



Universidad Científica del Perú - UCP

Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA PROGRAMA
ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ESTUDIO DE LA CONTRACCIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-
ARENA, CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE MASTEREASE 3900, IQUITOS - 2022”.**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES : Br. DOZA SABOYA, DOMINICK RONALDO
Br. PINEDO BURGA, JUAN PEDRO GERMÁN**

ASESOR : Mg. BAUTISTA SERPA, LILIANA.

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánico de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43623
INGENIERO CIVIL

**San Juan Bautista - Perú
2022**

Dedicatoria:

A nuestros familiares, sobre todo a nuestros padres por todo el apoyo y motivación entregado para afrontar las cosas difíciles a lo largo de la vida universitaria y nuestra vida cotidiana, quienes se encontraron en todo momento con nosotros.

A nuestros amigos, por brindarnos de su apoyo en el desarrollo de esta tesis y sus consejos de quienes ya desarrollaron la misma en su camino profesional.

A nuestros maestros porque este es el resultado de su ardua labor con nosotros, al formarnos como futuros profesionales de bien, que aporten positivamente a la sociedad.

A nuestros compañeros que por azares de la vida no pudieron terminar este recorrido estudiantil, Cesar, Elvis y Paul, siempre se encontraran en nuestros corazones.

Agradecimiento:

De sobre manera damos gracias a nuestra asesora, la Ing. Liliana Bautista Serpa por sus enseñanzas y guía durante el desarrollo de este proyecto de tesis, al mismo tiempo a la Universidad Científica del Perú por brindarnos la oportunidad de pertenecer a su centro de formación de educación superior y desarrollarnos profesionalmente.

A nuestros padres, amigos y familiares, principalmente a nuestras madres Merita y Rosario por siempre brindarnos ese amor incondicional e inculcar en nosotros ese deseo de superación, también a nuestros maestros que nos prepararon para afrontar los retos que conlleva el enfrentarse al mundo laboral real y competitivo.

A nuestros compañeros de la escuela profesional de ingeniería civil por el apoyo y buen compañerismo mostrado hacia nosotros, sobre todo a Omar Rengifo Lucas, por siempre tener la predisposición para ayudarnos en esta investigación.

“Año de la Unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El Vicerrector de Investigación e Innovación
de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“ESTUDIO DE LA CONTRACCIÓN DEL CONCRETO CEMENTO –
ARENA, CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE MASTEREASE 3900, IQUITOS – 2022”**

De los alumnos: **DOMINICK RONALDO DOZA SABOYA Y JUAN PEDRO GERMÁN PINEDO BURGA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **14% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 12 de Junio del 2023.



Dr. Álvaro Tresierra Ayala
VICERRECTOR DE INV. E INNOVACIÓN-UCP

Hoja De Aprobación

INFORME FINAL DE TESIS

**“ESTUDIO DE LA CONTRACCIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-
ARENA, CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE MASTEREASE 3900, IQUITOS - 2022”**

FACULTAD : CIENCIAS E INGENIERA

DENOMINACIÓN DEL TÍTULO: INGENIERO CIVIL

**GRADUANDO : DOZA SABOYA, DOMINICK RONALDO
PINEDO BURGA, JUAN PEDRO GERMÁN**

MIEMBROS DEL JURADO



**Ing. FELIX WONG RAMIREZ, M.Sc.
PRESIDENTE**



**Ing. CAROL BEGOÑA GARCÍA LANGER, M.Sc
MIEMBRO**



**Ing. KEUSON SALDAÑA FERREYRA, Mg.
MIEMBRO**



**Ing. LILIANA BAUTISTA SERPA, Mg
ASESOR**

Fecha 28 de Junio del 2023
San Juan Bautista – Maynas – Loreto

Acta De Sustentación Del Informe Final De Tesis



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°1003-2021-UCP-FCEI de fecha 31 de Diciembre de 2021, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Carol Begoña García Langer, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Liliana Bautista Serpa, M. Sc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 19:00 horas del día miércoles 28 de Junio del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "ESTUDIO DE LA CONTRACCIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA, CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE MASTEREASE 3900, IQUITOS 2022."

Presentado por los sustentantes:

**DOMINICK RONALDO DOZA SABOYA Y
JUAN PEDRO GERMÁN PINEDO BURGA**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *absueltas*

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: *Aprobado por Unanimesidad.*

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.


Presidente



Miembro



Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagñon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

1.2.5.2.6.	Peso unitario: (NTP 400.017), (ASTM C - 29)	59
1.2.5.3.	Agua	63
1.2.5.4.	Diseño de mezcla	65
1.2.6.	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO.....	66
1.2.6.1.	Peso unitario: (NTP 339.046)	66
1.2.6.2.	Rendimiento: (NTP 339.046)	68
1.2.6.3.	Contenido de aire: (NTP 339.046)	69
1.2.6.4.	Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C - 143)	69
1.2.6.5.	Exudación: (NTP 339.077), (ASTM C232)	70
1.2.6.6.	Temperatura del concreto: (NTP 339.184), (ASTM C1064) ...	71
1.2.7.	ENSAYO AL CONCRETO ENDURECIDO	72
1.2.7.1.	Resistencia a la compresión: (NTP 339.034)	72
1.2.7.2.	Resistencia a la tracción por compresión diametral:(NTP 339.084)	74
1.2.7.3.	Ensayo de módulo de elasticidad: (Norma ASTM C469-94)..	75
1.2.7.4.	Ensayo de contracción del concreto: norma ASTM C 490-00 (American Society for Testing and Materials)	76
1.2.7.5.	Cálculo del cambio de longitud	78
1.3.	Definición de términos básicos.....	79
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		81
2.1	. Descripción del problema.....	81
2.2	. Formulación del problema.....	82
2.2.1.	Problema general.....	82
2.2.2.	Problemas específicos.....	82
2.3.	Objetivos.....	82
2.3.1.	Objetivo general.....	82
2.3.2.	Objetivos específicos.....	82
2.4.	Justificación de investigación.....	83
2.5.	Hipótesis.....	84
2.6.	Variables.....	84
2.6.1.	Identificación de las variables.....	84
2.6.2.	Definición conceptual de las variables.....	85
2.6.3.	Operacionalización de las variables.....	86
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		87
3.1.	Tipo y diseño de investigación	87
3.1.1.	Tipo de Investigación	87
3.1.2.	Diseño de investigación	87
3.2.	Población y muestra.....	88
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	88

3.4.	Procesamiento y análisis de datos	89
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		90
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS	90
4.1.1.	Agregado fino	90
4.1.1.1.	Análisis granulométrico (NTP 400.037)	91
4.1.1.2.	Módulo de fineza. (NTP 400.011)	95
4.1.1.3.	Superficie específica (NTP 400.012).....	95
4.1.1.4.	Material que pasa el tamiz N°200 (NTP 400.018)	97
4.1.1.5.	Peso específico (NTP 400.022)	98
4.1.1.6.	Absorción (NTP 400.022)	99
4.1.1.7.	Peso unitario suelto (PUS) (NTP 400.017)	99
4.1.1.8.	Peso unitario compactado. (PUC) (NTP 400.017).....	100
4.2.	CEMENTO.....	101
4.2.1.	Definición.....	101
4.2.2.	Características (Cemento portland Tipo I).....	102
4.3.	ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE MASTEREASE 3900	102
4.3.1.	Características:	102
4.4.	PREPARACIÓN DE DISEÑO DEL CONCRETO CEMENTO –ARENA	103
4.4.1.	Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 con 0.5% de aditivo añadido.	104
4.4.2.	Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 con 1.0% de aditivo añadido.	107
4.4.3.	Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 con 1.5% de aditivo añadido.	110
4.5.	PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO FRESCO	113
4.5.1.	Consistencia (NTP 339.035)	113
4.5.2.	Peso Unitario (NTP 339.046)	114
4.5.3.	Contenido de Aire (NTP 339.083)	115
4.5.4.	Temperatura del concreto (NTP 339.184).....	116
4.5.5.	Exudación (NTP 339.077)	116
4.6.	PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO ENDURECIDO	118
4.6.1.	Resistencia a compresión (NTP 339.034).....	118
4.6.2.	Resistencia a tracción por compresión diametral (NTP 339.084)	120
4.6.3.	Módulo Elástico Estático (NTP 339.084).....	122
4.7.	ENSAYO DE CONTRACCIÓN.....	124

4.7.1. Ensayo para la determinación de cambio de longitud en concreto.....	124
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES...	163
5.1. DISCUSIÓN.....	163
5.2. CONCLUSIONES	172
5.3. RECOMENDACIONES.....	180
Referencias Bibliográficas.....	182

Índice de cuadros o tablas

TABLA N°01. Requisitos químicos para el cemento Portland tipo I	48
TABLA N° 02. Características físicas del cemento Portland tipo I (Sol).....	48
TABLA N° 03: Límites granulométricos según normas NTP 400.037	50
TABLA N° 04. Capacidad de los recipientes.	61
TABLA N° 05. Requisitos para los recipientes.	61
TABLA N° 06. Límite permisible del agua.	65
TABLA N° 07. Operacionalización de Variables.....	86
TABLA N° 08. Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino	92
TABLA N° 09. Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino.	93
TABLA N° 10. Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.	94
TABLA N° 11. Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.	95
TABLA N° 12: Superficie específica de la muestra N° 01 del agregado fino... 96	
TABLA N° 13: Superficie específica de la muestra N° 02 del agregado fino... 96	
TABLA N° 14: Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino... 97	
TABLA N° 15: Cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200..... 98	
TABLA N° 16: Peso específico del agregado fino. 98	
TABLA N° 17: Ensayo de absorción del agregado fino. 99	
TABLA N° 18: Peso unitario suelto del agregado fino. 100	
TABLA N° 19: Peso unitario compactado del agregado fino. 101	
TABLA N° 20: Diseño del concreto cemento - arena, relación w/c = 0.60 Aditivo al 0.5%	104
TABLA N° 21: Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto.	105
TABLA N° 22: Diseño del concreto cemento - arena, relación w/c = 0.60 Aditivo al 1.0%	107
TABLA N° 23: Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto.	108
TABLA N° 24: Diseño del concreto cemento - arena, relación w/c = 0.60 Aditivo al 1.5%	110
TABLA N° 25: Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto.	111
TABLA N° 26: Ensayo de Asentamiento. 114	
TABLA N° 27: Peso Unitario. 115	
TABLA N° 28: Ensayo de Contenido de Aire. (método de presión) 116	
TABLA N° 29: Temperatura del concreto..... 116	
TABLA N° 30: Exudación..... 117	

TABLA N° 31: Progresión de resistencia a compresión durante 28 días (kg/cm ²)	119
TABLA N° 32: Resistencia a compresión durante 28 días (kg/cm ²)	119
TABLA N° 33: Coeficiente de variación (%)	119
TABLA N° 34: Progresión de resistencia a tracción durante 28 días. (kg/cm ²)	121
TABLA N° 35: Porcentaje de progresión de resistencia a tracción durante 28 días.	121
TABLA N° 36: Coeficiente de variación (%)	121
TABLA N° 37: Cuadro de módulo de elasticidad - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	123
TABLA N° 38: Cuadro de módulo de elasticidad - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	123
TABLA N° 39: Cuadro de módulo de elasticidad - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	123
TABLA N° 40: Cuadro de registro de los prismas de contracción, 28 días de curado - relación w/c = 0.60, Aditivo= 0.5%	125
TABLA N° 41: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	126
TABLA N° 42: Cuadro de registro de los prismas de contracción, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	128
TABLA N° 43: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	129
TABLA N° 44: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	131
TABLA N° 45: Cuadro de registro de los prismas de contracción, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	133
TABLA N° 46: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	134
TABLA N° 47: Cuadro de registro de los prismas de contracción, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	136
TABLA N° 48: Cambio de longitud en el concreto cemento - sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	137
TABLA N° 49: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	139
TABLA N° 50: Cuadro de registro de los prismas de contracción, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	141
TABLA N° 51: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	142
TABLA N° 52: Cuadro de registro de los prismas de contracción, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	144
TABLA N° 53: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	145
TABLA N° 54: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado -	

relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	147
TABLA N° 55: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.5% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin Curar)	149
TABLA N° 56: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin Curar)	151
TABLA N° 57: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin Curar)	153
TABLA N° 58: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)	155
TABLA N° 59: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)	157
TABLA N° 60: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)	159
TABLA N° 61: Temperatura y humedad relativa del ambiente.	161
TABLA N° 62: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días - relación w/c = 0.60, Aditivo= 0.50%	167
TABLA N° 63: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días - relación w/c = 0.60, Aditivo= 1.00%	168
TABLA N° 64: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días - relación w/c = 0.60, Aditivo= 1.50%	168
TABLA N°65: Porcentaje de variación de la longitud del concreto curado 28 días.....	169
TABLA N°66: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar.	169
TABLA N°67: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días - relación w/c = 0.60 sin aditivo.	171
TABLA N° 68: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días.....	178
TABLA N° 69: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días concreto cemento-arena sin aditivo.	178

Índice de gráficos

GRÁFICO N° 01. Triangulo eterno.....	34
GRÁFICO N° 02. Fisuras por asentamiento plástico.....	35
GRÁFICO N° 03. Cambios de volumen por contracción química y contracción autógena de pasta fresca y endurecida. Sin escala.	36
GRÁFICO N°04. Fisuras por contracción plástica en el concreto fresco.....	37
GRÁFICO N°05. Relación entre contracción autógena y contracción química de la pasta de cemento en edades tempranas.....	39
GRÁFICO N°06. Efecto típico del contenido de agua del concreto sobre la contracción por secado.....	42
GRÁFICO N°07. Relaciones entre la retracción y el tiempo para concretos almacenados a diferentes humedades relativas.	46
GRÁFICO N° 08: Agregado fino (procedente de la cantera ubicada en la carretera Iquitos - Nauta).....	90
GRÁFICO N° 09: Cantera de arena Grupo Sánchez (acopio) carretera Iquitos a Nauta km 25 + 500.	91
GRÁFICO N° 10: Tamices estandarizados para ensayo granulométrico..	91
GRÁFICO N° 11: Curva granulométrica de la muestra N° 01 del agregado fino.....	92
GRÁFICO N° 12: Curva granulométrica de la muestra N° 02 del agregado fino.	93
GRÁFICO N° 13: Curva granulométrica de la muestra N° 03 del agregado fino.....	94
GRÁFICO N° 14: Ensayo de material que pasa el tamiz N° 200.....	97
GRÁFICO N° 15: Ensayo de peso unitario suelto.	100
GRÁFICO N° 16: Ensayo de peso unitario compactado.	101
GRÁFICO N° 17: Aditivo superplastificante MasterEase 3900.....	103
GRÁFICO N° 18: Composición por peso de un metro cúbico de concreto ...	106
GRÁFICO N° 19: Composición por volumen de un metro cúbico de concreto.	106
GRÁFICO N° 20: Composición por peso de un metro cúbico de concreto... ..	109
GRÁFICO N° 21: Composición por volumen de un metro cúbico de concreto.	109
GRÁFICO N° 22: Composición por peso de un metro cúbico de concreto... ..	112
GRÁFICO N° 23: Composición por volumen de un metro cúbico de concreto.	112
GRÁFICO N° 24: Ensayo de consistencia de la mezcla.....	113
GRÁFICO N° 25: Ensayo de Peso Unitario.....	114
GRÁFICO N° 26: Ensayo de Contenido de Aire.....	115
GRÁFICO N° 27: Ensayo de exudación.....	117

.....	117
GRÁFICO N° 28: Ensayo de resistencia a compresión.....	119
GRÁFICO N° 29: Progresión de resistencia a la compresión durante 28 días. (kg/cm ²)	120
GRÁFICO N° 30: Ensayo de resistencia a tracción por compresión diametral.	120
GRÁFICO N° 31: Progresión de resistencia a tracción durante 28 días. (kg/cm ²)	122
GRÁFICO N° 32: Ensayo de Módulo de Elasticidad.	122
GRÁFICO N° 33: Ensayo de contracción del concreto.....	124
GRÁFICO N° 34: Control de Humedad del ambiente.....	124
GRÁFICO N° 35: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	127
GRÁFICO N° 36: Cambio de longitud promedio, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	127
GRÁFICO N° 37: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	130
GRÁFICO N° 38: Cambio de longitud promedio, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%.....	130
GRÁFICO N° 39: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%	132
GRÁFICO N° 40: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	135
GRÁFICO N° 41: Cambio de longitud promedio, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%.....	135
GRÁFICO N° 42: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	138
GRÁFICO N° 43: Cambio de longitud promedio, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%.....	138
GRÁFICO N° 44 Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%	140
GRÁFICO N° 45: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	143
GRÁFICO N° 46: Cambio de longitud promedio, 28 días de curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	143
GRÁFICO N° 47: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	146
GRÁFICO N° 48: Cambio de longitud promedio, sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%.....	146
GRÁFICO N° 49: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado - relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%	148
GRÁFICO N° 50: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.5% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin curar)	150

GRÁFICO N° 51: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin curar)	152
GRÁFICO N° 52: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin curar)	154
GRÁFICO N° 53: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado).....	156
GRÁFICO N° 54: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado).....	158
GRÁFICO N° 55: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado).....	160
GRÁFICO N° 56 Temperatura del ambiente de los prismas de concreto.	162
GRÁFICO N° 57: Humedad relativa del ambiente de los prismas de concreto.	162

Resumen

La construcción civil en nuestro país y las distintas metodologías de construcción son complejas y variantes a lo largo del territorio, esto debido a la gran diversidad climática, geológica y accesibilidad a recursos y materiales a lo largo y ancho de nuestro país, y más aún esto se refleja en las metodologías de construcción en nuestra región Loreto debido a la falta de canteras naturales de agregado grueso y de agregado fino que cumplan con los estándares de la norma técnica peruana de construcción, además tenemos un clima tropical cambiante.

En específico el concreto cemento-arena o también conocido como mortero tiende a presentar problemas de fisuración, más comúnmente en elementos estructurales, como losas aligeradas, columnas, vigas o vigas de cimentación, esto debido a los cambios volumétricos del concreto producto de su propio proceso de fraguado, y que en la mayoría de los casos no son debidamente identificados, analizados y contrarrestados. Por lo tanto, los análisis de la presente investigación, sobre el efecto que causa en el concreto cemento-arena el aditivo superplastificante MasterEase 3900 y el agregado fino utilizado, se refieren solo a los parámetros referidos a la contracción. El problema general de la investigación es, ¿Cómo influye el uso del cemento portland tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 en el control de cambio de longitud asociada a la contracción en el concreto cemento - arena en Iquitos 2022? El principal objetivo es "Estudiar la contracción del concreto cemento – arena utilizando cemento portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 para la medición del cambio longitudinal, en Iquitos 2022".

Los ensayos a realizar en la primera etapa de esta investigación fueron establecer las propiedades físicas del agregado a utilizar, luego el desarrollo de los diseños de mezcla para los concreto cemento-arena de relación agua/cemento 0.60 con 0.5%, 1.0% y 1.5% de aditivo añadido; para después realizar los ensayos de concreto en estado fresco y en estado endurecido, así como también los ensayos de contracción. Para el

caso del ensayo de contracción de concreto se utilizaron 10 prismas de 75x75x285 mm. por cada concreto con diferente porcentaje de aditivo añadido, al mismo tiempo se agrupó en “curados 28 días” y “sin curado”, haciendo un total de 30 prismas de concreto cemento-arena para ser analizados. Los datos se recogieron a lo largo de 28 días consecutivos.

Se observó que existe una diferencia relativamente significativa en la contracción del concreto “sin curado” y el concreto “curado 28 días” presentándose en ambos casos contracción del concreto. Notándose menor contracción en los prismas del concreto cemento-arena con 0.5% de aditivo superplastificante MasterEase 3900 y curados 28 días; mientras que se observó una mayor contracción en el concreto cemento-arena con 1.5% de aditivo superplastificante MasterEase 3900 sin curado. De la información mencionada se concluye que, a menor porcentaje de aditivo añadido, el concreto tiende a contraerse en menor medida, siendo de mucha importancia el proceso continuo de curado del concreto cemento-arena para obtener concretos de óptimo desarrollo.

Palabras claves: Contracción del concreto, Curado del concreto, concreto cemento-arena, aditivo superplastificante, aditivo, Cemento Portland tipo I.

Abstract

Civil construction in our country and the different construction methodologies are complex and vary throughout the territory, this due to the great climatic and geological diversity and accessibility to resources and materials throughout our country, and even more so. It is reflected in the construction methodologies in our Loreto region due to the lack of natural coarse aggregate and fine aggregate quarries that meet the standards of the Peruvian technical construction standard, and we also have a changing tropical climate.

Specifically, cement-sand concrete or also known as mortar tends to present cracking problems, more commonly in structural elements, such as lightened slabs, columns, beams or foundation beams, this due to volumetric changes of the concrete product of its own process. of setting, and that in most cases are not properly identified, analyzed and counteracted. Therefore, the analyzes of the present investigation, on the effect that the MasterEase 3900 superplasticizer additive and the fine aggregate used cause in cement-sand concrete, refer only to the parameters referred to shrinkage. The general problem of the investigation is, how does the use of type I portland cement and MasterEase 3900 superplasticizer additive influence the control of change in length associated with shrinkage in cement-sand concrete in Iquitos 2022? The main objective is "To study the contraction of cement-sand concrete using Type I portland cement and MasterEase 3900 superplasticizer additive for the measurement of longitudinal change, in Iquitos 2022".

The tests to be carried out in the first stage of this research were to establish the physical properties of the aggregate to be used, then the development of the mix designs for cement-sand concrete with a water/cement ratio of 0.60 with 0.5%, 1.0% and 1.5%. of additive added; to later carry out the concrete tests in the fresh state and in the hardened state, as well as the contraction tests. In the case of the concrete contraction test, 10 prisms 75x75x285 mm prisms were used. for each

concrete with a different percentage of additive added, at the same time it was grouped into "cured 28 days" and "without curing", making a total of 30 prisms of cement-sand concrete to be analyzed. Data was collected over 28 consecutive days.

It was observed that there is a relatively significant difference in the contraction of the concrete "without curing" and the concrete "cured 28 days", presenting in both cases contraction of the concrete. Noticing less shrinkage in the prisms of cement-sand concrete with 0.5% MasterEase 3900 superplasticizer additive and cured for 28 days; while a greater contraction was observed in cement-sand concrete with 1.5% MasterEase 3900 superplasticizer additive without curing. From the information mentioned, it is concluded that, at a lower percentage of added additive, the concrete tends to contract to a lesser extent, the continuous process of curing cement-sand concrete being very important to obtain concrete with optimal development.

Keywords: Concrete shrinkage, Concrete curing, cement-sand concrete, superplasticizer admixture, admixture, Type I Portland Cement.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.

A nivel región Loreto tenemos los siguientes estudios:

Hasta la fecha de realización de la presente investigación, no tenemos información de algún otro trabajo de investigación que se haya realizado en el departamento de Loreto sobre el estudio de la contracción del concreto cemento–arena, empleando arena de una cantera local y aditivo superplastificante MasterEase 3900 de “Master Builders Solutions”, sin embargo, existen estudios anteriores acerca de la contracción del concreto cemento-arena, además de investigaciones con aditivos plastificantes reductores de agua para concreto cemento – arena. A pesar de estos antecedentes de estudio, consideramos que nuestra propuesta será una investigación innovadora para el estudio de la contracción cemento – arena en nuestra región Loreto.

Pinedo Izquierdo (2021), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú - UCP, denominada “Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento portland tipo I, Iquitos – 2021” su principal objetivo fue estudiar el comportamiento del concreto cemento – arena utilizando cemento portland Tipo I para la medición de la contracción. Los primeros ensayos realizados fueron los que determinan las propiedades físicas de los agregados; observó que para las tres relaciones w/c de 0.55, 0.60 y 0.70, en los prismas sin curado existe contracción y los prismas con curado a 28 días existe expansión en las relaciones w/ de 0.55 y 0.60, mientras que en la relación w/c 0.70, existe contracción. Presentándose en la relación w/c = 0.55, mayor cambio de longitud. Por lo que el concreto cemento – arena, emplea un alto contenido de agua, es decir, utiliza más pasta que un concreto

convencional. De todo esto se concluye que a mayor relación w/c el cambio de longitud (contracción) será menor, de manera que la variable de agregado fino, el contenido de cemento y el contenido de agua tienen mucha influencia en el proceso de cambio de longitud en el concreto cemento – arena.

A nivel nacional fueron realizados los siguientes estudios:

Rodríguez Dávila, Pamela (2010) Su tesis denominada “Estudio del concreto con aditivo reductor de contracción, utilizando cemento Portland tipo I, Lima - 2010” En la investigación se realizó diferentes ensayos que se efectuaron en el laboratorio de ensayos de materiales. En primer lugar, se analizó a los agregados obteniendo las propiedades físicas; segundo, se realizó el diseño de mezcla para el concreto patrón y para las tres dosificaciones de aditivo que fueron de 1%, 2.5% y 4% con respecto al peso del cemento; tercero, se realizaron los ensayos para la obtención de las propiedades en concreto fresco y endurecido, resaltando de este los ensayos de contracción. Para el análisis de la contracción en el concreto se realizaron dos ensayos; el primero para estimar tendencia a la fisuración por contracción restringida y el segundo, el ensayo, de cambio de longitud en concreto, donde en cada uno se analizó al concreto patrón y al concreto con aditivo en tres dosificaciones, y para cada tipo de concreto se estudió la influencia del tiempo de curado en la contracción, siendo estos tiempos, un concreto no curado, un concreto curado durante 7 días y concreto curado durante 28 días. En el ensayo de cambio de longitud en concreto se realizaron las tomas de datos durante 3 meses, observándose que el concreto con 1 %, 2.5% y 4% de aditivo curado 28 días muestran las menores retracciones; y en el ensayo para estimar tendencia a la fisuración por contracción restringida los mejores resultados fueron del concreto con aditivo Sika Control 40 al 4%, ya que no presentó fisuración alguna tal concreto en ninguno

de los diferentes tiempos de curado.

Huincho Salvatierra, Edher (2011) Su tesis denominada “Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce y nanosílíce con cemento Portland tipo I, Lima - 2011” la presente investigación estudia los concretos de alta resistencia preparados con microsílíce (SIKA FUME), nanosílíce (SIKA STABILIZER 100) y superplastificante (VISCOCRETE 20HE) usando cemento Portland tipo I, relaciones agua-cementante menores a 0.25, usando por primera vez agregado grueso HUSO 89. Los asentamientos obtenidos son del orden de 8 a 10 pulgadas y una extensibilidad entre 56 y 70 centímetros, considerándose concretos de alta resistencia y a la vez autocompactantes. El diseño se basa en el Peso Unitario Compactado Máximo de la combinación de los agregados y un bajo contenido de cemento (560 kg/m³). La más alta resistencia a la compresión obtenida fue de 1423 kg/cm² a la edad de 90 días. Se desarrolla un concreto Patrón (CPO) con relación agua-cementante igual 0.40 y se comparan sus propiedades con cada una de las mezclas diseñadas. A la mezcla patrón se le adicionó 3% de aditivo superplastificante (CPA), luego 10, 15 y 20% de microsílíce en peso del cemento SF10, SF15 y SF20 respectivamente; se usó nanosílíce en dosis de 1.0, 1.5 y 2.0% en peso del cemento NS1.0, NS1.5 y NS2.0 respectivamente; también se usó microsílíce y nanosílíce a la vez en dosis de 5% de microsílíce más 0.5% de nanosílíce, 7.5% de microsílíce más 1.0% de nanosílíce y 10% de microsílíce más 1.5% de nanosílíce. Se presentan también el diseño de los diferentes tipos de mezcla, y la determinación de sus propiedades al estado fresco y endurecido, así como también un análisis de resultados. Finalmente se realiza un análisis de costos de estos tipos de concretos que incluyen los insumos.

Valero Galarza Jhoner Frank (2015) Su tesis denominada “Influencia de las fibras de polipropileno en la figuración asociadas

a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo - 2014". Tiene como objetivo estudiar la influencia de la incorporación de fibra de polipropileno en el concreto, especialmente en pavimentos de concreto; lo que se trata es evaluar las fisuras que se originan debido al proceso de retracción del concreto en el estado plástico. En la investigación se realizaron ensayos comparativos entre un concreto patrón, que no contenía fibras y concretos con distintas dosis de fibra adicionado. La fibra adicionada que se emplearon fue de 19mm y 50mm de tamaño en las dosis de 400, 900 y 1500 g. de fibra por metro cúbico de concreto. Obteniendo un total de siete muestras (diseños de mezcla). El diseño de mezcla fue para una resistencia a la compresión de 21 O kg/cm² a los 28 días.

Palomino Badillo, Miguel Armando (2017), Su tesis denominada "Estudio del concreto con cemento Portland tipo IP y aditivo superplastificante, Lima - 2017". se enfocó en disminuir la contracción del concreto mediante el uso de un aditivo superplastificante y cemento portland tipo IP. Para el estudio y análisis del concreto se utilizaron agregado fino de la cantera de Jicamarca y agregado grueso de la cantera de La Gloria y a su vez aditivo CHEMA SÚPER PLAST y cemento QUISQUEYA USO GENERAL. Se realizaron diferentes ensayos en el laboratorio de ensayo de materiales. Los primeros ensayos a realizar fueron los que determinan las propiedades físicas de los agregados; posteriormente se realizaron los diseños de mezcla para el concreto patrón y para tres diferentes dosificaciones de aditivo que fueron de 0.5%, 1% y 2% con respecto al peso del cemento; finalmente se realizaron los ensayos en estado fresco y endurecido, resaltando los ensayos de contracción. En el análisis del fenómeno de contracción del concreto se realizaron dos ensayos; el primero para determinar el cambio de longitud en concreto, donde se realizaron análisis para concreto sin curar y concreto curado 28 días; el segundo para

estimar la tendencia a la fisuración por contracción restringida, donde se realizaron análisis para concreto curado durante 7 días. Para ambos ensayos se analizó al concreto patrón y al concreto con aditivo en tres dosificaciones. Para el ensayo de cambio de longitud en concreto se realizaron la toma de datos durante 28 días, observándose que para los cuatro tipos de concreto (concreto patrón, concreto con aditivo al 0.5%, 1% y 2%) curado 28 días presenta menores cambios de longitud que los concretos sin curar. Y en el ensayo para estimar la tendencia a la fisuración por contracción restringida, se observó que hay una reducción de fisuras con el uso del aditivo superplastificante.

Martínez Agurto, John Erick (2019), Su tesis denominada “Análisis de la contracción por secado de mortero de cemento portland, elaborado con residuos de concha negra, Piura - 2019” tiene como objetivo estudiar la influencia que tiene el uso de RCA (residuos de conchas de abanico) como agregado fino (arena) en la contracción por secado de morteros. Adicionalmente, se evalúa el comportamiento del concreto tanto en estado fresco (fluidez y temperatura), como endurecido (resistencia a la compresión). Cabe resaltar que, en el estado endurecido, solo se evalúa la resistencia a la compresión de cada tipo de mortero puesto que no es el enfoque de la investigación analizar las propiedades físicas, sino las propiedades de durabilidad como es el fenómeno de contracción. Con tal fin, se utilizaron morteros con reemplazos de agregado fino en peso por ARG o RCA en 10 y 60 por ciento. Asimismo, se produjo un mortero con 0 por ciento de reemplazo llamado mortero patrón. Por lo que, se evaluó la contracción en cada mortero para determinar la influencia del RCA en el mismo. Los resultados de este estudio indican que el 10% de reemplazo de RCA por agregado fino, puede ser capaz de controlar la contracción y así mejorar su durabilidad. La investigación destaca que la posibilidad

de usar los residuos de moluscos, conchas de abanico, etc. podría reducir el impacto ambiental y ayudar a reducir la explotación de canteras naturales para agregados en concretos o morteros.

Castillo Ninatanta, José Luis (2019), Su tesis denominada “Factores intrínsecos del concreto premezclado que producen la fisuración en su proceso de fraguado, Trujillo - 2019” analizó la influencia del aditivo Plastiment TM 31 y TM 12 sobre la fisuración del concreto premezclado durante su proceso de fraguado. Para ello se diseñaron dosificaciones de mezcla, con diferentes porcentajes de aditivo y relación agua cemento en función de la mezcla comúnmente utilizada en el vaciado de losas y techos ($f'c = 210$ kg/cm²). El propósito del estudio es evaluar si el contenido en exceso de los aditivos o del cemento producen la fisuración del concreto premezclado. Se evaluaron diferentes especímenes para estudiar la fisuración en moldes tipo anillo y panel rectangular, además se determinaron las propiedades físicas para cada dosificación, tanto en su estado fresco como endurecido, de esta manera se sugiere una dosificación óptima para la adición de aditivos reductores de agua y retardantes de fragua, utilizados en el concreto premezclado. La investigación es de tipo experimental, y tuvo una población estadística de 60 muestras, para evaluar la propiedad de fisuración. En cuanto a los resultados se observó que el asentamiento del concreto aumenta con la adición de aditivos, además el peso unitario disminuye ligeramente con la dosificación de aditivos. Finalmente, se puede reducir las fisuras por contracción plástica del concreto premezclado de manera eficaz añadiendo solamente hasta un 0.9% de aditivo superplastificante y 0.3% de aditivo retardante de fragua, tanto para dosificaciones con relación agua cemento de 0.52, 0.57 y 0,62.

Carbajal & Portocarrero (2020), Su tesis denominada “Estudio comparativo de la fisuración del concreto por retracción plástica con

aditivos incorporadores de aire vs fibras de polipropileno, Arequipa - 2020” evaluó y compara el comportamiento del concreto con resistencia $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ frente a la fisuración por retracción plástica al incorporarle fibras de polipropileno y aditivo incorporador de aire inicialmente usando el método ASTM C1579 utilizando la cámara de condiciones controladas a temperatura, velocidad de viento y porcentaje de humedad controlado y adecuado a un promedio de valores de tres diferentes estaciones meteorológicas de la ciudad de Arequipa (Chiguata, Huasacache, La Pampilla) con datos promedio desde el 2011 hasta el 2016, para ellos se usaron tres valores promedio $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, velocidad del viento $4\text{m/s} \pm 1\text{m/s}$, y la humedad relativa $60\% \pm 4$, al no presentar fisuración por haberse creado un microclima que evitó la fisuración en la cámara de condiciones controladas se decidió proceder a exponer los paneles rectangulares a la intemperie siendo las horas de vaciado temperaturas bajas y altas durante el día en el clima de Arequipa para estudiar la fisuración por contracción plástica inducida en el concreto haciendo una modificación a la ASTM C1579. A la vez se compara los resultados obtenidos de ambos aditivos frente al fisuramiento por contracción plástica y se determina la dosificación adecuada de microfibras de polipropileno y de incorporador de aire que se debe adicionar en $f'c = 280\text{Kg/cm}^2$ que minimice el efecto de la contracción plástica.

A nivel internacional fueron realizados los siguientes estudios:

Munizaga Román, Gloria Andrea (2009), Su tesis denominada “Fisuración por retracción en hormigones: influencia del tipo de cemento, Santiago de Chile - 2009” concluyó que la incorporación de puzolana en el cemento no favorece la retención del agua de amasado de las probetas de hormigón cuando éstas son expuestas a condiciones de secado. La mayor porosidad total que presentan los hormigones confeccionados con cementos de alta adición

puzolánica y la elevada pérdida de agua de dichos hormigones durante los primeros días de exposición a condiciones de secado, podrían explicar las variaciones significativas de longitud que muestran las probetas ensayadas a retracción libre. Sin embargo, en algunos casos los cementos puzolánicos pueden desarrollar en el largo plazo retracciones de longitud comparativamente igual o menor a la alcanzada por el cemento portland.

En cuanto a la influencia de la relación agua/cemento se aprecia en la mayoría de los ensayos de retracción no hubo una gran diferencia entre los resultados con distintas relaciones de agua/cemento, este comportamiento puede ser por dos motivos, uno es que realmente no influye mucho este factor o también puede ser que las relaciones de agua/cemento estudiadas son muy cercanas en cuanto a su valor.

En base a todos los resultados obtenidos en los diferentes ensayos se puede concluir que el comportamiento de los hormigones confeccionados con cementos de laboratorio fue distinto al comportamiento del hormigón confeccionado con el cemento portland puro, como la única diferencia entre estos cementos es la adición de puzolana. Podemos decir que la puzolana influye directamente en los cambios físicos y químicos del hormigón confeccionado con determinado cemento. Por lo tanto, en los hormigones la adición puzolánica influye en la fisuración por retracción, dado que los hormigones confeccionados con el cemento puzolánico presentan una retracción de hasta un 70% más de ancho de fisura que los hormigones confeccionados con cemento portland. Con esto se cumple el objetivo principal de esta investigación que era determinar la influencia de la puzolana en la fisuración por retracción que experimentan hormigones fabricados con distintos cementos.

Alegría Rodríguez, Rudy Ernesto- Álvarez Herrera, Juan Carlos- Peñate Castro, María Elena (2011), Su tesis denominada “Estudio de coeficientes de expansión y contracción del concreto hidráulico, y su influencia en el comportamiento de las mezclas de concreto utilizadas en pavimentos y pisos industriales, Santa Ana – El Salvador 2011” cuyo objetivo final es obtener dos diseños de mezcla, uno para un módulo de ruptura de 36 kg/cm² y el otro para un módulo de ruptura de 45 kg/cm², para así realizar la elaboración de especímenes para realizar ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, módulo de elasticidad dinámico y monitoreo de cambios longitudinales, de manera tal que sus principales conclusiones fueron: En el diseño de mezcla realizado para ambos módulos de ruptura, se puede concluir en el caso del diseño para MR=36 kg/cm², que la resistencia a la flexión alcanzada a la edad de 28 días, de 37.70 kg/cm² correspondiente a un 105% de la resistencia de diseño; mientras que para el diseño de mezcla para MR=45 kg/cm², la resistencia a la flexión alcanzada a 28 días de 47.57 kg/cm² corresponde a un 106% de la resistencia buscada; el hecho que en ambos diseños se obtengan valores de resistencia a la flexión levemente mayores a los valores de diseños, se debe a que el método ACI 211.1, permite realizar diseños con ciertos márgenes de seguridad con el fin de asegurar concretos que cumplan satisfactoriamente con las resistencias requeridas.

El concreto con diseño MR=36 kg/cm², experimenta mayores expansiones y contracciones con respecto al concreto con diseño MR=45 kg/cm² debido a que concretos con mayores relaciones A/C poseen más agua en relación al cemento en la mezcla; al poseer más agua una mezcla de concreto esta ocupa mayor cantidad de poros en el concreto. Esta agua al experimentar el fenómeno de la cristalización tiende a aumentar su volumen provocando una mayor expansión en el concreto y cuando los poros pierden el agua que se

encuentra en ellos tienden a ser reducidos por la atracción existente entre las partículas de cemento, uniéndose más entre ellas y con ello logrando una mayor contracción en el concreto.

Cárcamo Gil & Mancilla Valero (2014) Su trabajo de investigación para la obtención de grado denominado “Determinación de la curva inicial de retracción de fraguado de concretos elaborados utilizando adición de ceniza volante, Bucaramanga – Colombia 2014” obtuvo curvas promedio de las probetas según contenido de ceniza, en las cuales se puede observar que las probetas con menor contenido de ceniza, muestran menores valores de retracción, es decir que el contenido de ceniza afecta la retracción, incrementándola. Las curvas promedio de las probetas según la relación agua cemento, muestran que las probetas con menor relación tienen mayores valores de retracción inicial, contrario a lo que refieren las normas. Los resultados según el contenido de ceniza, de 0%, 5% y 10%, y las curvas iniciales obtenidas para las normas CEB-FIP y ACI, muestran que los valores medidos son apenas una fracción de los calculados según las normas. La tendencia en las probetas de 0% y 5% de ceniza muestra que el valor a tiempo infinito no llegará a $2 \cdot 10^{-4}$, valor establecido en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

1.2. Bases teóricas.

1.2.1. EL CONCRETO

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste. El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida. (II Congreso Internacional de la Construcción y Expocon 2004, Naturaleza y materiales del concreto. Rivva López.)

El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua, y agregados fino y grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado. (Diseño de mezclas, Ing. Rivva López, 2014).

El concreto es un producto o masa conformada por un medio aglutinador. Generalmente, este medio es el producto de la reacción entre cemento hidráulico y agua. Sin embargo, hoy día esta definición abarca una amplia gama de productos; hay concretos hechos con diferentes tipos de cemento: puzolana, ceniza, escoria de alto horno, aditivo dosificado, sulfuro, ingredientes para mezcla, polímeros y fibras, entre otros. Además, esos concretos pueden ser calentados, calentados al vapor, en autoclaves tratados al vacío, comprimidos hidráulicamente, son sometidos a choques y

vibraciones, forzados a presión y pulverizados. (A.M & J.J, 1998)

1.2.2. CONTRACCIÓN DEL CONCRETO

La contracción del concreto es un proceso mediante el cual se reduce el volumen de este, debido a que las reacciones químicas durante el proceso de fraguado provocan altas temperaturas que a su vez provocan la pérdida de agua y subsecuentemente que el concreto se contraiga hasta incluso formar fisuras en el mismo.

Específicamente se produce una deformación tridimensional durante la contracción sin embargo para términos de estudio e investigación este se expresa linealmente esto debido a que, en la mayoría de los elementos estructurales y no estructurales de concreto, la deformación en una de las tres dimensiones es de mayor magnitud a comparación de las otras dos, por lo cual el valor de las mismas se vuelve despreciable si lo comparamos con la dimensión de mayor deformación, es decir que en la dimensión que se toma en cuenta para la investigación se produce una deformación mucho más considerable. El proceso de contracción tiene principalmente dos etapas: la primera ocurre durante el proceso constructivo, es decir durante el transporte, vaciado y primeras horas de curado del concreto, en esta fase el concreto se comporta de una manera muy diferente respecto a la segunda etapa (24 horas después del vaciado de la mezcla).

La contracción además ha sido indicada como una de las principales razones por la cual el concreto tiende a fisurarse. Son muchas las variables a tomar en cuenta para el estudio de este fenómeno del proceso constructivo en obras civiles, estas se pueden agrupar de dos maneras: en el primer

grupo se encuentran aquellas variables que repercuten en la composición de la mezcla tales como la relación agua/cemento, el volumen de la pasta o el diseño de mezcla, mientras que el segundo grupo de variables tiene que ver con las condiciones de exposición en la que el concreto se pueda encontrar como por ejemplo, el clima, humedad relativa del ambiente, temperatura del ambiente, el tiempo y la calidad del curado, grado de restricción, relación superficie expuesta/ volumen, viento y grado de restricción.

En la mayoría de los casos el fenómeno de contracción del concreto y por lo cual es objeto de estudio, se produce por la exposición o sobrexposición con el medio natural que lo rodea ya que tiende a buscar el equilibrio con este entorno. Si el concreto se encuentra expuesto a una atmosfera seca, entonces durante el proceso de fraguado y los días que le siguen a este pierde agua mediante la evaporación. El tiempo en el que tarde la evaporación del agua estará relacionada con la humedad relativa, relación W/C, temperatura y la cantidad de superficie expuesta con el medio ambiente; Además de ser un fenómeno inminente que le sucede al concreto desde su fabricación, estado en fresco y a lo largo de los años.

1.2.3. TIPOS DE CONTRACCIÓN EN EL CONCRETO

El proceso de contracción del concreto se produce debido a distintas variables y también se da en distintas fases, ya sea durante el estado en fresco o durante el estado endurecido (fraguado), debido a esto es imprescindible definir cada etapa del proceso y en el momento en específico en el que se contrae y surge la posible fisura. Según varios autores de investigaciones y conocedores del tema, los tipos de contracción son: contracción plástica, contracción por

secado, contracción autógena, contracción química, contracción por carbonatación.

- “Triángulo Eterno: Enfatiza la naturaleza concomitante de los tres fenómenos, dos de ellos, generación de calor y reducción de volumen pueden considerarse nocivos. Sin embargo, estos dos fenómenos pueden ser tolerables, siempre y cuando se haya aprendido a manejar sus efectos en las construcciones de concreto.”
(<http://catarina.udlap.mx/>)

GRÁFICO N° 01. Triángulo eterno.



Fuente:(<http://catarina.udlap.mx/>)

1.2.3.1. ASENTAMIENTO PLÁSTICO

El asentamiento plástico es el proceso en el cual la mezcla de concreto se encuentra en estado plástico y se asienta en el molde adecuado para su propósito, esto se debe al proceso de exudación en donde las partículas de mayor tamaño se trasladan a la parte inferior de la mezcla, mientras que la humedad del agua se traslada hasta la parte superior donde se evapora y se empiezan a formar las primeras grietas en el concreto, esto aproximadamente durante las primeras 3 a 4 horas desde el vaciado de la mezcla. El concreto disminuye en volumen debido a la fuerza de

gravedad lo cual provoca el asentado y al mismo interactuando con las estructuras de metal que conforman el armado y el encofrado.

El fenómeno de exudación se da frecuentemente en elementos de concreto de gran tamaño, como, por ejemplo, vigas, vigas de cimentación, plateas y columnas, aunque en menor medida se dan en elementos de menos volumen como acabados o pisos.

GRÁFICO N° 02. Fisuras por asentamiento plástico.



Fuente: los “cuándo, por qué y cómo” de las fisuras en el hormigón fresco - Ms. Ing. Maximiliano Segerer”

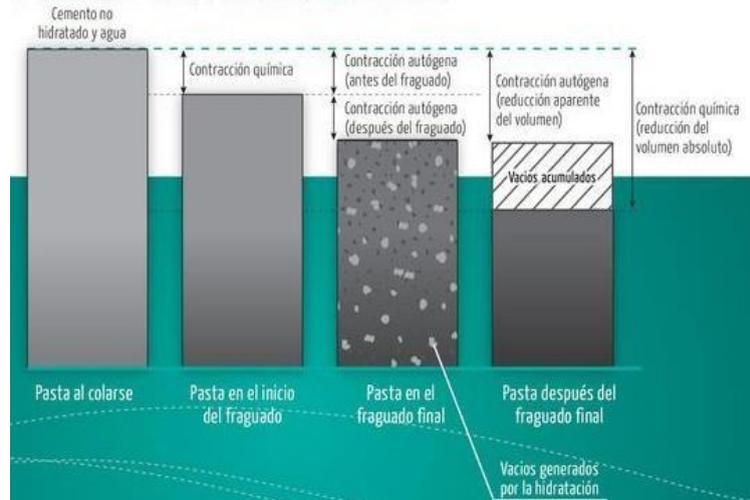
1.2.3.2. CONTRACCIÓN QUÍMICA

La contracción química es el proceso en el cual los elementos reactivos que conforman el concreto entran en contacto y se produce la reacción química, es decir cuando se mezclan el elemento cementante (cemento) con el agua con propiedades específicas para la mezcla. Este tipo de contracción se da durante un tiempo determinado y es de escala molecular, esto mientras el cemento y el agua sigan reaccionando entre sí.

Una vez terminado la etapa plástica del concreto durante el proceso del fraguado, las deformaciones del concreto son de magnitudes más despreciable y minúsculas, siendo esta la

razón por la que las reacciones químicas que le subsiguen a esta etapa producen vacíos microscópicos dentro del volumen total.

GRÁFICO N° 03. Cambios de volumen por contracción química y contracción autógena de pasta fresca y endurecida. Sin escala.



Fuente: <https://docplayer.es>

1.2.3.3. CONTRACCIÓN PLÁSTICA

Este tipo de contracción es la que ocurre durante el tiempo siguiente al vaciado del concreto en el molde o encofrado pertinente y se definen como el cambio volumétrico que sufre el concreto, en otras palabras, mientras el concreto se encuentra en estado fresco. La disminución de humedad en la mezcla es principalmente debido a la evaporación y al porcentaje de absorción de humedad tanto de los agregados finos como de los agregados. En otras palabras, las fisuras que se producen durante la contracción se deben a la pérdida de agua en la superficie del concreto y está estrechamente relacionada con la velocidad de evaporación. Es importante el control de estas grietas pues es un problema que se puede extender y afectar al elemento estructural.

Según (Portland Cement Association, Diseño y control de mezclas de concreto, 2004) “Contracción plástica se refiere a los cambios que ocurren mientras el concreto aún está en estado fresco, antes de endurecerse. Normalmente, se presenta en la forma de fisuras por contracción plástica, que ocurren antes o durante el acabado” (Gráfico N°04). “La metodología más usada para el control del agrietamiento debido a la contracción plástica es “El curado” del concreto, que consiste en “bañar” y rociar el concreto con agua para tratar de controlar la temperatura que se produce en el interior, al mismo tiempo disminuyendo la evaporación por las reacciones químicas; también es importante precisar que existen otros métodos como el uso de rompevientos, sombreado de la superficie, cubiertas de láminas de plástico de todo el área, auxiliares de acabado aerosol (retardadores de evaporación) y fibras plásticas.” (Portland Cement Association, Diseño y control de mezclas de concreto, 2004)

GRÁFICO N°04. Fisuras por contracción plástica en el concreto fresco.



Fuente: <https://www.slideshare.net>

1.2.3.4. CONTRACCIÓN AUTÓGENA

“Este tipo de contracción es posible obtener únicamente en un sistema aislado, es decir, un sistema que restringe todo cambio de temperatura o humedad, e imposibilitando la interacción directa con la pasta de cemento, lo cual puede producir cierta contracción.” (Shetty,2005), “explica que la contracción de un sistema aislado es el tipo de contracción de menor importancia y no es aplicable en la práctica, excepto la de la masa de concreto en el interior de una presa de concreto.” (John,2019)

“Es difícil medir la contracción autógena, debido a que, sucede inmediatamente después que se junta el cemento con el agua y el proceso de hidratación comienza rápidamente, afortunadamente los efectos de la contracción autógena se ven disminuidos por los efectos de la contracción por secado, a menos que sea muy baja la relación agua/cemento del concreto, por lo menos menor a 0.30” (Neville,1977)

“La contracción autógena es la reducción macroscópica del volumen (cambio dimensional visible) de la pasta de cemento, mortero o concreto, causada por la hidratación del cemento. La reducción macroscópica del volumen de la contracción autógena es mucho menor que la reducción del volumen absoluto de la contracción química, debido a la rigidez de la estructura de la pasta endurecida. La contracción química es la fuerza que conduce a la retracción autógena. Algunos investigadores y organizaciones consideran que la contracción autógena empieza con el inicio del fraguado y otros la evalúan desde el momento de la colocación (colado) del concreto.” (Portland Cement Association, Diseño y control de mezclas de concreto, 2004)

GRÁFICO N°05. Relación entre contracción autógena y contracción química de la pasta de cemento en edades tempranas.



Fuente: Hammer 1999, Portland Cement Association, Diseño y control de mezclas de concreto, 2004

1.2.3.5. CONTRACCIÓN POR CARBONATACIÓN

Este tipo de contracción ocurre cuando el concreto se encuentra expuesto a agentes reactivos en el medio ambiente a base de dióxido de carbono, este tipo de contracción es considerada un tipo secundario por que ocurre en determinadas y específicas situaciones. De hecho, este fenómeno de contracción es relativamente reciente, pues todavía se están realizando investigaciones para un conocimiento más a fondo. Siendo este un fenómeno que se da en el concreto en estado endurecido, causado principalmente por la reacción química entre los cristales de hidróxido de calcio de los productos de hidratación del cemento con el dióxido de carbono de la atmosfera formándose carbonato de calcio (una sustancia muy abundante en la atmosfera) con una reducción del volumen inicial que causa una descompresión interna y contracción adicional. La humedad durante la exposición al dióxido de carbono es el factor principal que influye en la contracción por carbonatación.

1.2.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CONTRACCIÓN DEL CONCRETO

Se presenta a continuación los factores internos y externos que influyen en la contracción del concreto.

1.2.4.1. FACTORES INTERNOS

1.2.4.1.1. Cementos.

Son los responsables en gran medida de la contracción del concreto, encontrando una contracción más elevada cuando más fino sea el cemento de un mismo tipo de Clinker. Se han realizado pruebas donde una Clinker de horno rotatorio ha sido molido a finuras muy diferentes con 2% de yeso, y se ha demostrado que cuando más fino es el cemento, se necesita más agua de mezclado y pierde menos al desecarse; esto es debido a la, mayor proporción de granos activos dejando menos agua libre susceptibles a evaporarse y a la mayor impermeabilidad obtenida por la ayuda de un cemento fino.

“Existen estudios, que indican que no es posible a priori aseverar que un cemento que cumple con los requerimientos standard para un tipo de cemento Portland tendrá mayor o menor contracción que otro cemento que cumple con requisitos diferentes. Sin embargo, otros investigadores, han establecido tendencias que indican que en general los cementos Tipo II producen menor contracción que los Tipo I y mucho menor aún que los tipos III.” (Pasquel, 1993, pp. 243-244).

1.2.4.1.2. Agregados

Los agregados se definen como un grupo o conjunto de partículas de origen mayoritariamente natural, de tamaños y

formas muy diversas, es decir; desde diminutas partículas arenosas hasta rocas de grandes tamaños, siendo estos el resultado de un proceso geológico de millones de años. Los agregados al igual que el cemento y el agua son los principales materiales para la elaboración del concreto para construcción.

Los agregados a usar también son un factor importante para la contracción ya que se debe usar agregados de alta calidad, entendiendo con esto agregados que deben tener baja capacidad de absorción (la absorción es una medida de su porosidad); esta baja capacidad de absorción está ligada a un alto módulo de elasticidad, produciendo así concreto con baja contracción. Se debe tener cuidado en que los agregados no se encuentren contaminados por otros materiales como sedimentos, arcilla, carbón o madera; puestas que la mayoría de estas no restringen la contracción, pero pueden incrementarla como la arcilla que absorbe la humedad y se contrae considerablemente al secarse.

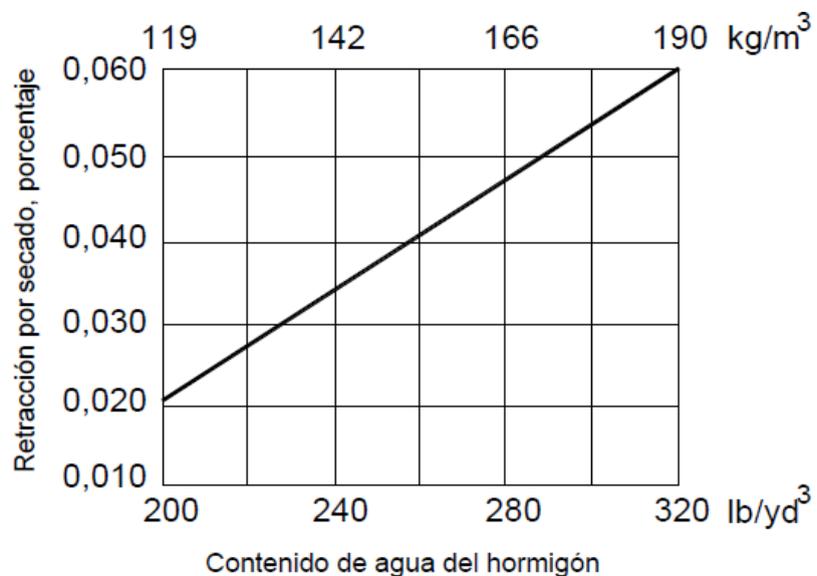
1.2.4.1.3. Contenido de agua

Otro factor es la consistencia de concreto que relaciona la relación a/c; a mayor tamaño máximo de agregado usado es menor el área que se necesita cubrir con la pasta y por ende menor cantidad de agua que ayudará a no aumentar el volumen de la pasta; esto trae consigo una menor retracción en el concreto.

La contracción por secado de concreto incrementa al aumentar el contenido de agua. Un concreto con alto contenido de agua (relación a/c alta) tiene una menor resistencia y un menor módulo de elasticidad y por lo tanto tiene una mayor tendencia a la contracción.

Es importante precisar que a mayor superficie de los agregados la mezcla necesitará más agua, lo que a su vez provoca que el concreto se contraiga en mayor medida, esto se traduce a que las partículas que generan más superficie para cubrir son las partículas finas, por lo tanto, la relación agua/cemento sería mayor si la comparamos con una mezcla de cemento con partículas más gruesas que generaría menor superficie por cubrir y por consiguiente menor uso de agua y menor relación agua cemento. En el gráfico N°06 se muestra la relación del contenido de agua del concreto con la retracción por secado, representado en porcentaje.

GRÁFICO N°06. Efecto típico del contenido de agua del concreto sobre la contracción por secado



Fuente: Comité ACI 224

1.2.4.1.4. Aditivo reductor de agua y superplastificante.

Los efectos que tienen los aditivos sobre la contracción son muy variables dependiendo del tipo de aditivo usado.

Se puede compensar la retracción del concreto con la inclusión de aditivos como incorporadores de aire de concreto, los aditivos que contienen cloruro calcio pueden incrementar la contracción por secado.

Aditivo superplastificante MasterEase 3900:

“MasterEase 3900 es un aditivo superplastificante de última generación, basado en la nueva tecnología de polímeros exclusiva de Master Builders Solutions, especialmente diseñado para la producción de concretos de baja viscosidad incluso con reducidos contenidos de agua debido a su innovadora formulación que permite una adsorción retardada de las partículas de cemento obteniendo una hidratación mucho más eficiente.” (Ficha técnica MasterEase 3900)

Detalles:

“Diseñado para mejorar la reología y con ello su trabajabilidad, bombeabilidad y la puesta en obra del concreto fabricado. Permite la fabricación de concretos de elevada fluidez y de alta resistencia, con un buen mantenimiento de consistencia. MasterEase 3900 cumple con las especificaciones de la clasificación tipo F según la ASTM C494.” (Ficha técnica MasterEase 3900)

Características y Beneficios:

- Gran poder reductor de agua.
- Mejora el acabado y la textura de la superficie del concreto.
- Aumenta las resistencias iniciales y finales del concreto.
- Buen mantenimiento de consistencia para cubrir los tiempos de transporte, sin retraso de fraguado.
- Facilita el bombeo y reduce el tiempo de aplicación y compactación
- Dota al concreto de un excelente comportamiento reológico, con reducida viscosidad, y docilidad mejorada. Excelente cohesión.

Recomendaciones de uso:

“MasterEase 3900 se añade al concreto durante su amasado, con la última parte del agua de mezcla. Debe mezclarse un tiempo suficiente para garantizar la completa homogeneización del aditivo en toda la masa. MasterEase 3900 es compatible con los plastificantes y retardantes de la gama MasterPozzolith, MasterPolyheed y MasterSet de MBS. MasterEase 3900 puede ser añadido directamente al camión mezclador, para restablecer concretos que hayan perdido consistencia. En este caso, se debe asegurar la plena compatibilidad entre aditivos antes de la aplicación. No es recomendable añadir el aditivo antes del agua de amasado, sobre el cemento y los agregados.” (Ficha técnica MasterEase 3900)

Dosificación:

“El rango de dosificación recomendado para MasterEase 3900 es de 650 ml a 1500 ml por 100 kg de cemento en función del tipo de materiales y tipo de concreto a fabricar,

dependiendo del uso esto puede variar por la naturaleza de los agregados y condiciones insitu. Dosificaciones diferentes a las recomendadas son posibles con ensayos previos que justifiquen su buen desempeño.” (Ficha técnica MasterEase 3900)

Información técnica:

Aspecto: Líquido

Color: Marrón

Densidad: 1,10 g/cm³

pH: Min 5.0

Almacenamiento:

MasterEase 3900 tiene una vida útil de 12 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

1.2.4.2. FACTORES EXTERNOS

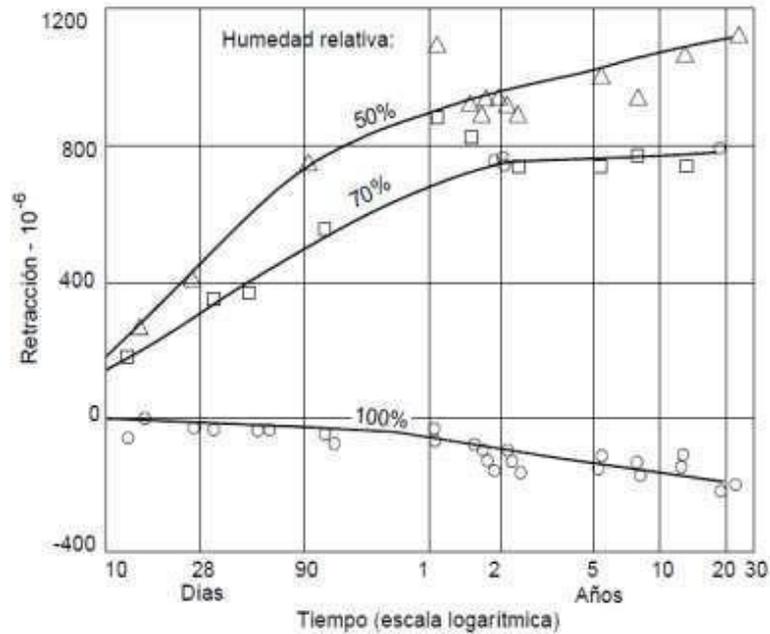
1.2.4.2.1. Temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.

Estos factores afectan la pérdida de humedad de la superficie del concreto. El efecto de la temperatura se orienta a modificar la velocidad a la que ocurre la contracción. La humedad relativa también juega un rol muy importante ya que, a menor humedad relativa, la retracción y la velocidad de retracción aumentan.

Es de esperarse una mayor contracción por secado cuando se eleva la temperatura ambiental, se disminuye la humedad relativa y se incrementa la velocidad del viento.

En el gráfico N°07 se muestra la relación de la retracción a medida que aumentan los días, pero para tres diferentes humedades relativas (50%, 70% y 100%).

GRÁFICO N°07. Relaciones entre la retracción y el tiempo para concretos almacenados a diferentes humedades relativas.



Fuente: Comité ACI 224

1.2.4.2.2. Geometría del elemento

La geometría del elemento, es decir, la forma y tamaño de sus longitudes en tres dimensiones, también influyen mucho en el desarrollo, desenvolvimiento y funcionamiento del concreto, además de influir en la velocidad del secado, lo que a su vez afecta la velocidad de retracción que tiende a generar más o menos fisuras.

El efecto de la geometría del elemento de concreto sobre contracción por secado está representado por su “espesor teórico” o “espesor hipotético”; donde este valor se define como dos veces el área de la sección transversal del elemento del concreto dividido por el perímetro expuesto de la sección transversal. De aquí que un espesor teórico más grande está asociado a una menor contracción por secado.

1.2.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

1.2.5.1. Cemento Sol Portland tipo I

Como se mencionó líneas arriba, el cemento es un material conglomerante de uso extendido en obras de construcción civil a base de piedras calizas, aluminatos de calcio, arcillas entre otros. Este material se fabrica a partir de la mezcla entre las calizas que fungen de materia prima con material geológico a base de cal, sílice y alúmina. Centrándonos exactamente en el cemento portland el cual debe su nombre a la coloración que este tiene, su uso está muy extendido en edificaciones que como base de sus elementos estructurales usan el concreto.

El cemento gris Portland, tipo I (El cemento portland con características estándar) tiene determinadas características para su uso como conglomerante, siendo su desempeño óptimo durante el fraguado, además de la alta resistencia a fuerzas de compresión entre otras propiedades; propiedades que fueron pensadas desde su concepción en fabrica. En nuestro país existe una gran variedad de marcas de cemento, con características y calidades distintas, para esta investigación en particular nos centramos en el cemento Sol Portland Tipo I, debido a que es el cementante usado en los ensayos de este proyecto. Las características químicas y físicas del cemento Portland Tipo I (Sol) se indican en las tablas N° 01 y N° 02.

TABLA N°01. Requisitos químicos para el cemento Portland tipo I

Composición química	Tipo I
Dióxido de Silicio, (SiO ₂), %, mín.	-
Óxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃), %, máx.	-
Óxido Férrico, (Fe ₂ O ₃), %, máx.	-
Óxido de Magnesio, (MgO), %, máx.	6,0
Trióxido de Azufre, (SO ₃), %, máx.	
Cuando (C ₃ A) ≤ 8%	3,0
Cuando (C ₃ A) > 8%	3,5
Pérdida por Ignición, %, máx	3,0
Residuo Insoluble, %, máx.	0,75
Silicato Tricálcico, (C ₃ S), %, máx.	-
Silicato Dicálcico, (C ₂ S), %, mín.	-
Aluminato Tricálcico (C ₃ A), %, máx.	-
Alumino-ferrito tetracálcico, más dos veces el Aluminato Tricálcico (C ₄ AF+2(C ₃ A)) o solución sólida, (C ₄ AF+C ₂ F), % máx.	-

Fuente: Ficha Técnica del Cemento

TABLA N° 02. Características físicas del cemento Portland tipo I (Sol)

Ensayos físicos	Valores
Retenida malla 100 (%)	0,16
malla 200 (%)	0,88
malla 325 (%)	6,60
Superficie específica Blaine (m ² /kg)	325
Contenido de aire (%)	5,98
Expansión autoclave (%)	0,11
Densidad (g/cm ³)	3,13
Fraguado Vicat Inicial (min)	130
Fraguado Vicat Final (min)	293
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	
24 hrs	155
3 días	259
7 días	319
28 días	389

Fuente: Ficha Técnica del Cemento

1.2.5.2. Agregado fino.

Partículas de origen natural, son aquellas que en el ensayo con los tamices pasan el tamiz de 3/8 (9.51 mm) y quedan retenidas hasta el tamiz N°200 (74µm) tal y como indica la normativa técnica peruana 400.011, toda partícula que pasa estos límites es considerada partícula de arcilla-limo y preferentemente evitar su uso para mezclas de concreto que formaran elementos estructurales. El agregado fino deberá cumplir los lineamientos establecidos en la norma técnica NTP 400.037, en paralelo con la norma ASTM C-33, que establecen los lineamientos a cumplir por estas partículas.

1.2.5.2.1. Granulometría del agregado fino. (NTP 400.012)

Es la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados; estos para un mejor análisis se expresan en porcentaje en peso de cada tamaño con respecto al peso total. Ello se logra separando el material por tamices que establecen la norma.

La normativa técnica peruana (NTP 400.012) establece los lineamientos para determinar la distribución de partículas de los agregados finos clasificándolas por tamaño. Este análisis de partículas se conoce como análisis granulométrico y es considerado un ensayo de laboratorio fundamental para el diseño de mezcla de los morteros/concretos. Según los lineamientos el análisis granulométrico fracciona la muestra en partículas del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Se consideran partículas de agregado fino a aquellas que quedan retenidas en los tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200 de la serie Tyler.

La distribución óptima de un agregado fino de uso constructivo debe ser preferentemente continua, con una retención mayoritaria entre las mallas N° 4 y la N°100 de la

serie Tyler; y, no debe retener más del 45% en dos tamices consecutivos.

Es importante precisar que la calidad del concreto está estrechamente relacionada con las propiedades del agregado, más en específico en la distribución granulométrica y otras propiedades de la arena. El ensayo de granulometría del agregado fino se efectuará bajo la norma técnica NTP 400.012. Los límites de distribución granulométrica según la norma técnica NTP 400.037 y la norma ASTM C – 33, se muestra en la tabla siguiente:

TABLA N° 03: Límites granulométricos según normas NTP 400.037

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

Fuente: Norma NTP-2014

1.2.5.2.2. Módulo de finura: (Norma NTP. 400.011)

El módulo de finura representa un número adimensional que representa el tamaño promedio de las partículas de los agregados, es el índice aproximado que nos describe la proporción de finos o de gruesos que se tiene en las partículas que lo constituyen, y es un indicador de la finura de un agregado: cuanto mayor sea el módulo de finura más grueso será el agregado.

“Cambios significativos en la granulometría de la arena tienen una repercusión importante en la demanda de agua y,

en consecuencia, en la trabajabilidad del hormigón, por lo que si hubiese una variación significativa en la granulometría de la arena deben hacerse ajustes en el contenido de cemento y agua para conservar la resistencia del hormigón. Para no tener que recalcular la dosificación del hormigón el módulo de finura del agregado fino, entre envíos sucesivos, no debe variar en más de ± 0.2 . En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia; además, la norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.15 (Ari, 2002). Según la norma técnica NTP 400.011, se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa. De acuerdo a la ASOCEM (Asociación de Productores de Cemento), en la apreciación del módulo de finura, se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia” (BENITES ESPINOZA, 2011).

Superficie específica:

La superficie específica se define como el valor que refleja la magnitud de la superficie en relación con la unidad de masa de un material granular.

El valor de la superficie específica está estrechamente relacionada a la distribución granulométrica ya que

conociendo estos valores se puede calcular de manera sencilla a partir distribución de tamaños de partículas, y realizando alguna suposición sobre la forma de las partículas.

$$Se = \frac{0.06}{P} \sum \frac{Pi}{di}$$

donde:

Se = Superficie específica. (cm² / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i.

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i. (cm)

P = Peso específico del agregado.

1.2.5.2.3. Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018)

“La ASTM C-117 establece límites para las sustancias perjudiciales; así, por ejemplo, con relación al material más fino que pasa la malla N° 200 indica que éste tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia; por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría”. (BENITES ESPINOZA, 2011). La NTP 400.018 (norma técnica peruana) nos permite determinar por vía húmeda la cantidad de polvo o material que pasa por el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200), en el agregado que verá ser empleado para la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y limo que pasan la malla N°200 y otras partículas de agregado que son se dispersan en el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo.

$$A = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

donde:

A = % que pasa el tamiz N.º 200

P1 = Peso de la muestra (g)

P2 = Peso de la muestra lavada y secada (g)

1.2.5.2.4. Contenido de humedad: (NTP 339.185), (ASTM C- 566)

El contenido de humedad es una medida que representa la cantidad de agua en el interior de un material sólido y se representa como una magnitud medible y analizable, siendo esta magnitud de importancia en los estudios previos al diseño de mezcla del concreto.

La norma técnica que establece los lineamientos del contenido de humedad es primordial para los laboratorios de ensayo de materiales a lo largo del país, siendo este la base informativa para determinar distintas características del agregado y como estas afectarían a la mezcla. El contenido de humedad es la cantidad de agua atrapada naturalmente dentro de los agregados, así como la humedad superficial de los mismos. Se recalca que el contenido de humedad no contempla la cantidad necesaria para que el cemento reaccione químicamente con los agregados teniendo como producto final el concreto o mortero.

El contenido de humedad se determina utilizando la fórmula establecida en la norma técnica peruana (NTP 339.185) donde la diferencia entre los pesos de las partículas del agregado fino en estado natural (humedad natural) y el peso de las mismas partículas del agregado secado en horno a

una temperatura aproximada de 100°C por un periodo de 24 horas, multiplicando este resultado por 100 es la cantidad de agua que contiene el agregado. Resultando en la siguiente formula:

$$H = \frac{A - B}{B} * 100$$

donde:

H = Contenido de humedad. (%)

A = Peso de la muestra húmeda. (g)

B = Peso de la muestra seca. (g)

1.2.5.2.5. Peso específico y absorción: (NTP 400.022), (ASTM C-128)

La norma técnica peruana en la sección 400.022 establece los lineamientos que se tienen que usar como metodología para determinar la densidad promedio de todas las partículas de agregado, así como también la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de las partículas de agregado fino.

“Esta normativa técnica peruana también establece los lineamientos para el ensayo que determina la absorción. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad, en kg/m³ se expresa como seca al horno (OD), saturada superficialmente seca (SSD) o como la densidad aparente. Del mismo modo, la densidad relativa (gravedad específica), una cantidad adimensional, se expresa como OD, SSD, o como la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). La densidad OD y la densidad relativa OD se determinan después de secar el agregado. La densidad SSD, la densidad relativa SSD, y la absorción se determinan después de remojar el agregado en agua para un periodo duración prescrita.” (NTP 400.022)

“Este método de ensayo se utiliza para determinar la densidad de la porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado y proporciona un valor promedio que representa la muestra. Se distingue entre la densidad de las partículas de agregado, según lo determinado por este método de ensayo y la densidad aparente de los agregados tal como se determina por la NTP 400.036, que incluye el volumen de vacíos entre las partículas de agregados.” (NTP 400.022)

Peso específico: Es muy importante tener claro las definiciones con las que se trabaja, puesto que el término “peso específico” se puede conceptualizar de distintas maneras para determinados casos en específico, es decir, existen varios tipos de peso específico.

Peso específico de masa seca: Esta se refiere a la relación una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material).

$$\text{Peso Específico de Masa} = \frac{A}{(V - W)}$$

donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm³)

W = Peso del agua (g)

Peso específico de masa saturado superficialmente seco: “Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa de agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la

masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas.” (<https://www.monografias.com/>)

$$P.E.M.S.S.S = \frac{500}{(V - W)}$$

donde:

V = Volumen de la fiola (cm³)

W = Peso del agua (g)

Peso específico aparente: “Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material respecto de la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases, si el material es un sólido el volumen es aquel de la porción impermeable.” (<https://civilgeeks.com>)

$$Peso\ Especifico\ Aparente = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm³)

W = Peso del agua (g)

Porcentaje de absorción: Es la magnitud porcentual medible de la capacidad de absorción del agregado. Ya que esta capacidad de absorción puede variar de acuerdo a las características físicas de las partículas. Esta magnitud es la medida de agua absorbida desde su estado seco hasta el estado saturado superficialmente seco (SSS), y se expresa porcentualmente.

Es muy importante pues influye mucho al momento de realizar el diseño de mezcla, es decir la cantidad de agua a usar para conseguir la plasticidad y resistencia deseada.

$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{(500 - A)}{A} * 100$$

donde:

A = Peso de la arena seca (g)

Equipo y accesorios:

- **Balanza:** de alta precisión.

-**Picnómetro** (para usarse con el procedimiento gravimétrico): Es un instrumento de laboratorio (del cual se determinó con anterioridad el volumen del instrumento) cuya función principal es determinar la densidad o el peso específico de un fluido (líquido) por medio de gravimetría a una temperatura en específico.

- **Frasco** (para su uso en determinación volumétrica): Para los casos de este estudio se usa un frasco de Le Chatelier (cuya principal función es determinar la densidad de la escoria granulada de alto horno y ceniza volante para concreto, agregados de relleno y cal, así como también el del cemento hidráulico), tal y como se indica en la NTP 334.005, es apropiado para una muestra de aproximadamente 55 g.

- **El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad:** Para fines de este estudio el molde debe tener forma cilíndrica cónica con las dimensiones que se establecen en la normativa, las cuales son las siguientes: 40 milímetros de diámetro interior en la parte superior con un margen de ± 3 milímetros, 90 milímetros de diámetro interior en la parte inferior con un margen de ± 3 y 75 milímetros de altura desde la base hasta la parte superior con un margen de ± 3 milímetros; el espesor mínimo debe de ser de 0,8 milímetros, mientras que

La barra compactadora tiene que tener una masa de 340 gramos con un margen de ± 15 gramos y una cara plana circular de apisonamiento de 25 milímetros con un margen de ± 3 milímetros de diámetro.

- **Estufa:** En la mayoría de los casos se usan estufas en los laboratorios (de ensayos de materiales) con características específicas para estos ensayos, además que cumplan con los lineamientos, estándares de calidad y las acreditaciones de control de calidad respectivas.

Preparación de la muestra:

-Siguiendo los lineamientos establecidos por las normativas técnicas se “trabaja” con una muestra aproximada de 1 kg (1000 gr) de agregado de partículas finas, esta muestra se saca del agregado fino que se utilizará mediante el método del cuarteo.

-Se introduce dentro del horno la muestra para el respectivo secado, esto teniendo en cuenta que la temperatura tiene que oscilar entre $110\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, es posible realizarlo hasta dos veces sucesivas y separadas por una hora de secado en la estufa no difieran en más de 0,1 %.

-Durante 24 horas se recubre la muestra con agua pura y se deja en reposo.

-Sobre una superficie plana y sin contaminantes se coloca y esparce la muestra para exponerla a una corriente suave de aire tibio y con la intención de garantizar un secado uniforme. Se continúa esta operación hasta que los granos del agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí.

-Parte de la muestra del agregado fino se coloca de forma suelta en el molde cónico, luego se procede a dar 254

golpes suaves con la barra compactadora y se levanta el cono lo más vertical posible. Si el cono de agregado fino mantiene su forma es porque hay humedad libre. Se procede a seguir secando, revolviendo constantemente y cada cierto tiempo se va probando hasta encontrar el estado óptimo para el ensayo (el cono se derrumbe al quitar el molde) lo que indica que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca.

1.2.5.2.6. Peso unitario: (NTP 400.017), (ASTM C – 29)

La normativa técnica peruana 400.017 establece los lineamientos de la metodología del ensayo para determinar el peso unitario de los agregados, esto en estado suelto o compactado; este ensayo tiene la finalidad de calcular la cantidad de vacíos que existen entre las partículas, ya sea partículas finas, partículas gruesas, así como también ambas al mismo tiempo. Este método de agregados es para aquellas partículas que no sobre pasen los 125 mm como tamaño nominal máximo (TMN).

- **Definiciones:** Para propósito de este ensayo de laboratorio de materiales, se utilizan las siguientes definiciones:

- **Densidad de masa del agregado:** Es la terminología que define la cantidad de masa en cada unidad de volumen en las partículas de los agregados. En el volumen total se consideran las partículas individualmente y el porcentaje de volumen de vacíos entre partícula a partícula, generalmente es expresado en Kg/m³ o gr/cm³.

- **Peso unitario:** Es la terminología que define el peso de la masa de los agregados por unidad de volumen, para propósitos de este ensayo es preferible usar el término de densidad de la masa.

- **vacíos:** Es la terminología que se usa para representar la unidad de volumen de vacíos que existe entre las partículas ensayadas, es decir el espacio que no está ocupado por la materia del material.

Uso y Significado:

- Este Ensayo es usado principalmente para determinar la magnitud de densidad de masa. Esta magnitud es necesaria para determinar las proporciones para mezclas de concreto.

Aparatos:

- **Balanza:** La balanza para los ensayos de laboratorio están óptimamente calibradas y tienen que tener certificaciones actualizadas para que el ensayo sea válido, además que esta tiene que tener como máximo un rango de error dentro el 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto del rango de uso, con graduación al menos de 0,05 kg.

- **Varilla de apisonado:** La Varilla para el ensayo es una varilla estandarizada con características específicos para la prueba, siendo de acero con una superficie lisa y de puntas redondeadas de aproximadamente 16 mm de diámetro y una longitud de 600 mm o 60 cm.

- **Recipiente:** El recipiente para el ensayo es de características estandarizadas para el ensayo en específico, siendo de forma cilíndrica y hecho a base de metal, en la mayoría de casos tiene asas para una mayor manejabilidad. Teniendo la propiedad hermética para evitar la transferencia de líquidos, con acabados parejos en su interior y exterior, además de ser lo suficiente estable y rígido para soportar materiales que generen presiones severas en el recipiente. Es fundamental que el recipiente tenga una altura

aproximada al diámetro, sin embargo, bajo ninguna circunstancia tendrá una altura menor al 80% ni mayor al 150% del diámetro.

La capacidad que tiene el recipiente para el ensayo está reflejada en la Tabla N°4 para el tamaño del agregado a ser ensayado. Los espesores del metal se describen y se establecen en la tabla N°5.

TABLA N° 04. Capacidad de los recipientes.

T nominal máx. del agregado		Capacidad del Recipiente	
mm	pulg	m ³	p ³
12.5	½	0.0028(2.8)	1/10
25.0	1	0.0093(9.3)	1/3
37.5	1 ½	0.0140(14)	½
75	3	0.0280(28)	1

Fuente: Manual de Ensayos de Laboratorio (Min. Transport. y Com.)

Los tamaños indicados de los recipientes serán usados para ensayar agregados de un tamaño nominal máximo igual o menor de los listados. El volumen actual del recipiente será al menos 95% del volumen nominal listado.

TABLA N° 05. Requisitos para los recipientes.

Capacidad del recipiente	Espesor del metal, min		
	Base	Sobre 38mm de Pared	Resto de pared
menos que 0.4 p ³	0,20 pulg	0,10 pulg	0,10 pulg
de 0,4 a 1,5 p ³	0,20 pulg	0,20 pulg	0,12 pulg
de 1,5 a 2,8 p ³	0,40 pulg	0,25 pulg	0,15 pulg
De 2,8 a 4,0 p ³	0,50 pulg	0,30 pulg	0,20 pulg

Fuente: Manual de Ensayos de Laboratorio (Min. Transport. y Com.)

Lo indicado como espesor en la porción superior de la pared puede ser obtenida por colocar una banda reforzada alrededor de la borde superior del recipiente.

Calibración del equipo: Se trabajó con herramientas y equipos previamente calibrados.

- **Placa de vidrio:** Una placa de vidrio de superficie lisa y sin rallones de un espesor aproximado de 6 cm y al menos 25 cm más que el diámetro del recipiente del ensayo.

- **Grasa:** Grasa con características necesarias para que la calibración se óptima.

- **Termómetro y Balanza:** De precisión alta.

Peso Unitario Compactado:

Como todo ensayo de materiales en el laboratorio o en campo tiene como base formulas establecidas por instituciones estatales o internacionales, en el caso de este ensayo la formulación es:

$$PUC = f * Wc$$

donde:

PUC = Peso unitario compactado (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Wc = Peso de la muestra compactada (kg)

Procedimiento:

- Como primera parte del ensayo se coloca la muestra del ensayo dentro del recipiente hasta la primera tercera parte desde el fondo del recipiente y se nivela la superficie con la mano.

- Se apisona la muestra en el recipiente con la barra

compactadora de punta semiesférica dándole un total de 25 golpes distribuidas en toda la superficie de la muestra y buscando la mayor verticalidad posible de la barra.

- Luego se llena nuevamente hasta la segunda tercera parte del recipiente con la muestra, de la misma manera con 25 golpes compactadores, es importante que los golpes no vayan más abajo que del tercio medio del recipiente.
- Por último, se llena el recipiente con la muestra hasta el tope del recipiente y se vuelve a compactar con los 25 golpes utilizando la barra compactadora, es importante que los golpes no bajen más del tercio superior del recipiente para evitar sobrecompactación de los tercios inferiores, pues esto afectaría los resultados del ensayo.
- La muestra sobrante del agregado se elimina con la barra, dejando la muestra al ras del recipiente.
- Utilizando la balanza determinamos el peso neto del agregado que se encuentra en el recipiente.
- Después se determina el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el “factor de calibración del recipiente calculado” (f).

1.2.5.3. Agua

El agua es un elemento fundamental en la composición de concretos y morteros, pues reacciona químicamente con el concreto desarrollando su propiedad adherente y cohesiva formando un nuevo material. El agua que se utiliza para la elaboración de concreto o mortero debe de ser agua pura, sin contaminantes y libre de cualquier sustancia que pueda afectar el proceso químico y físico que se da durante la elaboración del concreto.

Hay casos en las que el entorno de la edificación a construir expone al concreto a elementos con alto contenido de cloruro o sulfatos, entre otras sustancias, que causan un deterioro a la integridad del concreto endurecido, por lo cual es necesario el uso de sustancias que adicionen o mejoren determinadas propiedades del concreto como por ejemplo los aditivos.

A continuación, se mencionan las sustancias más comunes que podemos encontrar en el agua que puedan afectar el desarrollo normal del concreto:

- Agua con presencia de agentes que incluyen carbonatos de sodio o potasio, los cuales pueden reaccionar con el cemento provocando un fraguado prematuro, lo cual disminuye la resistencia final del concreto.
- Agua con presencia de agentes que incluyen un alto contenido de cloruros, los cuales pueden reaccionar con el acero en el caso de concreto o mortero armado, produciendo corrosión en el acero de refuerzo.
- Agua con presencia de agentes que incluyen hasta 10000 partes por millón (ppm) de sulfato de sodio, puede ser usada sin problemas para el concreto.
- Agua con presencia de agentes que incluyen aceites minerales y derivados de petróleo en concentraciones superiores a 2%, que reducen la resistencia final del concreto.
- Agua con presencia de salinidad (agua del mar) que supera el 5% de su contenido total, la reducción de la resistencia del concreto es superior al 30%. El agua del curado tiene por objeto mantener el concreto saturado para que se logre la

casi total hidratación del cemento, permitiendo el incremento de la resistencia.

TABLA N° 06. Límite permisible del agua.

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m. máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
Alcalinidad (NaHCO_3)	1000 p.p.m. máximo
Sulfato (Ión SO_4)	600 p.p.m. máximo
Cloruros (Ión Cl)	1000 p.p.m. máximo
pH	5 a 8

Fuente: NTP 339.088

1.2.5.4. Diseño de mezcla.

El diseño de mezcla es el cálculo de las proporciones de los elementos que conformaran el concreto para que este llegue o supere la resistencia final deseada. Este proceso se realiza para definir con la mayor exactitud posible las cantidades necesarias de material, respaldadas por distintos ensayos de laboratorio como granulometría, chatas y alargadas entre otros. Existen distintas metodologías para el cálculo de diseños de mezcla, las cuales varían de acuerdo al enfoque y las variables que se toman para desarrollar el mismo.

“El conocimiento de las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido tiene como finalidad primordial la de determinar el diseño de la mezcla. Una mezcla debe diseñarse tanto para estado fresco como estado endurecido. Las principales exigencias que se debe cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad y economía y para concreto endurecido son las de resistencia, durabilidad y en algunos casos el peso volumétrico.” (NIÑO HERNANDEZ, 2010)

1.2.6. ENSAYO AL CONCRETO FRESCO

1.2.6.1. Peso unitario: (NTP 339.046)

El peso unitario es el peso del concreto o mortero por unidad de metro cúbico.

PROCEDIMIENTO:

1° Basándonos en datos de ensayos que compaginan con este como el del slump (asentamiento) se selecciona el método de consolidación del concreto en ensayo a menos que el método esté definido en las especificaciones del trabajo que se está realizando.

2° Colocar el mortero en el recipiente del ensayo utilizando la cuchara. Se revuelve la mezcla con la cuchara en toda el área interna del recipiente de medición homogenizar del concreto con la más mínima segregación. Llenando el recipiente con el número de capas necesarias para el ensayo.

3° Consolidación del hormigón concreto por apisonado: Se coloca el concreto en el recipiente de medición distribuyéndolos en tres capas de aproximadamente del mismo volumen. Con la barra lisa de punta cóncava se apisona cada capa con 25 golpes solo hasta el espesor que cubre la capa a apisonar. Al culminar el apisonamiento se debe golpear con el mazo los lados del recipiente, 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes de aire atrapadas. Agregar la última capa para evitar el sobrellenado.

El tiempo de vibrado está ligada al estado más óptimo de consolidación del concreto durante su ejecución, es decir

que se vibra hasta que este consolidado adecuadamente.

4° Durante la consolidación de la capa superior, el recipiente de medición debe de tener la cantidad correcta para que el ensayo se desarrolle de manera adecuada, sin exceso de material ni tampoco debería de faltar. Se considera exceso de muestra de ensayo cuando este supera el borde del recipiente por aproximadamente 3 milímetros.

5° Alisado: Al término del proceso de consolidación se debe homogenizar y alisar la superficie de la muestra al nivel del borde del recipiente con la placa plana de alisado.

6° Limpiado y pesado: Para terminar el ensayo de consolidación y posterior al alisado de la superficie se limpian los restos de concreto que puedan haberse adherido al exterior del recipiente y por último pesar la masa de la muestra conforme a los requerimientos del ensayo.

$$f = \frac{100}{W_a} \quad P.U = f * W_c$$

donde:

f = factor de calibración del recipiente (1/m³)

W_a = Peso del agua en kg

PU = Peso unitario del concreto (kg/m³)

W_c = Peso del concreto fresco (kg)

1.2.6.2. Rendimiento: (NTP 339.046)

En esta se establecen los valores del rendimiento del concreto con respecto a la unidad de bolsa de cemento usada y se expresa en metros cúbicos.

$$Y = \frac{Vh}{N}$$

donde:

Y = Rendimiento (m³)

Vh = Volumen de concreto (m³)

N = Número de bolsas de cemento (Kg)

$$Vh = \frac{N * Pc + Paf + Pag + Pa}{Pu}$$

donde:

Pc = Peso de la bolsa de cemento (Kg)

Pa.f. = Peso del agregado fino (Kg)

Pa.g. = Peso del agregado grueso (Kg)

Pa = Peso del agua (Kg)

PU = Peso unitario del concreto (Kg/m³)

Rendimiento relativo: Se define como la relación entre unidad de volumen real de concreto con respecto al volumen de diseño para la mezcla:

$$Ry = Y/Yd$$

Cuando Ry arroja un valor mayor que 1,00 indica que existe exceso de concreto, mientras que un valor menor a 1.00 indica que el volumen de la mezcla será corto con relación al volumen diseñado. El objetivo es obtener el rendimiento del concreto por bolsa de cemento, se expresa en metros cúbicos.

1.2.6.3. Contenido de aire: (NTP 339.046)

“Las burbujas de aire pueden estar presentes en la pasta como resultado de las operaciones del proceso de puesta en obra, en cuyo caso se le conoce como aire atrapado o aire natural; o pueden encontrarse en la mezcla debido a que han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado.” (RIVVA LÓPEZ, 2013)

“En los concretos con aire incorporado, éste se incorpora intencionalmente a la mezcla mediante el empleo de aditivos con la finalidad de mejorar determinadas propiedades del concreto, especialmente su durabilidad frente a los procesos de congelación y deshielo. Las burbujas de aire incorporado se caracterizan por el pequeño diámetro de las burbujas, entre 10 y 100 micrones, y el perfil esférico de las mismas.” (RIVVA LÓPEZ, 2013)

Para encontrar el contenido de aire en esta investigación se usó el método de volúmenes absolutos.

$$A = [(T - D)/T] \times 100$$

donde:

T = Densidad teórica del concreto (Kg/m³)

D = Densidad del concreto (Kg/m³)

A = Contenido de aire (%)

A = [(Y - V)/Y] x 100 (unidades del SI)

1.2.6.4. Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C – 143)

“La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de

vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del cemento se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado” (ARI, 2002).

Según la normativa de construcción peruana esta metodología se aplica para concretos plásticos con agregados hasta 37,5 mm de tamaño. Sin embargo, si las partículas más grandes del agregado son mayores a esta medida se realiza el tamizado respectivo y se retira las partículas que quedan retenidas en el tamiz 37,5 mm tal y como indica la NTP 339.036.

Este método de ensayo no se considera aplicable a concretos no plásticos y no cohesivos.

1.2.6.5. Exudación: (NTP 339.077), (ASTM C232)

La exudación es el proceso mediante el cual el agua que se encuentra dentro del concreto o mortero, tiende a subir a la superficie, esto refleja la incapacidad del concreto o mortero para retener la humedad dentro debido a que sus agregados (componentes sólidos) no tienen la suficiente capacidad de retener toda el agua cuando se asientan.

“La exudación puede expresarse cuantitativamente como el asentamiento total (reducción de altura) por unidad de altura

del concreto. Tanto la capacidad de exudación como la proporción de exudación puede determinarse experimentalmente mediante la prueba ASTM C 232-71 (reaprobada en 1977).

La exudación del concreto termina cuando la pasta ha endurecido lo suficiente.” (A.M & J.J, 1998)

$$C = (w/W) \times s$$

$$\text{Exudación, \%} = (D/C) \times 100$$

donde:

C = Masa del agua en la muestra de ensayo, en Lts.

w = Agua efectiva en Lts.

W = Cantidad total de materiales, en Kg

S = Peso del concreto en Kg

V = Volumen final exudado en Lts

1.2.6.6. Temperatura del concreto: (NTP 339.184), (ASTM C1064)

En la norma técnica peruana en el inciso NTP. 339.184 se establecen los lineamientos del ensayo que tiene como objetivo determinar y analizar la temperatura del concreto recién mezclado. Se utiliza para verificar y contrastar que la temperatura satisfaga los requerimientos específicos del concreto. Este análisis es de suma importancia puesto que la temperatura influye en la velocidad del proceso de endurecimiento inicial del concreto, la cual también es influenciada por la temperatura ambiente y calor específico de los materiales constituyentes; Si se dan Altas temperaturas iniciales durante el proceso de fraguado mayor será la resistencia inicial y también la contracción de concreto será mayor, disminuyendo la resistencia final a largo plazo y provocando más fisuraciones en el mismo.

El ensayo consiste principalmente en colocar en la mezcla de concreto un aparato de medición de temperatura, en la mayoría de los casos se usan termómetros de precisión alta. Según la normativa se coloca el termómetro al menos 3” y lejos del recipiente que lo contiene, además de que el tiempo mínimo es de 2 minutos o hasta que la lectura arroje una lectura estable. Se debe efectuar este ensayo dentro de los 5 minutos de tomada la muestra.

1.2.7. ENSAYO AL CONCRETO ENDURECIDO

1.2.7.1. Resistencia a la compresión: (NTP 339.034)

La resistencia a la compresión es el esfuerzo máximo que pueda soportar el concreto sin romperse, cuándo es sometido a fuerzas que lo compriman. El concreto es un material con alta tolerancia a estas fuerzas de compresión por lo que está destinado principalmente a tomar este tipo de esfuerzos. El resultado de la medida “resistencia a la compresión” es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos, además de que este se utiliza como índice de su calidad. Es una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, debido a que se emplea para la aceptación o rechazo del mismo.

En los laboratorios de ensayo de materiales en su mayoría se utilizan prensas hidráulicas de alta precisión para la medición de esta propiedad del concreto endurecido, habiendo previamente recogido las muestras del concreto a ensayar en moldes cilíndricos con determinadas características que se encuentran normados para el caso del ensayo de resistencia a la compresión.

El ensayo de resistencia a la compresión del concreto/Mortero consiste en aplicar fuerzas axiales a los testigos o probetas de concreto que previamente fueron colocados en los moldes cilíndricos, estas fuerzas son aplicadas por la prensa hidráulica a una velocidad dentro del rango que establece la normativa o las especificaciones para el ensayo. Previo a iniciar el ensayo se colocan datos en la computadora de la prensa como velocidad, altura, diámetros de la superficie cilíndrica entre otros. Al culminar el ensayo, es decir cuando la probeta “estalla” habiendo llegado a su punto de inflexión máxima, la computadora de la prensa arroja datos como la carga máxima para fallo del concreto y la resistencia máxima de esta, siempre teniendo en cuenta el día en el que se realiza el ensayo, ya que la resistencia a la compresión varía desde el día 1 hasta el día 28, siendo este último para términos de estudio, el día en el que el concreto alcanza su máxima resistencia, sin embargo existen estudios que demuestran que la resistencia después de los 28 días sigue aumentando pero la magnitud de este aumento de resistencia es completamente despreciable para términos de estudios e investigación. Según la normativa El esfuerzo a la compresión del concreto está calculado en base al cociente de la máxima carga arrojada por la computadora de la prensa hidráulica posterior al ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

donde:

R_c = Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos, por centímetro cuadrado.

G = Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.

d = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

1.2.7.2. Resistencia a la tracción por compresión diametral: (NTP 339.084)

Durante el ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral, se aplica una fuerza axial de compresión a lo largo de la probeta o testigo de concreto, esto colocando de costado al cilindro entre planchas metálicas dentro de la prensa hidráulica, habiendo concordancia en la intersección del eje del cilindro acostado y el eje de la fuerza aplicada; la falla de la muestra cilíndrica se da en el eje de la longitud. La carga aplicada produce esfuerzos de tensión en el plano donde se aplica en la muestra cilíndrica, así como también esfuerzos a la compresión en el área de la muestra donde esta es aplicada; resultando en que la falla de tracción en la muestra ocurra antes que la probeta falle por compresión, esto es producido porque las áreas de aplicación de la carga se encuentran en estado de compresión triaxial a lo largo de toda la muestra de concreto, esto permite que la muestra de concreto/mortero resista mejor esfuerzos de compresión si lo comparamos con los valores de la resistencia a esfuerzos de compresión uniaxial produciendo esto la falla por tracción a lo largo del espécimen de concreto.

$$T = \frac{2P}{\pi * L * D} \frac{Kg}{cm^2}$$

Donde:

T = Resistencia a la tracción por compresión diametral (kg/cm²)

P = Carga registrada (KN)-convertida en Kg-f

L = Longitud de la probeta (cm)

D = Diámetro de la probeta (cm)

1.2.7.3. Ensayo de módulo de elasticidad: (Norma ASTM C469-94)

El módulo de elasticidad es una propiedad del mortero/concreto, consiste en que este puede deformarse manteniendo su capacidad de regresar a su estado inicial, sin cambios o deformaciones permanentes. La normativa establece que es la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión. El estudio de esta propiedad es importante para los ingenieros especializados en el cálculo de elementos estructurales de una edificación.

El concreto/mortero no se define como un material normalmente elástico, es decir, no tiene un desenvolvimiento lineal en ninguna fracción de su diagrama de "carga/deformación" si es aplicada a fuerzas de compresión; sin embargo, todo material tiene un valor de módulo de elasticidad. Según estudios previos que fueron tomados como lineamientos para la presente investigación establecen que los valores de E normalmente oscilan entre 280 000 a 350 000 kg/cm² y están estrechamente relacionadas con la resistencia en compresión del concreto y a la relación agua/cemento, resultando en que las mezclas más ricas en cemento tienen valores de módulo de elasticidad mayores y una mayor capacidad de deformación, sin deformación permanente.

"En general a mayor resistencia del concreto y mayor densidad se tiende a obtener mayor módulo de elasticidad, sin embargo, dependiendo de los componentes y dosificación del concreto o mortero los valores pueden diferir de manera apreciable" (QUIMBAY, 2012)

"Entre las características que influyen en la respuesta

sísmica de una estructura están: el peso volumétrico del concreto, el módulo de elasticidad (que es determinante en la rigidez lateral de la estructura y en su periodo natural de vibración), la forma de la curva esfuerzo - deformación del concreto, la ductilidad del comportamiento y la forma de los lazos de histéresis (define el amortiguamiento inelástico con que puede contarse)” (BAZAN & MELI, 2001).

$$E = \frac{S2 - S1}{(\varepsilon_2 - 0.000050)}$$

donde:

E = Módulo de elasticidad secante, MPa [psi]

S2 = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última o de ruptura

S1 = Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal, ε_1 , de 50 millonésimas, MPa [psi]

E2 = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2.

1.2.7.4. Ensayo de contracción del concreto: norma ASTM C 490-00 (American Society for Testing and Materials)

La norma Norteamericana ASTM C490-00 establece los lineamientos para el ensayo de Contracción del concreto, del cual se basó la presente investigación para la elaboración y curado de las muestras probetas o testigos del concreto para determinar la “deformación”, es decir, el cambio de longitud en el concreto producto de cambios de temperatura o fuerzas externas aplicadas. Respecto a las condiciones de temperatura y humedad, la temperatura del laboratorio donde se realizará el ensayo debe oscilar entre 23.0 +/- 4 °C y la humedad relativa debe ser superior a 50% - 65%.

Equipo:

-Moldes que cumplan con las medidas estandarizadas para este tipo de ensayos (elaboración del ensayo de cambio de longitud). Son moldes de acero de 75 x 75 x 285 mm.

-Pines de contracción. Son tornillos metálicos (acero) con un extremo plano que va dentro del molde de concreto y el otro extremo maquinado y pulido que permite un contacto adecuado para la medición de la longitud del espécimen.

-Varilla lisa para compactar, de diámetro igual a 5/8" de punta cóncava (16 mm).

-Martillo de goma.

-Poza para curado.

-Regla de medición.

-Comparador de longitud.

-Termocupla.

-Equipo para medir la Humedad relativa.

Procedimiento:

-Se preparan los moldes engrasándolos para una mayor facilidad al desencofrar, además se ajustan los tornillos para evitar fugas de mezcla.

-Es importante colocar los pines a ambos extremos teniendo en cuenta las medidas para que la muestra fraguada quepa en el equipo de medición de cambio longitudinal.

-Después, se vierte el concreto en los moldes en dos capas equidistantes y se compacta cada capa con 25 golpes utilizando la varilla lisa distribuyendo los golpes a lo largo de

la superficie de cada capa.

- Luego se procede a golpear con el martillo de goma a los lados del molde con la suficiente fuerza para que la mezcla se asiente correctamente dentro del molde y evitar burbujas de aire, sin embargo, los golpes tienen que ser medidos y no excederse con la fuerza aplicada.

- Para finalizar se enrasa el concreto con una regla dejando la superficie homogénea.

- Se cubre las muestras colocadas en los moldes con plástico evitando la pérdida de humedad durante las primeras 24 horas después del vaciado.

- Finalizando las 24 horas desde el vaciado se procede a desmoldar y colocar en la poza de agua para curado.

- Se procede a tomar los datos con el comparador de longitud.

1.2.7.5. Cálculo del cambio de longitud.

Se calcula el cambio longitudinal a cualquier edad como sigue:

$$L = \frac{Lx - Li}{G} * 100$$

Donde:

L = Cambio de longitud a una edad x, en porcentaje (%).

Lx = Lectura de comparador del espécimen a una edad x menos la lectura de la barra de referencia a la edad x.

Li = Lectura de comparador inicial del espécimen, menos la lectura de la barra de referencia a la edad x.

G = Longitud de base que es de 251 mm.

1.3. Definición de términos básicos.

-Concreto

“El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua y agregados fino y grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo.

La selección de los diferentes materiales que componen la mezcla de concreto y de la proporción de cada uno de ellos debe ser siempre el resultado de un acuerdo razonable entre la economía y el cumplimiento de los requisitos que debe satisfacer el concreto al estado fresco y el endurecido.”
(Rivva López, 2007)

-Diseño de Mezcla

“El diseño de mezcla consiste básicamente en la selección de las proporciones de los materiales, integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como el diseño de la mezcla.

También es definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.”
(Rivva López, 2007).

-Resistencia a la compresión

“La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga, los esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra” (NTP 339.034,1999).

-Contracción

Es el proceso mediante el cual el concreto pierde volumen a partir del fraguado por la pérdida de agua; es decir la contracción es la deformación volumétrica del concreto, pero se expresa principalmente en deformación lineal, porque comúnmente la deformación de dos dimensiones es despreciable si lo comparamos con la deformación lineal.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema.

En el proceso de ejecución de un proyecto de edificación u obra civil, la estructura a realizarse debe alcanzar las condiciones adecuadas para que sea segura, funcional y duradera, para ello se estudiará los efectos de la contracción del concreto cemento - arena que ocasionan las fisuras. Desde la aparición del concreto armado o reforzado, numerosas han sido los intentos de mejorar su comportamiento, resistencia y durabilidad. A su vez, ya hace miles de años se empleaban fibras como adición para mejorar sus propiedades. Pero éstas fueron poco eficientes, que se sustituyeron por materiales sintéticos.

La fisura se genera cuando la retracción supera la capacidad de deformación de la superficie del concreto. El período en el que el concreto es más vulnerable es alrededor de las 3 horas, cuando comienza la contracción.

La fisuración por contracción plástica ocurre mayormente en losas o cualquier otro elemento estructural de gran superficie expuesta a la intemperie, estas fisuras no presentan un patrón definido, pero, ocasionalmente siguiendo la forma de las barras de refuerzo (si lo hubiese).

El presente estudio busca aportar conocimientos y datos que sirvan de base para un mejor manejo de materiales para la elaboración del concreto cemento-arena (cemento Portland Tipo I- cemento sol), agregados finos (arena) de canteras de nuestra zona y el uso aditivo superplastificante y reductor de agua, en el concreto, con el fin de neutralizar las grietas y fisuras que se originan debido a la contracción del concreto en su estado plástico.

2.2. Formulación del problema.

2.2.1. Problema general.

¿Cómo influye el uso del cemento portland tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 en el control de cambio de longitud asociada a la contracción en el concreto cemento – arena en Iquitos 2022?

2.2.2. Problemas específicos.

¿Cómo influye la relación agua/cemento usando aditivo superplastificante MasterEase 3900 en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022?

¿Cómo influye el porcentaje de aditivo superplastificante MasterEase 3900, en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022?

2.3. Objetivos.

2.3.1. Objetivo general.

Estudiar la contracción del concreto cemento – arena utilizando cemento portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 para la medición del cambio longitudinal, en Iquitos 2022.

2.3.2. Objetivos específicos.

Estudiar la influencia de la relación agua/cemento usando aditivo superplastificante MasterEase 3900 en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022.

Estudiar la Influencia del porcentaje de aditivo superplastificante MasterEase 3900, en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022.

2.4. Justificación de investigación.

Este trabajo se justifica debido a la repercusión en base a los estudios realizados y datos experimentales obtenidos que se darán a conocer mediante las pruebas que se realizarán en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad Científica del Perú, para estudiar el cambio de longitud del concreto definido como "cemento-arena" que se usa mayormente en nuestra región, debido a la poca información y a los muy pocos estudios previos acerca del tema en nuestro territorio amazónico, está limitado a los comportamientos de retracción libre elaborados con 3 diferentes porcentajes de aditivo y una sola relación agua/cemento en el diseño de mezcla (ACI – 211), utilizando un mismo cemento Portland Tipo I (cemento sol) y un mismo agregado (cantera Grupo Sánchez de agregado fino carretera Iquitos a Nauta km 25+500).

El área de extracción de materiales de construcción en general presenta un deterioro paisajístico y morfológico, así mismo se genera emisiones de material y polvo, durante las fases de extracción y comercialización. En Loreto, especialmente en la ciudad metropolitana de Iquitos, donde para cumplir con las exigencias de la dotación de infraestructura, se viene explotando las canteras de arena cuarzosa blanca del área de influencia de la carretera Iquitos Nauta, espacios donde también se ven afectados el paisaje y los impactos sociales y ambientales son de carácter permanente, pues aquí la arena se explota y consume directamente sin beneficio previo y no hay reposición de agregados como en el caso de San Martín, previéndose su agotamiento al año 2028 (ÁLVAREZ & IRIGOIN, 2014).

El agregado fino es considerado un agregado fino marginal por no cumplir con los requisitos mínimos de las normas técnicas peruanas pero esto no es limitación para realizar los diseños de mezcla quedando a responsabilidad y criterio del ingeniero

responsable previa evaluación de la caracterización del agregado y tener en cuenta los diseños preliminares de mezcla, además, la contracción de volumen es uno de los principales aspectos del comportamiento del concreto cemento - arena, tanto desde el punto de vista del diseño de mezclas, su elaboración, colocación y posterior curado, como desde la perspectiva del diseño estructural, dado que sus efectos se reducen en contracciones y/o expansiones que ocasionan un sin fin de problemas, asociados principalmente a fisuraciones y deformaciones.

2.5. Hipótesis.

La utilización del cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 contribuye favorablemente en el control del cambio de longitud asociada a la contracción en el concreto cemento – arena en Iquitos 2022.

2.6. Variables

2.6.1. Identificación de las variables.

Variables Independientes X:

Las variables independientes son factores que son influenciados directamente, los cuales influyen directamente en la variable dependiente, en la presente tesis encontramos la siguiente variable independiente:

Diseño del concreto cemento – arena utilizando cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900, Iquitos 2022

Variables Dependientes Y:

Las variables dependientes son factores que tienen magnitudes medibles, además dependen de las variables independientes, en nuestro caso encontramos la siguiente

variable dependiente:

Estudio de la contracción del concreto cemento – arena.

2.6.2. Definición conceptual de las variables.

Variables Independientes X:

Diseño del concreto cemento – arena utilizando cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900, Iquitos 2022.

Definición conceptual:

El diseño de mezcla se define como el cálculo preciso de la cantidad de material necesario para elaborar un concreto con las características, propiedades y resistencia deseada; esto por cada unidad cubica de concreto.

Variables Dependientes Y:

Estudio del cambio longitudinal (contracción) del concreto cemento – arena.

Definición conceptual:

La contracción es un cambio de volumen o “deformación” del concreto que ocurre durante el proceso de fraguado. Una fisura es una prueba de que el concreto fue estirado por encima de su punto de quiebre.

2.6.3. Operacionalización de las variables.

TABLA N° 07. Operacionalización de Variables

Variables	Indicadores
<p>X: Diseño del concreto cemento – arena utilizando cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900, Iquitos 2022.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agua NTP 339.088 • Agregados NTP 400.010 y ASTM C702 • Granulometría NTP 400.012; 400.037 y ASTM C702 • Contenido de Humedad NTP 339.185 y ASTM C566 • Temperatura NTP 339.184 y ASTM C1064 • Asentamiento NTP 339.035 y ASTM C670 y MTC 705 • Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de aire del concreto NTP 339.046; ASTM C 138 y MTC 705
<p>Y: Estudio del cambio longitudinal (contracción) del concreto cemento – arena.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad relativa • Velocidad del viento • Temperatura del ambiente.

Fuente: Elaboración propia (2022)

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo Experimental, no obstante, al describir las variables se manipulará la variable independiente (Diseño del concreto cemento – arena utilizando cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 Iquitos 2022) para determinar efectos en la variable dependiente.

3.1.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de carácter experimental. La investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver.

La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Su diferencia con los otros tipos de investigación es que el objetivo de estudio y su tratamiento dependen completamente del investigador, de las decisiones que tome para manejar su experimento. El experimento es una situación provocada por el investigador para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. En el experimento, el investigador maneja de manera deliberada la variable experimental y luego observa lo que ocurre en condiciones controladas. La experimentación es la

repetición voluntaria de los fenómenos para verificar su hipótesis.

3.2. Población y muestra

Población: Estará conformada por los agregados (agregado fino) procedentes del distrito de San Juan Bautista.

Muestra: La muestra estará conformada por probetas cilíndricas distribuidas de la siguiente manera: 7 probetas de 4 x 8 pulg. para el ensayo de compresión, 7 probetas de 4 x 8 pulg. para el ensayo de compresión diametral (Tracción), 3 probetas de 4 x 8 pulg. para el ensayo de módulo de elasticidad y 10 moldes prismáticos de 75 x 75 x 285 mm. Para el ensayo de contracción libre con curado y sin curado. Las probetas cilíndricas para compresión, compresión diametral (Tracción) se ensayarán a los 7, 14 y 28 días, teniendo un total de 42 probetas de 4 x 8 pulg. además de las 3 probetas para módulo de elasticidad que se ensayarán a los 28 días y 10 moldes prismáticos para la contracción libre que se ensayarán hasta completar los 28 días. El total de moldes (55 moldes) será para cada porcentaje de aditivo superplastificante usado.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos: Observación Experimental

La técnica de recolección de datos para el presente estudio se basó principalmente en el estudio experimental, pues los valores obtenidos fueron recogidos mediante ensayos de laboratorio en condiciones controladas para la obtención de resultados precisos; además de medir el tiempo y el fisuramiento del concreto cemento – arena; en ellas se evaluará la influencia del porcentaje de aditivo superplastificante usado y el tipo de cemento. En ese sentido las condiciones para la obtención de datos serán establecidas por la

Normativa Técnica Nacional de construcción y el criterio de los investigadores, siendo esta una técnica de observación experimental.

Instrumento de recolección de datos: Guía de observación

Para la presente investigación el instrumento de recolección de datos es la “guía de observación”, debido a que se utilizan fichas y/o formatos para la recolección de esta información y los resultados de los distintos ensayos de laboratorio.

3.4. Procesamiento y análisis de datos.

Para el presente trabajo de investigación el almacenamiento y procesamiento de la información y resultados recolectados se realizará de forma mecánica/computarizada. Usando:

Herramientas: Programas Microsoft Word: para el procesamiento de textos y Microsoft Excel para el procesamiento de datos numéricos y diseño, fungiendo como base para el análisis de datos la estadística descriptiva conformada por la frecuencia, promedio, porcentajes, desviación estándar y varianza.

Técnicas: Ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos y Análisis estadístico.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Los elementos que conformaran el concreto son: agregado fino, cemento Portland Tipo I marca Sol y el aditivo MasterEase 3900.

4.1.1. Agregado fino

Proviene de la desintegración natural o artificial de la roca, y que pasan por el tamiz de 3/8" y es retenido por el tamiz N°200.

El agregado fino es el producto resultante de un proceso de desintegración natural (a lo largo de miles de años) o artificial de la roca. La arena utilizada para la presente investigación se obtuvo de la cantera Grupo Sánchez (acopio) carretera Iquitos a Nauta km 25 + 500.

GRÁFICO N° 08: Agregado fino (procedente de la cantera ubicada en la carretera Iquitos – Nauta)



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 09: Cantera de arena Grupo Sánchez (acopio) carretera Iquitos a Nauta km 25 + 500.



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.1.1.1. Análisis granulométrico (NTP 400.037)

Es el ensayo donde se distribuyen las partículas del agregado de acuerdo a su tamaño con la finalidad de tener un análisis porcentual, utilizando tamices estandarizados.

GRÁFICO N° 10: Tamices estandarizados para ensayo granulométrico



Fuente: Elaboración propia (2022)

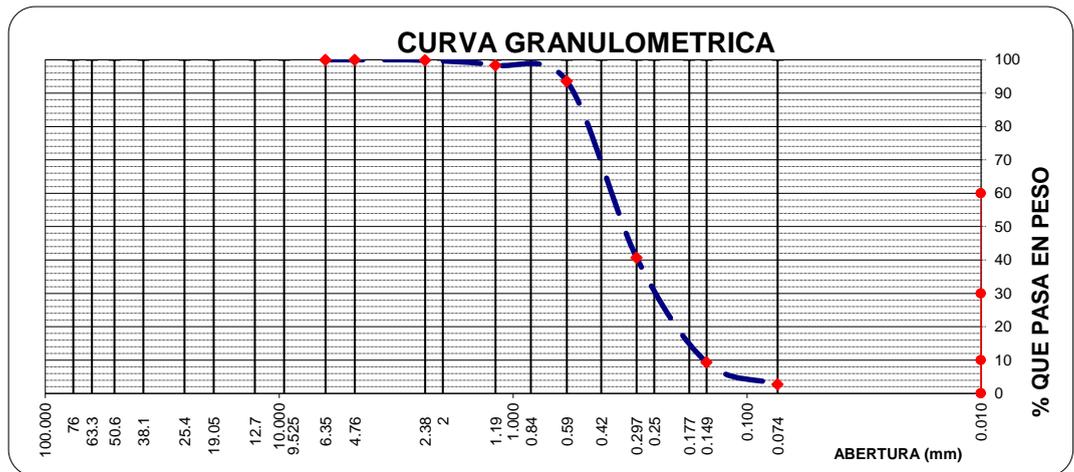
El ensayo granulométrico de la muestra de agregado fino se realizó según la norma NTP 400.037. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

TABLA N° 08. Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.57	0.15	0.15	99.85
N°16	1.190	5.63	1.49	1.64	98.36
N°30	0.590	18.05	4.77	6.41	93.59
N°50	0.297	200.15	52.88	59.29	40.71
N°100	0.149	118.85	31.40	90.69	9.31
N°200	0.074	24.91	6.58	97.27	2.73
Pasa N°200		10.33	2.73		

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 11: Curva granulométrica de la muestra N° 01 del agregado fino



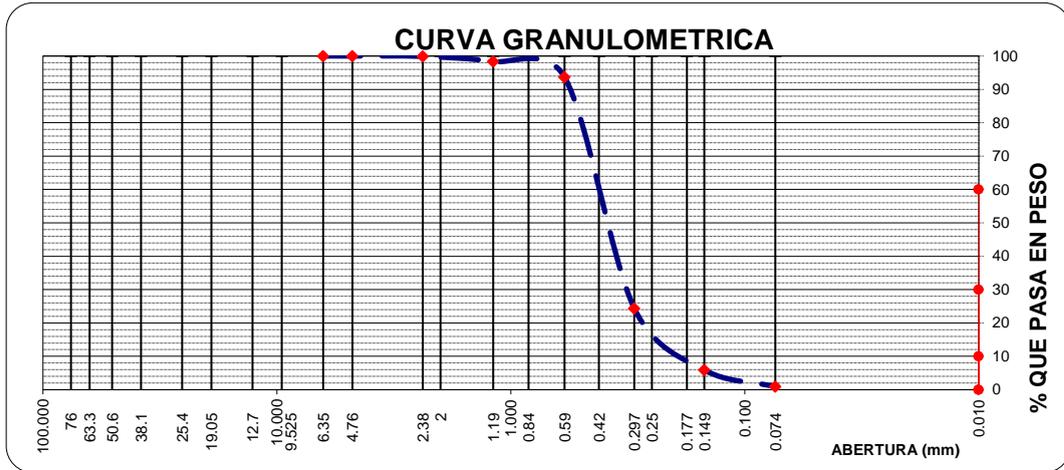
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 09. Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.39	0.12	0.12	99.88
N°16	1.190	5.15	1.54	1.66	98.34
N°30	0.590	15.49	4.64	6.30	93.70
N°50	0.297	231.49	69.30	75.60	24.40
N°100	0.149	61.78	18.49	94.09	5.91
N°200	0.074	16.71	5.00	99.09	0.91
Pasa N°200		3.03	0.91		

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 12: Curva granulométrica de la muestra N° 02 del agregado fino.



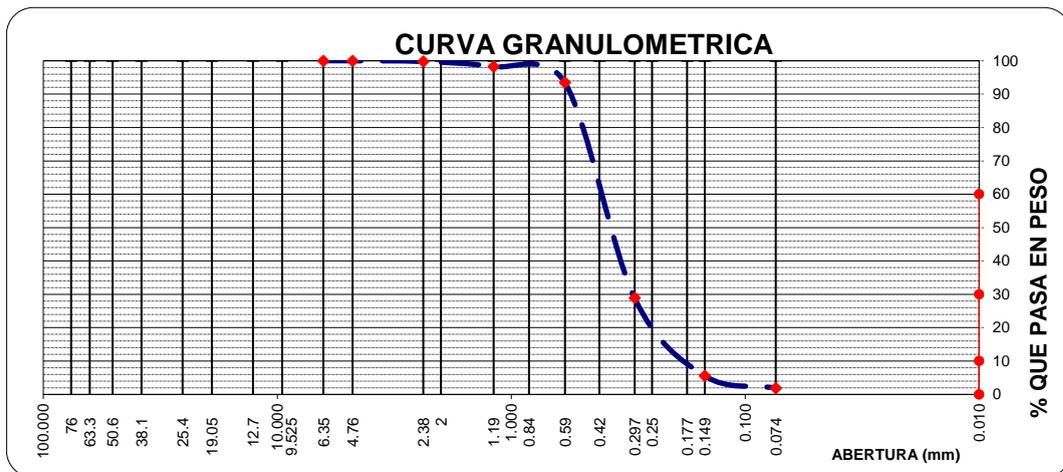
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 10. Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.75	0.22	0.22	99.78
N°16	1.190	5.37	1.55	1.77	98.23
N°30	0.590	16.53	4.77	6.54	93.46
N°50	0.297	223.64	64.57	71.11	28.89
N°100	0.149	80.73	23.31	94.42	5.58
N°200	0.074	12.75	3.68	98.10	1.90
Pasa N°200		6.59	1.90		

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 13: Curva granulométrica de la muestra N° 03 del agregado fino



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.1.1.2. Módulo de fineza. (NTP 400.011)

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos. El análisis de módulo de fineza del agregado fino se realizó en base a las pruebas de laboratorio realizadas conforme a la norma ASTM C-33 y NTP 400.011. A continuación, se presentan los resultados:

TABLA N° 11. Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.

MODULO DE FINEZA POR TAMIZADO SEGÚN NORMA ASTM C-33						
TAMICES ASTM	M-1		M-2		M-3	
	% Retenido	% Retenido Acum.	% Retenido	% Retenido Acum.	% Retenido	% Retenido Acum.
N°04						
N°08	0.15	0.15	0.12	0.12	0.22	0.22
N°16	1.49	1.64	1.54	1.66	1.55	1.77
N°30	4.77	6.41	4.64	6.3	4.77	6.54
N°50	52.88	59.29	69.3	75.6	64.57	71.11
N°100	31.4	90.69	18.49	94.09	23.31	94.42
MOD. FINEZA	1.58		1.78		1.74	
PROMEDIO	1.70					

Fuente: Elaboración propia. (2022)

Resultado: El promedio de módulo de fineza del agregado fino es 1.70.

4.1.1.3. Superficie específica (NTP 400.012)

Los agregados tienen una distribución heterogénea con respecto al tamaño de sus partículas, existiendo distintas magnitudes que describen sus características que están estrechamente relacionadas entre sí. La superficie específica es la magnitud que representa la cantidad de superficie del

conjunto de partículas del agregado y está relacionada con la finura del mismo, se expresa en [cm²/g] El análisis de superficie específica del agregado fino se realizó conforme la norma NTP 400.012 y se refleja a continuación:

TABLA N° 12: Superficie específica de la muestra N° 01 del agregado fino.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-1)				
TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.3555	0.15	0.42
N°16	1.190	0.1770	1.49	8.35
N°30	0.590	0.0885	4.77	53.60
N°50	0.297	0.0441	52.88	1190.99
N°100	0.149	0.0221	31.4	1408.07
TOTAL				2661.43

Fuente: Elaboración propia. (2022)

$$Se = \frac{0.06}{2.651} * 2661.43 = 60.24 \text{ cm}^2/g$$

TABLA N° 13: Superficie específica de la muestra N° 02 del agregado fino.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-2)				
TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.3555	0.12	0.33
N°16	1.190	0.1770	1.54	8.64
N°30	0.590	0.0885	4.64	52.10
N°50	0.297	0.0441	69.30	1560.81
N°100	0.149	0.0221	18.49	829.36
TOTAL				2451.24

Fuente: Elaboración propia. (2022)

$$Se = \frac{0.06}{2.651} * 2451.24 = 55.48 \text{ cm}^2/g$$

TABLA N° 14: Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-3)				
TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.3555	0.22	0.62
N°16	1.190	0.1770	1.55	8.68
N°30	0.590	0.0885	4.77	53.60
N°50	0.297	0.0441	64.57	1454.28
N°100	0.149	0.0221	23.31	1045.29
TOTAL				2562.47

Fuente: Elaboración propia. (2022)

$$Se = \frac{0.06}{2.651} * 2562.47 = 58.00 \text{ cm}^2/g$$

4.1.1.4. Material que pasa el tamiz N°200 (NTP 400.018)

La norma técnica NTP 400.018 establece los lineamientos para determinar mediante el lavado de una muestra de material la cantidad de material que pasa el tamiz estandarizado de 75 µm (N° 200).

GRÁFICO N° 14: Ensayo de material que pasa el tamiz N° 200



Fuente: Elaboración propia. (2022)

El ensayo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 se realizó siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C-117 y NTP 400.018. A continuación, se presentan los resultados:

TABLA N° 15: Cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	531.20	444.59	569.06
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	499.64	417.33	537.06
PESO DE TARA (gr)	87.45	78.83	103.05
% QUE PASA LA MALLA N°200	7.11	7.45	6.87
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	7.14		

F

Fuente: Elaboración propia. (2022)

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 7.14 %.

4.1.1.5. Peso específico (NTP 400.022)

El peso específico de los agregados está dado por el cociente entre el peso de las partículas y el volumen de las mismas, sin considerar los vacíos entre ellas. Esta propiedad física de los agregados se utiliza para el diseño de mezclas y también como un indicador de la calidad del agregado. Puesto que, a mayor peso específico, mejor es el comportamiento del agregado, mientras que menor peso específico le corresponde a agregados absorbentes y débiles.

El ensayo de peso específico se realizó conforme lo establece la norma ASTM C-128 y la NTP 400.022. A continuación, se presentan los resultados:

TABLA N° 16: Peso específico del agregado fino.

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 128				
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO
Peso Específico Bulk (Base Seca)	2.713	2.626	2.613	2.651
Peso Específico Bulk (Base Saturada)	2.719	2.631	2.618	2.656
Peso Específico Aparente (Base Seca)	2.730	2.640	2.625	2.665

Fuente: Elaboración propia (2022)

Resultado: El Peso específico del agregado fino es 2.651 gr/cm³.

4.1.1.6. Absorción (NTP 400.022)

Se entiende por absorción, como la capacidad de los agregados para llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

La norma técnica peruana 400.022 establece los lineamientos para determinar la capacidad de absorción de los agregados llenando el volumen vacío que existe en su interior. El ensayo de absorción se realizó conforme la norma ASTM C-128 y la NTP 400.022. Los resultados se presentan a continuación:

TABLA N° 17: Ensayo de absorción del agregado fino.

ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 128				
DESCRIPCION	M1	M2	M3	PROMEDIO
% de Absorción	0.23	0.19	0.18	0.20

Fuente: Elaboración propia. (2022)

Resultado: El porcentaje de absorción del agregado fino es 0.20 %.

4.1.1.7. Peso unitario suelto (PUS) (NTP 400.017)

La normativa técnica peruana NTP 400.017 establece los lineamientos para la realización del ensayo de Peso unitario suelto, en este ensayo se vierte el material de muestra en el recipiente estandarizado por capas hasta llenarlo, luego se enrasa y pesa.

GRÁFICO N° 15: Ensayo de peso unitario suelto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

El ensayo PUS (peso unitario suelto) se hizo siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. y se presentan a continuación:

TABLA N° 18: Peso unitario suelto del agregado fino.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7118	7156	7153
PESO DE MOLDE (gr.)	2905	2905	2905
PESO DE MUESTRA (gr.)	4213	4251	4248
VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	2827	2827	2827
PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.490	1.504	1.503
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,499		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	43.87		

Fuente: Elaboración propia. (2022)

Resultado: El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1,499 kg/m³.

4.1.1.8. Peso unitario compactado. (PUC) (NTP 400.017)

Es la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente en donde está contenido. Este ensayo permite determinar el grado de compactación que puede presentar los materiales en su estado natural.

La normativa técnica peruana NTP 400.017 establece los lineamientos para el ensayo de peso unitario compactado (PUC) y se define como la magnitud resultante de la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente en donde está contenido.

GRÁFICO N° 16: Ensayo de peso unitario compactado.



Fuente: Elaboración propia. (2022)

El ensayo PUC (peso unitario suelto) se hizo siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. A continuación, se presentan los resultados:

TABLA N° 19: Peso unitario compactado del agregado fino.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7592	7635	7620
PESO DE MOLDE (gr.)	2905	2905	2905
PESO DE MUESTRA (gr.)	4687	4730	4715
VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	2827	2827	2827
PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.658	1.673	1.668
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1,666		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	37.56		

Fuente: Elaboración propia. (2022)

Resultado: El promedio del peso unitario suelto del agregado fino es 1,666 kg/m³.

4.2. CEMENTO

4.2.1. Definición.

El cemento se define como un material conglomerante, producto de un proceso de calcinación a altas temperaturas de elementos como rocas calizas, arcillas entre otros elementos en menor proporción. El proceso al que se somete la materia prima para formar el cemento es llamado Clinker.

4.2.2. Características (Cemento portland Tipo I).

Desde tiempos antiguos del imperio romano fueron desarrollándose distintos materiales conglomerantes y aglomerantes utilizando residuos volcánicos con fragmentos de piedra caliza, y estos materiales fueron evolucionando con el pasar de los siglos, hasta llegar al cemento tipo Portland que tenemos hoy en día, para el caso de este estudio de investigación se utilizó cementos Portland tipo I, marca sol; pues este tiene el respaldo de la norma ASTM C-150, cumpliendo con los requisitos químicos y físicos mínimos establecidos.

4.3. ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE MASTEREASE 3900

4.3.1. Características:

- Gran poder reductor de agua.
- Mejora el acabado y la textura de la superficie del concreto.
- Aumenta las resistencias iniciales y finales del concreto
- Buen mantenimiento de consistencia para cubrir los tiempos de transporte, sin retraso de fraguado.
- Facilita el bombeo y reduce el tiempo de aplicación y compactación.
- Dota al concreto de un excelente comportamiento reológico, con reducida viscosidad y pegajosidad, y docilidad mejorada.
- Excelente cohesión.

GRÁFICO N° 17: Aditivo superplastificante MasterEase 3900.



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.4. PREPARACIÓN DE DISEÑO DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA

Para el diseño de mezcla se buscaba precisión y que cumpla con las propiedades de un concreto óptimo, entre ellos la trabajabilidad y resistencia. El diseño de mezcla del concreto cemento – arena, se realizó en base a una relación de agua/cemento 0.60 con distintos porcentajes de aditivo superplastificante MasterEase 3900: 0.5%, 1.0%, 1.5%.

4.4.1. Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 con 0.5% de aditivo añadido.

TABLA N° 20: Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 Aditivo al 0.5%

VALORES DE DISEÑO					
Cemento	400.00	Kg/m3			
Agua	238.20	Lts/m3			
Agregado Fino	1449.60	Kg/m3			
Aditivo MasterEase 3900	2.00	Kg/m3			
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS					
Peso Húmedo del A. Fino	1449.55	x	1.06	=	1542.83 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	6.44	-	0.20	=	6.24 %
Aporte de Humedad A. Fino	1449.55	x	0.06	=	90.38 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	238.20	-	90.38	=	147.82 Lts.
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento	400.00	Kg/m3			
Agua	147.82	Lts/m3			
Agregado Fino	1542.83	Kg/m3			
Aditivo MasterEase 3900	2.00	Kg/m3			
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	1542.83	/	400.00	=	3.86
Agua	0.37	x	42.50	=	15.73
DOSIFICACIÓN EN PESO	C		AF		Agua
	1	:	3.86	:	15.73 Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	1595.46	Kg/m3			
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	C		AF		Agua
	1	:	3.6	:	15.73 Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento	42.50	Kg			
Agregado Fino	164.10	Kg			
Agua Efectiva	15.73	Lts.			

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 21: Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.60** **CON ADITIVO AL 0.5%**
DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 400.00 kg	0.12821 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1452.45 kg	0.54686 m ³
AGUA	: 238.20 kg	0.23820 m ³
ADITIVO MasterEase 3900	2.00 kg	0.00182 m ³
TOTAL DE MATERIALES	2092.65 kg	0.915 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2092.65 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2286.85 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17598	17602	17295
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3347	3348
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14252	14255	13947
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7075	7076
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.015	2.015	1.971
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.00019		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2000.19		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2092.65 \text{ kg.}}{2000.19 \text{ kg/m}^3} = 1.046226 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.046226 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.046$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{400 \text{ m}^3.}{1.046226 \text{ m}^3} = 382.33 \text{ kg/m}^3 = 9 \text{ bls/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 12.54 % Método gravimétrico

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 8.13 % Método de presión

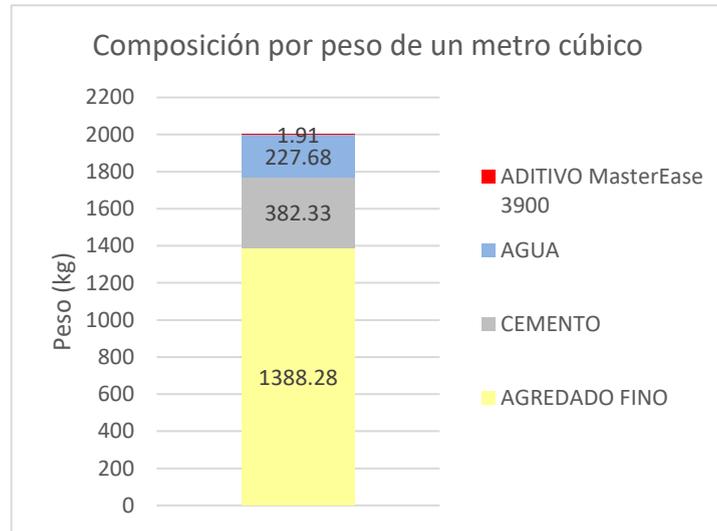
ASENTAMIENTO (SLUMP) 6 3/4"

TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.9 °C

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO
POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

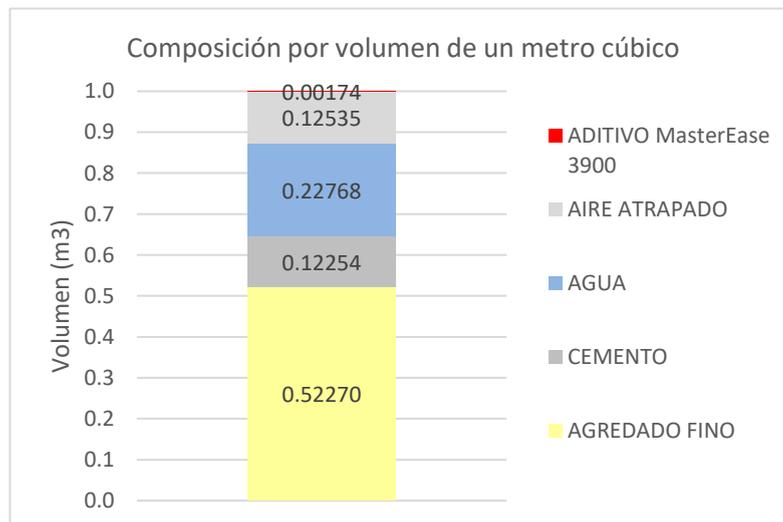
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 382.33 kg	0.12254 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1388.28 kg	0.52270 m ³
AGUA	: 227.68 lts.	0.22768 m ³
ADITIVO MasterEase 3900	: 1.91 kg	0.00174 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.12535 m ³
TOTAL	: 2000.19 kg	1.00000 m³

GRÁFICO N° 18: Composición por peso de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 19: Composición por volumen de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.4.2. Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 con 1.0% de aditivo añadido.

TABLA N° 22: Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 Aditivo al 1.0%

VALORES DE DISEÑO						
Cemento	400.00	Kg/m3				
Agua	236.40	Lts/m3				
Agregado Fino	1449.60	Kg/m3				
Aditivo MasterEase 3900	4.00	Kg/m3				
CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS						
Peso Húmedo del A. Fino	1449.55	x	1.06	=	1542.83	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	6.44	-	0.20	=	6.24	%
Aporte de Humedad A. Fino	1449.55	x	0.06	=	90.38	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	236.40	-	90.38	=	146.02	Lts.
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD						
Cemento	400.00	Kg/m3				
Agua	146.00	Lts/m3				
Agregado Fino	1542.80	Kg/m3				
Aditivo Masterease 3900	4.00	Kg/m3				
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)						
Cemento	400.00	/	400.00	=	1.00	
Agregado Fino	1542.83	/	400.00	=	3.86	
Agua	0.37	x	42.5	=	15.73	
	C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	1	:	3.86	:	15.73	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)						
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	1595.46	Kg/m3				
	C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	1	:	3.6	:	15.73	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO						
Cemento	42.50	Kg				
Agregado Fino	164.10	Kg				
Agua Efectiva	15.73	Lts.				

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 23: Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.60 CON ADITIVO AL 1.00 %**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 400.00 kg	0.12821 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1452.45 kg	0.54686 m3
AGUA	: 236.40 kg	0.23640 m3
ADITIVO Master Ease 3900	4.00 kg	0.00364
TOTAL DE MATERIALES	2092.85 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2092.85 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2287.02 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17410	17632	17585
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3347	3348
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14064	14285	14237
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7075	7076
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.988	2.019	2.012
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.00641		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2006.41		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2092.85 \text{ kg.}}{2006.406667 \text{ kg/m}^3} = 1.043084 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.043084 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.043084$$

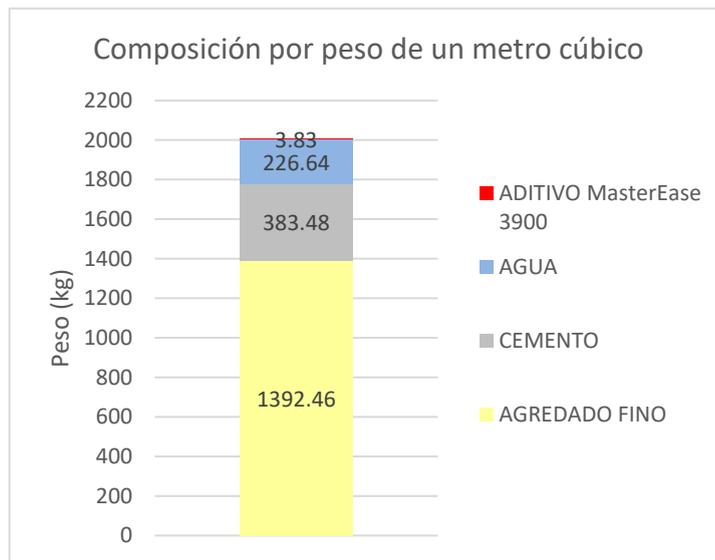
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{400 \text{ m}^3.}{1.043084 \text{ m}^3} = 383.48 \text{ kg/m}^3 = 9.02 \text{ bls/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	12.27 %	Método gravimétrico
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	8.09 %	Método de presión
ASENTAMIENTO (SLUMP)	6 3/4"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	30.9 °C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

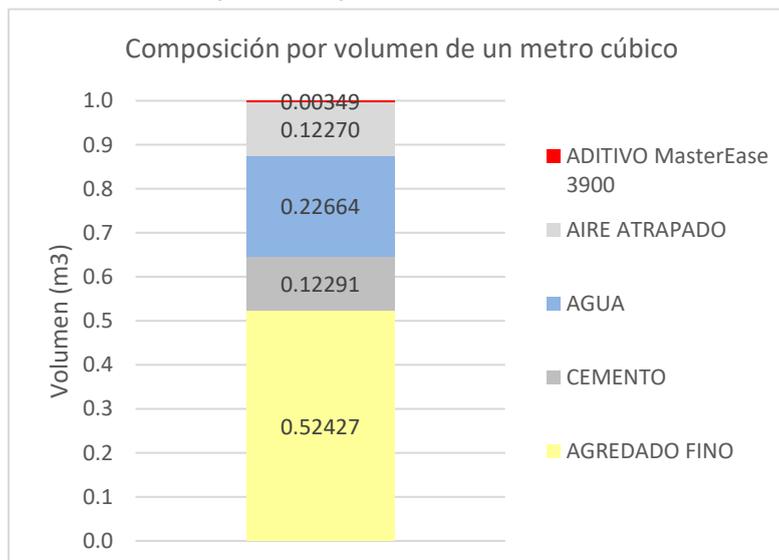
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 383.478 kg	0.12291 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1392.460 kg	0.52427 m3
AGUA	: 226.636 lts.	0.22664 m3
ADITIVO MasterEase 3900	: 3.835 kg	0.00349 m3
AIRE ATRAPADO	: 0.000	0.12270 m3
TOTAL	: 2006.41 kg	1.00000 m3

GRÁFICO N° 20: Composición por peso de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 21: Composición por volumen de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.4.3. Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 con 1.5% de aditivo añadido.

TABLA N° 24: Diseño del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 Aditivo al 1.5%

VALORES DE DISEÑO						
Cemento	400.00	Kg/m ³				
Agua	234.50	Lts/m ³				
Agregado Fino	1449.60	Kg/m ³				
Aditivo MasterEase 3900	6.00	Kg/m ³				
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS						
Peso Húmedo del A. Fino	1449.55	x	1.04	=	1513.62	Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	4.42	-	0.20	=	4.22	%
Aporte de Humedad A. Fino	1449.55	x	0.04	=	61.17	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	234.50	-	61.17	=	173.33	Lts.
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD						
Cemento	400.00	Kg/m ³				
Agua	173.30	Lts/m ³				
Agregado Fino	1513.60	Kg/m ³				
Aditivo MasterEase 3900	6.00	Kg/m ³				
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)						
Cemento	400.00	/	400.00	=	1.00	
Agregado Fino	1513.60	/	400.00	=	3.78	
Agua	0.43	x	42.50	=	18.28	
	C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	1	:	3.78	:	18.28	Lts/m³
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie ³)						
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	1565.25	Kg/m ³				
	C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	1	:	3.59	:	18.28	Lts/m³
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO						
Cemento	42.50	Kg				
Agregado Fino	160.70	Kg				
Agua Efectiva	18.30	Lts.				

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 25: Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto.

**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL
CONCRETO ASTM C-138**

**Relación agua/cemento: 0.60 CON ADITIVO AL 1.50 %
DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12821 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1452.45 kg	0.54686 m ³
AGUA	:	234.50 kg	0.23450 m ³
ADITIVO MasterEase 3900		6.00 kg	0.00545
TOTAL DE MATERIALES		2092.95 kg	0.915 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE
ATRAPADO)

$$T = \frac{2092.95 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2287.33 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

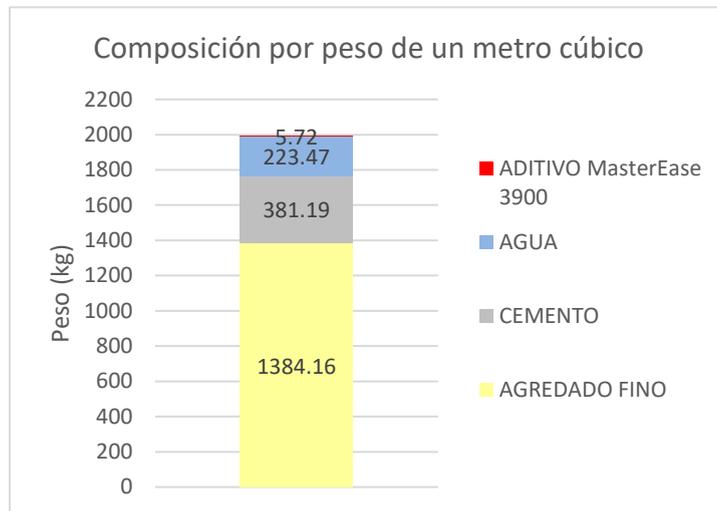
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17420	17435	17520
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3347	3348
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14074	14088	14172
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7075	7076
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.990	1.991	2.003
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	1.99454		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	1994.54		

RENDIMIENTO	=	$\frac{2092.95 \text{ kg.}}{1994.536667 \text{ kg/m}^3}$	=	1.049341 m ³
RENDIMIENTO RELATIVO	=	$\frac{1.049341 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$	=	1.049
CONTENIDO DE CEMENTO REAL	=	$\frac{400 \text{ m}^3.}{1.049341 \text{ m}^3}$	=	381.19 kg/m ³ = 8.97 bls/m ³
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		12.80	%	Método gravimétrico
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		8.06	%	Método de presión
ASENTAMIENTO (SLUMP)		8 1/2"		
TEMPERATURA DE LA MEZCLA		31.0	°C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

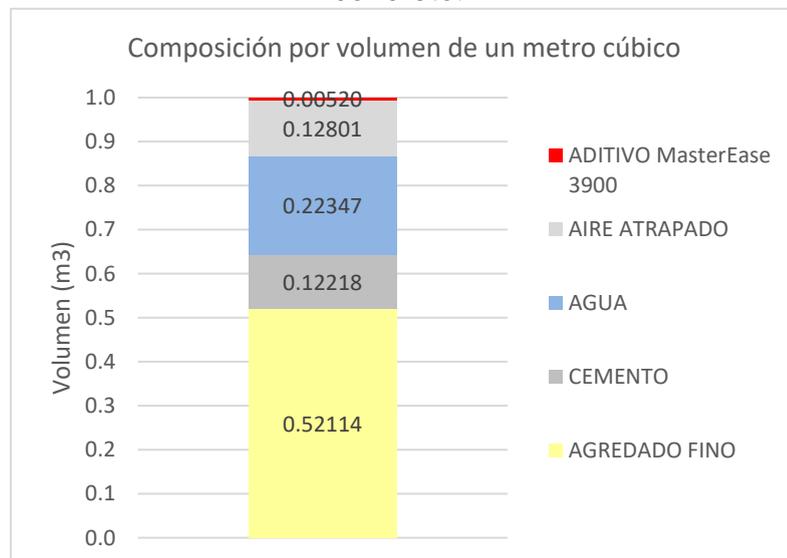
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 381.19 kg	0.12218 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1384.16 kg	0.52114 m3
AGUA	: 223.47 lts.	0.22347 m3
ADITIVO MasterEase 3900	: 5.72 kg	0.00520 m3
AIRE ATRAPADO	: <u>0</u>	<u>0.12801</u> m3
TOTAL	: 1994.54 kg	1.00000 m3

GRÁFICO N° 22: Composición por peso de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 23: Composición por volumen de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO FRESCO

Para la presente investigación en el laboratorio de suelo y ensayo de materiales se realizaron los siguientes ensayos con el concreto cemento – arena en su estado fresco: consistencia, peso unitario, contenido de aire, exudación, temperatura del concreto y rendimiento. Se presentan a continuación los resultados:

4.5.1. Consistencia (NTP 339.035)

La consistencia se define como la propiedad del concreto en estado fresco, que mide la capacidad del concreto para mantenerse homogéneo en función del tiempo, esta propiedad también define la facilidad con la que el concreto se compacta o asienta. La consistencia se varía por el contenido de agua en la mezcla. Este ensayo se realizó con el cono de Abrams, se llena el cono con tres capas compactadas con una varilla lisa de 5/8”.

GRÁFICO N° 24: Ensayo de consistencia de la mezcla.



Fuente: Elaboración propia (2022)

El ensayo se realizó conforme la norma ASTM C-143 y la NTP 339.035. Los resultados se presentan a continuación:

TABLA N° 26: Ensayo de Asentamiento.

ENSAYO DE ASENTAMIENTO SEGÚN NORMA ASTM C - 143		
W/C	(%) ADITIVO	ASENTAMIENTO (Pulg)
0.60	0.50	6 ^{3/4} "
0.60	1.00	6 ^{3/4} "
0.60	1.50	8 ^{1/2} "

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.5.2. Peso Unitario (NTP 339.046)

El peso unitario es el peso que tiene el concreto por cada unidad de volumen. Se compacta la muestra de concreto en un recipiente estandarizado por capas utilizando la varilla lisa de 5/8".

GRÁFICO N° 25: Ensayo de Peso Unitario.



Fuente: Elaboración propia (2022)

El ensayo de peso unitario se realizó conforme la norma ASTM C- 138 y la NTP 339.046. Los resultados se presentan a continuación:

TABLA N° 27: Peso Unitario.

ENSAYO DE PESO UNITARIO SEGÚN NORMA ASTM C - 138		
W/C	(%) ADITIVO	PESO UNITARIO (kg/m ³)
0.60	0.50	2000.19
0.60	1.00	2006.41
0.60	1.50	1994.54

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.5.3. Contenido de Aire (NTP 339.083)

El ensayo permite identificar la magnitud porcentual de aire que existe en el concreto fresco, esta prueba tiene como objetivo determinar una propiedad más del concreto en estado fresco para llevar un control calidad del concreto, ya que el aire arrastrado genera espacios vacíos durante el proceso de la mezcla, transporte y colocación del concreto.

GRÁFICO N° 26: Ensayo de Contenido de Aire.



Fuente: Elaboración propia (2022)

El ensayo de contenido de aire se realizó siguiendo los lineamientos de la NTP 339.083. Los resultados se muestran a continuación:

TABLA N° 28: Ensayo de Contenido de Aire. (método de presión)

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE SEGÚN NORMA ASTM C - 138		
W/C	(%) ADITIVO	CONTENIDO DE AIRE (%)
0.60	0.50	8.13
0.60	1.00	8.09
0.60	1.50	8.06

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.5.4. Temperatura del concreto (NTP 339.184)

La temperatura del concreto es un factor a tener en cuenta durante el proceso de fraguado del concreto, este calor es liberado por el proceso de hidratación del cemento, la energía de mezclado y el entorno.

TABLA N° 29: Temperatura del concreto.

TEMPERATURA DEL CONCRETO SEGÚN NORMA ASTM C - 1064		
W/C	(%) ADITIVO	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
0.60	0.50	30.9
0.60	1.00	30.9
0.60	1.50	31.0

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.5.5. Exudación (NTP 339.077)

La normativa técnica peruana NTP 339.077 establece los lineamientos para el desarrollo del ensayo del laboratorio “Exudación” del concreto, ya que esta es una propiedad muy importante al momento de demostrar la calidad de un concreto. Durante el fenómeno de exudación la humedad de la mezcla se separa de la masa y sube hacia el área expuesta del concreto, producido mayormente por la sedimentación de los agregados.

GRÁFICO N° 27: Ensayo de exudación.



Fuente: Elaboración propia (2022)

El ensayo de exudación se realizó conforme a lo establecido en la norma ASTM C-232 y la NTP 339.077. Los resultados se muestran a continuación:

TABLA N° 30: Exudación

ENSAYO DE EXUDACION SEGÚN ASTM C- 232		
W/C	(%) ADITIVO	EXUDACIÓN (%)
0.60	0.50	5.10
0.60	1.00	8.84
0.60	1.50	17.66

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.6. PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO ENDURECIDO

El estado endurecido del concreto es cuando la mezcla empieza su fase de solidificación. A partir de este momento se empiezan ensayos diferentes al estado fresco, para encontrar magnitudes y analizar los resultados para evaluar la calidad del mismo concreto.

4.6.1. Resistencia a compresión (NTP 339.034)

Este método de ensayo es empleado para la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos moldeados o núcleos perforados. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección transversal del espécimen. Los valores obtenidos se expresan en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) o en mega pascales (MPa).

Para términos del ensayo se utilizan testigos o probetas del concreto a ensayar moldeadas cilíndricamente y con medidas estandarizadas; estos moldes son sometidos a fuertes cargas hasta llegar a su punto de inflexión máxima. Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C-39 y la NTP 339.034 con la muestra de 07 testigos por cada edad de 7, 14 y 28 días; y con porcentajes diferentes del aditivo, así como también haciendo un comparativo entre las muestras curadas y sin curar.

GRÁFICO N° 28: Ensayo de resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 31: Progresión de resistencia a compresión durante 28 días (kg/cm²)

PORCENTAJE DE PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)			
RELACIÓN A/C	0.60 AD/1.5% (%)	0.60 AD/1.0% (%)	0.60 AD/0.5 (%)
7 días	81.55	73.07	75.24
14 días	92.25	84.24	84.95
28 días	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 32: Resistencia a compresión durante 28 días (kg/cm²)

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (kg/cm ²)			
RELACIÓN A/C	0.6 AD/1.5% (kg/cm ²)	0.6 AD/1.0% (kg/cm ²)	0.6 AD/0.5% (kg/cm ²)
7 días	221	255	240
14 días	250	294	271
28 días	271	349	319

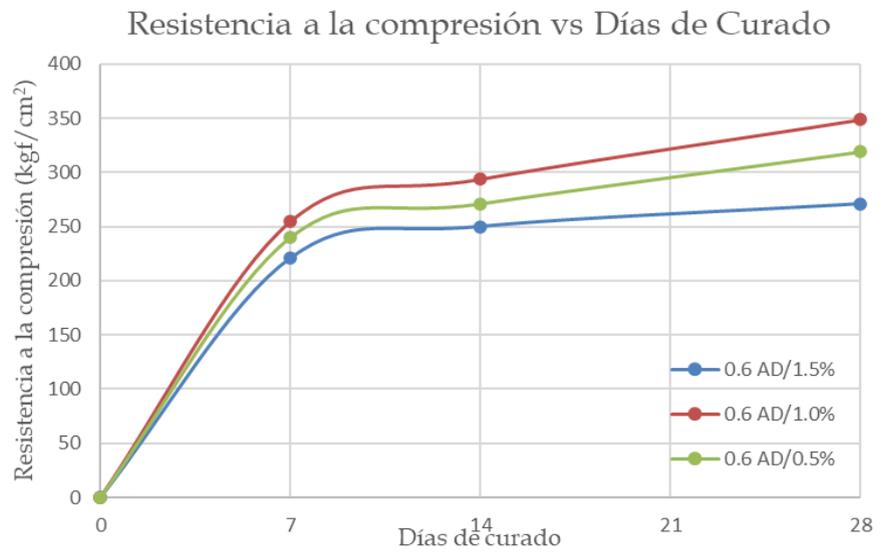
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 33: Coeficiente de variación (%)

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)			
RELACIÓN A/C	0.6 AD/1.5%	0.6 AD/1.0%	0.6 AD/0.5%
7 días	4.27	4.11	2.19
14 días	5.74	2.37	1.83
28 días	9.95	2.91	7.31
PROMEDIO	6.65	3.13	3.78
PROMEDIO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN	4.52 %		

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 29: Progresión de resistencia a la compresión durante 28 días. (kg/cm²)



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.6.2. Resistencia a tracción por compresión diametral (NTP 339.084)

Para el ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral se realiza siguiendo los lineamientos de la NTP 339.084, durante la prueba se aplica una fuerza axial a lo largo del testigo o probeta del concreto a ensayar hasta que este llegue a su punto máximo de inflexión y falle. La carga aplicada produce esfuerzos de tensión en el plano aplicado y esfuerzos de compresión en la superficie aplicada.

GRÁFICO N° 30: Ensayo de resistencia a tracción por compresión diametral.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los ensayos de resistencia a tracción por compresión diametral realizados en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales se realizaron siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C-496 y la NTP 339.084 con la muestra de 07 testigos por cada edad de 7,14 y 28 días.

TABLA N° 34: Progresión de resistencia a tracción durante 28 días. (kg/cm²)

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN (kg/cm ²)			
RELACIÓN A/C	0.60/AD 1.5%	0.60/AD 1.0%	0.60/AD 0.5%
7 días	17.20	20.70	19.00
14 días	19.30	23.30	21.30
28 días	19.60	24.00	21.90

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 35: Porcentaje de progresión de resistencia a tracción durante 28 días.

PORCENTAJE DE PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN (%)			
RELACIÓN A/C	0.60/AD 1.5%	0.60/AD 1.0%	0.60/AD 0.5%
7 días	87.76	86.25	86.76
14 días	98.47	97.08	97.26
28 días	100.00	100.00	100.00

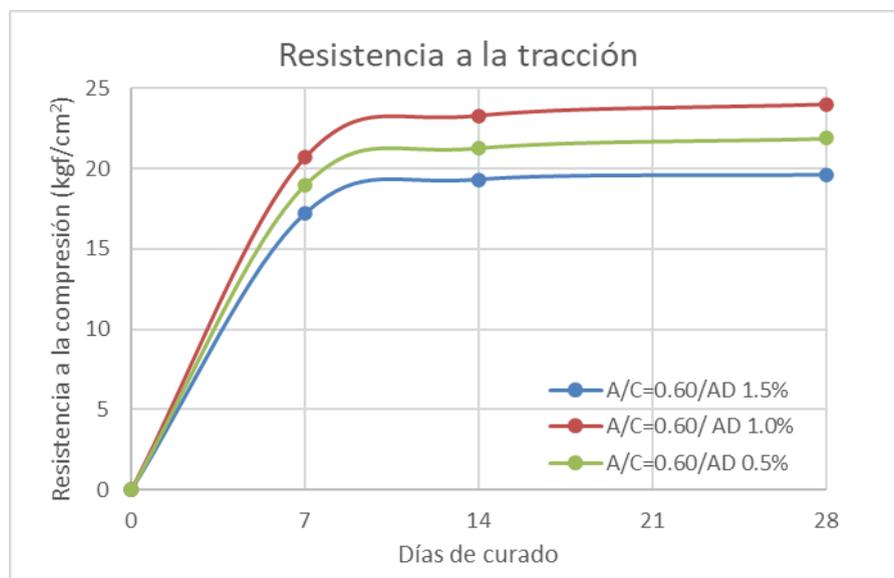
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 36: Coeficiente de viariación (%)

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)			
RELACIÓN A/C	0.60/AD 1.5%	0.60/AD 1.0%	0.60/AD 0.5%
7 días	4.44	11.69	11.15
14 días	11.81	11.81	20.52
28 días	10.73	10.73	9.41
PROMEDIO	8.99	11.41	13.69
PROMEDIO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN	11.37 %		

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 31: Progresión de resistencia a tracción durante 28 días. (kg/cm²)



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.6.3. Módulo Elástico Estático (NTP 339.084)

El módulo de Elasticidad es una magnitud que representa la resultante de la relación entre el esfuerzo aplicado a un material y la deformación producida, también se le conoce como módulo de Young. Durante la prueba de módulo de elasticidad estático se somete a fuerzas de compresión con un aumento exponencial a las probetas del concreto a ensayar, generando deformaciones en el mismo dentro de los rangos elásticos e inelásticos.

GRÁFICO N° 32: Ensayo de Módulo de Elasticidad.



Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 37: Cuadro de módulo de elasticidad – relación
w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%

MODULO DE ELASTICIDAD			
RELACION W/C = 0.60; ADITIVO = 0.5%			
(N°) PROBETA	EDAD (días)	M. ELASTICIDAD (kg/cm ²)	M. ELASTICIDAD PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	252453.00	253191.00
2	28	248450.00	
3	28	258670.00	

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 38: Cuadro de módulo de elasticidad – relación
w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%

MODULO DE ELASTICIDAD			
RELACION W/C = 0.60; ADITIVO = 1.0%			
(N°) PROBETA	EDAD (días)	M. ELASTICIDAD (kg/cm ²)	M. ELASTICIDAD PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	253760.00	256851.33
2	28	262181.00	
3	28	254613.00	

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 39: Cuadro de módulo de elasticidad – relación
w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%

MODULO DE ELASTICIDAD			
RELACION W/C = 0.60; ADITIVO = 1.5%			
(N°) PROBETA	EDAD (días)	M. ELASTICIDAD (kg/cm ²)	M. ELASTICIDAD PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	239818.00	237006.67
2	28	234234.00	
3	28	236968.00	

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.7. ENSAYO DE CONTRACCIÓN

Se muestran los resultados del ensayo de contracción libre con la finalidad de determinar el cambio de longitud del concreto.

GRÁFICO N° 33: Ensayo de contracción del concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 34: Control de Humedad del ambiente.



Fuente: Elaboración propia (2022)

4.7.1. Ensayo para la determinación de cambio de longitud en concreto.

El presente ensayo se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C 490-00, separando los especímenes en un grupo de curados y otros sin curar; determinando de esta manera las diferencias en el cambio longitudinal por efecto de fuerzas externas aplicadas y cambios de temperatura.

TABLA N° 40: Cuadro de registro de los prismas de contracción, 28 días de curado – relación w/c = 0.60, Aditivo= 0.5%

28 días curado - w/c = 0.60, ADITIVO = 0.5 %				
01	02	03	04	05
Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)
0.3297	0.3541	0.2944	0.2956	0.3854
0.3213	0.3541	0.2951	0.2960	0.3853
0.3295	0.3535	0.2815	0.2954	0.3798
0.3306	0.3541	0.2931	0.2982	0.3788
0.3214	0.3559	0.2926	0.2966	0.3707
0.3213	0.3550	0.2923	0.2961	0.3702
0.3212	0.3551	0.2925	0.2964	0.3705
0.3213	0.3553	0.3025	0.2968	0.3702
0.3298	0.3541	0.2818	0.2955	0.3798
0.3299	0.3532	0.2809	0.2952	0.3790
0.3289	0.3432	0.2894	0.2949	0.3782
0.3284	0.3427	0.2885	0.2942	0.3774
0.3288	0.3527	0.2889	0.2946	0.3776
0.3304	0.3542	0.2898	0.2955	0.3784
0.3303	0.3543	0.2805	0.2959	0.3789
0.3286	0.3429	0.2880	0.2942	0.3769
0.3287	0.3431	0.2882	0.294	0.3771
0.3292	0.3431	0.2887	0.2949	0.3772
0.3291	0.3429	0.2888	0.2949	0.3770
0.3289	0.3424	0.2887	0.2945	0.3768
0.3281	0.3522	0.2875	0.2943	0.3769
0.3283	0.3524	0.2880	0.2944	0.3768
0.3289	0.3424	0.2873	0.2942	0.3764
0.3291	0.3421	0.2877	0.2941	0.3765
0.3288	0.3419	0.2875	0.2940	0.3763
0.3293	0.3425	0.2879	0.2945	0.3769
0.3287	0.3424	0.2878	0.2934	0.3761
0.3284	0.3421	0.2875	0.2935	0.3758

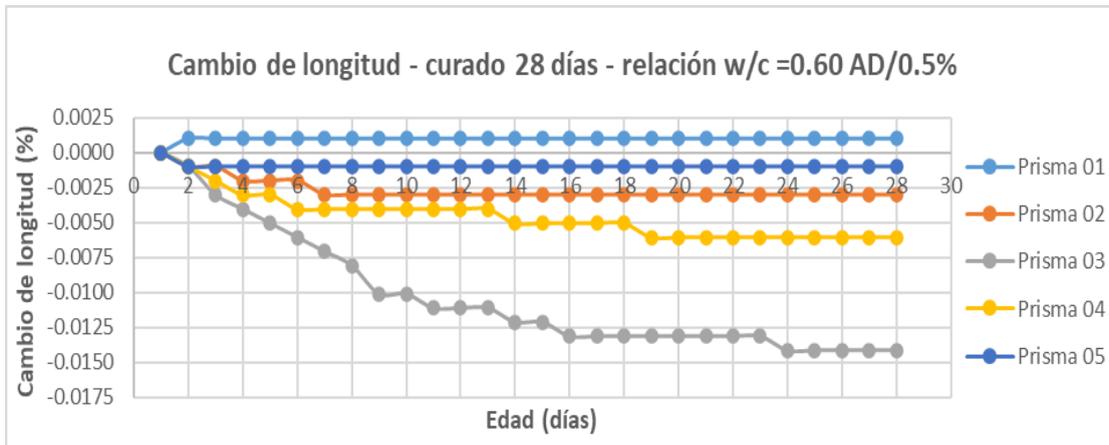
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 41: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%

Edad (días)	Contracción libre del concreto cemento - arena, con curado 28 días - Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 0.5%				
	Prisma 01	Prisma 02	Prisma 03	Prisma 04	Prisma 05
1	0	0	0	0	0
2	0.00101195	-0.00101195	-0.00101195	-0.00101195	-0.00101195
3	0.00101195	-0.00101195	-0.00303585	-0.00202390	-0.00101195
4	0.00101195	-0.00202390	-0.00404780	-0.00303585	-0.00101195
5	0.00101195	-0.00202390	-0.00505976	-0.00303585	-0.00101195
6	0.00101195	-0.00202390	-0.00607171	-0.00404780	-0.00101195
7	0.00101195	-0.00303585	-0.00708366	-0.00404780	-0.00101195
8	0.00101195	-0.00303585	-0.00809561	-0.00404780	-0.00101195
9	0.00101195	-0.00303585	-0.01011951	-0.00404780	-0.00101195
10	0.00101195	-0.00303585	-0.01011951	-0.00404780	-0.00101195
11	0.00101195	-0.00303585	-0.01113146	-0.00404780	-0.00101195
12	0.00101195	-0.00303585	-0.01113146	-0.00404780	-0.00101195
13	0.00101195	-0.00303585	-0.01113146	-0.00404780	-0.00101195
14	0.00101195	-0.00303585	-0.01214341	-0.00505976	-0.00101195
15	0.00101195	-0.00303585	-0.01214341	-0.00505976	-0.00101195
16	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00505976	-0.00101195
17	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00505976	-0.00101195
18	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00505976	-0.00101195
19	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00607171	-0.00101195
20	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00607171	-0.00101195
21	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00607171	-0.00101195
22	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00607171	-0.00101195
23	0.00101195	-0.00303585	-0.01315536	-0.00607171	-0.00101195
24	0.00101195	-0.00303585	-0.01416732	-0.00607171	-0.00101195
25	0.00101195	-0.00303585	-0.01416732	-0.00607171	-0.00101195
26	0.00101195	-0.00303585	-0.01416732	-0.00607171	-0.00101195
27	0.00101195	-0.00303585	-0.01416732	-0.00607171	-0.00101195
28	0.00101195	-0.00303585	-0.01416732	-0.00607171	-0.00101195

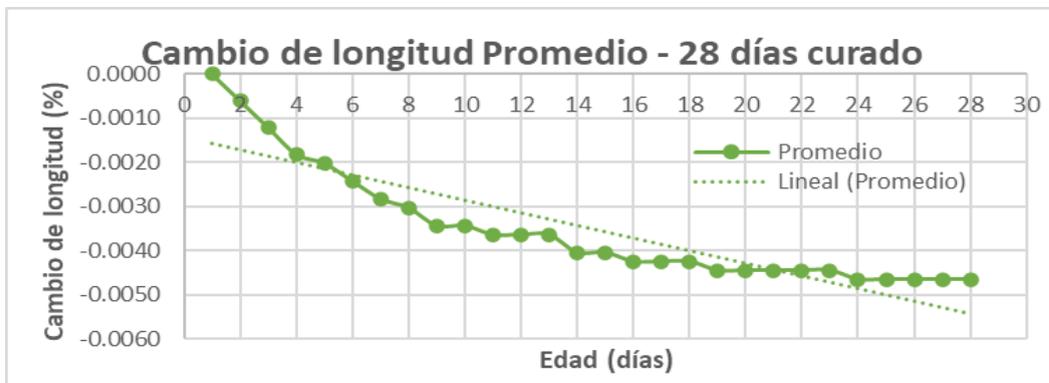
Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 35: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 36: Cambio de longitud promedio, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 42: Cuadro de registro de los prismas de contracción, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%

sin curado w/c 0.60, ADITIVO = 0.5%				
1	2	3	4	5
Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)
0.3224	0.3012	0.3224	0.3364	0.3328
0.3139	0.3002	0.3223	0.3361	0.3325
0.3211	0.2997	0.3214	0.3359	0.3316
0.3220	0.2907	0.3224	0.3365	0.3324
0.3125	0.3008	0.3222	0.3362	0.3421
0.3124	0.3001	0.3214	0.3351	0.3416
0.3118	0.3004	0.3218	0.3356	0.3418
0.3111	0.3099	0.3214	0.3353	0.3415
0.3199	0.2985	0.3199	0.3335	0.3399
0.3197	0.3982	0.3196	0.3334	0.3399
0.3189	0.2974	0.3187	0.3327	0.3389
0.3184	0.2971	0.3184	0.3322	0.3383
0.3183	0.2975	0.3184	0.3325	0.3387
0.3197	0.2982	0.3193	0.3335	0.3395
0.3193	0.2981	0.3193	0.3334	0.3393
0.3179	0.2977	0.3178	0.3354	0.3399
0.3181	0.2979	0.3183	0.3358	0.3395
0.3186	0.2973	0.3182	0.3331	0.3382
0.3184	0.2972	0.3180	0.3329	0.3380
0.3182	0.2970	0.3177	0.3327	0.3378
0.3173	0.2961	0.3170	0.3328	0.3371
0.3174	0.2963	0.3173	0.3329	0.3374
0.3181	0.2970	0.3173	0.3328	0.3374
0.3186	0.2972	0.3171	0.3329	0.3376
0.3184	0.2968	0.3169	0.3327	0.3373
0.3188	0.2972	0.3175	0.3329	0.3378
0.3178	0.2954	0.3162	0.3339	0.3372
0.3175	0.2957	0.3164	0.3336	0.3369

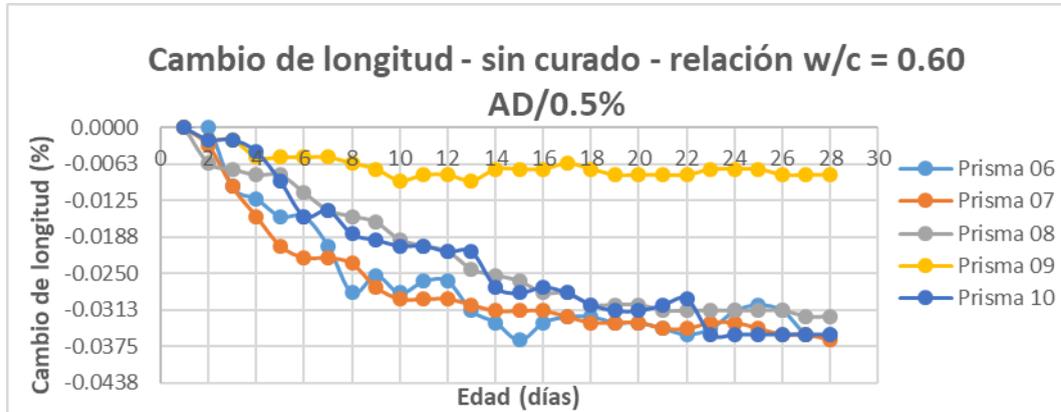
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 43: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%

Edad (días)	Contracción libre del concreto cemento - arena, sin curado 28 días al aire libre - Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 0.5%				
	Prisma 06	Prisma 07	Prisma 08	Prisma 09	Prisma 10
1	0	0	0	0	0
2	0.00000000	-0.00303585	-0.00607171	-0.00202390	-0.00202390
3	-0.01011951	-0.01011951	-0.00708366	-0.00202390	-0.00202390
4	-0.01214341	-0.01517927	-0.00809561	-0.00505976	-0.00404780
5	-0.01517927	-0.02023902	-0.00809561	-0.00505976	-0.00910756
6	-0.01517927	-0.02226293	-0.01113146	-0.00505976	-0.01517927
7	-0.02023902	-0.02226293	-0.01416732	-0.00505976	-0.01416732
8	-0.02833463	-0.02327488	-0.01517927	-0.00607171	-0.01821512
9	-0.02529878	-0.02732268	-0.01619122	-0.00708366	-0.01922707
10	-0.02833463	-0.02934658	-0.01922707	-0.00910756	-0.02023902
11	-0.02631073	-0.02934658	-0.02023902	-0.00809561	-0.02023902
12	-0.02631073	-0.02934658	-0.02125097	-0.00809561	-0.02125097
13	-0.03137049	-0.03035853	-0.02428683	-0.00910756	-0.02125097
14	-0.03339439	-0.03137049	-0.02529878	-0.00708366	-0.02732268
15	-0.03643024	-0.03137049	-0.02631073	-0.00708366	-0.02833463
16	-0.03339439	-0.03137049	-0.02833463	-0.00708366	-0.02732268
17	-0.03238244	-0.03238244	-0.02833463	-0.00607171	-0.02833463
18	-0.03238244	-0.03339439	-0.03035853	-0.00708366	-0.03035853
19	-0.03339439	-0.03339439	-0.03035853	-0.00809561	-0.03137049
20	-0.03339439	-0.03339439	-0.03035853	-0.00809561	-0.03137049
21	-0.03440634	-0.03440634	-0.03137049	-0.00809561	-0.03035853
22	-0.03541829	-0.03440634	-0.03137049	-0.00809561	-0.02934658
23	-0.03440634	-0.03339439	-0.03137049	-0.00708366	-0.03541829
24	-0.03137049	-0.03339439	-0.03137049	-0.00708366	-0.03541829
25	-0.03035853	-0.03440634	-0.03137049	-0.00708366	-0.03541829
26	-0.03137049	-0.03541829	-0.03137049	-0.00809561	-0.03541829
27	-0.03541829	-0.03541829	-0.03238244	-0.00809561	-0.03541829
28	-0.03541829	-0.03643024	-0.03238244	-0.00809561	-0.03541829

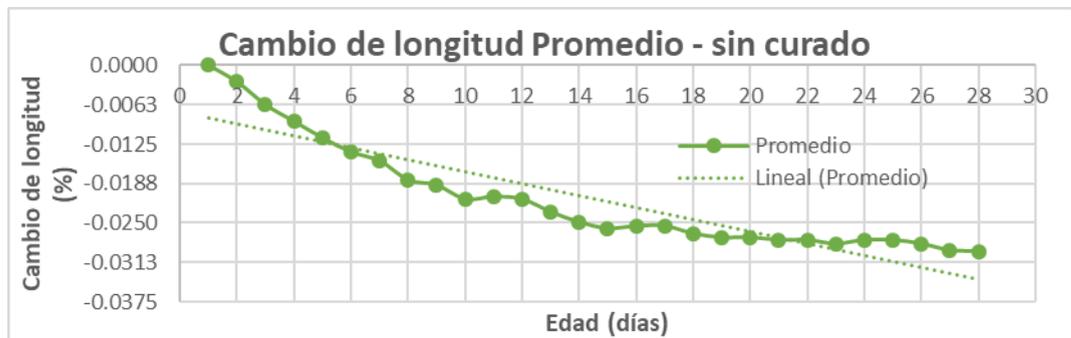
Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 37: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 38: Cambio de longitud promedio, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%



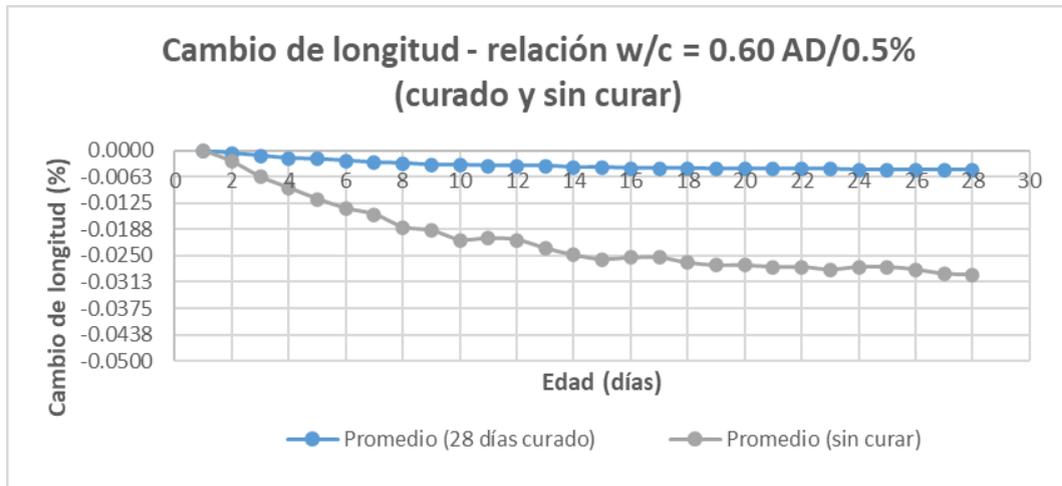
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 44: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 0.5 %	
	Cambio de longitud (%) - Curado 28 días	Cambio de longitud (%) - Sin Curar
1	0	0
2	-0.000607171	-0.002631073
3	-0.001214341	-0.006274097
4	-0.001821512	-0.008905170
5	-0.002023902	-0.011536243
6	-0.002428683	-0.013762536
7	-0.002833463	-0.015179267
8	-0.003035853	-0.018215121
9	-0.003440634	-0.019024681
10	-0.003440634	-0.021250974
11	-0.003643024	-0.020846194
12	-0.003643024	-0.021250974
13	-0.003643024	-0.023274876
14	-0.004047805	-0.024893998
15	-0.004047805	-0.025905949
16	-0.004250195	-0.025501169
17	-0.004250195	-0.025501169
18	-0.004250195	-0.026715510
19	-0.004452585	-0.027322681
20	-0.004452585	-0.027322681
21	-0.004452585	-0.027727461
22	-0.004452585	-0.027727461
23	-0.004452585	-0.028334632
24	-0.004654975	-0.027727461
25	-0.004654975	-0.027727461
26	-0.004654975	-0.028334632
27	-0.004654975	-0.029346583
28	-0.004654975	-0.029548973

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 39: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 0.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 45: Cuadro de registro de los prismas de contracción, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%

28 días curado w/c 0.60, Aditivo = 1.00%				
01	02	03	04	05
Lectura del espécimen de concreto (Pulg)				
0.3023	0.3358	0.3407	0.3508	0.2320
0.2935	0.3135	0.3411	0.3502	0.2319
0.3016	0.3325	0.3406	0.3502	0.2314
0.3027	0.3337	0.3419	0.3501	0.2331
0.2935	0.3298	0.3422	0.3593	0.2330
0.2934	0.3248	0.3414	0.3581	0.2327
0.2932	0.3250	0.3419	0.3584	0.2329
0.2933	0.3287	0.3419	0.3586	0.2331
0.3018	0.3227	0.3408	0.3574	0.2317
0.3019	0.3122	0.3404	0.3571	0.2313
0.3009	0.3119	0.3499	0.3566	0.2308
0.3003	0.3108	0.3494	0.3562	0.2304
0.3006	0.3011	0.3497	0.3565	0.2306
0.3021	0.3122	0.3408	0.3575	0.2318
0.3020	0.3123	0.3411	0.3577	0.2318
0.3002	0.3002	0.3493	0.3559	0.2202
0.3003	0.3000	0.3491	0.3555	0.2209
0.3008	0.3005	0.3499	0.3563	0.2207
0.3007	0.3001	0.3497	0.3561	0.2205
0.3005	0.3000	0.3491	0.3563	0.2202
0.2996	0.3095	0.3490	0.3556	0.2297
0.2997	0.3099	0.3493	0.3558	0.2298
0.3003	0.3094	0.3499	0.3553	0.2209
0.3005	0.3095	0.3497	0.3551	0.2208
0.3002	0.3093	0.3495	0.3553	0.2201
0.3007	0.3098	0.3499	0.3560	0.2205
0.3001	0.3094	0.3486	0.3554	0.2210
0.2998	0.3090	0.3488	0.3552	0.2206

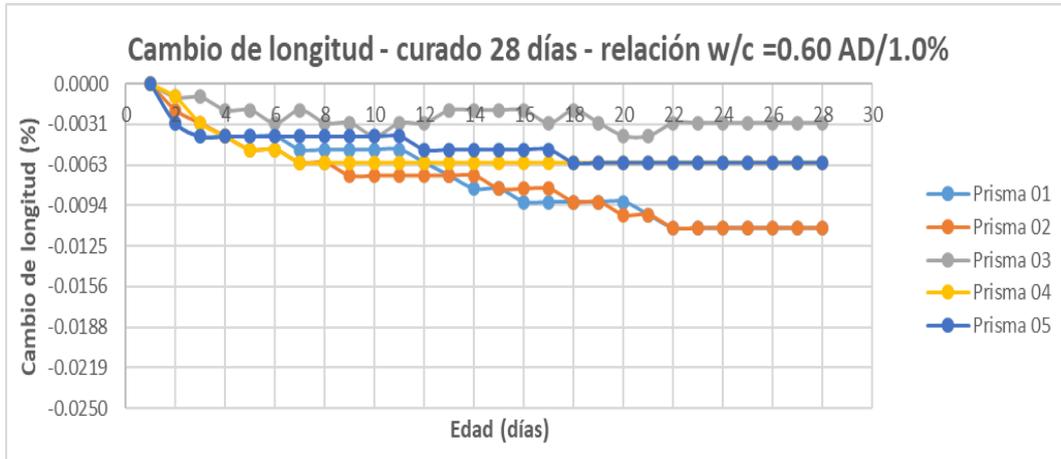
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 46: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%

Edad (días)	Contracción libre del concreto cemento - arena, con curado 28 días - Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 1.0%				
	Prisma 01	Prisma 02	Prisma 03	Prisma 04	Prisma 05
1	0	0	0	0	0
2	-0.00303585	-0.00202390	-0.00101195	-0.00101195	-0.00303585
3	-0.00404780	-0.00303585	-0.00101195	-0.00303585	-0.00404780
4	-0.00404780	-0.00404780	-0.00202390	-0.00404780	-0.00404780
5	-0.00404780	-0.00505976	-0.00202390	-0.00505976	-0.00404780
6	-0.00404780	-0.00505976	-0.00303585	-0.00505976	-0.00404780
7	-0.00505976	-0.00607171	-0.00202390	-0.00607171	-0.00404780
8	-0.00505976	-0.00607171	-0.00303585	-0.00607171	-0.00404780
9	-0.00505976	-0.00708366	-0.00303585	-0.00607171	-0.00404780
10	-0.00505976	-0.00708366	-0.00404780	-0.00607171	-0.00404780
11	-0.00505976	-0.00708366	-0.00303585	-0.00607171	-0.00404780
12	-0.00607171	-0.00708366	-0.00303585	-0.00607171	-0.00505976
13	-0.00708366	-0.00708366	-0.00202390	-0.00607171	-0.00505976
14	-0.00809561	-0.00708366	-0.00202390	-0.00607171	-0.00505976
15	-0.00809561	-0.00809561	-0.00202390	-0.00607171	-0.00505976
16	-0.00910756	-0.00809561	-0.00202390	-0.00607171	-0.00505976
17	-0.00910756	-0.00809561	-0.00303585	-0.00607171	-0.00505976
18	-0.00910756	-0.00910756	-0.00202390	-0.00607171	-0.00607171
19	-0.00910756	-0.00910756	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171
20	-0.00910756	-0.01011951	-0.00404780	-0.00607171	-0.00607171
21	-0.01011951	-0.01011951	-0.00404780	-0.00607171	-0.00607171
22	-0.01113146	-0.01113146	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171
23	-0.01113146	-0.01113146	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171
24	-0.01113146	-0.01113146	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171
25	-0.01113146	-0.01113146	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171
26	-0.01113146	-0.01113146	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171
27	-0.01113146	-0.01113146	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171
28	-0.01113146	-0.01113146	-0.00303585	-0.00607171	-0.00607171

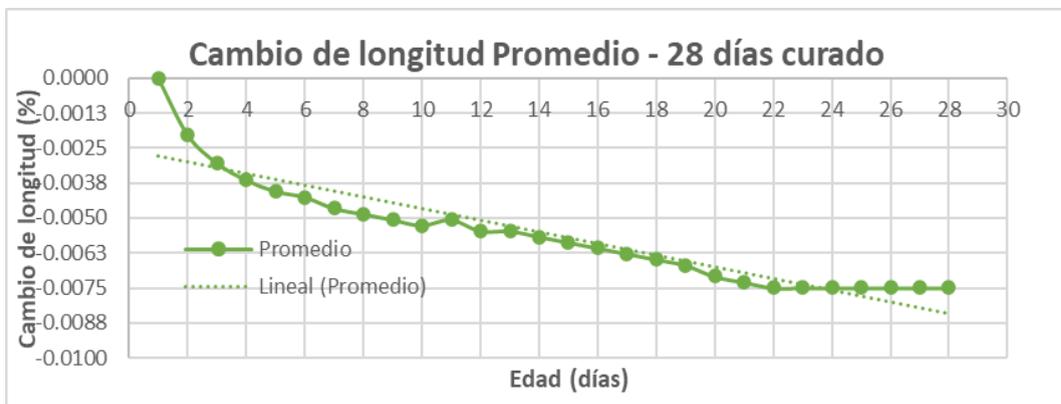
Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 40: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 41: Cambio de longitud promedio, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%



Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 47: Cuadro de registro de los prismas de contracción, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%

sin curado w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%				
06	07	08	09	10
Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg)
0.2853	0.2953	0.2959	0.2611	0.3167
0.2853	0.2865	0.2947	0.2610	0.3142
0.2844	0.2941	0.2941	0.2645	0.3130
0.2854	0.2947	0.2951	0.2612	0.3143
0.2852	0.2854	0.2943	0.2611	0.3144
0.2848	0.2853	0.2941	0.2607	0.3136
0.2850	0.2851	0.2944	0.2608	0.3138
0.2853	0.2852	0.2943	0.2606	0.3132
0.2831	0.2936	0.2928	0.2690	0.3118
0.2828	0.2935	0.2924	0.2687	0.3115
0.2718	0.2925	0.2817	0.2681	0.3108
0.2717	0.2920	0.2814	0.2682	0.3104
0.2717	0.2924	0.2813	0.2682	0.3016
0.2841	0.2939	0.2822	0.2694	0.3119
0.2834	0.2938	0.2822	0.2693	0.3115
0.2831	0.2921	0.2816	0.2676	0.3011
0.2834	0.2921	0.2819	0.2678	0.3014
0.2817	0.2925	0.2814	0.2681	0.3007
0.2815	0.2924	0.2812	0.2678	0.3005
0.2813	0.2923	0.2809	0.2675	0.3007
0.2709	0.2914	0.2804	0.2672	0.3096
0.2712	0.2915	0.2805	0.2674	0.3099
0.2711	0.2921	0.2813	0.2672	0.3096
0.2713	0.2922	0.2805	0.2672	0.3094
0.2711	0.2918	0.2806	0.2668	0.3092
0.2714	0.2923	0.2808	0.2672	0.3098
0.2705	0.2917	0.2806	0.2666	0.3095
0.2709	0.2914	0.2802	0.2663	0.3092

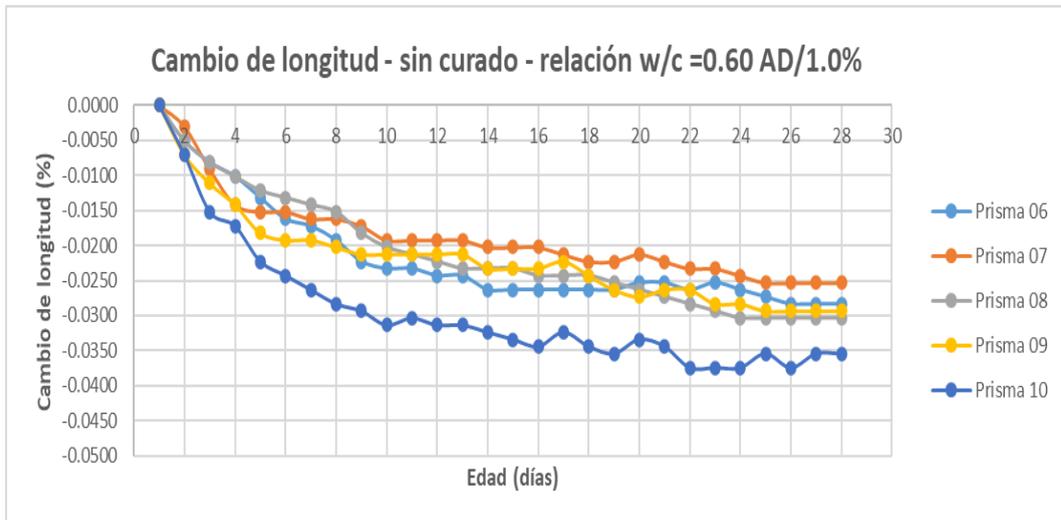
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 48: Cambio de longitud en el concreto cemento – sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%

Edad (días)	Contracción libre del concreto cemento - arena, sin curado - Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 1.0%				
	Prisma 06	Prisma 07	Prisma 08	Prisma 09	Prisma 10
1	0	0	0	0	0
2	-0.00505976	-0.00303585	-0.00505976	-0.00708366	-0.00708366
3	-0.00809561	-0.00910756	-0.00809561	-0.01113146	-0.01517927
4	-0.01011951	-0.01416732	-0.01011951	-0.01416732	-0.01720317
5	-0.01315536	-0.01517927	-0.01214341	-0.01821512	-0.02226293
6	-0.01619122	-0.01517927	-0.01315536	-0.01922707	-0.02428683
7	-0.01720317	-0.01619122	-0.01416732	-0.01922707	-0.02631073
8	-0.01922707	-0.01619122	-0.01517927	-0.02023902	-0.02833463
9	-0.02226293	-0.01720317	-0.01821512	-0.02125097	-0.02934658
10	-0.02327488	-0.01922707	-0.02023902	-0.02125097	-0.03137049
11	-0.02327488	-0.01922707	-0.02125097	-0.02125097	-0.03035853
12	-0.02428683	-0.01922707	-0.02226293	-0.02125097	-0.03137049
13	-0.02428683	-0.01922707	-0.02327488	-0.02125097	-0.03137049
14	-0.02631073	-0.02023900	-0.02327488	-0.02327488	-0.03238244
15	-0.02631073	-0.02023902	-0.02327488	-0.02327488	-0.03339439
16	-0.02631073	-0.02023902	-0.02428683	-0.02327488	-0.03440634
17	-0.02631073	-0.02125097	-0.02428683	-0.02226293	-0.03238244
18	-0.02631073	-0.02226293	-0.02428683	-0.02428683	-0.03440634
19	-0.02631073	-0.02226293	-0.02529878	-0.02631073	-0.03541829
20	-0.02529878	-0.02125097	-0.02631073	-0.02732268	-0.03339439
21	-0.02529878	-0.02226293	-0.02732268	-0.02631073	-0.03440634
22	-0.02631073	-0.02327488	-0.02833463	-0.02631073	-0.03744219
23	-0.02529878	-0.02327488	-0.02934658	-0.02833463	-0.03744219
24	-0.02631073	-0.02428683	-0.03035853	-0.02833463	-0.03744219
25	-0.02732268	-0.02529878	-0.03035853	-0.02934658	-0.03541829
26	-0.02833463	-0.02529878	-0.03035853	-0.02934658	-0.03744219
27	-0.02833463	-0.02529878	-0.03035853	-0.02934658	-0.03541829
28	-0.02833463	-0.02529878	-0.03035853	-0.02934658	-0.03541829

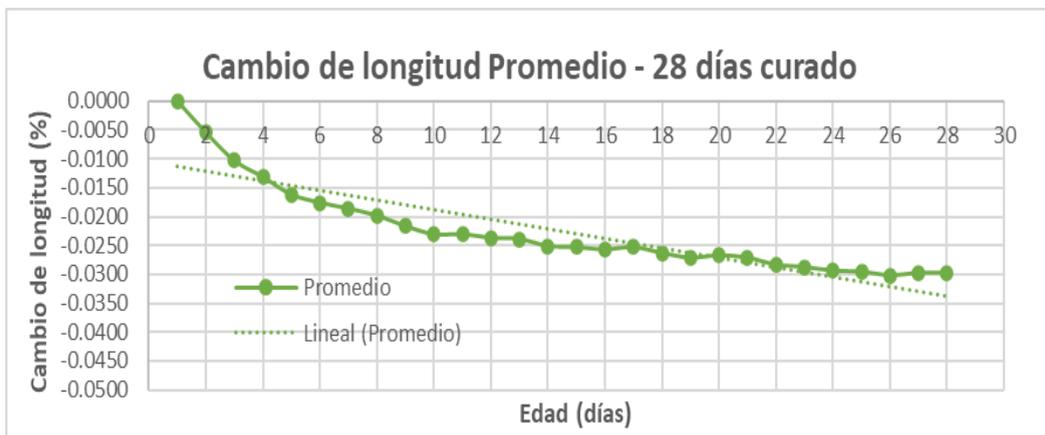
Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 42: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 43: Cambio de longitud promedio, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%



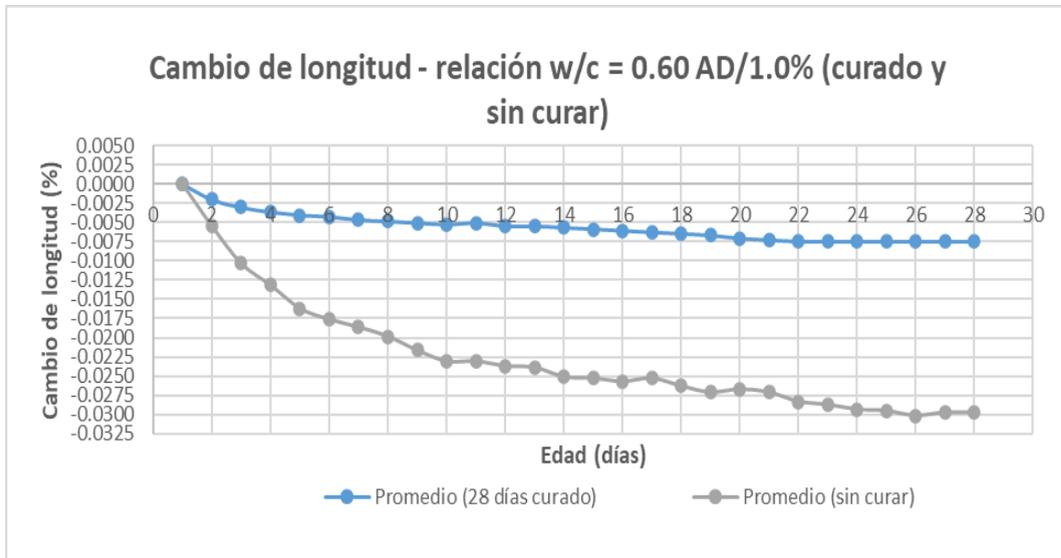
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 49: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 1.0%	
	Cambio de longitud (%) - Curado 28 días	Cambio de longitud (%) - Sin Curar
1	0	0
2	-0.002023902	-0.005464536
3	-0.003035853	-0.010321902
4	-0.003643024	-0.013155365
5	-0.004047805	-0.016191218
6	-0.004250195	-0.017607950
7	-0.004654975	-0.018619901
8	-0.004857365	-0.019834242
9	-0.005059756	-0.021655754
10	-0.005262146	-0.023072486
11	-0.005059756	-0.023072486
12	-0.005464536	-0.023679657
13	-0.005464536	-0.023882047
14	-0.005666926	-0.025096388
15	-0.005869317	-0.025298779
16	-0.006071707	-0.025703559
17	-0.006274097	-0.025298779
18	-0.006476487	-0.026310730
19	-0.006678878	-0.027120291
20	-0.007083658	-0.026715510
21	-0.007286048	-0.027120291
22	-0.007488438	-0.028334632
23	-0.007488438	-0.028739412
24	-0.007488438	-0.029346583
25	-0.007488438	-0.029548973
26	-0.007488438	-0.030156144
27	-0.007488438	-0.029751364
28	-0.007488438	-0.029751364

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 44 Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.0%



Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 50: Cuadro de registro de los prismas de contracción, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%

con curado w/c 0.60, ADITIVO = 1.5%				
01	02	03	04	05
Lectura del espécimen de concreto (Pulg)				
0.2974	0.3573	0.3075	0.2984	0.2561
0.2886	0.3562	0.3075	0.2984	0.2562
0.2967	0.3556	0.3073	0.2979	0.2556
0.2977	0.3574	0.3091	0.2996	0.2573
0.2884	0.3571	0.3088	0.2993	0.2572
0.2882	0.3570	0.3085	0.2990	0.2564
0.2881	0.3572	0.3087	0.2992	0.2570
0.2881	0.3571	0.3089	0.2995	0.2575
0.2965	0.3558	0.3073	0.2983	0.2561
0.2966	0.3554	0.3069	0.2980	0.2547
0.2955	0.3549	0.3065	0.2974	0.2544
0.295	0.3449	0.3061	0.2969	0.2433
0.2953	0.3549	0.3054	0.2971	0.2542
0.2969	0.3555	0.3067	0.2983	0.2553
0.2967	0.3557	0.3069	0.2984	0.2554
0.2950	0.3540	0.3045	0.2968	0.2539
0.2951	0.3542	0.3048	0.2968	0.2541
0.2956	0.3544	0.3051	0.2972	0.2543
0.2955	0.3541	0.3048	0.2970	0.2541
0.2953	0.3538	0.3049	0.2972	0.2540
0.2945	0.3537	0.3046	0.2965	0.2538
0.2947	0.3539	0.3047	0.2967	0.2540
0.2953	0.3541	0.3048	0.2966	0.2538
0.2955	0.3541	0.3047	0.2965	0.2531
0.2951	0.3538	0.3046	0.2963	0.2532
0.2956	0.3542	0.3050	0.2969	0.2539
0.2949	0.3536	0.3041	0.2964	0.2538
0.2946	0.3533	0.3042	0.2962	0.2533

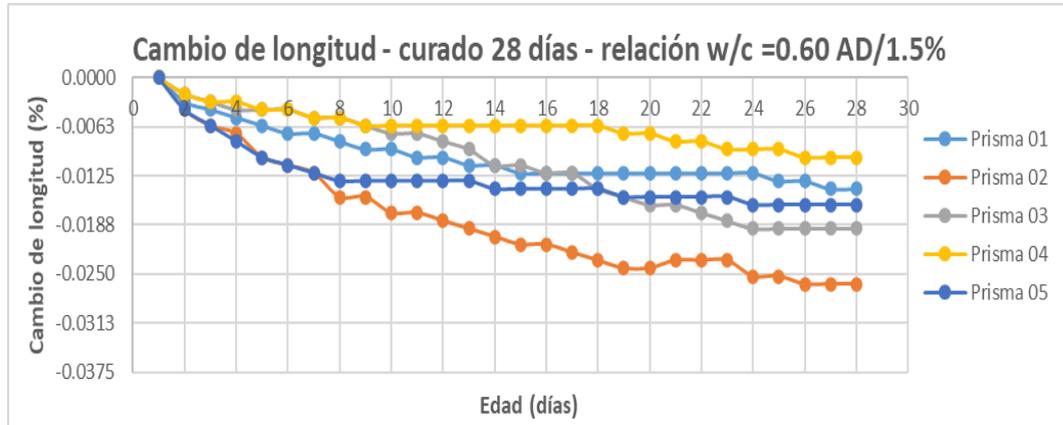
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 51: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%

Edad (días)	Contracción libre del concreto cemento - arena, con curado 28 días - Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 1.5%				
	Prisma 01	Prisma 02	Prisma 03	Prisma 04	Prisma 05
1	0	0	0	0	0
2	-0.00303585	-0.00404780	-0.00202390	-0.00202390	-0.00404780
3	-0.00404780	-0.00607171	-0.00303585	-0.00303585	-0.00607171
4	-0.00505976	-0.00708366	-0.00404780	-0.00303585	-0.00809561
5	-0.00607171	-0.01011951	-0.00404780	-0.00404780	-0.01011951
6	-0.00708366	-0.01113146	-0.00404780	-0.00404780	-0.01113146
7	-0.00708366	-0.01214341	-0.00505976	-0.00505976	-0.01214341
8	-0.00809561	-0.01517927	-0.00505976	-0.00505976	-0.01315536
9	-0.00910756	-0.01517927	-0.00607171	-0.00607171	-0.01315536
10	-0.00910756	-0.01720317	-0.00708366	-0.00607171	-0.01315536
11	-0.01011951	-0.01720317	-0.00708366	-0.00607171	-0.01315536
12	-0.01011951	-0.01821512	-0.00809561	-0.00607171	-0.01315536
13	-0.01113146	-0.01922707	-0.00910756	-0.00607171	-0.01315536
14	-0.01113146	-0.02023902	-0.01113146	-0.00607171	-0.01416732
15	-0.01214341	-0.02125097	-0.01113146	-0.00607171	-0.01416732
16	-0.01214341	-0.02125097	-0.01214341	-0.00607171	-0.01416732
17	-0.01214341	-0.02226293	-0.01214341	-0.00607171	-0.01416732
18	-0.01214341	-0.02327488	-0.01416732	-0.00607171	-0.01416732
19	-0.01214341	-0.02428683	-0.01517927	-0.00708366	-0.01517927
20	-0.01214341	-0.02428683	-0.01619122	-0.00708366	-0.01517927
21	-0.01214341	-0.02327488	-0.01619122	-0.00809561	-0.01517927
22	-0.01214341	-0.02327488	-0.01720317	-0.00809561	-0.01517927
23	-0.01214341	-0.02327488	-0.01821512	-0.00910756	-0.01517927
24	-0.01214341	-0.02529878	-0.01922707	-0.00910756	-0.01619122
25	-0.01315536	-0.02529878	-0.01922707	-0.00910756	-0.01619122
26	-0.01315536	-0.02631073	-0.01922707	-0.01011951	-0.01619122
27	-0.01416732	-0.02631073	-0.01922707	-0.01011951	-0.01619122
28	-0.01416732	-0.02631073	-0.01922707	-0.01011951	-0.01619122

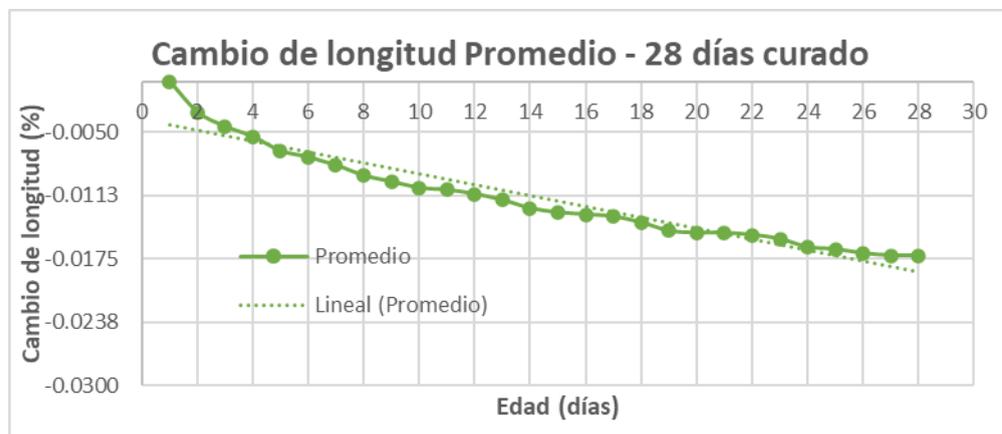
Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 45: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 46: Cambio de longitud promedio, 28 días de curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 52: Cuadro de registro de los prismas de contracción, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%

sin curado w/c 0.60; Aditivo = 1.5%				
06	07	08	09	10
Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg.)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg.)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg.)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg.)	Lectura del espécimen de concreto cemento - arena (Pulg.)
0.3526	0.3527	0.2609	0.2991	0.2403
0.3438	0.3526	0.2606	0.2991	0.2400
0.3518	0.3519	0.2605	0.2893	0.2391
0.3527	0.3523	0.2610	0.2993	0.2399
0.3436	0.3526	0.2607	0.2991	0.2398
0.3434	0.3517	0.2603	0.2984	0.2394
0.3432	0.3521	0.2605	0.2986	0.2396
0.3431	0.3521	0.2601	0.2985	0.2393
0.3513	0.3505	0.2684	0.2967	0.2371
0.3513	0.3499	0.2681	0.2966	0.2375
0.3503	0.3492	0.2675	0.2958	0.2368
0.3495	0.3487	0.2670	0.2952	0.2365
0.3498	0.3488	0.2671	0.2956	0.2364
0.3513	0.3401	0.2683	0.2965	0.2374
0.3512	0.3400	0.3683	0.2965	0.2374
0.3494	0.3483	0.2666	0.2950	0.2359
0.3495	0.3484	0.2668	0.2953	0.2354
0.3499	0.3488	0.2671	0.2954	0.2364
0.3498	0.3486	0.2672	0.2954	0.2368
0.3494	0.3484	0.2671	0.2952	0.2361
0.3486	0.3478	0.2660	0.2941	0.2353
0.3488	0.3476	0.2662	0.2942	0.2355
0.3492	0.3478	0.2665	0.2941	0.2358
0.3492	0.3483	0.2669	0.2946	0.2360
0.3488	0.3480	0.2668	0.2943	0.2357
0.3491	0.3484	0.2670	0.2948	0.2361
0.3485	0.3474	0.2659	0.2938	0.2354
0.3482	0.3473	0.2657	0.2936	0.2348

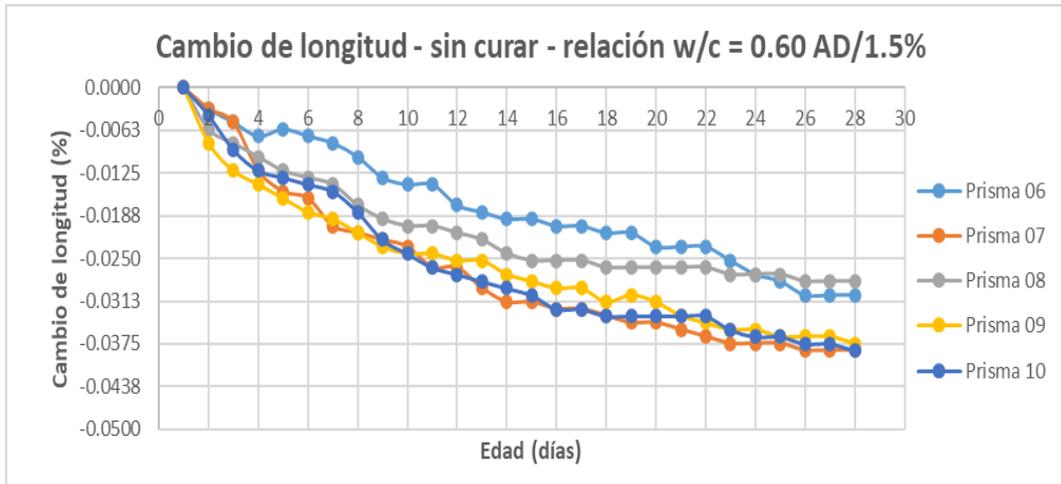
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 53: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%

Edad (días)	Contracción libre del concreto cemento - arena, sin curar - Relación w/c = 0.60, Aditivo = 1.5%				
	Prisma 06	Prisma 07	Prisma 08	Prisma 09	Prisma 10
1	0	0	0	0	0
2	-0.00303585	-0.00303585	-0.00607171	-0.00809561	-0.00404780
3	-0.00505976	-0.00505976	-0.00809561	-0.01214341	-0.00910756
4	-0.00708366	-0.01214341	-0.01011951	-0.01416732	-0.01214341
5	-0.00607171	-0.01517927	-0.01214341	-0.01619122	-0.01315536
6	-0.00708366	-0.01619122	-0.01315536	-0.01821512	-0.01416732
7	-0.00809561	-0.02023902	-0.01416732	-0.01922707	-0.01517927
8	-0.01011951	-0.02125097	-0.01720317	-0.02125097	-0.01821512
9	-0.01315536	-0.02226293	-0.01922707	-0.02327488	-0.02226293
10	-0.01416732	-0.02327488	-0.02023902	-0.02428683	-0.02428683
11	-0.01416732	-0.02631073	-0.02023902	-0.02428683	-0.02631073
12	-0.01720317	-0.02631073	-0.02125097	-0.02529878	-0.02732268
13	-0.01821512	-0.02934658	-0.02226293	-0.02529878	-0.02833463
14	-0.01922707	-0.03137049	-0.02428683	-0.02732268	-0.02934658
15	-0.01922707	-0.03137049	-0.02529878	-0.02833463	-0.03035853
16	-0.02023902	-0.03238244	-0.02529878	-0.02934658	-0.03238244
17	-0.02023902	-0.03238244	-0.02529878	-0.02934658	-0.03238244
18	-0.02125097	-0.03339439	-0.02631073	-0.03137049	-0.03339439
19	-0.02125097	-0.03440634	-0.02631073	-0.03035853	-0.03339439
20	-0.02327488	-0.03440634	-0.02631073	-0.03137049	-0.03339439
21	-0.02327488	-0.03541829	-0.02631073	-0.03339439	-0.03339439
22	-0.02327488	-0.03643024	-0.02631073	-0.03440634	-0.03339439
23	-0.02529878	-0.03744219	-0.02732268	-0.03541829	-0.03541829
24	-0.02732268	-0.03744219	-0.02732268	-0.03541829	-0.03643024
25	-0.02833463	-0.03744219	-0.02732268	-0.03643024	-0.03643024
26	-0.03035853	-0.03845414	-0.02833463	-0.03643024	-0.03744219
27	-0.03035853	-0.03845414	-0.02833463	-0.03643024	-0.03744219
28	-0.03035853	-0.03845414	-0.02833463	-0.03744219	-0.03845414

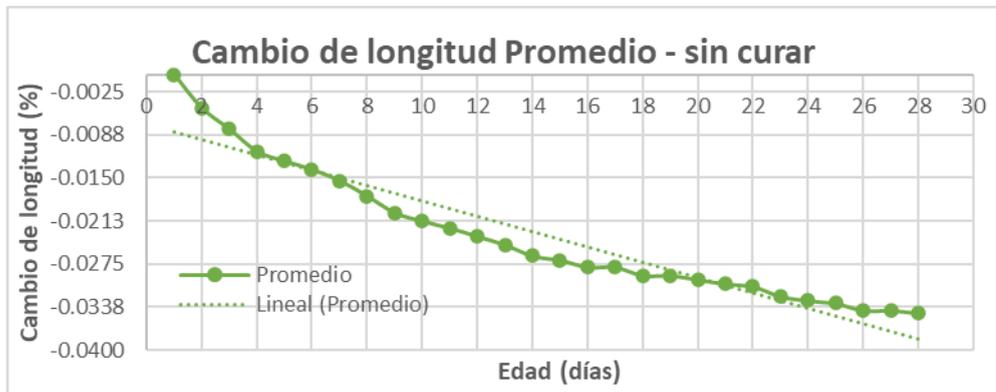
Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 47: Cambio de longitud en el concreto cemento - arena, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 48: Cambio de longitud promedio, sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%



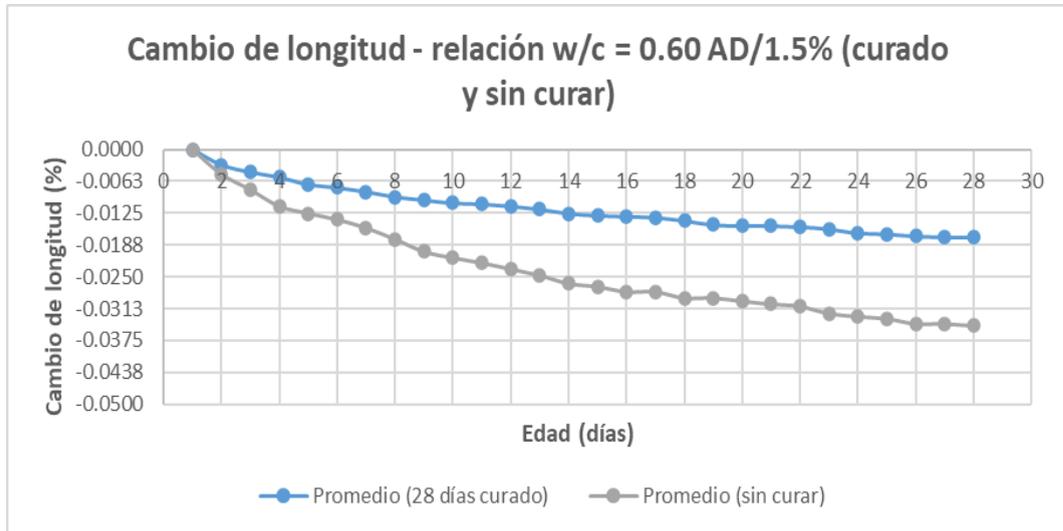
Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 54: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60, ADITIVO = 1.5%	
	Cambio de longitud (%) - Curado 28 días	Cambio de longitud (%) - Sin Curar
1	0	0
2	-0.003035853	-0.004857365
3	-0.004452585	-0.007893219
4	-0.005464536	-0.011131463
5	-0.006881268	-0.012548194
6	-0.007488438	-0.013762536
7	-0.008297999	-0.015381657
8	-0.009309951	-0.017607950
9	-0.009917121	-0.020036633
10	-0.010524292	-0.021250974
11	-0.010726682	-0.022262925
12	-0.011131463	-0.023477267
13	-0.011738633	-0.024691608
14	-0.012548194	-0.026310730
15	-0.012952975	-0.026917900
16	-0.013155365	-0.027929852
17	-0.013357755	-0.027929852
18	-0.013964926	-0.029144193
19	-0.014774487	-0.029144193
20	-0.014976877	-0.029751364
21	-0.014976877	-0.030358534
22	-0.015179267	-0.030763315
23	-0.015584048	-0.032180046
24	-0.016393609	-0.032787217
25	-0.016595999	-0.033191997
26	-0.017000779	-0.034203949
27	-0.017203169	-0.034203949
28	-0.017203169	-0.034608729

Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 49: Cambio de longitud en el concreto, con curado y sin curado – relación w/c = 0.60; Aditivo = 1.5%



Fuente: Elaboración propia (2022)

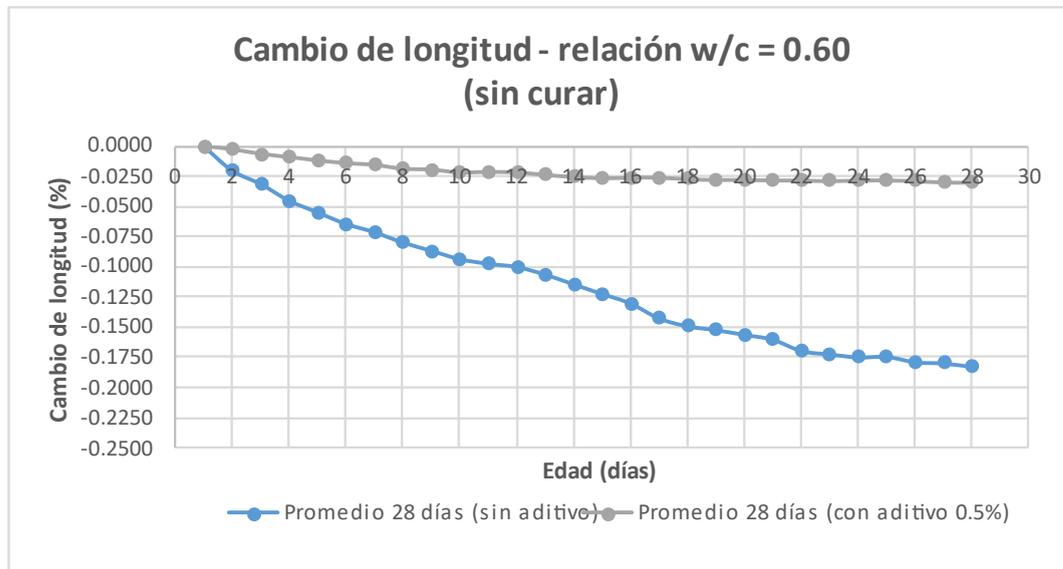
TABLA N° 55: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.5% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin Curar)

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60 Sin Curado	
	Cambio de longitud (%) Sin Aditivo - 28 días	Cambio de longitud (%) - Con Aditivo 28 días
1	0	0
2	-0.020239023	-0.002631073
3	-0.031370485	-0.006274097
4	-0.045133021	-0.00890517
5	-0.054847752	-0.011536243
6	-0.064360093	-0.013762536
7	-0.07124136	-0.015179267
8	-0.07974175	-0.018215121
9	-0.086623018	-0.019024681
10	-0.093504286	-0.021250974
11	-0.0973497	-0.020846194
12	-0.099980773	-0.021250974
13	-0.10625487	-0.023274876
14	-0.114350479	-0.024893998
15	-0.122243698	-0.025905949
16	-0.130136917	-0.025501169
17	-0.142482721	-0.025501169
18	-0.148959208	-0.02671551
19	-0.15217355	-0.027322681
20	-0.156042866	-0.027322681
21	-0.160090671	-0.027727461
22	-0.169400621	-0.027727461
23	-0.172234085	-0.028334632
24	-0.174662767	-0.027727461
25	-0.174257987	-0.027727461
26	-0.178710572	-0.028334632
27	-0.179722523	-0.029346583
28	-0.182555986	-0.029548973

Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

GRÁFICO N° 50: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.5% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin curar)



Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

El gráfico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.5% y el concreto cemento-arena sin aditivo (Sin Curado) muestra una notoria diferencia entre el cambio longitudinal del concreto cemento-arena con y sin aditivo, siendo este último el que muestra el cambio longitudinal con mayor variabilidad en los resultados arrojados durante los 28 días de estudio.

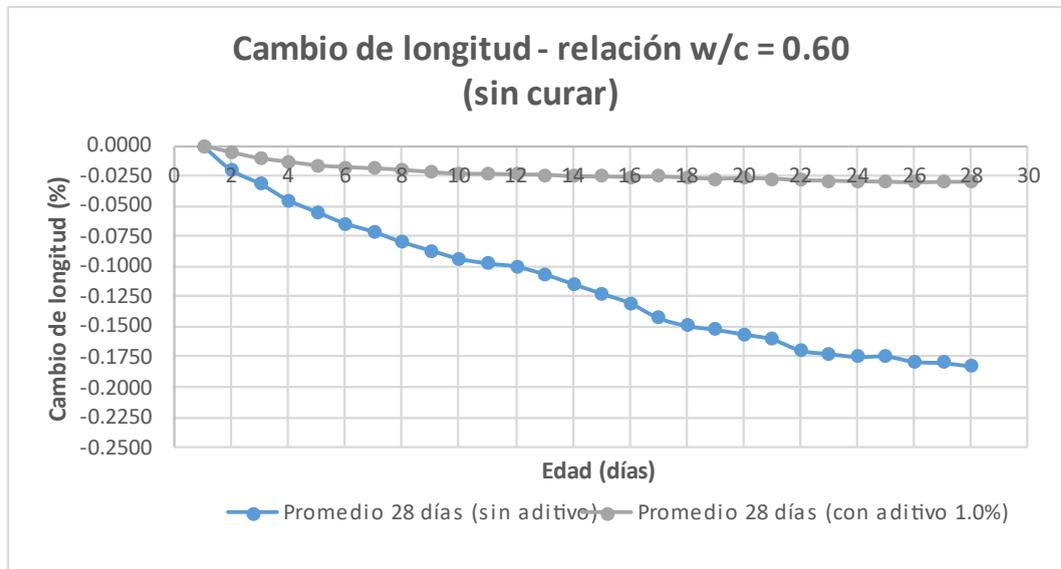
TABLA N° 56: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin Curar)

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60 Sin Curado	
	Cambio de longitud (%) Sin Aditivo - 28 días	Cambio de longitud (%) - Con Aditivo 28 días
1	0	0
2	-0.020239023	-0.005464536
3	-0.031370485	-0.010321902
4	-0.045133021	-0.013155365
5	-0.054847752	-0.016191218
6	-0.064360093	-0.01760795
7	-0.07124136	-0.018619901
8	-0.07974175	-0.019834242
9	-0.086623018	-0.021655754
10	-0.093504286	-0.023072486
11	-0.0973497	-0.023072486
12	-0.099980773	-0.023679657
13	-0.10625487	-0.023882047
14	-0.114350479	-0.025096388
15	-0.122243698	-0.025298779
16	-0.130136917	-0.025703559
17	-0.142482721	-0.025298779
18	-0.148959208	-0.02631073
19	-0.15217355	-0.027120291
20	-0.156042866	-0.02671551
21	-0.160090671	-0.027120291
22	-0.169400621	-0.028334632
23	-0.172234085	-0.028739412
24	-0.174662767	-0.029346583
25	-0.174257987	-0.029548973
26	-0.178710572	-0.030156144
27	-0.179722523	-0.029751364
28	-0.182555986	-0.029751364

Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

GRÁFICO N° 51: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin curar)



Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

El gráfico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo (Sin Curado) muestra una notoria diferencia entre el cambio longitudinal del concreto cemento-arena con y sin aditivo, siendo este último el que muestra el cambio longitudinal con mayor variabilidad en los resultados arrojados durante los 28 días de estudio.

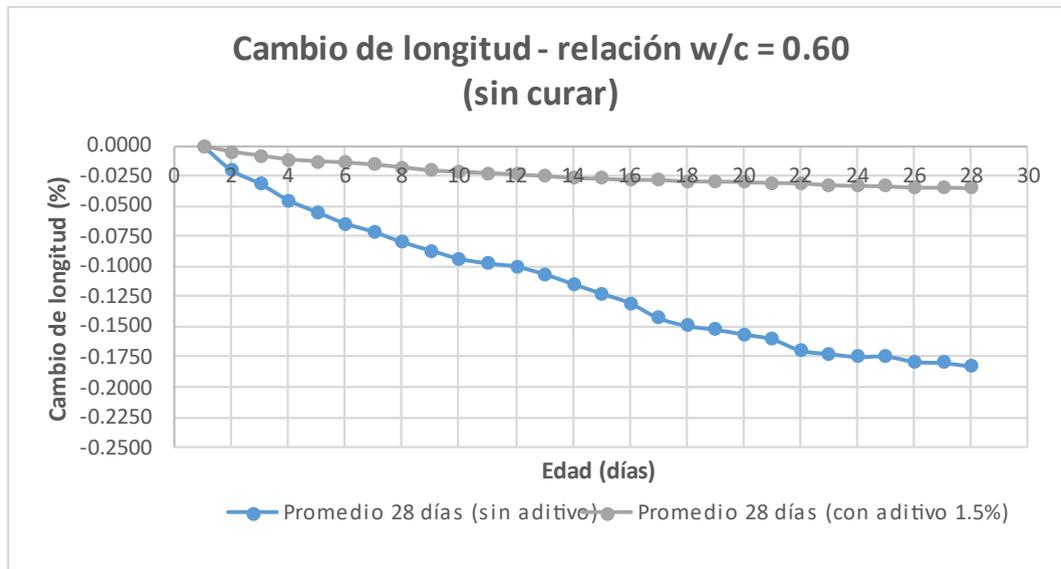
TABLA N° 57: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin Curar)

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60 Sin Curado	
	Cambio de longitud (%) Sin Aditivo - 28 días	Cambio de longitud (%) - Con Aditivo 28 días
1	0	0
2	-0.020239023	-0.004857365
3	-0.031370485	-0.007893219
4	-0.045133021	-0.011131463
5	-0.054847752	-0.012548194
6	-0.064360093	-0.013762536
7	-0.07124136	-0.015381657
8	-0.07974175	-0.01760795
9	-0.086623018	-0.020036633
10	-0.093504286	-0.021250974
11	-0.0973497	-0.022262925
12	-0.099980773	-0.023477267
13	-0.10625487	-0.024691608
14	-0.114350479	-0.02631073
15	-0.122243698	-0.0269179
16	-0.130136917	-0.027929852
17	-0.142482721	-0.027929852
18	-0.148959208	-0.029144193
19	-0.15217355	-0.029144193
20	-0.156042866	-0.029751364
21	-0.160090671	-0.030358534
22	-0.169400621	-0.030763315
23	-0.172234085	-0.032180046
24	-0.174662767	-0.032787217
25	-0.174257987	-0.033191997
26	-0.178710572	-0.034203949
27	-0.179722523	-0.034203949
28	-0.182555986	-0.034608729

Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

GRÁFICO N° 52: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Sin curar)



Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

El gráfico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo (Sin Curado) muestra una notoria diferencia entre el cambio longitudinal del concreto cemento-arena con y sin aditivo, siendo este último el que muestra el cambio longitudinal con mayor variabilidad en los resultados arrojados durante los 28 días de estudio.

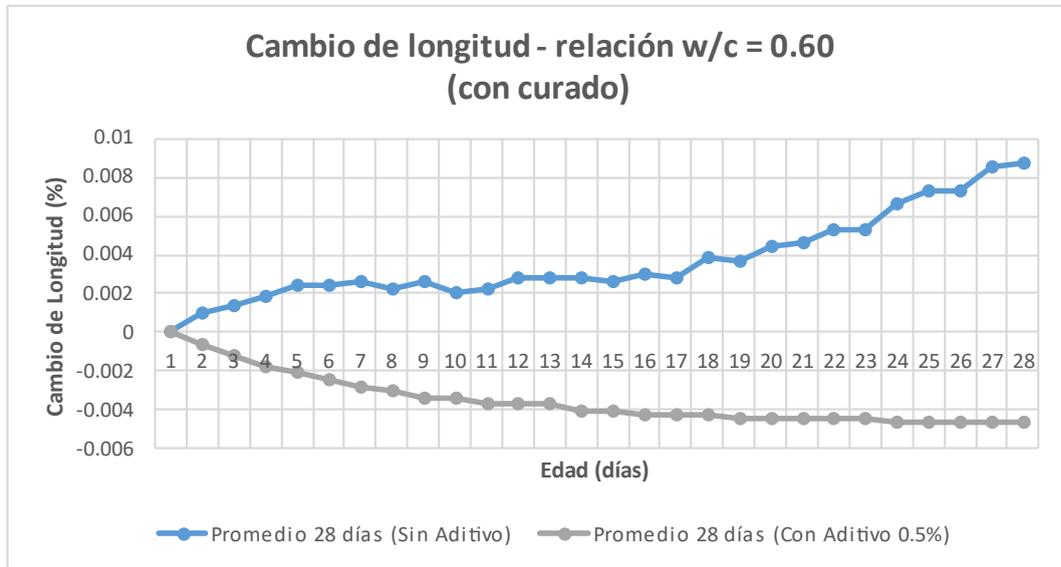
TABLA N° 58: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60 Con Curado	
	Cambio de longitud (%) Sin Aditivo - 28 días	Cambio de longitud (%) - Con Aditivo 28 días
1	0	0
2	0.001011951	-0.000607171
3	0.001416732	-0.001214341
4	0.001821512	-0.001821512
5	0.002428683	-0.002023902
6	0.002428683	-0.002428683
7	0.002631073	-0.002833463
8	0.002226293	-0.003035853
9	0.002631073	-0.003440634
10	0.002023902	-0.003440634
11	0.002226293	-0.003643024
12	0.002833463	-0.003643024
13	0.002833463	-0.003643024
14	0.002833463	-0.004047805
15	0.002631073	-0.004047805
16	0.003035853	-0.004250195
17	0.002833463	-0.004250195
18	0.003845414	-0.004250195
19	0.003643024	-0.004452585
20	0.004452585	-0.004452585
21	0.004654975	-0.004452585
22	0.005262146	-0.004452585
23	0.005262146	-0.004452585
24	0.006647649	-0.004654975
25	0.007286048	-0.004654975
26	0.007286048	-0.004654975
27	0.00850039	-0.004654975
28	0.00870278	-0.004654975

Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

GRÁFICO N° 53: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)



Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

El gráfico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 0.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo (Sin Curado) muestra una notoria diferencia entre el cambio longitudinal del concreto cemento-arena con y sin aditivo, el concreto sin aditivo muestra en el cambio longitudinal valores positivos mientras que el concreto con aditivo muestra valores negativos arrojados durante los 28 días de estudio.

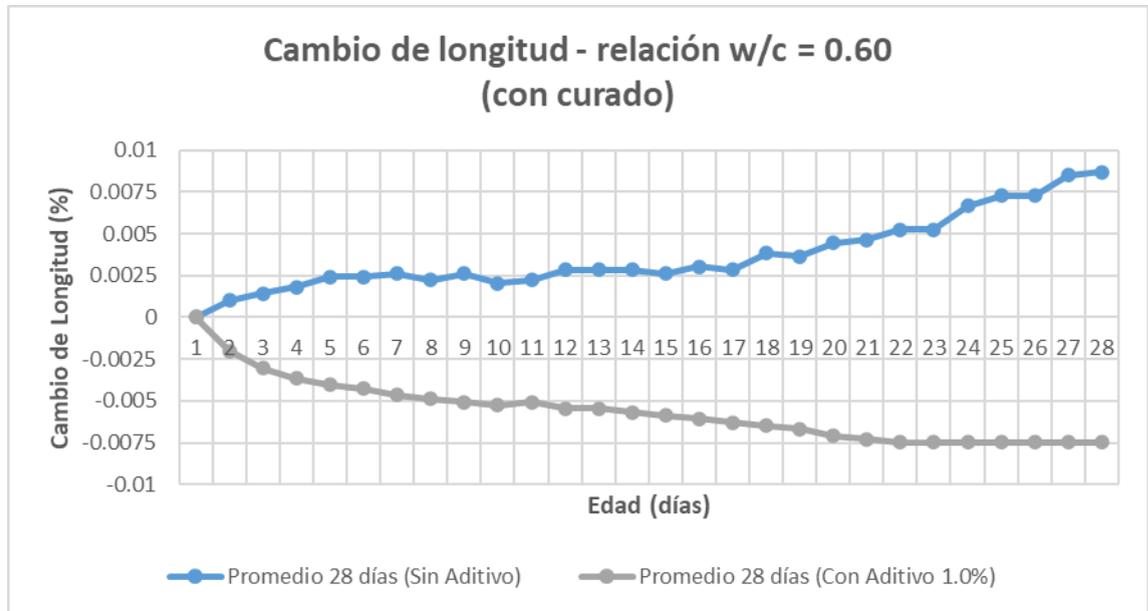
TABLA N° 59: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60 Con Curado	
	Cambio de longitud (%) Sin Aditivo - 28 días	Cambio de longitud (%) - Con Aditivo 28 días
1	0	0
2	0.001011951	-0.002023902
3	0.001416732	-0.003035853
4	0.001821512	-0.003643024
5	0.002428683	-0.004047805
6	0.002428683	-0.004250195
7	0.002631073	-0.004654975
8	0.002226293	-0.004857365
9	0.002631073	-0.005059756
10	0.002023902	-0.005262146
11	0.002226293	-0.005059756
12	0.002833463	-0.005464536
13	0.002833463	-0.005464536
14	0.002833463	-0.005666926
15	0.002631073	-0.005869317
16	0.003035853	-0.006071707
17	0.002833463	-0.006274097
18	0.003845414	-0.006476487
19	0.003643024	-0.006678878
20	0.004452585	-0.007083658
21	0.004654975	-0.007286048
22	0.005262146	-0.007488438
23	0.005262146	-0.007488438
24	0.006647649	-0.007488438
25	0.007286048	-0.007488438
26	0.007286048	-0.007488438
27	0.00850039	-0.007488438
28	0.00870278	-0.007488438

Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

GRÁFICO N° 54: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)



Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

El gráfico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.00% y el concreto cemento-arena sin aditivo (Sin Curado) muestra una notoria diferencia entre el cambio longitudinal del concreto cemento-arena con y sin aditivo, el concreto sin aditivo muestra en el cambio longitudinal valores positivos mientras que el concreto con aditivo muestra valores negativos arrojados durante los 28 días de estudio.

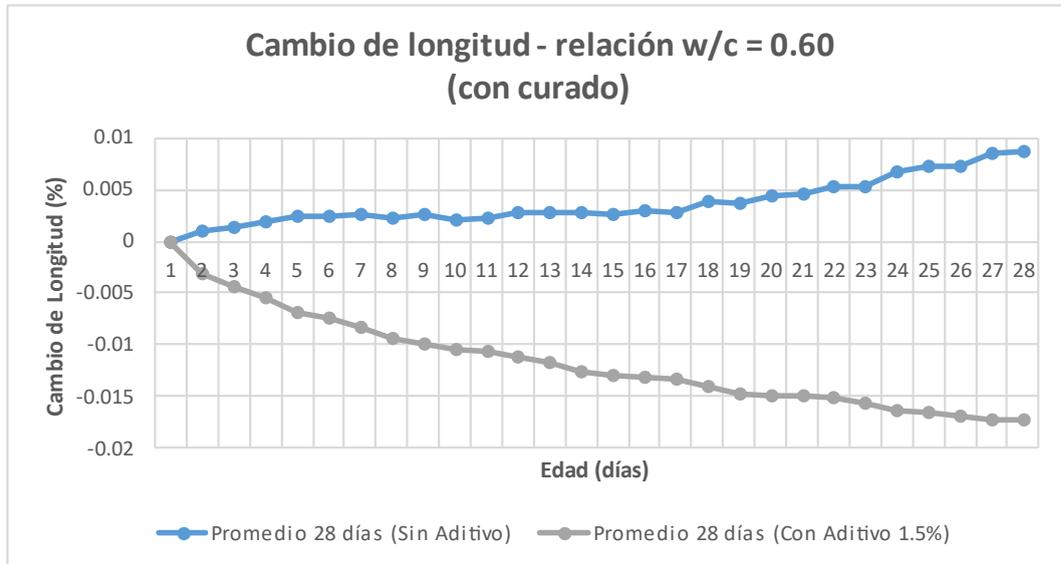
TABLA N° 60: Comparativo de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)

Edad (días)	Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60 Con Curado	
	Cambio de longitud (%) Sin Aditivo - 28 días	Cambio de longitud (%) - Con Aditivo 28 días
1	0	0
2	0.001011951	-0.003035853
3	0.001416732	-0.004452585
4	0.001821512	-0.005464536
5	0.002428683	-0.006881268
6	0.002428683	-0.007488438
7	0.002631073	-0.008297999
8	0.002226293	-0.009309951
9	0.002631073	-0.009917121
10	0.002023902	-0.010524292
11	0.002226293	-0.010726682
12	0.002833463	-0.011131463
13	0.002833463	-0.011738633
14	0.002833463	-0.012548194
15	0.002631073	-0.012952975
16	0.003035853	-0.013155365
17	0.002833463	-0.013357755
18	0.003845414	-0.013964926
19	0.003643024	-0.014774487
20	0.004452585	-0.014976877
21	0.004654975	-0.014976877
22	0.005262146	-0.015179267
23	0.005262146	-0.015584048
24	0.006647649	-0.016393609
25	0.007286048	-0.016595999
26	0.007286048	-0.017000779
27	0.00850039	-0.017203169
28	0.00870278	-0.017203169

Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

GRÁFICO N° 55: Grafico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo. (Curado)



Elaboración Propia.

Fuente: Investigación Propia y Tesis: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

El gráfico del análisis comparativo y estadístico de los resultados del concreto cemento-arena con aditivo al 1.50% y el concreto cemento-arena sin aditivo (Sin Curado) muestra una notoria diferencia entre el cambio longitudinal del concreto cemento-arena con y sin aditivo, el concreto sin aditivo muestra en el cambio longitudinal valores positivos mientras que el concreto con aditivo muestra valores negativos arrojados durante los 28 días de estudio.

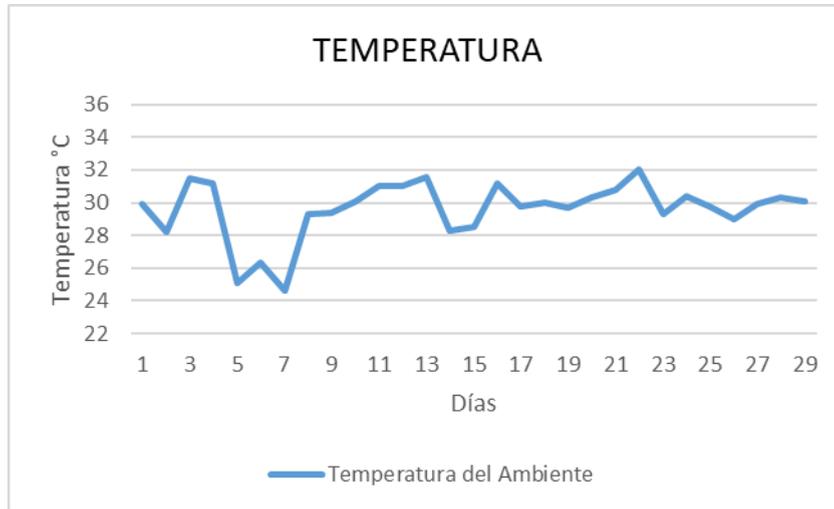
A continuación, se muestran los resultados obtenidos sobre las condiciones de temperatura y humedad relativa que se registraron durante el ensayo.

TABLA N° 61: Temperatura y humedad relativa del ambiente.

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE					
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			N° DE DIAS	DATOS	
				TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
JUNIO	domingo	05/06/2022	1	29.9	72.0
	lunes	06/06/2022	2	28.2	75.0
	martes	07/06/2022	3	31.5	66.0
	miércoles	08/06/2022	4	31.2	72.0
	jueves	09/06/2022	5	25.1	88.0
	viernes	10/06/2022	6	26.3	84.0
	sábado	11/06/2022	7	24.6	86.0
	domingo	12/06/2022	8	29.3	78.0
	lunes	13/06/2022	9	29.4	74.0
	martes	14/06/2022	10	30.1	64.0
	miércoles	15/06/2022	11	31.0	66.0
	jueves	16/06/2022	12	31.0	67.0
	viernes	17/06/2022	13	31.6	66.0
	sábado	18/06/2022	14	28.3	82.0
	domingo	19/06/2022	15	28.5	81.0
	lunes	20/06/2022	16	31.2	71.0
	martes	21/06/2022	17	29.8	75.0
	miércoles	22/06/2022	18	30.0	70.0
	jueves	23/06/2022	19	29.7	72.0
	viernes	24/06/2022	20	30.3	69.0
	sábado	25/06/2022	21	30.8	68.0
	domingo	26/06/2022	22	32.0	67.0
	lunes	27/06/2022	23	29.3	74.0
	martes	28/06/2022	24	30.4	68.0
	miércoles	29/06/2022	25	29.8	70.0
	jueves	30/06/2022	26	29.0	72.0
JULIO	viernes	01/07/2022	27	29.9	70.0
	sábado	02/07/2022	28	30.3	69.0
	domingo	03/07/2022	29	30.1	69.0

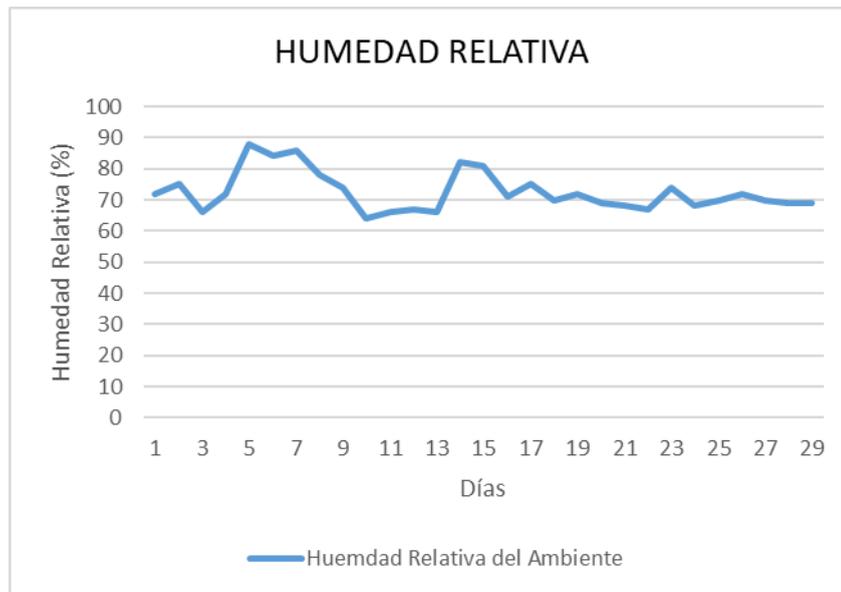
Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 56 Temperatura del ambiente de los prismas de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

GRÁFICO N° 57: Humedad relativa del ambiente de los prismas de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2022)

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el presente capítulo se procede al análisis de los resultados obtenidos tras el procesamiento de los mismos, los ensayos para determinar el cambio de longitud del concreto cemento – arena endurecida se ejecutaron según la norma ASTM C-490, y se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad Científica del Perú. La elaboración, curado y medición longitudinal de los prismas, se realizaron con un preciso cuidado para obtener resultados con la menor dispersión posible de resultados.

5.1. DISCUSIÓN.

Se analizan los resultados obtenidos en los ensayos para posteriormente evaluarlos:

Evaluación del cemento empleado.

Para la presente investigación se usó cemento Sol Portland Tipo I, de uso general y donde no se requiere propiedades específicas. El cemento se encuentra clasificado dentro de la norma ASTM C-150 como tipo I, que corresponde a cementos no adicionados. El cemento cumple con las propiedades físicas y químicas establecidas por la ASTM C-150 y NTP 334.009.

Evaluación del Agregado Fino.

- El agregado fino utilizado pertenece a la cantera Grupo Sánchez (acopio) carretera Iquitos a Nauta km 25 + 500, del cual se realizaron los respectivos ensayos para la obtención de las propiedades físicas que se detallarán y serán analizadas en las líneas siguientes. El agregado fino debe de cumplir con estos lineamientos mínimos de calidad para su uso en la elaboración de concretos, en específico se debe respetar la normativa NTP

400.037; sin embargo, el agregado utilizado para los ensayos de la presente tesis no cumple con los requisitos de esta norma.

- El agregado fino utilizado para la presente tesis tiene un módulo de finura promedio de 1.70, este valor se encuentra por debajo del rango mínimo permitido por la norma ASTM C 33, esta normativa establece que el rango permitido para un M.F. óptimo es igual o mayor a 2.3 o en contraparte menor o igual que 3.1. Una de las desventajas de tener un valor promedio bajo es que el agregado tendrá mayor superficie específica, lo que a su vez provoca que se necesite más agua para la pasta. De manera tal que el módulo de finura del agregado fino se mantendrá dentro de los límites de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto cemento – arena; siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2.35 y 3.15.
- La superficie específica de nuestro agregado tiene un valor promedio de 57.90, una magnitud elevada para una arena de partículas finas proyectada a ser la materia prima del concreto cemento-arena, produciendo esto que se necesite más agua y cemento para encontrar la consistencia requerida.
- La cantidad de material que pasa por la malla N° 200 tiene un valor promedio de 7.14%, un porcentaje muy elevado, superando lo establecido en la norma ASTM C 33, donde se indica que para un agregado óptimo el porcentaje que pasa la malla N° 200 debe ser como máximo un 3% para concretos expuestos a procesos de abrasión y para otros tipos de concreto como máximo debe ser 5%; así que podemos inferir que el diseño del concreto cemento-arena utilizando el presente agregado, no se debería de usar para pavimentación de caminos o carreteras.
- Del ensayo de peso específico, se obtuvo que el agregado tiene un valor de 2.651 gr/cm³, siendo este un valor aceptable pues se

encuentra dentro de los límites de 2.6 a 3.0 establecidos por las normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

- Luego de realizar el ensayo de absorción según las normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022, se obtuvo un valor promedio de 0.20%. Tener conocimiento sobre este valor permite conocer el estado de nuestro agregado y como corregir la humedad de los agregados sin afectar la elaboración de las mezclas.
- Los ensayos de Peso Unitario Suelto y Compactado establecidas en las normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017. arrojaron los siguientes resultados; valor promedio de PUS: 1499 kg/m³ y valor promedio de PUC: 1666 kg/m³. Siendo claramente mayor el peso unitario compactado si lo comparamos con el peso unitario suelto.
- Al momento de realizar los diseños de mezcla se obtuvieron los siguientes valores de contenido de humedad: 6.44% y 4.42%; para las correcciones de la dosificación de agua.

Evaluación del Concreto en Estado Fresco.

- Para la presente tesis se trabajó con una relación agua/cemento de 0.60, diferenciándose por el porcentaje de aditivo añadido a la mezcla 0.50%, 1.00% y 1.50%, donde se obtuvieron un rango de consistencia entre 6 ¾" a 8 ½".
- Utilizando el método gravimétrico se obtuvo los siguientes valores de contenido de aire atrapado 12.54%, 12.27% y 12.80% para las relaciones de agua/cemento 0.60 con 0.5%, 1.0% y 1.5% de aditivo añadido respectivamente. Mientras que por el método de presión se obtuvo los siguientes valores de contenido de aire atrapado 8.13%, 8.09% y 8.06% para las relaciones de agua/cemento 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido respectivamente.

- Para las relaciones de agua/cemento 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido se obtuvo los siguientes valores de temperatura del concreto cemento-arena recién mezclados 30.9 °C, 30.9 °C y 31.0 °C respectivamente, es importante precisar que estos resultados están influenciados por las temperaturas de nuestra zona amazónica, así como también el aporte calorífico propio de los componentes que conforman el concreto.
- El ensayo de peso unitario de los diseños de mezclas de relaciones agua/cemento 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido arrojaron los siguientes resultados; 2000 kg/m³ para el concreto arena-cemento con 0.50% de aditivo añadido, 2006 kg/m³ para el concreto arena-cemento con 1.00% de aditivo añadido y 1995 kg/m³ para el concreto arena-cemento con 1.50% de aditivo añadido. De acuerdo a los resultados arrojados podemos afirmar que el concreto con mayor porcentaje de aditivo añadido resulta tener el menor peso unitario, mientras que el concreto de menor porcentaje de aditivo añadido tiende a ser de mayor peso unitario.
- Así como también se obtuvieron los siguientes valores de la prueba de exudación según cada relación agua/cemento 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido. Para el concreto cemento/arena con 0.50% de aditivo añadido arrojó un valor de exudación de 5.10%, para el concreto cemento/arena con 1.00% de aditivo añadido arrojó un valor de exudación de 8.84% y por último para el concreto cemento/arena con 1.5% de aditivo añadido arrojó un valor de exudación de 17.66%.

Evaluación del Concreto en Estado Endurecido.

- Resistencia a la compresión: Los ensayos realizados en la prensa hidráulica de las probetas de concreto cemento-arena para la relación agua/cemento de 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido, arrojaron los siguientes resultados durante los ensayos de esfuerzo de compresión; para el concreto cemento-

arena con 0.50 % de aditivo añadido en los 7,14 y 28 días se obtuvo los valores 240 Kg/cm², 271 kg/cm² y 319 kg/cm², demostrando un aumento de resistencia del 75.24%, 84.95% y 100% en concordancia con los días ensayados. Para el concreto cemento-arena con 1.00% de aditivo añadido en los 7, 14 y 28 días se obtuvo los valores 255 kg/cm², 294 kg/cm² y 349 kg/cm², demostrando un aumento de resistencia del 73.07%, 84.24% y 100.00% en concordancia con los días ensayados. Para el concreto cemento-arena con 1.50% de concreto añadido en los 7, 14 y 28 días se obtuvo los valores 221 kg/cm², 250 kg/cm² y 271 kg/cm² demostrando un aumento de resistencia del 81.55%, 92.25 % y 100.00% en concordancia con los días ensayados.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos observar que el concreto cemento-arena con relación agua/cemento 0.60 y 1.00% de aditivo añadido es el diseño que arroja los mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión.

Cambio longitudinal del concreto:

- Respecto al cambio longitudinal del concreto para la relación agua/cemento 0.60 con 0.50% de aditivo añadido en la Tabla N° 62, se plasman los resultados respecto a la variación longitudinal inicial sin curar y curado 28 días, un 99.9953% en el concreto curado 28 días y un 99.9705% para el concreto sin curar. En ambos casos existe contracción, siendo más significativo el porcentaje para el caso del concreto sin curado.

TABLA N° 62: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días – relación w/c = 0.60, Aditivo= 0.50%

Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60, Aditivo = 0.50%		
Descripción	Cambio de longitud (%)	Variación Respecto a la longitud inicial
Concreto Curado	-0.004654975	99.9953%
Concreto Sin Curar	-0.029548973	99.9705%

Fuente: Elaboración propia (2022)

- Respecto al cambio longitudinal del concreto para la relación agua/cemento 0.60 con 1.00% de aditivo añadido en la tabla N° 63, se plasman los resultados respecto a la variación longitudinal inicial sin curar y curado 28 días, un 99.9925% en el concreto curado 28 días y un 99.9703% para el concreto sin curar. En ambos casos existe contracción, siendo más significativo el porcentaje para el caso del concreto sin Curado.

TABLA N° 63: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días – relación w/c = 0.60, Aditivo= 1.00%

Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60, Aditivo=1.0%		
Descripción	Cambio de longitud (%)	Variación Respecto a la longitud inicial
Concreto Curado	-0.007488438	99.9925%
Concreto Sin Curar	-0.029751364	99.9703%

Fuente: Elaboración propia (2022)

- Respecto al cambio longitudinal del concreto para la relación agua/cemento 0.60 con 1.50% de aditivo añadido en la tabla N° 64, se plasman los resultados respecto a la variación longitudinal inicial sin curar y curado 28 días, un 99.9828% en el concreto curado 28 días y un 99.9654% para el concreto sin curar. En ambos casos existe contracción, siendo más significativo el porcentaje para el caso del concreto sin Curado.

TABLA N° 64: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días – relación w/c = 0.60, Aditivo= 1.50%

Concreto Cemento - Arena, Relación w/c = 0.60 Aditivo = 1.50%		
Descripción	Cambio de longitud (%)	Variación Respecto a la longitud inicial
Concreto Curado	-0.017203169	99.9828%
Concreto Sin Curar	-0.034608729	99.9654%

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla (N°65) se observa la variación de las magnitudes longitudinales de los prismas en comparativa con la

longitud inicial de los prismas curados, para el concreto cemento-arena con 0.50% de aditivo añadido arrojó un valor porcentual de 99.9953%, para el concreto cemento-arena con 1.00% de aditivo añadido arrojó un valor porcentual de 99.9925% y para el concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido arrojó un valor porcentual de 99.9828%.

TABLA N°65: Porcentaje de variación de la longitud del concreto curado 28 días.

Descripción	Cambio Longitudinal (%)	Variación respecto a la Longitud Inicial (%).
	Curado 28 días	
Relación 0.60; Aditivo = 0.5%	-0.004654975	99.9953% (Contracción)
Relación 0.60; Aditivo = 1.0%	-0.007488438	99.9925% (Contracción)
Relación 0.60; Aditivo = 1.5%	-0.017203169	99.9828% (Contracción)

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla (N°66) se observa la variación de las magnitudes longitudinales de los prismas en comparativa con la longitud inicial de los prismas sin curado, para el concreto cemento-arena con 0.50% de aditivo añadido arrojó un valor porcentual de 99.9705% para el concreto cemento-arena con 1.00% de aditivo añadido arrojó un valor porcentual de 99.9703% y para el concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido arrojó un valor porcentual de 99.9654%

TABLA N°66: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar.

Descripción	Cambio Longitudinal (%)	Variación respecto a la Longitud Inicial (%).
	Sin Curado	
Relación 0.60; Aditivo = 0.5%	-0.029548973	99.9705% (Contracción)
Relación 0.60; Aditivo = 1.0%	-0.029751364	99.9703% (Contracción)
Relación 0.60; Aditivo = 1.5%	-0.034608729	99.9654% (Contracción)

Fuente: Elaboración propia (2022)

Evaluación del concreto cemento-arena de relación w/c 0.60 con aditivo añadido al 0.50%, 1.00% y 1.50% en Estado Endurecido respecto al concreto cemento-arena de relación w/c 0.60 sin aditivo añadido.

- “Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión obtenida para la relación w/c de 0.60 respectivamente para los 3, 7, y 28 días resultaron las siguientes: 211, 256 y 315 Kg/cm². Encontrándose las ganancias de resistencia de 66.98%, 81.27% y 100.00% según los días ensayados.” (Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos – 2021).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación del mencionado tesista Pinedo Izquierdo, donde obtuvo una resistencia a compresión de 315 Kg/cm² para su relación agua/cemento 0.60 a los 28 días, podemos observar que los concretos cemento-arena con 0.50% y 1.00% de aditivo añadido obtuvieron un ligero incremento de resistencia con 319 Kg/cm² y 349 Kg/cm² respectivamente, mientras que el concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido arrojó una resistencia a compresión de 271 Kg/cm² siendo este un resultado menor.

Evaluación del Cambio longitudinal en el concreto cemento-arena de relación w/c 0.60 con aditivo añadido al 0.50%, 1.00% y 1.50% respecto al concreto cemento-arena de relación w/c 0.60 sin aditivo añadido.

- “Respecto al cambio longitudinal del concreto para la relación agua/cemento 0.60 en la Tabla N° 67, se observa los siguientes resultados respecto a la variación de su longitud inicial sin curar y curado 28 días, un 100.0087% en el concreto curado 28 días y un 99.8174% para el concreto sin curar. En el concreto curado existe una pequeña expansión, mientras que en el concreto sin curar existe una pequeña contracción.” (Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento

Portland tipo I, Iquitos – 2021).

TABLA N°67: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días – relación w/c = 0.60 sin aditivo.

Relación w/c = 0.60		
Descripción	Cambio de longitud (%)	Variación respecto a la longitud inicial (%)
Concreto sin curar	-0.182555986	99.8174
Concreto curado 28 días	+0.00870278	100.0087

Fuente: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación del mencionado tesista Pinedo Izquierdo, y contrastando las tablas N° 55, N° 56, N°57, N° 58, N°59 y N°60 podemos observar que para el caso del concreto cemento-arena de relación w/c 0.60 sin aditivo añadido presenta un cambio de longitud positivo si los especímenes son curados 28 días y los especímenes sin curar presentan un cambio de longitud negativo; mientras que los concretos cemento-arena de relación w/c 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido presentan cambios de longitud negativos tanto para los especímenes sin curar, así como también para los que fueron curados 28 días.

5.2. CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como principal finalidad estudiar el concreto cemento-arena, utilizando arena marginal propia de canteras de la zona (cantera Grupo Sánchez de agregado fino carretera Iquitos a Nauta km 25+500), cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900. Además de analizar la influencia del proceso de hidratación del concreto en estado endurecido "Curado" y la variación del porcentaje de aditivo añadido en el cambio longitudinal en el concreto cemento-arena. Se realizaron distintos ensayos siguiendo los lineamientos de la norma técnica peruana de edificaciones, tales como la caracterización del agregado, el concreto cemento-arena en estado fresco y el concreto cemento-arena en estado endurecido. Optamos por trabajar con la relación de agua/cemento 0.60 con tres variaciones de aditivo superplastificante, en específico 0.50%, 1.00% y 1.50%. Por cada diferente concreto con porcentaje de aditivo añadido se moldeó diez especímenes, 5 prismas para analizar el estado y comportamiento de cambio longitudinal del concreto cemento-arena sin curado y otros 5 prismas de concreto cemento-arena curados durante 28 días. Al término de los ensayos realizados y resultados obtenidos y posterior análisis de estos podemos inferir lo siguiente:

El agregado fino que se utilizó para la presente investigación no cumple con los requisitos mínimos en los ensayos granulométricos y su valor de módulo de fineza establecidos por la norma NTP 400.037, la cual indica que el valor de módulo de fineza deberá ser mayor o igual a 2.3 y menor o igual a 3.1. Nuestro agregado marginal propio de la zona utilizado para la presente investigación tuvo un valor de Modulo de Fineza de 1.70. El empleo de agregados marginales implica la disminución en la severidad de los requisitos exigidos en las especificaciones para los agregados normales que cumplen con la normativa peruana. Pese al empleo de agregado marginal se obtuvieron resultados aceptables en

nuestra investigación respecto a la resistencia del concreto en su estado endurecido.

- **Propiedades del concreto cemento-arena en estado fresco, en las relaciones 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido respectivamente, se concluye:**

- a) Asentamiento: Luego de la prueba de slump utilizando el cono de Abrams se infiere a que debido al módulo de fineza tuvo un valor muy bajo, el concreto cemento-arena tiende a ser de consistencia fluida, para los concretos cemento-arena con aditivo añadido 0.50%, 1.00% y 1.50% se obtuvo los siguientes valores: 6 $\frac{3}{4}$ " , 6 $\frac{3}{4}$ " y 8 $\frac{1}{2}$ " respectivamente. Existe una tendencia de incremento del slump respecto a la adición de aditivo, la cual demuestra que en 1.50% de adición, la mezcla tiene una notable diferencia de asentamiento respecto a las otras adiciones de aditivos, llevando esto a la segregación de la mezcla.
- b) Peso Unitario: Al culminar el ensayo se obtuvieron los siguientes valores: 2000.19 kg/m³, 2006.41 kg/m³ y 1994.54 kg/m³ para los concretos cemento-arena con porcentaje de aditivo añadido 0.5%, 1.00% y 1.50% respectivamente. El peso unitario muestra valores mayores en los porcentajes 0.50% y 1.00% a comparación del concreto con 1.50% de aditivo añadido. Es notable que la variación de adición del aditivo y las propiedades del agregado pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto cemento – arena en forma diferente.
- c) Contenido de Aire: el valor del contenido de aire en los concretos cemento-arena con aditivo añadido tiende a elevarse cuando el porcentaje de aditivo es menor; esto lo demuestra los siguientes resultados: 8.13% de contenido de aire para el concreto con 0.50% de aditivo añadido, 8.09% de contenido de aire para el concreto con 1.00% de aditivo añadido y por último 8.06% para el concreto con 1.50% de aditivo añadido. Resultado de estos

valores se ven influidos por la cantidad significativa de material que pase la malla N° 200, especialmente en la forma de arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto cemento – arena y obliga a que se emplee un aditivo controlador de aire para obtener los mismos resultados favorables que se buscan. Los valores fueron obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales utilizando el método de presión. Estos valores son considerablemente mayores de las de concretos convencionales.

- d) Exudación: La exudación es un fenómeno propio y natural del concreto, sin embargo, es importante controlarlo para evitar que la pérdida de agua sea demasiada y cause problemas posteriores. En el ensayo se obtuvieron los siguientes resultados: 5.095%, 8.839% y 17.655%, para los concretos de relación agua/cemento con 0.50%, 1.00% y 1.50% respectivamente. Se infiere que el valor de la exudación en los concreto aumente proporcionalmente al valor porcentual del aditivo añadido.
- e) Temperatura: Durante la elaboración del concreto es bien sabido que se produce una reacción química que eleva la temperatura interior. Utilizando un termómetro de alta precisión se obtuvo los siguientes valores de temperatura: 30.9 °C, 30.9 °C y 31.0 °C para los concretos cemento-arena con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido respectivamente. Donde se puede inferir que a mayor porcentaje de aditivo añadido la temperatura tiende a elevarse.

- **Propiedades del concreto cemento-arena en estado endurecido, en las relaciones 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido respectivamente, se concluye:**

- a) Resistencia a la compresión: Tras la realización de los ensayos de compresión de los testigos o probetas de concreto cemento-arena a los 7, 14 y 28 días se obtuvo los siguientes valores promedios:

para el concreto con 0.50% de aditivo añadido se obtuvo una resistencia a la compresión de 240 kg/cm² a los 7 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la compresión de 75.24%, así como también se obtuvo una resistencia a la compresión de 271 kg/cm² a los 14 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la compresión de 84.95% y por último se obtuvo una resistencia de 319 kg/cm² que representa el 100% de progreso porcentual para términos de la investigación. Para el concreto con 1.00% de aditivo añadido se obtuvo una resistencia a la compresión de 255 kg/cm² a los 7 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la compresión de 73.07%, así como también se obtuvo una resistencia a la compresión de 294 kg/cm² a los 14 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la compresión de 84.24% y por último se obtuvo una resistencia de 349 kg/cm² que representa el 100% de progreso porcentual para términos de la investigación. Para el concreto con 1.50% de aditivo añadido se obtuvo una resistencia a la compresión de 221 kg/cm² a los 7 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la compresión de 81.55%, así como también se obtuvo una resistencia a la compresión de 250 kg/cm² a los 14 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la compresión de 92.25% y por último se obtuvo una resistencia de 271 kg/cm² que representa el 100% de progreso porcentual para términos de la investigación. Según estos resultados podemos inferir que el concreto cemento-arena tiene un mejor desempeño cuándo se le agrega un 1.00% de aditivo, mientras que el desempeño más desfavorable en cuanto a los ensayos de compresión es el concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido. Así como también inferimos que los concretos cemento-arena de relación w/c 0.60 con 0.50% y 1.00% de aditivo añadido tienen un mejor desempeño en lo que respecta a la resistencia a compresión si lo comparamos con el concreto cemento-arena de relación w/c 0.60 sin aditivo añadido

del tesista Pinedo Izquierdo pues obtuvo una resistencia a compresión de 315 Kg/cm² a los 28 días, sin embargo nuestro concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido tiene un desempeño desfavorable a comparación de los resultados del tesista antes mencionado, pues a los 28 días arrojó una resistencia a compresión de 271 Kg/cm².

- b) Resistencia a la tracción: Tras la realización de los ensayos de tracción de los testigos o probetas de concreto cemento-arena a los 7, 14 y 28 días se obtuvo los siguientes valores promedios: para el concreto con 0.50% de aditivo añadido se obtuvo una resistencia a la tracción de 19.00 kg/cm² a los 7 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la tracción de 86.76%, así como también se obtuvo una resistencia a la tracción de 21.30 kg/cm² a los 14 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la tracción de 97.26% y por último se obtuvo una resistencia de 21.90 kg/cm² que representa el 100% de progreso porcentual para términos de la investigación. Para el concreto con 1.00% de aditivo añadido se obtuvo una resistencia a la tracción de 20.70 kg/cm² a los 7 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la tracción de 86.25%, así como también se obtuvo una resistencia a la tracción de 23.30 kg/cm² a los 14 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la tracción de 97.08% y por último se obtuvo una resistencia de 24.00 kg/cm² que representa el 100% de progreso porcentual para términos de la investigación. Para el concreto con 1.50% de aditivo añadido se obtuvo una resistencia a la tracción de 17.20 kg/cm² a los 7 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la tracción de 87.76%, así como también se obtuvo una resistencia a la tracción de 19.30 kg/cm² a los 14 días registrando un progreso porcentual de la resistencia a la tracción de 98.47% y por último se obtuvo una resistencia de 19.60 kg/cm² que representa el 100% de progreso porcentual para términos de la investigación. Según estos resultados podemos inferir que el concreto cemento-

arena tiene su mejor desempeño de resistencia a la tracción cuando se le añade un 1.00% de aditivo, mientras que el concreto cemento-arena con desempeño más desfavorable en cuanto a los ensayos de tracción es el concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido. Así como también inferimos que los concretos cemento-arena de relación w/c 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido tienen un mejor desempeño en lo que respecta a la resistencia a tracción, pues a los 28 días arrojaron 19.60 Kg/cm², 24.00 kg/cm², 21.90 kg/cm² respectivamente, mientras que el concreto cemento-arena 0.60 sin aditivo añadido del tesista Pinedo Izquierdo obtuvo una resistencia a tracción de 18.30 Kg/cm² a los 28 días.

c) Módulo de Elasticidad: Tras realizar el ensayo de módulo de elasticidad se obtuvieron los siguientes resultados, para el concreto cemento-arena con 0.50% de aditivo añadido se obtuvo el valor promedio de 253191.00 kg/cm², para el concreto cemento-arena con 1.00% de aditivo añadido se obtuvo el valor promedio de 256851.33 kg/cm², y para el concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido se obtuvo el valor promedio de 237006.67 kg/cm². Por lo cual podemos inferir que el mayor valor para la prueba de modulo elástico se obtuvo con el concreto cemento-arena con 1.00% de aditivo añadido, mientras que el valor más bajo se obtuvo con el concreto cemento-arena con 1.50% de aditivo añadido.

- **Cambio longitudinal en el concreto cemento-arena en estado endurecido, en las relaciones 0.60 con 0.50%, 1.00% y 1.50% de aditivo añadido respectivamente, se concluye:**

Cambio Longitudinal en el concreto cemento-arena: Para el caso de los prismas del concreto cemento-arena agrupadas en curados 28 días y sin curado se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla N° 68, donde se observa el comparativo entre ambos

resultados, pues la contracción en las primas curados 28 días es menos considerable a comparación de los prismas sin curado. Así como también se refleja que el concreto que menos se contrae es el concreto cemento-arena (curado 28 días) con 0.5% de aditivo añadido.

TABLA N° 68: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días.

Descripción	variación de longitud en el concreto (%)	
	Curado 28 días	Sin curado
Relación 0.60; Aditivo = 0.5%	99.9953% (Contracción)	99.9705% (Contracción)
Relación 0.60; Aditivo = 1.0%	99.9925% (Contracción)	99.9703% (Contracción)
Relación 0.60; Aditivo = 1.5%	99.9828% (Contracción)	99.9654% (Contracción)

Fuente: Elaboración propia (2022)

TABLA N° 69: Porcentaje de variación de la longitud del concreto sin curar y curado 28 días concreto cemento-arena sin aditivo.

Descripción	Variación de la longitud en el concreto (%)	
	Curado 28 días	Sin Curar
Relación w/c = 0.55	100.0223 (expansión)	99.7490 (contracción)
Relación w/c = 0.60	100.0087 (expansión)	99.8174 (contracción)
Relación w/c = 0.70	99.9478 (contracción)	99.9174 (contracción)

Fuente: Pinedo Izquierdo, Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento Portland tipo I, Iquitos (2021).

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación y la del tesista pinedo izquierdo, inferimos que el aditivo añadido en sus distintos porcentajes (0.50%, 1.00% y 1.50%) influyen notoriamente en la contracción del concreto cemento-arena de relación w/c 0.60, pues en el caso de los concretos cemento-arena con aditivo añadido presentan deformación negativa (Contracción) para todos sus casos, ya sean especímenes (prismas) curados 28 días o sin curar, mientras que el concreto

cemento-arena sin aditivo añadido presenta deformación negativa (contracción) para los especímenes sin curar y deformación positiva (expansión) para los curados 28 días.

Dados los resultados vistos se concluye que el proceso de curado es de suma importancia para el desarrollo adecuado del potencial del curado, pues este proceso de hidratación ayuda a controlar las altas temperaturas internas causadas por las reacciones químicas entre el cemento y los demás componentes del concreto, así como también reduce las fisuras. El fisuramiento común en este tipo de concretos es debido principalmente al alto consumo de agua para su elaboración, propio de los concretos con agregados de canteras de la zona, así como también se debe a que el concreto cemento-arena tiene una muy baja resistencia a la tracción. Realizamos nuestra investigación con el mayor cuidado de los cumplimientos de las normativas establecidas y un control minucioso de los ensayos de laboratorio para identificar las causas y consecuencias del cambio volumétrico del concreto cemento-arena utilizando el aditivo superplastificante MasterEase 3900.

5.3. RECOMENDACIONES

- Si la actual tendencia continúa es inevitable que la presión por el empleo de agregados marginales será cada vez mayor. Un empleo aceptable de los mismos depende tanto del criterio del ingeniero como de una adecuada evaluación de su calidad, se recomienda una investigación más profunda con nuestros agregados marginales de las zonas aledañas a la ciudad de Iquitos.
- Desarrollar investigaciones con otros tipos de cementos ya que en esta tesis se usó cemento Sol Portland tipo I, así como también otro tipo de aditivo.
- El investigador debe considerar que el proceso de selección de las proporciones de las mezclas no es un procedimiento empírico, sino que responde a reglas, procedimientos matemáticos, empleo de tablas, gráficos y a la experiencia del diseñador, por eso es recomendable hacer evaluaciones preliminares de diseños de mezcla en el laboratorio.
- Se debe controlar el rango deseado de asentamiento en los diseños de mezcla para obtener una mejor trabajabilidad del mismo y evitar consecuencias no deseadas como la segregación de los materiales.
- Se sugiere tener en cuenta las canteras de agregado fino cercanas a los ríos o inclusive arenas propias de los ríos para futuras investigaciones; con el objetivo de tener un registro más grande y general con respecto a que tanto afectaría este cambio de agregado en el cambio longitudinal del concreto cemento-arena utilizando el aditivo superplastificante MasterEase 3900.
- Se sugiere tener un adecuado cuidado de los materiales y elementos con los que se elaborará el concreto cemento-arena, es decir, mantenerlos en lugares secos y de temperatura adecuada para garantizar la calidad de los mismos.

- Se debe dar importancia debida al proceso continuo de curado del concreto cemento-arena puesto que este proceso influye mucho en el desempeño posterior del concreto.
- Se sugiere que para concretos como el de esta investigación, donde se utiliza agregado fino marginal de la zona, adicionar agregado grueso para mejorar las resistencias y evitar el uso excesivo de cementos, lo que a su vez provocaría la disminución del calor de hidratación durante el proceso químico del cemento con los demás materiales.
- Se debe manejar con cuidado y precisión el uso del aditivo superplastificante, usando siempre los utensilios del laboratorio y guantes adecuados.
- En la realización de las mezclas de concreto, cuando se le adiciona el aditivo en el concreto cemento – arena se recomienda aumentar el tiempo de mezclado para lograr una buena combinación de los componentes de esta manera dar tiempo que el aditivo reaccione.
- Usar adiciones menores a 1.00% del aditivo usado en esta investigación, para poder ver el desempeño e influencia del aditivo respecto a la resistencia y contracción del concreto en su estado endurecido.
- Se recomienda usar la cantidad más baja de agua de mezclado requerida para trabajar; de manera tal que no permita consistencias demasiadas fluidas, a menos que se hayan utilizado aditivos reductores de agua o superplastificantes.

Referencias Bibliográficas.

- **ARI, I.** Estudio de las Propiedades del Concreto Fresco y Endurecido, de Mediana o Alta Resistencia con Aditivo Superplastificante y Retardador de Fraguado con Cemento Portland Tipo I. Lima:UNI., 2002.
- **BARBA SILVA, Ch. & GARCÍA SÁNCHEZ, V.** Estudio Exploratorio en Diseño de Mezclas del Concreto Cemento - Arena Liviano Empleando Perlitas de Poliestireno, Arcilla Expandida y Agregado Fino de la Cantera Irina Gabriela, Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.
- **BENITES ESPINOZA.** Concreto (hormigón) con cemento Pórtland Puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología SIKA Viscocrete 20HE. 2011
- **CARBAJAL DÁVILA, K. & PORTOCARRERO ESPIRILLA, G.** Estudio Comparativo de la Fisuración del Concreto por Retracción Plástica con Aditivo Incorporadores de Aire Vs. Fibras de Polipropileno. 2020.
- **COILA TICONA, N. & LOAYZA CAHUA, J.** Influencia de la Relación Agua/Cemento y el Agregado Fino en la Retracción y/o Contracción para concretos en Arequipa., 2015.
- **COMITÉ ACI 224.** Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón, Washington., 2001.
- **ENRIQUE BAZÁN Y ROBERTO MELI.** Diseño sísmico de edificaciones, 2001.
- **INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, (IMCYC).** Contracción por Secado de Concreto, Ciudad de México., 2006.
- **INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, (IMCYC).** Grietas en el Concreto debido a Contracción Plástica y Asentamiento Plástico, Ciudad de México., 2006.
- **KOSMATKA, S. KERKHOFF, B. PANARESE, W. TANESSI, J.** Diseño y Control de Mezclas de Concreto, Portland Cement

Association - PCA. Illinois, EE.UU. Primera Edición, 2004.

- **MARTÍNEZ AGURTO, J.** Análisis de la Contracción por Secado de Mortero De Cemento Portland, Elaborado con Residuos de Conchas de Abanico. 2019.
- **NEVILLE, A. & BROOKS, J.** Concrete Technology. Ney York: John Wiley & Sons, Inc., 1985.
- **PALOMINO BADILLO, MIGUEL ARMANDO.** Estudio del Concreto con Cemento Portland Tipo IP y Aditivo Superplastificante. Lima: UNI., 2017.
- **PASQUEL CARBAJAL, E.** Tópicos de Tecnología del Concreto. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Nacional. Lima: 2da Edición, 1999.
- **PORTLAND CEMENT ASSOCIATION.** Diseño y control de mezclas de concreto, 2004
- **RODRIGO QUIMBAY.** Estimación del módulo de elasticidad del concreto mediante medición de la madurez in situ, 2012
- **RIVVA LÓPEZ, E.** Materiales para el Concreto. Lima: Instituto de la y Gerencia., 2008.
- **RODRIGUEZ DÁVILA, P.** Estudio del Concreto con Aditivo Reductor de Contracción, Utilizando Cemento Portland Tipo I. Lima: UNI., 2010.
- **PINEDO IZQUIERDO, J** Estudio de la contracción del concreto cemento – arena, utilizando cemento portland tipo I, Iquitos – 2021”

ANEXO A

- Matriz de Consistencia

Anexo: Matriz de consistencia.

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y Técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
<p>“Estudio de la contracción del concreto cemento-arena, con cemento portland tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900, Iquitos – 2022”</p>	<p>General</p> <p>¿Cómo influye el uso del cemento portland tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 en el control de cambio de longitud asociada a la contracción del concreto cemento – arena en Iquitos 2022?</p> <p>Específicos</p> <p>¿Cómo influye el porcentaje de aditivo superplastificante MasterEase 3900 usado en la mezcla del concreto en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022?</p> <p>¿Cómo es la influencia de la relación agua/cemento y el uso de aditivo superplastificante MasterEase 3900 en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022?</p>	<p>General</p> <p>Estudiar la contracción del concreto cemento – arena utilizando cemento portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 para la medición del cambio longitudinal, en Iquitos 2022. .</p> <p>Específicos</p> <p>1.- Estudiar la influencia del porcentaje de aditivo superplastificante MasterEase 3900 usado en la mezcla del concreto en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022.</p> <p>2.- Estudiar la Influencia de la relación agua/cemento y el uso del aditivo superplastificante MasterEase 3900 en el cambio de longitud del concreto cemento – arena en Iquitos 2022.</p>	<p>La utilización del cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase 3900 contribuye positivamente en el control del cambio de longitud asociada a la contracción en el concreto cemento – arena en Iquitos 2022.</p>	<p>$X = V_1$</p> <p>Diseño del concreto cemento – arena utilizando cemento Portland Tipo I y aditivo superplastificante MasterEase, Iquitos 2022.</p> <p>Indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua NTP 339.088 2. Agregados NTP 400.010 3. Granulometría NTP 400.012 4. Contenido de humedad NTP 339.185 5. Asentamiento NTP 339.035 <p>$Y = V_2$</p> <p>Estudio de la contracción del concreto cemento – arena.</p> <p>Indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Humedad relativa 2. Velocidad del viento 3. Temperatura del ambiente 	<p>El presente proyecto de investigación es de tipo Experimental, no obstante, al describir las variables se manipulará la variable independiente (Diseño del concreto cemento – arena utilizando cemento Portland Tipo I y Aditivo superplastificante MasterEase 3900, Iquitos 2022) para determinar efectos en la variable dependiente.</p> <p>Su esquema es:</p> <p>GE: O₁ X O₂</p> <p>Donde:</p> <p>GE: Grupo Experimental</p> <p>O1: Pre-prueba (Pre Test o Medición)</p> <p>X: Experimento o tratamiento</p> <p>O2: Post-prueba (post Test o Medición)</p>	<p>MÉTODOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Experimental. · Analítico · Descriptivo <p>TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Trabajo de gabinete. -Análisis documental. - Trabajo de campo: Medición y ensayos correspondientes a la investigación. 	<p>POBLACIÓN:</p> <p>Estará conformada por los agregados (agregado fino) procedentes del Distrito de San Juan Bautista.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>La muestra estará conformada por probetas cilíndricas distribuidas de la siguiente manera: 7 probetas de 4 x 8 pulg. para el ensayo de compresión, 7 probetas de 4 x 8 pulg. para el ensayo de compresión diametral (Tracción), 4 probetas de 4 x 8 pulg. para el ensayo de Módulo de elasticidad y 10 moldes prismáticos de 75 x 75 x 285 mm. Para el ensayo de contracción libre con curado y sin curado.</p>

ANEXO B

- Caracterización del Agregado Fino

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO

AGREGADO FINO

Procedencia: Carretera Iquitos - Nauta

- Peso Unitario Suelto

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE. (gr.)	7118	7156	7153
PESO DE MOLDE. (gr.)	2905	2905	2905
PESO DE MUESTRA. (gr.)	4213	4251	4248
VOLUMEN DE MOLDE. (cm3)	2827	2827	2827
PESO UNITARIO. (gr/cm3)	1.490	1.504	1.503
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,499		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1499 Kg/m3.

- Peso Unitario Compactado

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7592	7635	7620
PESO DE MOLDE (gr.)	2905	2905	2905
PESO DE MUESTRA. (gr.)	4687	4730	4715
VOLUMEN DE MOLDE. (cm3)	2827	2827	2827
PESO UNITARIO. (gr/cm3)	1.658	1.673	1.688
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,666		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1666 Kg/m3.

- **Peso específico y Absorción del agregado fino.**

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO
ASTM C - 128**

Agregado Fino

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	234.42	217.53	224.34	
B	Peso Frasco + H2O	719.23	707.46	676.32	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	953.65	924.99	900.66	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	867.43	842.32	814.96	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	86.22	82.67	85.70	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	233.88	217.11	223.94	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	85.68	82.25	85.30	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.713	2.626	2.613	2.651
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.719	2.631	2.618	2.656
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.730	2.640	2.625	2.665
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.23	0.19	0.18	0.20

- **Cantidad de material fino que pasa la malla N° 200**

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200
ASTM C - 117**

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	531.20	444.59	569.06
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	499.64	417.33	537.06
PESO DE TARA (gr)	87.45	78.83	103.05
% QUE PASA LA MALLA N°200	7.11	7.45	6.87
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	7.14		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 7.14 %.

ANEXO C

- Diseño de Mezcla de las diferentes relaciones w/c

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA

- Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5%

DISEÑO DE CONCRETO CEMENTO - ARENA			
MATERIALES			
CEMENTO: SOL TIPO I		UNIDAD	
Peso Específico	3.12	gr/cm3	
Peso Unitario	1500	kg/m3	
DATOS DE LABORATORIO			
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	UNIDAD	
Peso Específico	2.65	gr/cm3	
Porcentaje de Absorción:	0.20	%	
Peso Unitario Suelto	1,499	kg/m3	
Peso Unitario Compactado	1,666	kg/m3	
Módulo de Fineza	1.74		
Humedad para Diseño	6.44	%	
DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN			
Densidad del aditivo		1.1	Kg/l
Estimación de Agua		240.00	Lts/m3
Relación Agua/Cemento (A/C)		0.60	
Factor Cemento		9.41	Blts/m3
Contenido de Aire Atrapado	240.0 / 0.60 = 400.00 =	8.50	%
Relación Aditivo/Cemento		0.005	
Cantidad de aditivo		2000	gr
CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS DE LA MEZCLA			
Cemento	400.00 / 3120.00 =	0.128	m3
Agua	240.00 / 1000.00 =	0.240	m3
Aire Atrapado	8.50 / 100.00 =	0.085	m3
Sumatoria		0.453	m3
Volumen Absoluto de los agregados	1.000 - 0.453 =	0.547	m3
Peso del Agregado Fino	0.547 x 2651 =	1449.6	kg
VALORES DE DISEÑO			
Cemento		400.0	Kg/m3
Agua		238.2	Lts/m3
Agregado Fino		1449.6	Kg/m3
Aditivo MasterEase 3900		2.0	Kg/m3

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS					
Peso Húmedo del A. Fino	1449.55	x	1.06	=	1542.83 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	6.44	-	0.20	=	6.24%
Aporte de Humedad A. Fino	1449.55	x	0.0624	=	90.38 Lts
Agua Efectiva de Diseño	238.20	-	90.38	=	147.82 Lts
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento					400.0 Kg/m ³
Agua					147.8 Lts/m
Agregado Fino					1542.8 Kg/m ³
Aditivo MasterEase 3900					2.0 Kg/m ³
PROPORCIÓN EN PESO (KG)					
Cemento	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	1542.834	/	400.00	=	3.86
Agua	0.37	x	42.50	=	15.73
DOSIFICACIÓN EN PESO					
	C	AF	Agua		
	1	3.86	15.73	Lt/m ³	
PROPORCIÓN EN VOLUMEN Pie ³					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino					1595.46 Kg/m ³
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
	C	AF	Agua		
	1	3.60	15.73	Lt/m ³	
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento					42.50 Kg
Agregado Fino					164.10 Kg
Agua Efectiva					15.70 Lts

- Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.0%

DISEÑO DE CONCRETO CEMENTO - ARENA			
MATERIALES			
CEMENTO SOL TIPO I		UNIDAD	
Peso Específico	3.12	gr/cm ³	
Peso Unitario	1500	kg/m ³	
DATOS DE LABORATORIO			
DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO	
Peso Específico	2.65	gr/cm ³	
Porcentaje de Absorción :	0.20	%	
Peso Unitario Suelto	1,499	kg/m ³	
Peso Unitario Compactado	1,666	kg/m ³	
Módulo de Fineza	1.74		
Humedad para Diseño	6.44	%	
DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN			
Densidad del Aditivo		1.1	Kg/l
Estimación de Agua		240.00	Lts/m ³
Relación Agua/Cemento (A/C)		0.60	
Factor Cemento	240.00 / 0.60 = 400	9.41	Bls/m ³
Contenido de Aire Atrapado		8.50	%
Relación Aditivo/Cemento		0.01	
Cantidad de aditivo		4000	gr
CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS DE LA MEZCLA			
Cemento	400.00 / 3120.0 =	0.128	m ³
Agua	240.00 / 1000.0 =	0.240	m ³
Aire Atrapado	8.50 / 100.0 =	0.085	m ³
Sumatoria		0.453	m ³
Volumen Absoluto de los agregados	1.000 - 0.453 =	0.547	m ³
Peso del Agregado Fino	0.547 x 2651 =	1449.6	kg
VALORES DE DISEÑO			
Cemento		400	Kg/m ³
Agua		236.4	Lts/m ³
Agregado Fino		1449.6	Kg/m ³
Aditivo MasterEase 3900		4.0	Kg/m ³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS					
Peso Húmedo del A. Fino	1449.55	x	1.0644	=	1542.83 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	6.44	-	0.20	=	6.24 %
Aporte de Humedad A. Fino	1449.55	x	0.0624	=	90.38 Lts
Agua Efectiva de Diseño	236.40	-	90.38	=	146.02 Lts
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento					400 Kg/m3
Agua					146.0 Lts/m3
Agregado Fino					1542.8 Kg/m3
Aditivo MasterEase 3900					4.0 Kg/m3
PROPORCIÓN EN PESO (KG)					
Cemento	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	1542.8	/	400.00	=	3.86
Agua	0.37	x	42.50	=	15.73
DOSIFICACIÓN EN PESO	C	AF	Agua		
	1	3.86	15.73		Lt/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN Pie3					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino					1595.46 Kg/m3
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	C	AF	Agua		
	1	3.60	15.73		Lt/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento			42.50		Kg
Agregado Fino			164.10		Kg
Agua Efectiva			15.70		Lts

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5%**

DISEÑO DE CONCRETO CEMENTO - ARENA		
MATERIALES		
CEMENTO SOL TIPO I		UNIDAD
Peso Específico	3.12	gr/cm ³
Peso Unitario	1500	kg/m ³
DATOS DE LABORATORIO		
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	UNIDAD
Peso Específico	2.651	gr/cm ³
Porcentaje de Absorción :	0.20	%
Peso Unitario Suelto	1,499	kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1,666	kg/m ³
Módulo de Fineza	1.74	
Humedad para Diseño	4.42	%
DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN		
Densidad del Aditivo		1.1 Kg/l
Estimación de Agua		240.00 Lts/m ³
Relación Agua/Cemento (A/C)		0.60
Factor Cemento		9.41 Bls/m ³
Contenido de Aire Atrapado	240.0 / 0.60 = 400.0	8.50 %
Relación Aditivo/Cemento		0.015
Cantidad de aditivo		6000 gr
CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS DE LA MEZCLA		
Cemento	400.0 / 3120 =	0.128 m ³
Agua	240.00 / 1000 =	0.240 m ³
Aire Atrapado	8.50 / 100 =	0.085 m ³
Sumatoria		0.453 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	1.000 - 0.453 =	0.547 m ³
Peso del Agregado Fino	0.547 x 2651 =	1449.6 kg
VALORES DE DISEÑO		
Cemento		400.0 Kg/m ³
Agua		234.5 Lts/m ³
Agregado Fino		1449.6 Kg/m ³
Aditivo MasterEase 3900		6.0 Kg/m ³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS					
Peso Húmedo del A. Fino	1449.55	x	1.0442	=	1513.62 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	4.42	-	0.20	=	4.22 %
Aporte de Humedad A. Fino	1449.55	x	0.0422	=	61.17 Lts
Agua Efectiva de Diseño	234.5.00	-	61.17	=	173.33 Lts
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento					400.0 Kg/m ³
Agua					173.3 Lts/m ³
Agregado Fino					1513.6 Kg/m ³
Aditivo MasterEase 3900					6.0 kg/m ³
PROPORCIÓN EN PESO (KG)					
Cemento	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	1513.60	/	400.00	=	3.78
Agua	0.43	x	42.50	=	18.8
DOSIFICACIÓN EN PESO	C	AF	Agua		
	1	3.78	18.28		Lt/m ³
PROPORCIÓN EN VOLUMEN Pie ³					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino					1565.25 Kg/m ³
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	C	AF	Agua		
	1	3.59	18.28		Lt/m ³
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento					42.50 Kg
Agregado Fino					160.70 Kg
Agua Efectiva					18.30 Lts

ANEXO D

- Propiedades del Concreto Fresco
- Propiedades del Concreto Endurecido
- Ensayos de Contracción

PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

- **Peso unitario del concreto, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5%**

PESO UNITARIO DEL CONCRETO NTP 339.046

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17598	17602	17295
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3347	3348
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14252	14255	13947
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7075	7076
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.015	2.015	1.971
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.00019		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2000.19		

- **Peso unitario del concreto, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.0%**

PESO UNITARIO DEL CONCRETO NTP 339.046

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17410	17632	17585
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3347	3348
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14064	14285	14237
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7075	7076
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.988	2.019	2.012
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.00641		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2006.41		

- **Peso unitario del concreto, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5%**

PESO UNITARIO DEL CONCRETO NTP 339.046

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17420	17435	17520
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3347	3348
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14074	14088	14172
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7075	7076
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.990	1.991	2.003
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	1.99454		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	1994.54		

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

- Exudación del concreto, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5%

EXUDACIÓN DEL CONCRETO ASTM C - 232

Relación agua-cemento	0.60
Porcentaje de aditivo	0.50%
Diámetro del recipiente	25.83 cm
Área del concreto expuesto	524.01 cm ²
Peso de la mezcla + recipiente	40385 gr
Peso del recipiente	15650 gr
Peso de la muestra	24735 gr
Peso del agua por metro cúbico del concreto sin agua absorbida por agregados	227.68 Kg
Peso del concreto por metro cúbico	2000.19 Kg

Tiempo (min)	Volumen de agua Extraída (ml)	Agua de Exudación (ml/cm ²)
10	0	0
20	12.5	0.024
30	13.77	0.026
40	14.49	0.028
70	24.52	0.047
100	24.39	0.047
130	18.31	0.035
160	13.57	0.026
190	12.86	0.025
220	9.05	0.017
250	0	0
TOTAL	143.46	0.274

Peso del agua en la muestra	=	2815.56	gr
Exudación	=	5.10	(%)

- Exudación del concreto, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.0%

EXUDACIÓN DEL CONCRETO ASTM C - 232

Relación agua-cemento	0.60
Porcentaje de Aditivo	1.00%
Diámetro del recipiente	25.83 cm
Área del concreto expuesto	524.01 cm ²
Peso de la mezcla + recipiente	44105 gr
Peso del recipiente	15650 gr
Peso de la muestra	26315 gr
Peso del agua por metro cúbico del concreto sin agua absorbida por agregados	226.64 Kg
Peso del concreto por metro cúbico	2006.41 Kg

Tiempo (min)	Volumen de agua Extraída (ml)	Agua de Exudación (ml/cm ²)
10	0	0
20	123.19	0.235
30	70.51	0.135
40	40.79	0.078
70	22.66	0.043
100	10.65	0.020
130	8.32	0.016
160	5.36	0.010
190	2.03	0.004
220	0.6	0.001
250	0	0
TOTAL	284.11	0.542

Peso del agua en la muestra	=	3214.22 gr
Exudación	=	8.84 (%)

- Exudación del concreto, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5%

EXUDACIÓN DEL CONCRETO ASTM C - 232

Relación agua-cemento	0.60
Porcentaje de Aditivo	1.50%
Diámetro del recipiente	25.83 cm
Área del concreto expuesto	524.01 cm ²
Peso de la mezcla + recipiente	41520 gr
Peso del recipiente	15650 gr
Peso de la muestra	25870 gr
Peso del agua por metro cúbico del concreto sin agua absorbida por agregados	291.71 Kg
Peso del concreto por metro cúbico	2008.20 Kg

Tiempo (min)	Volumen de agua Extraída (ml)	Agua de Exudación (ml/cm ²)
10	0	0
20	216.23	0.413
30	150.23	0.287
40	60.32	0.115
70	53.32	0.102
100	19.17	0.037
130	1.32	0.003
160	0.35	0.001
190	0	0
TOTAL	500.94	0.956

Peso del agua en la muestra	=	2837.44 gr
Exudación	=	17.66 (%)

PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Resistencia a la compresión a los 7 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.50 %

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:0.50%

Condición: 7 días de curado

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.90	180.00	18,359	76.98	238	240
2	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.97	179.70	18,321	78.07	235	
3	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.92	178.60	18,209	77.21	236	
4	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.94	180.80	18,441	77.52	238	
5	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.91	182.50	18,612	77.13	241	
6	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.99	191.00	19,479	78.30	249	
7	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.03	190.60	19,438	79.01	246	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.26

VARIANZA
27.62

COEF. DE VARIACION
2.19

- Resistencia a la Compresión a los 14 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.50 %

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo: 0.50%

Condición: 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.94	203.70	20,769	77.60	268	271
2	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.96	203.40	20,742	77.91	266	
3	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.03	207.90	21,197	78.93	269	
4	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.00	211.60	21,579	78.54	275	
5	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.93	212.10	21,625	77.37	280	
6	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.91	202.70	20,665	77.13	268	
7	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.02	207.90	21,203	78.78	269	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.96

VARIANZA
24.57

COEF. DE VARIACION
1.38

- Resistencia a la Compresión a los 28 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.50 %

**ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39**

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:0.50%

Condición: 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.75	245.40	25,021	74.66	335	319
2	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.80	235.30	23,992	75.35	318	
3	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.79	232.10	23,668	75.20	315	
4	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.77	230.10	23,462	74.89	313	
5	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.81	251.70	25,670	75.51	340	
6	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.77	249.10	25,403	74.97	339	
7	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.80	201.50	20,544	75.35	273	

DESVIACIÓN ESTANDAR
23.33

VARIANZA
544.33

COEF. DE VARIACION
7.31

- Resistencia a la Compresión a los 7 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.00 %

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.00%

Condición: 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.94	195.50	19,936	77.60	257	255
2	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.94	205.10	20,911	77.60	269	
3	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.00	199.30	20,324	78.54	259	
4	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.98	199.80	20,374	78.23	260	
5	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.00	197.70	20,158	78.54	257	
6	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.90	189.10	19,284	76.98	251	
7	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.00	180.70	18,429	78.54	235	

DESVIACIÓN ESTANDAR
10.49

VARIANZA
109.95

COEF. DE VARIACION
4.11

- Resistencia a la Compresión a los 14 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.00 %

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.00%

Condición: 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Área (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.98	236.10	24,070	78.15	308	294
2	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.01	224.10	22,850	78.70	290	
3	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.00	224.10	22,851	78.54	291	
4	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.02	225.40	22,987	78.85	292	
5	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.00	222.30	22,667	78.46	289	
6	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.94	227.40	23,190	77.60	299	
7	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.03	224.30	22,874	79.01	290	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.96

VARIANZA
48.48

COEF. DE VARIACION
2.37

- Resistencia a la Compresión a los 28 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.00 %

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.00%

Condición: 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Área (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.81	245.40	25,021	75.51	331	349
2	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.80	265.30	27,051	75.43	359	
3	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.81	262.10	26,727	75.58	354	
4	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.80	264.10	26,929	75.43	357	
5	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.81	251.70	25,670	75.51	340	
6	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.81	259.10	26,423	75.51	350	
7	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.79	261.50	26,663	75.28	354	

DESVIACIÓN ESTANDAR
10.16

VARIANZA
103.24

COEF. DE VARIACION
2.91

- Resistencia a la Compresión a los 7 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.50 %

**ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C – 39**

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.50%

Condición: 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Área (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.99	168.00	17,126	78.30	219	221
2	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.99	165.80	16,902	78.38	216	
3	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.91	163.60	16,683	77.13	216	
4	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.99	162.00	16,518	78.30	211	
5	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.94	165.30	16,855	77.60	217	
6	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.94	177.60	18,109	77.52	234	
7	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.99	180.80	18,433	78.38	235	

DESVIACION ESTANDAR
9.44

VARIANZA
89.14

COEF. DE VARIACION
4.27

- Resistencia a la Compresión a los 14 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.50 %

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.50%

Condición: 14 días de curado

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Área (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.99	196.80	20,065	78.38	256	250
2	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.93	197.30	20,114	77.44	260	
3	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.98	168.10	17,146	78.23	219	
4	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	10.01	192.70	19,651	78.62	250	
5	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	10.01	200.30	20,427	78.70	260	
6	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.95	195.30	19,918	77.76	256	
7	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.94	189.30	19,298	77.60	249	

DESVIACIÓN ESTANDAR
14.34

VARIANZA
205.67

COEF. DE VARIACION
5.74

- Resistencia a la Compresión a los 28 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.50 %

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.50%

Condición: 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Área (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.76	166.70	16,995	74.82	227	271
2	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.78	209.00	21,312	75.12	284	
3	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.81	226.10	23,053	75.51	305	
4	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.77	207.00	21,107	74.97	282	
5	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.77	190.10	19,383	74.89	259	
6	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.76	214.30	21,856	74.82	292	
7	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.76	184.30	18,792	74.82	251	

DESVIACIÓN ESTANDAR
26.97

VARIANZA
727.62

COEF. DE VARIACION
9.95

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 7 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.50 %

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:0.50%

Condición: 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.99	20.40	63.90	6,519	20.40	19.00
2	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.02	20.51	62.00	6,320	19.60	
3	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.02	20.34	50.10	5,107	16.00	
4	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.94	20.63	67.60	6,897	21.40	
5	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.02	20.42	65.80	6,713	20.90	
6	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.94	20.61	53.60	5,462	17.00	
7	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	10.00	20.30	54.80	5,590	17.50	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.12

VARIANZA
4.49

COEF. DE VARIACION
11.15

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 14 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.50 %

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:0.50%

Condición: 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.94	20.52	68.30	6,964	21.80	21.30
2	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.02	20.36	64.90	6,619	20.70	
3	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.02	20.43	50.60	5,159	16.00	
4	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.94	20.65	69.20	7,057	21.90	
5	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.01	20.43	82.90	8,453	26.30	
6	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.99	20.25	48.90	4,987	15.70	
7	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.92	20.64	84.30	8,596	26.70	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.37

VARIANZA
19.10

COEF. DE VARIACION
20.52

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 28 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.50 %

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:0.50%

Condición: 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.81	20.43	63.6	6,487	75.51	20.6	21.90
2	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.79	20.26	68.9	7,025	75.28	22.5	
3	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.81	20.49	60.8	6,199	75.51	19.6	
4	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.88	20.49	62.6	6,379	76.67	20.1	
5	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.85	20.37	73.9	7,540	76.20	23.9	
6	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.80	20.35	77.4	7,890	75.43	25.2	
7	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.77	20.69	67.4	6,877	74.90	21.7	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.06

VARIANZA
4.25

COEF. DE VARIACION
9.41

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 7 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.00 %

**ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496**

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.00%

Condición: 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.99	20.35	68.0	6,934	78.38	21.7	20.70
2	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.99	20.50	65.7	6,701	78.30	20.8	
3	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.92	20.57	58.5	5,968	77.29	18.6	
4	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.97	20.23	62.2	6,340	78.07	20.0	
5	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.99	20.21	57.9	5,899	78.38	18.6	
6	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.99	20.42	62.1	6,334	78.38	19.8	
7	TESTIGO	4/06/2022	11/06/2022	7	9.91	20.59	80.6	8,218	77.13	25.6	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.42

VARIANZA
5.86

COEF. DE VARIACION
11.69

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 14 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.00 %

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.00%

Condición: 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	10.02	20.36	83.7	8,535	78.78	26.6	23.30
2	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.90	20.45	60.1	6,128	76.98	19.3	
3	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.90	20.65	77.9	7,947	76.98	24.8	
4	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.91	20.62	72.5	7,395	77.13	23.0	
5	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.90	20.59	77.8	7,934	76.98	24.8	
6	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.94	20.57	76.2	7,769	77.60	24.2	
7	TESTIGO	4/06/2022	18/06/2022	14	9.90	20.46	62.5	6,377	76.90	20.1	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.66

VARIANZA
7.09

COEF. DE VARIACION
11.42

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 28 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.00 %

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.00%

Condición: 28 días de curado

N° Mst .	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	10.00	20.46	74.2	7,570	78.46	23.6	24.00
2	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	10.01	20.31	72.3	7,373	78.62	23.1	
3	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	10.03	20.47	74.4	7,589	78.93	23.5	
4	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	10.04	20.35	75.6	7,710	79.09	24.0	
5	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.99	20.46	77.0	7,849	78.30	24.5	
6	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	9.94	20.78	78.8	8,032	77.60	24.8	
7	TESTIGO	4/06/2022	2/07/2022	28	10.03	20.25	75.6	7,710	78.93	24.2	

DESVIACIÓN ESTANDAR
0.60

VARIANZA
0.36

COEF. DE VARIACION
2.49

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 7 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.50 %

**ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496**

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.50%

Condición: 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.94	20.53	57.1	5,822	77.52	18.2	17.20
2	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.99	20.27	51.3	5,234	78.30	16.5	
3	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	10.01	20.30	53.9	5,500	78.70	17.2	
4	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	10.03	20.36	54.7	5,573	79.01	17.4	
5	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.96	20.62	53.2	5,426	77.91	16.8	
6	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	9.91	20.54	56.7	5,783	77.13	18.1	
7	TESTIGO	5/06/2022	12/06/2022	7	10.01	20.20	50.5	5,153	78.70	16.2	

DESVIACIÓN ESTANDAR
0.76

VARIANZA
0.58

COEF. DE VARIACION
4.44

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 14 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5 %

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.50%

Condición: 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.96	20.57	65.7	6,699	77.91	20.80	19.30
2	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.95	20.52	68.2	6,959	77.76	21.70	
3	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.96	20.62	69.7	7,107	77.91	22.00	
4	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	10.00	20.49	54.3	5,532	78.46	17.20	
5	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.98	20.69	61.5	6,271	78.23	19.30	
6	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	10.00	20.59	52.2	5,326	78.46	16.50	
7	TESTIGO	5/06/2022	19/06/2022	14	9.94	20.51	54.7	5,581	77.52	17.40	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.28

VARIANZA
5.19

COEF. DE VARIACION
11.81

- Resistencia a la Tracción por compresión diametral a los 28 días, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5 %

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/ cemento: 0.60

Aditivo:1.50%

Condición: 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.99	20.61	58.8	5,999	78.30	18.60	19.60
2	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	10.04	20.71	74.0	7,550	79.17	23.10	
3	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.96	20.69	65.7	6,699	77.91	20.70	
4	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	10.07	20.44	66.7	6,804	79.56	21.10	
5	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	10.00	20.25	57.3	5,845	78.54	18.40	
6	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	10.06	20.30	55.4	5,650	79.41	17.60	
7	TESTIGO	5/06/2022	3/07/2022	28	9.95	20.63	55.5	5,657	77.76	17.50	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.10

VARIANZA
4.43

COEF. DE VARIACION
10.73

MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5 %

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

M-1	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 0.5%
------------	---

DATOS :

Diámetro (cm) : 9.82
 Área (cm²) : 75.74
 Fecha de vaciado : 04/06/2022
 Fecha de ensayo : 02/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	319
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	98.20

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	13.20	0.0040000	0.0004390	0.0000296	0.0000045
2000	26.41	0.0125000	0.0017560	0.0000926	0.0000179
3000	39.61	0.0160000	0.0030730	0.0001185	0.0000313
4000	52.81	0.0230000	0.0043900	0.0001704	0.0000447
5000	66.02	0.0310000	0.0057070	0.0002296	0.0000581
6000	79.22	0.0380000	0.0070240	0.0002815	0.0000715
7000	92.42	0.0450000	0.0083410	0.0003333	0.0000849
8000	105.62	0.0540000	0.0100970	0.0004000	0.0001028
9000	118.83	0.0620000	0.0118530	0.0004593	0.0001207
10000	132.03	0.0700000	0.0136090	0.0005185	0.0001386
11000	145.23	0.0830000	0.0153650	0.0006148	0.0001565

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

13.20	0.0000296				
X	0.0000500	X	17.48	s1	
26.41	0.0000926				

132.03	0.0005185				
127.60	Y	Y	0.0004862	e2	
145.23	0.0006148				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

13.20	0.0000045				
17.48	Y	Y	0.0000088	et1	
26.41	0.0000179				

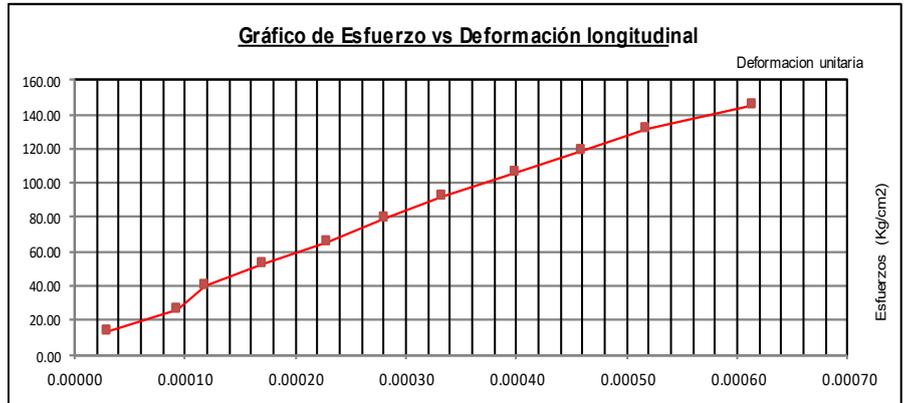
INTERPOLACION PARA et2' para S2

132.03	0.0001386				
127.60	Y	Y	0.0001326	et2	
145.23	0.0001565				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

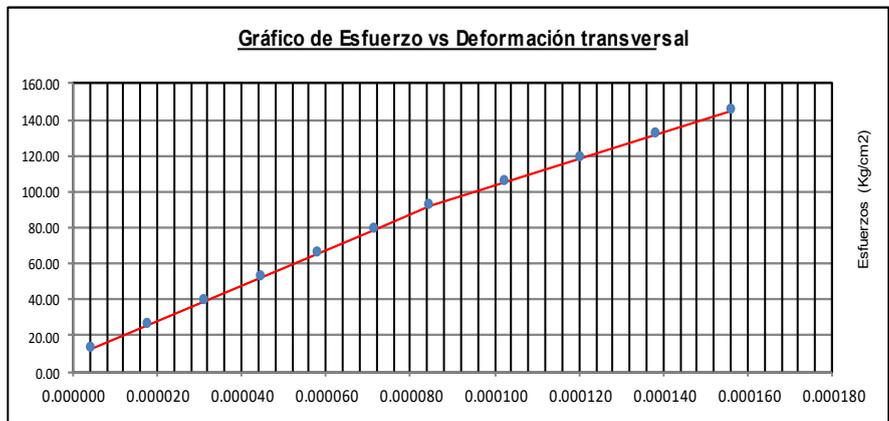
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	17.48
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	127.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004862

MODULO ELASTICO 252,453



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000088
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001326
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004862

MODULO DE POISSON 0.284



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5 %

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469

M-2	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 0.5%
------------	---

DATOS

Diametro (cm) : 10.44
 Área (cm²) : 85.60
 Fecha de vaciado : 04/06/2022
 Fecha de ensayo : 02/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	319
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	104.40

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	11.68	0.0030000	0.0013170	0.0000222	0.0000126
2000	23.36	0.0065000	0.0021950	0.0000481	0.0000210
3000	35.05	0.0135000	0.0035120	0.0001000	0.0000336
4000	46.73	0.0190000	0.0048290	0.0001407	0.0000463
5000	58.41	0.0240000	0.0061460	0.0001778	0.0000589
6000	70.09	0.0300000	0.0070240	0.0002222	0.0000673
7000	81.78	0.0365000	0.0083410	0.0002704	0.0000799
8000	93.46	0.0425000	0.0100970	0.0003148	0.0000967
9000	105.14	0.0490000	0.0118530	0.0003630	0.0001135
10000	116.82	0.0560000	0.0131700	0.0004148	0.0001261
11000	128.50	0.0635000	0.0149260	0.0004704	0.0001430

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

11.68	0.0000222		
X	0.0000500	X	24.22
23.36	0.0000481		s1

116.82	0.0004148		
127.60	Y	Y	0.0004661
128.50	0.0004704		e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

11.68	0.0000126		
24.22	Y	Y	0.0000216
23.36	0.0000210		et1

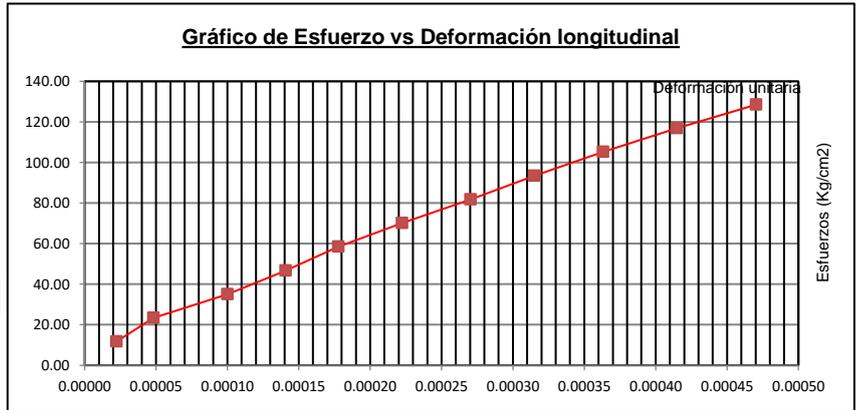
INTERPOLACION PARA et2' para S2

116.82	0.0001261		
127.60	Y	Y	0.0001417
128.50	0.0001430		et2

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

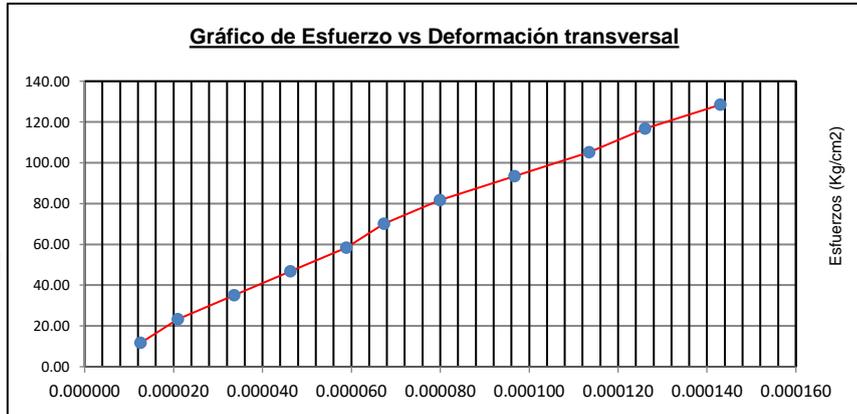
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	24.22
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	127.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004661

MODULO ELASTICO	248,450
------------------------	----------------



e1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000216
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001417
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004661

MODULO DE POISSON	0.289
--------------------------	--------------



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5 %

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

M-3	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 0.5%
------------	---

DATOS :

Diametro (cm) : 10.03
 Área (cm²) : 79.01
 Fecha de vaciado : 04/06/2022
 Fecha de ensayo : 02/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	319
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	100.30

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.66	0.0040000	0.0004390	0.0000296	0.0000044
2000	25.31	0.0125000	0.0013170	0.0000926	0.0000131
3000	37.97	0.0170000	0.0039510	0.0001259	0.0000394
4000	50.63	0.0225000	0.0057070	0.0001667	0.0000569
5000	63.28	0.0285000	0.0065850	0.0002111	0.0000657
6000	75.94	0.0350000	0.0074630	0.0002593	0.0000744
7000	88.60	0.0400000	0.0092190	0.0002963	0.0000919
8000	101.25	0.0475000	0.0096580	0.0003519	0.0000963
9000	113.91	0.0510000	0.0122920	0.0003778	0.0001226
10000	126.57	0.0635000	0.0131700	0.0004704	0.0001313
11000	139.22	0.0770000	0.0158040	0.0005704	0.0001576

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.66	0.0000296				
X	0.0000500	X	16.76	s1	
25.31	0.0000926				

126.57	0.0004704				
127.60	Y	Y	0.0004785	e2	
139.22	0.0005704				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.66	0.0000044				
16.76	Y	Y	0.0000072	et1	
25.31	0.0000131				

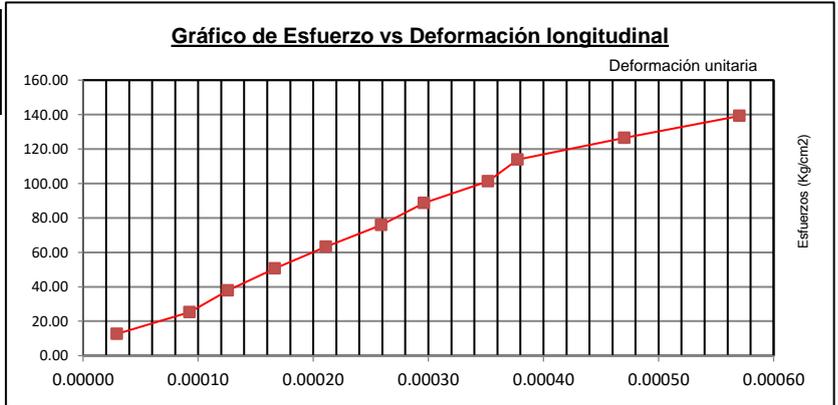
INTERPOLACION PARA et2' para S2

126.57	0.0001313				
127.60	Y	Y	0.0001334	et2	
139.22	0.0001576				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

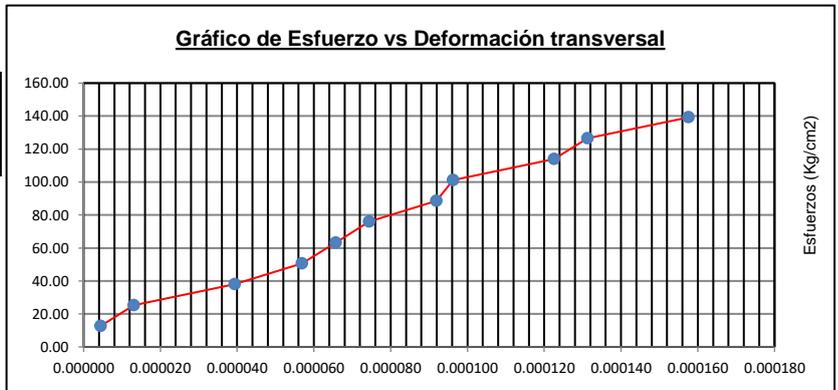
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	16.76
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	127.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004785

MODULO ELASTICO 258,670



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000072
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001334
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004785

MODULO DE POISSON 0.295



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.0 %

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

M-1	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 1.0%
------------	---

DATOS :

Diametro (cm) : 09.78
 Área (cm²) : 75.05
 Fecha de vaciado : 04/06/2022
 Fecha de ensayo : 02/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	349
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	97.75

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	13.32	0.0070000	0.0008780	0.0000519	0.0000090
2000	26.65	0.0195000	0.0021950	0.0001444	0.0000225
3000	39.97	0.0250000	0.0030730	0.0001852	0.0000314
4000	53.30	0.0305000	0.0039510	0.0002259	0.0000404
5000	66.62	0.0365000	0.0057070	0.0002704	0.0000584
6000	79.95	0.0420000	0.0065850	0.0003111	0.0000674
7000	93.27	0.0490000	0.0079020	0.0003630	0.0000808
8000	106.60	0.0560000	0.0092190	0.0004148	0.0000943
9000	119.92	0.0630000	0.0109750	0.0004667	0.0001123
10000	133.24	0.0705000	0.0127310	0.0005222	0.0001302
11000	146.57	0.0770000	0.0136090	0.0005704	0.0001392

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

13.32	0.0000519				
X	0.0000500	X	13.05	s1	
26.65	0.0001444				

119.92	0.0004667				
139.60	Y	Y	0.0005487	e2	
133.24	0.0005222				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

13.32	0.0000090				
13.05	Y	Y	0.0000087	et1	
26.65	0.0000225				

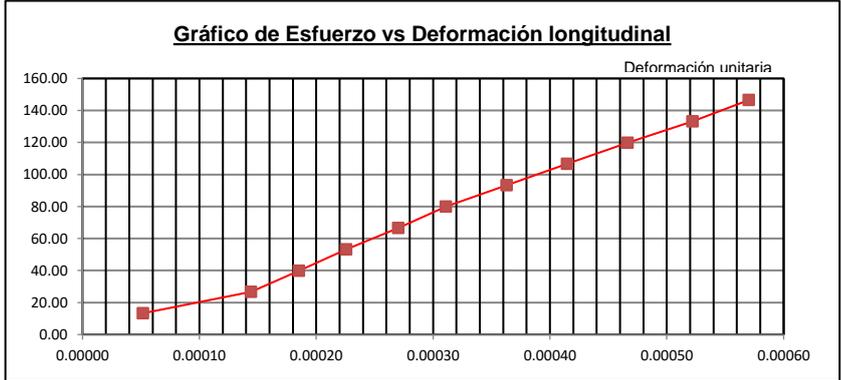
INTERPOLACION PARA et2' para S2

119.92	0.0001123				
139.60	Y	Y	0.0001387	et2	
133.24	0.0001302				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

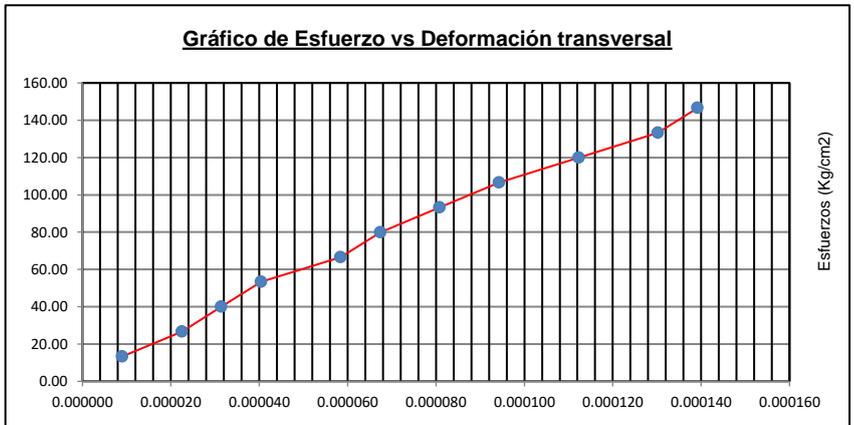
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	13.05
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	139.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005487

MODULO ELASTICO	253,760
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000087
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001387
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005487

MODULO DE POISSON	0.261
--------------------------	--------------



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.0 %

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

M-2	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 1.0%
------------	---

DATOS :

Diametro (cm) : 10.25
 Área (cm²) : 82.44
 Fecha de vaciado : 04/06/2022
 Fecha de ensayo : 02/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	349
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	102.45

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.13	0.0030000	0.0013170	0.0000222	0.0000129
2000	24.26	0.0070000	0.0021950	0.0000519	0.0000214
3000	36.39	0.0135000	0.0035120	0.0001000	0.0000343
4000	48.52	0.0190000	0.0048290	0.0001407	0.0000471
5000	60.65	0.0240000	0.0061460	0.0001778	0.0000600
6000	72.78	0.0300000	0.0070240	0.0002222	0.0000686
7000	84.91	0.0365000	0.0083410	0.0002704	0.0000814
8000	97.04	0.0425000	0.0100970	0.0003148	0.0000986
9000	109.17	0.0490000	0.0118530	0.0003630	0.0001157
10000	121.30	0.0560000	0.0131700	0.0004148	0.0001286
11000	133.43	0.0635000	0.0149260	0.0004704	0.0001457

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.13	0.0000222				
X	0.0000500	X	23.48	s1	
24.26	0.0000519				

109.17	0.0003630				
139.60	Y	Y	0.0004929	e2	
121.30	0.0004148				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.13	0.0000129				
23.48	Y	Y	0.0000209	et1	
24.26	0.0000214				

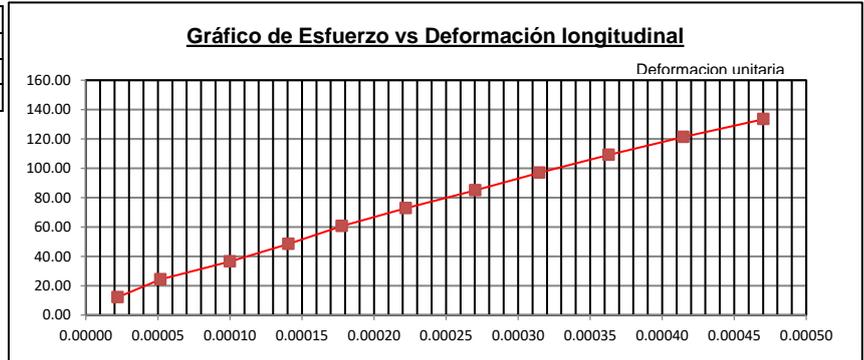
INTERPOLACION PARA et2' para S2

109.17	0.0001157				
139.60	Y	Y	0.0001481	et2	
121.30	0.0001286				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

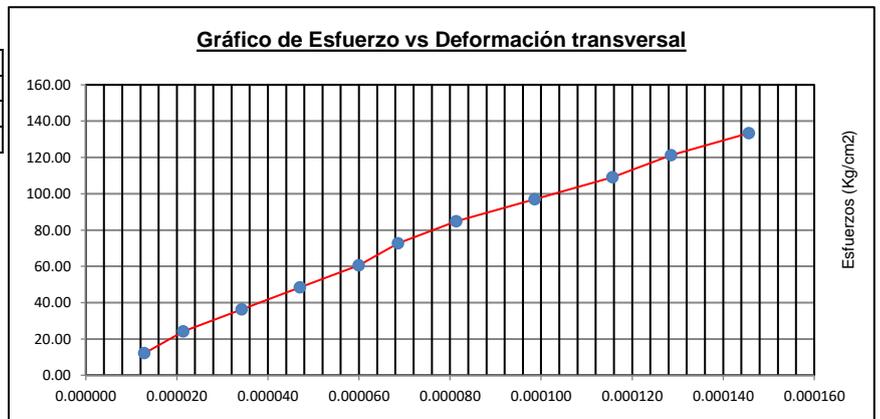
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	23.48
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	139.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004929

MODULO ELASTICO 262,181



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000209
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001481
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004929

MODULO DE POISSON 0.287



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.0 %

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469

M-3	TESTIGO - RELACION AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 1.0%
-----	--

DATOS

Diametro (cm) : 09.78
 Área (cm²) : 75.12
 Fecha de vaciado : 04/06/2022
 Fecha de ensayo : 02/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	349
---------------------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	97.80

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	13.31	0.0040000	0.0013170	0.0000296	0.0000135
2000	26.62	0.0145000	0.0021950	0.0001074	0.0000224
3000	39.94	0.0190000	0.0035120	0.0001407	0.0000359
4000	53.25	0.0235000	0.0052680	0.0001741	0.0000539
5000	66.56	0.0300000	0.0061460	0.0002222	0.0000628
6000	79.87	0.0380000	0.0074630	0.0002815	0.0000763
7000	93.18	0.0450000	0.0083410	0.0003333	0.0000853
8000	106.50	0.0505000	0.0100970	0.0003741	0.0001032
9000	119.81	0.0555000	0.0114140	0.0004111	0.0001167
10000	133.12	0.0665000	0.0127310	0.0004926	0.0001302
11000	146.43	0.0765000	0.0136090	0.0005667	0.0001392

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

13.31	0.0000296		
X	0.0000500	X	16.80
26.62	0.0001074		

119.81	0.0004111		
139.60	Y	Y	0.0005323
133.12	0.0004926		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

13.31	0.0000135		
16.80	Y	Y	0.0000158
26.62	0.0000224		

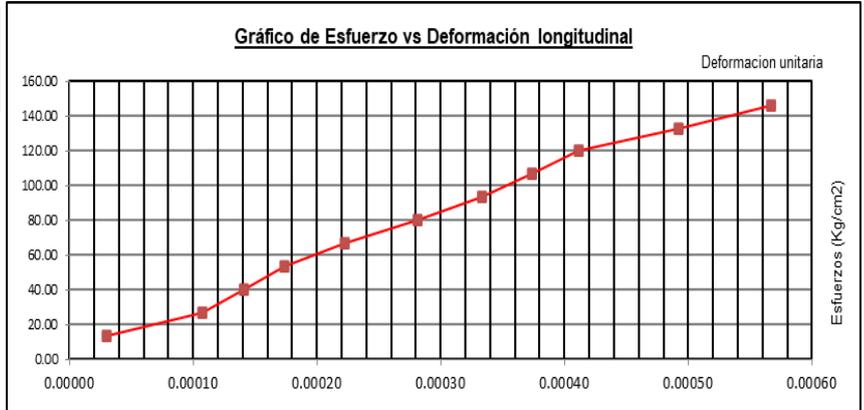
INTERPOLACION PARA et2' para S2

119.81	0.0001167		
139.60	Y	Y	0.0001368
133.12	0.0001302		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

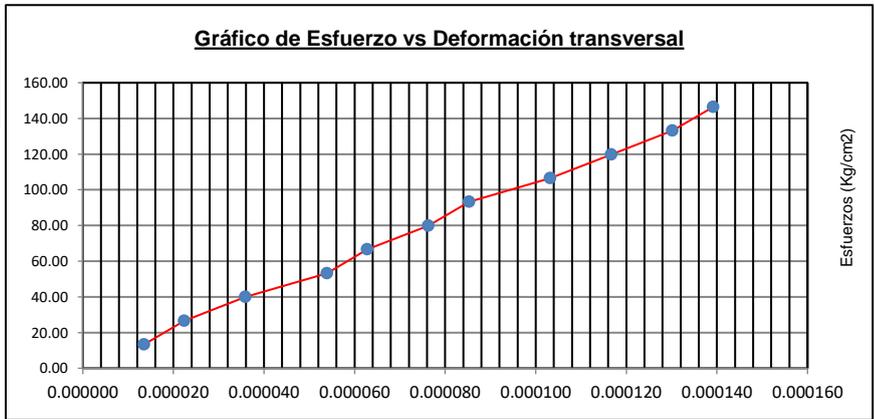
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	16.80
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	139.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005323

MODULO ELASTICO 254,613



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000158
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001368
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005323

MODULO DE POISSON 0.251



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5 %

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

M-1	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 1.5 %
------------	--

DATOS :

Diametro (cm) : 10.04
 Área (cm²) : 79.17
 Fecha de vaciado : 05/06/2022
 Fecha de ensayo : 03/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	271
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	100.40

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.63	0.0045000	0.0013170	0.0000333	0.0000131
2000	25.26	0.0125000	0.0021950	0.0000926	0.0000219
3000	37.89	0.0185000	0.0035120	0.0001370	0.0000350
4000	50.52	0.0255000	0.0043900	0.0001889	0.0000437
5000	63.16	0.0320000	0.0057070	0.0002370	0.0000568
6000	75.79	0.0395000	0.0070240	0.0002926	0.0000700
7000	88.42	0.0460000	0.0079020	0.0003407	0.0000787
8000	101.05	0.0540000	0.0096580	0.0004000	0.0000962
9000	113.68	0.0610000	0.0109750	0.0004519	0.0001093

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.63	0.0000333				
X	0.0000500	X	16.19	s1	
25.26	0.0000926				

88.42	0.0003407				
108.40	Y	Y	0.0004345	e2	
101.05	0.0004000				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.63	0.0000131				
16.19	Y	Y	0.0000156	et1	
25.26	0.0000219				

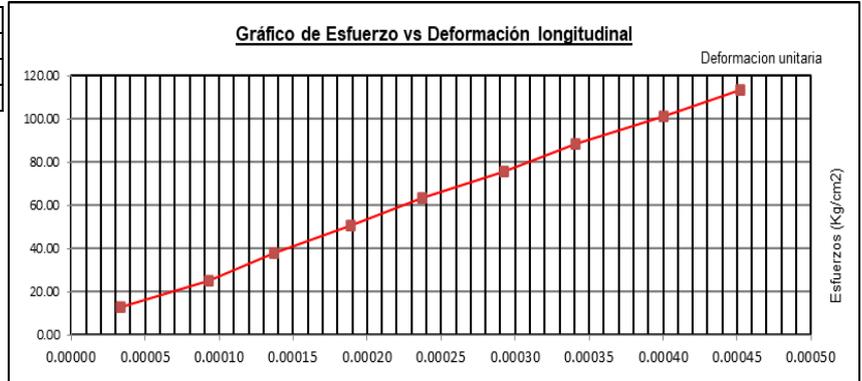
INTERPOLACION PARA et2' para S2

88.42	0.0000787				
108.40	Y	Y	0.0001064	et2	
101.05	0.0000962				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

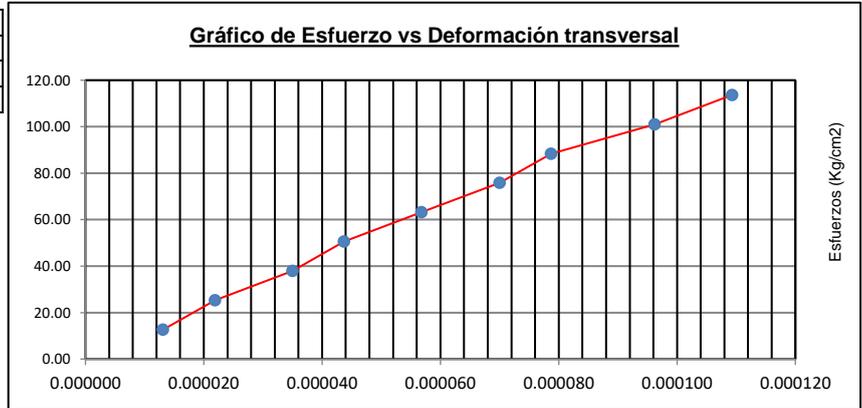
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	16.19
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	108.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004345

MODULO ELASTICO 239,818



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000156
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001064
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004345

MODULO DE POISSON 0.236



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5 %

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

M-2	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 1.5%
------------	---

DATOS :

Diametro (cm) : 10.26
 Área (cm²) : 82.68
 Fecha de vaciado : 05/06/2022
 Fecha de ensayo : 03/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	271
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	102.6

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.09	0.0035000	0.0008780	0.0000259	0.0000086
2000	24.19	0.0080000	0.0017560	0.0000593	0.0000171
3000	36.28	0.0175000	0.0030730	0.0001296	0.0000300
4000	48.38	0.0225000	0.0039510	0.0001667	0.0000385
5000	60.47	0.0300000	0.0052680	0.0002222	0.0000513
6000	72.57	0.0360000	0.0065850	0.0002667	0.0000642
7000	84.66	0.0425000	0.0079020	0.0003148	0.0000770
8000	96.76	0.0500000	0.0092190	0.0003704	0.0000899
9000	108.85	0.0580000	0.0105360	0.0004296	0.0001027

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.09	0.0000259				
X	0.0000500	X	20.82	s1	
24.19	0.0000593				

84.66	0.0003148				
108.40	Y	Y	0.0004239	e2	
96.76	0.0003704				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.09	0.0000086				
20.82	Y	Y	0.0000147	et1	
24.19	0.0000171				

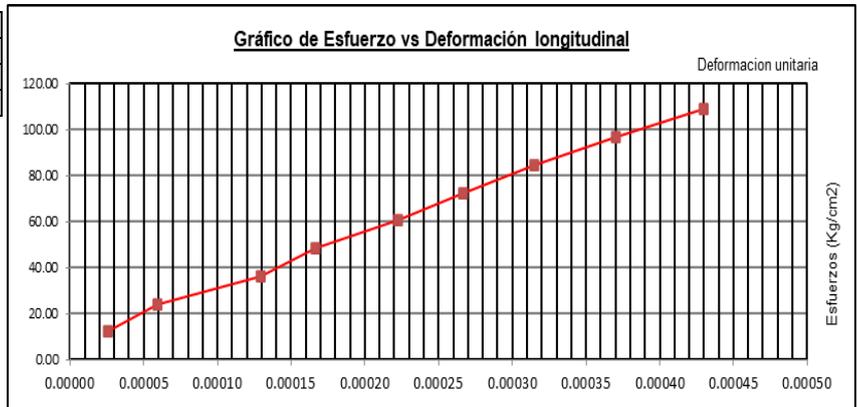
INTERPOLACION PARA et2' para S2

84.66	0.0000770				
108.40	Y	Y	0.0001023	et2	
96.76	0.0000899				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

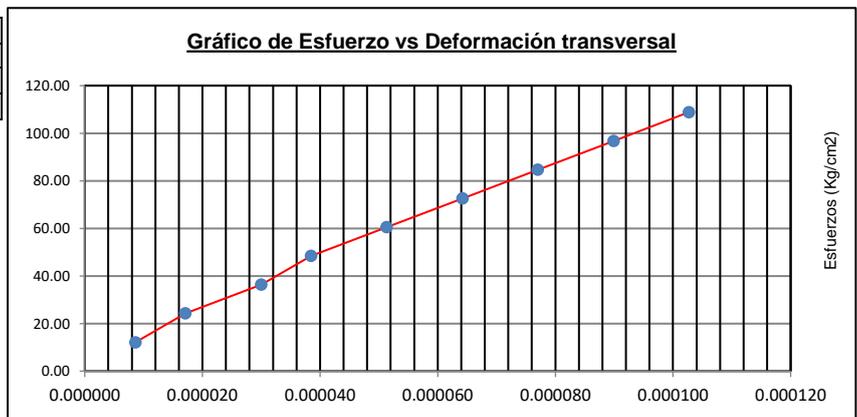
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	20.82
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	108.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004239

MODULO ELASTICO	234,234
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000147
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001023
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004239

MODULO DE POISSON	0.234
--------------------------	--------------



- Módulo de elasticidad, relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5 %

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469

M-3	TESTIGO - RELACIÓN AGUA CEMENTO 0.60 ADITIVO AL 1.5%
-----	--

DATOS :

Diámetro (cm) : 10.24
 Área (cm²) : 82.27
 Fecha de vaciado : 05/06/2022
 Fecha de ensayo : 03/07/2022

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	271
--------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	102.35

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.16	0.0020000	0.0004390	0.0000148	0.0000043
2000	24.31	0.0085000	0.0021950	0.0000630	0.0000214
3000	36.47	0.0155000	0.0030730	0.0001148	0.0000300
4000	48.62	0.0235000	0.0043900	0.0001741	0.0000429
5000	60.78	0.0305000	0.0048290	0.0002259	0.0000472
6000	72.93	0.0385000	0.0070240	0.0002852	0.0000686
7000	85.09	0.0450000	0.0083410	0.0003333	0.0000815
8000	97.24	0.0510000	0.0096580	0.0003778	0.0000944
9000	109.40	0.0555000	0.0114140	0.0004111	0.0001115

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.16	0.0000148		
X	0.0000500	X	21.03
24.31	0.0000630		

s1

85.09	0.0003333		
108.40	Y	Y	0.0004187
97.24	0.0003778		

e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.16	0.0000043		
21.03	Y	Y	0.0000168
24.31	0.0000214		

et1

INTERPOLACION PARA et2' para S2

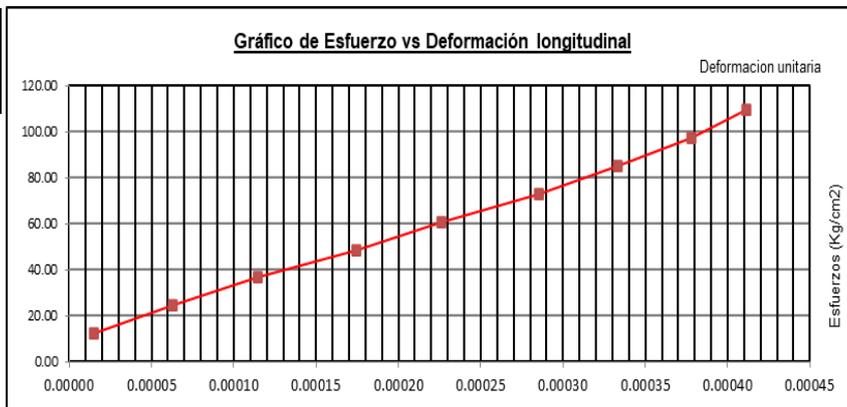
85.09	0.0000815		
108.40	Y	Y	0.0001062
97.24	0.0000944		

et2

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

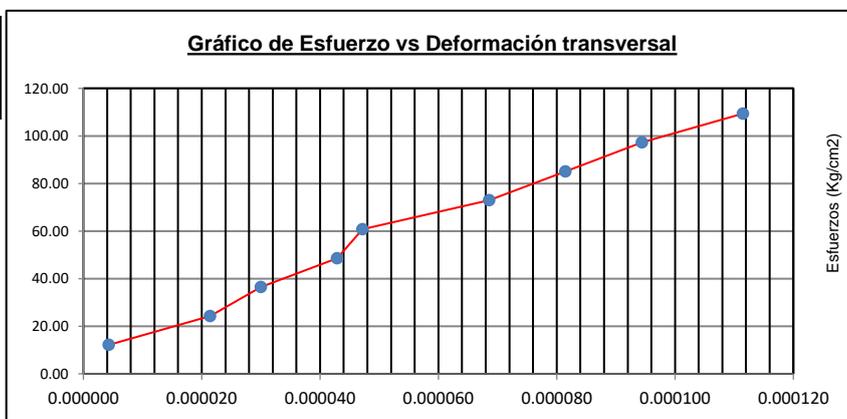
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	21.03
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	108.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004187

MODULO ELASTICO 236,968



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000168
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001062
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004187

MODULO DE POISSON 0.243

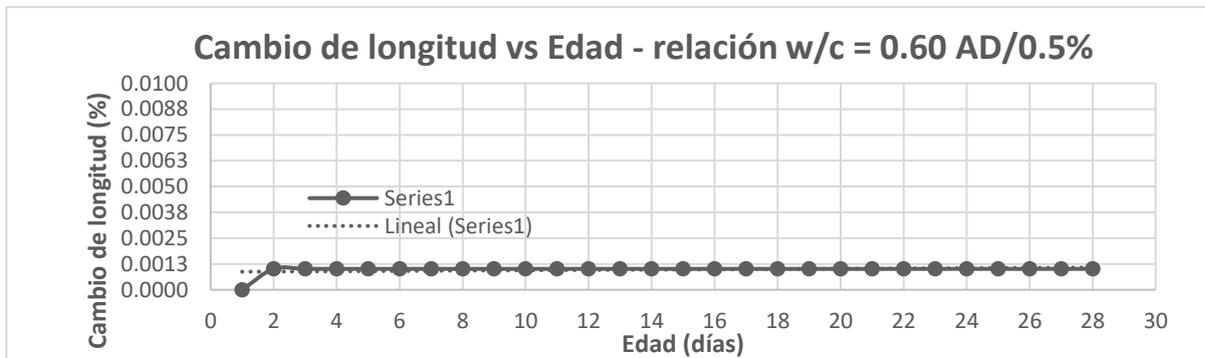


-ENSAYO DE CONTRACCIÓN

- Cambio de longitud, 28 días curado relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5 %

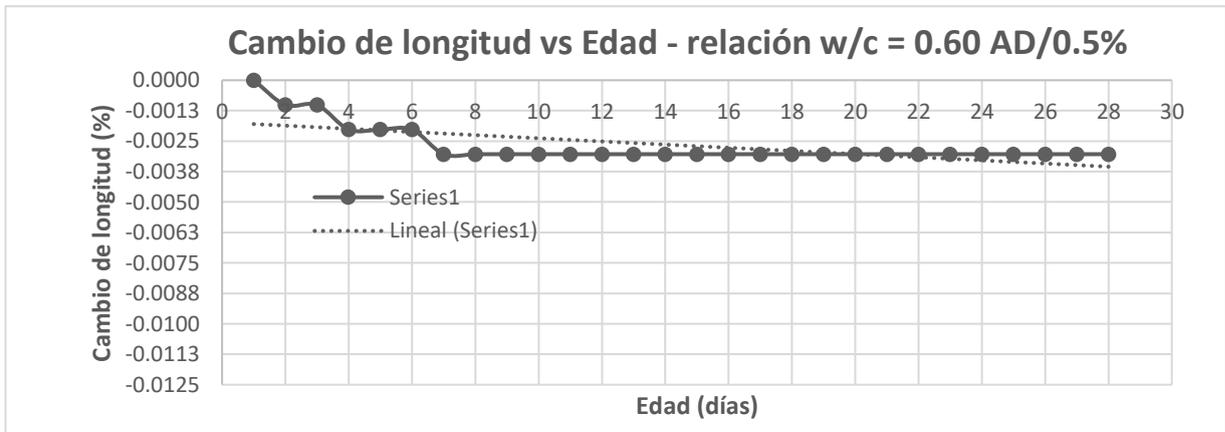
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	01
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						A	B	C	
06/06/2022	1	9.8819	*0.3297	*0.2787	0.051	0.051	0.0000	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3213	0.2702	0.051	0.0511	0.0001	0.00101195	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3295	0.2784	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3306	0.2795	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3214	0.2703	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3213	0.2702	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3212	0.2701	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3213	0.2702	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3298	0.2787	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3299	0.2788	0.051	0.0511	0.0000	0.00101191	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3289	0.2778	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3284	0.2773	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3288	0.2777	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3304	0.2793	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3303	0.2792	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3286	0.2775	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3287	0.2776	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3292	0.2781	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3291	0.278	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3289	0.2778	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3281	0.277	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3283	0.2772	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3289	0.2778	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3291	0.278	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3288	0.2777	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3293	0.2782	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3287	0.2776	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3284	0.2773	0.051	0.0511	0.0000	0.00101195	28



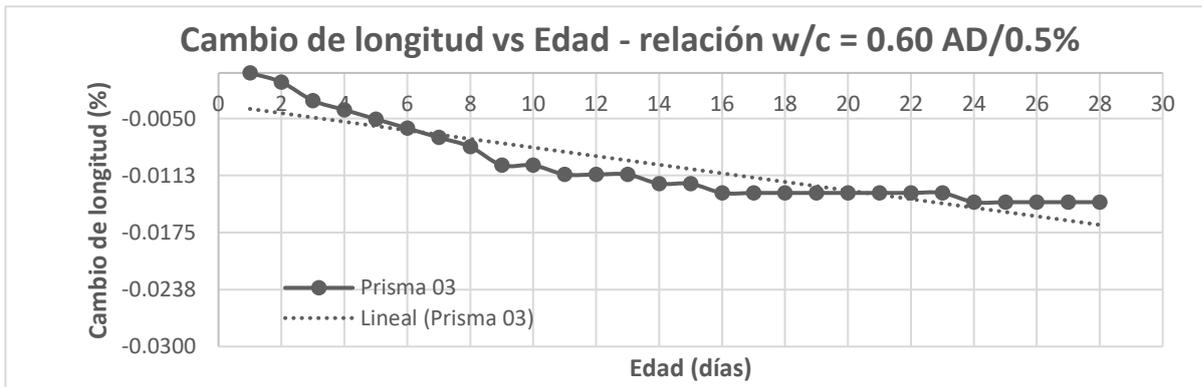
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	02
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
						E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	n		
06/06/2022	1	9.8819	*0.3541	*0.2787	0.0754	0.0754	0.0000	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3455	0.2702	0.0754	0.0753	-0.0001	-0.00607171	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3537	0.2784	0.0754	0.0753	0.0000	-0.01214341	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3547	0.2795	0.0754	0.0752	-0.0001	-0.01517927	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3455	0.2703	0.0754	0.0752	0.0000	-0.01619122	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3454	0.2702	0.0754	0.0752	0.0000	-0.01619122	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3452	0.2701	0.0754	0.0751	-0.0001	-0.01821512	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3453	0.2702	0.0754	0.0751	0.0000	-0.01821512	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3538	0.2787	0.0754	0.0751	0.0000	-0.01821512	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3539	0.2788	0.0754	0.0751	0.0000	-0.01922707	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3529	0.2778	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02125097	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3524	0.2773	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02125097	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3528	0.2777	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02125097	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3544	0.2793	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02327488	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3543	0.2792	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02529878	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3526	0.2775	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02631073	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3527	0.2776	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02833463	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3532	0.2781	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02833463	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3531	0.2780	0.0754	0.0751	0.0000	-0.02934658	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3529	0.2778	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3521	0.2770	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3523	0.2772	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3529	0.2778	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03137049	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3531	0.2780	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3528	0.2777	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3533	0.2782	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3527	0.2776	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3524	0.2773	0.0754	0.0751	0.0000	-0.03035853	28



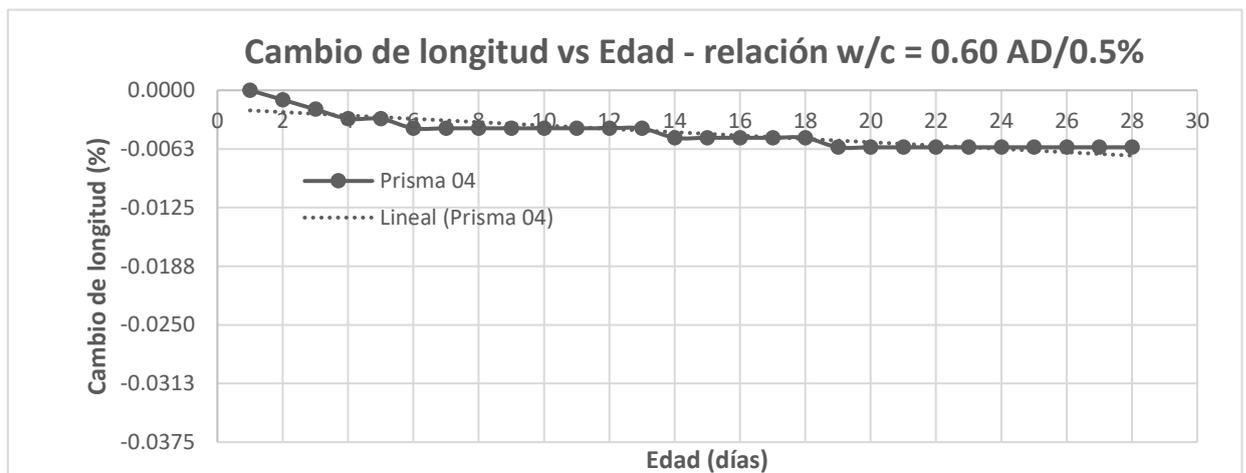
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	03
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	
06/06/2022	1	9.8819	*0.2944	*0.2787	0.0157	0.0157	0.0000	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.2858	0.2702	0.0157	0.0156	-0.0001	-0.00101195	2
08/06/2022	3	9.8819	0.2938	0.2784	0.0157	0.0154	-0.0002	-0.00303585	3
09/06/2022	4	9.8819	0.2948	0.2795	0.0157	0.0153	-0.0001	-0.0040478	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2855	0.2703	0.0157	0.0152	-0.0001	-0.00505976	5
11/06/2022	6	9.8819	0.2853	0.2702	0.0157	0.0151	-0.0001	-0.00607171	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2851	0.2701	0.0157	0.0150	-0.0001	-0.00708366	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2851	0.2702	0.0157	0.0149	-0.0001	-0.00809561	8
14/06/2022	9	9.8819	0.2934	0.2787	0.0157	0.0147	-0.0002	-0.01011951	9
15/06/2022	10	9.8819	0.2935	0.2788	0.0157	0.0147	0.0000	-0.01011951	10
16/06/2022	11	9.8819	0.2924	0.2778	0.0157	0.0146	-0.0001	-0.01113146	11
17/06/2022	12	9.8819	0.2919	0.2773	0.0157	0.0146	0.0000	-0.01113146	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2923	0.2777	0.0157	0.0146	0.0000	-0.01113146	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2938	0.2793	0.0157	0.0145	-0.0001	-0.01214341	14
19/06/2022	15	9.8819	0.2937	0.2792	0.0157	0.0145	0.0000	-0.01214341	15
20/06/2022	16	9.8819	0.2919	0.2775	0.0157	0.0144	-0.0001	-0.01315536	16
21/06/2022	17	9.8819	0.2920	0.2776	0.0157	0.0144	0.0000	-0.01315536	17
22/06/2022	18	9.8819	0.2925	0.2781	0.0157	0.0144	0.0000	-0.01315536	18
23/06/2022	19	9.8819	0.2924	0.278	0.0157	0.0144	0.0000	-0.01315536	19
24/06/2022	20	9.8819	0.2922	0.2778	0.0157	0.0144	0.0000	-0.01315536	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2914	0.277	0.0157	0.0144	0.0000	-0.01315536	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2916	0.2772	0.0157	0.0144	0.0000	-0.01315536	22
27/06/2022	23	9.8819	0.2922	0.2778	0.0157	0.0144	0.0000	-0.01315536	23
28/06/2022	24	9.8819	0.2923	0.278	0.0157	0.0143	-0.0001	-0.01416732	24
29/06/2022	25	9.8819	0.2920	0.2777	0.0157	0.0143	0.0000	-0.01416732	25
30/06/2022	26	9.8819	0.2925	0.2782	0.0157	0.0143	0.0000	-0.01416732	26
01/07/2022	27	9.8819	0.2919	0.2776	0.0157	0.0143	0.0000	-0.01416732	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2916	0.2773	0.0157	0.0143	0.0000	-0.01416732	28



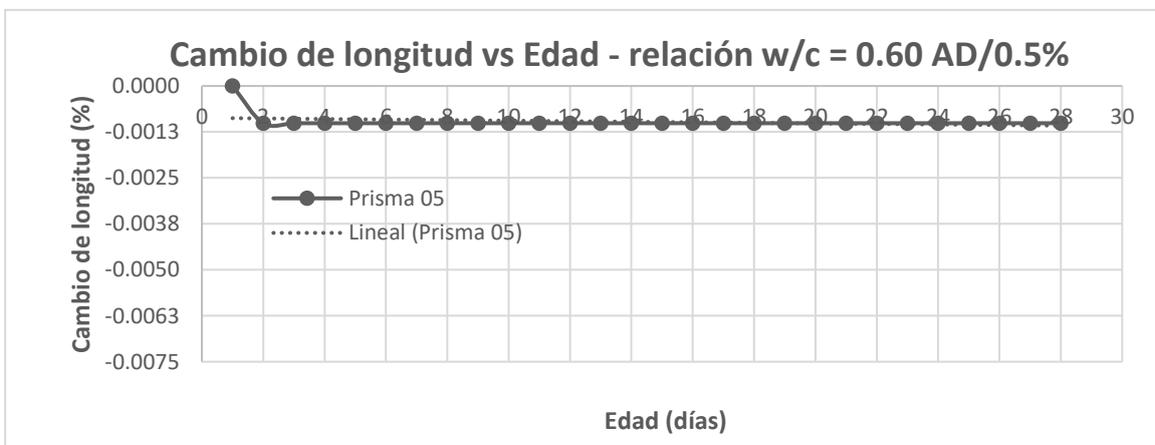
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	04
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
						E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$			
06/06/2022	1	9.8819	*0.2956	*0.2787	0.0169	0.0169	0.0000	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.287	0.2702	0.0169	0.0168	-0.0001	-0.00101195	2
08/06/2022	3	9.8819	0.2951	0.2784	0.0169	0.0167	-0.0001	-0.00202390	3
09/06/2022	4	9.8819	0.2961	0.2795	0.0169	0.0166	-0.0001	-0.00303585	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2869	0.2703	0.0169	0.0166	0.0000	-0.00303585	5
11/06/2022	6	9.8819	0.2867	0.2702	0.0169	0.0165	-0.0001	-0.00404780	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2866	0.2701	0.0169	0.0165	0.0000	-0.00404780	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2867	0.2702	0.0169	0.0165	0.0000	-0.00404780	8
14/06/2022	9	9.8819	0.2952	0.2787	0.0169	0.0165	0.0000	-0.00404780	9
15/06/2022	10	9.8819	0.2953	0.2788	0.0169	0.0165	0.0000	-0.00404780	10
16/06/2022	11	9.8819	0.2943	0.2778	0.0169	0.0165	0.0000	-0.00404780	11
17/06/2022	12	9.8819	0.2938	0.2773	0.0169	0.0165	0.0000	-0.00404780	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2942	0.2777	0.0169	0.0165	0.0000	-0.00404780	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2957	0.2793	0.0169	0.0164	-0.0001	-0.00505975	14
19/06/2022	15	9.8819	0.2956	0.2792	0.0169	0.0164	0.0000	-0.00505975	15
20/06/2022	16	9.8819	0.2939	0.2775	0.0169	0.0164	0.0000	-0.00505975	16
21/06/2022	17	9.8819	0.294	0.2776	0.0169	0.0164	0.0000	-0.00505975	17
22/06/2022	18	9.8819	0.2945	0.2781	0.0169	0.0164	0.0000	-0.00505975	18
23/06/2022	19	9.8819	0.2943	0.278	0.0169	0.0163	-0.0001	-0.00607170	19
24/06/2022	20	9.8819	0.2941	0.2778	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607177	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2933	0.277	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2935	0.2772	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	22
27/06/2022	23	9.8819	0.2941	0.2778	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	23
28/06/2022	24	9.8819	0.2943	0.278	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	24
29/06/2022	25	9.8819	0.294	0.2777	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	25
30/06/2022	26	9.8819	0.2945	0.2782	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	26
01/07/2022	27	9.8819	0.2939	0.2776	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2936	0.2773	0.0169	0.0163	0.0000	-0.00607170	28



Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	05
Tiempo de Curado	28 días

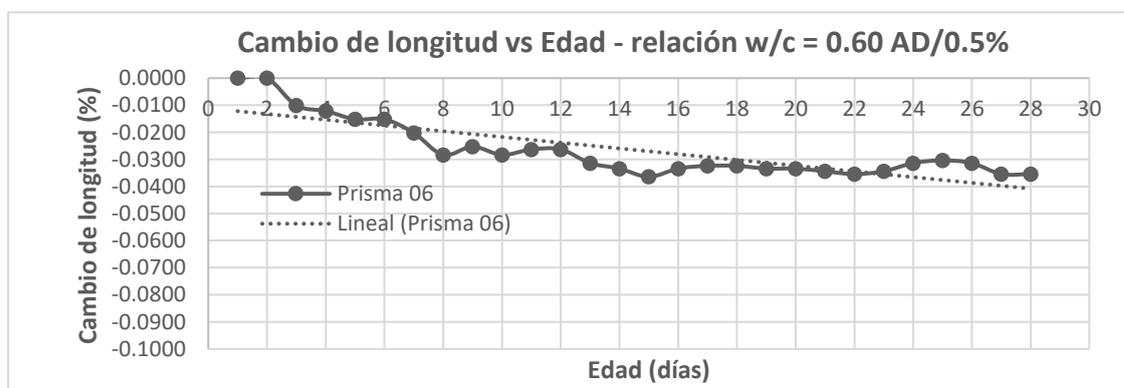
Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	
06/06/2022	1	9.8819	*0.3854	*0.2787	0.1067	0.1067	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3768	0.2702	0.1067	0.1066	-0.0001	-0.00101195	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3850	0.2784	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3861	0.2795	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3769	0.2703	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3768	0.2702	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3767	0.2701	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3768	0.2702	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3853	0.2787	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3854	0.2788	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3844	0.2778	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3839	0.2773	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3843	0.2777	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3859	0.2793	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3858	0.2792	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101191	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3841	0.2775	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3842	0.2776	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3847	0.2781	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3846	0.278	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3844	0.2778	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3836	0.277	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3838	0.2772	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3844	0.2778	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3846	0.278	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3843	0.2777	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3848	0.2782	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3842	0.2776	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3839	0.2773	0.1067	0.1066	0.0000	-0.00101195	28



- Cambio de longitud, sin curado relación w/c = 0.60 – con aditivo = 0.5 %

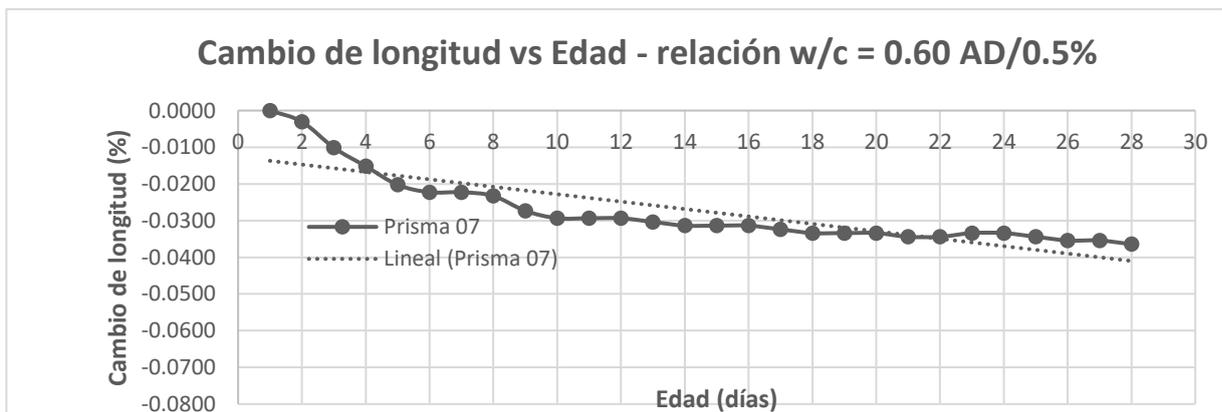
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.6 AD 0.5%
Espécimen	06
Tiempo de Curado	Sin curado

Dia	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						*d = b - c	Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	
		A	B	C		E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	
06/06/2022	1	9.8819	*0.3224	*0.2787	0.0437	0.0437	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3139	0.2702	0.0437	0.0437	0.0000	0.00000000	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3211	0.2784	0.0437	0.0427	-0.0010	-0.01011951	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3220	0.2795	0.0437	0.0425	-0.0002	-0.01214341	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3125	0.2703	0.0437	0.0422	-0.0003	-0.01517926	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3124	0.2702	0.0437	0.0422	0.0000	-0.01517926	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3118	0.2701	0.0437	0.0417	-0.0005	-0.02023902	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3111	0.2702	0.0437	0.0409	-0.0008	-0.02833463	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3199	0.2787	0.0437	0.0412	0.0003	-0.02529877	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3197	0.2788	0.0437	0.0409	-0.0003	-0.02833463	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3189	0.2778	0.0437	0.0411	0.0002	-0.02631073	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3184	0.2773	0.0437	0.0411	0.0000	-0.02631073	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3183	0.2777	0.0437	0.0406	-0.0005	-0.03137048	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3197	0.2793	0.0437	0.0404	-0.0002	-0.03339438	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3193	0.2792	0.0437	0.0401	-0.0003	-0.03643024	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3179	0.2775	0.0437	0.0404	0.0003	-0.03339438	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3181	0.2776	0.0437	0.0405	0.0001	-0.03238243	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3186	0.2781	0.0437	0.0405	0.0000	-0.03238243	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3184	0.278	0.0437	0.0404	-0.0001	-0.03339438	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3182	0.2778	0.0437	0.0404	0.0000	-0.03339438	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3173	0.277	0.0437	0.0403	-0.0001	-0.03440639	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3174	0.2772	0.0437	0.0402	-0.0001	-0.03541829	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3181	0.2778	0.0437	0.0403	0.0001	-0.03440633	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3186	0.278	0.0437	0.0406	0.0003	-0.03137048	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3184	0.2777	0.0437	0.0407	0.0001	-0.030358534	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3188	0.2782	0.0437	0.0406	-0.0001	-0.03137048	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3178	0.2776	0.0437	0.0402	-0.0004	-0.03541829	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3175	0.2773	0.0437	0.0402	0.0000	-0.03541829	28



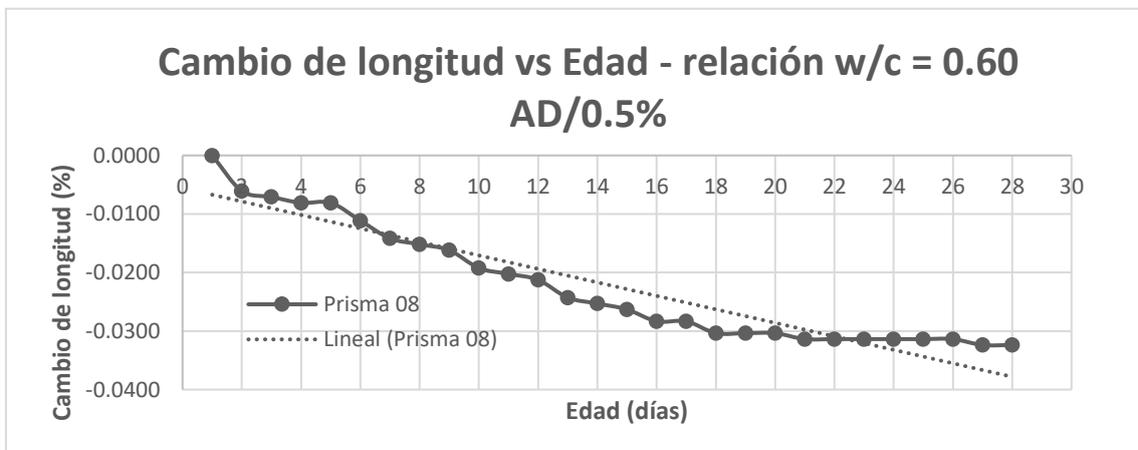
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	07
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						A	B	C	*d = b - c
06/06/2022	1	9.8819	*0.3012	*0.2787	0.0225	0.0225	0.0000	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.2924	0.2702	0.0225	0.0222	-0.0003	-0.0030358	2
08/06/2022	3	9.8819	0.2999	0.2784	0.0225	0.0215	-0.0007	-0.0101195	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3005	0.2795	0.0225	0.0210	-0.0005	-0.0151792	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2908	0.2703	0.0225	0.0205	-0.0005		5
11/06/2022	6	9.8819	0.2905	0.2702	0.0225	0.0203	-0.0002	-0.02226293	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2904	0.2701	0.0225	0.0203	0.0000	-0.02226293	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2904	0.2702	0.0225	0.0202	-0.0001	-0.02327488	8
14/06/2022	9	9.8819	0.2985	0.2787	0.0225	0.0198	-0.0004	-0.02732268	9
15/06/2022	10	9.8819	0.2984	0.2788	0.0225	0.0196	-0.0002	-0.02934658	10
16/06/2022	11	9.8819	0.2974	0.2778	0.0225	0.0196	0.0000	-0.02934658	11
17/06/2022	12	9.8819	0.2969	0.2773	0.0225	0.0196	0.0000	-0.02934658	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2972	0.2777	0.0225	0.0195	-0.0001	-0.03035853	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2987	0.2793	0.0225	0.0194	-0.0001	-0.03137049	14
19/06/2022	15	9.8819	0.2986	0.2792	0.0225	0.0194	0.0000	-0.03137049	15
20/06/2022	16	9.8819	0.2969	0.2775	0.0225	0.0194	0.0000	-0.03137049	16
21/06/2022	17	9.8819	0.2969	0.2776	0.0225	0.0193	-0.0001	-0.03238244	17
22/06/2022	18	9.8819	0.2973	0.2781	0.0225	0.0192	-0.0001	-0.03339439	18
23/06/2022	19	9.8819	0.2972	0.278	0.0225	0.0192	0.0000	-0.03339439	19
24/06/2022	20	9.8819	0.2970	0.2778	0.0225	0.0192	0.0000	-0.03339439	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2961	0.277	0.0225	0.0191	-0.0001	-0.03440634	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2963	0.2772	0.0225	0.0191	0.0000	-0.03440634	22
27/06/2022	23	9.8819	0.2970	0.2778	0.0225	0.0192	0.0001	-0.03339439	23
28/06/2022	24	9.8819	0.2972	0.278	0.0225	0.0192	0.0000	-0.03339439	24
29/06/2022	25	9.8819	0.2968	0.2777	0.0225	0.0191	-0.0001	-0.03440634	25
30/06/2022	26	9.8819	0.2972	0.2782	0.0225	0.019	-0.0001	-0.03541829	26
01/07/2022	27	9.8819	0.2966	0.2776	0.0225	0.019	0.0000	-0.03541829	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2962	0.2773	0.0225	0.0189	-0.0001	-0.03643024	28



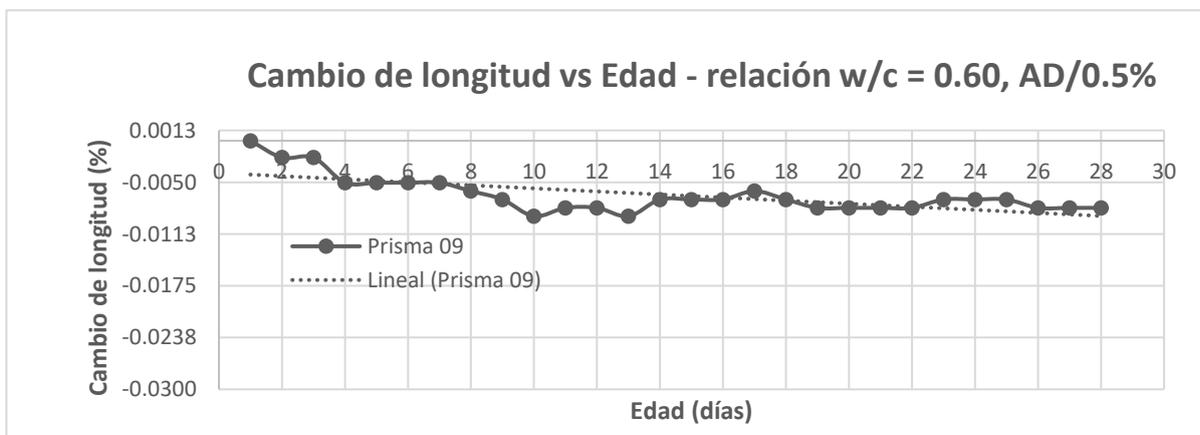
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	08
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n = E _n - n ₁ , n ₂ ...	H = (F _n /A) * 100	n
06/06/2022	1	9.8819	*0.3224	*0.2787	0.0437	0.0437	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3133	0.2702	0.0437	0.0431	-0.0006	-0.00607171	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3214	0.2784	0.0437	0.043	-0.0001	-0.00708366	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3224	0.2795	0.0437	0.0429	-0.0001	-0.00809561	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3132	0.2703	0.0437	0.0429	0.0000	-0.00809561	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3128	0.2702	0.0437	0.0426	-0.0003	-0.01113146	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3124	0.2701	0.0437	0.0423	-0.0003	-0.01416732	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3124	0.2702	0.0437	0.0422	-0.0001	-0.01517927	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3208	0.2787	0.0437	0.0421	-0.0001	-0.01619122	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3206	0.2788	0.0437	0.0418	-0.0003	-0.01922707	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3195	0.2778	0.0437	0.0417	-0.0001	-0.02023902	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3189	0.2773	0.0437	0.0416	-0.0001	-0.02125097	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3190	0.2777	0.0437	0.0413	-0.0003	-0.02428683	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3205	0.2793	0.0437	0.0412	-0.0001	-0.02529878	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3203	0.2792	0.0437	0.0411	-0.0001	-0.02631073	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3184	0.2775	0.0437	0.0409	-0.0002	-0.02833463	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3185	0.2776	0.0437	0.0409	0.0000	-0.02833463	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3188	0.2781	0.0437	0.0407	-0.0002	-0.03035853	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3187	0.278	0.0437	0.0407	0.0000	-0.03035853	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3185	0.2778	0.0437	0.0407	0.0000	-0.03035853	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3176	0.277	0.0437	0.0406	-0.0001	-0.03137049	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3178	0.2772	0.0437	0.0406	0.0000	-0.03137049	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3184	0.2778	0.0437	0.0406	0.0000	-0.03137049	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3186	0.278	0.0437	0.0406	0.0000	-0.03137049	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3183	0.2777	0.0437	0.0406	0.0000	-0.03137049	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3188	0.2782	0.0437	0.0406	0.0000	-0.03137049	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3181	0.2776	0.0437	0.0405	-0.0001	-0.03238244	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3178	0.2773	0.0437	0.0405	0.0000	-0.03238244	28



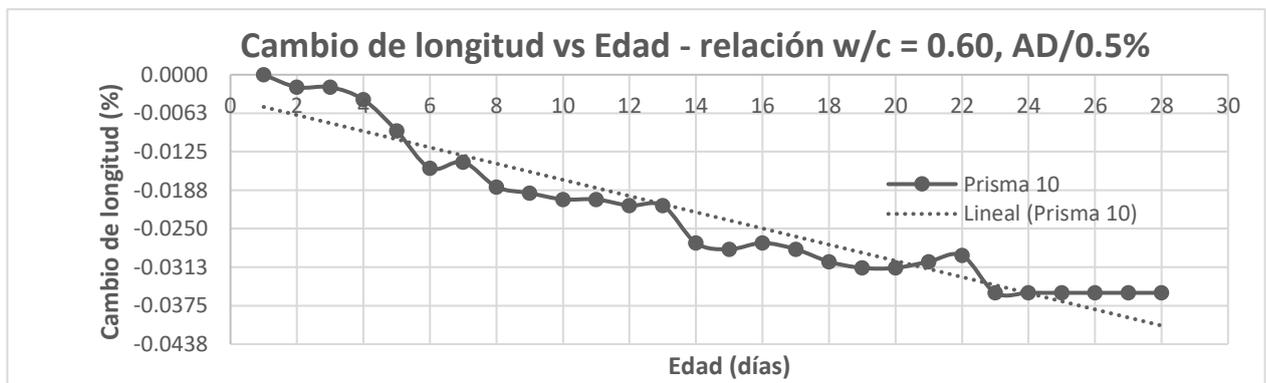
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	09
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n = E _n - n ₁ , n ₂ ...	H = (F _n /A)*100	
06/06/2022	1	9.8819	*0.3364	*0.2787	0.0577	0.0577	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3277	0.2702	0.0577	0.0575	-0.0087		2
08/06/2022	3	9.8819	0.3359	0.2784	0.0577	0.0575	0.0082	-0.0020239	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3367	0.2795	0.0577	0.0572	0.0008	-0.0050597	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3275	0.2703	0.0577	0.0572	-0.0092	-0.0050597	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3274	0.2702	0.0577	0.0572	-0.0001	-0.0050597	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3273	0.2701	0.0577	0.0572	-0.0001	-0.0050597	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3273	0.2702	0.0577	0.0571	0.0000	-0.0060717	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3357	0.2787	0.0577	0.057	0.0084	-0.0070836	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3356	0.2788	0.0577	0.0568	-0.0001	-0.0091075	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3347	0.2778	0.0577	0.0569	-0.0009	-0.0080956	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3342	0.2773	0.0577	0.0569	-0.0005	-0.0080956	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3345	0.2777	0.0577	0.0568	0.0003	-0.0091075	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3363	0.2793	0.0577	0.057	0.0018	-0.0070836	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3362	0.2792	0.0577	0.057	-0.0001	-0.0070836	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3345	0.2775	0.0577	0.057	-0.0017	-0.0070836	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3347	0.2776	0.0577	0.0571	0.0002	-0.0060717	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3351	0.2781	0.0577	0.057	0.0004	-0.0070836	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3349	0.278	0.0577	0.0569	-0.0002	-0.0080956	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3347	0.2778	0.0577	0.0569	-0.0002	-0.0080956	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3339	0.277	0.0577	0.0569	-0.0008	-0.0080956	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3341	0.2772	0.0577	0.0569	0.0002	-0.0080956	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3348	0.2778	0.0577	0.057	0.0007	-0.0070836	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3350	0.278	0.0577	0.057	0.0002	-0.0070836	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3347	0.2777	0.0577	0.057	-0.0003	-0.0070836	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3351	0.2782	0.0577	0.0569	0.0004	-0.0080956	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3345	0.2776	0.0577	0.0569	-0.0006	-0.0080956	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3342	0.2773	0.0577	0.0569	-0.0003	-0.0080956	28



Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 0.5%
Espécimen	10
Tiempo de Curado	Sin curado

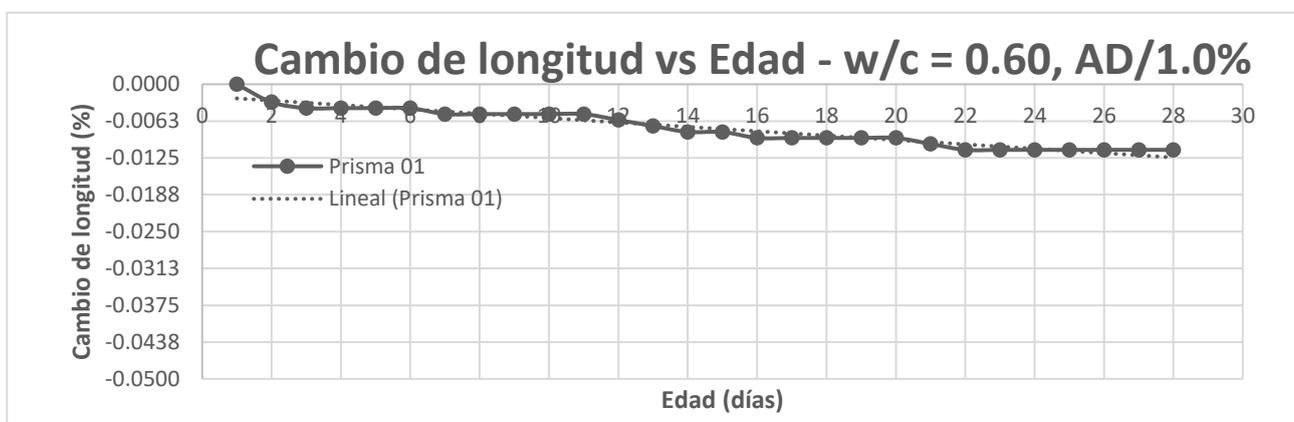
Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	n
06/06/2022	1	9.8819	*0.3318	*0.2787	0.0531	0.0531	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3231	0.2702	0.0531	0.0529	-0.0002	-0.00202390	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3313	0.2784	0.0531	0.0529	0.0000	-0.00202390	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3322	0.2795	0.0531	0.0527	-0.0002	-0.00404780	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3225	0.2703	0.0531	0.0522	-0.0005	-0.00910756	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3218	0.2702	0.0531	0.0516	-0.0006	-0.01517926	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3218	0.2701	0.0531	0.0517	0.0001	-0.01416731	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3215	0.2702	0.0531	0.0513	-0.0004	-0.01821512	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3299	0.2787	0.0531	0.0512	-0.0001	-0.01922707	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3299	0.2788	0.0531	0.0511	-0.0001	-0.02023903	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3289	0.2778	0.0531	0.0511	0.0000	-0.02023902	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3283	0.2773	0.0531	0.051	-0.0001	-0.02125097	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3287	0.2777	0.0531	0.051	0.0000	-0.02125097	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3297	0.2793	0.0531	0.0504	-0.0006	-0.02732268	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3295	0.2792	0.0531	0.0503	-0.0001	-0.02833463	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3279	0.2775	0.0531	0.0504	0.0001	-0.02732268	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3279	0.2776	0.0531	0.0503	-0.0001	-0.02833463	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3282	0.2781	0.0531	0.0501	-0.0002	-0.03035853	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3280	0.278	0.0531	0.05	-0.0001	-0.03137048	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3278	0.2778	0.0531	0.05	0.0000	-0.03137048	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3271	0.277	0.0531	0.0501	0.0001	-0.03035853	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3274	0.2772	0.0531	0.0502	0.0001	-0.02934658	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3274	0.2778	0.0531	0.0496	-0.0006	-0.03541829	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3276	0.278	0.0531	0.0496	0.0000	-0.03541829	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3273	0.2777	0.0531	0.0496	0.0000	-0.03541829	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3278	0.2782	0.0531	0.0496	0.0000	-0.03541829	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3272	0.2776	0.0531	0.0496	0.0000	-0.03541829	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3269	0.2773	0.0531	0.0496	0.0000	-0.03541829	28



- Cambio de longitud, 28 días curado relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.0%

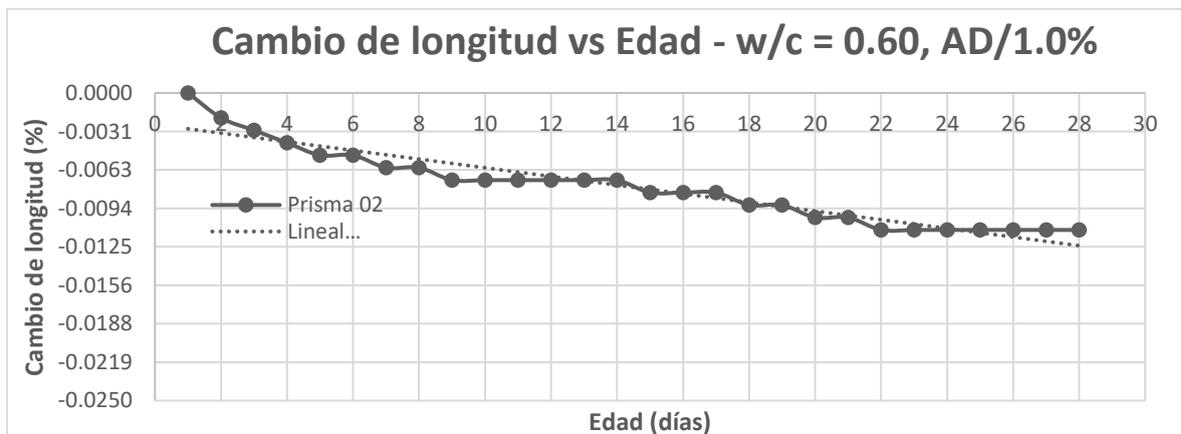
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	01
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar -solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						A	B	C	
06/06/2022	1	9.8819	*0.3023	*0.2787	0.0236	0.0236	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.2935	0.2702	0.0236	0.0233	-0.0003	-0.00303585	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3016	0.2784	0.0236	0.0232	-0.0001	-0.00404780	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3027	0.2795	0.0236	0.0232	0.0000	-0.00404780	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2935	0.2703	0.0236	0.0232	0.0000	-0.00404780	5
11/06/2022	6	9.8819	0.2934	0.2702	0.0236	0.0232	0.0000	-0.00404780	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2932	0.2701	0.0236	0.0231	-0.0001	-0.00505975	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2933	0.2702	0.0236	0.0231	0.0000	-0.00505975	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3018	0.2787	0.0236	0.0231	0.0000	-0.00505975	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3019	0.2788	0.0236	0.0231	0.0000	-0.00505975	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3009	0.2778	0.0236	0.0231	0.0000	-0.00505975	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3003	0.2773	0.0236	0.0230	-0.0001	-0.00607170	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3006	0.2777	0.0236	0.0229	-0.0001	-0.00708365	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3021	0.2793	0.0236	0.0228	-0.0001	-0.00809560	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3020	0.2792	0.0236	0.0228	0.0000	-0.00809560	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3002	0.2775	0.0236	0.0227	-0.0001	-0.00910756	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3003	0.2776	0.0236	0.0227	0.0000	-0.00910756	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3008	0.2781	0.0236	0.0227	0.0000	-0.00910756	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3007	0.278	0.0236	0.0227	0.0000	-0.00910756	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3005	0.2778	0.0236	0.0227	0.0000	-0.00910756	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2996	0.277	0.0236	0.0226	-0.0001	-0.01011951	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2997	0.2772	0.0236	0.0225	-0.0001	-0.01113146	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3003	0.2778	0.0236	0.0225	0.0000	-0.01113146	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3005	0.278	0.0236	0.0225	0.0000	-0.01113146	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3002	0.2777	0.0236	0.0225	0.0000	-0.01113146	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3007	0.2782	0.0236	0.0225	0.0000	-0.01113146	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3001	0.2776	0.0236	0.0225	0.0000	-0.01113146	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2998	0.2773	0.0236	0.0225	0.0000	-0.01113146	28



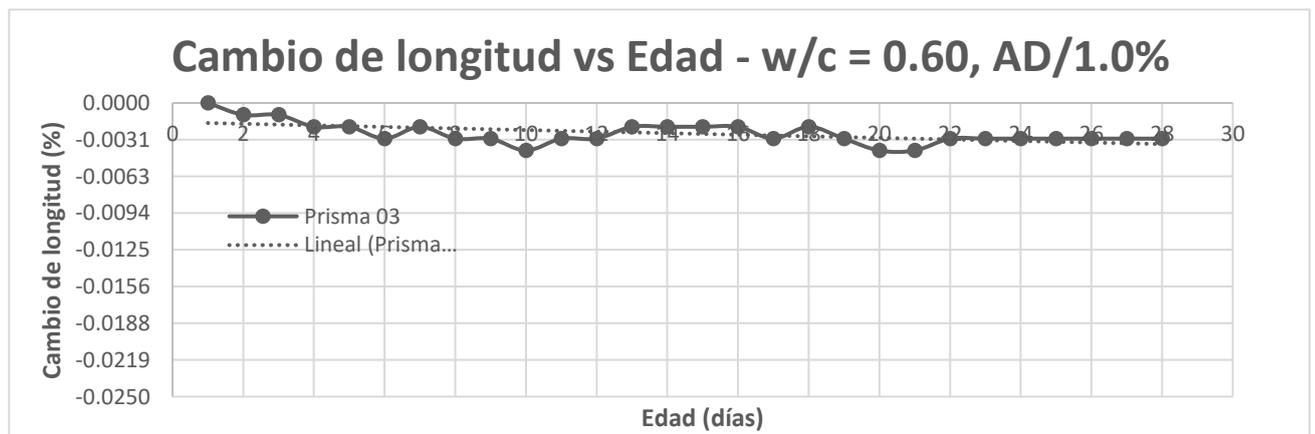
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	02
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
A	B	C	*d = b - c						
06/06/2022	1	9.8819	*0.3358	*0.2787	0.0571	0.0571	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3271	0.2702	0.0571	0.0569	-0.0002	-0.00202392	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3352	0.2784	0.0571	0.0568	-0.0001	-0.00303585	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3362	0.2795	0.0571	0.0567	-0.0001	-0.00404780	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3269	0.2703	0.0571	0.0566	-0.0001	-0.00505976	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3268	0.2702	0.0571	0.0566	0.0000	-0.00505975	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3266	0.2701	0.0571	0.0565	-0.0001	-0.00607170	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3267	0.2702	0.0571	0.0565	0.0000	-0.00607177	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3351	0.2787	0.0571	0.0564	-0.0001	-0.00708365	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3352	0.2788	0.0571	0.0564	0.0000	-0.00708365	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3342	0.2778	0.0571	0.0564	0.0000	-0.00708365	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3337	0.2773	0.0571	0.0564	0.0000	-0.00708365	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3341	0.2777	0.0571	0.0564	0.0000	-0.00708365	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3357	0.2793	0.0571	0.0564	0.0000	-0.00708365	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3355	0.2792	0.0571	0.0563	-0.0001	-0.00809560	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3338	0.2775	0.0571	0.0563	0.0000	-0.00809560	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3339	0.2776	0.0571	0.0563	0.0000	-0.00809560	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3343	0.2781	0.0571	0.0562	-0.0001	-0.00910756	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3342	0.278	0.0571	0.0562	0.0000	-0.00910756	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3339	0.2778	0.0571	0.0561	-0.0001	-0.01011951	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3331	0.277	0.0571	0.0561	0.0000	-0.01011951	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3332	0.2772	0.0571	0.056	-0.0001	-0.01113143	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3338	0.2778	0.0571	0.056	0.0000	-0.01113146	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3340	0.278	0.0571	0.056	0.0000	-0.01113146	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3337	0.2777	0.0571	0.056	0.0000	-0.01113146	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3342	0.2782	0.0571	0.056	0.0000	-0.01113146	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3336	0.2776	0.0571	0.056	0.0000	-0.01113146	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3333	0.2773	0.0571	0.056	0.0000	-0.01113146	28



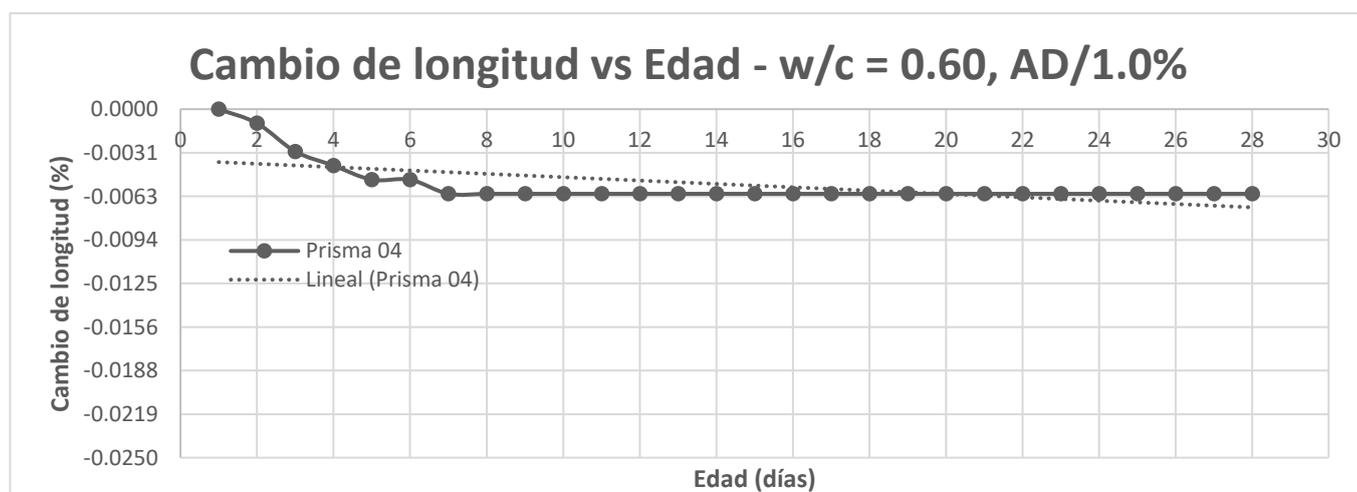
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60
Espécimen	03
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n = E _n - n ₁ , n ₂ ...	H = (F _n /A)*100	n		
06/06/2022	1	9.8819	*0.3407	*0.2787	0.0620	0.062	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3321	0.2702	0.0620	0.0619	-0.0086	-0.001011951	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3403	0.2784	0.0620	0.0619	0.0082	-0.001011951	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3413	0.2795	0.0620	0.0618	0.0010	-0.002023902	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3321	0.2703	0.0620	0.0618	-0.0092	-0.002023902	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3319	0.2702	0.0620	0.0617	-0.0002	-0.003035853	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3319	0.2701	0.0620	0.0618	0.0000	-0.002023902	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3319	0.2702	0.0620	0.0617	0.0000	-0.003035853	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3404	0.2787	0.0620	0.0617	0.0085	-0.003035853	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3404	0.2788	0.0620	0.0616	0.0000	-0.004047805	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3395	0.2778	0.0620	0.0617	-0.0009	-0.003035853	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3390	0.2773	0.0620	0.0617	-0.0005	-0.003035853	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3395	0.2777	0.0620	0.0618	0.0005	-0.002023902	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3411	0.2793	0.0620	0.0618	0.0016	-0.002023902	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3410	0.2792	0.0620	0.0618	-0.0001	-0.002023902	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3393	0.2775	0.0620	0.0618	-0.0017	-0.002023902	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3393	0.2776	0.0620	0.0617	0.0000	-0.003035853	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3399	0.2781	0.0620	0.0618	0.0006	-0.002023902	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3397	0.278	0.0620	0.0617	-0.0002	-0.003035853	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3394	0.2778	0.0620	0.0616	-0.0003	-0.004047805	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3386	0.277	0.0620	0.0616	-0.0008	-0.004047805	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3389	0.2772	0.0620	0.0617	0.0003	-0.003035853	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3395	0.2778	0.0620	0.0617	0.0006	-0.003035853	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3397	0.278	0.0620	0.0617	0.0002	-0.003035853	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3394	0.2777	0.0620	0.0617	-0.0003	-0.003035853	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3399	0.2782	0.0620	0.0617	0.0005	-0.003035853	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3393	0.2776	0.0620	0.0617	-0.0006	-0.003035853	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3390	0.2773	0.0620	0.0617	-0.0003	-0.003035853	28



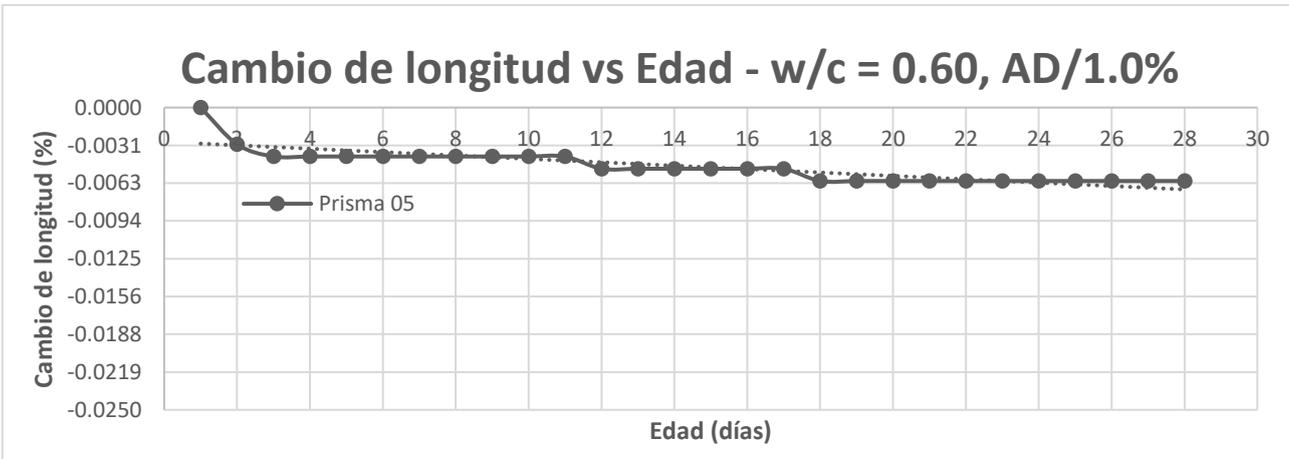
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	04
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	n
06/06/2022	1	9.8819	*0.3508	*0.2787	0.0721	0.0721	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3422	0.2702	0.0721	0.072	-0.0001	-0.001011951	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3502	0.2784	0.0721	0.0718	-0.0002	-0.003035853	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3512	0.2795	0.0721	0.0717	-0.0001	-0.004047805	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3419	0.2703	0.0721	0.0716	-0.0001	-0.005059756	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3418	0.2702	0.0721	0.0716	0.0000	-0.005059756	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3416	0.2701	0.0721	0.0715	-0.0001	-0.006071707	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3417	0.2702	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3502	0.2787	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3503	0.2788	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3493	0.2778	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3488	0.2773	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3492	0.2777	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3508	0.2793	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3507	0.2792	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3490	0.2775	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3491	0.2776	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3496	0.2781	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3495	0.278	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3493	0.2778	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3485	0.277	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3487	0.2772	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3493	0.2778	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3495	0.278	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3492	0.2777	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3497	0.2782	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3491	0.2776	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3488	0.2773	0.0721	0.0715	0.0000	-0.006071707	28



Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	05
Tiempo de Curado	28 días

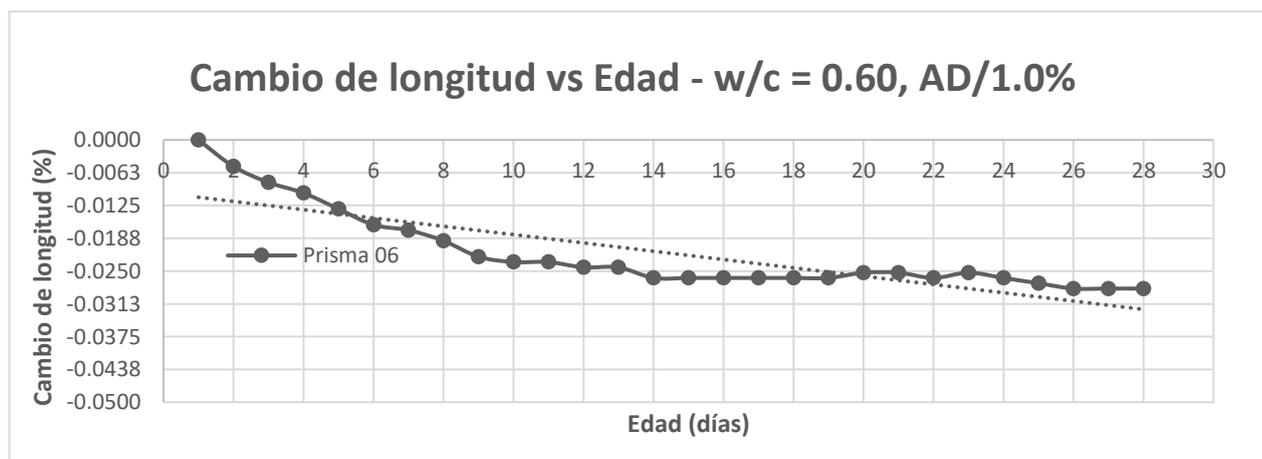
Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n = E _n - n ₁ , n ₂ ...	H = (F _n /A)*100	
06/06/2022	1	9.8819	*0.2320	*0.2787	-0.0467	-0.0467	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.2232	0.2702	-0.0467	-0.047	-0.0003	-0.00303585	2
08/06/2022	3	9.8819	0.2313	0.2784	-0.0467	-0.0471	-0.0001	-0.00404780	3
09/06/2022	4	9.8819	0.2324	0.2795	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2232	0.2703	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	5
11/06/2022	6	9.8819	0.2231	0.2702	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2230	0.2701	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2231	0.2702	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	8
14/06/2022	9	9.8819	0.2316	0.2787	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	9
15/06/2022	10	9.8819	0.2317	0.2788	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	10
16/06/2022	11	9.8819	0.2307	0.2778	-0.0467	-0.0471	0.0000	-0.00404780	11
17/06/2022	12	9.8819	0.2301	0.2773	-0.0467	-0.0472	-0.0001	-0.00505975	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2305	0.2777	-0.0467	-0.0472	0.0000	-0.00505975	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2321	0.2793	-0.0467	-0.0472	0.0000	-0.00505975	14
19/06/2022	15	9.8819	0.2320	0.2792	-0.0467	-0.0472	0.0000	-0.00505975	15
20/06/2022	16	9.8819	0.2303	0.2775	-0.0467	-0.0472	0.0000	-0.00505975	16
21/06/2022	17	9.8819	0.2304	0.2776	-0.0467	-0.0472	0.0000	-0.00505975	17
22/06/2022	18	9.8819	0.2308	0.2781	-0.0467	-0.0473	-0.0001	-0.00607170	18
23/06/2022	19	9.8819	0.2307	0.278	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	19
24/06/2022	20	9.8819	0.2305	0.2778	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2297	0.277	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2299	0.2772	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	22
27/06/2022	23	9.8819	0.2305	0.2778	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	23
28/06/2022	24	9.8819	0.2307	0.278	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	24
29/06/2022	25	9.8819	0.2304	0.2777	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	25
30/06/2022	26	9.8819	0.2309	0.2782	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	26
01/07/2022	27	9.8819	0.2303	0.2776	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2300	0.2773	-0.0467	-0.0473	0.0000	-0.00607170	28



- Cambio de longitud, sin curado relación w/c = 0.6 – con aditivo = 1.0%

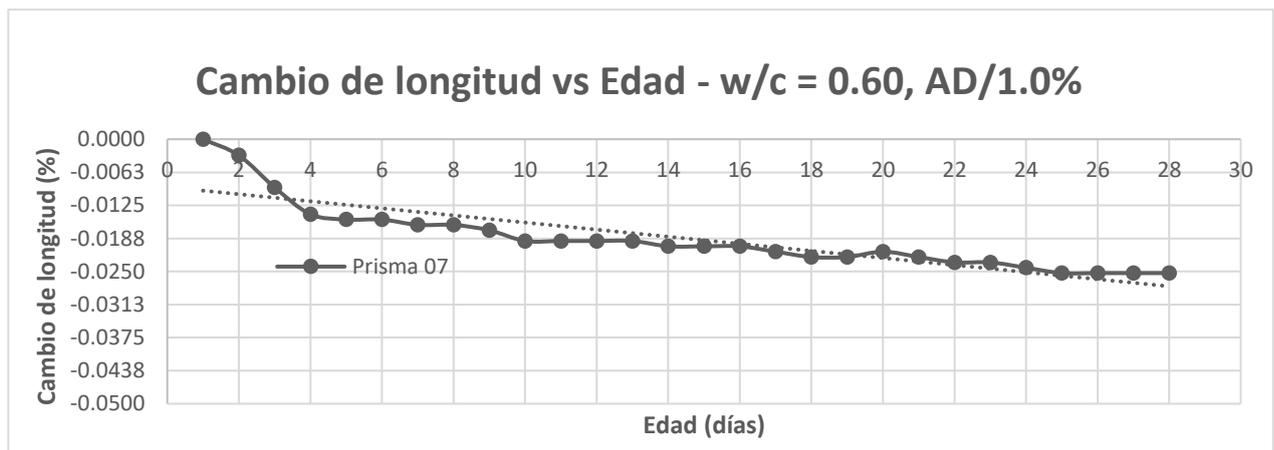
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	06
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia delectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						A	B	C	*d = b - c
06/06/2022	1	9.8819	*0.2853	*0.2787	0.0066	0.0066	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.2763	0.2702	0.0066	0.0061	-0.0005	-0.005059756	2
08/06/2022	3	9.8819	0.2842	0.2784	0.0066	0.0058	-0.0003	-0.008095609	3
09/06/2022	4	9.8819	0.2851	0.2795	0.0066	0.0056	-0.0002	-0.010119511	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2756	0.2703	0.0066	0.0053	-0.0003	-0.013155365	5
11/06/2022	6	9.8819	0.2752	0.2702	0.0066	0.005	-0.0003	-0.016191218	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2750	0.2701	0.0066	0.0049	-0.0001	-0.017203169	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2749	0.2702	0.0066	0.0047	-0.0002	-0.019227072	8
14/06/2022	9	9.8819	0.2831	0.2787	0.0066	0.0044	-0.0003	-0.022262925	9
15/06/2022	10	9.8819	0.2831	0.2788	0.0066	0.0043	-0.0001	-0.023274876	10
16/06/2022	11	9.8819	0.2821	0.2778	0.0066	0.0043	0.0000	-0.023274876	11
17/06/2022	12	9.8819	0.2815	0.2773	0.0066	0.0042	-0.0001	-0.024286827	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2819	0.2777	0.0066	0.0042	0.0000	-0.024286827	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2833	0.2793	0.0066	0.004	-0.0002	-0.02631073	14
19/06/2022	15	9.8819	0.2832	0.2792	0.0066	0.0040	0.0000	-0.02631073	15
20/06/2022	16	9.8819	0.2815	0.2775	0.0066	0.004	0.0000	-0.02631073	16
21/06/2022	17	9.8819	0.2816	0.2776	0.0066	0.004	0.0000	-0.02631073	17
22/06/2022	18	9.8819	0.2821	0.2781	0.0066	0.004	0.0000	-0.02631073	18
23/06/2022	19	9.8819	0.2820	0.278	0.0066	0.004	0.0000	-0.02631073	19
24/06/2022	20	9.8819	0.2819	0.2778	0.0066	0.0041	0.0001	-0.025298779	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2811	0.277	0.0066	0.0041	0.0000	-0.025298779	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2812	0.2772	0.0066	0.004	-0.0001	-0.02631073	22
27/06/2022	23	9.8819	0.2819	0.2778	0.0066	0.0041	0.0001	-0.025298779	23
28/06/2022	24	9.8819	0.2820	0.278	0.0066	0.004	-0.0001	-0.026310730	24
29/06/2022	25	9.8819	0.2816	0.2777	0.0066	0.0039	-0.0001	-0.027322681	25
30/06/2022	26	9.8819	0.2820	0.2782	0.0066	0.0038	-0.0001	-0.028334632	26
01/07/2022	27	9.8819	0.2814	0.2776	0.0066	0.0038	0.0000	-0.028334632	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2811	0.2773	0.0066	0.0038	0.0000	-0.028334632	28



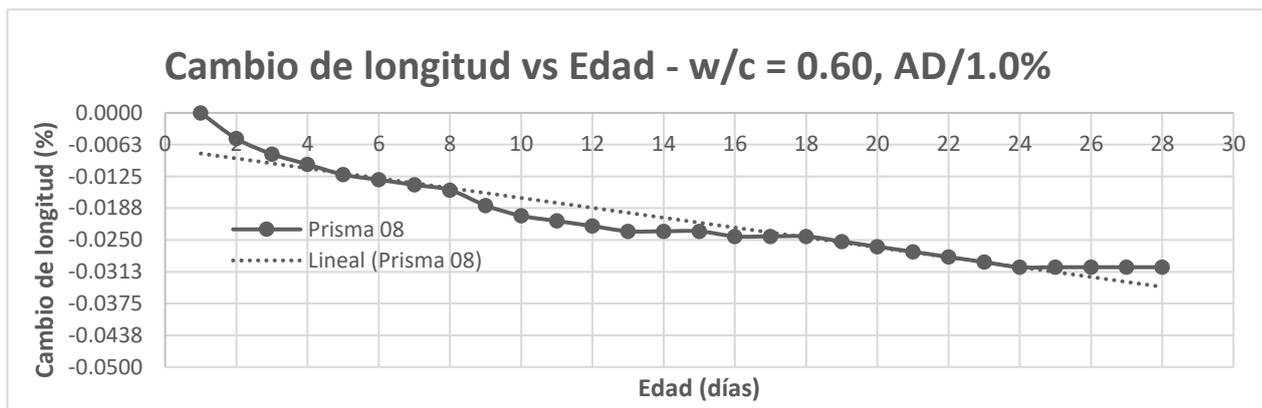
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	07
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	n
06/06/2022	1	9.8819	*0.2953	*0.2787	0.0166	0.0166	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.2865	0.2702	0.0166	0.0163	-0.0003	-0.003035853	2
08/06/2022	3	9.8819	0.2941	0.2784	0.0166	0.0157	-0.0006	-0.00910756	3
09/06/2022	4	9.8819	0.2947	0.2795	0.0166	0.0152	-0.0005	-0.014167316	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2854	0.2703	0.0166	0.0151	-0.0001	-0.015179267	5
11/06/2022	6	9.8819	0.2853	0.2702	0.0166	0.0151	0.0000	-0.015179267	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2851	0.2701	0.0166	0.015	-0.0001	-0.016191218	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2852	0.2702	0.0166	0.0150	0.0000	-0.016191218	8
14/06/2022	9	9.8819	0.2936	0.2787	0.0166	0.0149	-0.0001	-0.017203169	9
15/06/2022	10	9.8819	0.2935	0.2788	0.0166	0.0147	-0.0002	-0.019227072	10
16/06/2022	11	9.8819	0.2925	0.2778	0.0166	0.0147	0.0000	-0.019227072	11
17/06/2022	12	9.8819	0.2920	0.2773	0.0166	0.0147	0.0000	-0.019227072	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2924	0.2777	0.0166	0.0147	0.0000	-0.019227072	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2939	0.2793	0.0166	0.0146	-0.0001	-0.020239023	14
19/06/2022	15	9.8819	0.2938	0.2792	0.0166	0.0146	0.0000	-0.020239023	15
20/06/2022	16	9.8819	0.2921	0.2775	0.0166	0.0146	0.0000	-0.020239023	16
21/06/2022	17	9.8819	0.2921	0.2776	0.0166	0.0145	-0.0001	-0.021250974	17
22/06/2022	18	9.8819	0.2925	0.2781	0.0166	0.0144	-0.0001	-0.022262925	18
23/06/2022	19	9.8819	0.2924	0.278	0.0166	0.0144	0.0000	-0.022262925	19
24/06/2022	20	9.8819	0.2923	0.2778	0.0166	0.0145	0.0001	-0.021250974	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2914	0.277	0.0166	0.0144	-0.0001	-0.022262925	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2915	0.2772	0.0166	0.0143	-0.0001	-0.023274876	22
27/06/2022	23	9.8819	0.2921	0.2778	0.0166	0.0143	0.0000	-0.023274876	23
28/06/2022	24	9.8819	0.2922	0.278	0.0166	0.0142	-0.0001	-0.024286827	24
29/06/2022	25	9.8819	0.2918	0.2777	0.0166	0.0141	-0.0001	-0.025298779	25
30/06/2022	26	9.8819	0.2923	0.2782	0.0166	0.0141	0.0000	-0.025298779	26
01/07/2022	27	9.8819	0.2917	0.2776	0.0166	0.0141	0.0000	-0.025298779	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2914	0.2773	0.0166	0.0141	0.0000	-0.025298779	28



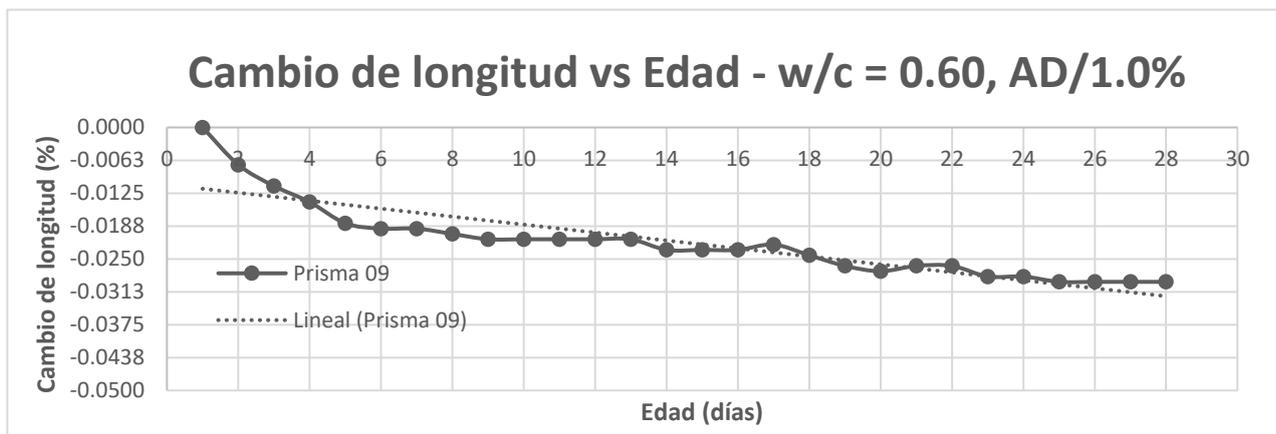
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	08
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n = E _n - n ₁ , n ₂ ...	H = (F _n /A) * 100	
27/07/2021	1	9.8819	*0.2959	*0.2787	0.0172	0.0172	0	0	1
06/06/2022	2	9.8819	0.2869	0.2702	0.0172	0.0167	-0.0005	-0.005059756	2
07/06/2022	3	9.8819	0.2948	0.2784	0.0172	0.0164	-0.0003	-0.008095609	3
08/06/2022	4	9.8819	0.2957	0.2795	0.0172	0.0162	-0.0002	-0.010119511	4
09/06/2022	5	9.8819	0.2863	0.2703	0.0172	0.016	-0.0002	-0.012143414	5
10/06/2022	6	9.8819	0.2861	0.2702	0.0172	0.0159	-0.0001	-0.013155365	6
11/06/2022	7	9.8819	0.2859	0.2701	0.0172	0.0158	-0.0001	-0.014167316	7
12/06/2022	8	9.8819	0.2859	0.2702	0.0172	0.0157	-0.0001	-0.015179267	8
13/06/2022	9	9.8819	0.2941	0.2787	0.0172	0.0154	-0.0003	-0.018215121	9
14/06/2022	10	9.8819	0.2940	0.2788	0.0172	0.0152	-0.0002	-0.020239023	10
15/06/2022	11	9.8819	0.2929	0.2778	0.0172	0.0151	-0.0001	-0.021250974	11
16/06/2022	12	9.8819	0.2923	0.2773	0.0172	0.015	-0.0001	-0.022262925	12
17/06/2022	13	9.8819	0.2926	0.2777	0.0172	0.0149	-0.0001	-0.023274876	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2942	0.2793	0.0172	0.0149	0.0000	-0.023274876	14
18/06/2022	15	9.8819	0.2941	0.2792	0.0172	0.0149	0.0000	-0.023274876	15
19/06/2022	16	9.8819	0.2923	0.2775	0.0172	0.0148	-0.0001	-0.024286827	16
20/06/2022	17	9.8819	0.2924	0.2776	0.0172	0.0148	0.0000	-0.024286827	17
21/06/2022	18	9.8819	0.2929	0.2781	0.0172	0.0148	0.0000	-0.024286827	18
22/06/2022	19	9.8819	0.2927	0.278	0.0172	0.0147	-0.0001	-0.025298779	19
23/06/2022	20	9.8819	0.2924	0.2778	0.0172	0.0146	-0.0001	-0.02631073	20
24/06/2022	21	9.8819	0.2915	0.277	0.0172	0.0145	-0.0001	-0.027322681	21
25/06/2022	22	9.8819	0.2916	0.2772	0.0172	0.0144	-0.0001	-0.028334632	22
26/06/2022	23	9.8819	0.2921	0.2778	0.0172	0.0143	-0.0001	-0.029346583	23
27/06/2022	24	9.8819	0.2922	0.278	0.0172	0.0142	-0.0001	-0.030358534	24
28/06/2022	25	9.8819	0.2919	0.2777	0.0172	0.0142	0.0000	-0.030358534	25
29/06/2022	26	9.8819	0.2924	0.2782	0.0172	0.0142	0.0000	-0.030358534	26
30/06/2022	27	9.8819	0.2918	0.2776	0.0172	0.0142	0.0000	-0.030358534	27
01/07/2022	28	9.8819	0.2915	0.2773	0.0172	0.0142	0.0000	-0.030358534	28



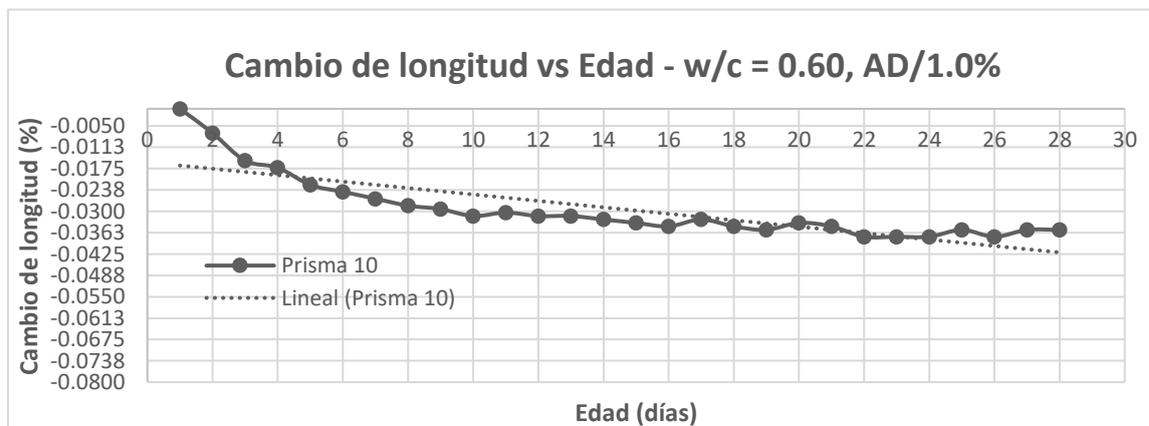
Tipo	Concreto cemento – arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	09
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	
06/06/2022	1	9.8819	*0.2611	*0.2787	-0.0176	-0.0176	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.2519	0.2702	-0.0176	-0.0183	-0.0007	-0.007083658	2
08/06/2022	3	9.8819	0.2597	0.2784	-0.0176	-0.0187	-0.0004	-0.011131463	3
09/06/2022	4	9.8819	0.2605	0.2795	-0.0176	-0.019	-0.0003	-0.014167316	4
10/06/2022	5	9.8819	0.2509	0.2703	-0.0176	-0.0194	-0.0004	-0.018215121	5
11/06/2022	6	9.8819	0.2507	0.2702	-0.0176	-0.0195	-0.0001	-0.019227072	6
12/06/2022	7	9.8819	0.2506	0.2701	-0.0176	-0.0195	0.0000	-0.019227072	7
13/06/2022	8	9.8819	0.2506	0.2702	-0.0176	-0.0196	-0.0001	-0.020239023	8
14/06/2022	9	9.8819	0.2590	0.2787	-0.0176	-0.0197	-0.0001	-0.021250974	9
15/06/2022	10	9.8819	0.2591	0.2788	-0.0176	-0.0197	0.0000	-0.021250974	10
16/06/2022	11	9.8819	0.2581	0.2778	-0.0176	-0.0197	0.0000	-0.021250974	11
17/06/2022	12	9.8819	0.2576	0.2773	-0.0176	-0.0197	0.0000	-0.021250974	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2580	0.2777	-0.0176	-0.0197	0.0000	-0.021250974	13
18/06/2022	14	9.8819	0.2594	0.2793	-0.0176	-0.0199	-0.0002	-0.023274876	14
19/06/2022	15	9.8819	0.2593	0.2792	-0.0176	-0.0199	0.0000	-0.023274876	15
20/06/2022	16	9.8819	0.2576	0.2775	-0.0176	-0.0199	0.0000	-0.023274876	16
21/06/2022	17	9.8819	0.2578	0.2776	-0.0176	-0.0198	0.0001	-0.022262925	17
22/06/2022	18	9.8819	0.2581	0.2781	-0.0176	-0.0200	-0.0002	-0.024286827	18
23/06/2022	19	9.8819	0.2578	0.278	-0.0176	-0.0202	-0.0002	-0.02631073	19
24/06/2022	20	9.8819	0.2575	0.2778	-0.0176	-0.0203	-0.0001	-0.027322681	20
25/06/2022	21	9.8819	0.2568	0.277	-0.0176	-0.0202	0.0001	-0.02631073	21
26/06/2022	22	9.8819	0.2570	0.2772	-0.0176	-0.0202	0.0000	-0.026310730	22
27/06/2022	23	9.8819	0.2574	0.2778	-0.0176	-0.0204	-0.0002	-0.028334632	23
28/06/2022	24	9.8819	0.2576	0.278	-0.0176	-0.0204	0.0000	-0.028334632	24
29/06/2022	25	9.8819	0.2572	0.2777	-0.0176	-0.0205	-0.0001	-0.029346583	25
30/06/2022	26	9.8819	0.2577	0.2782	-0.0176	-0.0205	0.0000	-0.029346583	26
01/07/2022	27	9.8819	0.2571	0.2776	-0.0176	-0.0205	0.0000	-0.029346583	27
02/07/2022	28	9.8819	0.2568	0.2773	-0.0176	-0.0205	0.0000	-0.029346583	28



Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.0%
Espécimen	10
Tiempo de Curado	Sin curado

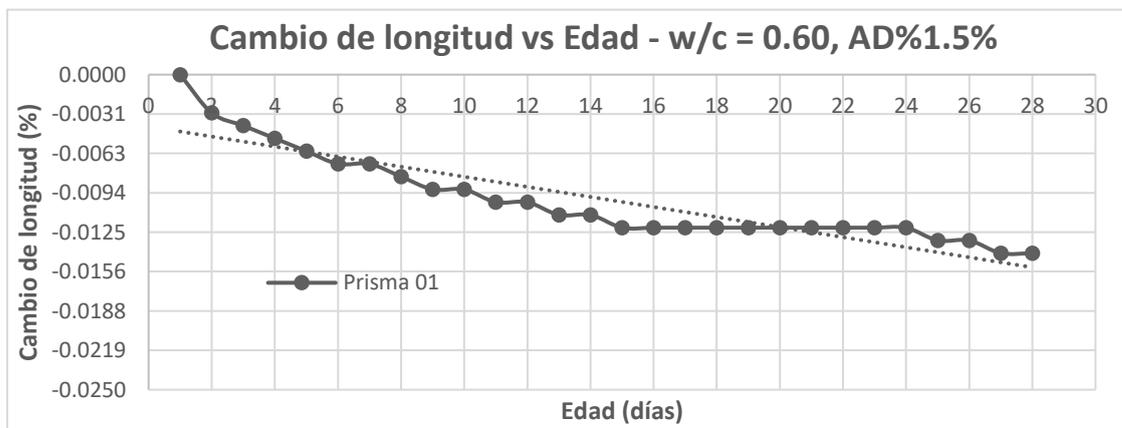
Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	
06/06/2022	1	9.8819	*0.3167	*0.2787	0.0380	0.038	0	0	1
07/06/2022	2	9.8819	0.3075	0.2702	0.0380	0.0373	-0.0007	-0.007083658	2
08/06/2022	3	9.8819	0.3149	0.2784	0.0380	0.0365	-0.0008	-0.015179267	3
09/06/2022	4	9.8819	0.3158	0.2795	0.0380	0.0363	-0.0002	-0.017203169	4
10/06/2022	5	9.8819	0.3061	0.2703	0.0380	0.0358	-0.0005	-0.022262925	5
11/06/2022	6	9.8819	0.3058	0.2702	0.0380	0.0356	-0.0002	-0.024286827	6
12/06/2022	7	9.8819	0.3055	0.2701	0.0380	0.0354	-0.0002	-0.02631073	7
13/06/2022	8	9.8819	0.3054	0.2702	0.0380	0.0352	-0.0002	-0.028334632	8
14/06/2022	9	9.8819	0.3138	0.2787	0.0380	0.0351	-0.0001	-0.029346583	9
15/06/2022	10	9.8819	0.3137	0.2788	0.0380	0.0349	-0.0002	-0.031370485	10
16/06/2022	11	9.8819	0.3128	0.2778	0.0380	0.035	0.0001	-0.030358534	11
17/06/2022	12	9.8819	0.3122	0.2773	0.0380	0.0349	-0.0001	-0.031370485	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3126	0.2777	0.0380	0.0349	0.0000	-0.031370485	13
18/06/2022	14	9.8819	0.3141	0.2793	0.0380	0.0348	-0.0001	-0.032382437	14
19/06/2022	15	9.8819	0.3139	0.2792	0.0380	0.0347	-0.0001	-0.033394388	15
20/06/2022	16	9.8819	0.3121	0.2775	0.0380	0.0346	-0.0001	-0.034406339	16
21/06/2022	17	9.8819	0.3124	0.2776	0.0380	0.0348	0.0002	-0.032382437	17
22/06/2022	18	9.8819	0.3127	0.2781	0.0380	0.0346	-0.0002	-0.034406339	18
23/06/2022	19	9.8819	0.3125	0.278	0.0380	0.0345	-0.0001	-0.03541829	19
24/06/2022	20	9.8819	0.3125	0.2778	0.0380	0.0347	0.0002	-0.033394388	20
25/06/2022	21	9.8819	0.3116	0.277	0.0380	0.0346	-0.0001	-0.034406339	21
26/06/2022	22	9.8819	0.3115	0.2772	0.0380	0.0343	-0.0003	-0.037442192	22
27/06/2022	23	9.8819	0.3121	0.2778	0.0380	0.0343	0.0000	-0.037442192	23
28/06/2022	24	9.8819	0.3123	0.278	0.0380	0.0343	0.0000	-0.037442192	24
29/06/2022	25	9.8819	0.3122	0.2777	0.0380	0.0345	0.0002	-0.03541829	25
30/06/2022	26	9.8819	0.3125	0.2782	0.0380	0.0343	-0.0002	-0.037442192	26
01/07/2022	27	9.8819	0.3121	0.2776	0.0380	0.0345	0.0002	-0.03541829	27
02/07/2022	28	9.8819	0.3118	0.2773	0.0380	0.0345	0.0000	-0.03541829	28



- Cambio de longitud, 28 días curado relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5%

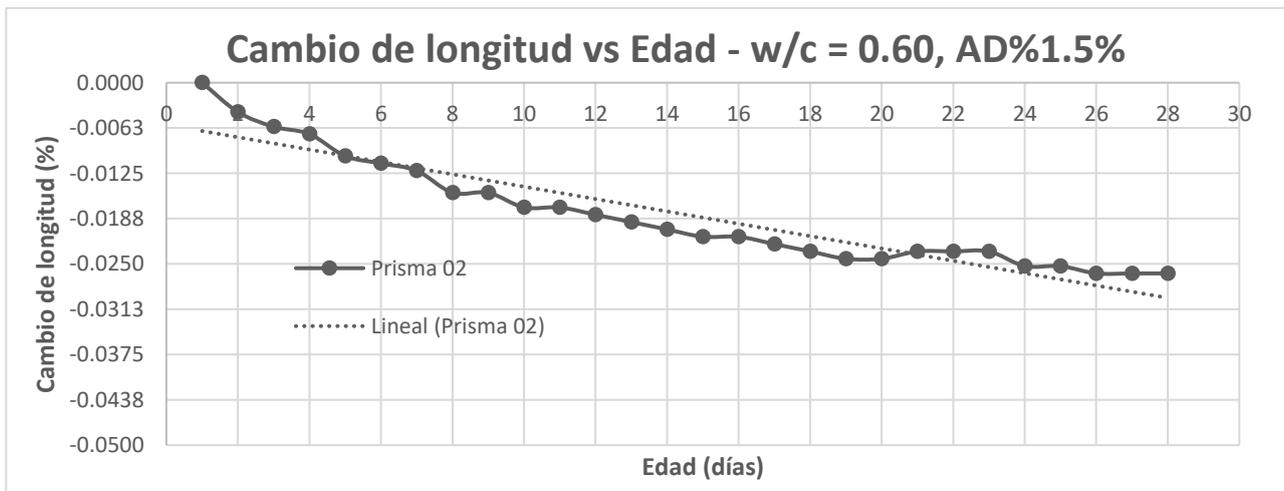
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	01
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	n		
07/06/2022	1	9.8819	*0.2974	*0.2787	0.0187	0.0187	0.0000	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.2886	0.2702	0.0187	0.0184	-0.0003	-0.00303585	2
09/06/2022	3	9.8819	0.2967	0.2784	0.0187	0.0183	-0.0001	-0.00404780	3
10/06/2022	4	9.8819	0.2977	0.2795	0.0187	0.0182	-0.0001	-0.005059756	4
11/06/2022	5	9.8819	0.2884	0.2703	0.0187	0.0181	-0.0001	-0.006071707	5
12/06/2022	6	9.8819	0.2882	0.2702	0.0187	0.018	-0.0001	-0.007083658	6
13/06/2022	7	9.8819	0.2881	0.2701	0.0187	0.018	0.0000	-0.007083658	7
14/06/2022	8	9.8819	0.2881	0.2702	0.0187	0.0179	-0.0001	-0.008095609	8
15/06/2022	9	9.8819	0.2965	0.2787	0.0187	0.0178	-0.0001	-0.00910756	9
16/06/2022	10	9.8819	0.2966	0.2788	0.0187	0.0178	0.0000	-0.00910756	10
17/06/2022	11	9.8819	0.2955	0.2778	0.0187	0.0177	-0.0001	-0.010119511	11
18/06/2022	12	9.8819	0.2950	0.2773	0.0187	0.0177	0.0000	-0.010119511	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2953	0.2777	0.0187	0.0176	-0.0001	-0.011131463	13
19/06/2022	14	9.8819	0.2969	0.2793	0.0187	0.0176	0.0000	-0.011131463	14
20/06/2022	15	9.8819	0.2967	0.2792	0.0187	0.0175	-0.0001	-0.012143414	15
21/06/2022	16	9.8819	0.2950	0.2775	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	16
22/06/2022	17	9.8819	0.2951	0.2776	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	17
23/06/2022	18	9.8819	0.2956	0.2781	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	18
24/06/2022	19	9.8819	0.2955	0.278	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	19
25/06/2022	20	9.8819	0.2953	0.2778	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	20
26/06/2022	21	9.8819	0.2945	0.277	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	21
27/06/2022	22	9.8819	0.2947	0.2772	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	22
28/06/2022	23	9.8819	0.2953	0.2778	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	23
29/06/2022	24	9.8819	0.2955	0.278	0.0187	0.0175	0.0000	-0.012143414	24
30/06/2022	25	9.8819	0.2951	0.2777	0.0187	0.0174	-0.0001	-0.013155365	25
01/07/2022	26	9.8819	0.2956	0.2782	0.0187	0.0174	0.0000	-0.013155365	26
02/07/2022	27	9.8819	0.2949	0.2776	0.0187	0.0173	-0.0001	-0.014167316	27
03/07/2022	28	9.8819	0.2946	0.2773	0.0187	0.0173	0.0000	-0.014167316	28



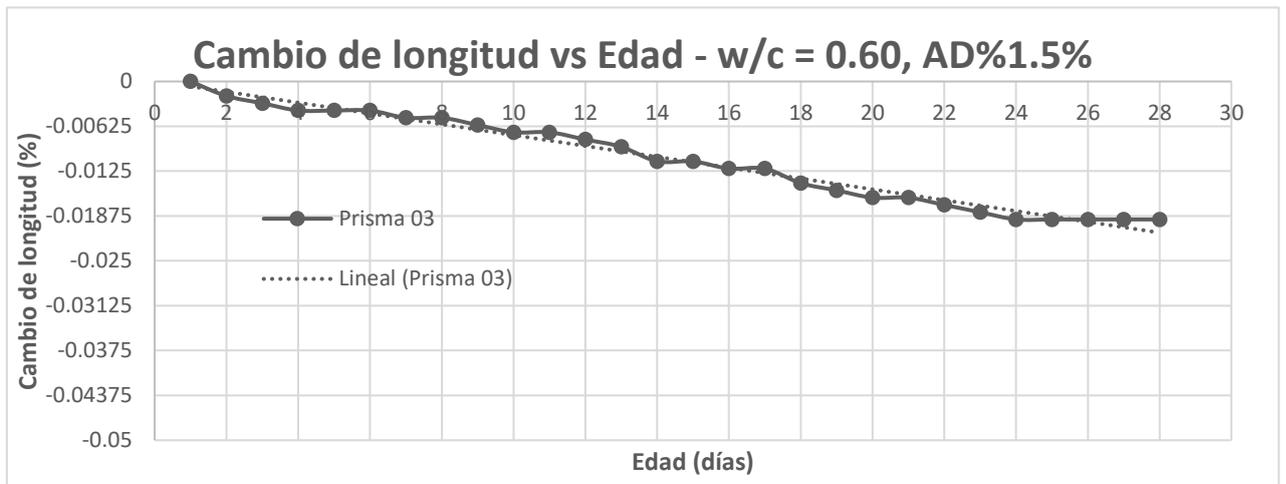
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	02
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n = E _n - n ₁ , n ₂ ...	H = (F _n /A)*100	n		
07/06/2022	1	9.8819	*0.3573	*0.2787	0.0786	0.0786	0.0000	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.3484	0.2702	0.0786	0.0782	-0.0004	-0.004047805	2
09/06/2022	3	9.8819	0.3564	0.2784	0.0786	0.078	-0.0002	-0.006071707	3
10/06/2022	4	9.8819	0.3574	0.2795	0.0786	0.0779	-0.0001	-0.007083658	4
11/06/2022	5	9.8819	0.3479	0.2703	0.0786	0.0776	-0.0003	-0.010119511	5
12/06/2022	6	9.8819	0.3477	0.2702	0.0786	0.0775	-0.0001	-0.011131463	6
13/06/2022	7	9.8819	0.3475	0.2701	0.0786	0.0774	-0.0001	-0.012143414	7
14/06/2022	8	9.8819	0.3473	0.2702	0.0786	0.0771	-0.0003	-0.015179267	8
15/06/2022	9	9.8819	0.3558	0.2787	0.0786	0.0771	0.0000	-0.015179267	9
16/06/2022	10	9.8819	0.3557	0.2788	0.0786	0.0769	-0.0002	-0.017203169	10
17/06/2022	11	9.8819	0.3547	0.2778	0.0786	0.0769	0.0000	-0.017203169	11
18/06/2022	12	9.8819	0.3541	0.2773	0.0786	0.0768	-0.0001	-0.018215121	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3544	0.2777	0.0786	0.0767	-0.0001	-0.019227072	13
19/06/2022	14	9.8819	0.3559	0.2793	0.0786	0.0766	-0.0001	-0.020239023	14
20/06/2022	15	9.8819	0.3557	0.2792	0.0786	0.0765	-0.0001	-0.021250974	15
21/06/2022	16	9.8819	0.3540	0.2775	0.0786	0.0765	0.0000	-0.021250974	16
22/06/2022	17	9.8819	0.3540	0.2776	0.0786	0.0764	-0.0001	-0.022262925	17
23/06/2022	18	9.8819	0.3544	0.2781	0.0786	0.0763	-0.0001	-0.023274876	18
24/06/2022	19	9.8819	0.3542	0.278	0.0786	0.0762	-0.0001	-0.024286827	19
25/06/2022	20	9.8819	0.3540	0.2778	0.0786	0.0762	0.0000	-0.024286827	20
26/06/2022	21	9.8819	0.3533	0.277	0.0786	0.0763	0.0001	-0.023274876	21
27/06/2022	22	9.8819	0.3535	0.2772	0.0786	0.0763	0.0000	-0.023274876	22
28/06/2022	23	9.8819	0.3541	0.2778	0.0786	0.0763	0.0000	-0.023274876	23
29/06/2022	24	9.8819	0.3541	0.278	0.0786	0.0761	-0.0002	-0.025298779	24
30/06/2022	25	9.8819	0.3538	0.2777	0.0786	0.0761	0.0000	-0.025298779	25
01/07/2022	26	9.8819	0.3542	0.2782	0.0786	0.076	-0.0001	-0.02631073	26
02/07/2022	27	9.8819	0.3536	0.2776	0.0786	0.076	0.0000	-0.02631073	27
03/07/2022	28	9.8819	0.3533	0.2773	0.0786	0.076	0.0000	-0.02631073	28



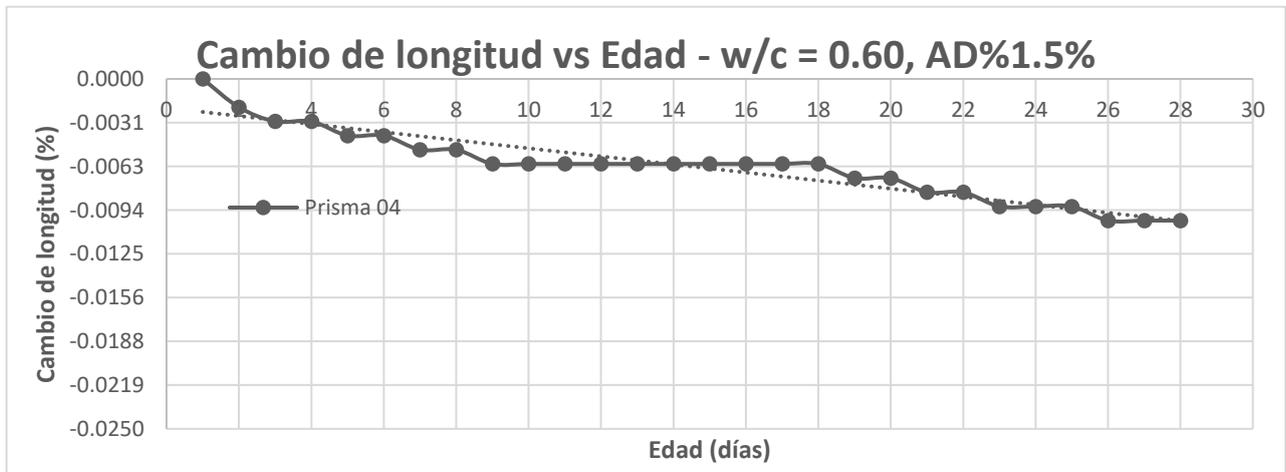
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	03
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n = E _n - n ₁ , n ₂ ...	H = (F _n /A) * 100	n		
07/06/2022	1	9.8819	*0.3075	*0.2787	0.0288	0.0288	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.2988	0.2702	0.0288	0.0286	-0.0002	-0.002023902	2
09/06/2022	3	9.8819	0.3069	0.2784	0.0288	0.0285	-0.0001	-0.003035853	3
10/06/2022	4	9.8819	0.3079	0.2795	0.0288	0.0284	-0.0001	-0.004047805	4
11/06/2022	5	9.8819	0.2987	0.2703	0.0288	0.0284	0.0000	-0.004047805	5
12/06/2022	6	9.8819	0.2986	0.2702	0.0288	0.0284	0.0000	-0.004047805	6
13/06/2022	7	9.8819	0.2984	0.2701	0.0288	0.0283	-0.0001	-0.005059756	7
14/06/2022	8	9.8819	0.2985	0.2702	0.0288	0.0283	0.0000	-0.005059756	8
15/06/2022	9	9.8819	0.3069	0.2787	0.0288	0.0282	-0.0001	-0.006071707	9
16/06/2022	10	9.8819	0.3069	0.2788	0.0288	0.0281	-0.0001	-0.007083658	10
17/06/2022	11	9.8819	0.3059	0.2778	0.0288	0.0281	0.0000	-0.007083658	11
18/06/2022	12	9.8819	0.3053	0.2773	0.0288	0.028	-0.0001	-0.008095609	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3056	0.2777	0.0288	0.0279	-0.0001	-0.00910756	13
19/06/2022	14	9.8819	0.3070	0.2793	0.0288	0.0277	-0.0002	-0.011131463	14
20/06/2022	15	9.8819	0.3069	0.2792	0.0288	0.0277	0.0000	-0.011131463	15
21/06/2022	16	9.8819	0.3051	0.2775	0.0288	0.0276	-0.0001	-0.012143414	16
22/06/2022	17	9.8819	0.3052	0.2776	0.0288	0.0276	0.0000	-0.012143414	17
23/06/2022	18	9.8819	0.3055	0.2781	0.0288	0.0274	-0.0002	-0.014167316	18
24/06/2022	19	9.8819	0.3053	0.278	0.0288	0.0273	-0.0001	-0.015179267	19
25/06/2022	20	9.8819	0.3050	0.2778	0.0288	0.0272	-0.0001	-0.016191218	20
26/06/2022	21	9.8819	0.3042	0.277	0.0288	0.0272	0.0000	-0.016191218	21
27/06/2022	22	9.8819	0.3043	0.2772	0.0288	0.0271	-0.0001	-0.017203169	22
28/06/2022	23	9.8819	0.3048	0.2778	0.0288	0.027	-0.0001	-0.018215121	23
29/06/2022	24	9.8819	0.3049	0.278	0.0288	0.0269	-0.0001	-0.019227072	24
30/06/2022	25	9.8819	0.3046	0.2777	0.0288	0.0269	0.0000	-0.019227072	25
01/07/2022	26	9.8819	0.3051	0.2782	0.0288	0.0269	0.0000	-0.019227072	26
02/07/2022	27	9.8819	0.3045	0.2776	0.0288	0.0269	0.0000	-0.019227072	27
03/07/2022	28	9.8819	0.3042	0.2773	0.0288	0.0269	0.0000	-0.019227072	28



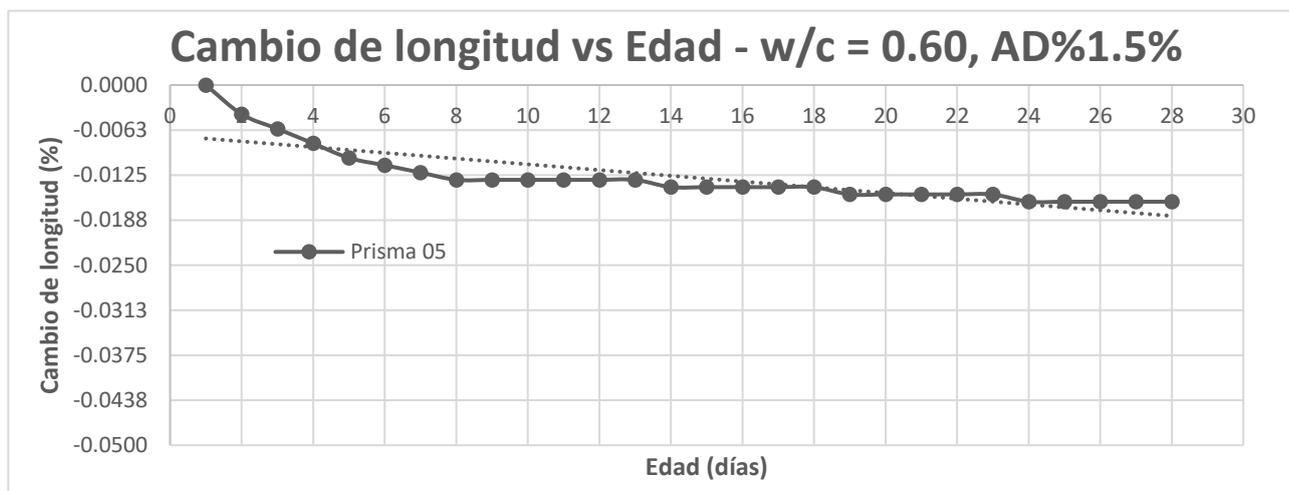
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	04
Tiempo de Curado	28 días

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
						E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	n		
07/06/2022	1	9.8819	*0.2984	*0.2787	0.0197	0.0197	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.2897	0.2702	0.0197	0.0195	-0.0002	-0.002023902	2
09/06/2022	3	9.8819	0.2978	0.2784	0.0197	0.0194	-0.0001	-0.003035853	3
10/06/2022	4	9.8819	0.2989	0.2795	0.0197	0.0194	0.0000	-0.003035853	4
11/06/2022	5	9.8819	0.2896	0.2703	0.0197	0.0193	-0.0001	-0.004047805	5
12/06/2022	6	9.8819	0.2895	0.2702	0.0197	0.0193	0.0000	-0.004047805	6
13/06/2022	7	9.8819	0.2893	0.2701	0.0197	0.0192	-0.0001	-0.005059756	7
14/06/2022	8	9.8819	0.2894	0.2702	0.0197	0.0192	0.0000	-0.005059756	8
15/06/2022	9	9.8819	0.2978	0.2787	0.0197	0.0191	-0.0001	-0.006071707	9
16/06/2022	10	9.8819	0.2979	0.2788	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	10
17/06/2022	11	9.8819	0.2969	0.2778	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	11
18/06/2022	12	9.8819	0.2964	0.2773	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2968	0.2777	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	13
19/06/2022	14	9.8819	0.2984	0.2793	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	14
20/06/2022	15	9.8819	0.2983	0.2792	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	15
21/06/2022	16	9.8819	0.2966	0.2775	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	16
22/06/2022	17	9.8819	0.2967	0.2776	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	17
23/06/2022	18	9.8819	0.2972	0.2781	0.0197	0.0191	0.0000	-0.006071707	18
24/06/2022	19	9.8819	0.2970	0.278	0.0197	0.019	-0.0001	-0.007083658	19
25/06/2022	20	9.8819	0.2968	0.2778	0.0197	0.019	0.0000	-0.007083658	20
26/06/2022	21	9.8819	0.2959	0.277	0.0197	0.0189	-0.0001	-0.008095609	21
27/06/2022	22	9.8819	0.2961	0.2772	0.0197	0.0189	0.0000	-0.008095609	22
28/06/2022	23	9.8819	0.2966	0.2778	0.0197	0.0188	-0.0001	-0.00910756	23
29/06/2022	24	9.8819	0.2968	0.278	0.0197	0.0188	0.0000	-0.009107560	24
30/06/2022	25	9.8819	0.2965	0.2777	0.0197	0.0188	0.0000	-0.00910756	25
01/07/2022	26	9.8819	0.2969	0.2782	0.0197	0.0187	-0.0001	-0.010119511	26
02/07/2022	27	9.8819	0.2963	0.2776	0.0197	0.0187	0.0000	-0.010119511	27
03/07/2022	28	9.8819	0.2960	0.2773	0.0197	0.0187	0.0000	-0.010119511	28



Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	05
Tiempo de Curado	28 días

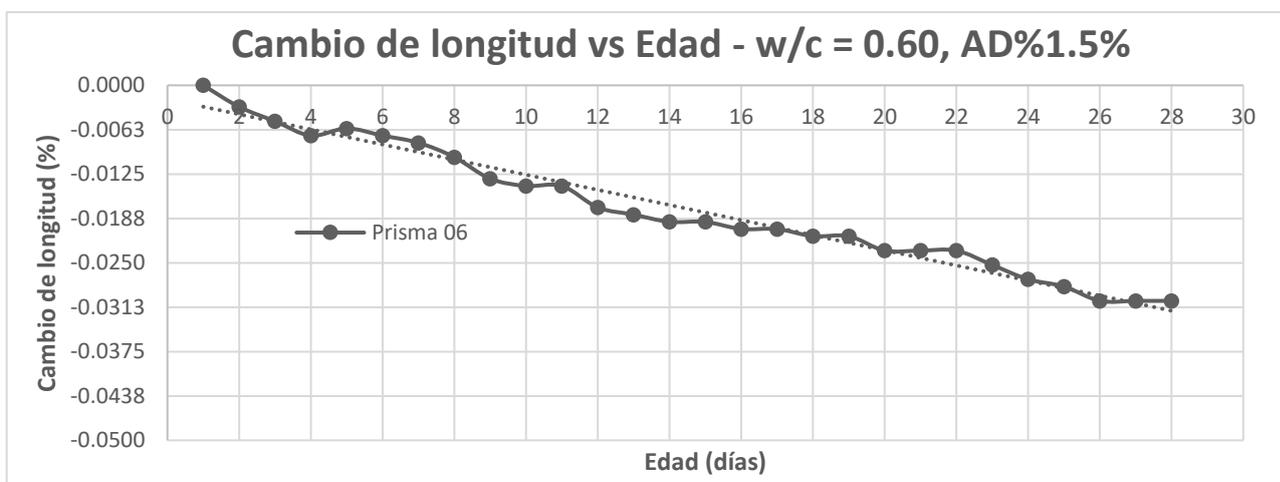
Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	
07/06/2022	1	9.8819	*0.2561	*0.2787	-0.0226	-0.0226	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.2472	0.2702	-0.0226	-0.0230	-0.0004	-0.004047805	2
09/06/2022	3	9.8819	0.2552	0.2784	-0.0226	-0.0232	-0.0002	-0.006071707	3
10/06/2022	4	9.8819	0.2561	0.2795	-0.0226	-0.0234	-0.0002	-0.008095609	4
11/06/2022	5	9.8819	0.2467	0.2703	-0.0226	-0.0236	-0.0002	-0.010119511	5
12/06/2022	6	9.8819	0.2465	0.2702	-0.0226	-0.0237	-0.0001	-0.011131463	6
13/06/2022	7	9.8819	0.2463	0.2701	-0.0226	-0.0238	-0.0001	-0.012143414	7
14/06/2022	8	9.8819	0.2463	0.2702	-0.0226	-0.0239	-0.0001	-0.013155365	8
15/06/2022	9	9.8819	0.2548	0.2787	-0.0226	-0.0239	0.0000	-0.013155365	9
16/06/2022	10	9.8819	0.2549	0.2788	-0.0226	-0.0239	0.0000	-0.013155365	10
17/06/2022	11	9.8819	0.2539	0.2778	-0.0226	-0.0239	0.0000	-0.013155365	11
18/06/2022	12	9.8819	0.2534	0.2773	-0.0226	-0.0239	0.0000	-0.013155365	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2538	0.2777	-0.0226	-0.0239	0.0000	-0.013155365	13
19/06/2022	14	9.8819	0.2553	0.2793	-0.0226	-0.024	-0.0001	-0.014167316	14
20/06/2022	15	9.8819	0.2552	0.2792	-0.0226	-0.024	0.0000	-0.014167316	15
21/06/2022	16	9.8819	0.2535	0.2775	-0.0226	-0.024	0.0000	-0.014167316	16
22/06/2022	17	9.8819	0.2536	0.2776	-0.0226	-0.024	0.0000	-0.014167316	17
23/06/2022	18	9.8819	0.2541	0.2781	-0.0226	-0.024	0.0000	-0.014167316	18
24/06/2022	19	9.8819	0.2539	0.278	-0.0226	-0.0241	-0.0001	-0.015179267	19
25/06/2022	20	9.8819	0.2537	0.2778	-0.0226	-0.0241	0.0000	-0.015179267	20
26/06/2022	21	9.8819	0.2529	0.277	-0.0226	-0.0241	0.0000	-0.015179267	21
27/06/2022	22	9.8819	0.2531	0.2772	-0.0226	-0.0241	0.0000	-0.015179267	22
28/06/2022	23	9.8819	0.2537	0.2778	-0.0226	-0.0241	0.0000	-0.015179267	23
29/06/2022	24	9.8819	0.2538	0.278	-0.0226	-0.0242	-0.0001	-0.016191218	24
30/06/2022	25	9.8819	0.2535	0.2777	-0.0226	-0.0242	0.0000	-0.016191218	25
01/07/2022	26	9.8819	0.2540	0.2782	-0.0226	-0.0242	0.0000	-0.016191218	26
02/07/2022	27	9.8819	0.2534	0.2776	-0.0226	-0.0242	0.0000	-0.016191218	27
03/07/2022	28	9.8819	0.2531	0.2773	-0.0226	-0.0242	0.0000	-0.016191218	28



- Cambio de longitud, sin curado relación w/c = 0.60 – con aditivo = 1.5%

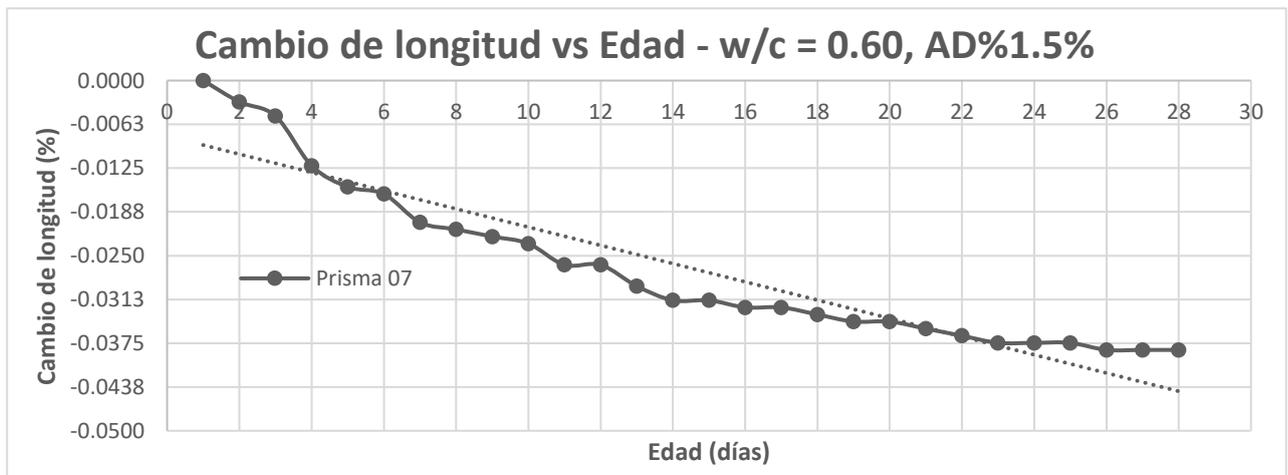
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	06
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
A	B	C	*d = b - c						
07/06/2022	1	9.8819	*0.3526	*0.2787	0.0739	0.0739	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.3438	0.2702	0.0739	0.0736	-0.0003	-0.003035853	2
09/06/2022	3	9.8819	0.3518	0.2784	0.0739	0.0734	-0.0002	-0.005059756	3
10/06/2022	4	9.8819	0.3527	0.2795	0.0739	0.0732	-0.0002	-0.007083658	4
11/06/2022	5	9.8819	0.3436	0.2703	0.0739	0.0733	0.0001	-0.006071707	5
12/06/2022	6	9.8819	0.3434	0.2702	0.0739	0.0732	-0.0001	-0.007083658	6
13/06/2022	7	9.8819	0.3432	0.2701	0.0739	0.0731	-0.0001	-0.008095609	7
14/06/2022	8	9.8819	0.3431	0.2702	0.0739	0.0729	-0.0002	-0.010119511	8
15/06/2022	9	9.8819	0.3513	0.2787	0.0739	0.0726	-0.0003	-0.013155365	9
16/06/2022	10	9.8819	0.3513	0.2788	0.0739	0.0725	-0.0001	-0.014167316	10
17/06/2022	11	9.8819	0.3503	0.2778	0.0739	0.0725	0.0000	-0.014167316	11
18/06/2022	12	9.8819	0.3495	0.2773	0.0739	0.0722	-0.0003	-0.017203169	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3498	0.2777	0.0739	0.0721	-0.0001	-0.018215121	13
19/06/2022	14	9.8819	0.3513	0.2793	0.0739	0.072	-0.0001	-0.019227072	14
20/06/2022	15	9.8819	0.3512	0.2792	0.0739	0.072	0.0000	-0.019227072	15
21/06/2022	16	9.8819	0.3494	0.2775	0.0739	0.0719	-0.0001	-0.020239023	16
22/06/2022	17	9.8819	0.3495	0.2776	0.0739	0.0719	0.0000	-0.020239023	17
23/06/2022	18	9.8819	0.3499	0.2781	0.0739	0.0718	-0.0001	-0.021250974	18
24/06/2022	19	9.8819	0.3498	0.278	0.0739	0.0718	0.0000	-0.021250974	19
25/06/2022	20	9.8819	0.3494	0.2778	0.0739	0.0716	-0.0002	-0.023274876	20
26/06/2022	21	9.8819	0.3486	0.277	0.0739	0.0716	0.0000	-0.023274876	21
27/06/2022	22	9.8819	0.3488	0.2772	0.0739	0.0716	0.0000	-0.023274876	22
28/06/2022	23	9.8819	0.3492	0.2778	0.0739	0.0714	-0.0002	-0.025298779	23
29/06/2022	24	9.8819	0.3492	0.278	0.0739	0.0712	-0.0002	-0.027322681	24
30/06/2022	25	9.8819	0.3488	0.2777	0.0739	0.0711	-0.0001	-0.028334632	25
01/07/2022	26	9.8819	0.3491	0.2782	0.0739	0.0709	-0.0002	-0.030358534	26
02/07/2022	27	9.8819	0.3485	0.2776	0.0739	0.0709	0.0000	-0.030358534	27
03/07/2022	28	9.8819	0.3482	0.2773	0.0739	0.0709	0.0000	-0.030358534	28



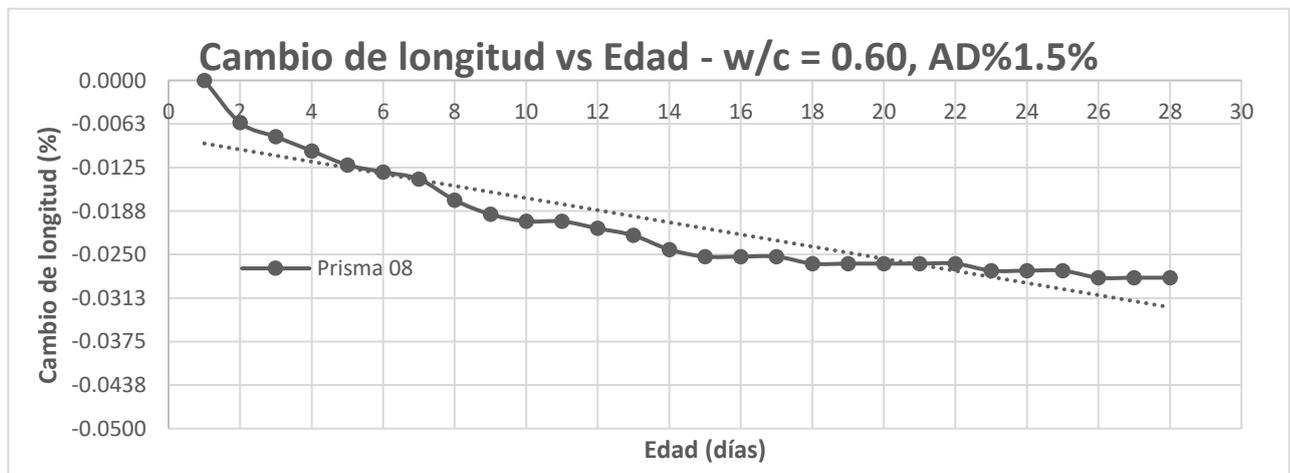
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	07
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
A	B	C	*d = b - c						
07/06/2022	1	9.8819	*0.3527	*0.2787	0.0740	0.074	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.3439	0.2702	0.0740	0.0737	-0.0003	-0.003035853	2
09/06/2022	3	9.8819	0.3519	0.2784	0.0740	0.0735	-0.0002	-0.005059756	3
10/06/2022	4	9.8819	0.3523	0.2795	0.0740	0.0728	-0.0007	-0.012143414	4
11/06/2022	5	9.8819	0.3428	0.2703	0.0740	0.0725	-0.0003	-0.015179267	5
12/06/2022	6	9.8819	0.3426	0.2702	0.0740	0.0724	-0.0001	-0.016191218	6
13/06/2022	7	9.8819	0.3421	0.2701	0.0740	0.072	-0.0004	-0.020239023	7
14/06/2022	8	9.8819	0.3421	0.2702	0.0740	0.0719	-0.0001	-0.021250974	8
15/06/2022	9	9.8819	0.3505	0.2787	0.0740	0.0718	-0.0001	-0.022262925	9
16/06/2022	10	9.8819	0.3505	0.2788	0.0740	0.0717	-0.0001	-0.023274876	10
17/06/2022	11	9.8819	0.3492	0.2778	0.0740	0.0714	-0.0003	-0.02631073	11
18/06/2022	12	9.8819	0.3487	0.2773	0.0740	0.0714	0.0000	-0.02631073	12
18/06/2022	13	9.8819	0.3488	0.2777	0.0740	0.0711	-0.0003	-0.029346583	13
19/06/2022	14	9.8819	0.3502	0.2793	0.0740	0.0709	-0.0002	-0.031370485	14
20/06/2022	15	9.8819	0.3501	0.2792	0.0740	0.0709	0.0000	-0.031370485	15
21/06/2022	16	9.8819	0.3483	0.2775	0.0740	0.0708	-0.0001	-0.032382437	16
22/06/2022	17	9.8819	0.3484	0.2776	0.0740	0.0708	0.0000	-0.032382437	17
23/06/2022	18	9.8819	0.3488	0.2781	0.0740	0.0707	-0.0001	-0.033394388	18
24/06/2022	19	9.8819	0.3486	0.278	0.0740	0.0706	-0.0001	-0.034406339	19
25/06/2022	20	9.8819	0.3484	0.2778	0.0740	0.0706	0.0000	-0.034406339	20
26/06/2022	21	9.8819	0.3475	0.277	0.0740	0.0705	-0.0001	-0.03541829	21
27/06/2022	22	9.8819	0.3476	0.2772	0.0740	0.0704	-0.0001	-0.036430241	22
28/06/2022	23	9.8819	0.3481	0.2778	0.0740	0.0703	-0.0001	-0.037442192	23
29/06/2022	24	9.8819	0.3483	0.278	0.0740	0.0703	0.0000	-0.037442192	24
30/06/2022	25	9.8819	0.3480	0.2777	0.0740	0.0703	0.0000	-0.037442192	25
01/07/2022	26	9.8819	0.3484	0.2782	0.0740	0.0702	-0.0001	-0.038454143	26
02/07/2022	27	9.8819	0.3478	0.2776	0.0740	0.0702	0.0000	-0.038454143	27
03/07/2022	28	9.8819	0.3475	0.2773	0.0740	0.0702	0.0000	-0.038454143	28



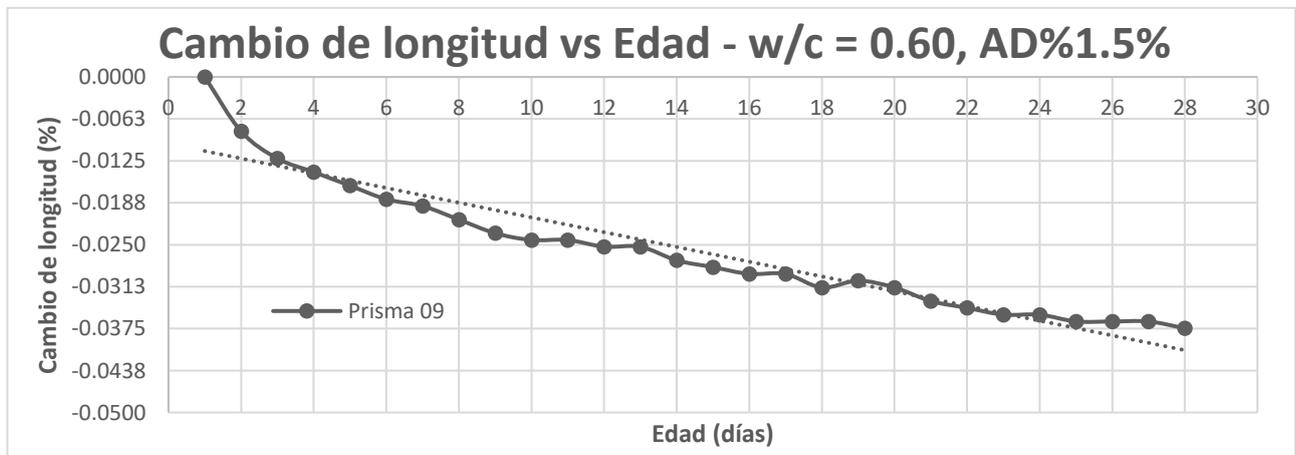
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	08
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de la barra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	n
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	n
07/06/2022	1	9.8819	*0.2609	*0.2787	-0.0178	-0.0178	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.2518	0.2702	-0.0178	-0.0184	-0.0006	-0.006071707	2
09/06/2022	3	9.8819	0.2598	0.2784	-0.0178	-0.0186	-0.0002	-0.008095609	3
10/06/2022	4	9.8819	0.2607	0.2795	-0.0178	-0.0188	-0.0002	-0.010119511	4
11/06/2022	5	9.8819	0.2513	0.2703	-0.0178	-0.019	-0.0002	-0.012143414	5
12/06/2022	6	9.8819	0.2511	0.2702	-0.0178	-0.0191	-0.0001	-0.013155365	6
13/06/2022	7	9.8819	0.2509	0.2701	-0.0178	-0.0192	-0.0001	-0.014167316	7
14/06/2022	8	9.8819	0.2507	0.2702	-0.0178	-0.0195	-0.0003	-0.017203169	8
15/06/2022	9	9.8819	0.2590	0.2787	-0.0178	-0.0197	-0.0002	-0.019227072	9
16/06/2022	10	9.8819	0.2590	0.2788	-0.0178	-0.0198	-0.0001	-0.020239023	10
17/06/2022	11	9.8819	0.2580	0.2778	-0.0178	-0.0198	0.0000	-0.020239023	11
18/06/2022	12	9.8819	0.2574	0.2773	-0.0178	-0.0199	-0.0001	-0.021250974	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2577	0.2777	-0.0178	-0.02	-0.0001	-0.022262925	13
19/06/2022	14	9.8819	0.2591	0.2793	-0.0178	-0.0202	-0.0002	-0.024286827	14
20/06/2022	15	9.8819	0.2589	0.2792	-0.0178	-0.0203	-0.0001	-0.025298779	15
21/06/2022	16	9.8819	0.2572	0.2775	-0.0178	-0.0203	0.0000	-0.025298779	16
22/06/2022	17	9.8819	0.2573	0.2776	-0.0178	-0.0203	0.0000	-0.025298779	17
23/06/2022	18	9.8819	0.2577	0.2781	-0.0178	-0.0204	-0.0001	-0.026310730	18
24/06/2022	19	9.8819	0.2576	0.278	-0.0178	-0.0204	0.0000	-0.02631073	19
25/06/2022	20	9.8819	0.2574	0.2778	-0.0178	-0.0204	0.0000	-0.02631073	20
26/06/2022	21	9.8819	0.2566	0.277	-0.0178	-0.0204	0.0000	-0.02631073	21
27/06/2022	22	9.8819	0.2568	0.2772	-0.0178	-0.0204	0.0000	-0.02631073	22
28/06/2022	23	9.8819	0.2573	0.2778	-0.0178	-0.0205	-0.0001	-0.027322681	23
29/06/2022	24	9.8819	0.2575	0.278	-0.0178	-0.0205	0.0000	-0.027322681	24
30/06/2022	25	9.8819	0.2572	0.2777	-0.0178	-0.0205	0.0000	-0.027322681	25
01/07/2022	26	9.8819	0.2576	0.2782	-0.0178	-0.0206	-0.0001	-0.028334632	26
02/07/2022	27	9.8819	0.2570	0.2776	-0.0178	-0.0206	0.0000	-0.028334632	27
03/07/2022	28	9.8819	0.2567	0.2773	-0.0178	-0.0206	0.0000	-0.028334632	28



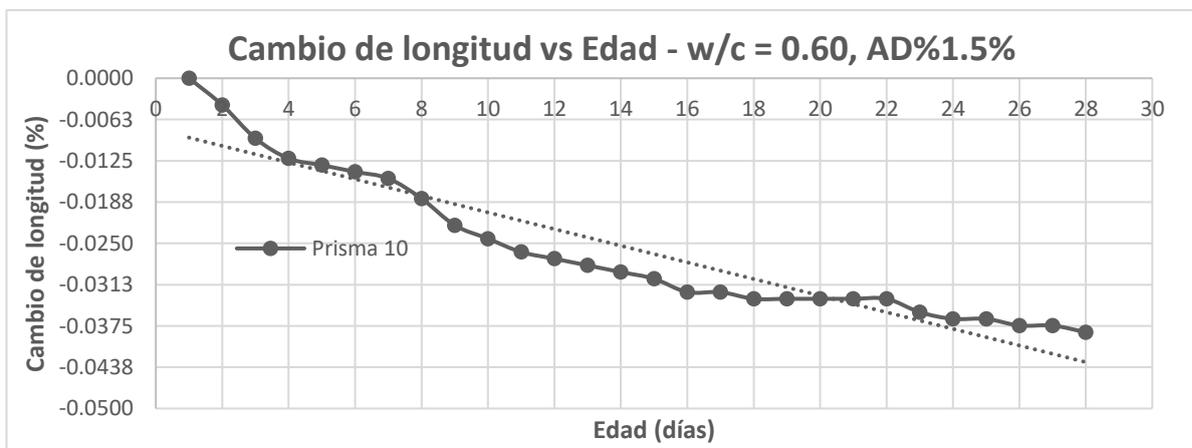
Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	09
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
						E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	n
A	B	C	*d = b - c	E = B - C	$F_n = E_n - n_1, n_2 \dots$	$H = (F_n/A) * 100$	n		
07/06/2022	1	9.8819	*0.2991	*0.2787	0.0204	0.0204	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.2898	0.2702	0.0204	0.0196	-0.0008	-0.008095609	2
09/06/2022	3	9.8819	0.2976	0.2784	0.0204	0.0192	-0.0004	-0.012143414	3
10/06/2022	4	9.8819	0.2985	0.2795	0.0204	0.019	-0.0002	-0.014167316	4
11/06/2022	5	9.8819	0.2891	0.2703	0.0204	0.0188	-0.0002	-0.016191218	5
12/06/2022	6	9.8819	0.2888	0.2702	0.0204	0.0186	-0.0002	-0.018215121	6
13/06/2022	7	9.8819	0.2886	0.2701	0.0204	0.0185	-0.0001	-0.019227072	7
14/06/2022	8	9.8819	0.2885	0.2702	0.0204	0.0183	-0.0002	-0.021250974	8
15/06/2022	9	9.8819	0.2968	0.2787	0.0204	0.0181	-0.0002	-0.023274876	9
16/06/2022	10	9.8819	0.2968	0.2788	0.0204	0.018	-0.0001	-0.024286827	10
17/06/2022	11	9.8819	0.2958	0.2778	0.0204	0.018	0.0000	-0.024286827	11
18/06/2022	12	9.8819	0.2952	0.2773	0.0204	0.0179	-0.0001	-0.025298779	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2956	0.2777	0.0204	0.0179	0.0000	-0.025298779	13
19/06/2022	14	9.8819	0.2970	0.2793	0.0204	0.0177	-0.0002	-0.027322681	14
20/06/2022	15	9.8819	0.2968	0.2792	0.0204	0.0176	-0.0001	-0.028334632	15
21/06/2022	16	9.8819	0.2950	0.2775	0.0204	0.0175	-0.0001	-0.029346583	16
22/06/2022	17	9.8819	0.2951	0.2776	0.0204	0.0175	0.0000	-0.029346583	17
23/06/2022	18	9.8819	0.2954	0.2781	0.0204	0.0173	-0.0002	-0.031370485	18
24/06/2022	19	9.8819	0.2954	0.278	0.0204	0.0174	0.0001	-0.030358534	19
25/06/2022	20	9.8819	0.2951	0.2778	0.0204	0.0173	-0.0001	-0.031370485	20
26/06/2022	21	9.8819	0.2941	0.277	0.0204	0.0171	-0.0002	-0.033394388	21
27/06/2022	22	9.8819	0.2942	0.2772	0.0204	0.017	-0.0001	-0.034406339	22
28/06/2022	23	9.8819	0.2947	0.2778	0.0204	0.0169	-0.0001	-0.03541829	23
29/06/2022	24	9.8819	0.2949	0.278	0.0204	0.0169	0.0000	-0.03541829	24
30/06/2022	25	9.8819	0.2945	0.2777	0.0204	0.0168	-0.0001	-0.036430241	25
01/07/2022	26	9.8819	0.2950	0.2782	0.0204	0.0168	0.0000	-0.036430241	26
02/07/2022	27	9.8819	0.2944	0.2776	0.0204	0.0168	0.0000	-0.036430241	27
03/07/2022	28	9.8819	0.2940	0.2773	0.0204	0.0167	-0.0001	-0.037442192	28



Tipo	Concreto cemento - arena w/c = 0.60 AD 1.5%
Espécimen	10
Tiempo de Curado	Sin curado

Día	Edad (días)	Longitud efectiva de calibración (pulg.)	Lectura del espécimen de concreto (pulg.)	Lectura de labarra invar	Diferencia de lectura inicial menos barra invar - solo la lectura inicial (pulg.)	Resultados			n
						Lectura del espécimen concreto menos la lectura de la barra de referencia invar (pulg.)	Diferencia de la lectura actual e inicial (pulg.)	Cambio de longitud (%)	
		A	B	C	*d = b - c	E = B - C	F _n =E _n - n ₁ ,n ₂ ...	H=(F _n /A)*100	
07/06/2022	1	9.8819	*0.2403	*0.2787	-0.0384	-0.0384	0	0	1
08/06/2022	2	9.8819	0.2314	0.2702	-0.0384	-0.0388	-0.0004	-0.004047805	2
09/06/2022	3	9.8819	0.2391	0.2784	-0.0384	-0.0393	-0.0005	-0.00910756	3
10/06/2022	4	9.8819	0.2399	0.2795	-0.0384	-0.0396	-0.0003	-0.012143414	4
11/06/2022	5	9.8819	0.2306	0.2703	-0.0384	-0.0397	-0.0001	-0.013155365	5
12/06/2022	6	9.8819	0.2304	0.2702	-0.0384	-0.0398	-0.0001	-0.014167316	6
13/06/2022	7	9.8819	0.2302	0.2701	-0.0384	-0.0399	-0.0001	-0.015179267	7
14/06/2022	8	9.8819	0.2300	0.2702	-0.0384	-0.0402	-0.0003	-0.018215121	8
15/06/2022	9	9.8819	0.2381	0.2787	-0.0384	-0.0406	-0.0004	-0.022262925	9
16/06/2022	10	9.8819	0.2380	0.2788	-0.0384	-0.0408	-0.0002	-0.024286827	10
17/06/2022	11	9.8819	0.2368	0.2778	-0.0384	-0.041	-0.0002	-0.02631073	11
18/06/2022	12	9.8819	0.2362	0.2773	-0.0384	-0.0411	-0.0001	-0.027322681	12
18/06/2022	13	9.8819	0.2365	0.2777	-0.0384	-0.0412	-0.0001	-0.028334632	13
19/06/2022	14	9.8819	0.2380	0.2793	-0.0384	-0.0413	-0.0001	-0.029346583	14
20/06/2022	15	9.8819	0.2378	0.2792	-0.0384	-0.0414	-0.0001	-0.030358534	15
21/06/2022	16	9.8819	0.2359	0.2775	-0.0384	-0.0416	-0.0002	-0.032382437	16
22/06/2022	17	9.8819	0.2360	0.2776	-0.0384	-0.0416	0.0000	-0.032382437	17
23/06/2022	18	9.8819	0.2364	0.2781	-0.0384	-0.0417	-0.0001	-0.033394388	18
24/06/2022	19	9.8819	0.2363	0.278	-0.0384	-0.0417	0.0000	-0.033394388	19
25/06/2022	20	9.8819	0.2361	0.2778	-0.0384	-0.0417	0.0000	-0.033394388	20
26/06/2022	21	9.8819	0.2353	0.277	-0.0384	-0.0417	0.0000	-0.033394388	21
27/06/2022	22	9.8819	0.2355	0.2772	-0.0384	-0.0417	0.0000	-0.033394388	22
28/06/2022	23	9.8819	0.2359	0.2778	-0.0384	-0.0419	-0.0002	-0.03541829	23
29/06/2022	24	9.8819	0.2360	0.278	-0.0384	-0.042	-0.0001	-0.036430241	24
30/06/2022	25	9.8819	0.2357	0.2777	-0.0384	-0.042	0.0000	-0.036430241	25
01/07/2022	26	9.8819	0.2361	0.2782	-0.0384	-0.0421	-0.0001	-0.037442192	26
02/07/2022	27	9.8819	0.2355	0.2776	-0.0384	-0.0421	0.0000	-0.037442192	27
03/07/2022	28	9.8819	0.2351	0.2773	-0.0384	-0.0422	-0.0001	-0.038454143	28



ANEXO E

- Panel Fotográfico

FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

FOTO N° 01: Ingreso a la Cantera Grupo Sánchez (acopio) carretera Iquitos a Nauta km 25 + 500 de donde proviene el agregado de la investigación.



FOTO N° 02: Cantera Grupo Sánchez (acopio) carretera Iquitos a Nauta km 25 + 500 de donde proviene el agregado de la investigación.



FOTO N° 03: Zarandeo de la muestra de agregado fino (arena).



FOTO N° 04: Zarandeo de la muestra de agregado fino (arena) y remoción de impurezas.



FOTO N° 05: Toma de muestra y homogenización del agregado fino para los respectivos ensayos.



FOTO N° 06: Pesado y separación de muestra para el posterior ensayo de granulometría, lavado y peso específico.

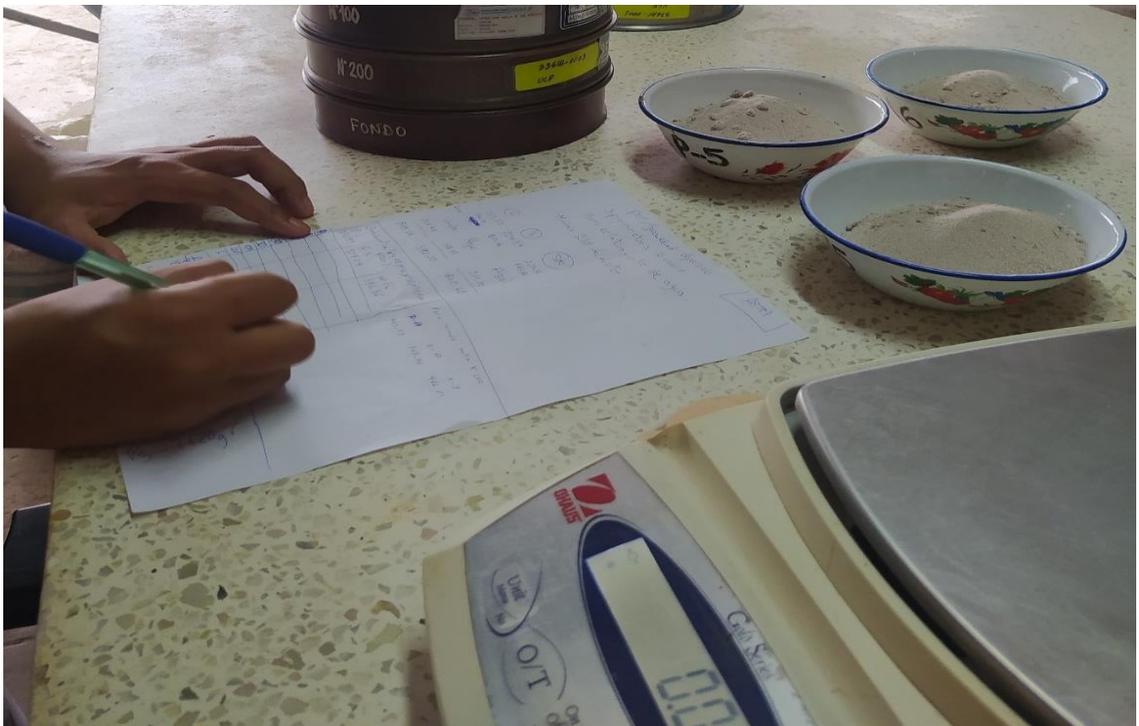


FOTO N° 07: Preparación de muestra para el ensayo de peso específico y absorción.



FOTO N° 08: Punto óptimo del agregado fino para el ensayo de peso específico en su condición Saturado Superficialmente Seco (SSS).



FOTO N° 09: Pesado de muestra en el frasco para el peso específico.

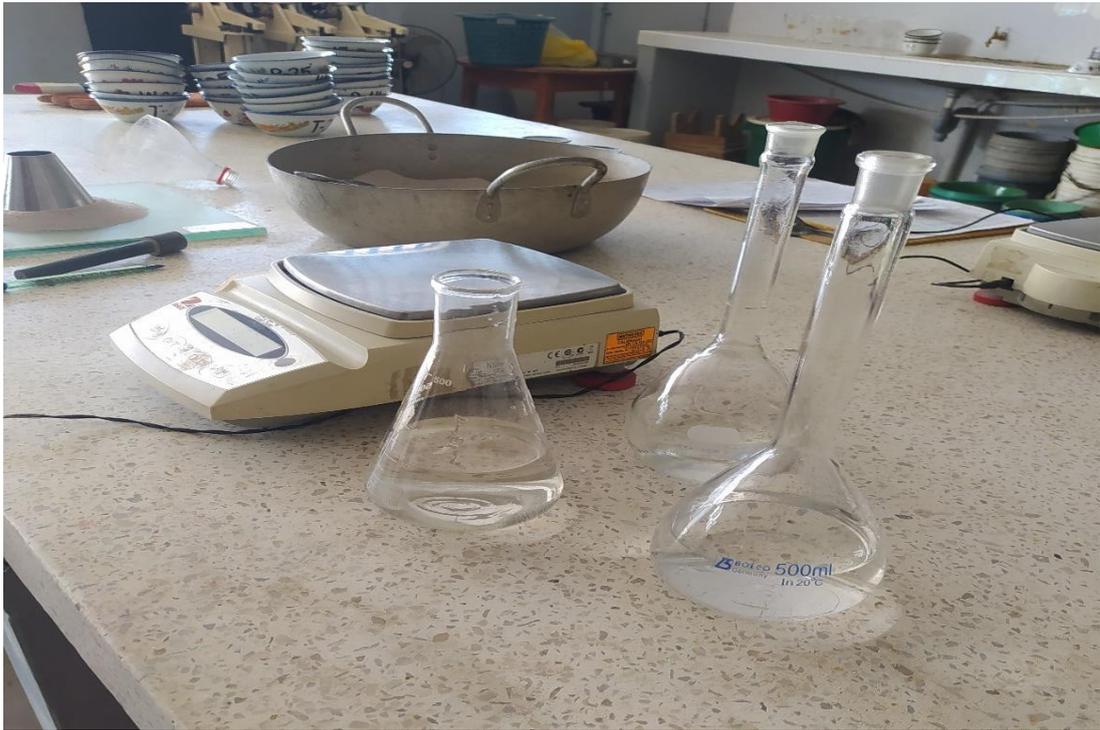


FOTO N° 10: Muestras ensayadas para el peso específico.



FOTO N° 11: Pesado de muestras después del reposo y llenado de agua hasta el punto de calibración de los frascos.



FOTO N° 12: Vaciado de muestras saturadas para el ensayo de absorción del agregado fino.



FOTO N° 13: Pesado y registro de datos para el ensayo de absorción.



FOTO N° 14: Colocación de muestras para el respectivo secado del ensayo de absorción.



FOTO N° 15: Secado de muestras para los ensayos de Peso Unitario Suelto y Compactado, análisis granulométrico y pasante la malla N° 200.



FOTO N° 16: Lavado de muestras para el ensayo de pasante la malla N° 200.



FOTO N° 17: Lavado de muestras para el ensayo de análisis granulométrico.



FOTO N° 18: Ensayo de análisis granulométrico.



FOTO N° 19: Ensayo de peso unitario suelto.



FOTO N° 20: Ensayo de peso unitario compactado.



FOTO N° 21: Registro de datos para los ensayos de peso unitario suelto y compactado.



FOTO N° 22: Preparación de los moldes cilíndricos y prismáticos con su engrasado (petróleo, para su fácil desmolde).



FOTO N° 23: Pesado del cemento Sol Tipo I para el diseño de mezcla.



FOTO N° 24: Materiales listos para su posterior vaciado en la mezcladora (Trompo de 9 pies).



FOTO N° 25: Mezcladora. (Trompo para el diseño de mezcla)



FOTO N° 26: Ensayo de peso unitario de la mezcla de concreto cemento – arena.



FOTO N° 27: Pesado y registro de datos del peso unitario de la mezcla de concreto cemento – arena.



FOTO N° 28: Equipo para el ensayo de contenido de aire en la mezcla de concreto cemento – arena por el método de presión.



FOTO N° 29: Ensayo de contenido de aire en la mezcla de concreto cemento – arena por el método de presión.



FOTO N° 30: Ensayo de contenido de aire en la mezcla de concreto cemento – arena por el método de presión y realizando las anotaciones debidas.



FOTO N° 31: Ensayo de Exudación del concreto.



FOTO N° 32: Ensayo de Exudación del concreto y realizando las anotaciones debidas.



FOTO N° 33: Registro de la temperatura de la mezcla de concreto cemento – arena.



FOTO N° 34: Vaciado de la mezcla de concreto cemento – arena, en los moldes cilíndricos y prismáticos.



FOTO N° 35: Colocación de la mezcla en los respectivos moldes.



FOTO N° 36: Colocación de la mezcla en capas los respectivos moldes y chuzado con 25 golpes usando la varilla.



FOTO N° 37: Desencofrado de los moldes cilíndricos y prismáticos después de las 24 horas de vaciado.



FOTO N° 38: Equipo para la contracción del concreto cemento-arena. (Barra Invar y medidor de humedad)



FOTO N° 39: Registro de la humedad del ambiente.



FOTO N° 40: Lectura de la Barra Invar.



FOTO N° 41: Lectura y registro del cambio de longitud en los prismas del concreto cemento – arena, realizando el respectivo control de humedad.



FOTO N° 42: Ensayo de contracción del concreto cemento-arena.



FOTO N° 43: Medición de diámetros y longitudes de las probetas del concreto cemento-arena.



FOTO N° 44: Prueba de Compresión en la prensa hidráulica.



FOTO N° 45: Ensayo de resistencia a la compresión de la probeta de 4 x 8 pulg.



FOTO N° 46: Ensayo de tracción por compresión diametral.



FOTO N° 47: Probeta luego de ser ensayada (tracción por compresión diametral).



FOTO N° 48: ajustando el equipo en la probeta para el ensayo de módulo de elasticidad.



FOTO N° 49: Preparación de probeta para el ensayo de módulo de elasticidad.



FOTO N° 50: Ensayo de módulo de elasticidad.



FOTO N° 51: Ensayo de módulo de elasticidad.



FOTO N° 52: Equipo de trabajo que participó en los ensayos de la presente tesis UCP.

