Type I cement. Different percentages of the additive (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2%) were evaluated through compressive and flexural strength tests at 3, 5, 7, and 28 days, following ASTM C39 and ASTM C78 standards. The results showed a significant positive impact of the additive on the mechanical strength of concrete. For compressive strength, increases between 34.12% and 153.22% were observed compared to the control concrete, with the best results obtained with 1% additive for 3 and 5 days, and 1.5% for 7 and 28 days. The maximum strength achieved was 583.25 Kg/cm² with 1.5% additive at 28 days. Regarding flexural strength, increases between 6.64 and 20.15 Kg/cm² were recorded, with the best results at percentages of 1% and 1.5% across all ages evaluated. The maximum flexural strength was 51.92 Kg/cm² with 2% additive at 28 days. The research confirmed the initial hypothesis, demonstrating that the Dynamon Xtend W500R additive significantly improves the mechanical strength of concrete at early ages, exceeding the expected 10% increase in most cases studied.

Keywords: Concrete, aggregates, compressive strength, flexural strength, superplasticizer additive.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del problema

En la industria de la construcción actual, la optimización de los tiempos de obra y la búsqueda de mayores resistencias mecánicas del concreto a edades tempranas se han convertido en factores críticos para la viabilidad económica de los proyectos. Como señala (Mehta & Monteiro, 2014), la evolución de la resistencia inicial del concreto tiene un impacto directo en los cronogramas de construcción y, por ende, en los costos asociados al proyecto.

La necesidad de alcanzar altas resistencias mecánicas en períodos más cortos ha llevado a la industria a desarrollar diversos aditivos químicos. Sin embargo, según (Kosmatka & Kerkhoff, 2016), la efectividad de estos aditivos puede variar significativamente dependiendo de las condiciones específicas de aplicación y las propiedades de los materiales base utilizados en la mezcla.

El aditivo Dynamon Xtend W500R se presenta como una alternativa para mejorar el desarrollo de resistencia temprana en el concreto. No obstante, existe una brecha en el conocimiento sobre su comportamiento específico en mezclas diseñadas para alcanzar una resistencia de $f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$. Como indica (Neville, 2011), es fundamental comprender cómo los aditivos superplastificantes interactúan con los componentes del cemento durante las primeras etapas de hidratación para optimizar su uso.

La falta de información específica sobre la influencia del Dynamon Xtend W500R en el desarrollo de resistencia temprana del concreto $f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$ genera incertidumbre en los profesionales de la construcción al momento de especificar su uso. Esta situación puede resultar en diseños de mezcla subóptimos que no aprovechan completamente las propiedades del aditivo, retrasos en los cronogramas de obra debido a tiempos de espera innecesarios, sobrecostos asociados a la falta de optimización en el uso del aditivo e incertidumbre en la predicción del comportamiento mecánico del concreto a edades tempranas

Por lo tanto, resulta fundamental desarrollar una investigación que permita determinar de manera precisa la influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R en la resistencia mecánica de un concreto $f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$ durante sus primeras edades de curado, proporcionando así información técnica muy útil para la industria de la construcción.

1.2. Formulación del problema

¿En cuánto influye el aditivo DYNAMON XTend W500 R, en la resistencia mecánica de un concreto $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ ensayado a edades tempranas?

1.3. Hipótesis de la investigación

La adición del aditivo DYNAMON XTend W500 R influye de manera positiva puesto que aumenta su resistencia mecánica en más del 10% a edades tempranas de un concreto $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$.

1.4. Variables

1.4.1. Variable independiente

Porcentaje de aditivo DYNAMON XTend W500 R

1.4.2. Variable dependiente

Resistencia mecánica del concreto (Resistencia a compresión y flexión)

1.5. Justificación de la investigación

La necesidad crítica de optimizar los tiempos de construcción sin comprometer la calidad estructural del concreto, un desafío fundamental en la industria de la construcción moderna. Según el American Concrete Institute (ACI 211.4-2008), el desarrollo de resistencias tempranas en concretos de alta resistencia requiere una evaluación rigurosa de los aditivos químicos empleados, siendo este un factor determinante para el desempeño estructural. El ACI 212.3R-16 enfatiza específicamente la importancia de estudiar la compatibilidad de los aditivos superplastificantes con diferentes tipos de cemento y condiciones de curado.

En este contexto, el estudio de la influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R en la resistencia mecánica a edades tempranas del concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ adquiere especial relevancia, considerando que Kumar et al. (2023) han identificado una brecha significativa en la literatura científica respecto a la caracterización específica del comportamiento de estos aditivos.

1.6. Alcances y delimitaciones de la investigación.

Este estudio se realizó en el laboratorio de ensayo de materiales (LEM) "Carlos Esparza Díaz" de la Universidad Nacional de Cajamarca para evaluar la influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R en la resistencia mecánica de un concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, especialmente en edades tempranas. Se utilizaron agregados de Hnos. Alaya y cemento Pacasmayo tipo I (norma ASTM C125).

La investigación analizó probetas y vigas de concreto siguiendo las normas ASTM C39 y ASTM C78, con mezclas diseñadas para $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Se probaron concentraciones del aditivo (0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%) y se realizaron ensayos a los 3, 5, 7 y 28 días para evaluar el comportamiento del concreto durante su curado.

1.7. Limitaciones de la investigación

Los resultados solo son válidos para un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de río de la cantera Hnos. Alaya, cemento portland tipo I y aditivo DYNAMON XTend W500 R.

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivo general

Determinar en cuanto influye el aditivo DYNAMON XTend W500 R, en la resistencia mecánica del concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ensayado a edades tempranas.

1.8.2. Objetivos específicos

Determinar la resistencia a compresión de especímenes de concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ a edades de 3, 5, 7 y 28 días, con adición de DYNAMON XTend W500 R en 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% del peso del cemento según ASTM C 39.

Determinar la resistencia a flexión de especímenes de concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ a edades de 3, 5, 7 y 28 días, con adición de DYNAMON XTend W500 R en 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% del peso del cemento según ASTM C 78.

1.9.Descripción de contenido.

El informe de tesis cuenta con cinco (05) capítulos, detallados a continuación:

Capítulo I: Introducción.

Presenta el tema, formulación del problema, hipótesis propuesta, justificación, alcance, delimitaciones, limitaciones y objetivos de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico.

Presenta las investigaciones similares al tema propuesto, teniendo en cuenta los niveles internacional, nacional y local; además presenta las bases teóricas las cuales sirven como fundamento de la investigación.

Capítulo III: Materiales y métodos.

Da a conocer la ubicación, el tiempo, el proceso del desarrollo del experimento y la presentación de los resultados.

Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.

Contiene el análisis estadístico de los resultados obtenidos en el experimento además de su comparación con las normativas utilizadas.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.

Responde a los objetivos planteados según los resultados obtenidos en el experimento, además de las recomendaciones para investigaciones futuras.

Referencias bibliográficas.

Comprende los datos de las fuentes consultadas para el proceso de investigación.

Anexos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1. Internacional

I. Aiad (2017), en el artículo titulado “Efecto de algunos superplastificantes preparados (a base de ciclohexanona) sobre la resistencia a la compresión y las propiedades fisicoquímicas de las pastas de cemento para pozos petrolíferos” perteneciente a la revista egipcia del petróleo volumen 26; se concluye que los superplastificantes CFS (formaldehído sulfanilato de ciclohexanona) o CGS (glioxílico sulfanilato de ciclohexanona) reducen considerablemente el agua de la mezcla, disminuyen el tiempo de fraguado y a medida que se aumenta la dosis de aditivo aumenta la resistencia a compresión.

Por otro lado (M. Benaicha, 2019) en su artículo titulado “Efecto de la dosificación del superplastificante en el hormigón autocompactante: correlación entre reología y resistencia” perteneciente a la revista de investigación y tecnología de materiales volumen 8; afirman que a medida que se aumenta la dosis de superplastificante la resistencia disminuye, sin embargo la trabajabilidad aumenta considerablemente.

2.1.2. Nacional

Malpartida (2018), en la Universidad Nacional Federico Villarreal en la tesis titulada “Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales” se llegó a la conclusión que en concreto con resistencias convencionales el uso del aditivo superplastificante Rheobuild 1000 ensayado a los 3 días se obtiene 65% de la resistencia, mientras que en concretos sin aditivo la resistencia obtenida es de 49%; sin embargo a los 7 y 28 días el efecto del aditivo en la resistencia a compresión tiende a desaparecer.

Huamán & Llanos (2019), en su tesis para optar título de ingeniero civil en la Universidad Señor de Sipán, titulada “Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament – 290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos, Lambayeque.2018”, se llegó a la conclusión que para un concreto de $f'c = 280\text{Kg/cm}^2$ ensayado a los 28 días al usar el aditivo superplastificante Chemament 400 en porcentajes de 0.7%, 1.35%, 2.00% su resistencia a compresión aumenta en 41.43%, 31.43% y 19.64% respectivamente, para estos mismos porcentajes de aditivo usados la resistencia a flexión

aumenta en 26.56%, 18.93% y 6.69%; por otro lado el uso del aditivo superplastificante Sikament 290N en porcentajes de 0.75%, 1.05% y 1.40% su resistencia a compresión aumenta en 21.77%, 16.43% y 14.27% respectivamente y para la resistencia a flexión se tiene un aumento de 23.10%, 17.10% y 3.31%. Además, lograron alcanzar resistencias a compresión mayores al 90% a los 7 días, lo cual indicaría que también se reducen los tiempos de ejecución por lo que se puede hacer uso de las estructuras en menor tiempo.

2.1.3. Local

Bernal (2017), en la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería y Gerencia de la Construcción con la tesis titulada “Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes”, para un concreto $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ utilizando cemento Pacasmayo portland tipo I y aditivos Euco 37, Chema super plast y SikaPlast 1000 se obtuvieron las siguientes resistencias 305.38 Kg/cm^2 , 326.63 Kg/cm^2 y 349.43 Kg/cm^2 , llegando a la conclusión que el mayor incremento de resistencia se logró usando el aditivo superplastificante SikaPlast 1000.

Bustamante (2018), concluye que la resistencia mecánica a flexión del concreto con aditivo superplastificante Glenium C 313 presenta incremento con relación al concreto patrón en las dosificaciones de 0.5% y 1% de 6.41% y 13.52% respectivamente, además en las dosificaciones 1.5% y 2% disminuye 7.58% y 17.42% respectivamente a los 28 días.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

(NTP 339.047:23, 2023), el concreto es una mezcla compuesta principalmente por cemento Portland, agua, y agregados finos y gruesos. Cuando esta mezcla se endurece, adquiere una resistencia que le permite soportar cargas específicas sin romperse. Como menciona Meléndez (2016), el concreto es un material formado por la combinación de cemento, agregados y agua, que al fraguar se convierte en una especie de roca artificial con una gran capacidad para resistir fuerzas mecánicas. Esto se debe a que el cemento reacciona químicamente con el agua, endureciéndose y aportando solidez a la mezcla, mientras que los agregados le dan volumen y estructura. En otras palabras, es un material versátil y resistente, ampliamente utilizado en la construcción.

De acuerdo con lo mencionado, el concreto se divide en dos componentes principales. Por un lado, está la pasta de cemento, que actúa como la fase continua, responsable de proporcionar la resistencia al material y la fase discontinua donde se encuentran los agregados y cumplen la función de aportar volumen a la mezcla.

2.2.2. Pavimento

Es una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por la carga los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y confort para el tránsito. Por lo general, está conformada por las siguientes capas: subbase, base y capa de rodadura. (MTC, 2013)

2.2.3. Cemento portland

Es el componente clave del concreto. Según Niño (2014), el cemento Portland se obtiene de la mezcla de materiales de origen calcáreo, arcilloso y otros que contienen sílice, alúmina u óxidos de hierro. Estos componentes se calientan a altas temperaturas y se combinan con yeso. Al mezclarse con agua, el cemento fragua, se endurece y desarrolla resistencia, dependiendo de la proporción entre ambos elementos.

2.2.3.1. Composición química del cemento portland.

Maldonado (2021) señala que la composición del cemento es compleja y no puede representarse fácilmente con una fórmula química. Sus componentes principales son cal, sílice y alúmina, pero también incluye pequeñas cantidades de óxido de hierro, magnesio, trióxido de azufre y álcalis. Estos elementos se forman durante la calcinación del clinker, cuando el óxido de calcio se combina con los componentes ácidos de la materia prima, son los siguientes:

Tabla 1: Compuestos químicos que forman el cemento portland.

NOMBRE	FÓRMULA	ABREVIATURA
Silicato tricálcico	3CaO SiO_2	C3S
Silicato dicálcico	2CaO SiO_2	C2
Aluminio tricálcico	$3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$	C3A
Aluminio ferrita tetracálcica	$4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

Fuente: NTP 334.001 (2011)

2.2.3.2. Tipos de cemento portland

La American Society for Testing and Materials (ASTM) reconoce cinco tipos de cemento Portland. Aunque todos se elaboran con los mismos materiales, sus propiedades cambian al ajustar las proporciones de la mezcla. El cemento tipo I es el más común en construcción, pero los otros cuatro son útiles en situaciones específicas, como cuando se necesita un fraguado rápido, menor calor de hidratación o mayor resistencia a los sulfatos (McCormac & Brown, 2017).

Según la NTP 334.009 (2020), los cementos Portland deben cumplir con los requisitos:

Tipo I: Cemento general, sin propiedades especiales, también conocido como cemento ordinario.

Tipo II: Ideal para construcciones que requieren moderado calor de hidratación y resistencia moderada a sulfatos.

Tipo III: Usado cuando se necesita fraguado rápido y alta resistencia inicial, alcanzando en 3 días lo que otros tipos logran en 28 días.

Tipo IV: Diseñado para estructuras grandes, ya que genera bajo calor de hidratación evitando así fisuras por exceso de calor.

Tipo V: Recomendado para concretos expuestos o suministrados en lugares con altas concentraciones de sulfatos.

Si el tipo de cemento requerido no está disponible, se puede usar cemento tipo I con aditivos para alcanzar las propiedades deseadas.

2.2.4. Agregados

(Sanchez de Guzman, 2016), los agregados se definen como materiales inertes, granulares, naturales o artificiales, cuyas dimensiones cumplen con la norma ASTM C33. Al mezclarse con la pasta de cemento, forman el concreto, ocupando entre el 62% y 78% de su volumen total. Estos representan la fase discontinua, aportando volumen y estructura al concreto. Convencionalmente, se clasifican en dos (02): agregado fino (arena) y agregado grueso (grava).

Tabla 2: Tamices a utilizar para el análisis granulométrico

Agregado	Tamices Normalizados
Fino	150µm (N° 100)
	300 µm (N° 50)
	600 µm (N° 30)
	1.18 mm (N° 16)
	2.36 mm (N° 8)
	4.75 mm (N° 4)
Grueso	9,50 mm (3/8")
	12,5 mm (1/2")
	19,0 mm (3/4")
	25,0 mm (1")
	37,5 mm (1 ½")
	50,0 mm (2")
	63,0 mm (2 ½")
	75,0 mm (3")
	90,0 mm (3 ½")
	100,0 mm (4")

Fuente: NTP 400.011 (2020)

2.2.4.1. Agregado fino

Según la (NTP 400.011, 2020) es un material granular, generalmente arena, que pasa por el tamiz de 9.5 mm (3/8 de pulgada) y queda retenido en el tamiz de 0.075 mm (No. 200), se puede clasificar como arena gruesa y arena fina de acuerdo al módulo de finura, además de ello debe cumplir con parámetros que establece la norma técnica NTP 400.037. Las características del agregado fino están determinadas por su origen geológico y su distribución de tamaños de partículas. Este componente juega un papel crucial en la trabajabilidad del concreto. Además, optimiza las cualidades de la mezcla en su estado fresco, ayuda a prevenir la separación de los componentes y contribuye a lograr acabados de mayor calidad en la superficie del concreto endurecido (Matallana, 2020)

Tabla 3: Requerimiento de granulometría para agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 μm (N° 30)	25 a 60
300 μm (N° 50)	5 a 30
150μm (N° 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037 (2018)

2.2.4.2. Agregado grueso

Según la (NTP 400.011, 2020), el agregado grueso comprende las partículas retenidas en el tamiz de 4,75 mm (N° 4). Este incluye materiales como grava, piedra triturada y concreto reciclado, siempre que cumplan con lo dispuesto por la NTP 400.037 y la norma ASTM C33 / C33M – 18.

El agregado grueso influye significativamente en la densidad del concreto y ayuda a reducir los cambios volumétricos durante el fraguado (Matallana, 2020)

Tabla 4: Requerimiento de granulometría para agregado grueso.

PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA ESTÁNDAR														
USO	TAMAÑO NOMINAL	4" (100mm)	3 ½" (90mm)	3" (75mm)	2 ½" (63mm)	2" (50mm)	1 ½" (37.5mm)	1" (25mm)	¾" (19mm)	½" (12.5mm)	3/8" (9.5mm)	Nº 4 (4.75mm)	Nº 8 (2.36mm)	Nº 16 (1.18mm)
1	3 ½" a 1 ½"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	2 ½" a 1 ½"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	2" a malla ø 4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	1 ½" a ¾"					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
457	1 ½" a malla ø 4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	1" a ½"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	1" a 3/8"						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	1" a malla ø 4						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	¾" a 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	¾" a malla ø 4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	½" a malla ø 5								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	3/8" a malla ø 6										85 a 100	0 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037 (2018)

2.2.5. Propiedades de los agregados

Dependen principalmente de su naturaleza y para conocerlos es necesario seguir procedimientos estandarizados teniendo en cuenta las normas técnicas que rigen estos procesos, además estas propiedades se determinan en un laboratorio.

2.2.5.1. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico permite establecer la distribución de los tamaños de las partículas que conforman un agregado. Este proceso implica hacer pasar los materiales a través de una serie de tamices (mallas) con aberturas cuadradas, cuya medida se ajusta a los parámetros establecidos en la norma ASTM C33 / C33M – 18 (2018).

Según Niño (2014), para asegurar la calidad del concreto, es fundamental que la mezcla de arena y grava tenga una granulometría que optimice la masa unitaria. Esto reduce el volumen de los vacíos entre las partículas, lo que disminuye la cantidad de pasta necesaria para unirlos y llenar esos espacios, mejorando así tanto las propiedades técnicas como económicas del concreto.

Del análisis granulométrico resultan los siguientes conceptos:

- **Tamaño máximo (TM):** El tamaño máximo del agregado grueso se define por la abertura del tamiz más pequeño que permite el paso completo de todas sus partículas. Esta característica se relaciona directamente con las partículas más grandes presentes en el material, indicando el límite superior de su distribución granulométrica (García Chumacero, 2020)
- **Tamaño Máximo Nominal (TMN):** se identifica como la abertura del tamiz que está justo por encima del que retiene al menos el 15% del agregado. Este parámetro representa el tamaño promedio de las partículas más grandes del material (Rodríguez Matallana, 2019)

2.2.5.2. Módulo de finura

Es un indicador que señala el tamaño relativo de las partículas en un agregado. Se calcula sumando los porcentajes acumulados de material retenido en las mallas de 3"; 1 1/2"; 3/4"; 3/8"; N° 4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; y N° 100, divididas entre 100 (ASTM C33 / C33M – 18, 2018).

La principal limitación al utilizar el módulo de finura o fineza como índice de uniformidad en los materiales es que diferentes combinaciones de agregados fino, grueso o ambos pueden producir el mismo de módulo de finura.

2.2.5.3. Peso específico

El peso específico de los agregados es un factor importante para evaluar su calidad de los mismos, los valores elevados generalmente indican materiales con un buen rendimiento, mientras que los valores bajos pueden indicar agregados con mayor capacidad de absorción y menor resistencia.

Aunque el término correcto es "densidad", se utiliza "peso específico" porque la NTP 400.022:18 (2018) lo define como la relación, a una temperatura estable, entre la masa de un volumen unitario de material y la masa del mismo volumen de agua destilada sin gases.

La norma también sugiere las siguientes definiciones:

2.2.5.4. Peso específico de masa:

La ASTM C128-22 (2023), la NTP 400.022:18 (2018) y Lezama, J. (2013) el peso específico de masa se define como la relación, a una temperatura constante, entre la masa en el aire del volumen de un determinado material (considerando tanto sus poros naturales permeables como impermeables) y la masa en el aire de un volumen equivalente de agua destilada, libre de gases y con la misma densidad.

2.2.5.5. Peso específico aparente:

Según la ASTM C128-22 (2023), la NTP 400.022:18 (2018) y Lezama, J. (2013), el peso específico se entiende como la relación, a temperatura constante, entre la masa en el aire de un volumen determinado de un material y la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada, libre de gases y con la misma densidad. En el caso de materiales sólidos, el volumen se refiere únicamente a la porción impermeable del material.

2.2.5.6. Peso específico de masa saturado superficialmente seco:

ASTM C128-22 (2023), define de la misma forma al peso específico de masa, con la variación que en este caso la masa incluye el agua en los poros naturales permeables.

2.2.5.7. Absorción

Se obtiene a través de un cálculo indirecto tras realizar la prueba del peso específico de masa saturada superficialmente seca. Este porcentaje indica la cantidad de agua que un material puede absorber. (ASTM C128-22, 2023)

2.2.5.8. Contenido de humedad

El contenido de humedad en los agregados hace referencia a la cantidad de agua que contienen, lo cual está directamente relacionado con la porosidad de sus partículas. Esta característica depende de varios factores, como la permeabilidad, el tamaño, la cantidad y el volumen de los poros. Medir esta humedad es fundamental, ya que ayuda a saber cuánta agua pueden absorber o liberar los agregados en una mezcla de concreto.

2.2.5.9. Peso unitario volumétrico

Rivva (2004), afirma que el peso volumétrico o peso unitario suelto o compactado, es el peso que alcanza un determinado material en un volumen unitario, se expresa en kilogramos por metro cúbico. Se clasifica en dos:

- **Peso unitario suelto:** El método de llenado suelto consiste en verter el agregado seco en un recipiente de dimensiones específicas, dejándolo caer libremente por efecto de la gravedad. Se deposita en una única capa sin compactar y se nivela la superficie usando una varilla, sin ejercer presión adicional (NTP 400.017, 2011)
- **Peso unitario compactado:** El método de llenado compactado implica colocar el material en tres capas iguales, quiere decir que cada capa representa 1/3 de la altura del recipiente. Cada capa se compacta con 25 golpes utilizando una varilla lisa de 5/8” de diámetro con punta redondeada. Este proceso de compactación se repite para la segunda y tercera capa, asegurando una distribución uniforme del material en todo el volumen del recipiente (NTP 400.017, 2020).

2.2.6. Agua para concreto

NTP - 339.088:19 (2019), El agua juega un papel esencial en la fabricación del concreto, ya que influye en todas las etapas del proceso. Desde su estado fresco hasta cuando ya ha endurecido, la cantidad de agua utilizada es crucial para garantizar que la mezcla tenga la trabajabilidad adecuada y alcance la resistencia esperada. Pero no solo importa la cantidad; durante el curado, las características químicas y físicas del agua también afectan directamente la calidad.

Tabla 5: Límites químicos del agua para mezclas.

Sustancia y su PH	Límite máximo
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	200 ppm
Sales de magnesio	125 ppm
Sales solubles	300 ppm
Sólidos en suspensión	10 ppm
Materia orgánica expresada en oxígeno consumido	0.001 ppm
PH	6 < PH < 8

Fuente: NTP 339.088 (2019)

2.2.7. Los aditivos

La norma ASTM C494 clasifica a los aditivos en ocho (08) tipos:

- Tipo A: Reductores de agua (plastificantes).
- Tipo B: Retardantes.
- Tipo C: Acelerantes.
- Tipo D: Reductores de agua y retardantes.
- Tipo E: Reductores de agua y acelerantes.
- Tipo F: Reductores de agua de alto rango (superplastificantes).
- Tipo G: Reductores de agua de alto rango y retardantes.
- Tipo S: Especificación por performance.

2.2.7.1. Aditivos superplastificantes

Para (Pasquel, 1998) los aditivos superplastificantes son reductores de agua especiales debido a que su efecto aniónico se ha multiplicado considerablemente, a nivel mundial han permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia.

Por su parte (Rivva, 2008) menciona que los aditivos superplastificantes se pueden emplear para incrementar el asentamiento (slump) considerablemente sin necesidad de aumentar el agua; fueron empleados en Japón desde la década del 60 con el fin de obtener concretos de alta resistencia, posteriormente Alemania empezó a usarlos para producir concretos fluidos, en ese entonces se utilizaron como formaldehído naftaleno sulfonato o formaldehído melanina sulfonato, lignosulfonatos modificados, etc. En la actualidad se utiliza como policarboxilatos modificados.

2.2.7.2. Modos de empleo del aditivo superplastificante.

El “Manual de tecnología de aditivos para hormigón” de la Asociación científica del hormigo estructural (ACHE) menciona que los aditivos superplastificantes pueden ser incorporados con 3 objetivos:

Modo I: Cuando se mantiene constante el contenido de agua de la mezcla, la incorporación del aditivo conduce a un concreto de alta fluidez, si afectar las propiedades mecánicas y la durabilidad.

Modo II: Permite reducir el agua de diseño sin afectar su trabajabilidad, permitiendo obtener mejoras de resistencia y durabilidad.

Modo III: Debido a su capacidad de reducir agua permite la optimización de relación agua-cemento permitiendo obtener concretos con la misma fluidez.

2.2.7.3. Efectos del aditivo superplastificante sobre el concreto.

De acuerdo con la ACHE (2010), cuando el concreto no contiene aditivos superplastificantes, sus partículas de cemento tienden naturalmente a unirse entre sí debido a fuerzas electrostáticas y de Van Der Waals, formando grupos llamados flóculos. Estos grupos retienen agua internamente, lo que resulta en dos efectos negativos: reduce la trabajabilidad de la mezcla y evita que el agua llegue a las superficies de las partículas de cemento que están en contacto directo. Por otro lado, cuando se incorpora un aditivo superplastificante, su capacidad fluidificante reduce la formación de estos grupos de partículas. Como resultado, el agua que antes estaba atrapada queda disponible, mejorando así la trabajabilidad de la mezcla y permitiendo que una mayor superficie de cemento quede expuesta para su hidratación inicial.

Asimismo, la ACHE (2010), señala que cuando se incorporan aditivos superplastificantes al concreto, se modifican varias de sus características principales. En primer lugar, estos aditivos mejoran la trabajabilidad del concreto en estado fresco debido a su capacidad dispersante, ya que generan fuerzas de repulsión entre las partículas de cemento que evitan su aglomeración, permitiendo así alcanzar las propiedades reológicas deseadas. Por otra parte, durante el proceso de mezclado, estos aditivos pueden incorporar cierta cantidad de aire, aunque la mayoría se pierde durante el transporte y la colocación del concreto, siendo esta cantidad variable según el tipo específico de superplastificante utilizado. En cuanto a la resistencia a la compresión, es importante destacar que esta no se ve afectada por la

adición de superplastificantes, siempre que se mantenga constante la relación agua/cemento.

2.2.8. Propiedades del concreto fresco

Según Barriga Sarabia (2021), el concreto es una mezcla en la que los agregados están suspendidos en una pasta viscosa compuesta por agua y cemento. Sus principales características se encuentran detalladas a continuación.

2.2.8.1. Segregación

Matallana (2019) menciona que la segregación se refiere a la pérdida de uniformidad debido a la separación de partículas gruesas. Esto ocurre principalmente por diferencias en tamaño y densidad de los materiales, así como por una granulometría inadecuada; en mezclas con poco cemento y muy secas ocurre por falta de cohesión y en mezclas con exceso de agua se separan los agregados de la pasta.

2.2.8.2. Trabajabilidad

Es la facilidad de manipulación del concreto, se refiere a la sencillez con que este material puede ser mezclado, trasladado, vertido, consolidado y acabado, manteniendo su uniformidad sin separación de componentes ni sangrado. Esta característica resulta de la combinación de diversas propiedades, incluyendo la capacidad de compactación, fluidez, cohesión, consistencia y plasticidad. (Matallana, 2020)

2.2.8.3. Asentamiento

El asentamiento, también llamado Revenimiento o Slump, es un indicador que se relaciona directamente con la facilidad de manejo y la consistencia del concreto recién preparado. El proceso implica compactar concreto fresco en un molde con forma de cono (cono de Abrams) y, tras retirarlo, medir cuánto desciende la mezcla. Este ensayo está íntimamente ligado a la fluidez del concreto y revela su grado de sequedad o fluidez cuando se encuentra en estado fresco. (Cordero Estévez, 2019)

2.2.8.4. Consistencia

La fluidez del concreto, también llamada consistencia, se evalúa según su grado de asentamiento y está directamente relacionada con lo fácil que es trabajarlo. Esta propiedad depende de la cantidad de agua que necesita la mezcla, la cual aumenta cuando los agregados son más angulares y grandes. Por otro lado, si se emplean áridos con un buen equilibrio en sus tamaños, la demanda de agua se reduce. (Cordero Estévez, 2019)

2.2.8.5. Exudación

También llamado sangrado, este fenómeno ocurre cuando una parte del agua en la mezcla de concreto asciende a la superficie después de verterlo o mientras se fragua. Es un proceso natural en el que los materiales sólidos van asentándose dentro de la mezcla aún fresca. Sin embargo, si el agua asciende más rápido de lo que se evapora, por lo que puede quedar una capa acuosa en la superficie.

Los factores que influyen en la exudación incluyen la composición de la mezcla y las características de los materiales, particularmente la forma y distribución del agregado fino. Este proceso se rige por principios físicos del movimiento de fluidos en sistemas capilares, considerando la viscosidad y las variaciones de densidad. (Matallana, 2020)

2.2.8.6. Temperatura

La resistencia del concreto se ve significativamente afectada por la temperatura, siendo ésta un factor crucial. El proceso de fraguado de la mezcla se acelera cuando la temperatura aumenta. Sin embargo, es importante mantener la temperatura por debajo de los 32°C. Si se supera este límite, es necesario implementar métodos para enfriar el agua y así mantener la temperatura dentro del rango adecuado. Además, durante el proceso de curado, la temperatura debe mantenerse por encima de los 10°C. (García, 2020)

Es crucial mantener un equilibrio en la temperatura del concreto recién mezclado para preservar sus características, particularmente su consistencia y cantidad de aire. Por ello, se aconseja monitorear la temperatura. En condiciones de calor elevado, será necesario incorporar agua adicional a la mezcla para conservar la consistencia deseada. La temperatura del concreto fresco se ve afectada tanto por el calor generado durante el proceso de hidratación del cemento como por el aporte térmico de cada componente, según su calor específico y masa. (Matallana, 2020)

2.2.8.7. Peso unitario del concreto

La densidad del concreto depende directamente de cómo están organizadas y distribuidas sus partículas. Al igual que en otros materiales, se calcula dividiendo su masa entre el volumen que ocupa, y suele expresarse en kilogramos por cada metro cúbico. El concreto tradicional suele tener una densidad que oscila entre 2000 y 2600 Kg/m³. Esta variación depende de diversos factores, la densidad de los agregados, cantidad de aire atrapado en la mezcla y la relación agua/cemento empleado; además están influenciado por el tamaño máximo de los agregados presentes en el concreto. (Matallana, 2020)

El concreto tiene la siguiente clasificación según su peso unitario:

Tabla 6: Clasificación del Concreto Según su Peso Unitario.

Peso Unitario (Kg/ cm²)	Descripción
500 - 2000	Concreto Ligero
2000 – 2600	Concreto Normal (Convencional)
>2600	Concreto Pesado

Fuente: Matallana (2020)

2.2.9. Propiedades del concreto endurecido.

El concreto es un compuesto que se transforma progresivamente, evolucionando desde una consistencia moldeable hasta alcanzar un estado rígido con el paso del tiempo. Esta transformación involucra una serie intrincada de reacciones físicas y químicas. Durante este proceso evolutivo, el hormigón va adquiriendo diversas propiedades esenciales para la industria de la construcción, tales como su capacidad para soportar cargas, su longevidad, su estabilidad dimensional y su resistencia ante el fuego, entre otras cualidades destacables. (Matallana, 2020)

2.2.9.1. Curado

El curado es un paso esencial en el proceso de construcción, ya que ayuda a mantener el equilibrio adecuado de humedad y temperatura en el concreto recién aplicado. Su propósito principal es garantizar que el cemento tenga el tiempo y las condiciones necesarias para hidratarse correctamente, lo que favorece las reacciones químicas que fortalecen la mezcla. Además, este proceso evita que el concreto se contraiga demasiado rápido mientras se soporta, reduciendo el riesgo de fractura y asegurando que alcance la resistencia necesaria para soportar las cargas a las que estará sometido. (NTP 339.047:23, 2023)

2.2.9.2. Resistencia a compresión

Según Rafael (2023), la resistencia a la compresión es la capacidad del concreto para soportar fuerzas sin romperse. Este valor es fundamental para evaluar su calidad y determinar si cumple con los requisitos necesarios para garantizar.

Matallana, (2020) lo define como la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión sin romperse o fallar es una de sus características más importantes. Esta

propiedad, conocida como resistencia a la compresión, se mide cuando el concreto alcanza su punto máximo de carga soportada. El concreto es famoso por su excelente desempeño bajo presión, lo que lo convierte en un material de construcción muy valorado. Esta cualidad no solo es fundamental para su diseño, sino que también sirve como indicador clave de su calidad. Típicamente, la resistencia a la compresión se mide a los 28 días de curado del concreto y se expresa en diversas unidades de presión, como Kg/cm², MPa o psi. Para la (NTP 339.034, 2021) todos los cilindros de ensayo para una edad específica se rompen dentro del tiempo permitido de tolerancia.

Tabla 7: Edades de ensayo y tolerancias permisibles.

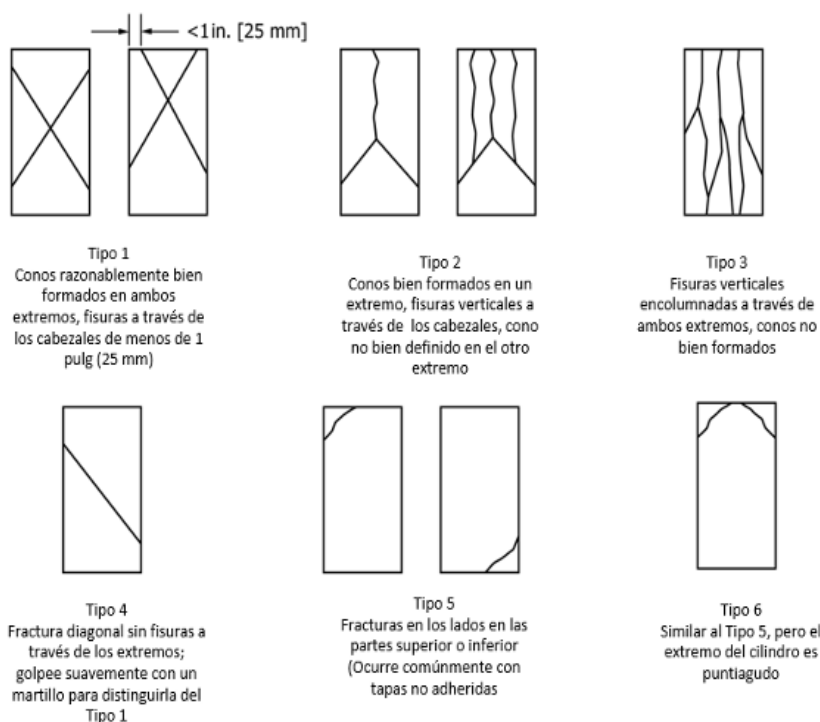
Edad de Ensayo	Tolerancia Permisible
24 h	± 0,5h <u>ó</u> 2,1%
3 d	± 2 h <u>ó</u> 2,8%
7 d	± 6 h <u>ó</u> 3.6%
28 d	± 20 h <u>ó</u> 3,0%
90 d	± 48 h <u>ó</u> 2.2%

Fuente: NTP 339.034 (2021)

2.2.9.3. Tipo de fractura.

Según la (NTP 339.034, 2021), clasifica el tipo de fractura del concreto según la figura mostrada a continuación.

Figura 1: Esquema de los modelos de fractura típicos.



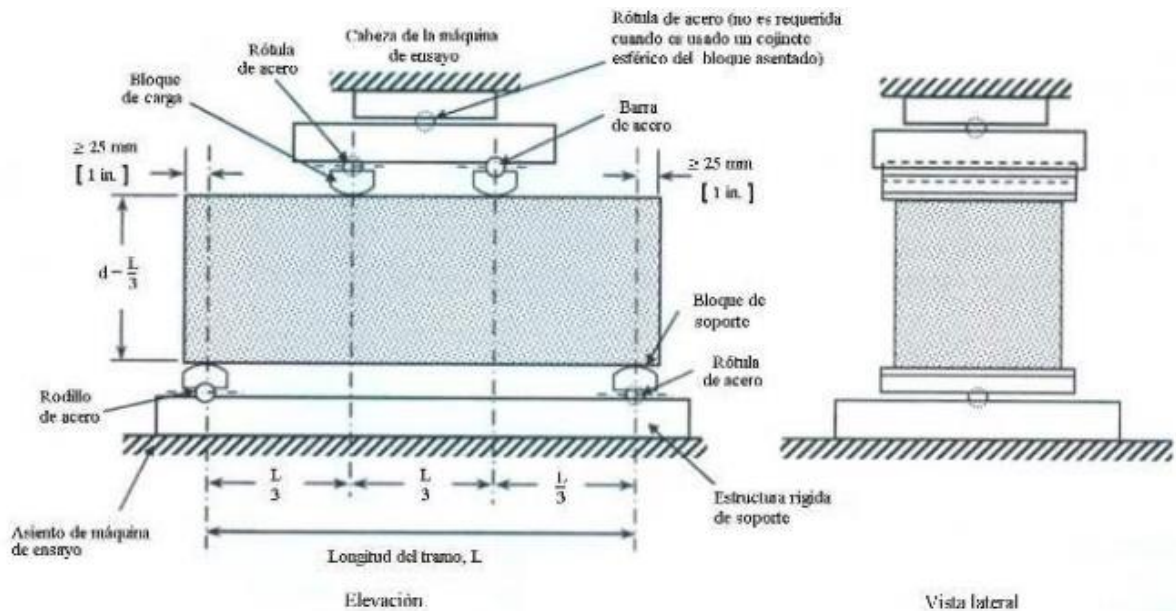
Fuente: NTP 339.034 (2021)

2.2.9.4. Resistencia a flexión o módulo de rotura.

Cerdán (2023), la resistencia a flexión, también conocida como módulo de rotura, es la capacidad máxima de un material para soportar esfuerzos antes de romperse cuando se le aplica una carga a lo largo de su eje. Este parámetro es esencial para evaluar la resistencia a la tracción del concreto, especialmente en pavimentos, ya que determina qué tan bien una viga o losa puede resistir la fractura. Para medirla, se realizan pruebas en vigas de concreto con una sección transversal de 15 cm x 15 cm y una longitud mínima equivalente a tres veces esa medida. Las pruebas siguen normativas específicas, como la NTP 339.078 (ASTM C78), que aplica cargas en los tercios de la longitud, o la NTP 339.079 (ASTM C293), que lo hace en el punto medio de la longitud.

En términos generales, el módulo de rotura representa entre el 10 % y el 20 % de la resistencia a compresión del concreto y se expresa en unidades como megapascales (MPa) o kilogramos por centímetro elevado al cuadrado (Kg/cm²).

Figura 2: Montaje de la viga y fallas en el ensayo a flexión.



Fuente: NTP 339.078 (2012)

La resistencia a la flexión se obtiene así:

- Si la falla ocurre dentro del tercio central, el módulo de rotura se determina con la fórmula:

$$MR = \frac{PL}{bd^2}$$

Siendo:

MR = Módulo de rotura de la viga (Kg/cm²).

P = Carga máxima aplicada en (Kg.).

L = Distancia entre apoyos (cm).

b = Ancho de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

d = Altura de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

- Si la falla ocurre por fuera del tercio central, pero no está separada de él por más de una longitud equivalente al 5% de la luz libre o distancia entre apoyos, el módulo de rotura se determina con la ecuación siguiente:

$$MR = \frac{3Pa}{bd^2}$$

Siendo

MR = Módulo de rotura (kg/cm²).

P = Carga máxima aplicada en kg.

a = Distancia entre la sección de falla y el apoyo más próximo medido sobre el eje longitudinal de la cara inferior de la viga en cm.

b = Ancho de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

d = Altura de la sección en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

Si la falla ocurre fuera del tercio medio de la viga y a más del 5% de la distancia entre los apoyos, el resultado de la prueba no será válido.

2.2.9.5. Peso unitario (Densidad)

Según (Matallana, 2020), la densidad del concreto es la relación entre la masa y el volumen y varía según muchos factores entre ellos su estado, si se encuentra en estado fresco o endurecido, su densidad en estado fresco va a ser mayor que en estado seco debido al contenido de agua que este tiene. La mutación entre ambos estados suele ser alrededor de 7%.

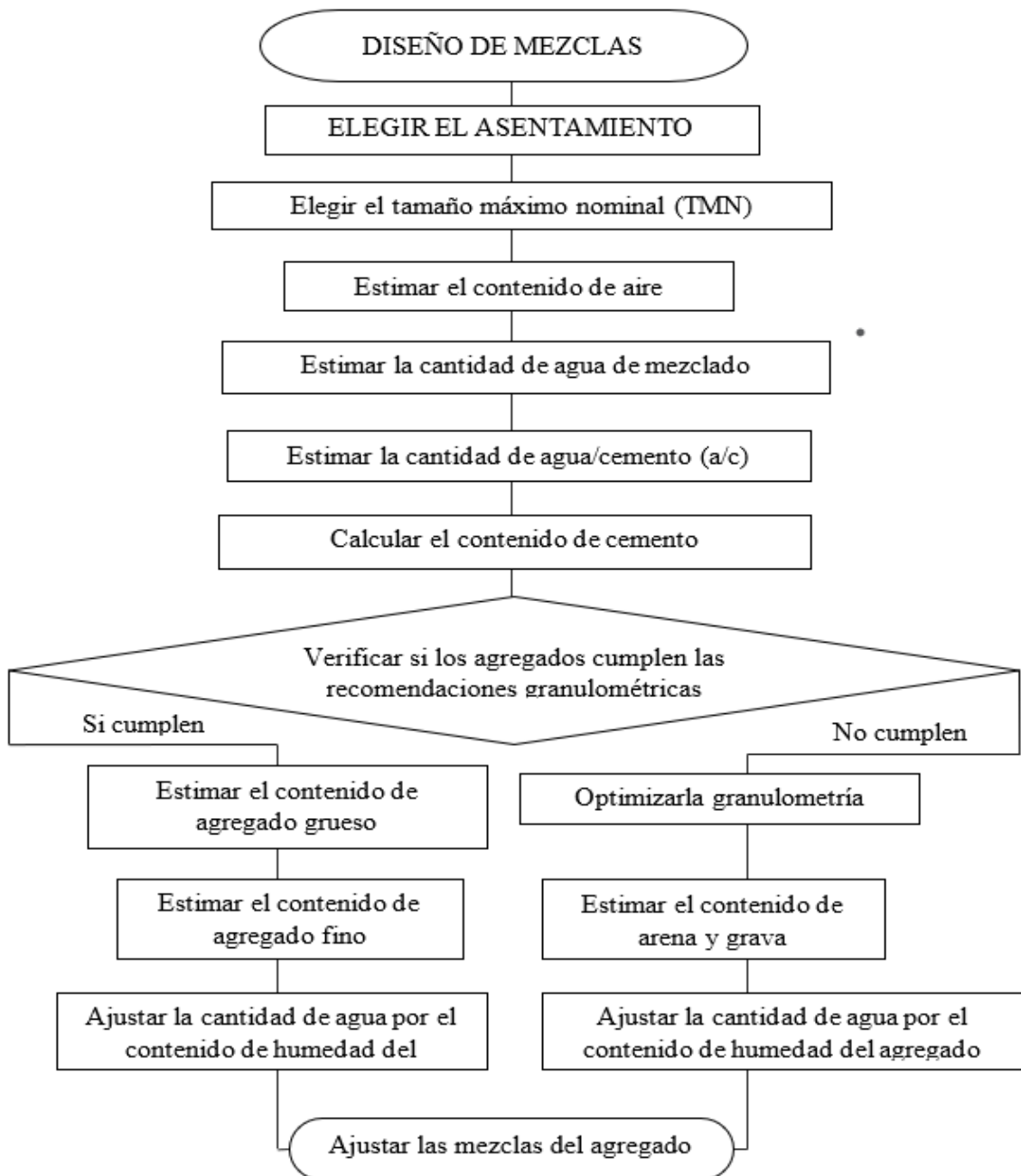
2.2.10. Dosificación de las mezclas de concreto

El principal al dosificar mezclas de concreto es obtener las propiedades deseadas y encontrar la combinación más eficiente de sus componentes básicos: cemento, áridos gruesos y arena. La mezcla resultante debe ser fuerte, trabajable y duradero.

Aunque existen varios métodos para dosificar el concreto, ninguno ofrece resultados completamente exactos. Todos estos métodos requieren un proceso de prueba y error, donde se prepara una mezcla inicial, se evalúa y luego se ajusta para alcanzar la resistencia y consistencia deseada.

El método ACI 211.1, propuesto por el Instituto Americano del Concreto, es ampliamente utilizado en América del Norte y Latinoamérica. Ofrece dos enfoques para ajustar las proporciones de los componentes en mezclas de concreto, tanto con y sin aditivos, y ha sido optimizado mediante el uso del módulo de finura de los agregados.

Figura 3: Diagrama de flujo para realizar un diseño de mezclas.



Fuente: Niño (2014)

Como se ha indicado anteriormente, se efectúan constantes modificaciones para garantizar que el concreto alcance la resistencia necesaria. Uno de los métodos para ajustar la mezcla se

basa en la resistencia misma, utilizando la ley de Powers. Esta ley establece una relación entre la capacidad del concreto para soportar fuerzas de compresión, el grado de hidratación y la proporción agua-cemento (a/c). Esta relación se puede expresar matemáticamente mediante una fórmula específica.

$$R = 2380X^3$$
$$X = \frac{0.647\alpha}{0.319\alpha + \frac{a}{c}}$$

Donde:

R: Resistencia a compresión (Kg/cm²)

X: Relación Gel/Espacio

α : Grado de hidratación

a/c: Relación agua – cemento

2.2.11. Especímenes o probetas de concreto.

Los cilindros de prueba son especímenes de concreto o morteros utilizados principalmente para evaluar la resistencia del material. En una investigación, se extraen múltiples muestras siguiendo las directrices establecidas. De acuerdo con la norma ASTM C39, es necesario analizar al menos dos muestras por cada variedad de concreto. En el estudio en cuestión, se optó por examinar cinco muestras de cada tipo, lo que permite realizar un análisis más exhaustivo, aunque no probabilístico.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Concreto

NTP 339.047, (2019), el concreto se describe como una mezcla de material cementante (cemento, agua y agregados finos y gruesos que, al endurecerse, adquiere la resistencia necesaria para soportar cargas sin romperse.

2.3.2. Resistencia a compresión del concreto

Especifica la carga máxima que un testigo de concreto puede resistir por cada centímetro cuadrado de superficie sin sufrir fallos ni fracturas, según la norma ASTM C39 / C39M – 20 (2020).

2.3.3. Resistencia a flexión del concreto.

Indica el módulo de rotura que puede soportar un testigo prismático cuando se le aplican cargas e lo largo de su longitud, para cargas en los puntos tercios de luz (ASTM C78) y para carga en el punto medio de luz (ASTM C293)

2.3.4. Aditivo superplastificante.

ASTM C 494/ C494 M - 17 (2017), estos aditivos son de tipo G y posibilitan la disminución del contenido de agua en la mezcla en más del 12%, logrando la consistencia deseada en el concreto y retrasando su proceso de fraguado. Estos aditivos son especialmente apropiados para el concreto premezclado que requiere periodos extensos de transporte. Su funcionamiento es comparable al de los estabilizadores, pero con un poder de reducción de agua que supera las capacidades de cualquier estabilizador. En consecuencia, estos aditivos se caracterizan por ser versátiles en su aplicación.

CAPÍTULO III:

MATERIALES Y MÉTODOS

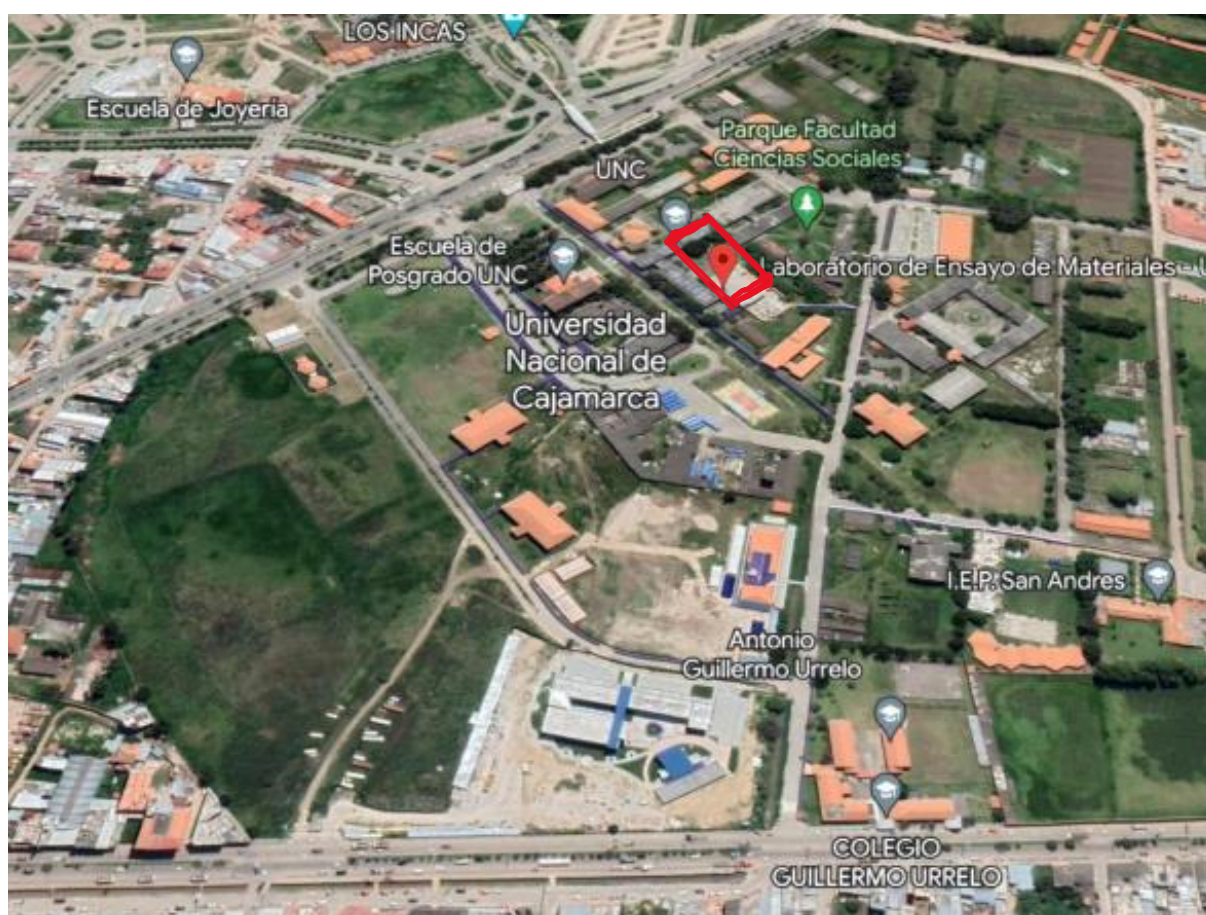
3.1. Localización de la investigación.

3.1.1. Ubicación geográfica de la investigación

La investigación se realizó en el laboratorio de ensayo de materiales “Carlos Esparza Díaz” facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca.

COORDENADAS UTM – 17S (WGS – 84)	
ESTE	NORTE
7766165.90	9207014.80

Figura 4: Ubicación geográfica del lugar de la investigación.



Fuente: Google Earth Pro.

3.1.2. Ubicación geográfica del origen de los agregados.

La procedencia de los agregados es de la procesadora Hnos. Alaya, ubicada en el margen derecho del río Mashcon, distrito de Cajamarca.

COORDENADAS UTM – 17S (WGS – 84)	
ESTE	NORTE
779841.80	9205029.20

Figura 5: Ubicación geográfica del lugar de extracción de los agregados.



Fuente: Google Earth Pro

3.2. Tiempo de realización de la investigación

La investigación se realizó entre los meses de marzo y setiembre del año 2024.

3.3. Metodología

Se tiene en cuenta el tipo, nivel, diseño y método de investigación:

Tipo: Aplicada, tiene como objetivo transformar el conocimiento teórico en información práctica y beneficiosa para la sociedad.

Nivel: Correlacional, está dirigida a conocer la relación o grado de asociación que existe entre las dos variables.

Diseño: Experimental. El diseño constituye la táctica empleada por el investigador para abordar el problema, y en esta investigación se utiliza una técnica estadística que posibilita evaluar las relaciones causales entre variables, así como sus efectos mutuos.

3.4. Población de estudio

3.4.1. Población

Para esta investigación consideramos como población las probetas y vigas de concreto elaborado con resistencia $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Para la presente investigación se elaboraron un total de 100 muestras cilíndricas y 100 muestras prismáticas.

3.4.2. Tamaño de la muestra

Considerando un muestreo probabilístico por tratarse de un tema de investigación científica. Justificando el tamaño de la muestra según la siguiente formula:

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

Siendo:

n = Tamaño de muestra

Z_a = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

p = Probabilidad de que ocurra el evento

q = Probabilidad de que no ocurra el evento

e = Error de estimación máximo aceptado

El investigador propone los siguientes valores:

$Z_a = 1.64 \rightarrow \text{NC} = 90 \%$

p = 90% q = 10% e = 5%

Reemplazando en la formula:

$$n = \frac{1.64^2 * 0.9 * 0.1}{0.05^2}$$

$$n = 96.825 \cong 100 \text{ muestras}$$

El número total de muestras será de 100 tanto para cilíndricas como para prismáticas y estarán subdivididas en 5 subgrupos de acuerdo al porcentaje de aditivo como se detalla en las tablas 8 y 9.

Tabla 8: Número de especímenes cilíndricos.

Porcentaje de aditivo	Edad de 3 días	Edad de 5 días	Edad de 7 días	Edad de 28 días
0%	5	5	5	5
0.50%	5	5	5	5
1.00%	5	5	5	5
1.50%	5	5	5	5
2.00%	5	5	5	5
Subtotal	25	25	25	25
Total	100			

Tabla 9: Número de especímenes prismáticos.

Porcentaje de aditivo	Edad de 3 días	Edad de 5 días	Edad de 7 días	Edad de 28 días
0%	5	5	5	5
0.50%	5	5	5	5
1.00%	5	5	5	5
1.50%	5	5	5	5
2.00%	5	5	5	5
Subtotal	25	25	25	25
Total	100			

3.4.3. Unidad de análisis.

La unidad de análisis o elemento básico que se estudia en la presente investigación son los especímenes cilíndricos de 6"x12" y prismáticos de 6"x6"x20" elaboradas con concreto $f'c=280\text{Kg/cm}^2$.

3.5 Procedimiento de los ensayos de la investigación

3.5.1. Propiedades de los Agregados

3.5.1.1 Peso específico y absorción del agregado grueso

a) Normas de ensayo

NTP 400.021 MTC E206 / ASTM C127

b) Procedimiento

- Se lavó la muestra para remover impurezas y polvo de las partículas.
- Luego, secó en una estufa a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta obtener una masa constante.
- La muestra se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas.
- Posteriormente, se sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.
- Después, se retiró del agua y secó sobre un paño absorbente hasta eliminar todo rastro visible de agua.
- Se midió la masa de la muestra en su condición de superficie saturada seca.
- A continuación, se determine la masa en aire, se colocó la muestra en una cesta de alambre y se midió su peso aparente en agua.
- Finalmente, la muestra se secó nuevamente en la estufa a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta obtener una masa constante, se enfrió a temperatura ambiente y se procede a medir la masa.

c) Cálculo

Peso específico de masa (P.e)

$$P. e = \frac{A}{B - C}$$

Peso específico de masa saturada superficialmente seca (P.e.s.s.s)

$$P. e. s. s = \frac{B}{B - C}$$

Peso específico nominal o aparente (P.e.a.)

$$P. e. a = \frac{A}{B - C}$$

Porcentaje de Absorción (A.b.)

$$P. e. s. s. s = \frac{B - A}{A}$$

Donde:

A: Peso en el aire de la muestra secada al horno en gramos

B: Peso en el aire de la muestra secada con superficie seca en gramos

C: Peso en el agua de la muestra saturada en gramos

3.5.1.2. Peso Específico y absorción del agregado fino

a) Normas de ensayo

MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022.

b) Procedimiento

- Se colocaron 500 g \pm 10 g de agregado fino, saturado y seco superficialmente, en el frasco, y luego se agregó agua hasta casi alcanzar los 500 cm³.
- A continuación, se agitó el frasco para eliminar las burbujas de aire y se ajustó la temperatura del contenido a 23 °C \pm 2 °C.
- Después de una hora, se horneó el agua hasta llegar a los 500 cm³ y se registró el peso total del picnómetro, la muestra y el agua.
- Finalmente, el agregado fino se retiró del frasco, se secó en el horno a 110 °C \pm 5 °C hasta obtener un peso constante y luego se dejó enfriar a temperatura ambiente antes de pesarlo.

c) Cálculo

Peso específico de masa (Pe)

$$P.e = \frac{W_0}{V - V_a}$$

Peso específico de masa saturada superficialmente seca (P.e.s.s.s)

$$P.e.s.s.s = \frac{W_0}{V - V_a}$$

Peso específico nominal o aparente (P.e.a)

$$P.e.a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)}$$

Porcentaje de Absorción

$$Ab = \frac{500 - W_0}{W_0} * 100$$

Donde:

W₀: Peso en el aire de la muestra secada al horno en gramos.

V: Volumen del frasco (cm³).

V_o: Peso en gramos o volumen (cm³) del agua añadida al frasco.

3.5.1.3. Análisis granulométrico

a) Normas de ensayo

NTP 400.012/ MTC E204 / ASTM C136.

b) Procedimiento

- Pesor la muestra requerida y secar en una estufa a una temperatura constante de 110°C ± 5°C. El proceso de secado continuó hasta que, al tomar dos mediciones consecutivas con una hora de diferencia, la variación entre ellas no fuera superior al 0.1%.
- Tamizar la muestra a través de los filtros establecidos, sin forzar el paso de las partículas con alguna fuerza externa.
- El proceso concluye si después de un minuto, menos del 1% sigue retenido en el tamiz.

c) Cálculo

Luego de calcular los porcentajes de material retenidos individuales y acumulados y los porcentajes que pasan cada tamiz.

3.5.1.4. Módulo de Finura

El módulo de finura se obtiene mediante el análisis granulométrico, sumando los porcentajes acumulados de material que se retienen en los tamices de 3", 1 ½", ¾", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100. Luego, esta suma se divide entre 100.

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

3.5.1.5. Tamaño máximo nominal (TMN)

Según la norma técnica peruana NTP 400.037 (2018), el tamaño máximo nominal se define como el menor tamiz de la serie que retiene entre el 5 % y el 10 % del material, marcando así el límite superior del tamaño de los agregados.

3.5.1.6. El contenido de humedad

Para los ensayos de contenido de humedad se determinaron de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP 339.185, 2013). Se procede de la siguiente manera:

a) Aparatos o Equipos

Balanza con sensibilidad al 0,1 % del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso, cuya capacidad no sea menor a un 1kg.

Horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra a 110°C ± 5 °C.

Un envase que no sea afectado por el calor y con suficiente capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse.

b) Preparación de la muestra

El muestreo se efectuará de acuerdo con la NTP 400.010.

c) Procedimiento

Se coloca la muestra húmeda a analizar en un recipiente adecuado, registrando su peso (peso del recipiente más la muestra húmeda). Luego, se lleva el recipiente con la muestra a una estufa, donde se seca durante 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Después, se pesa nuevamente el recipiente con la muestra ya seca (peso del recipiente más la muestra seca) y se calcula la cantidad de agua que se evaporó en el proceso de secado.

d) Cálculo

$$\%W = \frac{H}{MS}$$

Donde:

H: Peso del agua evaporada

MS: Peso de muestra seca

%W: Porcentaje de Humedad

3.5.1.7. Peso unitario

Para el Peso Unitario tomamos en cuenta el ensayo Normalizado en la norma técnica peruana (NTP 400.017, 2011).

a) Aparatos o Equipos

Se necesita una balanza que tenga una precisión del 0,1% en toda la gama de carga, con una graduación mínima de 0,05 kg.

También se requiere una barra compactadora lisa de acero, de 16 mm (5/8") de diámetro y alrededor de 600 mm (15") de longitud.

El equipo incluye un recipiente cilíndrico de metal y una pala o cucharón de tamaño adecuado para llenar el recipiente.

b) Preparación de la muestra

La muestra fue aproximadamente de 125 % a 200 % más de lo necesario para llenar el recipiente, y se manejará con cuidado para evitar que los componentes se separen. Luego, secamos el agregado hasta alcanzar un peso constante, idealmente en una estufa a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

c) Procedimiento

Peso unitario compactado

Llenamos el recipiente hasta un tercio de su capacidad y nivelamos la superficie con los dedos. Luego, apisonamos la capa de agregado con 25 golpes distribuidos uniformemente usando la varilla de apisonado. Después, llenamos el recipiente hasta los dos tercios de su capacidad y repetimos el proceso de nivelación. Finalmente, sobrepasamos el volumen del recipiente y volvemos a apisonar de la misma manera que en los pasos anteriores. Por último, nivelamos la superficie del agregado con los dedos o una espátula, asegurándonos de que cualquier exceso de las partículas más grandes del agregado grueso compense los vacíos en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

Peso unitario suelto

Llenamos el recipiente hasta que se derrame ligeramente, usando una pala o cucharón, y vertemos el agregado desde una altura que no sea mayor a 50 mm por encima del borde. Es importante tener cuidado para evitar, en la medida de lo posible, que se segreguen las partículas del material. Luego, nivelamos la superficie del agregado con los dedos o una espátula, asegurándonos de que las partículas más grandes queden ligeramente sobresalientes para equilibrar los espacios vacíos debajo del filo del recipiente.

d) Cálculo

Con los datos obtenidos, se calculó el peso unitario suelto y compactado, según la siguiente fórmula:

$$PU = (W_s) \times f$$

Donde:

PU = Peso Unitario.

W_s = Peso Neto del Agregado

B = factor f.

3.5.1.8. Porcentaje que pasa el tamiz N°200

a) Aparatos o Equipos

Utilizamos el tamiz normalizado de 1,18 mm (N° 16) y el de 75 μ m (N° 200)

Un recipiente de suficiente tamaño del tamiz

Balanza sensible a 0,1 % del peso medido

Una estufa de tamaño suficiente capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

b) Preparación de la muestra

El Muestreo de agregados se realizó de acuerdo con la NTP 400.010

c) Procedimiento

Secamos la muestra de prueba a una temperatura de $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Luego de secarla y pesarla, la colocamos en un recipiente y añadimos suficiente agua para cubrirla por completo. Agitamos la muestra con fuerza para asegurar que las partículas más finas que el tamiz de $75 \text{ }\mu\text{m}$ (N° 200) se separen completamente de las partículas más gruesas. Finalmente, secamos el agregado lavado hasta obtener un peso constante, manteniéndolo a una temperatura de $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

d) Cálculo

$$A = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} * 100$$

Donde:

A = Porcentaje del material que pasa por el tamiz normalizado de $75 \text{ }\mu\text{m}$ (N° 200) por vía húmeda.

P1 = Masa seca de la muestra original, gramos.

P2 = Masa seca de la muestra luego del lavado, gramos

3.6. Diseño de Mezcla

El diseño de la mezcla en esta investigación se llevó a cabo utilizando el método ACI Comité 211, con el objetivo de obtener una resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Para ello, se considerarán los siguientes parámetros:

a) Cemento

- Cemento portland tipo I
- $P_c = 3.09 \text{ g/cm}^3$
- $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
- $P_c \text{ agua} = 1000 \text{ Kg/m}^3$
- Slump = 3" a 4"

b) Agregado

Se obtuvieron las características de los agregados tanto fino como grueso fueron obtenidos de la cantera Hnos. Alaya.

c) Procedimiento del de diseño de mezclas de concreto

- Calcular la resistencia promedio requerida para el diseño.
- Medir el asentamiento del concreto.
- Establecer la relación agua-cemento (a/c).
- Determinar la cantidad de agua de mezclado y el aire incorporado.
- Calcular la cantidad de cemento necesaria.
- Estimar el volumen de aire atrapado.
- Definir la cantidad de agregado grueso.
- Calcular el volumen absoluto del concreto para obtener el agregado fino por metro cúbico.
- Ajustar por humedad de los materiales.
- Corregir por absorción de los agregados.
- Determinar el agua efectiva en la mezcla.
- Elaborar el diseño teórico en estado húmedo.
- Establecer las proporciones en peso.
- Definir las proporciones en volumen.
- Calcular los pesos por tanda de mezcla

3.6.1. . Procedimiento para realizar el diseño de mezcla preliminar

Se inició el proceso para conseguir la mezcla final del concreto estándar. El primer paso fue crear una mezcla de prueba, utilizando la relación agua-cemento (Ra/c) sugerida en las tablas de referencia. Para una resistencia de diseño $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, se empleó una Ra/c de 0.677. Con esta mezcla, se fabricaron tres muestras cilíndricas que se sometieron a pruebas de compresión a una edad de 7 días de curado.

3.6.2. Resultados de las muestras preliminares

Tabla 10: Resistencia a compresión de las muestras de prueba.

Muestra	Φ (cm)	Área (cm ²)	Carga Ultima (KN)	Resistencia (Kg/ cm ²)	Prome dio	% Del f ^c = 280 Obtenido
M-1	15.19	181.22	401.68	226.02		
M-2	15.16	180.50	404.94	228.77	227.09	81.10%
M-3	15.12	179.55	398.73	226.48		

Como se puede ver, a los 7 días se alcanzó el 81.10% de la resistencia esperada. Para estimar la resistencia a los 28 días, se proyectó multiplicando la resistencia de los 7 días por 1.4, lo que dio un valor de 317.93 Kg/cm². Con esta información, se ajustó el diseño de la mezcla, teniendo en cuenta el grado de hidratación del cemento y utilizando la Ley de Powers, con el fin de determinar la relación ideal de agua-cemento para lograr la resistencia deseada.

$$R = 2380X^3$$

$$X = \frac{0.647\alpha}{0.319\alpha + \frac{a}{c}}$$

Donde:

R: Resistencia a compresión (Kg/cm²)

X: Relación Gel/Espacio

α : Grado de hidratación

a/c: Relación agua – cemento

Sustituyendo los datos, tenemos:

$$\sqrt[3]{\frac{317.93}{2380}} = \frac{0.647\alpha}{0.319\alpha + 0.677}, \alpha = \mathbf{0.715}$$

Luego en la misma fórmula con el grado de hidratación encontrado ($\alpha = 0.715$) calculamos la relación agua - cemento para la resistencia f^c= 280 Kg/cm².

$$\sqrt[3]{\frac{280}{2380}} = \frac{0.647 * 0.715}{0.319 * 0.715 + a/c}, a/c = \mathbf{0.716}$$

3.7.Elaboración de muestras de concreto

La preparación de las muestras se llevó a cabo siguiendo las normativas ASTM C192 y NTP 339.183 (2013), que detallan el proceso de fabricación y curado de especímenes de concreto. Estas normas se aplican a la preparación y curado de muestras directamente en el lugar, utilizando moldes cilíndricos de 15 x 30 cm y moldes prismáticos de 15 x 15 x 50 cm, con el objetivo de medir la resistencia a la compresión y la flexión de las muestras de concreto.

a) Aparatos o Equipos

- Moldes cilíndricos de 15 x 30 cm
- Moldes prismáticos de 15 x 15 x 50 cm
- Máquina para mezclar los materiales
- Pala o cucharón
- Varilla lisa y recta, de acero, sección circular, de 16+/-1,5 mm de diámetro y 60 +/- 3 cm de longitud, con punta semiesférica del mismo diámetro que la varilla.
- Martillo de goma
- Herramientas pequeñas (planchas, baldes, cucharas, reglas, badilejo, etc.)
- Cono de Abrams que cumple con la NTP 339.035.
- Balanza con una precisión del 3% respecto al peso total de la carga.
- Termómetro

b) Preparación de la muestra

Pesamos los materiales a usar para la mezcla con una balanza según el diseño de mezcla.

c) Procedimiento

En la mezcladora se vierten los materiales en el siguiente orden:

- Agregado grueso
- Un cierto porcentaje de agua del total de agua de diseño
- Agregado fino
- Cemento
- El resto de agua restante
- Una vez que tuvimos todos los ingredientes, realizamos la prueba del asentamiento utilizando el cono de Abrams para medir el asentamiento de la mezcla. Colocamos la mezcla en tres capas, compactándola en cada una para obtener una mezcla uniforme.

- Finalmente, vertimos la mezcla en los moldes, asegurándonos de hacer el varillado y golpeando cada capa con el martillo de goma.

3.8. Curado de probetas

Una vez que la mezcla ha endurecido, aproximadamente después de 24 horas, se procede al desencofrado (desmolde) de las muestras. Luego, se inicia el curado húmedo, colocando las muestras en un recipiente con agua, asegurando que permanezcan completamente sumergidas en todo momento.

3.9. Peso unitario del concreto

Las edificaciones suelen tener problemas estructurales que pueden manifestarse al realizar un mal diseño de sus elementos, lo que da lugar a estudios sobre la resistencia que tiene el concreto, Por ello, ensayamos las propiedades del concreto en estado fresco, como la densidad (unidad de peso), que determina sus propiedades en estado endurecido. Los ensayos se realizaron según norma técnica (NTP 339.046, 2013).

a) Aparatos o Equipos

1. Balanza, de 30 kg de capacidad.
2. Varilla compactadora de acero liso, con una longitud de 60 cm, 5/8” de diámetro y punta roma.
3. Molde metálico.
4. Martillo de goma.

b) Preparación de la muestra

La muestra se obtuvo de la mezcla de hormigón (concreto) fresco de acuerdo con la NTP 339.036.

c) Procedimiento

El hormigón (concreto) se vertió en el recipiente de medición en tres capas de volumen similares. Cada capa se compactó con 25 golpes de la barra compactadora, distribuidos de manera uniforme sobre la sección del recipiente. Al colocar la segunda y tercera capa, la barra penetró unos 25 mm en la capa inferior. Después de compactar cada capa, se golpean los lados del recipiente con un martillo de goma entre 10 y 15 veces, aplicando la fuerza adecuada para cerrar los poros y eliminar.

d) Cálculo

$$\text{Peso Unitario del concreto} = \frac{\text{Peso del total} - \text{peso del molde}}{\text{Volumen del molde}}$$

3.10. Resistencia a compresión

El procedimiento que sigue la NTP 339.034 (2015) para la determinar la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

a) Aparatos o Equipos

- Máquina de ensayo a compresión.
- Almohadillas de neopreno para nivelar las superficies.
- Vernier
- Regla metálica
- Especímenes

b) Preparación de la muestra

Luego de retirar los especímenes del almacenaje húmedo se realizó las mediciones tanto de sus diámetros como de su altura para luego ensayarlos.

c) Procedimiento

- Los especímenes se probaron a los 3, 5, 7 y 28 días, siguiendo la tolerancia especificada en la Tabla 7.
- Colocamos el bloque de rotura inferior con la cara endurecida hacia arriba sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo, justo debajo del bloque de apoyo superior.
- Limpiamos las caras de contacto de los bloques superior e inferior, así como las del espécimen, y luego colocamos el espécimen sobre el
- Limpiamos las superficies del cojinete del anillo de retención y centramos la almohadilla o las almohadillas sobre el espécimen. Alineamos cuidadosamente los ejes del espécimen con las platinas de carga.

d) Cálculo

El cálculo de la resistencia a la compresión se hace con la siguiente expresión.

$$f'c = \frac{P}{AP}$$

Donde:

$f'c$ = Resistencia a compresión del concreto (Kg/cm²)

P= Carga máxima alcanzada (Kg)

Área promedio de la cara axial del espécimen

$$Ap = \pi \times Rp^2$$

Ap= Área promedio de la cara axial del espécimen (cm²)

Rp= Radio promedio de la cara axial del espécimen (cm)

3.11. Resistencia a flexión

El ensayo se realizó según la norma técnica peruana NTP 339.079 (2012), que detalla el procedimiento para determinar la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas aplicadas en el centro del tramo.

a) Aparatos o Equipos

- Máquina de ensayo a flexión (marco de carga).
- Aparatos de carga
- Especímenes
- Deformímetro

b) Preparación de la muestra

Los especímenes fueron elaborados teniendo en cuenta el método de ensayo que nos indican la NTP 339.078 (2012) y NTP 339.183 (2013), aplicables para especímenes prismáticos y vigas.

c) Procedimiento

- Los especímenes se prueban a los 7 y 28 días para medir su resistencia a la flexión.
- Primero, giramos el espécimen de manera que queda en una posición diferente a la del molde original y lo colocamos sobre los bloques de apoyo.
- Luego, alineamos el sistema de carga de manera que haga contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la longitud de la viga, y aplicamos la carga.

d) Cálculo

El módulo de rotura de los especímenes a flexión lo determinamos, mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

P: Carga Máxima kg

L: Luz libre entre apoyos cm

b: Distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano en cm

h: Altura promedio del espécimen en el lugar de la fractura en cm.

Mr: Módulo de Rotura Kg/cm²

3.12. Técnicas, instrumentos y presentación de los resultados

3.12.1. Técnicas de estudio

La información obtenida en la investigación proviene de la observación directa de los ensayos realizados en el laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se utilizó un enfoque cuantitativo para medir las variables relacionadas con las propiedades mecánicas del concreto, empleando herramientas como balanza, máquina universal (para pruebas de compresión y flexión) y tamices. Además, se aplicó un enfoque cualitativo para describir características como la trabajabilidad del concreto. Todo el proceso se llevó a cabo siguiendo las normas que rigen el procedimiento y las especificaciones para concreto.

3.12.2. Instrumentos de estudio

Una vez realizados los ensayos en el laboratorio, se procesaron los resultados con Microsoft Excel, utilizando tablas, gráficos y figuras para facilitar la comparación entre el concreto estándar de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y el concreto con adición de aditivo.

3.12.3. Presentación de resultados

Los resultados del laboratorio, que abarcan desde las propiedades de los agregados hasta el diseño de la mezcla y las características del concreto (en sus estados fresco y endurecido), se presentan de manera clara en tablas y gráficos. Esto hace que la información sea fácil de entender y analizar, permitiendo ver de manera sencilla los datos.

3.12.3.1. Resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Tabla 11: Propiedades del agregado fino y grueso de la cantera “Hnos. Alaya”

PROPIEDADES	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal			3/4"	
Peso específico de masa	2.610	g/cm ³	2.610	g/cm ³
Peso específico saturado superficialmente seco	2.650	g/cm ³	2.640	g/cm ³
Peso específico aparente	2.710	g/cm ³	2.680	g/cm ³
Peso unitario suelto	1668	Kg/m ³	1400	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1777	Kg/m ³	1505	Kg/m ³
Contenido de humedad (%)	4.945		0.605	
Absorción (%)	1.500		1.100	
Módulo de finura	3.071		6.770	
Abrasión (%)	...		27.00	
% Que pasa malla n° 200	3.500		0.400	

3.12.3.2. Resultados del diseño de mezcla.

Tabla 12: Materiales por metro cúbico de concreto patrón.

MATERIALES DE DISEÑO		
Cemento	301.7	Kg
Agua de diseño	216.00	Lt
Agregado fino seco	872.00	Kg
Agregado grueso seco	867.00	Kg
Aire total	2.00	%

Tabla 13: Materiales por metro cúbico de concreto patrón corregidos por humedad.

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	301.7	Kg
Agua efectiva	190.25	Lt
Agregado fino húmedo	915.00	Kg
Agregado grueso húmedo	872.00	Kg
Aire total	2.00	%

Tabla 14: Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 0.5% de aditivo Dynamon Xtend W500R.

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	301.7	Kg
Agua efectiva	190.31	Lt
Agregado fino húmedo	913.00	Kg
Agregado grueso húmedo	870.00	Kg
Aire total	2.00	%
Dynamon Xtend W500R	1.397	Lt

Tabla 15: Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 1.0% de aditivo Dynamon Xtend W500R.

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	301.7	Kg
Agua efectiva	190.37	Lt
Agregado fino húmedo	911.00	Kg
Agregado grueso húmedo	869.00	Kg
Aire total	2.00	%
Dynamon Xtend W500R	2.793	Lt

Tabla 16: Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 1.5% de aditivo Dynamon Xtend W500R.

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	301.7	Kg
Agua efectiva	190.40	Lt
Agregado fino húmedo	910.00	Kg
Agregado grueso húmedo	867.00	Kg
Aire total	2.00	%
Dynamon Xtend W500R	4.190	Lt

Tabla 17: Materiales para un metro cúbico de concreto con adición de 2.0% de aditivo Dynamon Xtend W500R.

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	301.7	Kg
Agua efectiva	190.50	Lt
Agregado fino húmedo	908.00	Kg
Agregado grueso húmedo	865.00	Kg
Aire total	2.00	%
Dynamon Xtend W500R	5.587	Lt

3.12.3.4. Resultados de la resistencia a compresión.

Los resultados de los ensayos de resistencia a compresión se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 18: Resistencia a la compresión del concreto a los 3 días.

Descripción	Edad (días)	Carga última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de falla	F'c Promedio	%f'c	Variación
0% M - 1	3	272.82	155.56	5			
0% M - 2	3	269.71	153.99	5			
0% M - 3	3	271.99	155.81	5	154.22	55.08	
0% M - 4	3	266.18	151.67	3			
0% M - 5	3	269.73	154.10	5			
0.5% M - 1	3	463.71	266.51	3			
0.5% M - 2	3	458.79	260.56	3			
0.5% M - 3	3	461.83	262.65	5	265.45	94.80	39.72
0.5% M - 4	3	473.01	271.14	3			
0.5% M - 5	3	467.24	266.41	5			
1% M - 1	3	655.82	379.07	3			
1% M - 2	3	640.81	366.01	3			
1% M - 3	3	648.59	372.13	3	371.62	132.72	77.64
1% M - 4	3	650.21	373.45	5			
1% M - 5	3	643.18	367.46	3			
1.5% M - 1	3	642.18	362.31	5			
1.5% M - 2	3	639.48	360.55	3			
1.5% M - 3	3	648.39	367.75	3	364.03	130.01	74.93
1.5% M - 4	3	645.13	365.66	5			
1.5% M - 5	3	636.96	363.91	3			
2% M - 1	3	439.94	254.08	3			
2% M - 2	3	430.36	250.79	5			
2% M - 3	3	428.87	248.02	5	249.76	89.20	34.12
2% M - 4	3	428.36	245.38	3			
2% M - 5	3	434.73	250.52	3			

Figura 6: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 3 días.

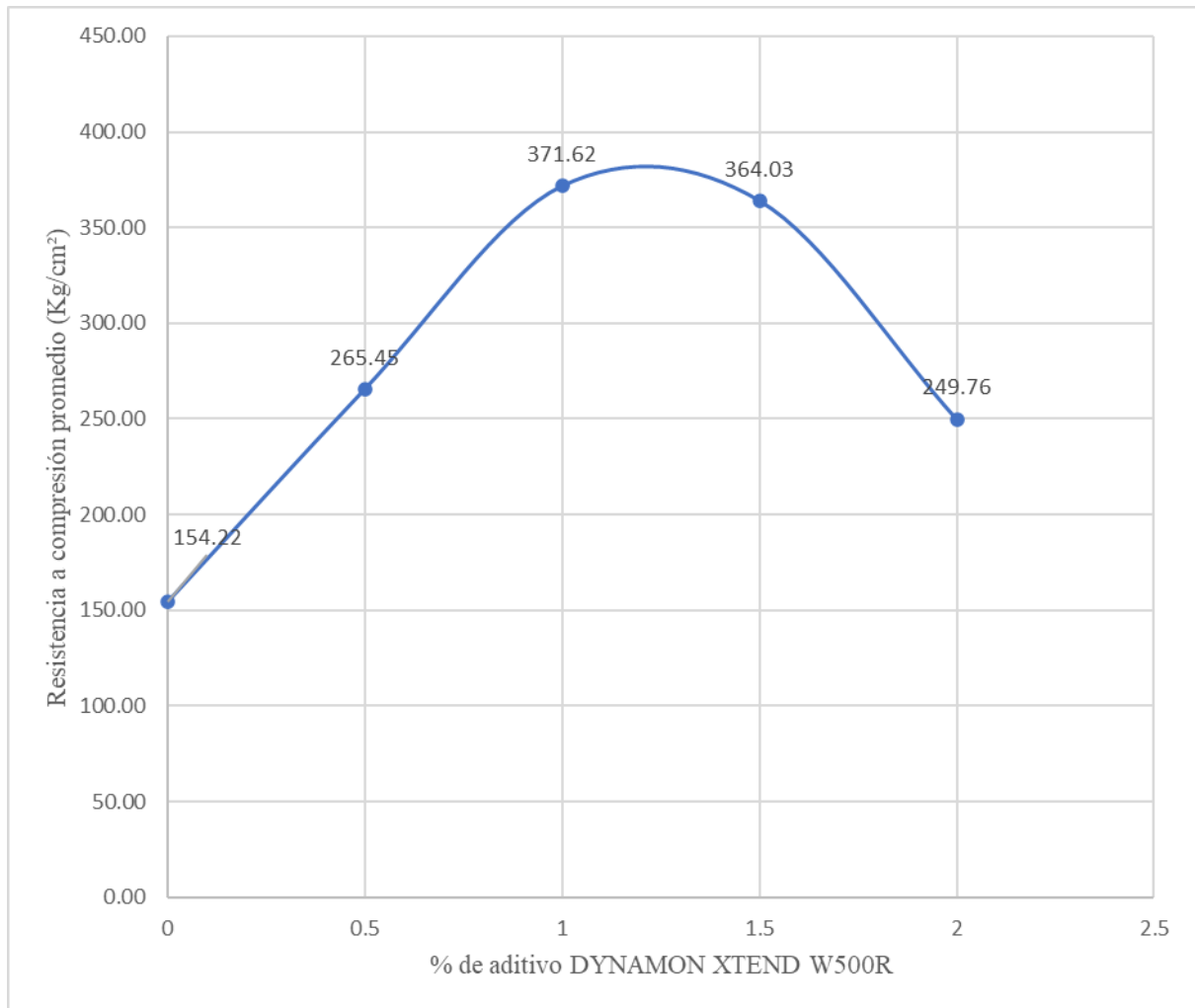


Tabla 19: Resistencia a la compresión del concreto a los 5 días.

Descripción	Edad (días)	Carga última (KN)	F'c (Kg/cm²)	Tipo de falla	F'c Promedio	%f'c	Variación
0% M - 6	5	319.45	183.27	3			
0% M - 7	5	326.71	188.39	5			
0% M - 8	5	320.54	184.13	3	185.11	66.11	
0% M - 9	5	320.92	184.32	5			
0% M - 10	5	325.47	185.45	3			
0.5% M - 6	5	552.65	312.74	3			
0.5% M - 7	5	553.63	318.58	3			
0.5% M - 8	5	545.27	311.44	5	314.41	112.29	46.18
0.5% M - 9	5	542.18	309.14	3			
0.5% M - 10	5	556.33	320.17	3			
1% M - 6	5	741.87	424.55	3			
1% M - 7	5	752.83	431.10	3			
1% M - 8	5	734.90	416.40	5	424.45	151.59	85.48
1% M - 9	5	744.17	422.63	3			
1% M - 10	5	748.39	427.57	5			
1.5% M - 6	5	654.96	380.09	5			
1.5% M - 7	5	670.89	386.69	5			
1.5% M - 8	5	661.99	383.09	5	382.80	136.71	70.60
1.5% M - 9	5	668.19	381.75	3			
1.5% M - 10	5	667.48	382.36	5			
2% M - 6	5	523.47	298.27	3			
2% M - 7	5	537.14	307.28	5			
2% M - 8	5	528.48	301.73	5	302.72	108.12	42.00
2% M - 9	5	533.52	304.20	3			
2% M - 10	5	527.43	302.13	3			

Figura 7: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 5 días.

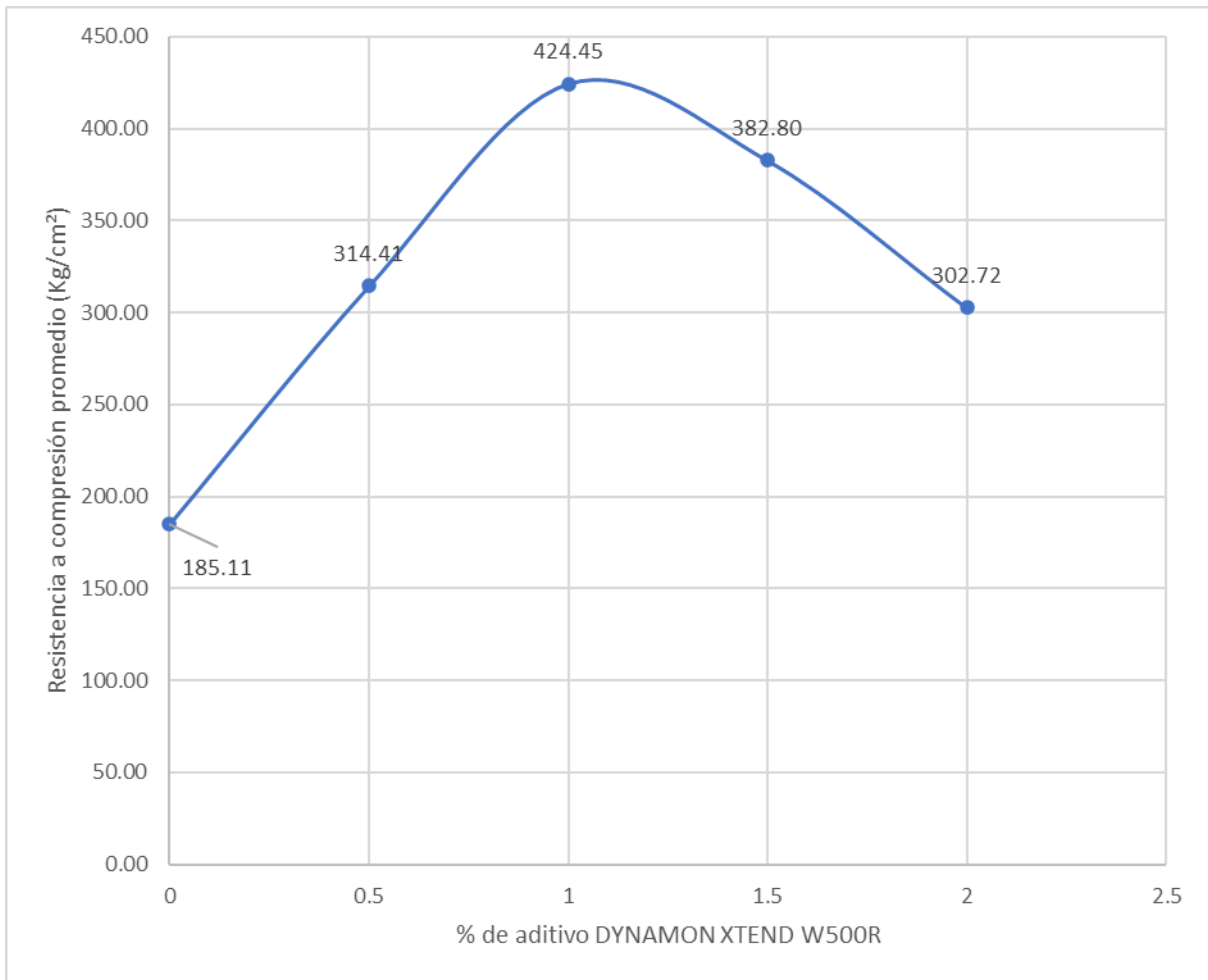


Tabla 20: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.

Descripción	Edad (días)	Carga última (KN)	F'c (Kg/cm²)	Tipo de falla	Promedio	%f'c	Variación
0% M - 11	7	374.26	214.46	3			
0% M - 12	7	381.73	221.66	5			
0% M - 13	7	369.48	212.78	5	215.81	77.07	
0% M - 14	7	374.81	214.13	5			
0% M - 15	7	378.32	216.00	2			
0.5% M - 11	7	656.53	376.46	5			
0.5% M - 12	7	652.97	378.51	3			
0.5% M - 13	7	671.66	383.42	3	379.42	135.51	58.43
0.5% M - 14	7	664.31	383.34	3			
0.5% M - 15	7	658.74	375.35	5			
1% M - 11	7	860.34	493.16	5			
1% M - 12	7	851.04	486.21	3			
1% M - 13	7	872.36	498.39	5	493.47	176.24	99.17
1% M - 14	7	867.16	497.40	3			
1% M - 15	7	866.09	492.20	3			
1.5% M - 11	7	873.07	495.44	5			
1.5% M - 12	7	864.51	489.39	5			
1.5% M - 13	7	867.72	499.51	3	493.90	176.39	99.32
1.5% M - 14	7	857.13	489.37	3			
1.5% M - 15	7	863.17	495.77	5			
2% M - 11	7	623.47	358.57	3			
2% M - 12	7	637.14	365.46	3			
2% M - 13	7	628.48	360.73	3	361.66	129.16	52.09
2% M - 14	7	633.52	364.11	3			
2% M - 15	7	627.43	359.41	5			

Figura 8: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 7 días.

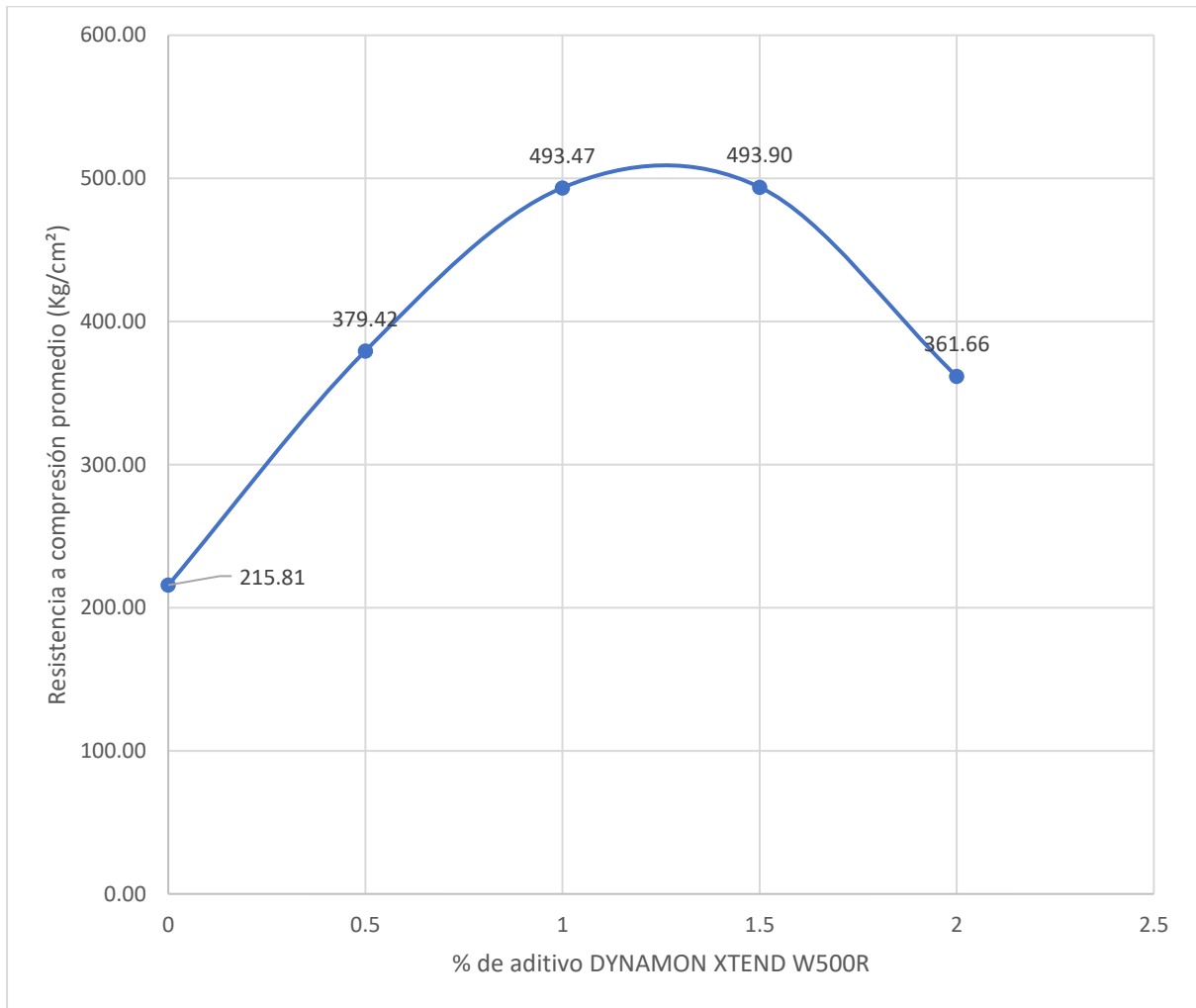
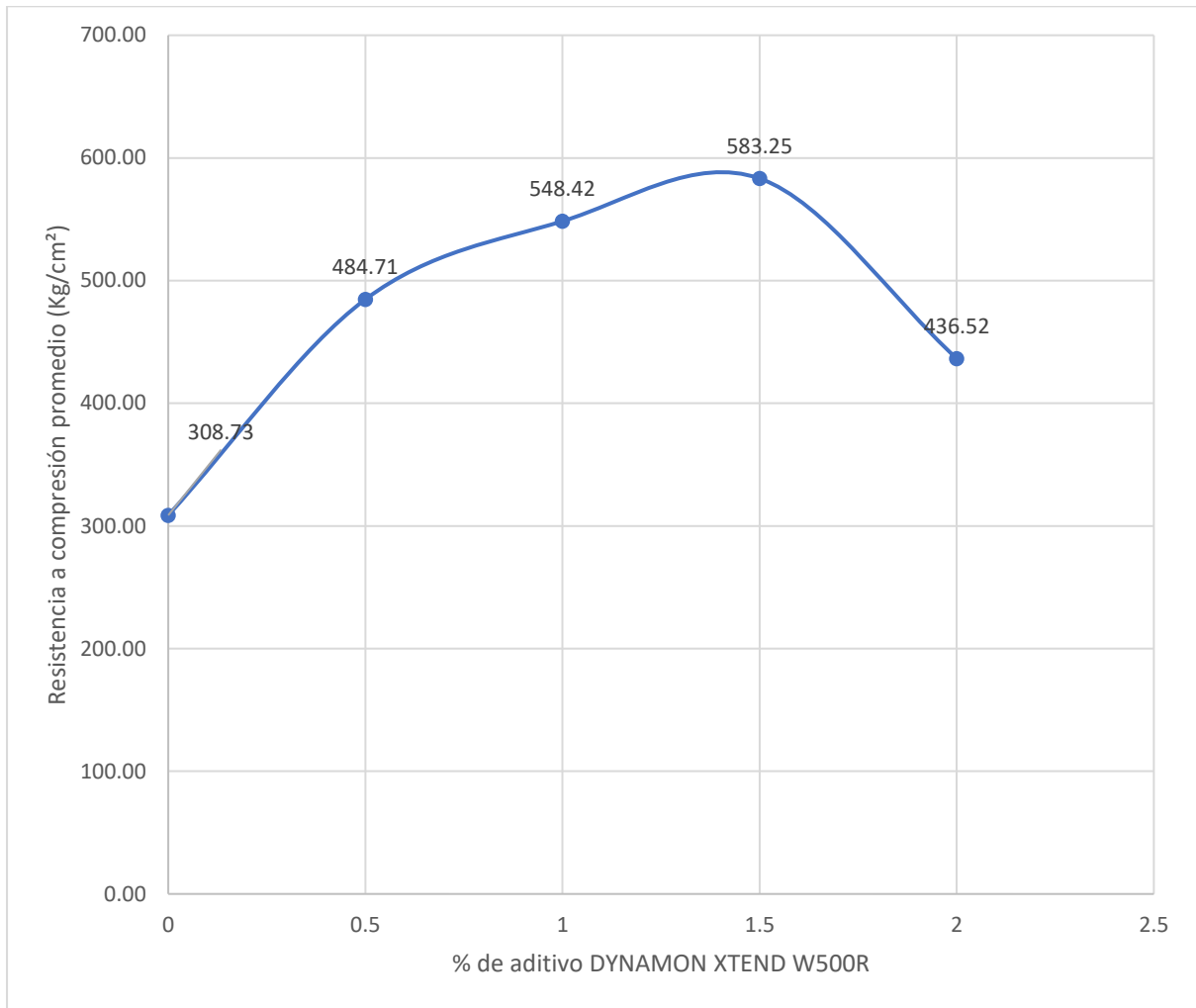


Tabla 21: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

Descripción	Edad (días)	Carga última (KN)	F'c (Kg/cm²)	Tipo de falla	Promedio	%F'c	Variación
0% M - 16	28	540.13	309.86	3			
0% M - 17	28	536.17	306.16	5			
0% M - 18	28	543.76	308.34	5	308.73	110.26	
0% M - 19	28	539.91	307.24	3			
0% M - 20	28	546.18	312.04	5			
0.5% M - 16	28	835.68	476.80	3			
0.5% M - 17	28	880.06	499.67	5			
0.5% M - 18	28	854.47	490.02	3	484.71	173.11	62.85
0.5% M - 19	28	846.30	482.22	3			
0.5% M - 20	28	832.17	474.80	3			
1% M - 16	28	956.38	547.78	5			
1% M - 17	28	961.45	547.33	3			
1% M - 18	28	966.16	554.70	3	548.42	195.87	85.61
1% M - 19	28	952.36	543.74	3			
1% M - 20	28	955.73	548.57	2			
1.5% M - 16	28	1024.30	587.11	3			
1.5% M - 17	28	1032.30	588.21	5			
1.5% M - 18	28	1016.02	576.14	3	583.25	208.30	98.04
1.5% M - 19	28	1019.34	584.30	3			
1.5% M - 20	28	1014.73	580.50	5			
2% M - 16	28	762.11	434.92	5			
2% M - 17	28	767.63	439.75	3			
2% M - 18	28	759.70	433.51	3	436.52	155.90	45.64
2% M - 19	28	765.31	435.21	3			
2% M - 20	28	768.73	439.19	5			

Figura 9: Gráfica resistencia a la compresión vs % de aditivo a los 28 días.



3.12.3.5. Resultados de la resistencia a flexión o módulo de rotura.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos de resistencia a flexión de las vigas, con la carga aplicada en los tercios.

Tabla 22: Resistencia a flexión del concreto a los 3 días.

Descripción	Edad (días)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	Mr promedio	Variación
0% M - 1	3	2440.00	32.03	31.76	
0% M - 2	3	2480.00	31.89		
0% M - 3	3	2500.00	30.65		
0% M - 4	3	2520.00	32.29		
0% M - 5	3	2470.00	31.95		
0.5% M - 1	3	3050.00	38.09	38.40	6.64
0.5% M - 2	3	3180.00	38.53		
0.5% M - 3	3	2940.00	37.55		
0.5% M - 4	3	3090.00	39.83		
0.5% M - 5	3	3020.00	38.02		
1% M - 1	3	3440.00	43.81	44.37	12.61
1% M - 2	3	3410.00	44.93		
1% M - 3	3	3520.00	44.78		
1% M - 4	3	3400.00	43.51		
1% M - 5	3	3490.00	44.81		
1.5% M - 1	3	3440.00	43.62	44.09	12.33
1.5% M - 2	3	3410.00	44.02		
1.5% M - 3	3	3380.00	43.92		
1.5% M - 4	3	3410.00	43.99		
1.5% M - 5	3	3500.00	44.91		
2% M - 1	3	3060.00	39.90	41.39	9.63
2% M - 2	3	3190.00	40.93		
2% M - 3	3	3280.00	42.98		
2% M - 4	3	3220.00	41.62		
2% M - 5	3	3240.00	41.52		

Figura 10: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 3 días.

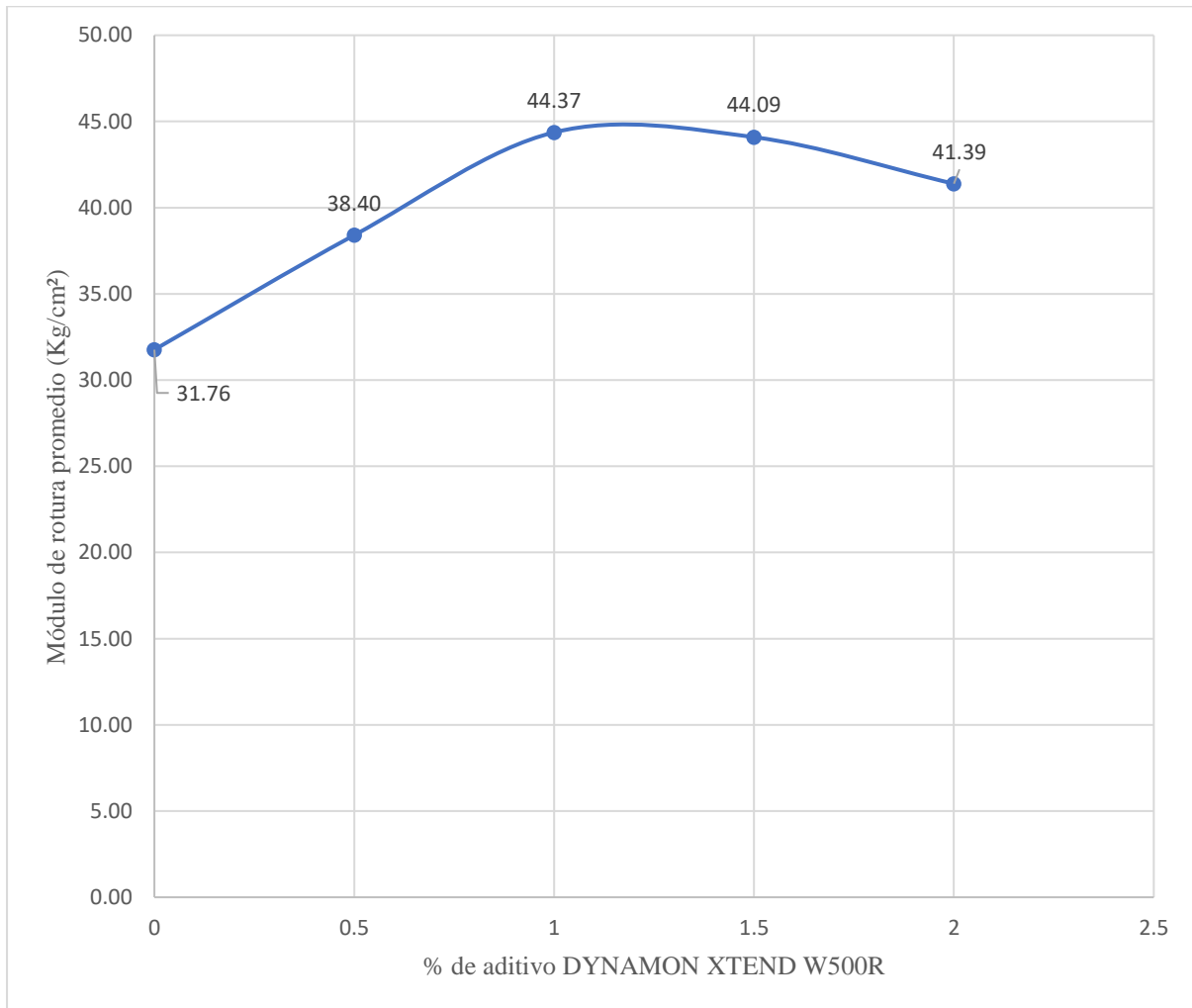


Tabla 23: Resistencia a flexión del concreto a los 5 días.

Descripción	Edad (días)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm²)	Mr promedio	Variación
0% M - 6	5	2670.00	34.61		
0% M - 7	5	2720.00	34.40		
0% M - 8	5	2680.00	33.18	34.02	
0% M - 9	5	2660.00	33.42		
0% M - 10	5	2700.00	34.51		
0.5% M - 6	5	3280.00	41.13		
0.5% M - 7	5	3400.00	40.16		
0.5% M - 8	5	3420.00	40.07	40.77	6.74
0.5% M - 9	5	3270.00	41.06		
0.5% M - 10	5	3260.00	41.42		
1% M - 6	5	3670.00	47.52		
1% M - 7	5	3780.00	46.74		
1% M - 8	5	3720.00	47.77	47.25	13.23
1% M - 9	5	3680.00	46.82		
1% M - 10	5	3700.00	47.42		
1.5% M - 6	5	3480.00	45.53		
1.5% M - 7	5	3560.00	45.33		
1.5% M - 8	5	3610.00	45.35	45.21	11.19
1.5% M - 9	5	3580.00	45.04		
1.5% M - 10	5	3560.00	44.82		
2% M - 6	5	3420.00	44.68		
2% M - 7	5	3390.00	42.90		
2% M - 8	5	3420.00	42.65	43.54	9.52
2% M - 9	5	3460.00	44.07		
2% M - 10	5	3440.00	43.42		

Figura 11: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 5 días.

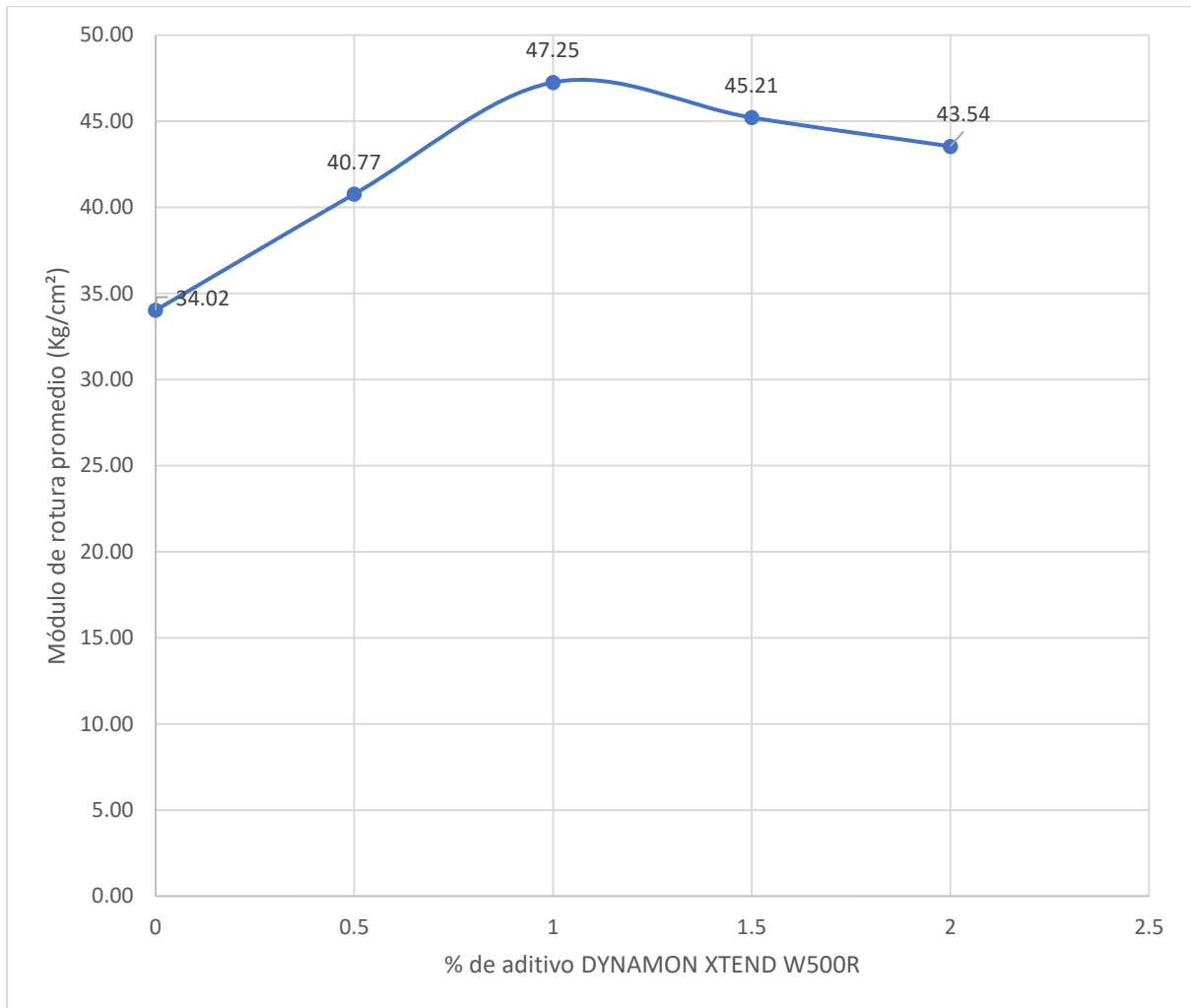


Tabla 24: Resistencia a flexión del concreto a los 7 días.

Descripción	Edad (días)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm²)	Mr promedio	Variación
0% M - 11	7	2920.00	39.05	37.53	
0% M - 12	7	2860.00	35.42		
0% M - 13	7	2940.00	37.14		
0% M - 14	7	2880.00	38.03		
0% M - 15	7	2930.00	37.99		
0.5% M - 11	7	3460.00	44.87	44.65	7.12
0.5% M - 12	7	3480.00	44.57		
0.5% M - 13	7	3440.00	43.94		
0.5% M - 14	7	3500.00	45.27		
0.5% M - 15	7	3480.00	44.59		
1% M - 11	7	3760.00	49.60	49.65	12.12
1% M - 12	7	3780.00	48.75		
1% M - 13	7	3800.00	50.01		
1% M - 14	7	3860.00	50.01		
1% M - 15	7	3810.00	49.86		
1.5% M - 11	7	3520.00	46.28	46.22	8.69
1.5% M - 12	7	3540.00	46.23		
1.5% M - 13	7	3480.00	45.95		
1.5% M - 14	7	3500.00	45.92		
1.5% M - 15	7	3550.00	46.71		
2% M - 11	7	3610.00	45.65	46.26	8.73
2% M - 12	7	3520.00	46.89		
2% M - 13	7	3480.00	45.77		
2% M - 14	7	3530.00	46.25		
2% M - 15	7	3580.00	46.74		

Figura 12: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 7 días.

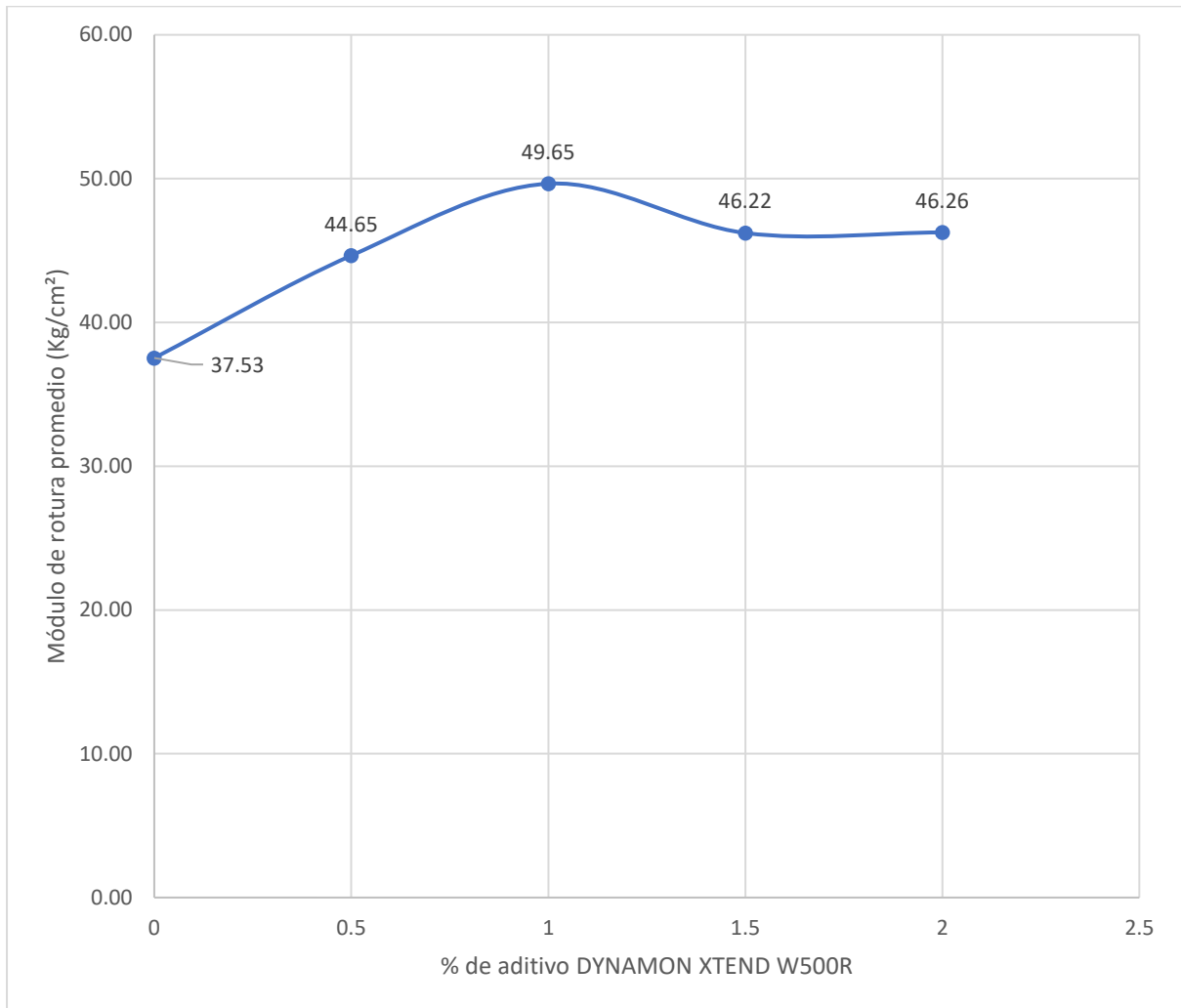
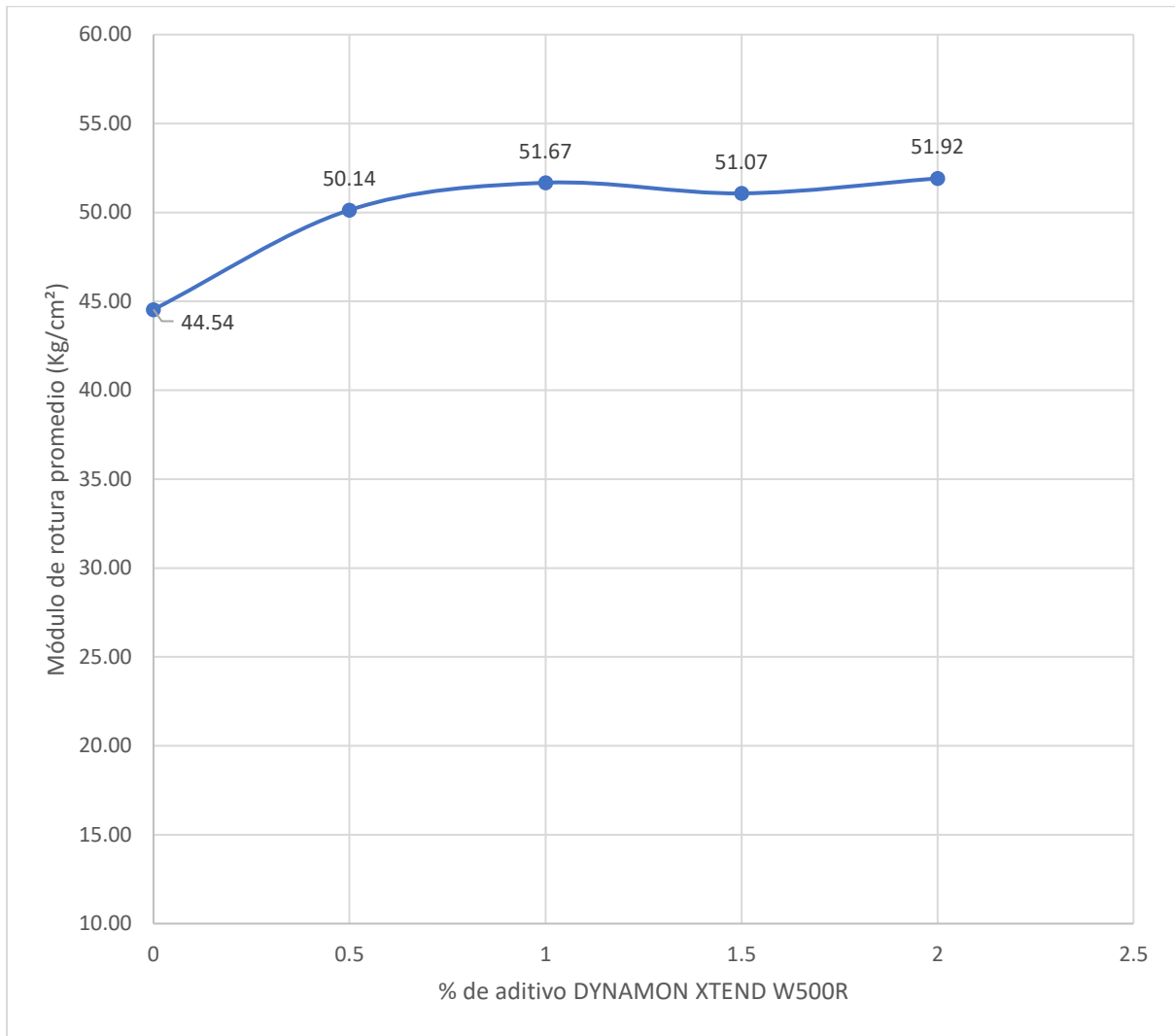


Tabla 25: Resistencia a flexión del concreto a los 28 días.

Descripción	Edad (días)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm²)	Mr promedio	Variación
0% M - 16	28	3420.00	44.22		
0% M - 17	28	3400.00	45.18		
0% M - 18	28	3460.00	44.84	44.54	
0% M - 19	28	3450.00	44.24		
0% M - 20	28	3420.00	44.23		
0.5% M - 16	28	3860.00	50.47		
0.5% M - 17	28	3820.00	50.06		
0.5% M - 18	28	3890.00	50.59	50.14	5.59
0.5% M - 19	28	3850.00	49.70		
0.5% M - 20	28	3860.00	49.86		
1% M - 16	28	4000.00	51.72		
1% M - 17	28	3980.00	52.88		
1% M - 18	28	3940.00	51.06	51.67	7.13
1% M - 19	28	3910.00	50.15		
1% M - 20	28	4010.00	52.54		
1.5% M - 16	28	4000.00	49.76		
1.5% M - 17	28	3980.00	52.73		
1.5% M - 18	28	3940.00	50.04	51.07	6.53
1.5% M - 19	28	3980.00	50.97		
1.5% M - 20	28	4010.00	51.86		
2% M - 16	28	3980.00	52.39		
2% M - 17	28	4000.00	52.99		
2% M - 18	28	3880.00	50.84	51.92	7.37
2% M - 19	28	3960.00	51.48		
2% M - 20	28	3980.00	51.87		

Figura 13: Gráfica módulo de rotura vs % de aditivo a los 28 días.



CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis y discusión de resultados de los agregados

4.1.1. Granulometría de los agregados

La distribución de las partículas de los agregados, tanto gruesos como finos, se representa mediante gráficos de curvas granulométricas. En las curvas se evidencia que los agregados cumplen con las especificaciones según las normas ASTM C33 y NTP 400.037, lo que indica una buena graduación.

Respecto al módulo de finura, se determinó un valor de 3.071. Este resultado se ajusta al intervalo especificado por la NTP 400.012, que va de 2.3 a 3.1. Dado que este valor se acerca al límite superior del rango mencionado, el agregado se puede clasificar como arena gruesa.

4.1.2. Peso específico y absorción

En la Tabla 11 se muestran los valores de la gravedad específica de la masa, el peso superficial seco saturado, el peso aparente y la absorción de los agregados finos y gruesos. Estos resultados cumplen con la norma ASTM C128, que establece que la gravedad específica de los agregados naturales debe estar dentro del rango de 2,4 a 2,9 g/cm³.

4.1.3. Peso unitario de los agregados

El agregado fino, ya sea en su forma suelta o compactada, tiene un peso unitario más alto que el agregado grueso. Esto ocurre porque las partículas más pequeñas se reorganizan con mayor facilidad. Según la Tabla 11 para el caso que se está analizando, el peso unitario en estado suelto es de 1668 kg/m³ para el agregado fino y de 1400 kg/m³ para el grueso. Cuando están compactados, los valores son 1777 kg/m³ para el agregado fino y 1505 kg/m³ para el grueso. Estos valores se ajustan a los parámetros establecidos por la norma ASTM C29, que especifica que los pesos, tanto en estado suelto como compactado, deben estar entre 1,2 Tn/m³ y 1,85 Tn/m³ (equivalente a 1200Kg/m³-1850Kg/ m³).

4.1.4. Contenido de humedad

El agregado fino presenta un nivel de humedad del 4.95%, considerablemente superior al 0,60% observado en el agregado grueso. Esta diferencia se atribuye a la mayor capacidad del agregado fino para retener agua en comparación con el agregado grueso, en consecuencia, el aporte de agua del agregado fino será mayor al del agregado grueso.

4.1.5. Partículas que pasan el tamiz N° 200

El porcentaje de partículas pequeñas que atraviesan el filtro de 75µm (N° 200) es 3.50% en el caso del agregado fino y 0,40% para el agregado grueso. Estos resultados cumplen con los estándares normativos, que establecen un máximo del 5% para el agregado fino y menos del 1% para el agregado grueso.

4.1.6. Abrasión del agregado grueso

El agregado grueso presenta un desgaste del 27%, lo cual está dentro de los límites permitidos según la NTP 400.037. Esta norma establece que, al evaluar el desgaste del agregado grueso con el método de Los Ángeles, el valor debe ser menor al 50%. Por lo tanto, el material cumple con las especificaciones.

4.2. Análisis y discusión de resultados de la mezcla de concreto.

Las Tablas 12, 13, 14, 15, 16 y 17 muestran la composición de materiales para un metro cúbico de concreto, la variación de los pesos del agregado fino y del agregado grueso se debe a que el aditivo se utilizó como adición de un porcentaje de cemento. Estas tablas incluyen información tanto de los componentes secos del diseño original como de aquellos ajustados por humedad y con la adición de aditivo Dynamon Xtend W500R en porcentaje del peso del cemento. El concreto fue diseñado utilizando el método ACI para alcanzar una resistencia de 280 Kg/cm².

La cantidad de cada material se calcula basándose en las propiedades de los agregados, determinadas mediante pruebas de laboratorio. Además, la formulación se vio influenciada por el uso específico de cemento Portland tipo I en este estudio. Es importante señalar que estas proporciones no son universalmente aplicables, ya que otros materiales con características distintas podrían requerir dosificaciones diferentes.

4.3. Análisis y discusión de resultados del concreto endurecido.

4.3.1. Resistencia a la compresión del concreto

Las tablas 18, 19, 20 y 21 presentan la resistencia a la compresión del concreto a los 3, 5, 7 y 28 días respectivamente, donde se puede evidenciar el incremento de resistencia para cada porcentaje de aditivo utilizado, esto se debe a la reducción de agua que se tiene debido a las propiedades del aditivo superplastificante.

El mayor incremento de la resistencia se obtiene con los porcentajes de 1% para 3 y 5 días y 1.5% para edades de 7 y 28 días.

Tabla 26: Resistencia a compresión promedio e incremento según el porcentaje de aditivo.

	3		5		7		28	
	Kg/cm²	%Incr	Kg/cm²	%Incr	Kg/cm²	%Incr	Kg/cm²	%Incr
0%	154.22	-	185.11	-	215.81	-	308.73	-
0.50%	265.45	39.72	314.41	57.21	379.42	80.43	484.71	118.03
1%	371.62	77.64	424.45	96.51	493.47	121.16	548.42	140.79
1.50%	364.03	74.93	382.80	81.63	493.90	121.31	583.25	153.22
2%	249.76	34.12	302.72	53.04	361.66	74.08	436.52	100.82

4.3.2. Resistencia a la flexión del concreto

Las tablas 22, 23, 24 y 25 presentan la resistencia a flexión o módulo de rotura del concreto a los 3, 5, 7 y 28 días respectivamente, donde se puede evidenciar el incremento de resistencia para cada porcentaje de aditivo utilizado, esto se debe a la reducción de agua que se tiene debido a las propiedades del aditivo superplastificante. El mayor incremento de la resistencia se obtiene con los porcentajes de 1% y 1.5% en todas las edades utilizadas en la investigación.

Tabla 27: Resistencia a flexión promedio e incremento según el porcentaje de aditivo

	3		5		7		28	
	Kg/cm²	Incr	Kg/cm²	Incr	Kg/cm²	Incr	Kg/cm²	Incr
0%	31.76	-	34.02	-	37.53	-	44.54	-
0.50%	38.40	6.64	40.77	9.01	44.65	12.89	50.14	18.37
1%	44.09	12.33	47.25	15.49	49.65	17.89	51.67	19.91
1.50%	44.09	12.33	45.21	13.45	46.22	14.45	51.07	19.31
2%	41.39	9.63	43.54	11.78	46.26	14.50	51.92	20.15

4.3.3. Contrastación de la hipótesis.

La influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R en la resistencia de un concreto $f'c=280$ Kg/cm² ensayado a edades tempranas en más del 10% se cumple para la resistencia a compresión en todos los porcentajes de aditivo utilizado, para la resistencia a flexión existe un incremento mayor al 10% para los porcentajes de 1% y 1.5% a las edades de 3, 5 y 7 días con respecto al concreto patrón.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

La presente investigación concluye lo siguiente:

- El aditivo Dynamon Xtend W500R influye de manera positiva debido a que incrementa la resistencia mecánica del concreto $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ ensayado a edades tempranas y comprobado a los 28 días donde el concreto teóricamente alcanza su mayor resistencia.
- La resistencia a compresión de un concreto $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$, bajo la influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R en porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% ensayado a edades de 3, 5, 7 y 28 días detalladas en la Tabla 26 muestran incrementos de resistencia entre 34.12 y 99.32% para mayor detalle véase las Tablas 18, 19, 20 y 21.
- La resistencia a flexión de un concreto $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$, bajo la influencia del aditivo Dynamon Xtend W500R en porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% ensayado a edades de 3, 5, 7 y 28 días detalladas en la Tabla 27 muestran incrementos de resistencia entre 6.64 y 20.15Kg/cm² para mayor detalle véase las Tablas 22, 23, 24 y 25.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios para concreto con agregados que provengan de otra fuente o de otro tipo de canteras.
- Se recomienda el uso de aditivo con cementos adicionados ya que en la presente investigación solo se utilizó cemento portland tipo I.
- Se recomienda agregar el agua a la mezcla poco a poco ya que el aditivo llega a reducir porcentajes de 10 a 40% de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 318-23. (2023). *"Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary"*. Farmington Hills, MI.
- Alvarez, A. (2020, 04 21). *Clasificación de las investigaciones*. Lima: Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales. Retrieved from <https://repositorio.ulima.edu.pe>
- ASTM C 494/ C494 M - 17. (2017). *Especificación estándar para aditivos químicos para concreto*. Pensilvania: ASTM International.
- ASTM C33 / C33M – 18. (2018). *Especificación estándar para agregados de concreto*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM C39 / C39M – 20. (2020). *Prueba estándar para la resistencia a compresión de probetas colindricas de concreto*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- Bernal, D. (2017). *Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes. [Tesis Posgrado]*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bustamante, M. (2018). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium c 313*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cerdán, H. (2023). *Influencia de la adición de viruta de aluminio en la resistencia mecánica de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cordero Estévez, G. D. (2019). *"Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI"*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- García, J. M. (2020). *"Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Viruta de Aluminio Secundario"*. Lambayeque: Universidad Señor de Sipán Lambayeque Pimentel Perú.
- Hongya Zong, Y. W. (2023). The role of ultra-fine supplementary cementitious materials in the durability and microstructure of airport pavement concrete. *Construction and Building Materials*, 2-8.
- Huamán, E., & Llanos, L. (2019). *Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament® - 290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos, Lambayeque. 2018*. Lambayeque - Perú: Universidad Señor de Sipán.
- I. Aiad, A. A.-S.-E.-E. (2017). "Efecto de algunos superplastificantes preparados (a base de ciclohexanona) sobre la resistencia a la compresión y las propiedades fisicoquímicas de las pastas de cemento para pozos petrolíferos". *Revista Egipcia del Petróleo.*, 843-850.
- Kosmatka, S., & Kerkhoff, B. (2016). *Design and Control of Concrete Mixtures (16th ed.)*. USA: Portland Cement Association.
- Lezama Leiva, J. (2013). *Notas de Tecnología de Concreto*. Cajamarca.

- M. Benaicha, A. H. (2019). "Efecto de la dosificación del superplastificante en el hormigón autocompactante: correlación entre reología y resistencia". *Revista de investigación y tecnología de materiales*, 2063-2069.
- Malpartida, O. (2018). *"Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales"*. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Matallana, R. (2020). El Concreto Fundamentos y Nuevas Tecnologías. *NATIONAL GEOGRAPHIC*, 66.
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2017). *Diseño de Concreto reforzado (10ma ed.)*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Mehta, P., & Monteiro, P. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials (4th ed.)*. USA: McGraw-Hill Education.
- Meléndez, A. (2016). Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso fino) para un diseño de mezcla $F'_{C} = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Huaraz-2016. Perú: Universidad San Pedro Huaraz.
- MTC. (2013). *Manual de carreteras - Suelo, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima - Perú: MTC.
- Neville, A. (2011). *Properties of Concrete (5th ed.)*. USA: Pearson Education Limited.
- Niño, J. R. (2014). *Tecnología del concreto Tomo 1: Materiales, propiedades y diseño de mezclas*. (3.^a ed.). Bogotá, Colombia: Asocreto.
- NTP 339.047:23. (2023). *CONCRETO. Definiciones y terminología relativa al concreto y agregados*. 5^o Edición. Lima.
- NTP - 339.088:19. (2019). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland*. Lima, Perú.
- NTP 334.009. (2020). *INACAL . CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos*. Lima.
- NTP 339.034. (2021). *INACAL. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. (4ta. ed.). Lima. Perú.
- NTP 339.046. (2013). *INDECOPI. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)* (2da. ed.). Lima, Perú.
- NTP 339.047. (2019). *INACAL. CONCRETO. Definiciones y Terminología relativas al concreto y agregados* (3ra. ed.). Lima, Perú.
- NTP 339.185. (2013). *INDECOPI. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado* (2da. ed.). Lima, Perú.
- NTP 400.011. (2020). *INDECOPI. AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones*. Lima.

- NTP 400.017. (2011). *INDECOPI. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados* (3ra. ed.). Lima, Perú.
- NTP 400.022:18. (2018). *Método de ensayo normalizado para la densidad y densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú.
- NTP 400.037. (2018). *INACAL. AGREGADOS. Agregados para el Concreto. Requisitos. (4ta Edición)*. Lima.
- Pacsi Catacora, R. A. (2018). Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz N° 200(ASTM), elaborados en la ciudad de Puno. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Pasquel, E. (1998). *"Tópicos de tecnología del concreto"*. Lima-Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Plank, J. e. (2023). "Chemical admixtures — Chemistry, applications and their impact on concrete microstructure and durability.". *Cement and Concrete Research*, 154.
- Rafael, A. (2023). *Curva de correlación entre la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm² y el porcentaje de material menor a 75 µm del agregado fino*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Rivva Lopez, E. (2004). *Naturaleza y Materiales del concreto* (3.^a ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva Lopez, E. (2015). *Diseño de Mezclas* (3.^a ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva, E. (2008). *"Materiales para el concreto"*. Lima, Perú: Fondo editorial ICG.
- Sanchez de Guzman, D. (2016). *Tecnología del concreto y del mortero* (5° ed.). Santa Fe de Bogota, Colombia: Bhandar Editores LTDA.

ANEXOS

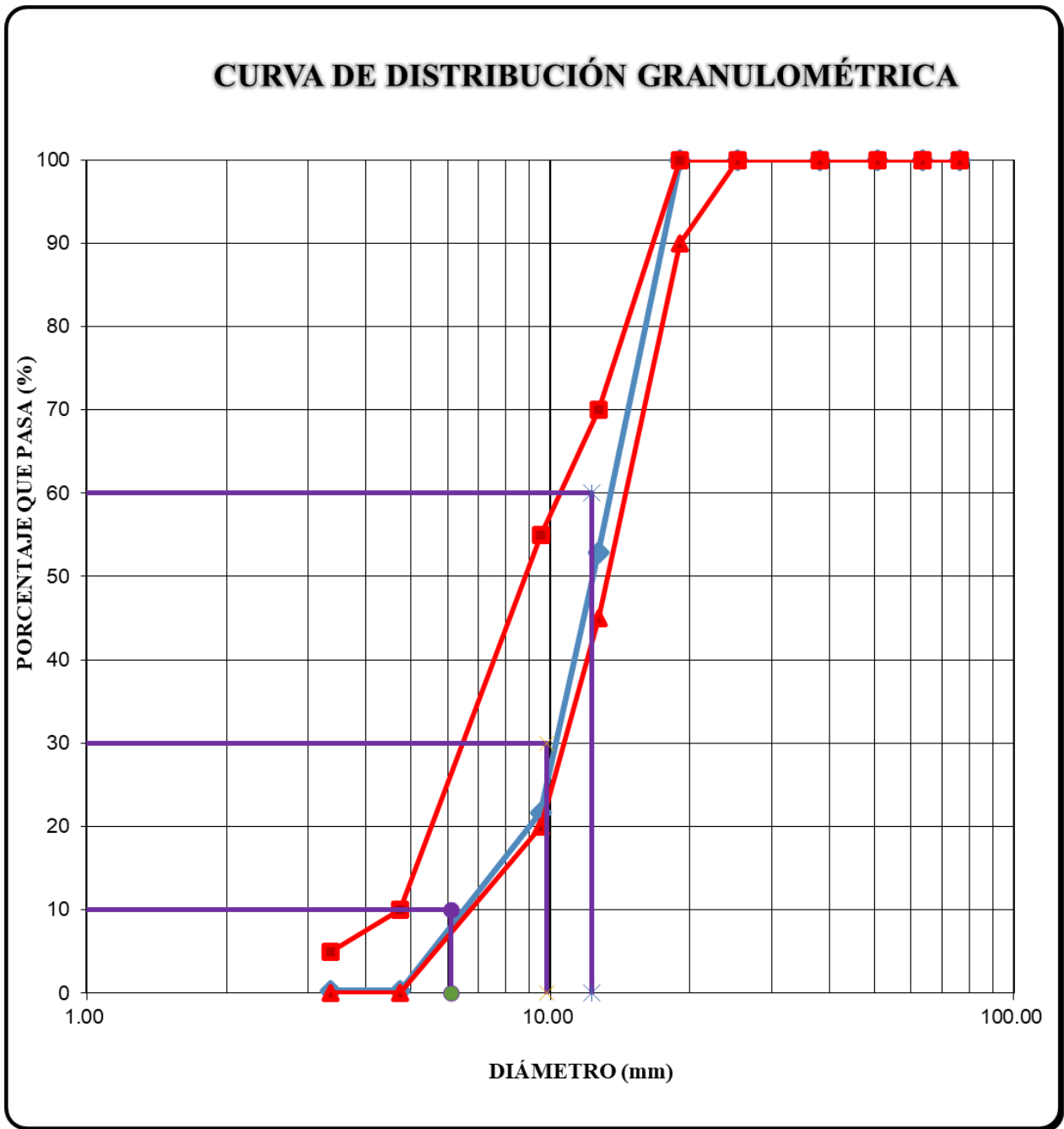
ANEXO 1: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS DE RIO CANTERA “HNOS ALAYA”

1. AGREGADO GRUESO

Tabla 28: Análisis granulométrico del agregado grueso: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202.

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
Nº	Abertura (mm)				
1/2"	12.70	2357.00	47.14	47.14	52.86
3/8"	9.53	1561.00	31.22	78.36	21.64
Nº4	4.75	1068.00	21.36	99.72	0.28
Cazoleta	--	14.00	0.28	100.00	0.00
TOTAL =		5000.00			
MÓDULO DE FINURA =				6.767	

Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso



D60 =	12.30	D30 =	9.80	D10 =	6.10
Cu =	2.02	Cc =	1.28		

Tabla 29: Peso específico del agua

Descripción	Peso	Unidades
Peso de la fiola	166.00	g
Peso de la fiola +agua	664.50	g
Volumen de la fiola	500.00	cm ³
Peso específico	0.997	g/cm ³
P.e	997.00	Kg/m ³

Tabla 30: Factor de calibración (f) del agregado grueso ASTM C29 / NTP 400.017.

Descripción	Peso	Unidades
Peso del Molde	4206.00	g
Peso del Molde +Agua	14013.00	g
Peso Agua	9.81	Kg
f	101.66	l/m ³

Tabla 31: Peso unitario suelto agregado grueso (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	4206.00	4206.00	4206.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	17963.00	17983.00	17992.00	
Peso de la muestra suelta	g	13757.00	13777.00	13786.00	
Factor (f)	l/m ³	101.662	101.662	101.662	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1.399	1.401	1.402	1.400
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1399	1401	1402	1400

Tabla 32: Peso unitario compactado agregado grueso (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	4206.00	4206.00	4206.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	g	19013.00	19026.00	19001.00	
Peso de la muestra suelta	g	14807.00	14820.00	14795.00	
Factor (f)		101.662	101.662	101.662	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1.505	1.507	1.504	1.505
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1505	1507	1504	1505

Tabla 33: Peso específico agregado grueso - ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	2638.00	2638.00	2637.00	
Peso de canastilla sumergida	g	776.00	776.00	776.00	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	2967.70	2968.10	2967.90	
Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1862.00	1862.00	1861.00	
Peso Específico de Masa	g/cm³	2.608	2.608	2.606	2.610
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/cm³	2.636	2.636	2.634	2.640
Peso Específico de Aparente	g/cm³	2.684	2.683	2.681	2.680

Tabla 34: Absorción (%) Agregado Grueso - ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	2967.70	2968.10	2967.90	
Absorción (%)	%	1.088	1.075	1.082	1.100

Tabla 35: Contenido de humedad (%) agregado grueso – A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	56.00	59.00	56.00	
Peso del Recipiente + muestra Humedad	g	1511.00	1621.00	1524.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	1502.00	1611.00	1516.00	
Contenido de Humedad	W %	0.62	0.64	0.55	0.60

Tabla 36: Ensayo de abrasión agregado grueso - / NTP 400.019 / ASTM C 702 / MTC E 207.

Gradación	Equipo Mecánico	Nº de Esferas	Velocidad (rev./mim)	Nº de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (g.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500.00	3/4"	5000.00
Nº DE ENSAYOS				1º	2º	3º
Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla Nº 12 Lavado y secado al horno en (g)				3647	3659	3618
% Desg. = ((Pi -Pf) / Pi) x 100				27.06	26.82	27.64
Abrasión % Desgaste Promedio					27.00	

Tabla 37: Ensayo partículas < N° 200 para el agregado grueso.

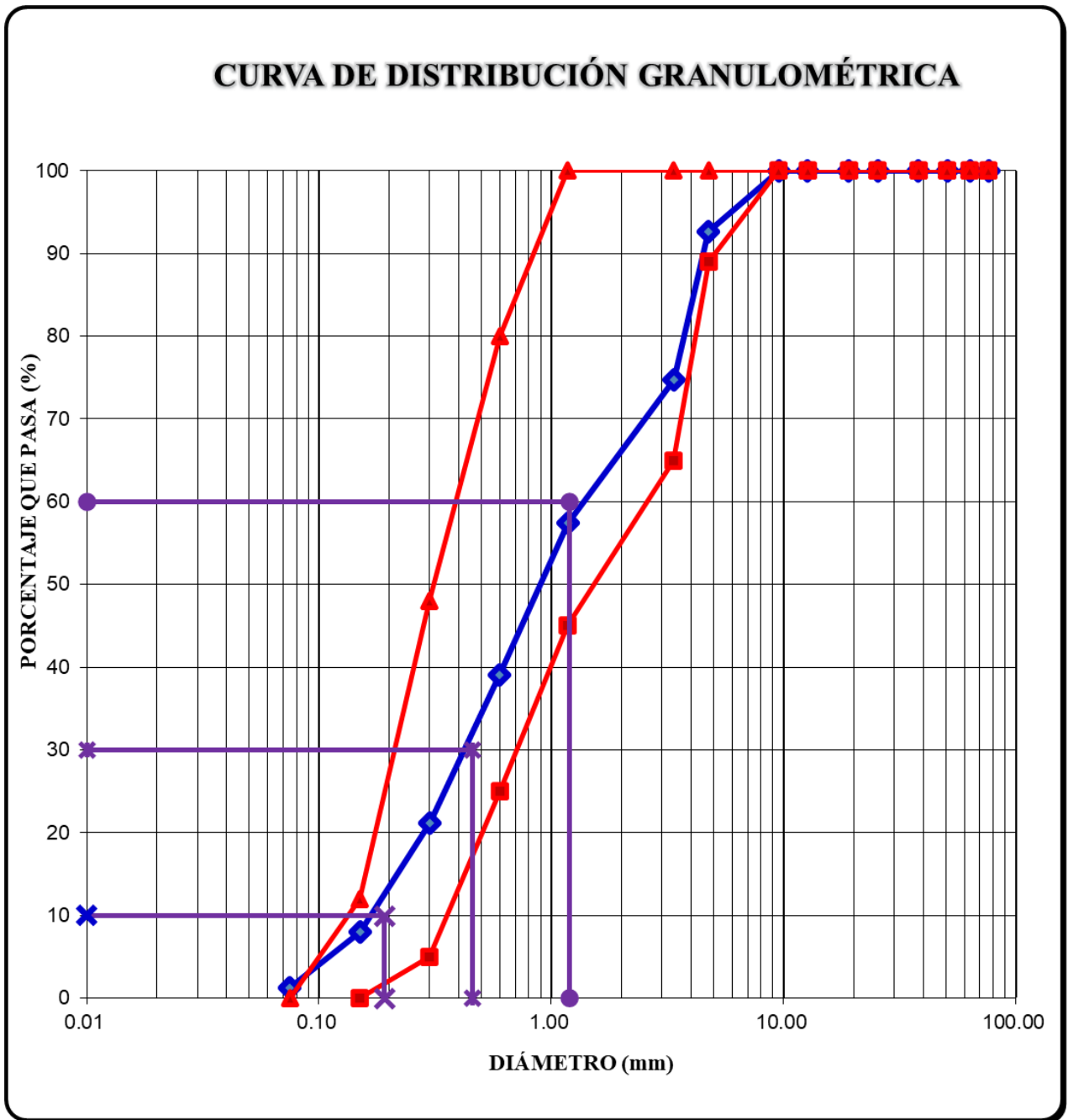
Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	g	1500.00	1500.00	1500.00	
Peso de la muestra Lavada	g	1494.10	1493.90	1494.60	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	5.90	6.10	5.40	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0.393%	0.407%	0.360%	0.40%

2. AGREGADO FINO

Tabla 38: Análisis Granulométrico del Agregado fino: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012/AASHTO T- 27/ MTC E 202.

Peso Seco Inicial		1500			
Nº	Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
	Abertura (mm)				
Nº4	4.75	111.00	7.40	7.40	92.60
Nº8	3.36	268.00	17.87	25.27	74.73
N 16	1.18	259.00	17.27	42.53	57.47
N 30	0.60	277.00	18.47	61.00	39.00
N 50	0.30	268.00	17.87	78.87	21.13
N 100	0.15	197.00	13.13	92.00	8.00
N 200	0.075	102.00	6.80	98.80	1.20
Cazoleta	--	18.00	1.20	100.00	0.00
TOTAL =		1500.00			
MÓDULO DE FINURA =				3.071	

Figura 15: Curva granulométrica de agregado fino.



D60 =	1.20	D30 =	0.46	D10 =	0.19
Cu =	6.32	Cc =	0.93		

Tabla 39: Factor de calibración (f) del agregado fino - ASTM C29 / NTP 400.017.

Descripción	Peso	unidades
Peso del Molde	3875	g
Peso del Molde +Agua	6748	g
Peso Agua	2.873	kg
f	347.02	1/m ³

Tabla 40: Peso unitario suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3875.00	3875.00	3875.00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	8692.00	8685.00	8664.00	
Peso de la muestra suelta	g	4817.00	4810.00	4789.00	
Factor (f)	1/m ³	347.024	347.024	347.024	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1.672	1.669	1.662	1.668
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1672	1669	1662	1668

Tabla 41: Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205).

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3875.00	3875.00	3875.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	g	9001.00	8992.00	8998.00	
Peso de la muestra suelta	g	5126.00	5117.00	5123.00	
Factor (f)	1/m ³	347.024	347.024	347.024	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1.779	1.776	1.778	1.777
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1779	1776	1778	1777

Tabla 42: Peso Específico /NTP 400.022/ A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola	g	166.00	166.00	166.00	
Peso de la fiola +agua hasta menisco	g	664.50	664.50	664.50	
peso de la fiola +agua + muestra	g	976.90	977.40	977.10	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	492.75	492.65	492.58	
volumen de agua añadida al frasco (g)	g	310.90	311.40	311.10	
Peso Específico de Masa	g/m³	2.606	2.612	2.608	2.610
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m³	2.644	2.651	2.647	2.650
Peso Específico de Aparente	g/m³	2.710	2.718	2.714	2.710

Tabla 43: Absorción (%) / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	g	492.75	492.65	492.58	
Absorción (%)	%	1.471	1.492	1.506	1.500

Tabla 44: Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	57.00	56.00	59.00	
Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	770.00	806.00	612.00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	736.00	771.00	586.00	
Contenido de Humedad	W %	5.01	4.90	4.93	4.95

Tabla 45: Ensayo Partículas < N° 200 para el Agregado Fino

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	g	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra Lavada	g	482.14	481.74	483.11	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	17.86	18.26	16.89	
Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	3.572%	3.652%	3.378%	3.50%

ANEXO 2: DISEÑO DE MEZCLA

A. CEMENTO (ASTM C 150/NTP 339.009)

Tipo: Pacasmayo Portland Tipo I

Peso específico: 3.09 gr/cm³

B. PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO: Hnos Alaya- Rio Mashcon-Cajamarca

AGREGADO GRUESO: Hnos Alaya- Rio Mashcon-Cajamarca

B.1. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

PROPIEDADES	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal			3/4"	
Peso específico de masa	2.610	g/cm ³	2.610	g/cm ³
Peso específico saturado superficialmente seco	2.650	g/cm ³	2.640	g/cm ³
Peso específico aparente	2.710	g/cm ³	2.680	g/cm ³
Peso unitario suelto	1668	Kg/m ³	1400	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1777	Kg/m ³	1505	Kg/m ³
Contenido de humedad (%)	4.945		0.605	
Absorción (%)	1.500		1.100	
Módulo de finura	3.071		6.767	
Abrasión (%)	...		27.00	
% Que pasa malla n° 200	3.500		0.400	

C. PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO

- Diseño del concreto Patrón

$$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$TMN = \frac{1}{2}''$$

$$SLUMP = 3'' - 4'' \text{ (Consistencia plástica)}$$

$$\text{Volumen de agua} = 216 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aire total} = 2\%$$

$$\text{Relación a/c} = 0.716$$

$$\text{Factor cemento} = 301.68 \text{ Kg/m}^3 \text{ (7.10 Bolsas)}$$

Determinación de volúmenes

Cemento =	0.097631	
Agua de mezclado =	0.216	
Aire (%) =	0.02	
Suma =	0.333631	
Volumen de agregados =	0.666369	
Agregado fino seco =	872.00	Kg/m ³
Agregado grueso seco =	867.00	Kg/m ³

Materiales de diseño

Cemento	301.7	Kg
Agua de diseño	216.00	Lt
Agregado fino seco	872.00	Kg
Agregado grueso seco	867.00	Kg
Aire total	2.00	%

Aporte de agua de los agregados

Aporte agregado fino=	30.04
Aporte agregado grueso=	-4.29
Total =	25.75

Materiales de diseño corregidos por humedad

Cemento	301.7	Kg
Agua efectiva	190.2	Lt
Agregado fino húmedo	915.00	Kg
Agregado grueso húmedo	872.00	Kg
Aire total	2.00	%

Proporción en peso

Cemento =	1	
A. Fino =	3.03	
A. Grueso =	2.89	
Agua =	26.80	(lt / bolsa)

Proporción en volumen

Cemento =	1	
A. Fino =	2.60	
A. Grueso =	3.08	
Agua =	26.80	(lt / bolsa)

- **Diseño del concreto con adición del 0.5% de aditivo.**

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

TMN= 1/2''

SLUMP= 3'' – 4'' (Consistencia plástica)

Volumen de agua= 216 Lt/m³

Aire total= 2%

Relación a/c= 0.716

Factor cemento= 301.68 Kg/m³ (7.10 Bolsas)

Determinación de volúmenes

Cemento =	0.097631	
Aditivo =	0.001397	
Agua de mezclado =	0.216	
Aire (%) =	0.02	
Suma =	0.335027	
Volumen de agregados =	0.664973	
Agregado fino seco =	870.00	Kg/m ³
Agregado grueso seco =	865.00	Kg/m ³

Materiales de diseño

Cemento	301.7	Kg
Aditivo	1.397	Lt
Agua de diseño	216.00	Lt
Agregado fino seco	870.00	Kg
Agregado grueso seco	865.00	Kg
Aire total	2.00	%

Aporte de agua de los agregados

Aporte agregado fino=	29.97
Aporte agregado grueso=	-4.28
Total =	25.69

Materiales de diseño corregidos por humedad

Cemento	301.7	Kg
Aditivo	1.397	Lt
Agua efectiva	190.3	Lt
Agregado fino húmedo	913.00	Kg
Agregado grueso húmedo	870.00	Kg

Aire total 2.00 %

Proporción en peso

Cemento = 1
Aditivo = 197 cm³/bolsa
A. Fino = 3.03
A. Grueso = 2.88
Agua = 26.81 (lt / bolsa)

Proporción en volumen

Cemento = 1
Aditivo = 197 cm³/bolsa
A. Fino = 2.60
A. Grueso = 3.07
Agua = 26.81 (lt / bolsa)

- **Diseño del concreto con adición del 1% de aditivo.**

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

TMN = 1/2''

SLUMP = 3'' – 4'' (Consistencia plástica)

Volumen de agua = 216 Lt/m³

Aire total = 2%

Relación a/c = 0.716

Factor cemento = 301.68 Kg/m³ (7.10 Bolsas)

Determinación de volúmenes

Cemento = 0.097631
Aditivo = 0.002793
Agua de mezclado = 0.216
Aire (%) = 0.02
Suma = 0.336423
Volumen de agregados = 0.663577
Agregado fino seco = 868.00 Kg/m³
Agregado grueso seco = 864.00 Kg/m³

Materiales de diseño

Cemento 301.7 Kg
Aditivo 2.793 Lt

Agua de diseño	216.00	Lt
Agregado fino seco	868.00	Kg
Agregado grueso seco	864.00	Kg
Aire total	2.00	%

Aporte de agua de los agregados

Aporte agregado fino=	29.91
Aporte agregado grueso=	-4.28
Total =	25.63

Materiales de diseño corregidos por humedad

Cemento	301.7	Kg
Aditivo	2.793	Lt
Agua efectiva	190.3	Lt
Agregado fino húmedo	911.00	Kg
Agregado grueso húmedo	869.00	Kg
Aire total	2.00	%

Proporción en peso

Cemento =	1	
Aditivo =	393	cm ³ /bolsa
A. Fino =	3.02	
A. Grueso =	2.88	
Agua =	26.82	(lt / bolsa)

Proporción en volumen

Cemento =	1	
Aditivo =	393	cm ³ /bolsa
A. Fino =	2.60	
A. Grueso =	3.07	
Agua =	26.82	(lt / bolsa)

- **Diseño del concreto con adición del 1.5% de aditivo.**

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

TMN= 1/2''

SLUMP= 3'' – 4'' (Consistencia plástica)

Volumen de agua= 216 Lt/m³

Aire total= 2%

Relación a/c= 0.716

Factor cemento= 301.68 Kg/m³ (7.10 Bolsas)

Determinación de volúmenes

Cemento =	0.097631	
Aditivo =	0.00419	
Agua de mezclado =	0.216	
Aire (%) =	0.02	
Suma =	0.337820	
Volumen de agregados =	0.662180	
Agregado fino seco =	867.00	Kg/m ³
Agregado grueso seco =	862.00	Kg/m ³

Materiales de diseño

Cemento	301.7	Kg
Aditivo	4.190	Lt
Agua de diseño	216.00	Lt
Agregado fino seco	867.00	Kg
Agregado grueso seco	862.00	Kg
Aire total	2.00	%

Aporte de agua de los agregados

Aporte agregado fino=	29.87
Aporte agregado grueso=	-4.27
Total =	25.60

Materiales de diseño corregidos por humedad

Cemento	301.7	Kg
Aditivo	4.190	Lt
Agua efectiva	190.4	Lt
Agregado fino húmedo	910.00	Kg
Agregado grueso húmedo	867.00	Kg

Aire total 2.00 %

Proporción en peso

Cemento = 1
Aditivo = 590 cm³/bolsa
A. Fino = 3.02
A. Grueso = 2.87
Agua = 26.82 (lt / bolsa)

Proporción en volumen

Cemento = 1
Aditivo = 393 cm³/bolsa
A. Fino = 2.60
A. Grueso = 3.06
Agua = 26.82 (lt / bolsa)

- **Diseño del concreto con adición del 2% de aditivo.**

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

TMN= ½''

SLUMP= 3'' – 4'' (Consistencia plástica)

Volumen de agua= 216 Lt/m³

Aire total= 2%

Relación a/c= 0.716

Factor cemento= 301.68 Kg/m³ (7.10 Bolsas)

Determinación de volúmenes

Cemento = 0.097631
Aditivo = 0.005587
Agua de mezclado = 0.216
Aire (%) = 0.02
Suma = 0.339217
Volumen de agregados = 0.660783
Agregado fino seco = 865.00 Kg/m³
Agregado grueso seco = 860.00 Kg/m³

Materiales de diseño

Cemento 301.7 Kg

Aditivo	5.587	Lt
Agua de diseño	216.00	Lt
Agregado fino seco	865.00	Kg
Agregado grueso seco	860.00	Kg
Aire total	2.00	%

Aporte de agua de los agregados

Aporte agregado fino=	29.80
Aporte agregado grueso=	-4.26
Total =	25.54

Materiales de diseño corregidos por humedad

Cemento	301.7	Kg
Aditivo	5.587	Lt
Agua efectiva	190.4	Lt
Agregado fino húmedo	908.00	Kg
Agregado grueso húmedo	865.00	Kg
Aire total	2.00	%

Proporción en peso

Cemento =	1	
Aditivo =	787	cm ³ /bolsa
A. Fino =	3.01	
A. Grueso =	2.87	
Agua =	26.83	(lt / bolsa)

Proporción en volumen

Cemento =	1	
Aditivo =	787	cm ³ /bolsa
A. Fino =	2.60	
A. Grueso =	3.06	
Agua =	26.82	(lt / bolsa)

ANEXO 3 RESISTENCIA DEL CONCRETO

A. RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA 3, 5, 7 Y 28 DIAS

Tabla 46: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0% de aditivo	M - 1	3	15.09	15.09	15.09	178.84	272.82	155.56	5
	M - 2		15.09	15.07	15.08	178.60	269.71	153.99	5
	M - 3		15.06	15.05	15.06	178.01	271.99	155.81	5
	M - 4		15.12	15.07	15.10	178.96	266.18	151.67	3
	M - 5		15.05	15.10	15.08	178.49	269.73	154.10	5
Resistencia Media							154.224	Kg/cm ²	
Rango Muestral							4.135	Kg/cm ²	
Varianza							2.174		
Desviación Estándar							1.474		
Coeficiente de Variación							0.956	%	

Tabla 47: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0.5% de aditivo	M - 1	3	15.04	15.02	15.03	177.42	463.71	266.51	3
	M - 2		15.11	15.13	15.12	179.55	458.79	260.56	3
	M - 3		15.11	15.11	15.11	179.30	461.83	262.65	5
	M - 4		15.08	15.02	15.05	177.89	473.01	271.14	3
	M - 5		15.12	15.06	15.09	178.84	467.24	266.41	5
Resistencia Media							265.453	Kg/cm ²	
Rango Muestral							10.581	Kg/cm ²	
Varianza							13.240		
Desviación Estándar							3.639		
Coeficiente de Variación							1.371	%	

Tabla 48: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1% de aditivo	M - 1	3	14.96	15.02	14.99	176.42	655.82	379.07	3
	M - 2		15.01	15.14	15.08	178.53	640.81	366.01	3
	M - 3		15.05	15.04	15.04	177.73	648.59	372.13	3
	M - 4		15.09	14.98	15.04	177.54	650.21	373.45	5
	M - 5		15.12	15.03	15.08	178.49	643.18	367.46	3
Resistencia Media								371.624	Kg/cm ²
Rango Muestral								13.060	Kg/cm ²
Varianza								21.582	
Desviación Estándar								4.646	
Coeficiente de Variación								1.250	%

Tabla 49: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1.5% de aditivo	M - 1	3	15.18	15.16	15.17	180.74	642.18	362.31	5
	M - 2		15.17	15.18	15.18	180.86	639.48	360.55	3
	M - 3		15.12	15.14	15.13	179.79	648.39	367.75	3
	M - 4		15.12	15.15	15.14	179.91	645.13	365.66	5
	M - 5		15.09	15.06	15.08	178.49	636.96	363.91	3
Resistencia Media								364.032	Kg/cm ²
Rango Muestral								7.201	Kg/cm ²
Varianza								6.317	
Desviación Estándar								2.513	
Coeficiente de Variación								0.690	%

Tabla 50: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
2% de aditivo	M - 1	3	15.00	14.99	14.99	176.56	439.94	254.08	3
	M - 2		14.88	14.97	14.93	174.99	430.36	250.79	5
	M - 3		14.94	15.03	14.98	176.33	428.87	248.02	5
	M - 4		15.03	15.08	15.06	178.01	428.36	245.38	3
	M - 5		14.98	15.04	15.01	176.95	434.73	250.52	3
Resistencia Media								249.760	Kg/cm ²
Rango Muestral								8.705	Kg/cm ²
Varianza								8.510	
Desviación Estándar								2.917	
Coeficiente de Variación								1.168	%

Tabla 51: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0% de aditivo	M - 6	5	15.01	15.08	15.04	177.74	319.45	183.27	3
	M - 7		14.98	15.04	15.01	176.84	326.71	188.39	5
	M - 8		15.06	15.01	15.03	177.52	320.54	184.13	3
	M - 9		15.08	14.99	15.04	177.54	320.92	184.32	5
	M - 10		15.12	15.07	15.10	178.96	325.47	185.45	3
Resistencia Media								185.113	Kg/cm ²
Rango Muestral								5.116	Kg/cm ²
Varianza								3.164	
Desviación Estándar								1.779	
Coeficiente de Variación								0.961	%

Tabla 52: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0.5% de aditivo	M - 6		15.13	15.17	15.15	180.20	552.65	312.74	3
	M - 7		15.01	15.04	15.02	177.21	553.63	318.58	3
	M - 8	5	15.09	15.06	15.08	178.53	545.27	311.44	5
	M - 9		15.11	15.07	15.09	178.84	542.18	309.14	3
	M - 10		15.05	14.99	15.02	177.19	556.33	320.17	3
Resistencia Media								314.414	Kg/cm ²
Rango Muestral								11.032	Kg/cm ²
Varianza								17.986	
Desviación Estándar								4.241	
Coeficiente de Variación								1.349	%

Tabla 53: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1% de aditivo	M - 6		15.05	15.08	15.06	178.19	741.87	424.55	3
	M - 7		14.98	15.14	15.06	178.07	752.83	431.10	3
	M - 8	5	15.19	15.09	15.14	179.97	734.90	416.40	5
	M - 9		15.13	15.11	15.12	179.55	744.17	422.63	3
	M - 10		15.09	15.06	15.08	178.49	748.39	427.57	5
Resistencia Media								424.449	Kg/cm ²
Rango Muestral								14.704	Kg/cm ²
Varianza								24.423	
Desviación Estándar								4.942	
Coeficiente de Variación								1.164	%

Tabla 54: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1.5% de aditivo	M - 6	5	14.97	14.95	14.96	175.71	654.96	380.09	5
	M - 7		14.93	15.09	15.01	176.91	670.89	386.69	5
	M - 8		15.02	14.94	14.98	176.21	661.99	383.09	5
	M - 9		15.06	15.09	15.08	178.49	668.19	381.75	3
	M - 10		15.08	15.03	15.06	178.01	667.48	382.36	5
Resistencia Media								382.797	Kg/cm ²
Rango Muestral								6.603	Kg/cm ²
Varianza								4.779	
Desviación Estándar								2.186	
Coeficiente de Variación								0.571	%

Tabla 55: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
2% de aditivo	M - 6	5	15.11	15.08	15.10	178.96	523.47	298.27	3
	M - 7		15.09	15.04	15.07	178.25	537.14	307.28	5
	M - 8		15.13	15.03	15.08	178.60	528.48	301.73	5
	M - 9		15.07	15.11	15.09	178.84	533.52	304.20	3
	M - 10		15.03	15.08	15.06	178.01	527.43	302.13	3
Resistencia Media								302.724	Kg/cm ²
Rango Muestral								9.009	Kg/cm ²
Varianza								8.824	
Desviación Estándar								2.971	
Coeficiente de Variación								0.981	%

Tabla 56: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0% de aditivo	M - 11	7	15.13	14.97	15.05	177.95	374.26	214.46	3
	M - 12		14.93	14.97	14.95	175.61	381.73	221.66	5
	M - 13		15.07	14.96	15.02	177.07	369.48	212.78	5
	M - 14		15.12	15.03	15.08	178.49	374.81	214.13	5
	M - 15		15.10	15.06	15.08	178.60	378.32	216.00	2
Resistencia Media								215.807	Kg/cm ²
Rango Muestral								8.881	Kg/cm ²
Varianza								9.617	
Desviación Estándar								3.101	
Coeficiente de Variación								1.437	%

Tabla 57: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0.5% de aditivo	M - 11		15.04	15.06	15.05	177.84	656.53	376.46	5
	M - 12		15.03	14.91	14.97	175.91	652.97	378.51	3
	M - 13	7	15.12	15.05	15.08	178.63	671.66	383.42	3
	M - 14		14.97	15.03	15.00	176.71	664.31	383.34	3
	M - 15		15.08	15.11	15.10	178.96	658.74	375.35	5
Resistencia Media								379.415	Kg/cm ²
Rango Muestral								8.073	Kg/cm ²
Varianza								11.505	
Desviación Estándar								3.392	
Coeficiente de Variación								0.894	%

Tabla 58: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1% de aditivo	M - 11		15.02	15.08	15.05	177.89	860.34	493.16	5
	M - 12		15.11	15.04	15.08	178.49	851.04	486.21	3
	M - 13	7	15.09	15.06	15.08	178.49	872.36	498.39	5
	M - 14		15.06	15.03	15.05	177.78	867.16	497.40	3
	M - 15		15.12	15.11	15.12	179.43	866.09	492.20	3
Resistencia Media								493.472	Kg/cm ²
Rango Muestral								12.180	Kg/cm ²
Varianza								18.814	
Desviación Estándar								4.338	
Coeficiente de Variación								0.879	%

Tabla 59: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1.5% de aditivo	M - 11		15.12	15.13	15.13	179.70	873.07	495.44	5
	M - 12		15.15	15.14	15.14	180.14	864.51	489.39	5
	M - 13	7	14.98	15.06	15.02	177.14	867.72	499.51	3
	M - 14		15.11	15.05	15.08	178.60	857.13	489.37	3
	M - 15		15.06	15.01	15.04	177.54	863.17	495.77	5
Resistencia Media								493.895	Kg/cm ²
Rango Muestral								10.145	Kg/cm ²
Varianza								15.660	
Desviación Estándar								3.957	
Coeficiente de Variación								0.801	%

Tabla 60: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
2% de aditivo	M - 11		14.99	15.06	15.03	177.30	623.47	358.57	3
	M - 12		15.06	15.03	15.05	177.78	637.14	365.46	3
	M - 13	7	15.01	15.07	15.04	177.66	628.48	360.73	3
	M - 14		15.09	14.97	15.03	177.42	633.52	364.11	3
	M - 15		15.04	15.07	15.06	178.01	627.43	359.41	5
Resistencia Media								361.659	Kg/cm ²
Rango Muestral								6.888	Kg/cm ²
Varianza								7.178	
Desviación Estándar								2.679	
Coeficiente de Variación								0.741	%

Tabla 61: Resistencia a la compresión del concreto patrón a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0% de aditivo	M - 16		15.07	15.02	15.04	177.75	540.13	309.86	3
	M - 17		15.06	15.10	15.08	178.58	536.17	306.16	5
	M - 18	28	15.15	15.11	15.13	179.83	543.76	308.34	5
	M - 19		15.12	15.09	15.11	179.20	539.91	307.24	3
	M - 20		15.09	15.06	15.08	178.49	546.18	312.04	5
Resistencia Media								308.728	Kg/cm ²
Rango Muestral								5.881	Kg/cm ²
Varianza								4.245	
Desviación Estándar								2.060	
Coeficiente de Variación								0.667	%

Tabla 62: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
0.5% de aditivo	M - 16		15.12	15.05	15.09	178.72	835.68	476.80	3.00
	M - 17		15.15	15.09	15.12	179.60	880.06	499.67	5.00
	M - 18	28	15.02	15.08	15.05	177.81	854.47	490.02	3.00
	M - 19		15.13	15.06	15.10	178.96	846.30	482.22	3.00
	M - 20		15.08	15.09	15.09	178.72	832.17	474.80	3.00
Resistencia Media								484.705	Kg/cm ²
Rango Muestral								24.870	Kg/cm ²
Varianza								83.787	
Desviación Estándar								9.154	
Coeficiente de Variación								1.888	%

Tabla 63: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1% de aditivo	M - 16	28	15.04	15.08	15.06	178.04	956.38	547.78	5
	M - 17		15.06	15.14	15.10	179.13	961.45	547.33	3
	M - 18		15.02	15.06	15.04	177.61	966.16	554.70	3
	M - 19		15.10	15.06	15.08	178.60	952.36	543.74	3
	M - 20		15.07	15.01	15.04	177.66	955.73	548.57	2
Resistencia Media								548.423	Kg/cm ²
Rango Muestral								10.964	Kg/cm ²
Varianza								12.603	
Desviación Estándar								3.550	
Coeficiente de Variación								0.647	%

Tabla 64: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
1.5% de aditivo	M - 16	28	15.05	15.05	15.05	177.91	1024.30	587.11	3
	M - 17		15.16	15.03	15.10	178.96	1032.30	588.21	5
	M - 18		15.15	15.11	15.13	179.83	1016.02	576.14	3
	M - 19		15.07	15.03	15.05	177.89	1019.34	584.30	3
	M - 20		15.11	15.02	15.07	178.25	1014.73	580.50	5
Resistencia Media								583.252	Kg/cm ²
Rango Muestral								12.066	Kg/cm ²
Varianza								19.727	
Desviación Estándar								4.441	
Coeficiente de Variación								0.762	%

Tabla 65: Resistencia a la compresión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Ø inf (cm)	Ø sup (cm)	Ø promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga Última (KN)	F'c (Kg/cm ²)	Tipo de Falla
2% de aditivo	M - 16	28	15.12	15.05	15.08	178.69	762.11	434.92	5
	M - 17		15.06	15.05	15.05	178.00	767.63	439.75	3
	M - 18		15.09	15.07	15.08	178.70	759.70	433.51	3
	M - 19		15.10	15.12	15.11	179.32	765.31	435.21	3
	M - 20		15.06	15.09	15.08	178.49	768.73	439.19	5
Resistencia Media								436.516	Kg/cm ²
Rango Muestral								6.244	Kg/cm ²
Varianza								6.185	
Desviación Estándar								2.487	
Coeficiente de Variación								0.570	%

B. RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA 3, 5, 7 Y 28 DIAS

Tabla 66: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 1	3	45.00	14.87	15.18	2440.00	32.03	
	M - 2		45.00	14.94	15.31	2480.00	31.89	
	M - 3		45.00	15.47	15.40	2500.00	30.65	
	M - 4		45.00	15.34	15.13	2520.00	32.29	
	M - 5		45.00	15.28	15.09	2470.00	31.95	
Resistencia Media							31.761	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.648	Kg/cm ²
Varianza							0.330	
Desviación Estándar							0.575	
Coeficiente de Variación							1.810	%

Tabla 67: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0.5% de aditivo	M - 1	3	45.00	15.05	15.47	3050.00	38.09	
	M - 2		45.00	15.39	15.54	3180.00	38.53	
	M - 3		45.00	14.99	15.33	2940.00	37.55	
	M - 4		45.00	15.27	15.12	3090.00	39.83	
	M - 5		45.00	15.43	15.22	3020.00	38.02	
Resistencia Media							38.404	Kg/cm ²
Rango Muestral							2.279	Kg/cm ²
Varianza							0.605	
Desviación Estándar							0.778	
Coeficiente de Variación							2.026	%

Tabla 68: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
1% de aditivo	M - 1	3	45.00	15.13	15.28	3440.00	43.81	
	M - 2		45.00	15.27	14.96	3410.00	44.93	
	M - 3		45.00	15.03	15.34	3520.00	44.78	
	M - 4		45.00	15.16	15.23	3400.00	43.51	
	M - 5		45.00	15.09	15.24	3490.00	44.81	
Resistencia Media							44.369	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.422	Kg/cm ²
Varianza							0.346	
Desviación Estándar							0.588	
Coeficiente de Variación							1.326	%

Tabla 69: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
1.5% de aditivo	M - 1	3	45.00	15.32	15.22	3440.00	43.62	
	M - 2		45.00	15.31	15.09	3410.00	44.02	
	M - 3		45.00	15.27	15.06	3380.00	43.92	
	M - 4		45.00	15.26	15.12	3410.00	43.99	
	M - 5		45.00	15.30	15.14	3500.00	44.91	
Resistencia Media							44.090	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.290	Kg/cm ²
Varianza							0.188	
Desviación Estándar							0.433	
Coeficiente de Variación							0.983	%

Tabla 70: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 3 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
2% de aditivo	M - 1	3	45.00	15.17	15.08	3060.00	39.90	
	M - 2		45.00	15.15	15.21	3190.00	40.93	
	M - 3		45.00	15.06	15.10	3280.00	42.98	
	M - 4		45.00	15.13	15.17	3220.00	41.62	
	M - 5		45.00	15.16	15.22	3240.00	41.52	
Resistencia Media							41.388	Kg/cm ²
Rango Muestral							3.084	Kg/cm ²
Varianza							1.009	
Desviación Estándar							1.004	
Coeficiente de Variación							2.427	%

Tabla 71: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 6	5	45.00	15.10	15.16	2670.00	34.61	
	M - 7		45.00	15.05	15.38	2720.00	34.40	
	M - 8		45.00	15.18	15.48	2680.00	33.18	
	M - 9		45.00	15.22	15.34	2660.00	33.42	
	M - 10		45.00	15.06	15.29	2700.00	34.51	
Resistencia Media							34.025	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.433	Kg/cm ²
Varianza							0.359	
Desviación Estándar							0.599	
Coeficiente de Variación							1.761	%

Tabla 72: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0.5% de aditivo	M - 6	5	45.00	15.26	15.33	3280.00	41.13	
	M - 7		45.00	15.66	15.60	3400.00	40.16	
	M - 8		45.00	15.46	15.76	3420.00	40.07	
	M - 9		45.00	15.43	15.24	3270.00	41.06	
	M - 10		45.00	15.37	15.18	3260.00	41.42	
Resistencia Media							40.767	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.349	Kg/cm ²
Varianza							0.300	
Desviación Estándar							0.548	
Coeficiente de Variación							1.343	%

Tabla 73: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
1% de aditivo	M - 6	5	45.00	15.25	15.10	3670.00	47.52	
	M - 7		45.00	15.52	15.31	3780.00	46.74	
	M - 8		45.00	15.41	15.08	3720.00	47.77	
	M - 9		45.00	15.39	15.16	3680.00	46.82	
	M - 10		45.00	15.42	15.09	3700.00	47.42	
Resistencia Media							47.254	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.032	Kg/cm ²
Varianza							0.164	
Desviación Estándar							0.405	
Coeficiente de Variación							0.857	%

Tabla 74: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
1.5% de aditivo	M - 6	5	45.00	15.22	15.03	3480.00	45.53	
	M - 7		45.00	15.52	15.09	3560.00	45.33	
	M - 8		45.00	15.34	15.28	3610.00	45.35	
	M - 9		45.00	15.34	15.27	3580.00	45.04	
	M - 10		45.00	15.31	15.28	3560.00	44.82	
Resistencia Media							45.214	Kg/cm ²
Rango Muestral							0.712	Kg/cm ²
Varianza							0.064	
Desviación Estándar							0.253	
Coeficiente de Variación							0.560	%

Tabla 75: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 5 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
2% de aditivo	M - 6	5	45.00	15.23	15.04	3420.00	44.68	
	M - 7		45.00	15.28	15.26	3390.00	42.90	
	M - 8		45.00	15.39	15.31	3420.00	42.65	
	M - 9		45.00	15.25	15.22	3460.00	44.07	
	M - 10		45.00	15.31	15.26	3440.00	43.42	
Resistencia Media							43.544	Kg/cm ²
Rango Muestral							2.033	Kg/cm ²
Varianza							0.563	
Desviación Estándar							0.750	
Coeficiente de Variación							1.723	%

Tabla 76: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 11	7	45.00	15.26	14.85	2920.00	39.05	
	M - 12		45.00	15.42	15.35	2860.00	35.42	
	M - 13		45.00	15.56	15.13	2940.00	37.14	
	M - 14		45.00	15.31	14.92	2880.00	38.03	
	M - 15		45.00	15.26	15.08	2930.00	37.99	
Resistencia Media							37.527	Kg/cm ²
Rango Muestral							3.625	Kg/cm ²
Varianza							1.472	
Desviación Estándar							1.213	
Coeficiente de Variación							3.233	%

Tabla 77: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0.5% de aditivo	M - 11	7	45.00	15.18	15.12	3460.00	44.87	
	M - 12		45.00	15.43	15.09	3480.00	44.57	
	M - 13		45.00	15.37	15.14	3440.00	43.94	
	M - 14		45.00	15.28	15.09	3500.00	45.27	
	M - 15		45.00	15.32	15.14	3480.00	44.59	
Resistencia Media							44.647	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.328	Kg/cm ²
Varianza							0.188	
Desviación Estándar							0.434	
Coeficiente de Variación							0.972	%

Tabla 78: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
1% de aditivo	M - 11	7	45.00	14.96	15.10	3760.00	49.60	
	M - 12		45.00	15.35	15.08	3780.00	48.75	
	M - 13		45.00	15.14	15.03	3800.00	50.01	
	M - 14		45.00	15.15	15.14	3860.00	50.01	
	M - 15		45.00	15.10	15.09	3810.00	49.86	
Resistencia Media							49.648	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.265	Kg/cm ²
Varianza							0.225	
Desviación Estándar							0.474	
Coeficiente de Variación							0.955	%

Tabla 79: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
1.5% de aditivo	M - 11	7	45.00	15.18	15.02	3520.00	46.28	
	M - 12		45.00	15.14	15.09	3540.00	46.23	
	M - 13		45.00	15.36	14.90	3480.00	45.95	
	M - 14		45.00	15.12	15.06	3500.00	45.92	
	M - 15		45.00	15.16	15.02	3550.00	46.71	
Resistencia Media							46.216	Kg/cm ²
Rango Muestral							0.787	Kg/cm ²
Varianza							0.081	
Desviación Estándar							0.285	
Coeficiente de Variación							0.616	%

Tabla 80: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 7 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
2% de aditivo	M - 11	7	45.00	15.33	15.24	3610.00	45.65	
	M - 12		45.00	15.19	14.91	3520.00	46.89	
	M - 13		45.00	15.14	15.04	3480.00	45.77	
	M - 14		45.00	15.14	15.06	3530.00	46.25	
	M - 15		45.00	15.13	15.09	3580.00	46.74	
Resistencia Media							46.260	Kg/cm ²
Rango Muestral							1.248	Kg/cm ²
Varianza							0.252	
Desviación Estándar							0.502	
Coeficiente de Variación							1.085	%

Tabla 81: Resistencia a flexión del concreto patrón a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 16	28	45.00	15.44	15.02	3420.00	44.22	
	M - 17		45.00	15.22	14.92	3400.00	45.18	
	M - 18		45.00	15.29	15.07	3460.00	44.84	
	M - 19		45.00	15.35	15.12	3450.00	44.24	
	M - 20		45.00	15.28	15.09	3420.00	44.23	
Resistencia Media							44.542	Kg/cm ²
Rango Muestral							0.959	Kg/cm ²
Varianza							0.157	
Desviación Estándar							0.396	
Coeficiente de Variación							0.890	%

Tabla 82: Resistencia a flexión del concreto con adición de 0.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 16	28	45.00	15.45	14.93	3860.00	50.47	
	M - 17		45.00	15.16	15.05	3820.00	50.06	
	M - 18		45.00	15.41	14.99	3890.00	50.59	
	M - 19		45.00	15.33	15.08	3850.00	49.70	
	M - 20		45.00	15.26	15.11	3860.00	49.86	
Resistencia Media							50.136	Kg/cm ²
Rango Muestral							0.894	Kg/cm ²
Varianza							0.119	
Desviación Estándar							0.345	
Coeficiente de Variación							0.688	%

Tabla 83: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 16	28	45.00	15.44	15.02	4000.00	51.72	
	M - 17		45.00	15.22	14.92	3980.00	52.88	
	M - 18		45.00	15.29	15.07	3940.00	51.06	
	M - 19		45.00	15.23	15.18	3910.00	50.15	
	M - 20		45.00	15.14	15.06	4010.00	52.54	
Resistencia Media							51.670	Kg/cm ²
Rango Muestral							2.738	Kg/cm ²
Varianza							0.986	
Desviación Estándar							0.993	
Coeficiente de Variación							1.922	%

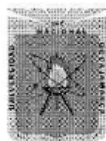
Tabla 84: Resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 16	28	45.00	15.21	15.42	4000.00	49.76	
	M - 17		45.00	15.09	15.00	3980.00	52.73	
	M - 18		45.00	15.13	15.30	3940.00	50.04	
	M - 19		45.00	15.19	15.21	3980.00	50.97	
	M - 20		45.00	15.14	15.16	4010.00	51.86	
Resistencia Media							51.073	Kg/cm ²
Rango Muestral							2.965	Kg/cm ²
Varianza							1.229	
Desviación Estándar							1.109	
Coeficiente de Variación							2.171	%

Tabla 85: Resistencia a flexión del concreto con adición de 2% de aditivo DYNAMON XTEND W500R a edad de 28 días.

Descripción	Muestra	Edad (Días)	Longitud entre apoyos "L" (cm)	Ancho "b" (cm)	Altura "h" (cm)	Carga "P" (Kg)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)	
0% de aditivo	M - 16	28	45.00	15.12	15.04	3980.00	52.39	
	M - 17		45.00	15.24	14.93	4000.00	52.99	
	M - 18		45.00	15.23	15.02	3880.00	50.84	
	M - 19		45.00	15.26	15.06	3960.00	51.48	
	M - 20		45.00	15.24	15.05	3980.00	51.87	
Resistencia Media							51.916	Kg/cm ²
Rango Muestral							2.153	Kg/cm ²
Varianza							0.546	
Desviación Estándar							0.739	
Coeficiente de Variación							1.423	%

ANEXO 4: 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. **DEYMER NICSÓN RUIZ TIRADO**, Exalumno 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 contenido de humedad
02	Ensayo análisis granulométrico
03	Ensayo peso unitario suelto y compactado
04	Ensayo peso específico
05	Ensayo de absorción
06	Ensayo material más fino que pasa el tamiz 200
07	Ensayo de resistencia a la degradación, por abrasión e impacto
08	Elaboración de especímenes cilíndricos y prismáticos de concreto
09	Ensayo a compresión en muestras cilíndricas
10	Ensayo a flexión muestras prismáticas

Para la Tesis Titulada: **“INFLUENCIA DEL ADITIVO DYNAMON XTend W500 R, EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO DE $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS”**. Las actividades se desarrollaron del 01 de julio 02 de setiembre de 2024.

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

Cajamarca, 10 de noviembre de 2024.

Atentamente:

c.c. a:
_Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Mauro Cepeda Vargas
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ANEXO 5: FICHA TÉCNICA 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

13 de mayo de 2024

Tipo I - Cemento Portland de Uso General

Periodo de despacho 01 de abril de 2024 - 30 de abril de 2024

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.1
SO ₃ (%)	3.00 máx.	2.75
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.0
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.	8
Superficie específica (m ² /kg)	260 mín.	390
Expansión en autoclave (%)	A	0.07
Densidad (g/cm ³)	A	3.09
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	13.6
3 días	12.0 mín.	26.7
7 días	19.0 mín.	33.1
28 días *	28.0 mín.	39.7
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	128
Final	375 máx.	240
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días (%)	0.020 máx.	0.006

A No especifica

* Requisito opcional

El (1a) RC 28 días corresponde al mes de marzo del 2024

El (1a) Expansión barra de mortero a 14 días corresponde al mes de marzo del 2024

Los resultados de los ensayos presentados en este informe, para el cemento descrito, cumplen con los requisitos especificados en la norma NTP 334.009 y ASTM C150.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado

Superintendente de Control de Calidad



DS 001-2022 PRODUCE
Cemento Hidráulico
utilizado en Edificaciones y
Construcciones en General



NTP 334.009
ASTM C 150
Cemento Portland

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S. A. A.

CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.

USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales

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.

RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.

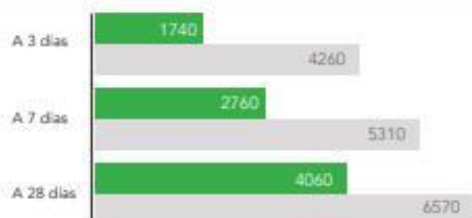


Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



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

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (psi)

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150



Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 / ASTM C150

REQUERIMIENTOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO ₃	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUERIMIENTOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días ⁽¹⁾	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

(1) Requisito opcional.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado: para que utilices el cemento más fresco



Fecha de vencimiento: para aprovechar de mejor manera sus propiedades

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

ANEXO 6: FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO DYNAMON XTEND W500R



Dynamon XTend W500 R

Superplastificante de base acrílica para hormigones

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Dynamon XTend W500 R es un aditivo líquido para hormigón de calidad, especialmente formulado para hacer hormigones con baja relación agua/cemento y buena trabajabilidad.

CAMPOS DE APLICACIÓN

En función de la formulación especial e innovadora, **Dynamon XTend W500 R** es capaz de dispersar eficazmente las partículas de cemento de una manera tal, como para ser un potente reductor de agua de amasado. En comparación con un hormigón normal sin aditivos, el uso de **Dynamon XTend W500 R** permite diseñar mezclas de hormigón que proporcionan una reducción de agua superior al 20%, con buena trabajabilidad, sin pérdida significativa de la fluidez durante el transporte, descarga y colocación en la obra de construcción.

Dynamon XTend W500 R está especialmente recomendado para:

- producción de hormigón elaborado de alta calidad;
- para la producción de hormigones de alta resistencia mecánica, en la clase de consistencia S4-S5 u hormigón autocompactante.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Dynamon XTend W500 R es una solución acuosa de polímeros acrílicos modificados. El uso de **Dynamon XTend W500 R** debe ser contemplado en el proceso de dosificación de la mezcla con el fin de mejorar el poder del aditivo fluidificante para producir hormigón de alto rendimiento tanto desde el punto de vista técnico, como desde el económico.

El uso de **Dynamon XTend W500 R** es particularmente ventajoso en hormigón con una resistencia mecánica de clase mayor a 30 Mpa.

COMPATIBILIDAD CON OTROS PRODUCTOS

Dynamon XTend W500 R es compatible con otros productos para la producción de hormigones especiales y en particular con:

- aditivos acelerantes de endurecimiento de la línea **Mapefast**, para la obtención de altas resistencias mecánicas iniciales, incluso en climas fríos;
- la línea de aditivos **Mapeair**, incorporadores de aire para producir ciclos de congelación-descongelación resistentes de hormigón;
- aditivos en polvo de la línea **Mapeplast SF** y **Mapeplast PZ300** a base de microsilice puzolánico para la producción de hormigones de alta calidad;
- los aditivos expansivos y reductores de contracción **Expancrete** y **Mapecure SRA 25**, para la producción de hormigones de retracción compensada;
- agentes desmoldantes de la línea **Mapeform** para el correcto desencofrado del hormigón;
- la línea de aditivos de curado **Mapecure**, que sirven para evitar una rápida evaporación del agua de amasado.

CONSUMO

Dosificación en volumen:

0,5 a 1,5 lt por cada 100 kg de cemento. Diferentes dosis de las sugeridas deben ser probadas previamente a través de ensayos de hormigón, además de consultar al departamento de Asistencia Técnica de MAPEI.

PRESENTACIÓN

Dynamon XTend W500 R se suministra a granel, en

DATOS TÉCNICOS (valores característicos)

DATOS IDENTIFICATIVOS DEL PRODUCTO

Consistencia:	liquido fluido
Color	ámbar
Densidad según ISO 758 (g/cm ³):	1,08 ± 0,02 a +20°C
Acción principal:	Aumento de la trabajabilidad y/o reducción del agua del amasado
Clasificación según UNI EN 934-2:	reductor de agua de alta eficacia, superplastificante, retardador, perspectivas 11.1 y 11.2
Clasificación acuerdo con la norma ASTM C494 Funcional:	tipo G
Cloruros solubles en agua según EN 480-10 (%):	< 0,1 (ausentes según EN 934-2)
Contenido de álcalis (Na ₂ O equivalente) según EN 480-12 (%):	< 1,0
pH según ISO 4316:	6,0 ± 1

tambores de 216 kg y contenedores de 1080 kg.

ALMACENAMIENTO

Se conserva durante 12 meses en recipientes cerrados y protegidos de las heladas. La exposición a los rayos solares directos puede provocar una variación cromática, sin que esto perjudique en modo alguno las prestaciones del producto.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREPARACIÓN Y LA PUESTA EN OBRA

Dynamon XTend W500 R no se considera peligroso, según las normativas en la clasificación de las mezclas. Durante la aplicación se recomienda usar guantes y gafas de protección, y tomar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos. Para más información y completa sobre el uso seguro de nuestro producto por favor consulte la versión más reciente de nuestra Ficha de Seguridad.

PRODUCTO PARA USO PROFESIONAL.

ADVERTENCIA

Las informaciones y prescripciones anteriores, aunque corresponden a nuestra mejor experiencia, deben considerarse, en cualquier caso, como meramente indicativas y sujetas a confirmación mediante aplicaciones prácticas.

Por tanto, quien tenga intención de usar este producto, debe asegurarse de antemano que es adecuado para la utilización prevista. En cualquier caso el usuario será totalmente responsable de cualquier consecuencia derivada de su uso.

La versión actualizada de la ficha técnica está disponible en la web www.mapei.com.ar.

INFORMACIÓN LEGAL

El contenido de esta Ficha de Datos Técnicos puede ser reproducida en otro documento relacionado con el proyecto, pero el documento resultante no deberá sustituir o complementar los requerimientos de esta ficha técnica en vigor del momento de la aplicación del producto MAPEI. Para especificaciones técnicas e información de garantía actualizada, por favor visite nuestro sitio Web www.mapei.com.ar CUALQUIER MODIFICACIÓN DE TEXTO, DATOS TÉCNICOS O SUS DERIVADOS ANULAN TODAS LAS GARANTÍAS MAPEI.

Las referencias relativas a este producto están disponibles bajo solicitud y en la web de Mapei www.mapei.com.ar y www.mapei.com



EL COMPAÑERO MUNDIAL DE LOS CONSTRUCTORES

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 16: Análisis granulométrico del agregado fino.

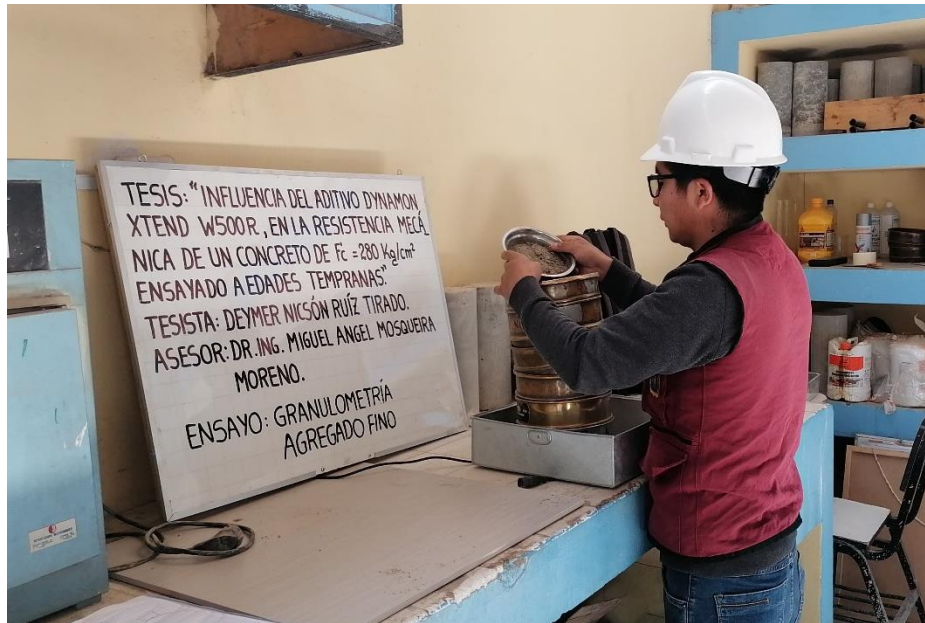


Figura 17: Análisis granulométrico del agregado grueso.

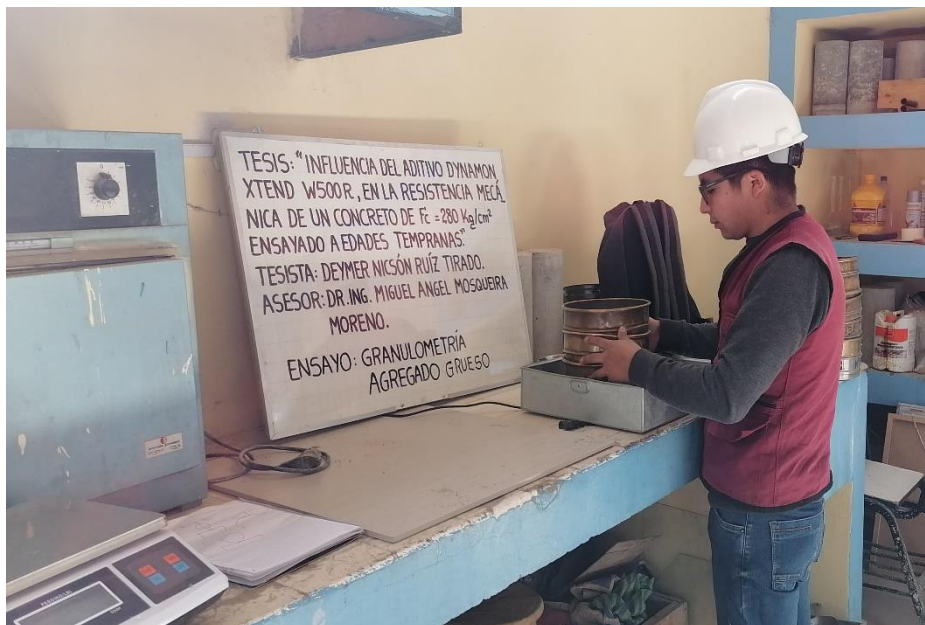


Figura 18: Peso específico del agregado fino.

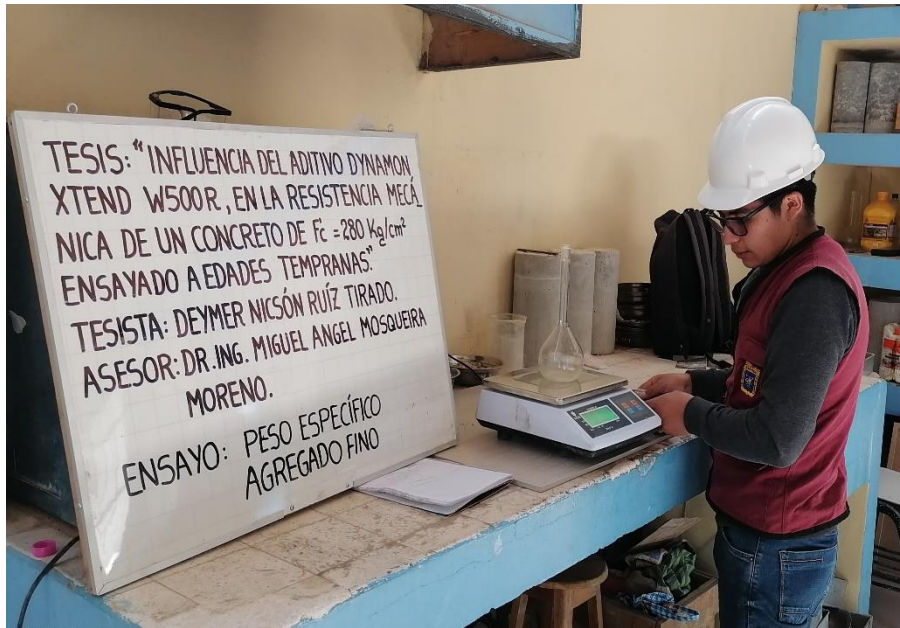


Figura 19: Peso unitario del agregado fino.



Figura 20: Peso unitario del agregado grueso.



Figura 21: Contenido de humedad del agregado fino.



Figura 22: Contenido de humedad del agregado grueso.

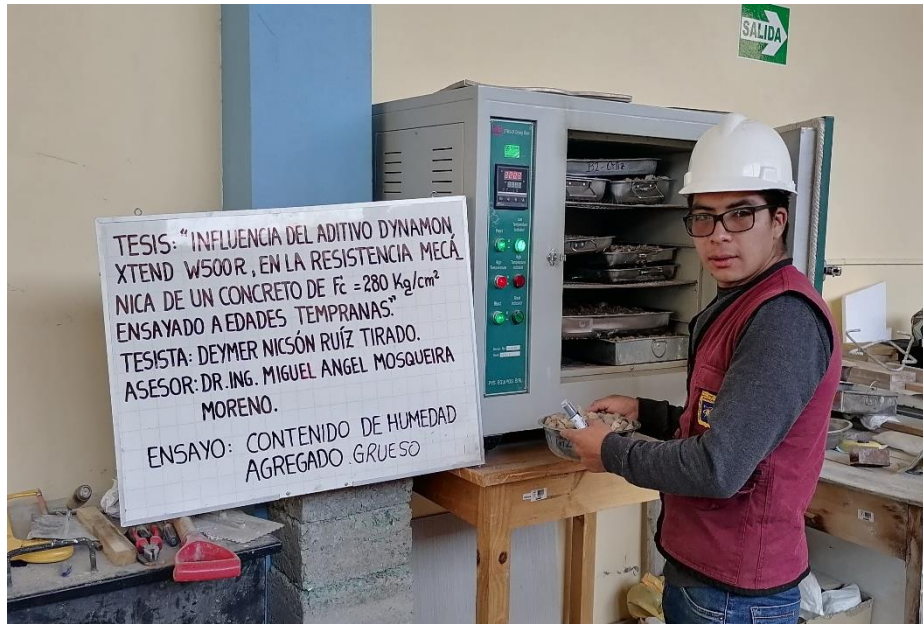


Figura 23: Medida del asentamiento del concreto.



Figura 24: Elaboración de especímenes cilíndricos de concreto fresco.



Figura 25: Elaboración de especímenes prismáticos de concreto fresco.



Figura 26: Ensayo a compresión del concreto estado inicial (edad temprana).



Figura 27: Ensayo a compresión del concreto estado final (edad temprana).



Figura 28: Ensayo a flexión del concreto estado inicial (edad temprana).

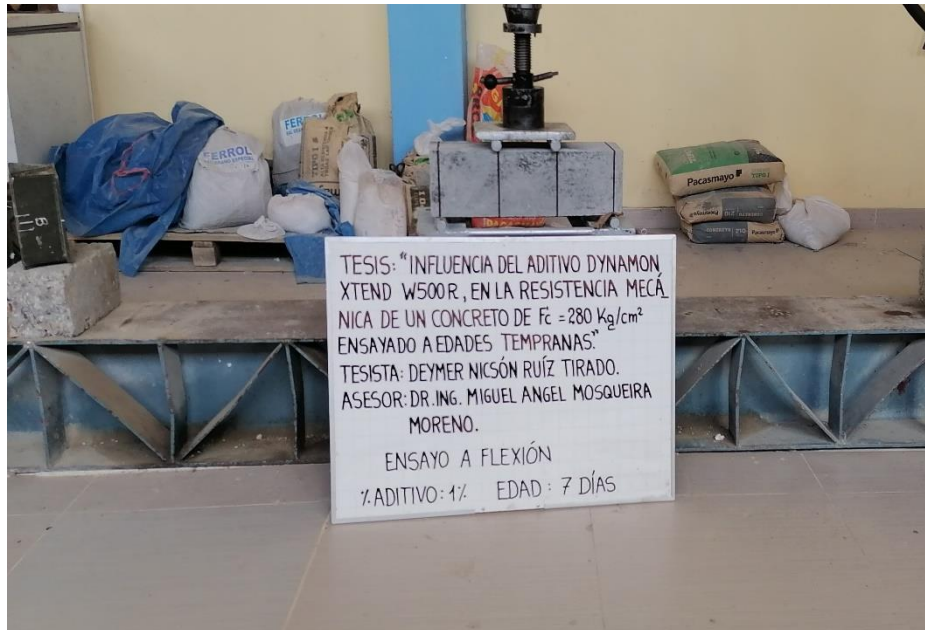


Figura 29: Ensayo a flexión del concreto estado final (edad temprana).



Figura 30: Ensayo a compresión del concreto estado inicial (28 días).

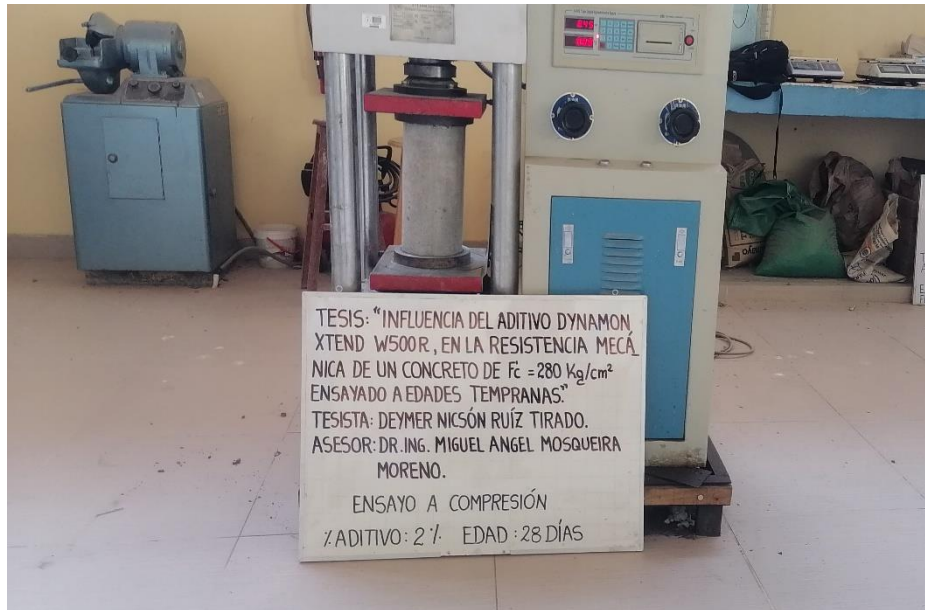


Figura 31: Ensayo a compresión del concreto estado final (28 días).

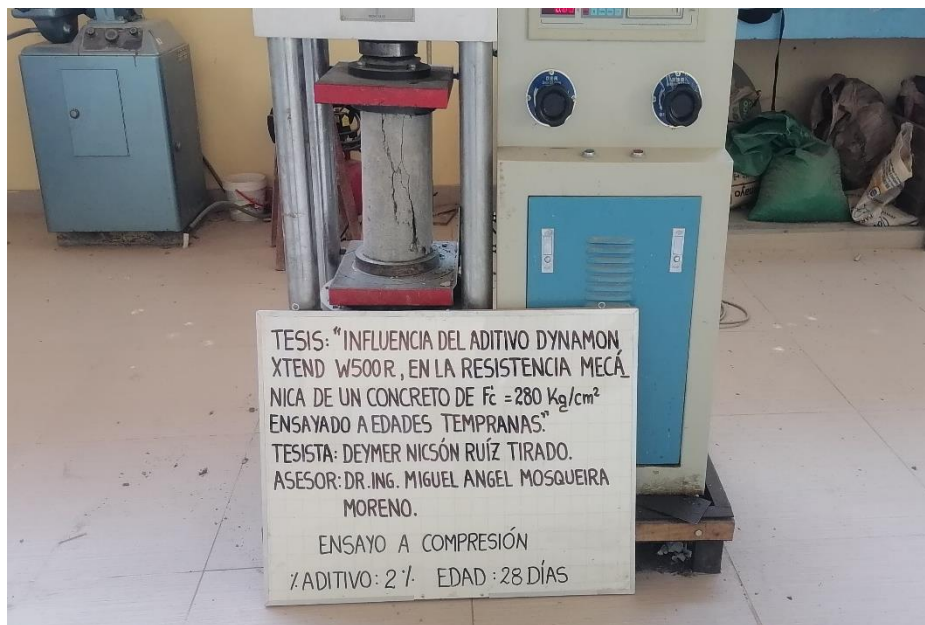


Figura 32: Ensayo a flexión del concreto estado inicial (28 días).



TESIS: "INFLUENCIA DEL ADITIVO DYNAMON XTEND W500R, EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO DE $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS."
TESISTA: DEYMER NIKSÓN RUIZ TIRADO.
ASESOR: DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO.
ENSAYO A FLEXIÓN
%ADITIVO: 1% EDAD: 28 DÍAS

Figura 33: Ensayo a flexión del concreto estado final (28 días).



TESIS: "INFLUENCIA DEL ADITIVO DYNAMON XTEND W500R, EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO DE $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ENSAYADO A EDADES TEMPRANAS."
TESISTA: DEYMER NIKSÓN RUIZ TIRADO.
ASESOR: DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO.
ENSAYO A FLEXIÓN
%ADITIVO: 1% EDAD: 28 DÍAS